



## Escuela de Ingeniería de Minas y Energía

### Presentación

La ESCUELA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA oferta para el curso académico 2018-2019 grados y másters totalmente adaptada al Espacio Europeo de Educación Superior:

#### GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

Este grado pretende suministrar la formación adecuada y de alto nivel a los futuros profesionales que van a ejercer en el área de la ingeniería de los procesos energéticos desde la generación de energía hasta sus distintas aplicaciones, suministrando, además, la formación precisa para desarrollar tecnologías y sistemas eficientes y sostenibles.

El Grado en INGENIERÍA DE LA ENERGÍA por la Universidade de Vigo **no capacita para una profesión regulada** y pretende la formación de ingenieros graduados para su incorporación a los diferentes sectores de la industria de la energía, desde la producción, pasando por la transformación hasta su uso y gestión. Por ello se han definido dos intensificaciones:

- Mención en Tecnologías Energéticas, que pretende suministrar la formación adecuada y de alto nivel a los futuros profesionales que van a ejercer en el área de la ingeniería de los procesos energéticos desde las fuentes de energía y su generación para sus distintas aplicaciones.
- Mención de Eficiencia Energética que pretende suministrar la formación precisa para desarrollar tecnologías y sistemas eficientes y sostenibles.

#### GRADO EN INGENIERÍA DE LOS RECURSOS MINEROS Y ENERGÉTICOS

Este grado pretende suministrar la formación adecuada y de alto nivel a los futuros profesionales para la exploración, investigación, explotación, beneficio, elaboración, transformación y utilización de los recursos mineros (rocas y minerales, aguas subterráneas, aguas mineras y termales) y energéticos (petróleo, gas natural, ) en la Tierra y otros recursos geológicos, como el espacio subterráneo, actividades todas ellas que han de llevarse a cabo de forma segura, rentable y ambientalmente aceptable.

El Grado en INGENIERÍA DE LOS RECURSOS MINEROS Y ENERGÉTICOS por la Universidad de Vigo tiene como objetivo general proporcionar a los graduados/as **la formación y las competencias necesarias que les habiliten para el ejercicio de la profesión regulada por ley de INGENIERO TÉCNICO DE MINAS** en 3 de las 5 tecnologías específicas propias de la profesión. Por ello se han planteado tres Intensificaciones:

- Mención en Explotación de Minas
- Mención en Ingeniería de Materiales
- Mención en Recursos Energéticos, Combustibles y Explosivos

#### MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE MINAS

Este Máster pretende suministrar la formación adecuada y de alto nivel a los futuros profesionales para la exploración, investigación, explotación, beneficio, elaboración, transformación y utilización de los recursos mineros (rocas y minerales, aguas subterráneas, aguas mineras y termales) y energéticos (petróleo, gas natural, ) en la Tierra y otros recursos geológicos, como el espacio subterráneo, actividades todas ellas que han de llevarse a cabo de forma segura, rentable y ambientalmente aceptable. El Máster Universitario en Ingeniería de Minas por la Universidad de Vigo **habilita para la profesión regulada de Ingeniero/a de Minas**.

#### MÁSTER INTERUNIVERSITARIO EN GEOINFORMÁTICA

El Máster Interuniversitario en Geoinformática por las Universidades de Vigo y Coruña nace como un título de alta especialización para formar profesionales orientados al mercado de la industria geoespacial. La industria geoespacial es uno de los sectores que más rápidamente ha crecido en los últimos años debido a las diferentes aplicaciones relacionadas con los sistemas de posicionamiento global, sistemas de información geográfica, dispositivos móviles o teledetección satelital.

---

## **Equipo Directivo y Coordinación**

---

### **EQUIPO DIRECTIVO:**

#### **Directora**

Elena Alonso Prieto (eme.direccion@uvigo.es)

#### **Subdirector de Relaciones Externas y Movilidad**

Jose Santiago Pozo Antonio (eme.internacional@uvigo.es)

#### **Subdirector de Infraestructuras**

David Patiño Vilas (eme.infraestructuras@uvigo.es)

#### **Subdirectora de Planificación e Organización Académica**

María Araújo Fernández (eme.orgdocente@uvigo.es)

#### **Secretaria**

Ángeles Saavedra González (eme.secretaria@uvigo.es)

### **COORDINACIÓN:**

El Procedimiento de Coordinación Docente de la Escuela de Ingeniería de Minas y Energía se configura como el instrumento a través del cual se diseña el contenido y la ejecución de las distintas acciones relativas a la coordinación docente de los títulos adscritos al centro, dado que la coordinación del conjunto de actividades resulta clave para el adecuado aprovechamiento del alumnado. El sistema de coordinación constituye un elemento fundamental en la introducción de los nuevos objetivos y metodologías y, sobre todo, servirá para profundizar en una mejor y mayor conexión entre docentes y entre éstos y el Centro.

GRADO IE: David Patiño Vilas patinho@uvigo.es

GRADO IRME: Maria Araujo Fernandez maraujo@uvigo.es

MÁSTER UIM: Elena Alonso Prieto ealonso@uvigo.es

MÁSTER GI: Pedro Arias Sánchez parias@uvigo.es

PAT: Itziar Goicoechea Castaño igoicoechea@uvigo.es

1º CURSO GRADOS : Elena González Rodríguez elena@uvigo.es

2º CURSO GRADOS: Eduardo Giráldez Pérez egiraldez@uvigo.es

3º e 4º CURSO GRADO IE: Pablo Eguía Oller peguia@uvigo.es

3º e 4º CURSO GRADO IRME: Fernando García Bastante bastante@uvigo.es

1º e 2ª CURSO MÁSTER UIM: Teresa Rivas Brea trivas@uvigo.es

PRÁCTICAS EXTERNAS: Javier Taboada Castro jtaboada@uvigo.es

DIFUSIÓN: Jose Santiago Pozo Antonio (ipozo@uvigo.es)

CALIDAD: Ángeles Saavedra González saavedra@uvigo.es

---

## **Página Web Escuela**

---

<http://minasyenergia.uvigo.es/es/>

---

# Máster Universitario en Ingeniería de Minas

## Asignaturas

### Curso 1

| Código        | Nombre                                                  | Cuatrimestre | Cr.totales |
|---------------|---------------------------------------------------------|--------------|------------|
| V09M148V01101 | Concentración de Minerales                              | 1c           | 6          |
| V09M148V01102 | Explotación Sostenible de Recursos Mineros              | 1c           | 7.5        |
| V09M148V01103 | Obtención y Transformación de Materiales Metálicos      | 1c           | 6          |
| V09M148V01104 | Explosivos y Voladuras                                  | 1c           | 6          |
| V09M148V01105 | Diseño y Ejecución de Obras Subterráneas                | 1c           | 4.5        |
| V09M148V01106 | Procesos de Carboquímica y Petroquímica                 | 1c           | 6          |
| V09M148V01107 | Fundamentos de Generación Eléctrica                     | 1c           | 3          |
| V09M148V01108 | Ingeniería de Taludes                                   | 1c           | 6          |
| V09M148V01109 | Recursos Renovables y no Renovables. Geomática Avanzada | 1c           | 6          |
| V09M148V01110 | Modelización y Evaluación de Recursos Mineros           | 1c           | 6          |
| V09M148V01111 | Energía Térmica Convencional y Renovable                | 1c           | 3          |
| V09M148V01112 | Eficiencia Térmica y Cogeneración                       | 1c           | 6          |
| V09M148V01201 | Ingeniería de Minerales y Materiales                    | 2c           | 6          |
| V09M148V01202 | Ingeniería del Agua                                     | 2c           | 6          |
| V09M148V01203 | Ingeniería de Explosivos                                | 2c           | 6          |
| V09M148V01204 | Ingeniería Minera                                       | 2c           | 6          |
| V09M148V01205 | Matemáticas Avanzadas                                   | 2c           | 6          |

| <b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |       |              |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| <b>Concentración de Minerales</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |       |              |
| Asignatura                        | Concentración de Minerales                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |       |              |
| Código                            | V09M148V01101                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |       |              |
| Titulación                        | Máster Universitario en Ingeniería de Minas                                                                                                                                                                                                                                                           |            |       |              |
| Descriptores                      | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                                   | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | OP         | 1     | 1c           |
| Lengua Impartición                | Castellano                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |       |              |
| Departamento                      | Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente                                                                                                                                                                                                                                                 |            |       |              |
| Coordinador/a                     | Rivas Brea, Teresa                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |       |              |
| Profesorado                       | Rivas Brea, Teresa                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |       |              |
| Correo-e                          | trivas@uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |       |              |
| Web                               | <a href="http://faitic.uvigo.es">http://faitic.uvigo.es</a>                                                                                                                                                                                                                                           |            |       |              |
| Descripción general               | En esta materia se imparten contenidos teóricos y prácticos para que el alumnado adquiriera las habilidades necesarias para identificar los procesos y equipamientos de fragmentación, molienda y concentración adecuados a cada tipo de mena, en función de sus propiedades mineralógicas y físicas. |            |       |              |

### Competencias

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| A2     | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.                                                                                                                                    |
| C10    | Competencia Específica CE10. Capacidad para planificar, diseñar y gestionar instalaciones de tratamientos de recursos minerales, plantas metalúrgicas, siderúrgicas e industrias de materiales de construcción, incluyendo materiales metálicos, cerámicos, sinterizados, refractarios y otros.                                                                             |
| C14    | Competencia Específica CE14. Capacidad para planificar, diseñar y gestionar instalaciones de beneficio de recursos minerales y plantas metalúrgicas, siderúrgicas e industrias de materiales de construcción.                                                                                                                                                               |
| D12    | Competencia Transversal CT12. Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de aspectos teóricos y prácticos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados. |

### Resultados de aprendizaje

| Resultados previstos en la materia                                                                                    | Resultados de Formación y Aprendizaje |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Adquirir el conocimiento básico para el diseño de plantas de tratamiento mineralúrgicas.                              | C10<br>C14<br>D12                     |
| Conocer los aspectos clave que determinan la elección de la maquinaria en las fases de fragmentación y clasificación. | A2<br>C10<br>C14<br>D12               |
| Conocer los procesos de liberación y concentración de los minerales con mayor interés minero.                         | C10<br>C14                            |
| Conocer las propiedades de los minerales que influyen en la eficacia de los diferentes tratamientos mineralúrgicos.   | C10<br>C14                            |
| Calcular balances de masas en plantas de tratamiento de fragmentación y clasificación.                                | A2<br>C10<br>C14<br>D12               |

### Contenidos

|      |
|------|
| Tema |
|------|

|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| UNIDAD DIDÁCTICA 1: Introducción a la mineralurgia y su tecnología                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sustancias minerales, minerales metálicos y no metálicos</li> <li>- Métodos de procesamiento mineral</li> <li>- Costes del procesamiento mineral</li> <li>- Diagramas de flujo</li> <li>- Eficiencia de las operaciones de procesamiento mineral: liberación (fragmentación) y concentración (enriquecimiento).</li> <li>- Introducción a las tecnologías de liberación y enriquecimiento: reducción del tamaño, clasificación, concentración, flotación, separación magnética y electrostática..</li> </ul>                                                       |
| UNIDAD DIDÁCTICA 2. Reducción de tamaño.                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fragmentación de los sólidos y su finalidad</li> <li>- Teoría de la fragmentación</li> <li>- Leyes energéticas</li> <li>- Tipos de fragmentación y etapas</li> <li>- Fragmentación por compresión: machacadoras de mandíbulas, giratorias y conos.</li> <li>- Fragmentación por percusión: molinos de martillos y mixtos</li> <li>- Fragmentación por procesos mixtos: barras, bolas y autógenos</li> <li>- Casos prácticos de circuitos de cálculo de balance de masas en circuitos con machacadoras y molinos.</li> </ul>                                        |
| UNIDAD DIDÁCTICA 3. Control de Tamaño y Clasificación                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificación directa: cribado. Factores, rendimiento y eficacia y equipos de cribado.</li> <li>- Clasificación indirecta: fundamentos, tipos de asentamiento, tipos de clasificadores , eficacia y rendimiento.</li> <li>- Casos prácticos de cálculo de balance de masas de circuitos con clasificadoras en seco, en húmedo y trabajando con pulpas.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                  |
| UNIDAD DIDÁCTICA 4. Concentración gravimétrica                                       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Concentración gravimétrica en agua. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pulsadores JIG</li> <li>- Mesas de sacudidas</li> <li>- Espirales Humphreys</li> <li>- Canales de puntas</li> <li>- Conos Reichert</li> <li>- Concentradores de centrífuga</li> <li>- Concentrador Mozley</li> </ul> </li> <li>2. Concentración gravimétrica en medio denso (DMS) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principios</li> <li>- Líquidos de separación</li> <li>- Equipos separadores de gravedad</li> <li>- Equipos separadores centrífugos</li> </ul> </li> </ol> |
| UNIDAD DIDÁCTICA 5. Separación magnética.                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principios del método</li> <li>- Equipos de separación</li> <li>- Purificación</li> <li>- Concentración</li> <li>- Vía húmeda</li> <li>- Vía seca</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| UNIDAD DIDÁCTICA 6. Separación electrostática.                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principios del método</li> <li>- Equipos de separación</li> <li>- Electrodinámicos lo de alta tensión</li> <li>- Electrostáticos</li> <li>- Tipo rotor</li> <li>- Tipo placa</li> <li>- De placa</li> <li>- De malla</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| UNIDAD DIDÁCTICA 7: Flotación                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Principios del método</li> <li>- Tipos</li> <li>- Reactivos de flotación</li> <li>- Equipos</li> <li>- Variables en la flotación</li> <li>- Flotación selectiva</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| UNIDAD DIDÁCTICA 8: Introducción a los procesos conjuntos mineralurgico-metalurgicos | Influencia de los procesos mineralúrgicos en la metalurgia de algunos minerales de interés.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

## Planificación

|                            | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|----------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Prácticas de laboratorio   | 6              | 11                   | 17            |
| Resolución de problemas    | 14             | 25                   | 39            |
| Lección magistral          | 20             | 20                   | 40            |
| Pruebas de respuesta corta | 8              | 19                   | 27            |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

| <b>Metodologías</b>      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Prácticas de laboratorio | Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio.<br><br>Las prácticas están concebidas de manera que el alumno tenga que aplicar los conocimientos teóricos para enriquecer en laboratorio una muestra natural de diferentes menas. En el desarrollo de la práctica deberá tomar decisiones sobre los procesos a aplicar teniendo en cuenta aspectos económicos y medioambientales que condicionan la sostenibilidad de una explotación y el progreso científico de la técnica. |
| Resolución de problemas  | Actividad en la que se formulan problema y/o ejercicios relacionados con la materia. El alumno debe desarrollar las soluciones adecuadas o correctas mediante la aplicación de rutinas, fórmulas o algoritmos y la interpretación de los resultados. Se utiliza como complemento de la lección magistral.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Lección magistral        | Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio o proyecto a desarrollar por el estudiante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

| <b>Atención personalizada</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodologías                  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Lección magistral             | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Fatic). |
| Resolución de problemas       | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Fatic). |
| Pruebas                       | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Pruebas de respuesta corta    | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Fatic). |

| <b>Evaluación</b>        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |                                       |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|
|                          | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |
| Prácticas de laboratorio | Se tendrá en cuenta en la evaluación la asistencia a las prácticas de laboratorio, la entrega de un boletín de la experiencia y la corrección del mismo. La nota de esa metodología será como máximo de 1 punto sobre 10.<br><br>Evalúa los siguientes resultados de aprendizaje:<br><br>- Conocer los procesos de liberación y concentración de los minerales con mayor interés minero.<br><br>- Conocer las propiedades de los minerales que influyen en la eficacia de los diferentes tratamientos mineralúrgicos.<br><br>- Calcular balances de masas en plantas de tratamiento de fragmentación y clasificación. | 10           | C10<br>C14                            |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |                  |     |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------|-----|
| Resolución de problemas    | A lo largo del curso, el alumno deberá resolver varios boletines de problemas, que se trabajan previamente en el aula, deberá presentarlos y serán evaluados hasta un máximo de 2 punto sobre los 10 de la nota global.                                                                                                                                                                   | 20 | C10<br>C14       | D12 |
|                            | <p>Evalúa los resultados de aprendizaje:</p> <p>1) Calcular balances de masas en plantas de tratamiento de fragmentación y clasificación.&amp;*lt;</p> <p>2) Adquirir el conocimiento básico para el diseño de plantas de tratamiento mineralúrgicas.</p> <p>3) Conocer los aspectos clave que determinan la elección de la maquinaria en las fases de fragmentación y clasificación.</p> |    |                  |     |
| Pruebas de respuesta corta | La prueba escrita consistirá en la resolución de preguntas de respuesta corta y de varios problemas. La puntuación de este examen sobre la nota global es de un máximo de 5 sobre la nota global de 10; para que la nota del examen pueda contar en la evaluación global, deberá superar el 2.5 sobre 5.                                                                                  | 50 | A2<br>C10<br>C14 | D12 |
|                            | Evalúa todos los resultados de aprendizaje esperados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |                  |     |
| Observación sistemática    | La asistencia a clase y la resolución de pruebas tipo test o planteamientos de casos simulados durante lo curso se puntuará con un peso máximo de 2 punto sobre 10 de la nota global.                                                                                                                                                                                                     | 20 | C10<br>C14       |     |
|                            | Evalúa la adquisición del conocimiento sobre los procesos de liberación y concentración de los minerales con mayor interés minero y las propiedades de los minerales que influyen en la eficacia de los diferentes tratamientos mineralúrgicos.                                                                                                                                           |    |                  |     |

### Otros comentarios sobre la Evaluación

La evaluación en primera convocatoria consta de dos partes:

1) Examen. La puntuación de este examen sobre la nota global es de un máximo de 5 sobre 10. Para que la nota del examen pueda contar en la evaluación global, deberá ser igual o superior a 2.5 sobre 5. Las fechas y lugares de realización del examen se pueden consultarse en la pestaña PLANIFICACIÓN ACADÉMICA del portal web de la E. I. Minas y Energía. En el calendario de evaluación aprobado en junta de centro, vigente en el momento de la redacción de esta memoria, las fechas de esta prueba son el 11 de enero (convocatoria ordinaria) y el 10 de junio (convocatoria extraordinaria)

2) Prácticas de laboratorio, resolución de problemas y ejercicios y observación sistemática: estas tres metodologías puntúan en conjunto 5 puntos sobre la nota global 10. Para que la nota de este grupo de metodologías compute en la nota final, es necesario:

- obtener por lo menos 1,2 puntos sobre 1 en el boletín de problemas
- asistir a todas las sesiones de la práctica de laboratorio salvo por causas justificadas.

Dado que los ejercicios y observación sistemática se trabajan y resuelven en aula, es recomendable asistir a las clases. De todos modos, el alumnado puede renunciar a la evaluación continua; en este caso, tendrá derecho a ser evaluado mediante un examen que recoja todos los contenidos de la materia.

Las prácticas de laboratorio están fijadas en el calendario para ser impartidas durante el período de docencia (primer cuatrimestre).

El calendario de docencia de todas las actividades se puede consultar en el espacio de la materia de la plataforma TEMA. ES imprescindible que el alumno acceda a la plataforma docente de la materia previamente al inicio de la docencia de la misma.

En segunda convocatoria (convocatoria extraordinaria), las actividades sujetas a calendario (prácticas de laboratorio) no computarán en la nota final.

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

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

### Fuentes de información

### **Bibliografía Básica**

- WILLS, B.A., **Mineral Processing Technology.**, 8, Kidlington, Oxford : Butterworth-Heinemann, cop. 2, 2016
- Blazy, Pierre, **El beneficio de los minerales : (manual de mineralurgia)**, Madrid : Rocas y Minerales, D.L. 1977, 1977
- LUIS FUEYO, **EQUIPOS DE TRITURACION, MOLIENDA Y CLASIFICACION: TECNOLOGIA, DISEÑO Y APLICACION**, 2, ROCAS Y MINERALES, 1999
- Kelly, Errol G. y Spottiswood, David J., **Introduction to mineral processing**, [New York] : [s.n.], cop. 1989 ISBN 0-471-03379-0, 1989
- Mular, Andrew L. y Bhappu, Roshan B (ed. lit.), **Diseño de plantas de proceso de minerales**, 2, Madrid : Rocas y Minerales, D.L. 1982, 1982
- Mular, Andrew L., Halbe, Doug N. y Barratt, Derek J. (ed. lit.), **Mineral processing plant design, practice, and control proceedings**, Littleton (Colorado) : Society for Mining, Metallurgy, 2002
- A. Gupta and D.S. Yan, **Mineral processing design and operation** [1], Amsterdam ; Boston : Elsevier, 2006, 2006

### **Bibliografía Complementaria**

### **Recomendaciones**

#### **Asignaturas que continúan el temario**

Ingeniería de Minerales y Materiales/V09M148V01201

| <b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |       |              |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| <b>Explotación Sostenible de Recursos Mineros</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |       |              |
| Asignatura                                        | Explotación Sostenible de Recursos Mineros                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |       |              |
| Código                                            | V09M148V01102                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |       |              |
| Titulación                                        | Máster Universitario en Ingeniería de Minas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |       |              |
| Descriptores                                      | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                                                   | 7.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | OP         | 1     | 1c           |
| Lengua                                            | Castellano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |       |              |
| Impartición                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |       |              |
| Departamento                                      | Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |       |              |
| Coordinador/a                                     | Araújo Fernández, María                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |       |              |
| Profesorado                                       | Araújo Fernández, María<br>Rivas Brea, Teresa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |       |              |
| Correo-e                                          | maraujo@uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |       |              |
| Web                                               | http:// http://faitic.uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |       |              |
| Descripción general                               | <p>En esta materia se pretende que el alumno conozca la terminología y la base tecnológica empleada en el ámbito de la industria minera y de la explotación de los recursos mineros, así como su sostenibilidad. Conozca de forma detallada los diferentes métodos de explotación empleados en minería subterránea y de cielo abierto, los sistemas de explotación y las diferentes condiciones de uso de cada uno de ellos. Conozca en detalle el ciclo minero básico, así como la tecnología disponible y los equipos empleados en las distintas operaciones del ciclo. Calcule y dimensione correctamente determinados servicios mineros imprescindibles para la seguridad y el correcto funcionamiento de las explotaciones. Conozca los procedimientos de concentración mineral y adquiera la capacidad de calcular balances de materia en circuitos de fragmentación, molienda y concentración mineral.</p> <p>Estas nociones de carácter tanto teórico como práctico, deben permitir al alumno resolver problemas reales y dominar la terminología y la tecnología de carácter tan específico en esta disciplina.</p> |            |       |              |

| <b>Competencias</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| A2                  | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.                                                                                                                                    |
| A4                  | Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.                                                                                                                                                                           |
| C2                  | Competencia Específica CE2. Conocimiento adecuado de la tecnología de explotación de recursos minerales.                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| C12                 | Competencia Específica CE12. Capacidad para planificar, proyectar, inspeccionar y dirigir explotaciones de yacimientos y otros recursos geológicos.                                                                                                                                                                                                                         |
| C14                 | Competencia Específica CE14. Capacidad para planificar, diseñar y gestionar instalaciones de beneficio de recursos minerales y plantas metalúrgicas, siderúrgicas e industrias de materiales de construcción.                                                                                                                                                               |
| D6                  | Competencia Transversal CT6. Concebir la Ingeniería de Minas en un marco de desarrollo sostenible.                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| D8                  | Competencia Transversal CT8. Entender la trascendencia de los aspectos relacionados con la seguridad y saber transmitir esta sensibilidad a las personas de su entorno.                                                                                                                                                                                                     |
| D12                 | Competencia Transversal CT12. Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de aspectos teóricos y prácticos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados. |

| <b>Resultados de aprendizaje</b>                                                                                      |                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Resultados previstos en la materia                                                                                    | Resultados de Formación y Aprendizaje |
| Dominar la terminología del ámbito de la industria y la tecnología de explotación de minas.                           | A4<br>C2<br>C12<br>D12                |
| Realizar una primera aproximación al diseño del hueco minero de una explotación a cielo abierto para casos sencillos. | C2<br>C12<br>D12                      |

|                                                                                                                                          |                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Elaborar e interpretar planes y planos de labores.                                                                                       | A2<br>C12<br>D6<br>D8<br>D12                    |
| Seleccionar el equipamiento minero para las operaciones de arranque, carga y transporte en un ciclo de producción convencional.          | A2<br>C2<br>C12<br>C14<br>D6<br>D8              |
| Identificar en los huecos mineros los elementos clave geológicos y geométricos que definen el método de explotación.                     | A2<br>C2<br>C12<br>D6<br>D8<br>D12              |
| Identificar los elementos clave y las prioridades en la integración de la minería en el desarrollo sostenible de los recursos minerales. | A2<br>A4<br>C2<br>C12<br>C14<br>D6<br>D8<br>D12 |
| Adquirir el conocimiento básico para el diseño de plantas de tratamiento mineralúrgicas.                                                 | C14<br>D6<br>D8<br>D12                          |
| Conocer los aspectos clave que determinan la elección de la maquinaria en las fases de fragmentación y clasificación.                    | A2<br>C14<br>D6<br>D8<br>D12                    |
| Conocer los procesos de liberación y concentración de los minerales con mayor interés minero.                                            | C14<br>D6<br>D8<br>D12                          |
| Conocer las propiedades de los minerales que influyen en la eficacia de los diferentes tratamientos mineralúrgicos.                      | A2<br>C2<br>C14<br>D6<br>D8<br>D12              |
| Calcular balances de masas en plantas de tratamiento de fragmentación y clasificación.                                                   | C14<br>D12                                      |

## Contenidos

| Tema                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LA EXPLOTACIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS MINEROS. LA INDUSTRIA MINERA | Definiciones y terminología en minería. El concepto actual de minería. Clasificación de las sustancias minerales. Características diferenciales de las industrias mineras. Panorama actual de los recursos minerales en el mundo y en España.                                        |
| MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN Y SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN                       | Métodos y sistemas de explotación. El ciclo minero principal y auxiliar.                                                                                                                                                                                                             |
| NATURALEZA Y ÁMBITO DE LA MINERÍA A CIELO ABIERTO                      | Ciclo minero principal y auxiliar en minería a cielo abierto. Maquinaria de arranque, carga, transporte y servicios en minería. Terminología usada en la minería a cielo abierto. Ratio Geométrico y Económico. Introducción a la planificación minera. Dimensionamiento de equipos. |
| CANTERAS PARA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y OBRA PÚBLICA                | Técnicas de arranque de rocas ornamentales. Características generales de las canteras de materiales de construcción y obra pública. Ciclo básico de producción.                                                                                                                      |
| CORTAS                                                                 | Descripción del método de explotación por corta. Campo de aplicación y diseño básico de una corta. Equipos empleados.                                                                                                                                                                |
| MINERÍA POR TRANSFERENCIA                                              | Descripción del método de explotación por transferencia. Método de explotación por descubierta. Campo de aplicación, sistemas de explotación.                                                                                                                                        |

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MINERÍA QUÍMICA                                     | Minería por lixiviación: ciclo básico de producción. Sistemas de lixiviación. Comparación de los sistemas de lixiviación. Otros métodos de minería química.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| NATURALEZA Y ÁMBITO DE LA MINERÍA SUBTERRÁNEA       | Labores de infraestructura, preparación y arranque. Terminología empleada en minería subterránea: labores y operaciones. Implantación minera.<br>Clasificación de los métodos de explotación por minería subterránea. Ciclo minero de producción y auxiliar en minería subterránea. Equipos.<br>Distribución de tensiones alrededor de excavaciones. Campo de influencia de una excavación. Respuesta del macizo rocoso durante la actividad de los frentes de producción. Formas de controlar los huecos mineros. |
| MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN CON SOSTENIMIENTO NATURAL    | Aspectos generales sobre los métodos con sostenimiento natural. Cámaras y pilares. Teoría del área atribuida. Cámaras y pilares en minería metálica. Cámaras y pilares en carbón. Cámaras vacías con arranque desde subniveles. Campo de aplicación, geometría del método, arranque con barrenos en paralelo y en abanico, ventajas y limitaciones. Cámaras vacías con grandes barrenos. Cámaras vacías con voladura con cargas esféricas (VCR).                                                                   |
| MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN CON SOSTENIMIENTO ARTIFICIAL | Mecanismos de comportamiento del relleno. Análisis de las tensiones alrededor de una cámara con corte y relleno. Campo de aplicación de los métodos con corte y relleno. Método de explotación por corte y relleno ascendente. Método de explotación por corte y relleno descendente. Tipos de relleno y propiedades. Parámetros preliminares de la operación de relleno.                                                                                                                                          |
| MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN POR HUNDIMIENTO              | Método de explotación por tajo largo. Mecanismos básicos de hundimiento y distribución de las tensiones alrededor del frente. Ciclo de producción: mecanización integral. Método de explotación por subniveles hundidos. Aspectos geomecánicos del método de explotación. Ciclo de producción. Método de explotación por bloques hundidos.                                                                                                                                                                         |
| VENTILACIÓN                                         | Atmósfera en las excavaciones subterráneas. Gases y polvo: emisiones y dilución. Normativa. Estimación del caudal. Resistencia aerodinámica de un conducto. Cálculo de la resistencia equivalente. Cálculo de redes de ventilación. Curva característica de una mina. Ventiladores principales: centrífugos y helicoidales. Curvas características de los ventiladores y ajuste. Ventilación secundaria: soplante, aspirante y mixta.                                                                              |
| CONCENTRACIÓN DE MINERALES                          | Los procesos de tratamiento mineralúrgico: fragmentación, molienda, clasificación y concentración. Equipos de fragmentación, molienda y clasificación. Procedimientos de concentración gravimétrica en agua y en medio denso, concentración magnética y electrostática y flotación. Cálculo de balance de masas en circuitos de fragmentación y concentración.                                                                                                                                                     |

### Planificación

|                                 | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|---------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Lección magistral               | 27             | 35.5                 | 62.5          |
| Resolución de problemas         | 20             | 35                   | 55            |
| Prácticas de laboratorio        | 4.5            | 3                    | 7.5           |
| Salidas de estudio              | 4              | 0                    | 4             |
| Aprendizaje basado en proyectos | 4              | 20                   | 24            |
| Estudio previo                  | 1.5            | 30                   | 31.5          |
| Resolución de problemas         | 3              | 0                    | 3             |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

|                          | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral        | Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio o proyecto a desarrollar por el estudiante.                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Resolución de problemas  | Actividad en la que se formulan problema y/o ejercicios relacionados con la materia. El alumno debe desarrollar las soluciones idóneas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. La resolución de algunos problemas se apoyará en el empleo de las TIC. Se suele emplear como complemento de la lección magistral. |
| Prácticas de laboratorio | Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio. Se desarrollan en espacios especiales con equipamiento especializado (laboratorios, aulas informáticas, etc.).                                                                                                                                                                                          |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Salidas de estudio              | Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio. Se desarrollan en espacios no académicos exteriores.                                                                                              |
| Aprendizaje basado en proyectos | Realización de actividades que permiten la cooperación de varias materias y enfrentan a los alumnos, trabajando en equipo, a problemas abiertos. Permiten entrenar, entre otras, las capacidades de aprendizaje en cooperación, de liderazgo, de organización, de comunicación y de fortalecimiento de las relaciones personales. |
| Estudio previo                  | Busca, lectura y trabajo de documentación, propuestas de resolución de problemas y/o ejercicios que se realizarán... de forma autónoma por parte del alumnado.                                                                                                                                                                    |

### Atención personalizada

| Metodologías                    | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral               | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Faitic). |
| Resolución de problemas         | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Faitic). |
| Prácticas de laboratorio        | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Faitic). |
| Aprendizaje basado en proyectos | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Faitic). |
| Estudio previo                  | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Faitic). |

### Evaluación

|                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|
| Lección magistral | Examen escrito de cuestiones de respuesta corta y larga, y de resolución de problemas y/o ejercicios. La puntuación máxima del examen es de 6 puntos. A lo largo del cuatrimestre se plantearán tres exámenes parciales, coincidiendo el último con la fecha oficial establecida en la convocatoria ordinaria del primer periodo. Su peso relativo sobre el 100% de la calificación final de la materia será: Parcial 1 (12.5%), Parcial 2 (15%), Parcial 3 (32.5%). Los parciales sólo suman y ponderan en la nota final en caso de estar aprobados individualmente. A su vez, se exige un mínimo de 5 puntos sobre 10 en cada una de las dos partes diferenciadas de las que consta el parcial 3 (subterránea y mineralurgia) para poder considerarse superada esta prueba. En caso de no superarse alguno de los parciales 1 y 2, el alumno será evaluado de esa parte en el examen final con fecha oficial. Mediante esta metodología se evaluarán todos los resultados de aprendizaje objetivo de la materia. | 60           | A2 C2 D6<br>A4 C12 D8<br>C14 D12      |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |                               |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------|
| Prácticas de laboratorio        | Es necesaria la asistencia y resolución de los ejercicios de prácticas de laboratorio para alcanzar la puntuación máxima de este epígrafe (0.75 ptos). Práctica 1 (2.5%), Prácticas 2 y 3 (5%).<br>Mediante esta metodología se evaluarán los siguientes resultados de aprendizaje objetivo de la materia: Realizar una primera aproximación al diseño del hueco minero de una explotación a cielo abierto para casos sencillos. Elaborar e interpretar planes y planos de labores. Identificar en los huecos mineros los elementos clave geológicos y geométricos que definen el método de explotación. Adquirir el conocimiento básico para el diseño de plantas de tratamiento mineralúrgicas. Conocer los aspectos clave que determinan la elección de la maquinaria en las fases de fragmentación y clasificación. Conocer los procesos de liberación y concentración de los minerales con mayor interés minero. Conocer las propiedades de los minerales que influyen en la eficacia de los diferentes tratamientos mineralúrgicos. Calcular balances de masas en plantas de tratamiento de fragmentación y clasificación. | 7.5  | A4 C2 D6<br>C12 D8<br>C14 D12 |
| Aprendizaje basado en proyectos | Se evaluará el rigor y corrección de los trabajos escritos y la capacidad de síntesis en la presentación oral. La puntuación máxima de este epígrafe es de 1 punto. Se requiere una puntuación mínima de 0.5 puntos en este epígrafe.<br>Mediante esta metodología se evaluarán los siguientes resultados de aprendizaje objetivo de la materia: Dominar la terminología del ámbito de la industria y la tecnología de explotación de minas. Realizar una primera aproximación al diseño del hueco minero de una explotación a cielo abierto para casos sencillos. Elaborar e interpretar planes y planos de labores. Seleccionar el equipamiento minero para las operaciones de arranque, carga y transporte en un ciclo de producción convencional. Identificar en los huecos mineros los elementos clave geológicos y geométricos que definen el método de explotación. Identificar los elementos clave y las prioridades en la integración de la minería en el desarrollo sostenible de los recursos minerales.                                                                                                              | 10   | A2 C2 D6<br>A4 C12 D8<br>D12  |
| Estudio previo                  | Se evaluará los conocimientos teórico-prácticos adquiridos a partir de lecturas que se facilitarán en la plataforma docente o en el aula. La evaluación se hará mediante pruebas de respuesta corta en el aula, de manera periódica durante el cuatrimestre. Mediante esta metodología se evalúan los siguientes resultados de aprendizaje: adquirir el conocimiento básico para el diseño de plantas de tratamiento mineralúrgicas; Conocer los aspectos clave que determinan la elección de la maquinaria en las fases de fragmentación y clasificación; Conocer los procesos de liberación y concentración de los minerales con mayor interés minero; Conocer las propiedades de los minerales que influyen en la eficacia de los diferentes tratamientos mineralúrgicos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 12.5 | A2 C2 D12<br>C12<br>C14       |
| Resolución de problemas         | Resolución y entrega de boletines de problemas propuestos. Trabajo personal del alumno. La puntuación máxima de este epígrafe es de 1 punto. Se requiere una puntuación mínima de 0.6 puntos.<br>Mediante esta metodología se evaluarán los siguientes resultados de aprendizaje objetivo de la materia: Identificar los elementos clave y las prioridades en la integración de la minería en el desarrollo sostenible de los recursos minerales. Adquirir el conocimiento básico para el diseño de plantas de tratamiento mineralúrgicas. Conocer los aspectos clave que determinan la elección de la maquinaria en las fases de fragmentación y clasificación. Conocer los procesos de liberación y concentración de los minerales con mayor interés minero. Conocer las propiedades de los minerales que influyen en la eficacia de los diferentes tratamientos mineralúrgicos. Calcular balances de masas en plantas de tratamiento de fragmentación y clasificación.                                                                                                                                                        | 10   | A2 C14 D6<br>D8<br>D12        |

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Para superar la materia es necesario alcanzar una puntuación mínima de 5 puntos sobre 10. Para sumar la puntuación obtenida en la evaluación de la sesión magistral, la resolución de problemas, tests de autoevaluación y los trabajos-puntuables realizados es necesario alcanzar la puntuación mínima requerida en los diferentes epígrafes.

El método de evaluación empleado en la convocatoria extraordinaria de julio es el mismo que el aplicado en la primera convocatoria, a excepción de las prácticas de laboratorio que se realizan únicamente en el período de docencia de la materia. Por lo tanto, de presentarse a la convocatoria extraordinaria sin haber realizado las prácticas de laboratorio en el período de docencia, supondrá que esta metodología no compute en la nota final de esta convocatoria extraordinaria.

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

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

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

## **Ley de Minas y Reglamento General de Normas Básicas y Seguridad Minera,**

Varios, **Manual de arranque, carga y transporte en minería a cielo abierto**, Instituto Geológico Minero de España (IGME), 1991

Varios, **Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería**, Instituto Geológico Minero de España (IGME), 1996

Howard, L. Hartman. Jan M. Mutmanský, **Introductory mining engineering**, 2ª ed., John Wiley & Sons, Inc, 2002

Ministerio de Industria, RD 863/1985, **Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera**, 1985

WILLS, B.A., **Mineral Processing Technology**, 8ª ed., Butterworth- Heinemann, 2016

Blazy, Pierre, **El beneficio de los minerales : (manual de mineralurgia)**, 1ª ed., Rocas y Minerales, 1977

FUEYO, L., **Equipos de trituración, molienda y clasificación**, 2ª ed., Rocas y Minerales, 1999

Kelly, Errol G. y Spottiswood, David J., **Int. al procesamiento de minerales**, 1ª ed., Limusa, 1990

Mular, Andrew L. y Bhappu, Roshan B (ed. lit.), **Diseño de plantas de proceso de minerales**, 2ª ed., Rocas y Minerales, 1982

Mular, Andrew L., Halbe, Doug N. y Barratt, Derek J. (ed. lit.), **Mineral processing plant design, practice, and control proceedings**, Littleton (Colorado) : Society for Mining, Metallurgy, 2002

A. Gupta and D.S. Yan, **Mineral processing design and operation**, 1ª ed., Elsevier, 2006

## **Bibliografía Complementaria**

Hartman, H.L., Mutmanský, J.M., **Introductory mining engineering**, 2ª ed., John Wiley & Sons, 2002

B. Kennedy, **Surface mining**,

Plá Ortiz de Urbina, Fernando, **Fundamentos de Laboreo de Minas**, Fundación Gómez-Pardo, 1995

Varios, **Factores geomecánicos que influyen en la selección de equipos de arranque, minas y obras a cielo abierto**, Instituto Geológico Minero de España (IGME), 1987

Varios, **Minería química**, Instituto Geológico Minero de España (IGME), 1991

Herrera Herbert, J., **Introducción a los fundamentos de la tecnología minera**, Fundación Gómez-Pardo, 2006

Herrera Herbert, J., **Métodos de minería a cielo abierto**, Fundación Gómez-Pardo, 2006

Herrera Herbert, J. y Castilla Gómez, J., **La actividad minera actual y sus vectores de desarrollo**, Dpto. de Explotación de recursos minerales y obras, 2012

Herrera Herbert, J., **Explotaciones de roca ornamental**, ETI de Ingenieros de Minas de Madrid, 2007

Ley 22/1973, de 21 de julio , de Minas, **Ley de Minas**, 1973

## **Recomendaciones**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Obtención y Transformación de Materiales Metálicos**

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |       |              |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| Asignatura          | Obtención y Transformación de Materiales Metálicos                                                                                                                                                                                                                                               |            |       |              |
| Código              | V09M148V01103                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |       |              |
| Titulación          | Máster Universitario en Ingeniería de Minas                                                                                                                                                                                                                                                      |            |       |              |
| Descriptores        | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                     | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                | OP         | 1     | 1c           |
| Lengua Impartición  | Castellano                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |       |              |
| Departamento        | Ingeniería de los materiales, mecánica aplicada y construcción                                                                                                                                                                                                                                   |            |       |              |
| Coordinador/a       | Cabeza Simo, Marta María                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |       |              |
| Profesorado         | Álvarez Dacosta, Pedro<br>Cabeza Simo, Marta María                                                                                                                                                                                                                                               |            |       |              |
| Correo-e            | mcabeza@uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |       |              |
| Web                 | <a href="http://http://faiitc.uvigo.es/">http://http://faiitc.uvigo.es/</a>                                                                                                                                                                                                                      |            |       |              |
| Descripción general | Se estudian en este curso los principios de la obtención de los metales a partir de sus materias primas, de un modo sostenible. Así mismo se estudian los fundamentos de las operaciones de transformación de los metales y aleaciones para obtener las propiedades que se les exige en servicio |            |       |              |

**Competencias**

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| A2     | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.                                                                                          |
| A3     | Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.                         |
| A4     | Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.                                                                                                                                 |
| A5     | Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.                                                                                                                                                               |
| C10    | Competencia Específica CE10. Capacidad para planificar, diseñar y gestionar instalaciones de tratamientos de recursos minerales, plantas metalúrgicas, siderúrgicas e industrias de materiales de construcción, incluyendo materiales metálicos, cerámicos, sinterizados, refractarios y otros.                                   |
| C14    | Competencia Específica CE14. Capacidad para planificar, diseñar y gestionar instalaciones de beneficio de recursos minerales y plantas metalúrgicas, siderúrgicas e industrias de materiales de construcción.                                                                                                                     |
| C17    | Competencia Específica CE17. Capacidad para planificar, diseñar y gestionar plantas e instalaciones de materiales metálicos, cerámicos, sinterizados, refractarios y otros.                                                                                                                                                       |
| D2     | Competencia Transversal CT2. Ser capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.   |
| D5     | Competencia Transversal CT5. Ser capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.                                                                                                                                                                   |
| D6     | Competencia Transversal CT6. Concebir la Ingeniería de Minas en un marco de desarrollo sostenible.                                                                                                                                                                                                                                |
| D9     | Competencia Transversal CT9. Favorecer el trabajo cooperativo, las capacidades de comunicación, organización, planificación y aceptación de responsabilidades en un ambiente de trabajo multilingüe y multidisciplinar, que favorezca la educación para la igualdad, para la paz y para el respeto de los derechos fundamentales. |

**Resultados de aprendizaje**

|                                                                                                                         |                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Resultados previstos en la materia                                                                                      | Resultados de Formación y Aprendizaje          |
| Conocer los principales sistemas de afino que permiten obtener el material metálico con la calidad que exige el cliente | A3<br>A4<br>C10<br>C14<br>D2<br>D5<br>D6<br>D9 |

|                                                                                                                                                                                           |                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Analizar las posibilidades de obtener piezas metálicas en una sola operación                                                                                                              | A2<br>A3<br>A4<br>A5<br>C10<br>C17<br>D2<br>D5<br>D6<br>D9 |
| Seleccionar el tratamiento térmico más adecuado para obtener las propiedades finales deseadas en aceros al carbono, fundiciones y aleaciones no férreas                                   | A2<br>A3<br>A4<br>C10<br>C14<br>D2<br>D5<br>D6<br>D9       |
| Conocer los fundamentos de conformado en frío, sus efectos y limitaciones. Valorar las condiciones de recristalización para la generación del material metálico tras deformación en frío. | A3<br>A5<br>C10<br>C17<br>D2<br>D5<br>D6<br>D9             |
| Conocer los fundamentos del conformado en caliente y sus efectos sobre la forma/propiedades del producto metálico obtenido.                                                               | A2<br>A3<br>C10<br>C14<br>C17<br>D2<br>D5<br>D6<br>D9      |

## Contenidos

|                            |                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema                       |                                                                                                                                                                                                                                     |
| Generalidades.             | Menas y chatarra. Metales                                                                                                                                                                                                           |
| Operaciones Concentración. | Químicas. Diagramas de Kelloggs. Aglomeración.                                                                                                                                                                                      |
| Pirometalurgia.            | Diagramas de Ellingham. Fusión reductora. Fusión oxidante. Escorias. Electrólisis ignea.                                                                                                                                            |
| Hidrometalurgia.           | Diagramas de Pourbaix. Reacciones de lixiviación y reactivos. Concentración y purificación de licores. Recuperación del metal/compuesto.                                                                                            |
| Afino.                     | Térmico: oxidación, desulfuración, defosforación. Electrolítico. Fusión de chatarras.                                                                                                                                               |
| Colada.                    | Semicontinua. Continua. Fundición. Defectos                                                                                                                                                                                         |
| Tratamientos Térmicos      | Homogeneización. Tratamientos térmicos de aceros al carbono y fundiciones: recocidos, normalizado, temple (ensayo Jominy), revenido, maleabilización. Tratamientos térmicos de aleaciones no férreas: hipertemple y envejecimiento. |
| Conformado.                | Fundamentos y operaciones del conformado en frío. Recristalización. Fundamentos y operaciones del conformado en caliente.                                                                                                           |

## Planificación

|                                           | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|-------------------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Actividades introductorias                | 1              | 0                    | 1             |
| Lección magistral                         | 16             | 16                   | 32            |
| Talleres                                  | 5              | 7                    | 12            |
| Seminario                                 | 8              | 16                   | 24            |
| Prácticas de laboratorio                  | 6              | 0                    | 6             |
| Prácticas en aulas de informática         | 3              | 0                    | 3             |
| Resolución de problemas                   | 6              | 11                   | 17            |
| Presentación                              | 1              | 0                    | 1             |
| Resolución de problemas de forma autónoma | 0              | 10                   | 10            |

|                            |   |    |    |
|----------------------------|---|----|----|
| Pruebas de respuesta corta | 0 | 10 | 10 |
| Pruebas de respuesta corta | 1 | 9  | 10 |
| Informe de prácticas       | 2 | 4  | 6  |
| Observación sistemática    | 0 | 1  | 1  |
| Resolución de problemas    | 2 | 10 | 12 |
| Práctica de laboratorio    | 1 | 4  | 5  |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

| Metodologías                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Actividades introductorias                | Introducción del curso, temario, fuente bibliográfica, prueba de conocimientos previos. Se explicarán las distintas actividades a realizar durante el curso. Sistema de evaluación.                                                                                                                |
| Lección magistral                         | Exposición por parte del profesor de los contenidos más complejos de la materia, así como las bases teóricas y directrices de estudio de los temas. Serán clases participativas para incidir en los aspectos de más dificultad.                                                                    |
| Talleres                                  | Se prepararan algunas actividades para realizar en grupos de tres alumnos, en el laboratorio o en el aula. Se realizarán aplicando la metodología de aprendizaje colaborativo. A lo largo de las sesiones realizarán pruebas prácticas que deben entregar para su evaluación (parte de evaluación) |
| Seminario                                 | Se tratarán en pequeños grupos de tres personas máximo temas concretos que los alumnos realizarán entregables en clase que se califican. La nota es para el grupo                                                                                                                                  |
| Prácticas de laboratorio                  | Prácticas realizadas en el laboratorio en grupos, con un guión con los que se intentará abarcar la totalidad de la asignatura.                                                                                                                                                                     |
| Prácticas en aulas de informática         | Uso de algunos módulos de un programa de ordenador empleado por distintas empresas, con objeto de estudiar desde el punto de vista termodinámico los procesos metalúrgicos.                                                                                                                        |
| Resolución de problemas                   | Se realizarán una serie de problemas de forma individual en clase con apoyo del profesor para las partes más complejas.                                                                                                                                                                            |
| Presentación                              | Se realizarán presentaciones de los ejercicios, entregables y trabajos en talleres, será a sorteo, un alumno por grupo y la nota será para todo el grupo                                                                                                                                           |
| Resolución de problemas de forma autónoma | Una serie de ejercicios y problemas que el alumno resolverá por su cuenta                                                                                                                                                                                                                          |

| Atención personalizada                    |                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodologías                              | Descripción                                                                                                                                                                                          |
| Lección magistral                         | Se resolverá en tutorías y vía correo electrónico cualquier duda que surja del temario de clase expositiva.                                                                                          |
| Resolución de problemas                   | Durante los seminarios, en tutorías y vía correo electrónico se darán indicaciones y se proporcionará ayuda puntual para ayudar a resolver los problemas. No se resuelven en tutorías.               |
| Talleres                                  | Se resolverá en tutorías y vía correo electrónico cualquier duda que surja en el periodo de preparación del taller y las que surjan posteriormente.                                                  |
| Seminario                                 | Se resolverá en tutorías y vía correo electrónico cualquier duda que surja en el periodo de preparación del seminario y las que surjan posteriormente.                                               |
| Resolución de problemas de forma autónoma | Durante los seminarios, en tutorías y vía correo electrónico se darán indicaciones y se proporcionará ayuda puntual para ayudar a resolver los problemas. No se resuelven completamente en tutorías. |
| Presentación                              | Se darán indicaciones en tutorías de cómo realizar de mejor modo la presentación.                                                                                                                    |

| Evaluación   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                                       |     |    |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|-----|----|
|              | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |     |    |
| Presentación | Los evaluarán los compañeros y el profesor a modo de rúbrica, teniendo en cuenta el apoyo visual (vídeo, transparencias) y la competencia comunicativa. Resultados de aprendizaje: Ser capaz de sintetizar todos los conocimientos alcanzados en las distintas partes del curso. Lo nota es grupal | 5            | A5                                    | C17 | D9 |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |                |                   |          |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------|-------------------|----------|
| Pruebas de respuesta corta | Se realizarán 3 cuestionarios de preguntas cortas a lo largo del curso para evaluar el seguimiento del curso.<br>Resultados de aprendizaje:<br>Comprender las operaciones básicas de obtención de metales y compuestos metálicos. Evaluar desde el punto de vista termodinámico.<br>Conocer los principales sistemas de afino que permiten obtener el material metálico con la calidad que exige el cliente<br>Analizar las posibilidades de obtener piezas metálicas en una sola operación<br>Seleccionar el tratamiento térmico más adecuado para obtener las propiedades finales deseadas en aceros al carbono, fundiciones y aleaciones no férreas.<br>Conocer los fundamentos de conformado en frío, sus efectos y limitaciones.<br>Valorar las condiciones de recristalización para la generación del material metálico tras deformación en frío.<br>Conocer los fundamentos del conformado en caliente y sus efectos sobre la forma/propiedades del producto metálico obtenido                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 15 | A2<br>A5       | C10<br>C14<br>C17 | D5<br>D6 |
| Pruebas de respuesta corta | En fecha de examen se realizará una prueba de preguntas cortas, que integrará los conocimientos adquiridos a lo largo del curso. Resultados de aprendizaje:<br>Comprender las operaciones básicas de obtención de metales y compuestos metálicos. Evaluar desde el punto de vista termodinámico.<br>Conocer los principales sistemas de afino que permiten obtener el material metálico con la calidad que exige el cliente<br>Analizar las posibilidades de obtener piezas metálicas en una sola operación<br>Seleccionar el tratamiento térmico más adecuado para obtener las propiedades finales deseadas en aceros al carbono, fundiciones y aleaciones no férreas.<br>Conocer los fundamentos de conformado en frío, sus efectos y limitaciones.<br>Valorar las condiciones de recristalización para la generación del material metálico tras deformación en frío.<br>Conocer los fundamentos del conformado en caliente y sus efectos sobre la forma/propiedades del producto metálico obtenido                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 25 | A2<br>A3<br>A4 | C10<br>C14<br>C17 | D5       |
| Informe de prácticas       | Cada práctica generará un informe que hay que entregar, bien en grupo o individual. Hay que entregar el 100% para puntuar en este apartado.<br>Resultados de aprendizaje:<br>Comprender las operaciones básicas de obtención de metales y compuestos metálicos. Evaluar desde el punto de vista termodinámico.<br>Seleccionar el tratamiento térmico más adecuado para obtener las propiedades finales deseadas en aceros al carbono, fundiciones y aleaciones no férreas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5  | A2<br>A3       | C10<br>C14<br>C17 | D9       |
| Observación sistemática    | A lo largo del curso se solicitarán ejercicios a realizar en casa, además de informes diversos y informes de laboratorio. Es necesario la entrega del 90% de los mismos en tiempo para lograr puntuar en este apartado. En este apartado se evalúa la participación activa del alumno en el curso. También se puede conseguir si todos los miembros de los grupos de talleres obtienen entre el examen de teoría y problemas un 7.<br>Resultados de aprendizaje: Comprender las operaciones básicas de obtención de metales y compuestos metálicos. Evaluar desde el punto de vista termodinámico. Conocer los principales sistemas de afino que permiten obtener el material metálico con la calidad que exige el cliente Analizar las posibilidades de obtener piezas metálicas en una sola operación Seleccionar el tratamiento térmico más adecuado para obtener las propiedades finales deseadas en aceros al carbono, fundiciones y aleaciones no férreas. Conocer los fundamentos de conformado en frío, sus efectos y limitaciones. Valorar las condiciones de recristalización para la generación del material metálico tras deformación en frío. Conocer los fundamentos del conformado en caliente y sus efectos sobre la forma/propiedades del producto metálico obtenido. | 5  | A2<br>A3       | C10<br>C14<br>C17 | D2<br>D9 |
| Resolución de problemas    | En fecha de examen el alumno a modo individual resolverá unos problemas y/o ejercicios.<br>Resultados de aprendizaje:<br>Comprender las operaciones básicas de obtención de metales y compuestos metálicos. Evaluar desde el punto de vista termodinámico.<br>Conocer los fundamentos de conformado en frío, sus efectos y limitaciones.<br>Valorar las condiciones de recristalización para la generación del material metálico tras deformación en frío.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 25 | A2<br>A3       | C10<br>C14<br>C17 | D2       |

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |    |                   |          |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|-------------------|----------|
| Práctica de laboratorio | De los trabajos en los talleres se originarán entregables que se evaluarán con la misma nota a todos los miembros del grupo. La nota estará corregida con una rúbrica para evaluar entre los miembros del grupo y el profesor el trabajo en grupo.<br>Resultados de aprendizaje:<br>Comprender las operaciones básicas de obtención de metales y compuestos metálicos. Evaluar desde el punto de vista termodinámico.<br>Conocer los principales sistemas de afino que permiten obtener el material metálico con la calidad que exige el cliente<br>Analizar las posibilidades de obtener piezas metálicas en una sola operación<br>Seleccionar el tratamiento térmico más adecuado para obtener las propiedades finales deseadas en aceros al carbono, fundiciones y aleaciones no férreas.<br>Conocer los fundamentos de conformado en frío, sus efectos y limitaciones.<br>Valorar las condiciones de recristalización para la generación del material metálico tras deformación en frío. | 20 | A2 | C10<br>C14<br>C17 | D2<br>D9 |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|-------------------|----------|

### Otros comentarios sobre la Evaluación

La evaluación continua solo será efectiva si se ha entregado el 80% de las actividades que se soliciten.

En la convocatoria ordinaria, como se indica en las pruebas, se hará una prueba de preguntas cortas y otra de ejercicios y problemas en las que se puede incluir cuestiones de todo lo visto en las sesiones magistrales, seminarios, talleres, practicas en laboratorios (informáticos, experimental), posibles visitas. Cada una de ellas vale según la evaluación continua 25% la primera y 25% la segunda. A esta evaluación pueden presentarse los alumnos que siguen evaluación continua y los que no la siguen. En el caso de no seguir la evaluación continua o que la nota alcanzada sea baja, se tendrá en cuenta solo la nota de estas dos pruebas valiendo cada una de ellas el 50% de la nota final, de tal modo que se pueda alcanzar la máxima nota sin seguir la evaluación continua. Las pruebas serán iguales para todos los alumnos.

En la convocatoria extraordinaria de julio, no se guarda la evaluación continua, y el examen consta de dos partes una de teoría y otra de problemas y ejercicios en las que entrará todo lo incluido en el temario mas la documentación suministrada para las prácticas (laboratorios) y visitas.

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

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

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

Ballester, **Metalurgia Extractiva vol 1,**

Pero Sanz, **Ciencia e ingeniería de materiales,**

Pero Sanz, **Aceros,**

#### Bibliografía Complementaria

Rosenqvist, **Principles of extractive metallurgy,**

Ashby, **Materiales para Ingeniería 2,**

Liverpool University, <http://www.matter.org.uk/>,

Vignes, A., **Extractive Metallurgy 2,**

### Recomendaciones

#### Asignaturas que continúan el temario

Ingeniería de Minerales y Materiales/V09M148V01201

#### Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Concentración de Minerales/V09M148V01101

| <b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>  |                                                                                                                                                          |            |       |              |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| <b>Explosivos y Voladuras</b> |                                                                                                                                                          |            |       |              |
| Asignatura                    | Explosivos y Voladuras                                                                                                                                   |            |       |              |
| Código                        | V09M148V01104                                                                                                                                            |            |       |              |
| Titulación                    | Máster Universitario en Ingeniería de Minas                                                                                                              |            |       |              |
| Descriptores                  | Creditos ECTS                                                                                                                                            | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                               | 6                                                                                                                                                        | OP         | 1     | 1c           |
| Lengua Impartición            | Castellano                                                                                                                                               |            |       |              |
| Departamento                  | Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente                                                                                                    |            |       |              |
| Coordinador/a                 | García Bastante, Fernando María                                                                                                                          |            |       |              |
| Profesorado                   | García Bastante, Fernando María                                                                                                                          |            |       |              |
| Correo-e                      | bastante@uvigo.es                                                                                                                                        |            |       |              |
| Web                           | <a href="http://webs.uvigo.es/bastante/index.php/bibliografia/1-explosivos">http://webs.uvigo.es/bastante/index.php/bibliografia/1-explosivos</a>        |            |       |              |
| Descripción general           | En esta materia se ilustra sobre los explosivos utilizados en minería y obra civil así como en las técnicas de voladura más habituales en dichos ámbitos |            |       |              |

### Competencias

| Código |                                                                                                                                                                         |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A5     | Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.     |
| C9     | Competencia Específica CE9. Capacidad para proyectar, gestionar y dirigir la fabricación, transporte, almacenamiento, manipulación y uso de explosivos y pirotecnia.    |
| D5     | Competencia Transversal CT5. Ser capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.         |
| D8     | Competencia Transversal CT8. Entender la trascendencia de los aspectos relacionados con la seguridad y saber transmitir esta sensibilidad a las personas de su entorno. |

### Resultados de aprendizaje

| Resultados previstos en la materia                                                                                                                                        | Resultados de Formación y Aprendizaje |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Debe ser capaz de:                                                                                                                                                        | A5                                    |
| Explicar la naturaleza de los explosivos y de los principios básicos que rigen el fenómeno de la detonación.                                                              | C9<br>D5                              |
| Debe ser capaz de:                                                                                                                                                        | C9                                    |
| Explicar el significado de las características de los explosivos, y cómo se determinan, tanto desde el punto de vista teórico como práctico                               | D8                                    |
| Debe ser capaz de:                                                                                                                                                        | A5                                    |
| Identificar las diferentes familias de explosivos, su composición, características y usos y de los diferentes sistemas de iniciación.                                     | C9                                    |
| Debe ser capaz de:                                                                                                                                                        | C9                                    |
| Explicar los diferentes mecanismos de fragmentación de la roca por acción del explosivo                                                                                   |                                       |
| Debe ser capaz de:                                                                                                                                                        | A5                                    |
| Diseñar voladuras a cielo abierto: las técnicas de cálculo, los esquemas de perforación, las secuencias de encendido, los criterios de diseño y el cálculo de los costes. | C9<br>D5                              |
| Diseñar voladuras en túnel, el cálculo de las diferentes secciones, los esquemas de perforación y la secuencia de encendido.                                              |                                       |
| Debe ser capaz de:                                                                                                                                                        | C9                                    |
| Estimar, valorar y controlar los resultados de la voladura, y de las afecciones que pudieran ocasionar la misma.                                                          | D5<br>D8                              |
| Debe ser capaz de:                                                                                                                                                        | C9                                    |
| Identificar las fuentes de la reglamentación existente en materia de explosivos referente a la seguridad en su uso, manejo y transporte.                                  | D8                                    |
| Exponer los aspectos más relevantes de las mismas.                                                                                                                        |                                       |

### Contenidos

| Tema                 |                                                                                   |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Minería y explosivos | El interés de los explosivos en minería<br>Los costes y el grado de fragmentación |

|                                                   |                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Explosivos y Sistemas de Iniciación               | Conceptos básicos<br>Ensayos de Caracterización<br>Explosivos<br>Sistemas de Iniciación                                                                                    |
| Diseño de Voladuras                               | Mecanismos de Fragmentación<br>Diseño de Voladuras a Cielo Abierto<br>Diseño de Voladuras en Túnel<br>Técnicas de Contorno<br>Otras Voladuras<br>Resultados de la Voladura |
| Normativa Referente a los Explosivos Industriales | Introducción<br>R. G. N. B. de Seguridad Minera: Capítulo X. Explosivos                                                                                                    |

### Planificación

|                                   | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|-----------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Resolución de problemas           | 10             | 22                   | 32            |
| Presentación                      | 1              | 8                    | 9             |
| Tutoría en grupo                  | 2              | 0                    | 2             |
| Seminario                         | 2              | 4                    | 6             |
| Salidas de estudio                | 4              | 0                    | 4             |
| Prácticas en aulas de informática | 5              | 10                   | 15            |
| Lección magistral                 | 24             | 36                   | 60            |
| Examen de preguntas de desarrollo | 2              | 20                   | 22            |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

|                                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resolución de problemas           | El profesor resolverá y planteará la resolución de ejercicios o problemas sencillos apoyándose en el conocimiento impartido. El alumnado trabajará tanto de forma autónoma como en grupo en su resolución.                                                                                                                                                                                                   |
| Presentación                      | El alumnado presentará al profesor una propuesta inicial sobre la realización de un trabajo de cualquier aspecto relacionado con la asignatura.<br>El alumnado expondrá oralmente el trabajo que finalmente se le asigne.                                                                                                                                                                                    |
| Tutoría en grupo                  | El alumnado expondrá las dudas y dificultades tanto de las sesiones magistrales como en la resolución de ejercicios o en las prácticas TIC.                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Seminario                         | El profesor guiará en la implementación al ordenador de cualquier aspecto relativo al cálculo y diseño de voladuras estudiado en la materia y que el alumno quiera profundizar.<br>Profesionales del campo de los explosivos y voladuras impartirán seminarios sobre aspectos específicos de la asignatura, haciendo hincapié en materia de seguridad. El contenido de los mismos será objeto de evaluación. |
| Salidas de estudio                | Se enseñará in situ todo el proceso de carga y disparo de una voladura. El profesor y la empresa marcarán las directrices de seguridad, ya desde antes de realizar la salida, que el alumnado deberá seguir a rajatabla. Se recalcará la importancia de seguir las consignas de seguridad en todo momento.                                                                                                   |
| Prácticas en aulas de informática | Se enseñará cómo implementar ejercicios relativos a voladuras en un libro de cálculo. Se motivará para que el alumno profundice en aquellos aspectos que no se hayan visto en las prácticas.                                                                                                                                                                                                                 |
| Lección magistral                 | Se expondrán y explicarán los fundamentos de los conceptos y técnicas que aborda la asignatura en las clases teóricas. El alumnado profundizará en los mismos con la ayuda de la bibliografía recomendada por el profesor.                                                                                                                                                                                   |

### Atención personalizada

| Metodologías     | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tutoría en grupo | El alumnado expondrá las dudas relacionadas con los contenidos teórico prácticos de la asignatura, especialmente las relacionadas con la resolución de los ejercicios y trabajos planteados así como las surgidas en el planteamiento de soluciones a nuevos problemas. |

### Evaluación

| Descripción | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |
|-------------|--------------|---------------------------------------|
|-------------|--------------|---------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |    |    |          |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----------|
| Presentación                      | Se valorará la calidad en la exposición y presentación de los trabajos así como su contenido. Resultados de aprendizaje: Dado que el trabajo puede cubrir cualquier temática afín a la materia se incluyen todos los resultados esperados expuestos en el epígrafe correspondiente.                                                                                                                                                                                                    | 10 | A5 | C9 | D5<br>D8 |
| Prácticas en aulas de informática | Podrá entregar un informe recopilatorio de los ejercicios de clase, en formato digital, debidamente presentado y maquettato. Resultados de aprendizaje: Diseño de voladuras a cielo abierto y en túnel: las técnicas de cálculo, los esquemas de perforación, las secuencias de encendido y el cálculo de los costes. Estimación, valoración y control de los resultados de la voladura, y de las afecciones que pudieran ocasionar la misma: fragmentación, proyección y vibraciones. | 10 | A5 | C9 | D5       |
| Examen de preguntas de desarrollo | Se valorará la completitud, exactitud, redacción y presentación de las preguntas planteadas tanto teóricas como prácticas. Resultados de aprendizaje: La prueba incluye materia sobre todos los resultados esperables de la asignatura, que de forma sintética son: Familias de explosivos y sistemas de iniciación. Mecanismos de fragmentación. Diseño de voladuras y control de resultados. Reglamentación.                                                                         | 80 | A5 | C9 | D5<br>D8 |

### Otros comentarios sobre la Evaluación

La calificación de la asignatura se realizará bien por evaluación continua -lo que requiere la asistencia continua a las clases- bien mediante examen final.

En caso de optar a la evaluación continua:

- El alumnado podrá entregar un informe de los ejercicios en formato digital, debidamente presentado y maquettato.
- El alumnado podrá exponer un tema de su elección sobre cualquier aspecto relacionado con la asignatura y que implique una ampliación de conocimientos de la misma.
- La calificación del examen del término del cuatrimestre ponderará un mínimo del 80% sobre la nota total y, en general, su ponderación será igual a 100 menos el valor de la suma de las calificaciones obtenidas en el resto de actividades que comprenden la evaluación continua.
- Para aprobar la asignatura es requisito necesario tener una puntuación mínima del 40% en la parte teórica y otro tanto en la parte práctica de la prueba realizada al término del cuatrimestre.

En caso de no optar a la evaluación continua el examen ponderará el 100% de la nota con los mismos requisitos que en la evaluación continua.

El sistema de calificación de la convocatoria extraordinaria es igual al de la convocatoria ordinaria.

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

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

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

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

MINISTERIO INDUSTRIA Y ENERGÍA, **Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. Capítulo X. (RD 863/1985)**, BOE 12 junio 1985 (modificado por ORDEN 29-4-1987, 1985)

#### Bibliografía Complementaria

Muhammed Suceska, **Test Methods for Explosives**, Springer Science & Business Media, 2012

Hustrulid, W., **Blasting principles for open pit mining. Vol 1. General Design Concepts**, A.A. BALKEMA, 1999

Persson, P., Holmberg, R. y Lee J., **Rock blasting and explosives engineering**, CRC Press, 1993

International Society of Explosives Engineers, **Blasters' Handbook**, 18th Edition, ISEE, 2014

### Recomendaciones

#### Asignaturas que continúan el temario

Ingeniería de Explosivos/V09M148V01203

| <b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>                    |                                                                                                                                                                |            |       |              |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| <b>Diseño y Ejecución de Obras Subterráneas</b> |                                                                                                                                                                |            |       |              |
| Asignatura                                      | Diseño y Ejecución de Obras Subterráneas                                                                                                                       |            |       |              |
| Código                                          | V09M148V01105                                                                                                                                                  |            |       |              |
| Titulación                                      | Máster Universitario en Ingeniería de Minas                                                                                                                    |            |       |              |
| Descriptores                                    | Creditos ECTS                                                                                                                                                  | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                                                 | 4.5                                                                                                                                                            | OP         | 1     | 1c           |
| Lengua Impartición                              | Castellano                                                                                                                                                     |            |       |              |
| Departamento                                    | Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente                                                                                                          |            |       |              |
| Coordinador/a                                   | Delgado Marzo, Fernando<br>Pozo Antonio, José Santiago                                                                                                         |            |       |              |
| Profesorado                                     | Delgado Marzo, Fernando<br>Pozo Antonio, José Santiago                                                                                                         |            |       |              |
| Correo-e                                        | ipozo@uvigo.es<br>fdelgado@uvigo.es                                                                                                                            |            |       |              |
| Web                                             |                                                                                                                                                                |            |       |              |
| Descripción general                             | En esta asignatura se sientan las bases de la caracterización del terreno, diseño y ejecución de obras subterráneas prestando especial atención a los túneles. |            |       |              |

### Competencias

| Código |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A2     | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| A3     | Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.                                                                                                                                                                                                    |
| A5     | Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| C1     | Competencia Específica CE1. Conocimiento adecuado de modelización, evaluación y gestión de recursos geológicos, incluidas las aguas subterráneas, minerales y termales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| C4     | Competencia Específica CE4. Capacidad para la realización de estudios de gestión del territorio y espacios subterráneos, incluyendo la construcción de túneles y otras infraestructuras subterráneas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| C13    | Competencia Específica CE13. Capacidad para la realización de estudios de gestión del territorio y los espacios subterráneos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| C16    | Competencia Específica CE16. Capacidad para proyectar y ejecutar túneles, obras y espacios subterráneos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| C19    | Competencia específica CA1. Capacidad para abordar y resolver problemas matemáticos avanzados de ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos analíticos y numéricos avanzados de cálculo, proyecto, planificación y gestión, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos, en el contexto de la Ingeniería de Minas. |
| C20    | Competencia Específica CA2. Conocimiento adecuado de aspectos científicos y tecnológicos de mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, geotecnia, carboquímica y petroquímica                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| D2     | Competencia Transversal CT2. Ser capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.                                                                                                                                                                              |
| D5     | Competencia Transversal CT5. Ser capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| D6     | Competencia Transversal CT6. Concebir la Ingeniería de Minas en un marco de desarrollo sostenible.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| D8     | Competencia Transversal CT8. Entender la trascendencia de los aspectos relacionados con la seguridad y saber transmitir esta sensibilidad a las personas de su entorno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| D12    | Competencia Transversal CT12. Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de aspectos teóricos y prácticos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.                                                                                                                                  |

### Resultados de aprendizaje

| Resultados previstos en la materia                                                                                                                                                                                                                                         | Resultados de Formación y Aprendizaje                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Integrar el conocimiento de las diferentes disciplinas que confluyen en esta materia.                                                                                                                                                                                      | A2<br>A3<br>C19<br>D2<br>D12                                 |
| Comprender los aspectos básicos sobre tecnología y seguridad en la obra subterránea                                                                                                                                                                                        | A3<br>A5<br>C1<br>C4<br>C13<br>C16<br>C19<br>C20<br>D2<br>D8 |
| Conocer los documentos que deben integrar el proyecto de una obra subterránea y sus contenidos.                                                                                                                                                                            | A2<br>A5<br>C1<br>C4<br>C13<br>C16                           |
| Conocer y aplicar el proceso teórico-experimental utilizado en la caracterización del terreno, en el diseño de la obra y en la selección de los métodos de ejecución.                                                                                                      | A3<br>C13<br>C16<br>C20<br>D12                               |
| Conocer y aplicar las técnicas de estimación de rendimientos de avance de los métodos de ejecución de túneles, los principios de diseño de voladuras en el marco de la materia y los principios fundamentales de seguridad durante la construcción de la obra subterránea. | A3<br>A5<br>C4<br>C13<br>C20<br>D5<br>D6<br>D8               |

## Contenidos

| Tema                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema 1. Introducción                 | 1.1 Obra minera □ obra civil<br>1.2 Gestión de diseño. Estudios y proyectos<br>1.3 Gestión de ejecución<br>1.4 Ejemplos                                                                                                                                                                                                               |
| Tema 2. Caracterización geomecánica  | 2.1 Caracterización de macizos rocosos en campo<br>2.2 Comportamiento mecánico de las rocas<br>2.3 Caracterización y comportamiento de las discontinuidades<br>2.4 Propiedades del macizo rocoso (clasificaciones geomecánicas)<br>2.5 Tensiones naturales del terreno<br>2.6 Clasificación del terreno atendiendo a su excavabilidad |
| Tema 3. Sostenimiento                | 3.1 Clasificaciones geomecánicas<br>3.2 Estudios sobre discontinuidades<br>3.3 Cerchas<br>3.4 Bulones<br>3.5 Hormigón proyectado                                                                                                                                                                                                      |
| Tema 4. Excavación mecánica          | 4.1 Minadores<br>4.2 Tuneladoras: topes<br>4.3 Tuneladoras: Escudos                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Tema 5. Perforación y voladura       | 5.1 Métodos tradicionales<br>5.1.1 Variantes<br>5.1.2 Fases de ejecución<br>5.1.3 Ventajas e inconvenientes del método                                                                                                                                                                                                                |
| Tema 6. Seguridad en las operaciones | 6.1 Normativa<br>6.2 Riesgos y medidas preventivas en las operaciones                                                                                                                                                                                                                                                                 |

## Planificación

|  | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|--|----------------|----------------------|---------------|
|--|----------------|----------------------|---------------|

|                                   |    |     |      |
|-----------------------------------|----|-----|------|
| Lección magistral                 | 14 | 25  | 39   |
| Resolución de problemas           | 6  | 14  | 20   |
| Presentación                      | 3  | 7.5 | 10.5 |
| Estudio de casos                  | 5  | 18  | 23   |
| Prácticas en aulas de informática | 4  | 0   | 4    |
| Salidas de estudio                | 4  | 0   | 4    |
| Pruebas de respuesta corta        | 2  | 0   | 2    |
| Trabajo                           | 0  | 10  | 10   |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

|                                   | Descripción                                                                                                                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral                 | Exposición por parte del profesor de los contenidos de la materia objeto de estudio, sus fundamentos teóricos, así como su aplicación en obra |
| Resolución de problemas           | Planteamiento de problemas y/o ejercicios relacionados con la materia, a resolver por el estudiante.                                          |
| Presentación                      | Exposición y defensa por parte del alumno de un tema relacionado con la materia impartida                                                     |
| Estudio de casos                  | Aplicación de los conocimientos a situaciones reales de trabajo                                                                               |
| Prácticas en aulas de informática | Resolución de problemas y creación de diseños estables utilizando los siguientes programas: DIPS, ROCLAB, UNWEDGE y ROC-SUPPORT.              |
| Salidas de estudio                | Estudio de la materia por el estudiante, tutelada por el profesor                                                                             |

### Atención personalizada

| Metodologías                      | Descripción                                                                                                                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral                 | Se atenderán las dudas y cuestiones planteadas por los alumnos durante la sesión magistral y en el horario de tutorías habilitado al efecto. |
| Resolución de problemas           | Se atenderán las dudas y cuestiones planteadas por los alumnos en el horario de tutorías habilitado al efecto.                               |
| Estudio de casos                  | Se atenderán las dudas y cuestiones planteadas por los alumnos en el horario de tutorías habilitado al efecto.                               |
| Salidas de estudio                | Se atenderán las dudas y cuestiones planteadas por los alumnos en el horario de tutorías habilitado al efecto.                               |
| Presentación                      | Se atenderán las dudas y cuestiones planteadas por los alumnos en el horario de tutorías habilitado al efecto.                               |
| Prácticas en aulas de informática | Se atenderán las dudas y cuestiones planteadas por los alumnos en el horario de tutorías habilitado al efecto.                               |

### Evaluación

|                            | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |                                      |                             |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| Pruebas de respuesta corta | Los contenidos teóricos de la materia se evaluarán a través de una prueba escrita en la que se evaluarán los siguientes resultados de aprendizaje:<br>Integración del conocimiento de las diferentes disciplinas que confluyen en esta materia. Comprensión de los aspectos básicos sobre tecnología y seguridad en la obra subterránea. Conocimiento de los documentos que integran un proyecto de una obra subterránea y sus contenidos. Conocimiento y aplicación del proceso teórico-experimental utilizado en la caracterización del terreno, en el diseño de la obra y selección de los métodos de ejecución.<br>Conocimiento y aplicación de las técnicas de estimación de rendimientos de avance de los métodos de ejecución de túneles, los principios de diseño de voladuras en el marco de la materia y los principios fundamentales de seguridad durante la construcción de la obra subterránea. | 60           | A2<br>A3<br>A5                        | C1<br>C4<br>C13<br>C16<br>C19<br>C20 | D2<br>D5<br>D6<br>D8<br>D12 |
| Trabajo                    | Se evaluarán los trabajos y proyectos realizados durante el curso, así como también el grado de implicación del alumno.<br>Con estos trabajos se evaluarán los siguientes resultados de aprendizaje:<br>Integración del conocimiento de las diferentes disciplinas que confluyen en esta materia. Comprensión de los aspectos básicos sobre tecnología y seguridad en la obra subterránea. Conocimiento de los documentos que integran un proyecto de una obra subterránea y sus contenidos. Conocimiento y aplicación del proceso teórico-experimental utilizado en la caracterización del terreno, en el diseño de la obra y selección de los métodos de ejecución.                                                                                                                                                                                                                                        | 40           | A2<br>A3<br>A5                        | C1<br>C4<br>C13<br>C16<br>C19<br>C20 | D2<br>D5<br>D6<br>D8<br>D12 |

---

## Otros comentarios sobre la Evaluación

---

En la convocatoria ordinaria, es necesario entregar los trabajos propuestos (informe de prácticas y presentación oral). La calificación se obtiene sumando ambas notas (40% de los trabajos y 60 % del examen).

En convocatorias del mismo curso el examen puntuará el 100%.

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

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

---

---

## Fuentes de información

### Bibliografía Básica

### Bibliografía Complementaria

López Jimeno, C. et al., **INGEOTÚNELES, Libros 1, 2, 3, 4, 5 y 6**, Edit. Entorno gráfico,

LAUREANO CORNEJO ALVAREZ, **Excavación mecánica de túneles**, Edit. RUEDA,

LOPEZ JIMENO C. et al., **Manual de túneles y obras subterráneas**, Edit. Entorno gráfico,

HOEK E. & BROWN E.T., **Underground excavations in rock**, Edit. Chapman&Hall,

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

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

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

---

---

## Recomendaciones

---

---

## Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Explosivos y Voladuras/V09M148V01104

---

| <b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |       |             |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|-------------|
| <b>Procesos de Carboquímica y Petroquímica</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |       |             |
| Asignatura                                     | Procesos de Carboquímica y Petroquímica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |       |             |
| Código                                         | V09M148V01106                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |       |             |
| Titulación                                     | Máster Universitario en Ingeniería de Minas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |       |             |
| Descriptores                                   | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Seleccione | Curso | Cuatrimstre |
|                                                | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | OP         | 1     | 1c          |
| Lengua                                         | Castellano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |       |             |
| Impartición                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |       |             |
| Departamento                                   | Ingeniería química                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |       |             |
| Coordinador/a                                  | Rodríguez Rodríguez, Ana María                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |       |             |
| Profesorado                                    | Rodríguez Rodríguez, Ana María                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |       |             |
| Correo-e                                       | aroguez@uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |       |             |
| Web                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |       |             |
| Descripción general                            | Tras iniciar a los alumnos en los balances de materia y energía, se les transmiten los fundamentos de las operaciones básicas más utilizadas industrialmente. También se analizan los procesos a los que son sometidos los recursos energéticos fósiles antes de su empleo y se les comenta la síntesis de diferentes productos orgánicos muy utilizados cotidianamente. |            |       |             |

| <b>Competencias</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| A1                  | Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.                                                                                                                                                                                                  |
| A2                  | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.                                                                                                                                    |
| A3                  | Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.                                                                   |
| A5                  | Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.                                                                                                                                                                                                         |
| D1                  | Competencia Transversal CT1. Saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso.          |
| D11                 | Competencia Transversal CT11. Adquirir conocimientos avanzados y demostrar, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.                                                                |
| D12                 | Competencia Transversal CT12. Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de aspectos teóricos y prácticos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados. |

| <b>Resultados de aprendizaje</b>                                            |                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Resultados previstos en la materia                                          | Resultados de Formación y Aprendizaje    |
| Conocer y comprender los aspectos básicos de las operaciones de separación. | A1<br>A2<br>A5<br>D1                     |
| Resolver problemas relacionados con los citados procesos y operaciones.     | A1<br>A2<br>A3<br>A5<br>D1<br>D11<br>D12 |
| Conocer las técnicas de medida de las propiedades de los combustibles.      | A1                                       |

| <b>Contenidos</b> |
|-------------------|
|-------------------|

|                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tema</b>                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Tema 1.- Balances de materia y energía                                  | 1.1.- Balances de materia en sistemas sin reacción química<br>1.2.- Balances de materia en sistemas con reacción química<br>1.3.- Balances de energía                                                                                                                                                                       |
| Tema 2.- Operaciones de separación                                      | 2.1.- Transferencia de materia<br>2.2.- Absorción de gases: diseño de columnas<br>2.3.- Rectificación de mezclas líquidas: diseño de columnas<br>2.4.- Extracción líquido-líquido: contacto sencillo y múltiple                                                                                                             |
| Tema 3.- Industria del gas natural y petróleo                           | 3.1.- Gas natural: especificaciones y acondicionamiento<br>3.2.- Materias primas de la refinería<br>3.3.- Productos de la refinería<br>3.4.- Fraccionamiento del petróleo<br>3.5.- Reformado<br>3.6.- Craqueo<br>3.7.- Alquilación<br>3.8.- Coquización<br>3.9.- Purificación de fracciones<br>3.10.- Mezclado de productos |
| Tema 4.- Procesos petroquímicos                                         | 4.1.- Introducción<br>4.2.- Compuestos derivados del metano<br>4.3.- Compuestos derivados del etileno<br>4.4.- Compuestos derivados del propileno<br>4.5.- Compuestos derivados del benceno                                                                                                                                 |
| Tema 5.- Procesos carboquímicos: aprovechamiento tecnológico del carbón | 5.1.- Introducción<br>5.2.- Pirogenación<br>5.3.- Hidrogenación<br>5.4.- Gasificación                                                                                                                                                                                                                                       |
| Tema 6.- Biocombustibles                                                | 6.1.- Características generales y marco legal.<br>6.2.- Producción de biodiesel y etapas del proceso.<br>6.3.- Producción de bioetanol y comparación de las estrategias de producción                                                                                                                                       |

### Planificación

|                                           | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|-------------------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Lección magistral                         | 28             | 60                   | 88            |
| Resolución de problemas                   | 15             | 0                    | 15            |
| Resolución de problemas de forma autónoma | 2.5            | 16                   | 18.5          |
| Prácticas de laboratorio                  | 9              | 7.5                  | 16.5          |
| Pruebas de respuesta corta                | 2              | 10                   | 12            |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

|                                           | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral                         | Exposición por parte de la profesora de los aspectos generales del programa de forma estructurada, haciendo especial hincapié en los fundamentos y aspectos más importantes o de difícil comprensión para el alumno.<br>La profesora facilitará, a través de la plataforma tem@, el material necesario para un correcto seguimiento de la materia. El alumno deberá trabajar previamente el material entregado por el profesor y consultar la bibliografía recomendada para completar la información. |
| Resolución de problemas                   | La profesora plantea después de cada tema diferentes problemas donde se discutirán en grupo los aspectos más relevantes del mismo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Resolución de problemas de forma autónoma | Después de cada tema se proponen diversos casos prácticos para que resuelvan los alumnos de forma autónoma en base a las tecnologías impartidas en las clases magistrales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Prácticas de laboratorio                  | Se realizarán experimentos de laboratorio y prácticas de campo en empresas relacionadas con los procesos tratados a lo largo del curso. El alumno dispondrá de los guiones de prácticas así como del material de apoyo necesario para una adecuada comprensión de los experimentos a llevar a cabo. El alumno elaborará un informe final en el que deberá recoger los principales resultados y conclusiones, de acuerdo con una guía que se les facilitará a través de la plataforma tem@.            |

### Atención personalizada

| Metodologías | Descripción |
|--------------|-------------|
|--------------|-------------|

|                                           |                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resolución de problemas de forma autónoma | Se plantearán casos prácticos relacionados con el temario y cuyo seguimiento se realizará en las horas de tutorías que tienen los alumnos a su disposición durante el curso. |
| Prácticas de laboratorio                  | Durante las horas de tutoría los alumnos, individualmente o en grupos, pueden consultar con la profesora cualquier duda planteada sobre la materia.                          |

| <b>Evaluación</b>                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |                                       |                  |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|------------------|
|                                           | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |                  |
| Resolución de problemas                   | Se evalúa el resultado de aprendizaje "resolver problemas relacionados con los citados procesos y operaciones". Para ello se prevé que los alumnos:<br>-Conozcan las bases teóricas necesarias para plantear los balances de materia y energía involucrados en una operación unitaria<br>-Definan los parámetros claves en el diseño de las unidades de separación de una refinería<br>-Sean capaces de realizar un diagrama de flujo de una refinería y una planta de biocombustibles<br>Durante las clases magistrales los alumnos, en grupo, se enfrentarán a diversos problemas que se ajustan al tema teórico que se está abordando en el aula | 5            | A3<br>A5                              |                  |
| Resolución de problemas de forma autónoma | Se evalúa el resultado de aprendizaje "resolver problemas relacionados con los citados procesos y operaciones". En esta tarea se evalúan los siguientes casos prácticos:<br>-Definir cuál es la causa del problema que surge en una empresa del sector energético<br>-Detectar las posibles soluciones al problema desde el punto de vista técnico<br>-Discutir en grupo la solución más viable desde el punto de vista técnico, económico y medioambiental                                                                                                                                                                                         | 25           | A3<br>A5                              | D1               |
| Prácticas de laboratorio                  | Se evalúa el resultado del aprendizaje "conocer las técnicas de medida de las propiedades de los combustibles". Se plantea la realización de las siguientes prácticas:<br>-Caracterizar diferentes combustibles con los análisis normalizados<br>-Definir la curva ASTM de una gasolina<br>-Producir biodiesel a partir de residuos grasos<br><br>Se debe entregar un informe con los principales resultados obtenidos, así como una discusión en profundidad de los mismos.                                                                                                                                                                        | 10           | A2                                    | D11<br>D12       |
| Pruebas de respuesta corta                | Al finalizar cada tema o bloque de temas el se realizarán pruebas escritas con preguntas que deberán ser contestadas con brevedad. Así, se evalúa el resultado del aprendizaje referente a "conocer y comprender los aspectos básicos de las operaciones de separación".<br>Se evaluará la capacidad de síntesis a la hora de relacionar conceptos, de un modo sencillo y comprensible. La puntuación será de 0 a 10 y la nota mínima que deberá obtener cada alumno será de 3,5.                                                                                                                                                                   | 60           | A1<br>A3<br>A5                        | D1<br>D11<br>D12 |

### Otros comentarios sobre la Evaluación

La participación del estudiante en alguno de los actos de evaluación de la materia implicará la condición de "presentado/a" y, por lo tanto, la asignación de una calificación. Para superar la materia, es necesario que el alumno obtenga un mínimo de 5 puntos sobre 10 en cada una de las pruebas a evaluar (pruebas de respuesta corta, resolución de problemas y/o ejercicios en grupo y de forma autónoma, y las prácticas de laboratorio). Los alumnos que no sigan la evaluación continua, realizarán una prueba en el mes de Mayo y Julio (12 de enero de 2018 y 22 de junio de 2018 respectivamente) en la que se plantearán preguntas de respuesta corta y resolución de problemas.

Se espera que el alumno presente un comportamiento ético adecuado en lo que concierne a copia, plagio, utilización de dispositivos electrónicos no autorizados o compromiso con el trabajo colaborativo.

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

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

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

Himmelblau, D.M., **Principios básicos y cálculos en Ingeniería Química**, 6ta edición, Pearson,

Gary, J.H. y Handwerk, G.E., **Refino de petróleo**, 1ra edición, Reverte,

Vián, A., **Introducción a la Química Industrial**, 2da edición, Reverte,

---

**Bibliografía Complementaria**

McCabe, W.L. y otros, **Operaciones Unitarias en Ingeniería Química**, 4ta edición, McGraw-Hill,

Bell, D.A. y otros, **Coal gasification and its applications**, 1ra edición, Elsevier,

Speight, J.G., **The Chemistry and Technology of Petroleum**, 5ta edición, CRC Press,

Mousdale, D.M., **Biofuels**, 1ra edición, CRC Press,

---

**Recomendaciones**

| <b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>               |                                                                                                                                                |            |       |              |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| <b>Fundamentos de Generación Eléctrica</b> |                                                                                                                                                |            |       |              |
| Asignatura                                 | Fundamentos de Generación Eléctrica                                                                                                            |            |       |              |
| Código                                     | V09M148V01107                                                                                                                                  |            |       |              |
| Titulación                                 | Máster Universitario en Ingeniería de Minas                                                                                                    |            |       |              |
| Descriptores                               | Creditos ECTS                                                                                                                                  | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                                            | 3                                                                                                                                              | OP         | 1     | 1c           |
| Lengua                                     | Castellano                                                                                                                                     |            |       |              |
| Impartición                                |                                                                                                                                                |            |       |              |
| Departamento                               | Ingeniería eléctrica                                                                                                                           |            |       |              |
| Coordinador/a                              | Cidrás Pidre, Jose                                                                                                                             |            |       |              |
| Profesorado                                | Cidrás Pidre, Jose                                                                                                                             |            |       |              |
| Correo-e                                   | jcidras@uvigo.es                                                                                                                               |            |       |              |
| Web                                        |                                                                                                                                                |            |       |              |
| Descripción general                        | La materia comprende los aspectos básicos de la generación y producción de energía eléctrica a través de centrales convencionales y renovables |            |       |              |

| <b>Competencias</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| A2                  | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.                                                                                                                                                                       |
| A4                  | Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.                                                                                                                                                                                                              |
| A5                  | Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.                                                                                                                                                                                                                                            |
| C3                  | Competencia Específica CE3. Capacidad para planificar y gestionar recursos energéticos, incluyendo generación, transporte, distribución y utilización.                                                                                                                                                                                                                                                         |
| D1                  | Competencia Transversal CT1. Saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso.                                             |
| D4                  | Competencia Transversal CT4. Desarrollar la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento.                                                                                                                |
| D5                  | Competencia Transversal CT5. Ser capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.                                                                                                                                                                                                                                                |
| D6                  | Competencia Transversal CT6. Concebir la Ingeniería de Minas en un marco de desarrollo sostenible.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| D7                  | Competencia Transversal CT7. Tomar conciencia de la necesidad de una formación y mejora continua de calidad, desarrollando valores propios de la dinámica del pensamiento científico, mostrando una actitud flexible, abierta y ética ante opiniones o situaciones diversas, en particular en materia de no discriminación por sexo, raza o religión, respeto a los derechos fundamentales, accesibilidad, etc |
| D8                  | Competencia Transversal CT8. Entender la trascendencia de los aspectos relacionados con la seguridad y saber transmitir esta sensibilidad a las personas de su entorno.                                                                                                                                                                                                                                        |
| D9                  | Competencia Transversal CT9. Favorecer el trabajo cooperativo, las capacidades de comunicación, organización, planificación y aceptación de responsabilidades en un ambiente de trabajo multilingüe y multidisciplinar, que favorezca la educación para la igualdad, para la paz y para el respeto de los derechos fundamentales.                                                                              |
| D10                 | Competencia Transversal CT10. Aplicar la legislación vigente del sector, identificar los elementos clave del entorno social y empresarial del sector y relacionarse con la administración competente integrando este conocimiento en la elaboración de proyectos de ingeniería y en el desarrollo de cualquiera de los aspectos de su labor profesional.                                                       |

| <b>Resultados de aprendizaje</b>   |                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| Resultados previstos en la materia | Resultados de Formación y Aprendizaje |

|                                                                                    |                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Conocer los elementos de las centrales eléctricas clásicas                         | A2<br>A4<br>A5<br>C3<br>D1<br>D4<br>D5<br>D6<br>D7<br>D8<br>D9<br>D10 |
| Conocer los principios de los sistemas y del funcionamiento de los aerogeneradores | A2<br>A4<br>A5<br>C3<br>D1<br>D4<br>D5<br>D6<br>D7<br>D8<br>D9<br>D10 |
| Conocer los principios de funcionamiento de los sistemas solares fotovoltaicos     | A2<br>A4<br>A5<br>C3<br>D1<br>D4<br>D5<br>D6<br>D7<br>D8<br>D9<br>D10 |

## Contenidos

|                                                                                                    |                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema                                                                                               |                                                                                                                 |
| Introducción: Estructura y modelos de los elementos fundamentales de un sistema energía eléctrica. | Generación. Transporte. Distribución. Consumo.                                                                  |
| Sistemas de generación eléctrica                                                                   | Generación eléctrica: centrales convencionales y energías renovables. Aprovechamientos eólicos y fotovoltaicos. |
| Operación, control y gestión de centrales eléctricas.                                              | Sistemas asociados a la generación eléctrica                                                                    |

## Planificación

|                                   | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|-----------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Lección magistral                 | 10             | 20                   | 30            |
| Resolución de problemas           | 8              | 10                   | 18            |
| Prácticas en aulas de informática | 6              | 6.5                  | 12.5          |
| Examen de preguntas de desarrollo | 2              | 0                    | 2             |
| Estudio de casos                  | 0              | 12.5                 | 12.5          |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

## Metodologías

|                                   | Descripción                                                                                                                                              |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral                 | El profesor expondrá en la clase el contenido de la materia.                                                                                             |
| Resolución de problemas           | El profesor realizará ejercicios y problemas tipo de los diferentes contenidos de la materia, y los alumnos realizarán problemas y ejercicios similares. |
| Prácticas en aulas de informática | Se realizarán problemas y ejercicios prácticos que requieran soporte informático, búsqueda de información, uso de programas de cálculo, ...              |

## Atención personalizada

| Metodologías                      | Descripción                                                                                                                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral                 | El profesorado atenderá personalmente las dudas y preguntas de los alumnos, según surjan durante la realización de los problemas/ejercicios. |
| Resolución de problemas           | El profesorado atenderá personalmente las dudas y preguntas de los alumnos, según surjan durante la realización de los problemas/ejercicios. |
| Prácticas en aulas de informática | El profesorado atenderá personalmente las dudas y preguntas de los alumnos, según surjan durante la realización de los problemas/ejercicios. |

| Evaluación                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                                       |    |                                               |  |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|----|-----------------------------------------------|--|
|                                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |    |                                               |  |
| Prácticas en aulas de informática | Asistencia a las prácticas y presentación de las memorias de la resolución de las actividades planteadas.<br>Para superar esta parte es necesario asistir al menos 75% de las horas asignada. En caso contrario, el alumno realizará una prueba de esta parte de la materia.<br>RESULTADOS DE APRENDIZAJE: Comprender los aspectos básicos de la generación de energía eléctrica<br>Conocer los elementos de las centrales eléctricas clásicas<br>Conocer los principios de los sistemas y del funcionamiento de los aerogeneradores<br>Conocer los principios de funcionamiento de los sistemas solares fotovoltaicos  | 25           | A2<br>A4<br>A5                        | C3 | D1<br>D4<br>D9                                |  |
| Examen de preguntas de desarrollo | Se realizará un examen que consistirá en la resolución de casos prácticos y desarrollo de cuestiones teóricas relacionadas con la docencia teórica y práctica.<br>Se deberá alcanzar una nota superior al 30% de la calificación máxima de la prueba para aprobar la materia.<br>RESULTADOS DE APRENDIZAJE: Comprender los aspectos básicos de la generación de energía eléctrica<br>Conocer los elementos de las centrales eléctricas clásicas<br>Conocer los principios de los sistemas y del funcionamiento de los aerogeneradores<br>Conocer los principios de funcionamiento de los sistemas solares fotovoltaicos | 70           | A2<br>A4<br>A5                        | C3 | D5<br>D6<br>D7<br>D8<br>D10                   |  |
| Estudio de casos                  | Realización y presentación de los casos prácticos planteados por el profesorado.<br>RESULTADOS DE APRENDIZAJE: Comprender los aspectos básicos de la generación de energía eléctrica<br>Conocer los elementos de las centrales eléctricas clásicas<br>Conocer los principios de los sistemas y del funcionamiento de los aerogeneradores<br>Conocer los principios de funcionamiento de los sistemas solares fotovoltaicos                                                                                                                                                                                              | 5            | A2<br>A4<br>A5                        | C3 | D1<br>D4<br>D5<br>D6<br>D7<br>D8<br>D9<br>D10 |  |

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Condiciones para la Evaluación de la segunda edición: Las mismas que en la primera edición. Para las Prácticas de laboratorio (25%) se mantendrá la calificación de la primera edición salvo que el alumno no haya sido evaluado; en este caso tendrá que hacer la prueba. Para el Caso práctico (5%) se conservará la calificación de la primera edición salvo que el alumno quiera repetir la prueba.

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

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

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

#### Bibliografía Complementaria

Coord: Antonio Gómez Expósito, **Análisis y Operación de Sistemas de Energía Eléctrica**,

Prof. dpto. Ingeniería Eléctrica, **Análisis de redes eléctricas**,

CIEMAT, **Principios de conversión de la energía eólica**,

CIEMAT, **Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica**,

Recomendaciones

| <b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |       |              |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| <b>Ingeniería de Taludes</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |       |              |
| Asignatura                   | Ingeniería de Taludes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |       |              |
| Código                       | V09M148V01108                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |       |              |
| Titulación                   | Máster Universitario en Ingeniería de Minas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |       |              |
| Descriptores                 | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                              | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | OP         | 1     | 1c           |
| Lengua Impartición           | Castellano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |       |              |
| Departamento                 | Dpto. Externo Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |       |              |
| Coordinador/a                | Martínez Torres, Carlos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |       |              |
| Profesorado                  | Martínez Torres, Carlos<br>Pérez Rey, Ignacio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |       |              |
| Correo-e                     | karlosmt@hotmail.com                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |       |              |
| Web                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |       |              |
| Descripción general          | En esta *asignatura se *escomenza recordando aspectos básicos de la *xeotecnica, de la identificación de mecanismos de inestabilidades y de las técnicas sencillas de análisis de estabilidad de *taludes, para *profundizar en ellas mediante casos prácticos, con especial atención al uso de métodos numéricos, estadísticos, análisis de riesgo, análisis *xeoestructural y evaluación paisajística así como procedimientos *ad-*hoc como análisis de sensibilidad y retrospectivo o [*back-*analysis]. |            |       |              |

| <b>Competencias</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| A1                  | Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| A2                  | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| A3                  | Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.                                                                                                                                                                                                    |
| A5                  | Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| C1                  | Competencia Específica CE1. Conocimiento adecuado de modelización, evaluación y gestión de recursos geológicos, incluidas las aguas subterráneas, minerales y termales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| C4                  | Competencia Específica CE4. Capacidad para la realización de estudios de gestión del territorio y espacios subterráneos, incluyendo la construcción de túneles y otras infraestructuras subterráneas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| C12                 | Competencia Específica CE12. Capacidad para planificar, proyectar, inspeccionar y dirigir explotaciones de yacimientos y otros recursos geológicos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| C19                 | Competencia específica CA1. Capacidad para abordar y resolver problemas matemáticos avanzados de ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos analíticos y numéricos avanzados de cálculo, proyecto, planificación y gestión, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos, en el contexto de la Ingeniería de Minas. |
| C20                 | Competencia Específica CA2. Conocimiento adecuado de aspectos científicos y tecnológicos de mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, geotecnia, carboquímica y petroquímica                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| D1                  | Competencia Transversal CT1. Saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso.                                                                                                                                           |
| D5                  | Competencia Transversal CT5. Ser capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| D6                  | Competencia Transversal CT6. Concebir la Ingeniería de Minas en un marco de desarrollo sostenible.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| D11                 | Competencia Transversal CT11. Adquirir conocimientos avanzados y demostrar, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.                                                                                                                                                                                                 |

| <b>Resultados de aprendizaje</b>   |                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| Resultados previstos en la materia | Resultados de Formación y Aprendizaje |
|                                    |                                       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Ser capaz de pensar y sentar las bases de la resolución de problemas de ingeniería de taludes a nivel práctico                                                                                                                                                                                                 | A1<br>A2<br>A3<br>A5<br>C1<br>C4<br>C12<br>C19<br>C20<br>D1<br>D5<br>D6<br>D11 |
| Profundizar en técnicas de análisis de estabilidad en rocha mediante casos prácticos, con especial atención ó empleo de métodos numéricos, estadísticos, análisis de riesgo, análisis geo-estructural e evaluación paisajística, así como procedimientos ad-hoc como análisis de sensibilidad e retrospectivos | A1<br>A2<br>A3<br>A5<br>C1<br>C4<br>C12<br>C19<br>C20<br>D1<br>D5<br>D6<br>D11 |

## Contenidos

| Tema                                                                      |                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ASPECTOS BÁSICOS DE ESTABILIDAD                                        | *Plantexamento, caracterización, comportamiento de rocas y *discontinuidades, mecanismos de inestabilidad: Identificación y análisis. |
| 2. MÉTODOS NUMÉRICOS EN La INGENIERÍA DE TALUDES                          | Diferentes tipos de métodos, ventajas y *inconvinientes, algunos ejemplos.                                                            |
| 3. APLICACIÓN DE MÉTODOS ESTADÍSTICOS EN La INGENIERÍA DE TALUDES         | *Plantexamento y enfoque, métodos generales, método de *Montecarlo, *PEM (*Point *Estimate *Method).                                  |
| 4. DESPRENDIMIENTOS                                                       | Aspectos generales, observaciones de campo, métodos de clasificación en carreteras, aplicación a minas y canteras.                    |
| 5. RECONOCIMIENTO E INTERPRETACIÓN DE *RASGOS *ESTRUCTURAIS EN *XEOTECNIA | Faltas y sus tipos, *rugas (*pliegues), identificación mediante Google *Earth.                                                        |
| 6. REVISIÓN DE ALGUNOS PROGRAMAS DE ESTABILIDAD DE TALUDES                | Programas clásicos como *RocPlane, *Swedge, *RocTopple *Slide y un programa numérico *RS2 (antiguo *Phase2).                          |
| 7. VALORACIÓN PAISAJÍSTICA                                                | Valoración paisajística de taludes, *cómo crear un talud no solo estable, sino también *estéticamente idóneo.                         |
| 8. CASOS PRÁCTICOS                                                        | Casos prácticos de estabilidad de taludes en minas, canteras y carreteras. Se presentarán y comentarán 10 casos prácticos.            |

## Planificación

|                                   | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|-----------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Resolución de problemas           | 6              | 12                   | 18            |
| Salidas de estudio                | 4              | 5                    | 9             |
| Prácticas en aulas de informática | 14             | 22                   | 36            |
| Presentación                      | 10             | 20                   | 30            |
| Foros de discusión                | 2              | 10                   | 12            |
| Trabajos de aula                  | 2              | 3                    | 5             |
| Lección magistral                 | 10             | 10                   | 20            |
| Examen de preguntas de desarrollo | 2              | 9                    | 11            |
| Práctica de laboratorio           | 2              | 6                    | 8             |
| Observación sistemática           | 1              | 0                    | 1             |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

## Metodologías

|                         | Descripción                                          |
|-------------------------|------------------------------------------------------|
| Resolución de problemas | Resolución de problemas reales de mecánica de rocas. |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Salidas de estudio                | Toma de datos de discontinuidades en un afloramiento rocoso y visita de una obra realizada en roca (cantera, mina o Túnel).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Prácticas en aulas de informática | Utilización de software geotécnico básico de caracterización de discontinuidades, cálculo de parámetros de macizos rocosos, cálculo de estabilidad de taludes, frente a rotura plana, circular y de cuñas y uso de hojas de cálculo para resolver problemas reales de ingeniería.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Presentación                      | Presentación de casos reales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Foros de discusión                | Oxford type debate                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Trabajos de aula                  | resolución de problemas y discusión de enfoques.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Lección magistral                 | <p>Presentación descriptiva de la materia. Mal puede un alumno hacer prácticas, resolver problemas, entender los ensayos de laboratorio o reflexionar sobre una disciplina cuyos principios básicos no conoce.</p> <p>Our philosophy is that although rock mechanics and the associated principles are a science, their application is an art... we recommend that you concentrate on developing a deeper understanding of the principles and hence be capable of a more creative approach to this fascinating subject.<br/>J.P.Harrison &amp; J. Hudson, 1995</p> |

### Atención personalizada

| Metodologías                      | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral                 | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Faitic). |
| Resolución de problemas           | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Faitic). |
| Salidas de estudio                | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Faitic). |
| Prácticas en aulas de informática | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Faitic). |
| Presentación                      | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Faitic). |
| Foros de discusión                | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Faitic). |
| Trabajos de aula                  | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Faitic). |
| Pruebas                           | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Observación sistemática           | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Faitic). |

### Evaluación

| Descripción                       | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje                  |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------|
| Examen de preguntas de desarrollo | 55           | A1 C12 D1<br>A2 C19<br>A5                              |
| Práctica de laboratorio           | 35           | A3 C1 D5<br>C4 D6<br>D11                               |
| Observación sistemática           | 10           | A1 C1 D1<br>A2 C4 D5<br>A3 C12 D6<br>A5 C19 D11<br>C20 |

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Evaluación continua a través del seguimiento del trabajo en el aula.

Evaluación global del proceso de aprendizaje y la adquisición de competencias y conocimientos.

Calificación final numérica de 0 a 10 segundo a legislación vixente.

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

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

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

Ramírez Oyanguren, P. y Alejano Monge L. R., **Mecánica de Rocas: Fundamentos e Ingeniería de taludes.**, 2008,  
Wyllie D.C. & Mah C.W, **Rock Slope Engineering-Civil and Mining (4th edition)**, 2004,  
Arzúa, J., Alejano, L.R. & Pérez-Rey, I., **Problemas de mecánica de rocas**, 2015,

#### Bibliografía Complementaria

Kliche, Ch.A., **Rock Slope Stability**, 1999,  
ITGE -Ayala et al., **Manual de Ingeniería de Taludes**, 1991,  
González de Vallejo, L.I., Ferrer, M., Ortuño, L. y Oteo, C. ., **Ingeniería Geológica**, 2002,  
Giani, G.P., **Rock Slope Stability Analysis**, 1992,

### Recomendaciones

#### Asignaturas que continúan el temario

Diseño y Ejecución de Obras Subterráneas/V09M148V01105

Ingeniería del Agua/V09M148V01202

Ingeniería Minera/V09M148V01204

#### Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Ingeniería de Explosivos/V09M148V01203

### Otros comentarios

Cursar la materia con mente abierta y ganas de aprender, trabajar y aprovechar las oportunidades.

| <b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |       |              |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| <b>Recursos Renovables y no Renovables. Geomática Avanzada</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |       |              |
| Asignatura                                                     | Recursos Renovables y no Renovables. Geomática Avanzada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |       |              |
| Código                                                         | V09M148V01109                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |       |              |
| Titulación                                                     | Máster Universitario en Ingeniería de Minas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |       |              |
| Descriptores                                                   | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                                                                | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | OP         | 1     | 1c           |
| Lengua                                                         | Castellano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |       |              |
| Impartición                                                    | Gallego                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |       |              |
| Departamento                                                   | Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |       |              |
| Coordinador/a                                                  | Rodríguez Somoza, Juan Luis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |       |              |
| Profesorado                                                    | Arias Sánchez, Pedro<br>Martínez Sánchez, Joaquín<br>Rodríguez Somoza, Juan Luis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |       |              |
| Correo-e                                                       | jlsomoza@uvigo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |       |              |
| Web                                                            | <a href="http://minasyenergia.uvigo.es/gl/estudios/mestrado-en-em">http://minasyenergia.uvigo.es/gl/estudios/mestrado-en-em</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |       |              |
| Descripción general                                            | Esta materia pretende ser referente en la puesta al día de los últimos avances experimentados por las ciencias y técnicas geomáticas, como contenidos de carácter transversal el aprovechamiento de los recursos renovables y no renovables. Así el conocimiento que proporcionan este tipo de tecnologías permitirán una gestión inteligente de este tipo de recursos, y un aprovechamiento racional y respetuoso con el medio ambiente. |            |       |              |
|                                                                | Así serán estudiados contenidos relacionados con, sistemas de información geográfico aplicados a la gestión de proyectos en el campo de los recursos energéticos y mineros.                                                                                                                                                                                                                                                               |            |       |              |

| <b>Competencias</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| A1                  | Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.                                                                                                                                   |
| A2                  | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.                                                                     |
| B5                  | Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras de actividades de I+D+i dentro de su ámbito.                                                                                                                                                                                                   |
| C3                  | Competencia Específica CE3. Capacidad para planificar y gestionar recursos energéticos, incluyendo generación, transporte, distribución y utilización.                                                                                                                                                       |
| D11                 | Competencia Transversal CT11. Adquirir conocimientos avanzados y demostrar, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio. |

| <b>Resultados de aprendizaje</b>                                                                              |                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Resultados previstos en la materia                                                                            | Resultados de Formación y Aprendizaje |
| Los alumnos deberán conocer los fundamentos de los Sistemas de Información Geográficos                        | A2<br>B5<br>D11                       |
| Los alumnos deberán conocer las características principales de las herramientas SIG existentes en el mercado. | A2<br>B5                              |
| Los alumnos deberán ejecutar proyectos SIG aplicados al sector minero y energético                            | A1<br>C3<br>D11                       |

| <b>Contenidos</b> |
|-------------------|
| Tema              |

|                                                                 |                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fundamentos de los SIG                                          | Introducción<br>SIG raster y vectorial<br>Fuentes de datos<br>Geoprocesos básicos<br>Geoprocesos específicos para aplicaciones mineras y energéticas<br>Casos prácticos de aplicación |
| Soluciones SIG existentes                                       | QGIS<br>ArcGIS<br>Autodesk Map 3D<br>GvSIG                                                                                                                                            |
| Proyectos SIG en el campo de los recursos mineros y energéticos | SIG aplicado la distribución de energía<br>SIG aplicado gestión eólica<br>SIG aplicado la gestión de plantas solares<br>SIG aplicado la gestión de explotaciones mineras              |

| Planificación                             |                |                      |               |
|-------------------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
|                                           | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
| Lección magistral                         | 14             | 32                   | 46            |
| Resolución de problemas de forma autónoma | 34             | 70                   | 104           |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

| Metodologías                              |                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           | Descripción                                                                                                                            |
| Lección magistral                         | En estas clases se explicarán los conceptos teóricos necesarios para poder comprender lo que se explicará en el resto de la asignatura |
| Resolución de problemas de forma autónoma | Resolución de problemas                                                                                                                |

| Atención personalizada                    |                                |
|-------------------------------------------|--------------------------------|
| Metodologías                              | Descripción                    |
| Lección magistral                         | Atención telemática y tutorías |
| Resolución de problemas de forma autónoma | Atención telemática y tutorías |

| Evaluación                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |                                       |    |    |     |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|----|----|-----|
|                                           | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |    |    |     |
| Lección magistral                         | Examen tipo test.<br>Resultados del aprendizaje evaluados:<br>Los alumnos deberán conocer los fundamentos de los Sistemas de Información Geográficos.<br>Los alumnos deberán conocer las características principales de las herramientas SIG existentes en el mercado.<br>Los alumnos deberán ejecutar proyectos SIG aplicados el sector minero y energético.                     | 25           | A1<br>A2                              | B5 | C3 | D11 |
| Resolución de problemas de forma autónoma | Se evaluará la entrega de ejercicios.<br>Resultados del aprendizaje evaluados:<br>Los alumnos deberán conocer los fundamentos de los Sistemas de Información Geográficos.<br>Los alumnos deberán conocer las características principales de las herramientas SIG existentes en el mercado.<br>Los alumnos deberán ejecutar proyectos SIG aplicados el sector minero y energético. | 75           | A1<br>A2                              | B5 | C3 | D11 |

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

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

La evaluación extraordinaria será a través de la realización de un examen tipo test (25 % de la nota de la materia) y de la entrega de problemas resueltos (75 % de la nota de la materia).

---

**Fuentes de información**

---

**Bibliografía Básica**

---

**Bibliografía Complementaria**

---

Bolstad, P., **GIS fundamentals**, Eider Press, 2008

---

Buzai, G., **Sistemas de información geográfica y cartografía temática: métodos y técnicas para el trabajo**, Lugar Editorial, 2008

---

Chuvieco, E., **Fundamentos de Teldetección Espacial**, 3ª Edición, Rialp, 1996

---

Lillesand, T.M; Kiefer, R. W., **Remote sensing and image interpretation**, 6ª Edición, John Wiley & Sons, 2008

---

---

**Recomendaciones**

---

**Asignaturas que continúan el temario**

---

Trabajo Fin de Máster/V09M148V01401

---

| <b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |       |              |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| <b>Modelización y Evaluación de Recursos Mineros</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |       |              |
| Asignatura                                           | Modelización y Evaluación de Recursos Mineros                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |       |              |
| Código                                               | V09M148V01110                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |       |              |
| Titulación                                           | Máster Universitario en Ingeniería de Minas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |       |              |
| Descriptores                                         | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                                                      | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | OB         | 1     | 1c           |
| Lengua Impartición                                   | Castellano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |       |              |
| Departamento                                         | Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente Estadística e investigación operativa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |       |              |
| Coordinador/a                                        | Saavedra González, María Ángeles Caparrini Marín, Natalia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |       |              |
| Profesorado                                          | Caparrini Marín, Natalia Saavedra González, María Ángeles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |       |              |
| Correo-e                                             | saavedra@uvigo.es nataliac@uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |       |              |
| Web                                                  | <a href="http://http://fatic.uvigo.es/">http://http://fatic.uvigo.es/</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |       |              |
| Descripción general                                  | El objetivo principal de la materia es realizar una primera aproximación a la evaluación de un yacimiento mineral mediante softwares específicos. Para ello van a tratar los principales conceptos en la modelización y evaluación de recursos mineros, a continuación se trabajará con bases de datos de sondeos y se realizará el tratamiento de las mismas y por último se aplicarán estimadores geoestadísticos para la cubicación del yacimiento. |            |       |              |

| <b>Competencias</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| A2                  | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| A5                  | Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| B2                  | Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una planta o instalación, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su desarrollo, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente. |
| B3                  | Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Minas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| C1                  | Competencia Específica CE1. Conocimiento adecuado de modelización, evaluación y gestión de recursos geológicos, incluidas las aguas subterráneas, minerales y termales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| C11                 | Competencia Específica CE11. Capacidad para la exploración, investigación, modelización y evaluación de yacimientos de recursos geológicos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| D5                  | Competencia Transversal CT5. Ser capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| D9                  | Competencia Transversal CT9.Favorecer el trabajo cooperativo, las capacidades de comunicación, organización, planificación y aceptación de responsabilidades en un ambiente de trabajo multilingüe y multidisciplinar, que favorezca la educación para la igualdad, para la paz y para el respeto de los derechos fundamentales.                                                                                                                                                                                                                            |
| D12                 | Competencia Transversal CT12. Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de aspectos teóricos y prácticos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.                                                                                                                                                                                 |

| <b>Resultados de aprendizaje</b>                                                        |                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Resultados previstos en la materia                                                      | Resultados de Formación y Aprendizaje |
| Dominar la terminología del ámbito de la modelización y evaluación de recursos mineros. | A2                                    |
|                                                                                         | B3                                    |
|                                                                                         | C1                                    |
|                                                                                         | C11                                   |
|                                                                                         | D12                                   |

|                                                                                           |                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Elaborar bases de datos y tratamientos de los mismos para la evaluación de un yacimiento. | A5<br>C1<br>C11<br>D5                                |
| Aplicar la Geoestadística al estudio y estimación de un yacimiento.                       | A2<br>A5<br>B2<br>C1<br>C11<br>D5                    |
| Realizar una primera aproximación a la evaluación de un yacimiento.                       | A2<br>A5<br>B2<br>B3<br>C1<br>C11<br>D5<br>D9<br>D12 |

## Contenidos

| Tema                                                                        |                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Introducción                                                             | Fases de un proyecto minero. Estudios de Viabilidad. Sistemas y criterios de clasificación de recursos y reservas.                                                                                   |
| 2. La modelización del depósito mineral                                     | Modelo geológico. Modelo geométrico. Modelo numérico. Modelo económico.                                                                                                                              |
| 3. Sistemática del proceso de estimación de reservas.                       | Creación y depuración de la base de datos. Análisis estadístico. Regularización de los datos. Contornos del yacimiento. Discretización del yacimiento. Análisis estructural. Estimación de Reservas. |
| 4. Exploración geoestadística de yacimientos minerales.                     | Caracterización de recursos y reservas. Predicción geoestadística de yacimientos minerales. Evaluación de las predicciones y validación de los métodos seleccionados.                                |
| 5. Parámetros Económicos Básicos para la evaluación de un depósito mineral. | La función Tonelaje-Ley. Dilución. Recuperación. Rendimiento. Ratios. Estimación de costes. Precio de los metales y minerales. Ley de Corte.                                                         |

## Planificación

|                                   | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|-----------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Lección magistral                 | 18             | 26                   | 44            |
| Prácticas en aulas de informática | 24             | 20                   | 44            |
| Estudio de casos                  | 6              | 18                   | 24            |
| Informe de prácticas              | 0              | 18                   | 18            |
| Observación sistemática           | 0              | 16                   | 16            |
| Examen de preguntas de desarrollo | 4              | 0                    | 4             |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

## Metodologías

|                                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral                 | Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio o proyecto a desarrollar por el estudiante.                                                                                                               |
| Prácticas en aulas de informática | Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio. Se desarrollan en espacios especiales con equipamiento especializado (laboratorios científico-técnicos, de idiomas, etc). |
| Estudio de casos                  | Análisis de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y entrenarse en procedimientos alternativos de solución.                                                 |

## Atención personalizada

| Metodologías      | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral | Tiempo para atender las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Fatic). |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prácticas en aulas de informática | Tiempo para atender las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Faitic). |
| Estudio de casos                  | Tiempo para atender las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Faitic). |

| Evaluación                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |                                       |          |           |                 |  |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|----------|-----------|-----------------|--|
|                                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |          |           |                 |  |
| Informe de prácticas              | Elaboración de documentos por parte del alumno en el que se reflejan las características del trabajo llevado a cabo. Los alumnos deben describir las tareas y procedimientos desarrollados, mostrar los resultados obtenidos u observaciones realizadas, así como el análisis y tratamiento de datos.<br>Los resultados del aprendizaje son:<br>Realizar una primera aproximación a la evaluación de un yacimiento.                                                                                          | 60           | A2<br>A5                              | B2<br>B3 | C1<br>C11 | D5<br>D9<br>D12 |  |
| Observacion sistemática           | Técnicas destinadas a recopilar datos sobre la participación del alumno, basados en un listado de conductas o criterios operativos que facilite la obtencion de datos cuantificables.<br>Los resultados de aprendizaje son:<br>Dominar la terminología del ámbito de la modelización y evaluación de recursos mineros.                                                                                                                                                                                       | 10           | A2                                    | B3       | C1<br>C11 | D12             |  |
| Examen de preguntas de desarrollo | Pruebas para la evaluación que incluyen actividades, problemas o ejercicios prácticos a resolver. Los alumnos deben dar respuesta a la actividad formulada, aplicando los conocimientos teóricos y prácticos de la materia.<br>Los resultados de aprendizaje son:<br>Realizar una primera aproximación a la evaluación de un yacimiento.<br>Elaborar bases de datos y tratamientos de los mismos para la evaluación de un yacimiento.<br>Aplicar la Geoestadística al estudio y estimación de un yacimiento. | 30           | A2<br>A5                              | B2<br>B3 | C1<br>C11 | D5<br>D9<br>D12 |  |

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Para poder presentarse a la convocatoria ordinaria es imprescindible entregar los informes/memorias de prácticas.

La puntuación por los informes de prácticas y observación sistemática es de un curso académico.

Convocatoria extraordinaria de julio:

- Aquellos alumnos que no se han presentado a la convocatoria ordinaria: La evaluación será como aquella.
- Aquellos alumnos que se han presentado a la convocatoria ordinaria y no la han superado: Deberán realizar el examen de preguntas de desarrollo, que supondrá el 100% de la nota.

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

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

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

López Jimeno, Carlos, **Manual de Evaluación Técnico-Económica de proyectos mineros de Inversión**, ITGE, 2000

Castañón Fernández, Cesar, **Manual de Recursos Mineros (RecMin)**, RecMin, 2014

Diggie, Peter J. y Ribeiro, Paulo J., **Model-based geostatistics**, Springer, 2006

Journel, André G, **Fundamentals of Geostatistics in Five Lessons**, American Geophysical Union, 2013

#### Bibliografía Complementaria

### Recomendaciones



| <b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>                    |                                                                                                                                                             |            |       |              |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| <b>Energía Térmica Convencional y Renovable</b> |                                                                                                                                                             |            |       |              |
| Asignatura                                      | Energía Térmica Convencional y Renovable                                                                                                                    |            |       |              |
| Código                                          | V09M148V01111                                                                                                                                               |            |       |              |
| Titulación                                      | Máster Universitario en Ingeniería de Minas                                                                                                                 |            |       |              |
| Descriptores                                    | Creditos ECTS                                                                                                                                               | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                                                 | 3                                                                                                                                                           | OP         | 1     | 1c           |
| Lengua                                          | Castellano                                                                                                                                                  |            |       |              |
| Impartición                                     |                                                                                                                                                             |            |       |              |
| Departamento                                    | Ingeniería mecánica, máquinas y motores térmicos y fluidos                                                                                                  |            |       |              |
| Coordinador/a                                   | Morán González, Jorge Carlos                                                                                                                                |            |       |              |
| Profesorado                                     | Morán González, Jorge Carlos                                                                                                                                |            |       |              |
| Correo-e                                        | jmoran@uvigo.es                                                                                                                                             |            |       |              |
| Web                                             |                                                                                                                                                             |            |       |              |
| Descripción general                             | Esta asignatura recoge una amplia variedad de temas distintos como indica el nombre, al aglutinar diversas competencias específicas recogidas en la memoria |            |       |              |

| <b>Competencias</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| A2                  | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.                                                                                          |
| A4                  | Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.                                                                                                                                 |
| C3                  | Competencia Específica CE3. Capacidad para planificar y gestionar recursos energéticos, incluyendo generación, transporte, distribución y utilización.                                                                                                                                                                            |
| D3                  | Competencia Transversal CT3. Saber transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan.                            |
| D6                  | Competencia Transversal CT6. Concebir la Ingeniería de Minas en un marco de desarrollo sostenible.                                                                                                                                                                                                                                |
| D9                  | Competencia Transversal CT9. Favorecer el trabajo cooperativo, las capacidades de comunicación, organización, planificación y aceptación de responsabilidades en un ambiente de trabajo multilingüe y multidisciplinar, que favorezca la educación para la igualdad, para la paz y para el respeto de los derechos fundamentales. |

| <b>Resultados de aprendizaje</b>                                                                                                                     |                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Resultados previstos en la materia                                                                                                                   | Resultados de Formación y Aprendizaje |
| Realizar una primera aproximación a la planificación y gestión de la generación, transporte, distribución y utilización de los recursos energéticos. | A2<br>A4<br>C3<br>D3<br>D6<br>D9      |
| Identificar y seleccionar los combustibles y elementos de combustión más apropiados.                                                                 | A2<br>A4<br>C3<br>D3<br>D6<br>D9      |

| <b>Contenidos</b>                          |                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema                                       |                                                                                                                                       |
| 1.- Combustibles y procesos de combustión. | Estudio de la naturaleza y uso de los distintos combustibles: sólidos, líquidos y gaseosos.<br>Estudio de los procesos de combustión. |
| 2.- Conversión y transporte de energía.    | Fuentes Energéticas.<br>Estructura del consumo energético.<br>Previsión de la demanda energética.                                     |

|                                   |                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.- Central térmica convencional. | Esquema de una central térmica convencional.<br>Esquema de un central térmica de Ciclo combinado.<br>Operación de centrales.<br>Impactos medioambientales. |
| 4.- Energía térmica renovable     | Introducción a la biomasa.<br>Introducción a la energía solar.                                                                                             |

| Planificación           |                |                      |               |
|-------------------------|----------------|----------------------|---------------|
|                         | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
| Presentación            | 9              | 8                    | 17            |
| Resolución de problemas | 4              | 13                   | 17            |
| Lección magistral       | 11             | 15                   | 26            |
| Trabajo                 | 3              | 12                   | 15            |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

| Metodologías            |                                                              |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------|
|                         | Descripción                                                  |
| Presentación            | Se realizaran exposiciones en clase por parte de los alumnos |
| Resolución de problemas | El profesor propondrá y realizara problemas                  |
| Lección magistral       | El profesor expondrá algunos temas                           |

| Atención personalizada |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodologías           | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Lección magistral      | Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Fatic). |

| Evaluación              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |                                       |    |                |  |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|----|----------------|--|
|                         | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |    |                |  |
| Presentación            | Se realizara una evaluación continua de los trabajos expuestos. RESULTADOS: Realizar una primera aproximación a la planificación y gestión da generación, transporte, distribución e utilización dos recursos energéticos. Identificar y seleccionar los combustibles y elementos de combustión más apropiados.                           | 40-60        | A2<br>A4                              | C3 | D3<br>D6<br>D9 |  |
| Resolución de problemas | Se podrá realizar un examen escrito de problemas. RESULTADOS: Realizar una primera aproximación a la planificación y gestión da generación, transporte, distribución e utilización dos recursos energéticos. Identificar y seleccionar los combustibles y elementos de combustión más apropiados.                                         | 40-60        | A2<br>A4                              | C3 | D3<br>D6       |  |
| Lección magistral       | Se podrá realizar un examen de los temas expuestos. RESULTADOS: Identificar los recursos energéticos. Realizar una primera aproximación a la planificación y gestión da generación, transporte, distribución e utilización dos recursos energéticos. Identificar y seleccionar los combustibles y elementos de combustión más apropiados. | 10           | A2<br>A4                              | C3 |                |  |
| Trabajo                 | Se realizara una evaluación continua de los trabajos expuestos en clase. RESULTADOS: Realizar una primera aproximación a la planificación y gestión da generación, transporte, distribución e utilización dos recursos energéticos. Identificar y seleccionar los combustibles y elementos de combustión más apropiados.                  | 10-20        | A4                                    | C3 | D3<br>D6<br>D9 |  |

#### Otros comentarios sobre la Evaluación

La evaluación sera eminentemente continua y podrá ser completada con un examen de problemas.

La evaluación continua podrá ser sustituida por en examen escrito para la segunda convocatoria.

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

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

#### Fuentes de información

## **Bibliografía Básica**

### **Bibliografía Complementaria**

Jose Luis Míguez Tabarés y Eusebio Vázquez Alfaya, **Producción Industrial de Calor**, Gamesal,

M.J. Moran y H.N. Shapiro, **Fundamentos de termodinámica técnica**, Ed. Reverté,

M. Márquez Martínez, **Combustión y quemadores**, Ed. Productica,

J.M. Desante y M. Lapuerta, **Fundamentos de la combustión**, Servicio de publicaciones UPV,

ENAGAS, **Cogeneración y gas natural**,

Duffie J. And W. Beckman, **Solar engineering of thermal processes**, Wiley Interscience,

### **Recomendaciones**

| <b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |       |              |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| <b>Eficiencia Térmica y Cogeneración</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |       |              |
| Asignatura                               | Eficiencia Térmica y Cogeneración                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |       |              |
| Código                                   | V09M148V01112                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |       |              |
| Titulación                               | Máster Universitario en Ingeniería de Minas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |       |              |
| Descriptores                             | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                                          | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | OP         | 1     | 1c           |
| Lengua                                   | Castellano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |       |              |
| Impartición                              | Gallego                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |       |              |
| Departamento                             | Ingeniería mecánica, máquinas y motores térmicos y fluidos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |       |              |
| Coordinador/a                            | Eguía Oller, Pablo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |       |              |
| Profesorado                              | Eguía Oller, Pablo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |       |              |
| Correo-e                                 | peguia@uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |       |              |
| Web                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |       |              |
| Descripción general                      | Introducción a la gestión energética para la adquisición de conocimientos básicos necesarios para la auditoría energética. Contempla desde el análisis económico de una inversión hasta la simulación térmica de un edificio. El alumno obtendrá soltura en el empleo de técnicas como la cogeneración, el uso de los distintos combustibles o la eficiencia energética, así como una visión general de la reglamentación vigente. |            |       |              |

| <b>Competencias</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| A1                  | Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.                                                                                                                                                                               |
| A2                  | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.                                                                                                                 |
| C3                  | Competencia Específica CE3. Capacidad para planificar y gestionar recursos energéticos, incluyendo generación, transporte, distribución y utilización.                                                                                                                                                                                                   |
| D6                  | Competencia Transversal CT6. Concebir la Ingeniería de Minas en un marco de desarrollo sostenible.                                                                                                                                                                                                                                                       |
| D10                 | Competencia Transversal CT10. Aplicar la legislación vigente del sector, identificar los elementos clave del entorno social y empresarial del sector y relacionarse con la administración competente integrando este conocimiento en la elaboración de proyectos de ingeniería y en el desarrollo de cualquiera de los aspectos de su labor profesional. |
| D11                 | Competencia Transversal CT11. Adquirir conocimientos avanzados y demostrar, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.                                             |

| <b>Resultados de aprendizaje</b>                                                                                                                                                                  |                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Resultados previstos en la materia                                                                                                                                                                | Resultados de Formación y Aprendizaje |
| El alumno consigue soltura en el uso de las herramientas propias de la gestión energética y la auditoría energética (inspección de edificios, simulación de edificios, normativa aplicable, etc.) | A1<br>A2<br>C3<br>D10<br>D11          |
| Los alumnos aprenderán qué técnicas de ahorro se pueden emplear en los edificios y los procesos industriales                                                                                      | A2<br>C3<br>D6<br>D10<br>D11          |
| Los alumnos aprenderán a utilizar la cogeneración como una técnica importante a la hora de ahorrar energía en la industria y en el sector servicios.                                              | A1<br>A2<br>C3<br>D6<br>D10           |

| <b>Contenidos</b>                             |                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema                                          |                                                                                                                                                                                           |
| 1. LA SOCIEDAD Y LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA | Introducción. Conceptos básicos. Energía y sociedad. Fuentes de energía: renovables y no renovables. Utilización y gestión de la Energía. Eficiencia energética. Energía y medio ambiente |

|                                                           |                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. LA AUDITORÍA ENERGÉTICA                                | Gestión energética. Planteamiento energético.<br>Fases de una auditoría. Justificación de las inversiones.                                                                                                                 |
| 3. ANÁLISIS ECONÓMICO                                     | Introducción al análisis económico. Capital en el tiempo. Criterios de evaluación de inversiones                                                                                                                           |
| 4. COMBUSTIBLES                                           | La energía y los combustibles. Almacenamiento, transporte y manipulación de combustibles. Reglamentación.                                                                                                                  |
| 5. AUDITORÍAS INDUSTRIALES                                | Introducción. Diferencias principales con el sector terciario. Calderas y sistemas de generación térmica.                                                                                                                  |
| 6. LEGISLACIÓN Y ESTRUCTURA TARIFARIA DE LOS COMBUSTIBLES | Introducción. Tarifas Eléctricas. Tarifas de Gas Natural. Tarifas de GLP. Tarifas de Gasóleo. Tarifas de Biomasa. Tarifas de Carbón                                                                                        |
| 7. PROYECTOS DE AHORRO Y MEJORAS                          | Recursos naturales. Residuos energéticos. Mejoras en la construcción. Pérdidas en motores. Programas de ahorro                                                                                                             |
| 8. REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS                   | REAL DECRETO 1027/2007. Anexo Parte 1: Disposiciones generales. Anexo Parte 2: Instrucciones técnicas.                                                                                                                     |
| 9. INSTRUMENTACIÓN                                        | Parámetros de demanda. Condiciones térmicas interiores. Condiciones de la envolvente. Medidas de eficiencia energética                                                                                                     |
| 10. COGENERACIÓN                                          | Introducción: definiciones y parámetros. Clasificación de los sistemas de cogeneración. Sistemas de cogeneración. Cogeneración en la industria y en el sector terciario. Proyectos de cogeneración y ahorros. Legislación. |

### Planificación

|                                   | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|-----------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Prácticas en aulas de informática | 24             | 0                    | 24            |
| Presentación                      | 0.5            | 0.5                  | 1             |
| Lección magistral                 | 23.5           | 39.5                 | 63            |
| Trabajo                           | 0              | 40                   | 40            |
| Pruebas de respuesta corta        | 2              | 20                   | 22            |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

|                                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prácticas en aulas de informática | Desarrollo de material informático para la resolución de problemas complejos reales. Introducción a conceptos avanzados de simulación y tratamiento de datos. El alumno entregará memorias de los trabajos realizados semanalmente que serán valorados para la nota final. |
| Presentación                      | Preparación para una exposición pública del trabajo de auditoría que realizarán durante toda la asignatura.                                                                                                                                                                |
| Lección magistral                 | Exposición por parte de los profesores de los contenidos de la materia. Previamente a la explicación en sesión magistral se recomendará la lectura del tema a tratar.                                                                                                      |

### Atención personalizada

| Metodologías                      | Descripción                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral                 | Las dudas del alumnos a las explicaciones teóricas se podrán atender en tutorías.                                                                                                                             |
| Prácticas en aulas de informática | La atención requerida por el alumno que no pueda ser atendida en las propias clases prácticas, se impartirá en tutorías.                                                                                      |
| Pruebas                           | Descripción                                                                                                                                                                                                   |
| Trabajo                           | Para los trabajos a presentar, el alumno podrá resolver sus dudas tanto en clases de sesión magistral como en prácticas de informática. Si fuese necesario, se completaría esta atención en horas de tutorías |

### Evaluación

|              | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                          | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |    |                  |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|----|------------------|
| Presentación | Presentación pública del trabajo de auditoría. Se evalúan todos los resultados de aprendizaje.                                                                                                                                                                                       | 20           | A1<br>A2                              | C3 | D6<br>D10<br>D11 |
| Trabajo      | Realización de un trabajo/proyecto de auditoría energética: planteamiento de un caso real, análisis de las posibles medidas a tomar, evaluación económica de las medidas, realización de una memoria escrita, planos y presupuestos. Se evalúan todos los resultados de aprendizaje. | 50           | A1<br>A2                              | C3 | D6<br>D10<br>D11 |

|                            |                                                                                                                                                                      |    |          |    |                  |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------|----|------------------|
| Pruebas de respuesta corta | Preguntas donde se demostrarán los conocimientos adquiridos en las sesiones magistrales y en el aula de informática. Se evalúan todos los resultados de aprendizaje. | 30 | A1<br>A2 | C3 | D6<br>D10<br>D11 |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------|----|------------------|

### Otros comentarios sobre la Evaluación

El alumno que no asista a clase deberá realizar una prueba sobre contenidos de la asignatura en la que demuestre que domina las herramientas empleadas por los alumnos en las aulas de informática, además de un examen sobre conocimientos impartidos en las aulas de teoría donde responderá a preguntas sobre temas a desarrollar y problemas.

Los exámenes se realizarán el 18 de Enero a las 10:00 y el 14 de Junio a las 10:00 en las aulas M-106 y M-104 respectivamente. La prueba consistirá (tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria) de unas preguntas breves teóricas y un ejercicio a desarrollar sobre los conocimientos de toda la asignatura. La nota se completará con la obtenida en el trabajo y en la presentación del mismo.

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

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

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

#### Bibliografía Complementaria

J.M. Rey Hernández, F.J. Rey Martínez, E. Velasco Gómez., **Eficiencia energética de los edificios. Certificación energética.**, 1ª Ed., Ediciones Paraninfo, S.A., 2018

A.M. Díez Suárez, A. González Martínez, L. de Sousa Díaz, A. de la Puente Gil, B. Vega Barrallo, M., **Eficiencia energética en las instalaciones de climatización en los edificios**, 1ª Ed., Ediciones Paraninfo, S.A., 2017

Ministerio de Industria, Energía y Agenda Digital, **Publicaciones**, -, -, 2011 -

U.S. Department of Energy, **EnergyPlus: Energy simulation software**, 8.7.0, -, 2017

National Renewable Energy Laboratory, **OpenStudio (References and Tutorials)**, 2.2.0, -, 2017

Sala Lizarraga, José Mª, **Cogeneración. Aspectos termodinámicos, tecnológicos y económicos**, 1ª Ed., Servicio Editorial de la Universidad del País Vas, 1994

Clark, William H., **Análisis y gestión energética de edificios**, 1ª Ed., Mc Graw Hill, 1998

### Recomendaciones

#### Otros comentarios

Se recomienda al alumno asistir a las clases teóricas y prácticas para poder ir adquiriendo la soltura necesaria para la realización de documentos sobre eficiencia energética y auditoría energética. De esta forma, de una manera progresiva, podrá ir realizando el trabajo que expondrá al final del período lectivo, siendo revisado y comentado por los profesores de la asignatura, los cuales podrán ir aconsejando a medida que el alumno profundiza en la temática referente a la gestión de la energía térmica.

| <b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |       |              |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| <b>Ingeniería de Minerales y Materiales</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |       |              |
| Asignatura                                  | Ingeniería de Minerales y Materiales                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |       |              |
| Código                                      | V09M148V01201                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |       |              |
| Titulación                                  | Máster Universitario en Ingeniería de Minas                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |       |              |
| Descriptores                                | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                                             | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | OB         | 1     | 2c           |
| Lengua Impartición                          | Castellano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |       |              |
| Departamento                                | Ingeniería de los materiales, mecánica aplicada y construcción                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |       |              |
| Coordinador/a                               | Cabeza Simo, Marta María                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |       |              |
| Profesorado                                 | Álvarez Dacosta, Pedro<br>Cabeza Simo, Marta María                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |       |              |
| Correo-e                                    | mcabeza@uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |       |              |
| Web                                         | <a href="http://https://faitic.uvigo.es/">http://https://faitic.uvigo.es/</a>                                                                                                                                                                                                                                                     |            |       |              |
| Descripción general                         | Se estudian las instalaciones de beneficio de recursos minerales y plantas metalúrgicas, siderúrgicas e industrias de materiales de construcción. Tanto su planificación, como su diseño y gestión. Todo ello teniendo en cuenta la normativa vigente. Se incluye el tratamiento de los residuos producidos por estas industrias. |            |       |              |

## Competencias

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| A2     | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.                                                                                                                           |
| A3     | Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.                                                          |
| A4     | Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.                                                                                                                                                                  |
| A5     | Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.                                                                                                                                                                                                |
| C6     | Competencia Específica CE6. Capacidad para proyectar y ejecutar tratamientos de aguas y gestión de residuos (urbanos, industriales o peligrosos).                                                                                                                                                                                                                  |
| C7     | Competencia Específica CE7. Capacidad para evaluar y gestionar ambientalmente proyectos, plantas o instalaciones.                                                                                                                                                                                                                                                  |
| C10    | Competencia Específica CE10. Capacidad para planificar, diseñar y gestionar instalaciones de tratamientos de recursos minerales, plantas metalúrgicas, siderúrgicas e industrias de materiales de construcción, incluyendo materiales metálicos, cerámicos, sinterizados, refractarios y otros.                                                                    |
| C14    | Competencia Específica CE14. Capacidad para planificar, diseñar y gestionar instalaciones de beneficio de recursos minerales y plantas metalúrgicas, siderúrgicas e industrias de materiales de construcción.                                                                                                                                                      |
| C17    | Competencia Específica CE17. Capacidad para planificar, diseñar y gestionar plantas e instalaciones de materiales metálicos, cerámicos, sinterizados, refractarios y otros.                                                                                                                                                                                        |
| D1     | Competencia Transversal CT1. Saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso. |
| D2     | Competencia Transversal CT2. Ser capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.                                    |
| D3     | Competencia Transversal CT3. Saber transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan.                                                             |
| D5     | Competencia Transversal CT5. Ser capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.                                                                                                                                                                                                    |
| D6     | Competencia Transversal CT6. Concebir la Ingeniería de Minas en un marco de desarrollo sostenible.                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| D8     | Competencia Transversal CT8. Entender la trascendencia de los aspectos relacionados con la seguridad y saber transmitir esta sensibilidad a las personas de su entorno.                                                                                                                                                                                            |

## Resultados de aprendizaje

| Resultados previstos en la materia                                                                                                                                                                                             | Resultados de Formación y Aprendizaje                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Identificar los tipos y las características esenciales de los minerales que facilitan su beneficio.                                                                                                                            | A3<br>C14<br>D1<br>D6                                 |
| Interpretar los distintos diagramas de flujo de las plantas de obtención de minerales y materiales.                                                                                                                            | A3<br>C10<br>C14<br>C17<br>D5<br>D6<br>D8             |
| Evaluar cada una de las distintas etapas (concentración física, concentración química, recuperación y afino, conformado) necesarias para obtener materiales a partir de minerales con la calidad y forma que exige el cliente. | A4<br>A5<br>C10<br>C14<br>C17<br>D1<br>D3<br>D5       |
| Determinar y dimensionar cada uno de los sistemas que intervienen en los procesos de obtención de materiales                                                                                                                   | A2<br>A3<br>C7<br>C10<br>C14<br>C17<br>D1<br>D2<br>D5 |
| Identificar los efectos negativos de los residuos de la industria de minerales y materiales. Aplicar los sistemas de regeneración de dichos residuos que los haga compatibles con el medio ambiente.                           | A5<br>C6<br>C7<br>D6<br>D8                            |

## Contenidos

| Tema                                                            |                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Introducción                                                    | Clasificación de Minerales: industriales, metálicos, áridos, rocas ornamentales. Clasificación de Materiales: Metálicos, No metálicos.                                           |
| Concentración Física de minerales                               | Circuitos de trituración y molienda. Sistemas de Clasificación. Flotación: Circuitos. Plantas de tratamiento de minerales. Diagramas de Flujo.                                   |
| Tratamiento de Concentrados no metálicos                        | Diagramas de flujo de Planta. Hornos. Balances de Materia y Energía. Post tratamiento de minerales industriales.                                                                 |
| Siderurgia                                                      | Integral: Diagrama de flujo de operaciones de cabecera; horno alto, acería. Eléctrica: Horno eléctrico. Selección del proceso de afino secundario. Balance de Materia y Energía. |
| Plantas de obtención de metales no féreos                       | Diagramas de flujo de obtención de oro, uranio, zinc, cobre, aluminio. Hornos. Balance de Materia y Energía. Cubas electrolíticas. Circuitos de lixiviación.                     |
| Tratamiento de residuos de plantas de tratamiento de Materiales | Gases. Escorias. Licores de Lixiviación. Lodos.                                                                                                                                  |
| Conformado de materiales                                        | Fundición en molde de arena, coquilla y inyección. Obtención por laminación de productos planos, largos. Obtención de semiproductos y piezas por extrusión. Forja.               |

## Planificación

|                                           | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|-------------------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Actividades introductorias                | 0.5            | 0                    | 0.5           |
| Lección magistral                         | 9.5            | 10                   | 19.5          |
| Resolución de problemas                   | 14             | 14                   | 28            |
| Seminario                                 | 11             | 18                   | 29            |
| Prácticas en aulas de informática         | 2              | 0                    | 2             |
| Salidas de estudio                        | 4              | 0                    | 4             |
| Resolución de problemas de forma autónoma | 0              | 10                   | 10            |
| Aprendizaje basado en problemas           | 6              | 10                   | 16            |

|                            |   |    |    |
|----------------------------|---|----|----|
| Presentación               | 1 | 0  | 1  |
| Pruebas de respuesta corta | 1 | 12 | 13 |
| Pruebas de respuesta corta | 0 | 15 | 15 |
| Resolución de problemas    | 2 | 10 | 12 |
| Observación sistemática    | 0 | 0  | 0  |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

|                                           | Descripción                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Actividades introductorias                | Se hará introducción del curso, temario, fuentes bibliográficas, distintas actividades y sistema de evaluación                                                                                                      |
| Lección magistral                         | Exposición por parte del profesor de los contenidos más complejos de la materia, así como las bases teóricas y directrices del trabajo. Serán clases participativas para incidir en los aspectos de más dificultad. |
| Resolución de problemas                   | Se realizarán una serie de problemas de forma individual en clase con el apoyo del profesor para las partes más complejas                                                                                           |
| Seminario                                 | Estudio en pequeños grupos de temas concretos para profundizar en los contenidos de la materia. Se aplicará aprendizaje colaborativo.                                                                               |
| Prácticas en aulas de informática         | Uso de uno de los módulos de un programa de ordenador empleado en muchas plantas para el diseño de procesos. Tendrán que resolver algunos casos prácticos.                                                          |
| Salidas de estudio                        | Visita a una Planta                                                                                                                                                                                                 |
| Resolución de problemas de forma autónoma | Una serie de problemas y ejercicios que resolverán por su cuenta                                                                                                                                                    |
| Aprendizaje basado en problemas           | Se harán grupos de ABP (aprendizaje basado en proyectos) de tres personas que desarrollarán el trabajo que se les encargue enmarcado en el temario de la asignatura                                                 |
| Presentación                              | Presentación de cada grupo del trabajo de ABP                                                                                                                                                                       |

### Atención personalizada

| Metodologías                              | Descripción                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral                         | Se resolverá en tutorías y vía correo electrónico cualquier duda que surja del temario de clase expositiva.                                                                            |
| Seminario                                 | Se resolverá en tutorías y vía correo electrónico cualquier duda que surjan en los seminarios.                                                                                         |
| Presentación                              | Se darán indicaciones en tutorías de cómo realizar de mejor modo la presentación.                                                                                                      |
| Aprendizaje basado en problemas           | En tutorías se orientará a los alumnos en la realización del trabajo grupal. Cualquier duda se resuelve a todo el grupo, no se resuelven dudas individuales.                           |
| Resolución de problemas de forma autónoma | Durante los seminarios, en tutorías y vía correo electrónico se darán indicaciones y se proporcionará ayuda puntual para ayudar a resolver los problemas. No se resuelven en tutorías. |

### Evaluación

|                                           | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |                         |          |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|-------------------------|----------|
| Resolución de problemas de forma autónoma | Se solicitará a los alumnos la entrega de algunos ejercicios que deberán hacerlo en la fecha indicada.<br>Resultados de aprendizaje:<br>Evaluar cada una de las distintas etapas (concentración física, concentración química, recuperación y afino, conformado) necesarias para obtener materiales a partir de minerales con la calidad y forma que exige el cliente.<br>Determinar y dimensionar cada uno de los sistemas que intervienen en los procesos de obtención de materiales. | 5            | A2<br>A3                              | C7<br>C10<br>C14<br>C17 | D1<br>D2 |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |                |                               |                |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------|-------------------------------|----------------|
| Aprendizaje basado en problemas | Se repartirán tareas en grupos de tres, para que realicen en grupo.<br>Resultados de aprendizaje:<br>Identificar los tipos y las características esenciales de los minerales que facilitan su beneficio.<br>Interpretar los distintos diagramas de flujo de las plantas de obtención de minerales y materiales.<br>Evaluar cada una de las distintas etapas (concentración física, concentración química, recuperación y afino, conformado) necesarias para obtener materiales a partir de minerales con la calidad y forma que exige el cliente.<br>Identificar los efectos negativos de los residuos de la industria de minerales y materiales. Aplicar los sistemas de regeneración de dichos residuos que los haga compatibles con el medio ambiente | 20 | A5             | C6<br>C7<br>C10<br>C14        | D5<br>D6<br>D8 |
| Presentación                    | Evaluarán los compañeros y el profesor a modo de rubrica la exposición realizada del trabajo. Se tendrán en cuenta tanto la presentación de las diapositivas, como la competencia comunicativa.<br>Resultados de aprendizaje:<br>Interpretar los distintos diagramas de flujo de las plantas de obtención de minerales y materiales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5  | A4             |                               | D3             |
| Pruebas de respuesta corta      | En la fecha de examen, se realizará una prueba de preguntas cortas que integrará todos los conocimientos adquiridos en el curso.<br>Resultados de aprendizaje:<br>Identificar los tipos y las características esenciales de los minerales que facilitan su beneficio.<br>Interpretar los distintos diagramas de flujo de las plantas de obtención de minerales y materiales.<br>Evaluar cada una de las distintas etapas (concentración física, concentración química, recuperación y afino, conformado) necesarias para obtener materiales a partir de minerales con la calidad y forma que exige el cliente.                                                                                                                                           | 25 | A3             | C6<br>C7<br>C10<br>C14<br>C17 | D5             |
| Pruebas de respuesta corta      | Se realizarán a lo largo del curso tres pruebas de respuesta corta para evaluar el seguimiento del curso.<br>Resultados de aprendizaje:<br>Identificar los tipos y las características esenciales de los minerales que facilitan su beneficio.<br>Interpretar los distintos diagramas de flujo de las plantas de obtención de minerales y materiales.<br>Evaluar cada una de las distintas etapas (concentración física, concentración química, recuperación y afino, conformado) necesarias para obtener materiales a partir de minerales con la calidad y forma que exige el cliente.                                                                                                                                                                  | 15 | A3             | C6<br>C7<br>C10<br>C14<br>C17 | D5             |
| Resolución de problemas         | En fecha de examen el alumno de modo individual resolverá algún problema de los propuestos a lo largo del curso, son objeto de evaluar su competencia.<br>Resultado de aprendizaje:<br>Resultados de aprendizaje: Evaluar cada una de las distintas etapas (concentración física, concentración química, recuperación y afino, conformado) necesarias para obtener materiales a partir de minerales con la calidad y forma que exige el cliente. Determinar y dimensionar cada uno de los sistemas que intervienen en los procesos de obtención de materiales.                                                                                                                                                                                           | 25 | A2<br>A3       | C6<br>C7<br>C10<br>C14<br>C17 | D1<br>D2       |
| Observación sistemática         | A lo largo de todo el curso se irán solicitando evidencias del trabajo que se ha ido realizando. Es necesaria la entrega del 80% para que cuente la evaluación continua.<br>Resultados de aprendizaje:<br>Identificar los tipos y las características esenciales de los minerales que facilitan su beneficio. Interpretar los distintos diagramas de flujo de las plantas de obtención de minerales y materiales. Evaluar cada una de las distintas etapas (concentración física, concentración química, recuperación y afino, conformado) necesarias para obtener materiales a partir de minerales con la calidad y forma que exige el cliente. Identificar los efectos negativos de los residuos de la industria de minerales y materiales.            | 5  | A2<br>A3<br>A4 |                               | D5             |

### Otros comentarios sobre la Evaluación

La evaluación continua solo será efectiva si se ha entregado el 80% de las actividades que se soliciten.

En la convocatoria ordinaria, como se indica en las pruebas, se hará una prueba de preguntas cortas y otra de ejercicios y problemas en las que se puede incluir cuestiones de todo lo visto en las sesiones magistrales, seminarios, talleres, metodología integradas, prácticas en laboratorios (informáticos, experimental), posibles visitas. Cada una de ellas vale según la evaluación continua 25% la primera y 25% la segunda. A esta evaluación pueden presentarse los alumnos que siguen evaluación continua y los que no la siguen. En el caso de no seguir la evaluación continua o que la nota alcanzada sea baja, se tendrá en cuenta solo la nota de estas dos pruebas valiendo cada una de ellas el 50% de la nota final, de tal

modo que se pueda alcanzar la máxima nota sin seguir la evaluación continua. Las pruebas serán iguales para todos los alumnos.

En la convocatoria extraordinaria de julio, no se guarda la evaluación continua, y el examen consta de dos partes una de teoría y otra de problemas y ejercicios en las que entrará todo lo incluido en el temario mas la documentación suministrada para las prácticas (laboratorios) y documentación para las visitas.

La **observación sistemática** no ocupa hora de alumno pues la evaluación se hace a lo largo del curso

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

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

---

## **Fuentes de información**

### **Bibliografía Básica**

Ballester, A.; Verdeja, L.F; Sancho, J, **Metalurgia extractiva**,

Ghosh, A., Chattgerjee, A., **Ironmaking and Steelmaking**,

Wills, **Mineral Processing Technology**,

### **Bibliografía Complementaria**

Gupta, **Mineral processing design and operation**,

Mular, **Diseño de plantas de procesos de minerales**,

C. B. Gill, **Nonferrous extractive metallurgy**,

Alan Fine and Gordon H. Geiger, **Handbook on material and energy balance calculations in metallurgical processes**,

Terkel Rosenqvist, **Principles of extractive metallurgy**,

Serope Kalpakjian, Steven R. Schmid, **Manufactura, ingeniería y tecnología**,

ASM International, **ASM Handbook, Vol. 14, Forming and Forging**,

Vignes, A., **Extractive Metallurgy 3**,

Mamlouk,M., Zaniwski, J.P., **Materiales para ingeniería civil**,

Arthur E. Morris , Gordon H. Geiger, H. Alan Fine, **Handbook on Material and Energy Balance Calculations in Material Processing**,

[www.steeluniversity.org](http://www.steeluniversity.org),

---

## **Recomendaciones**

### **Asignaturas que continúan el temario**

Prácticas Externas/V09M148V01403

### **Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente**

Explotación Sostenible de Recursos Mineros/V09M148V01102

Ingeniería Minera/V09M148V01204

### **Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

Concentración de Minerales/V09M148V01101

Obtención y Transformación de Materiales Metálicos/V09M148V01103

Procesos de Carboquímica y Petroquímica/V09M148V01106

| <b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |       |              |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| <b>Ingeniería del Agua</b>   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |       |              |
| Asignatura                   | Ingeniería del Agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |       |              |
| Código                       | V09M148V01202                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |       |              |
| Titulación                   | Máster Universitario en Ingeniería de Minas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |       |              |
| Descriptores                 | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                              | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | OB         | 1     | 2c           |
| Lengua Impartición           | Castellano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |       |              |
| Departamento                 | Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |       |              |
| Coordinador/a                | Caparrini Marín, Natalia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |       |              |
| Profesorado                  | Caparrini Marín, Natalia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |       |              |
| Correo-e                     | nataliac@uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |       |              |
| Web                          | <a href="http://faitic.uvigo.es/">http://faitic.uvigo.es/</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |       |              |
| Descripción general          | <p>Los objetivos de la materia son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Dominar la terminología del ámbito de la tecnología del agua.</li> <li>2) Proporcionar las bases para la caracterización y explotación de los distintos tipos de recursos hidrogeológicos.</li> <li>3) Conocer los parámetros que definen la calidad y composición química del agua subterránea</li> <li>4) Conocer los principios de funcionamiento de las tecnologías para el tratamiento de aguas</li> <li>5) Integrar los aspectos medioambientales de acuerdo con la legislación actual, así como profundizar en las nuevas tendencias de la gestión de los recursos hídricos y la gobernanza del agua.</li> </ol> |            |       |              |

| <b>Competencias</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| A1                  | Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.                                                                                                                                                                                                  |
| A2                  | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.                                                                                                                                    |
| C1                  | Competencia Específica CE1. Conocimiento adecuado de modelización, evaluación y gestión de recursos geológicos, incluidas las aguas subterráneas, minerales y termales.                                                                                                                                                                                                     |
| C6                  | Competencia Específica CE6. Capacidad para proyectar y ejecutar tratamientos de aguas y gestión de residuos (urbanos, industriales o peligrosos).                                                                                                                                                                                                                           |
| C7                  | Competencia Específica CE7. Capacidad para evaluar y gestionar ambientalmente proyectos, plantas o instalaciones.                                                                                                                                                                                                                                                           |
| C15                 | Competencia Específica CE15. Capacidad para planificar, realizar estudios y diseñar captaciones de aguas subterráneas, así como su gestión, exploración, investigación y explotación, incluyendo las aguas minerales y termales.                                                                                                                                            |
| D9                  | Competencia Transversal CT9. Favorecer el trabajo cooperativo, las capacidades de comunicación, organización, planificación y aceptación de responsabilidades en un ambiente de trabajo multilingüe y multidisciplinar, que favorezca la educación para la igualdad, para la paz y para el respeto de los derechos fundamentales.                                           |
| D10                 | Competencia Transversal CT10. Aplicar la legislación vigente del sector, identificar los elementos clave del entorno social y empresarial del sector y relacionarse con la administración competente integrando este conocimiento en la elaboración de proyectos de ingeniería y en el desarrollo de cualquiera de los aspectos de su labor profesional.                    |
| D12                 | Competencia Transversal CT12. Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de aspectos teóricos y prácticos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados. |

| <b>Resultados de aprendizaje</b>                                                                                 |                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Resultados previstos en la materia                                                                               | Resultados de Formación y Aprendizaje |
| Dominar la terminología del ámbito de la tecnología del agua.                                                    | C1<br>C6<br>D10                       |
| Proporcionar las bases para la caracterización y explotación de los distintos tipos de recursos hidrogeológicos. | A1<br>C1<br>C7<br>C15<br>D10          |

|                                                                                                                                                                                             |                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Conocer los parámetros que definen la calidad y composición química del agua subterránea                                                                                                    | A2<br>C1<br>C7<br>C15<br>D10<br>D12 |
| Conocer los principios de funcionamiento de las tecnologías para el tratamiento de aguas                                                                                                    | A1<br>C6<br>C7<br>D10<br>D12        |
| Integrar los aspectos medioambientales de acuerdo con la legislación actual, así como profundizar en las nuevas tendencias de la gestión de los recursos hídricos y la gobernanza del agua. | A1<br>A2<br>D9<br>D10<br>D12        |

## Contenidos

|                           |                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema                      |                                                                                                                                                                                                                |
| TEMA 1: HIDROLOGÍA        | Ciclo hidrológico. Precipitación. Evapotranspiración. Infiltración. Escorrentía. Balance hídrico. Modelización de ríos y Caudales de avenida: HEC-HMS y HEC-RAS                                                |
| TEMA 2: HIDROGEOLOGÍA     | Acuíferos. Propiedades hidráulicas. Hidráulica subterránea. Piezometría. Exploración y Explotación de aguas subterráneas. Hidráulica de captaciones. Modelización de acuíferos: MODFLOW                        |
| TEMA 3: LEGISLACIÓN       | Ley de Aguas. Directiva Marco Europea. Planificación Hidrológica. Dominio Público Hidráulico. Concesiones y Autorizaciones. Perímetros de Protección. Gestión de Vertidos. Aguas Minerales y Termales.         |
| TEMA 4: RECURSOS HÍDRICOS | Recursos naturales, potenciales y disponibles. Fuentes de Información. Unidades de Gestión. Captaciones. Potabilización. Depuración. Reutilización. Desalación. Trasvases. Usos y Demandas. Economía del agua. |
| TEMA 5: HIDROQUÍMICA      | Composición de las aguas. Redes de medida. Muestreo y Análisis. Representación de datos. Estado y Calidad de las aguas. Procesos Contaminantes. Modelización hidroquímica: WATEQ4F                             |

## Planificación

|                                   | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|-----------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Lección magistral                 | 14             | 10                   | 24            |
| Resolución de problemas           | 20             | 40                   | 60            |
| Estudio de casos                  | 10             | 10                   | 20            |
| Salidas de estudio                | 4              | 0                    | 4             |
| Examen de preguntas de desarrollo | 4              | 0                    | 4             |
| Estudio de casos                  | 0              | 22                   | 22            |
| Observación sistemática           | 0              | 16                   | 16            |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

## Metodologías

|                         | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral       | Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio o proyecto a desarrollar por el estudiante.                                                                                                                                                                                                                            |
| Resolución de problemas | Actividad en la que se formulan problema y/o ejercicios relacionados con la asignatura. El alumno debe desarrollar las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se suele utilizar como complemento de la lección magistral. |
| Estudio de casos        | Análisis de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y entrenarse en procedimientos alternativos de solución                                                                                                                                                               |
| Salidas de estudio      | Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio. Se desarrollan en espacios no académicos exteriores. Entre ellas se pueden citar prácticas de campo, visitas a eventos, centros de investigación, empresas, instituciones... de interés académico-profesional para el alumno.          |

**Atención personalizada**

| Metodologías            | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral       | Tiempo dedicado a atender las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de faitc) |
| Resolución de problemas | Tiempo dedicado a atender las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de faitc) |
| Estudio de casos        | Tiempo dedicado a atender las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de faitc) |
| Salidas de estudio      | Tiempo dedicado a atender las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de faitc) |

**Evaluación**

|                                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |                       |                  |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|-----------------------|------------------|
| Examen de preguntas de desarrollo | Examen en el que el alumno debe solucionar una serie de cuestiones, problemas y/o ejercicios en un tiempo/condiciones establecido/as por el profesor. De esta manera, el alumno debe aplicar los conocimientos que ha adquirido.<br><br>Los resultados del aprendizaje son:<br>- Proporcionar las bases para la caracterización y explotación de los distintos tipos de recursos hidrogeológicos.<br>- Conocer los parámetros que definen la calidad y composición química del agua subterránea<br>- Conocer los principios de funcionamiento de las tecnologías para el tratamiento de aguas<br>- Integrar los aspectos medioambientales de acuerdo con la legislación actual, así como profundizar en las nuevas tendencias de la gestión de los recursos hídricos y la gobernanza del agua. | 50           | A1<br>A2                              | C1<br>C6<br>C7<br>C15 | D9<br>D10<br>D12 |
| Estudio de casos                  | Ejercicios en los que se plantea una situación o problemática ya dada o que puede darse, partiendo de los diferentes factores involucrados, el análisis de los antecedentes, condiciones, de la situación, etc.<br><br>Los resultados del aprendizaje son:<br>- Proporcionar las bases para la caracterización y explotación de los distintos tipos de recursos hidrogeológicos.<br>- Conocer los parámetros que definen la calidad y composición química del agua subterránea<br>- Conocer los principios de funcionamiento de las tecnologías para el tratamiento de aguas<br>- Integrar los aspectos medioambientales de acuerdo con la legislación actual, así como profundizar en las nuevas tendencias de la gestión de los recursos hídricos y la gobernanza del agua.                  | 40           | A1<br>A2                              | C1<br>C6<br>C7<br>C15 | D9<br>D10<br>D12 |
| Observación sistemática           | Técnicas destinadas a recopilar datos sobre la participación del alumno, basados en un listado de conductas o criterios operativos que facilite la obtención de datos cuantificables.<br>Los resultados del aprendizaje son:<br>- Dominar la terminología del ámbito de la tecnología del agua.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 10           |                                       | C1<br>C6              | D10              |

**Otros comentarios sobre la Evaluación**

Convocatoria extraordinaria de Julio:

Para poder presentarse a cualquiera de las convocatorias es imprescindible entregar los ejercicios, memorias, informes

.... de las prácticas.

Para aquellos alumnos que no se han presentado a la convocatoria ordinaria la evaluación será como aquella.

Para aquellos alumnos que se presentaron y no han superado la convocatoria ordinaria, deberán realizar las Pruebas de respuesta larga, de desarrollo, que será el 100% de la nota.

La validez de los ejercicios, memorias, informes de las prácticas es de un año académico.

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

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

---

### **Fuentes de información**

#### **Bibliografía Básica**

Custodio y Llamas, **Hidrología Subterránea**, Omega, 1996

Ministerio de Medio Ambiente, **Libro blanco del agua en España**, Ministerio de Medio Ambiente, 2000

Directiva 2000/60/CE, **Directiva Marco del Agua**, Comunidad Europea, 2000

RD 1/2001 de 20 de Julio, **Ley de Aguas**, BOE, 2001

#### **Bibliografía Complementaria**

---

### **Recomendaciones**

| <b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |       |              |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| <b>Ingeniería de Explosivos</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |       |              |
| Asignatura                      | Ingeniería de Explosivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |       |              |
| Código                          | V09M148V01203                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |       |              |
| Titulación                      | Máster Universitario en Ingeniería de Minas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |       |              |
| Descriptores                    | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                                 | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | OB         | 1     | 2c           |
| Lengua Impartición              | Castellano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |       |              |
| Departamento                    | Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |       |              |
| Coordinador/a                   | Martínez Torres, Carlos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |       |              |
| Profesorado                     | Martínez Torres, Carlos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |       |              |
| Correo-e                        | karlosmt@hotmail.com                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |       |              |
| Web                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |       |              |
| Descripción general             | <p>En esta materia se pretende que el alumno adquiera los conocimientos y destrezas necesarias para llevar a cabo el diseño y dirección de voladuras, tanto en el ámbito minero como en el de las obras públicas. Para ello los conocimientos a adquirir en esta materia se van a centrar en comprender y aplicar la teoría general de voladuras. Comprender la interrelación entre las diferentes componentes del coste de fragmentación por voladura y su influencia en el diseño de voladuras. Comprender la importancia del control de vibraciones, su origen, las magnitudes y el daño que pueden ocasionar en las estructuras. Llevar a cabo el diseñar voladuras con control de vibraciones, con control de daños en el macizo, voladuras subacuáticas así como otras técnicas menos habituales. Conocer la legislación en materia de seguridad en pirotecnia y conocer los fundamentos de la fabricación de explosivos así como la reglamentación al respecto. Estas nociones tanto teóricas como prácticas, deben permitir al alumno poder afrontar el diseño de cualquier tipo de voladura que se encuentre a lo largo de su carrera profesional, además de otorgarle una serie de conocimientos que le permitan resolver de forma satisfactoria cualquier problema real relacionado con el mismo, al ser capaz de entender que variables de diseño tienen una influencia significativa en los resultados.</p> |            |       |              |

| <b>Competencias</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| A5                  | Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| B2                  | Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una planta o instalación, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su desarrollo, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente. |
| B3                  | Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Minas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| C9                  | Competencia Específica CE9. Capacidad para proyectar, gestionar y dirigir la fabricación, transporte, almacenamiento, manipulación y uso de explosivos y pirotecnia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| D5                  | Competencia Transversal CT5. Ser capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| D8                  | Competencia Transversal CT8. Entender la trascendencia de los aspectos relacionados con la seguridad y saber transmitir esta sensibilidad a las personas de su entorno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

| <b>Resultados de aprendizaje</b>                                                                                                                |                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Resultados previstos en la materia                                                                                                              | Resultados de Formación y Aprendizaje |
| Comprender y aplicar la teoría general de voladuras                                                                                             | A5<br>B2<br>B3<br>C9<br>D8            |
| Comprender la interrelación entre las diferentes componentes del coste de fragmentación por voladura y su influencia en el diseño de voladuras. | B2<br>C9                              |
| Comprender la importancia del control de vibraciones, su origen, las magnitudes y el daño que pueden ocasionar en las estructuras.              | B2<br>B3<br>C9<br>D5<br>D8            |

|                                                                                                                                                   |                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Diseñar voladuras con control de vibraciones, con control de daños en el macizo, voladuras subacuáticas así como otras técnicas menos habituales. | A5<br>B2<br>B3<br>C9<br>D5<br>D8 |
| Conocer la legislación en materia de seguridad en pirotecnia.                                                                                     | A5<br>B3<br>C9<br>D5<br>D8       |
| Conocer los fundamentos de la fabricación de explosivos así como la reglamentación a su respecto.                                                 | A5<br>B3<br>C9<br>D8             |

## Contenidos

| Tema                                                         |                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Introducción a los explosivos y su fabricación               | Tipos de explosivos<br>Fabricación                                                                                                                                                                     |
| Diseño de voladuras en banco a cielo abierto                 | Teoría de Langefors<br>Variables geométricas que afectan al diseño<br>Esquemas de perforación<br>Secuenciación de encendido y tiempos de retardo<br>Selección del explosivo                            |
| Voladuras de contorno                                        | Objetivos<br>Fundamentos y principios de diseño<br>Técnicas de contorno<br>Explosivos utilizados                                                                                                       |
| Voladuras en túnel                                           | Introducción<br>Tipos de cueles<br>Parámetros de diseño<br>Secuencia de iniciación                                                                                                                     |
| Análisis y mitigación de los efectos indeseados en voladuras | Proyecciones<br>Vibraciones<br>Onda aérea                                                                                                                                                              |
| Los costes de fragmentación                                  | Análisis de la fragmentación obtenida<br>Coste de perforación<br>Coste de la operación de carga<br>Coste de los explosivos y accesorios<br>Coste de taqueo<br>Coste de carga, transporte y trituración |
| Voladuras subacuáticas                                       | Introducción<br>Métodos de ejecución<br>Parámetros de diseño<br>Tipos de explosivos                                                                                                                    |
| Voladuras de interior                                        | Subniveles con barrenos largos<br>Subniveles con barrenos en abanico<br>Voladuras en cráter. Teoría de Livingston<br>Chimeneas y pozos                                                                 |
| Demoliciones                                                 | Introducción<br>Tipos de demoliciones<br>Parámetros de diseño<br>Explosivos utilizados                                                                                                                 |
| Otras voladuras                                              | Zanjas<br>Voladuras de máximo desplazamiento<br>Voladuras para producción de escollera<br>Voladuras secundarias                                                                                        |
| Pirotecnia                                                   | Reglamento de artículos pirotécnicos y cartuchería (R.D. 563/2010)                                                                                                                                     |

## Planificación

|                                   | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|-----------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Lección magistral                 | 24             | 20                   | 44            |
| Resolución de problemas           | 8              | 20                   | 28            |
| Prácticas en aulas de informática | 4              | 0                    | 4             |
| Salidas de estudio                | 4              | 0                    | 4             |
| Presentación                      | 4              | 0                    | 4             |

|                                   |   |    |    |
|-----------------------------------|---|----|----|
| Seminario                         | 4 | 0  | 4  |
| Práctica de laboratorio           | 0 | 30 | 30 |
| Examen de preguntas de desarrollo | 2 | 0  | 2  |
| Trabajo                           | 0 | 30 | 30 |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

| Metodologías                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Lección magistral                 | Exposición de los contenidos de la materia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Resolución de problemas           | Formulación, análisis y resolución de problemas relacionados con los contenidos desarrollados a lo largo de la materia. Estos se tendrán en cuenta en la nota final.                                                                                                                                                                                                    |
| Prácticas en aulas de informática | Resolución de problemas de diseño de voladuras mediante el empleo de hojas de cálculo, así como de programas informáticos destinados a tal fin.                                                                                                                                                                                                                         |
| Salidas de estudio                | Salidas de campo a una o dos explotaciones mineras en las cuales los alumnos podrán observar cómo se aplican todos los conocimientos adquiridos a la hora de diseñar y llevar a cabo una voladura real. Se realizará posteriormente en clase un cuestionario sobre lo visto en las salidas de campo que se podrá tener en cuenta a la hora de determinar la nota final. |
| Presentación                      | Presentación oral por parte de los alumnos de trabajos propuestos por el profesor, en los que se analizarán distintos tipos de diseños de voladuras, diferentes usos de los explosivos, así como cualquier otro tema que tenga relación directa con la asignatura. La puntuación de los trabajos se tendrá en cuenta en la nota final.                                  |
| Seminario                         | Tiempo destinado a resolver las dudas del alumnado, con el objeto de guiar su proceso de aprendizaje y asegurar la comprensión de los contenidos.                                                                                                                                                                                                                       |

| Atención personalizada            |                                                                                                         |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodologías                      | Descripción                                                                                             |
| Prácticas en aulas de informática | El profesor asesorará sobre la implementación de la resolución de los ejercicios en una hoja de cálculo |
| Resolución de problemas           | El profesor resolverá las dudas que surjan sobre la resolución de ejercicios                            |
| Seminario                         | El profesor resolverá las dudas sobre los contenidos teóricos-prácticos de la asignatura                |

| Evaluación                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                                       |          |    |          |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|----------|----|----------|
|                                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |          |    |          |
| Práctica de laboratorio           | Resolución de ejercicios que el alumno deberá ir realizando a lo largo de la asignatura.<br>Mediante esta metodología se evaluarán los siguientes resultados de aprendizaje:<br>- Comprender y aplicar la teoría general de voladuras.<br>- Comprender la interrelación entre las diferentes componentes del coste de fragmentación por voladura y su influencia en el diseño de voladuras.<br>- Diseñar voladuras con control de vibraciones, con control de daños en el macizo, voladuras subacuáticas así como otras técnicas menos habituales.                                                                                                                                                             | 15           |                                       | B2<br>B3 | C9 |          |
| Examen de preguntas de desarrollo | Examen escrito consistente en una parte teórica y una práctica. La parte teórica estará compuesta de preguntas de respuesta corta y de un pequeño cuestionario tipo test. La parte práctica consistirá en la resolución de uno o dos ejercicios en los cuales el alumno deberá demostrar que posee las capacidades y conocimientos necesarios para poder diseñar una voladura de manera autosuficiente. Cada una de las partes del examen evalúa un 35%, debiendo superar el alumno ambas partes para poder superar la asignatura. Esta metodología comprende la evaluación de todos los resultados de aprendizaje contemplados en esta asignatura.                                                            | 70           |                                       | B2<br>B3 | C9 | D5<br>D8 |
| Trabajo                           | Defensa durante 20 minutos de un trabajo relacionado con la materia y que haya sido previamente acordado con el profesor.<br>Esta metodología evaluará los siguientes resultados de aprendizaje:<br>- Comprender y aplicar la teoría general de voladuras.<br>- Comprender la interrelación entre las diferentes componentes del coste de fragmentación por voladura y su influencia en el diseño de voladuras.<br>- Comprender la importancia del control de vibraciones, su origen, las magnitudes y el daño que pueden ocasionar en las estructuras.<br>- Diseñar voladuras con control de vibraciones, con control de daños en el macizo, voladuras subacuáticas así como otras técnicas menos habituales. | 15           | A5<br>B3                              | B2<br>B3 | C9 | D5<br>D8 |

---

## Otros comentarios sobre la Evaluación

---

En la primera convocatoria, es necesario realizar y entregar los trabajos propuestos durante el curso. En esta convocatoria, la nota final será la suma de la nota alcanzada en el examen (hasta un 70%) y la nota alcanzada en el resto de complementos (participación y trabajos entregados, hasta un 30%).

En convocatorias posteriores del mismo curso, la nota del examen supondrá el 100% de la nota final.

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

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

---

---

## Fuentes de información

---

### Bibliografía Básica

---

International Society of Explosives Engineers, **Blasters' Handbook**, 17th, 1998

Hustrulid, W., **Blasting principles for open pit mining. Vol 1. General Design Concepts**, A.A. BALKEMA. Rotterdam, Netherlands., 1999

Olofsson, S., **Applied explosives technology for construction and mining**, Applex A B. Årila, Sweden, 2002

EXSA S.A., **Manual práctico de voladura**, EXSA. Lima, Perú, 2001

López Jimeno, C., López Jimeno, E. y García Bermúdez, P., **Manual de perforación y voladuras de rocas**, Carlos López Jimeno. Madrid, España, 2003

Carlos López Jimeno, Emilio López Jimeno, Pilar García Bermúdez, **Manual de voladuras en túneles**, Carlos López Jimeno. Madrid, España, 2010

Esteban Langa Fuentes, **Demoliciones por voladura**, Fueyo, 2011

---

### Bibliografía Complementaria

---

Reglamento de artículos pirotécnicos y cartuchería, **(R.D. 563/2010)**, 2010

Zong-Xian Zhang, **Rock fracture and blasting: Theory and applications**, Butterworth-Heinemann, 2016

---

---

## Recomendaciones

---

---

### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

---

Explosivos y Voladuras/V09M148V01104

---

| <b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b> |                                                                                                                                                                          |            |       |              |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| <b>Ingeniería Minera</b>     |                                                                                                                                                                          |            |       |              |
| Asignatura                   | Ingeniería Minera                                                                                                                                                        |            |       |              |
| Código                       | V09M148V01204                                                                                                                                                            |            |       |              |
| Titulación                   | Máster Universitario en Ingeniería de Minas                                                                                                                              |            |       |              |
| Descriptores                 | Creditos ECTS                                                                                                                                                            | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                              | 6                                                                                                                                                                        | OB         | 1     | 2c           |
| Lengua Impartición           | Castellano                                                                                                                                                               |            |       |              |
| Departamento                 | Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente                                                                                                                    |            |       |              |
| Coordinador/a                | Alonso Prieto, Elena Mercedes                                                                                                                                            |            |       |              |
| Profesorado                  | Alonso Prieto, Elena Mercedes<br>Delgado Marzo, Fernando                                                                                                                 |            |       |              |
| Correo-e                     | ealonso@uvigo.es                                                                                                                                                         |            |       |              |
| Web                          | http://Plataforma TEM@                                                                                                                                                   |            |       |              |
| Descripción general          | El objetivo de esta materia es formar a los estudiantes en el dimensionado de determinados servicios mineros y en las tareas de planificación de una explotación minera. |            |       |              |

| <b>Competencias</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| A2                  | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| A3                  | Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.                                                                                                                                                                                                                                                   |
| A5                  | Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| B2                  | Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una planta o instalación, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su desarrollo, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente. |
| B3                  | Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Minas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| C2                  | Competencia Específica CE2. Conocimiento adecuado de la tecnología de explotación de recursos minerales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| C5                  | Competencia Específica CE5. Capacidad para proyectar y ejecutar instalaciones de transporte, distribución y almacenamiento de sólidos, líquidos y gases.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| C6                  | Competencia Específica CE6. Capacidad para proyectar y ejecutar tratamientos de aguas y gestión de residuos (urbanos, industriales o peligrosos).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| C7                  | Competencia Específica CE7. Capacidad para evaluar y gestionar ambientalmente proyectos, plantas o instalaciones.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| C12                 | Competencia Específica CE12. Capacidad para planificar, proyectar, inspeccionar y dirigir explotaciones de yacimientos y otros recursos geológicos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| D1                  | Competencia Transversal CT1. Saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso.                                                                                                                                                                                          |
| D3                  | Competencia Transversal CT3. Saber transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan.                                                                                                                                                                                                                                                      |
| D6                  | Competencia Transversal CT6. Concebir la Ingeniería de Minas en un marco de desarrollo sostenible.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| D10                 | Competencia Transversal CT10. Aplicar la legislación vigente del sector, identificar los elementos clave del entorno social y empresarial del sector y relacionarse con la administración competente integrando este conocimiento en la elaboración de proyectos de ingeniería y en el desarrollo de cualquiera de los aspectos de su labor profesional.                                                                                                                                                                                                    |

| <b>Resultados de aprendizaje</b>   |                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| Resultados previstos en la materia | Resultados de Formación y Aprendizaje |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                |                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Identificar los principios básicos de la sostenibilidad en la actividad de las explotaciones mineras e integrar estos principios en el diseño de soluciones tecnológicas. Identificar las responsabilidades del ingeniero de minas en la elaboración de los planes de labores. | A5<br>B3<br>C7<br>D6<br>D10 |
| Conocer los métodos de explotación especiales y la tecnología y equipamiento asociados                                                                                                                                                                                         | C2                          |
| Seleccionar el método de explotación más idóneo                                                                                                                                                                                                                                | A3<br>C2                    |
| Planificar la explotación de las explotaciones mineras manejando los parámetros de explotación convencionales                                                                                                                                                                  | B2<br>C2<br>D1<br>D3        |
| Dimensionar determinados servicios mineros empleando software específico                                                                                                                                                                                                       | A2<br>C5<br>C12             |
| Seleccionar emplazamientos, cubicar volumetrías y elaborar planes de ejecución en obras de almacenaje de residuos mineros.                                                                                                                                                     | C6<br>C7                    |

## Contenidos

| Tema                                                                   |                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Planificación minera                                                   | Aspectos básicos de la planificación minera<br>Planificación a largo, medio y corto plazo                                                                    |
| Gestión de estériles en minaría                                        | Gestión de estériles en minería subterránea y a cielo abierto: caracterización, vertido, emplazamiento, impacto ambiental.<br>Tratamiento de aguas de minas. |
| Métodos de explotación especiales                                      | Métodos de explotación no convencionales: descripción del método, campo de aplicación, ventajas y limitaciones                                               |
| Selección de métodos de explotación.                                   | Clasificación de los métodos de explotación.<br>Criterios de selección de métodos de explotación                                                             |
| *Dimensionado de servicios mineros mediante uso de software específico | La planificación minera mediante el empleo de software específico.<br>Diseño y elaboración de planos y planes de labores.                                    |

## Planificación

|                                   | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|-----------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Resolución de problemas           | 15             | 30                   | 45            |
| Prácticas en aulas de informática | 5              | 0                    | 5             |
| Aprendizaje basado en problemas   | 8              | 15                   | 23            |
| Lección magistral                 | 20             | 30                   | 50            |
| Examen de preguntas de desarrollo | 2              | 0                    | 2             |
| Resolución de problemas           | 0              | 13                   | 13            |
| Trabajo                           | 2              | 10                   | 12            |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

## Metodologías

|                                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resolución de problemas           | Actividad en la que se formulan problema y/o ejercicios relacionados con la materia. El alumno debe desarrollar las soluciones idóneas o correctas mediante el ejercicio de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se suele emplear como complemento de la lección magistral. |
| Prácticas en aulas de informática | Aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales desenvueltas en aulas de informática.                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Aprendizaje basado en problemas   | Enseñanza basada en proyectos de aprendizaje: Método en el que los estudiantes llevan a cabo a realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades                                                                                                                                  |
| Lección magistral                 | Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio o proyecto a desarrollar por el estudiante                                                                                                                                                                                                                    |

## Atención personalizada

| Metodologías            | Descripción                                                                                                                               |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral       | Se atenderán las dudas y cuestiones planteadas por los estudiantes durante el desarrollo de la sesión magistral y en horario de tutorías. |
| Resolución de problemas | Se atenderán las dudas y cuestiones planteadas por los estudiantes en horario de tutorías.                                                |

| <b>Evaluación</b>               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |                                       |           |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|-----------|
|                                 | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |           |
| Resolución de problemas         | Evaluación de ejercicios. A lo largo del curso, una vez expuestas y desarrolladas en el aula las herramientas necesarias para abordar la resolución de ejercicios, se propondrá un conjunto de ejercicios para resolución autónoma y presencial por parte del estudiante. La puntuación máxima es de 3 puntos. Se requiere una puntuación mínima de 1,2 puntos en este epígrafe. Los resultados de aprendizaje que se evalúan son: Identificar las responsabilidades del ingeniero de minas en la elaboración de los planes de labores. Seleccionar el método de explotación más idóneo. Planificar la explotación de las explotaciones mineras manejando los parámetros de explotación convencionales. Dimensionar determinados servicios mineros empleando software específico. Seleccionar emplazamientos, cubicar volumetrías y elaborar planes de ejecución en obras de almacenaje de residuos mineros.                                                 | 30           | C2<br>C5<br>C6<br>C7<br>C12           | D10       |
| Aprendizaje basado en problemas | A lo largo del curso se formulará la realización de trabajos individuales y/o en grupo. En el caso de hacer el trabajo en grupo a calificación se realizará por grupo. La puntuación máxima correspondiente a este epígrafe es 4 puntos. La puntuación mínima requerida en este epígrafe es 1,6 puntos. Los resultados de aprendizaje que se evalúan son: Identificar los principios básicos de la sostenibilidad en la actividad de las explotaciones mineras e integrar estos principios en el diseño de soluciones tecnológicas. Identificar las responsabilidades del ingeniero de minas en la elaboración de los planes de labores. Planificar la explotación de las explotaciones mineras manejando los parámetros de explotación convencionales. Dimensionar determinados servicios mineros empleando software específico. Seleccionar emplazamientos, cubicar volumetrías y elaborar planes de ejecución en obras de almacenaje de residuos mineros. | 40           | A2 B2<br>A3 B3<br>A5                  | D3<br>D6  |
| Lección magistral               | Evaluación de una prueba escrita sobre los contenidos desenvueltos en la sesión magistral. La puntuación máxima de la prueba es 3 puntos. Se requiere una puntuación mínima de 1,2 puntos en este epígrafe. Los resultados de aprendizaje que se evalúan son: Identificar los principios básicos de la sostenibilidad en la actividad de las explotaciones mineras e integrar estos principios en el diseño de soluciones tecnológicas. Identificar las responsabilidades del ingeniero de minas en la elaboración de los planes de labores. Conocer los métodos de explotación especiales y la tecnología y equipos asociados. Seleccionar emplazamientos, cubicar volumetrías y elaborar planes de ejecución en obras de almacenaje de residuos mineros.                                                                                                                                                                                                   | 30           | A5 B3 C2                              | D1<br>D10 |

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Para superar la materia es necesario obtener una puntuación mínima de 5 puntos sobre un máximo de 10 puntos.

Para sumar las calificaciones obtenidas en cada uno de los sistemas de evaluación, es necesario alcanzar la puntuación mínima en cada uno de ellos.

Para la evaluación de la segunda convocatoria se empleará el mismo criterio de evaluación, pero la propuesta de ejercicios, trabajos y la prueba escrita serán diferentes a las formuladas para la primera convocatoria, salvo que se tenga alcanzada la puntuación mínima en el epígrafe correspondiente.

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

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

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

Varios, **Surface Mining. Methods, technologies and systems**, 2013

Ayala Carcedo, F., **Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería**, 5ª, IGME, 2004

Varios, **Manual de arranque, carga y transporte en minería a cielo abierto**, IGME, 1994

C. Bise, **Mining Engineering Analysis**, 2ª, SME, 2003

María B. Díaz Aguado, **Carga, transporte y extracción en minería subterránea**, SEPTEM, 2006

Hustrulid, W. A., **Open pit mine planning and design**, CRC Press, 2013

#### Bibliografía Complementaria

Varios, **Manual de evaluación técnica económica de proyectos mineros de inversión**, IGME, 1997

---

**Recomendaciones**

---

**Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

---

Concentración de Minerales/V09M148V01101

Explosivos y Voladuras/V09M148V01104

Explotación Sostenible de Recursos Mineros/V09M148V01102

Modelización y Evaluación de Recursos Mineros/V09M148V01110

---

| <b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |       |              |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------|
| <b>Matemáticas Avanzadas</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |       |              |
| Asignatura                   | Matemáticas Avanzadas                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |       |              |
| Código                       | V09M148V01205                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |       |              |
| Titulación                   | Máster Universitario en Ingeniería de Minas                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |       |              |
| Descriptores                 | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
|                              | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | OB         | 1     | 2c           |
| Lengua Impartición           | Castellano                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |       |              |
| Departamento                 | Matemática aplicada II                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |       |              |
| Coordinador/a                | García Lomba, Guillermo                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |       |              |
| Profesorado                  | Fernández Manin, Generosa<br>García Lomba, Guillermo                                                                                                                                                                                                                                                            |            |       |              |
| Correo-e                     | guille@dma.uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |       |              |
| Web                          | http://faitic.uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |       |              |
| Descripción general          | Esta asignatura sirve de base a las materias de simulación numérica aplicada en fluidos, sólidos, geotecnia y procesos químicos. El objetivo que se persigue con esta asignatura es que el alumno adquiera el dominio necesario para abordar y resolver problemas matemáticos avanzados en Ingeniería de Minas. |            |       |              |

| <b>Competencias</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| A1                  | Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| A2                  | Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| B7                  | Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, carboquímica, petroquímica y geotecnia.                                                                                                                                                                                                                                                       |
| C19                 | Competencia específica CA1. Capacidad para abordar y resolver problemas matemáticos avanzados de ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos analíticos y numéricos avanzados de cálculo, proyecto, planificación y gestión, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos, en el contexto de la Ingeniería de Minas. |
| C20                 | Competencia Específica CA2. Conocimiento adecuado de aspectos científicos y tecnológicos de mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, geotecnia, carboquímica y petroquímica                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| D4                  | Competencia Transversal CT4. Desarrollar la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento.                                                                                                                                                                                                              |
| D11                 | Competencia Transversal CT11. Adquirir conocimientos avanzados y demostrar, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.                                                                                                                                                                                                 |
| D12                 | Competencia Transversal CT12. Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de aspectos teóricos y prácticos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.                                                                                                                                  |

| <b>Resultados de aprendizaje</b>                                                                                                            |                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Resultados previstos en la materia                                                                                                          | Resultados de Formación y Aprendizaje |
| Adquirir el dominio necesario para abordar y resolver problemas matemáticos avanzados en Ingeniería de Minas.                               | A1<br>A2<br>C19<br>C20<br>D11<br>D12  |
| Comprender los fundamentos básicos de la teoría de ecuaciones en derivadas parciales en el contexto del modelado analítico de los procesos. | B7<br>C19<br>C20<br>D12               |

Manejar las técnicas elementales de resolución numérica de ecuaciones en derivadas parciales con vistas a la simulación.

C19  
C20  
D4  
D11

## Contenidos

| Tema                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Conocimientos básicos de ecuaciones en derivadas parciales                                                                                                                                        | Clasificación de las ecuaciones usando modelos matemáticos de ejemplos de aplicación en las distintas áreas que continúan esta materia. Tipos de condiciones de contorno y de condiciones iniciales.                              |
| Resolución numérica de EDP: método de diferencias finitas. Conceptos genéricos del método de elementos finitos. Introducción a otros métodos numéricos: volúmenes finitos, elementos de contorno. | Esquemas de discretización espacial: diferencias finitas, elementos finitos, volúmenes finitos.<br>Esquemas de integración temporal.<br>Temas auxiliares: resolución de sistemas lineales y no lineales, integración numérica,... |
| Resolución numérica de problemas aplicados a Ingeniería de Minas usando COMSOL-Multiphysics.                                                                                                      | Ejemplos en el marco de las aplicaciones en fluidos, sólidos, carboquímica y geotecnia.                                                                                                                                           |

## Planificación

|                                   | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
|-----------------------------------|----------------|----------------------|---------------|
| Prácticas en aulas de informática | 20             | 24                   | 44            |
| Lección magistral                 | 19             | 36                   | 55            |
| Resolución de problemas           | 5              | 10                   | 15            |
| Estudio de casos                  | 4              | 4                    | 8             |
| Examen de preguntas de desarrollo | 3              | 13                   | 16            |
| Práctica de laboratorio           | 0              | 12                   | 12            |

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

## Metodologías

|                                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prácticas en aulas de informática | Resolución de modelos matemáticos de casos sencillos en el marco de su aplicación en fluidos, sólidos, carboquímica y geotecnia con COMSOL Multiphysics. Con esta metodología se trabajan las competencias CB2, CE20, CT4 y CT11. |
| Lección magistral                 | Explicación de los métodos numéricos a utilizar y de los conceptos matemáticos necesarios para la resolución y comprensión de los mismos. Con esta metodología se trabajan las competencias CB1, CG7 y CE20.                      |
| Resolución de problemas           | Resolución en clase, y de forma autónoma por parte del alumno, de ejercicios sobre los métodos numéricos. Con esta metodología se trabajan las competencias CB2, CG7, CE19, CE20, CT11 y CT12.                                    |
| Estudio de casos                  | Descripción desde el punto de vista teórico de los ejemplos a resolver en las prácticas en aula informática. Con esta metodología se trabajan las competencias CB1, CB2, CG7, CE19, CE20, CT4, CT11 y CT12.                       |

## Atención personalizada

| Metodologías                      | Descripción                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección magistral                 | Se ofrece a los alumnos la posibilidad de recibir atención personalizada en el horario de tutorías, por correo electrónico o a través de los foros de la página de la asignatura. |
| Prácticas en aulas de informática | Se ofrece a los alumnos la posibilidad de recibir atención personalizada en el horario de tutorías, por correo electrónico o a través de los foros de la página de la asignatura. |
| Resolución de problemas           | Se ofrece a los alumnos la posibilidad de que los ejercicios que resuelven de forma autónoma les sean supervisados.                                                               |

## Evaluación

| Descripción | Calificación | Resultados de Formación y Aprendizaje |
|-------------|--------------|---------------------------------------|
|             |              |                                       |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                            |    |                       |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------|
| Examen de preguntas de desarrollo | En torno a la mitad del cuatrimestre se hará en el aula, en el horario de clase, una prueba que consistirá en cuestiones y la resolución de un ejercicio sobre los contenidos impartidos hasta ese momento. Esta prueba puntuará 2 puntos. | 50 | A1 B7 C19 D11 C20 D12 |
|                                   | En la fecha y lugar señalada por la comisión académica del máster para la evaluación final se hará otra prueba similar a la anterior y puntuará 3 puntos.                                                                                  |    |                       |
|                                   | Con estas pruebas se evalúan los siguientes resultados de aprendizaje:                                                                                                                                                                     |    |                       |
|                                   | - Adquirir el dominio necesario para abordar y resolver problemas matemáticos avanzados en Ingeniería de Minas.                                                                                                                            |    |                       |
|                                   | - Comprender los fundamentos básicos de la teoría de ecuaciones en derivadas parciales en el contexto del modelado analítico de los procesos.                                                                                              |    |                       |
| Práctica de laboratorio           | Se resolverán en el laboratorio, a lo largo del cuatrimestre, 4 casos concretos planteados en teoría, y que incluirán el análisis de resultados. Cada uno de los casos puntuará 1.25 puntos.                                               | 50 | A2 C20 D4 D11         |
|                                   | Con estas pruebas se evalúan los siguientes resultados de aprendizaje:                                                                                                                                                                     |    |                       |
|                                   | - Adquirir el dominio necesario para abordar y resolver problemas matemáticos avanzados en Ingeniería de Minas.                                                                                                                            |    |                       |
|                                   | - Manejar las técnicas elementales de resolución numérica de ecuaciones en derivadas parciales con vistas a la simulación.                                                                                                                 |    |                       |

### Otros comentarios sobre la Evaluación

En la segunda oportunidad de evaluación el alumno que haya seguido la evaluación continua (EC) podrá mantener la puntuación obtenida en las pruebas de evaluación del cuatrimestre (casos concretos resueltos y prueba de mitad del cuatrimestre) repitiendo la última prueba o podrá optar por el sistema de evaluación final.

Sistema de evaluación final: si por razones excepcionales el alumno no ha podido seguir la EC tendrá derecho a un único examen sobre todos los contenidos de la asignatura, tanto teóricos como prácticos, con el que se evaluarán todos los resultados de aprendizaje de la asignatura. Este examen será sin la ayuda de apuntes o material auxiliar.

Calendario de exámenes. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

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

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

Johnson, C., **Numerical solution of partial differential equations by the Finite Element Method**, Dover Publications, 2009

Reddy, J.N., **An introduction to the Finite Element Method**, 2nd / 3rd ed., Mc Graw Hill, 1993 / 2006

Fernández Manín, G. - García, G., **Matemáticas Avanzadas. Notas de la asignatura**, 2017

#### Bibliografía Complementaria

Eriksson, K. - Estep, D. - Hansbo, P. - Johnson, C., **Computational differential equations**, Cambridge Univ. Press, 1996

LeVeque, R.J., **Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations: Steady State and Time Dependent Problems**, SIAM, 2007

Strickwerda, J.C., **Finite Difference Schemes and Partial Differential Equations**, 2nd ed., SIAM, 2004

### Recomendaciones