

## **Grado en Geología**

### **26423 - Recursos minerales y energéticos**

**Guía docente para el curso 2015 - 2016**

**Curso: , Semestre: , Créditos: 7.0**

---

## **Información básica**

---

### **Profesores**

- **María Isabel Fanlo González** fanlo@unizar.es
- **Ignacio Ernesto Subías Pérez** isubias@unizar.es
- **Alfonso Yuste Oliete** alfon@unizar.es

### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

Esta asignatura es una disciplina de síntesis, por lo que para el adecuado seguimiento de esta asignatura, es necesario que el alumno tenga los conocimientos previos adquiridos en las asignaturas que componen el módulo “Fundamentos de Geología”. Por ello, los alumnos habrán cursado asignaturas que les permiten tener una visión global de la estructura de la Tierra y de los procesos que tienen lugar en ella, incluyendo aquellos que dan lugar a la formación de los tipos más abundantes de rocas. Asimismo, se habrán familiarizado con los contenidos básicos referidos a la estructura, composición, clasificación, propiedades físicas y ambiente de formación de las principales clases minerales que se encuentran en la Tierra, incluyendo aquellos de los que se extrae un rendimiento económico. Además, sabrán elaborar e interpretar mapas geológicos.

### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

#### **Horarios**

Teoría: *según horario establecido por la Facultad de Ciencias.*

Prácticas: *según horario establecido por la Facultad de Ciencias.*

#### **Fechas e hitos clave**

*Inicio y fin de clases: según calendario académico establecido por la Facultad de Ciencias*

*Prácticas de campo: según calendario establecido por la Comisión de Garantía de Calidad del Grado en Geología.*

Se realizará una prueba global en las fechas programadas por la Facultad de Ciencias para tal fin, tanto en 1<sup>a</sup> como en 2<sup>a</sup> convocatoria.

## **Inicio**

---

### **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Identificar y describir adecuadamente la morfología, mineralogía y deformación de los depósitos minerales.
- 2:** Identificar y describir las posibles alteraciones hidrotermales y los procesos de cambio mineralógico ligados a los procesos superficiales.
- 3:** Discutir los datos geoquímicos, la geología regional y los esquemas de clasificación.
- 4:** Discutir la influencia de la mineralogía y la Geología Económica en la elección de objetivos (targets) de exploración.
- 5:** Utilizar, a nivel de principiante, software minero.
- 6:** Aplicar los conocimientos adquiridos en contextos de exploración y prospección de yacimientos minerales.

## **Introducción**

### **Breve presentación de la asignatura**

“Recursos minerales y energéticos” forma parte del módulo “Geología aplicada” que contiene materias de carácter obligatorio y optativo relacionadas con los aspectos más prácticos de la Geología y más directamente relacionados con el ejercicio de la profesión. Las materias de este módulo están distribuidas en el segundo cuatrimestre del 2º curso y en los cursos 3º y 4º.



# Recursos Minerales y Energéticos



**Origen, usos e impacto ambiental**

## Contexto y competencias

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

La materia “Recursos minerales y energéticos” tiene como objetivos proporcionar al alumno los conocimientos y herramientas para que pueda afrontar en su vida profesional la resolución de problemas relacionados con el estudio, exploración y evaluación de yacimientos minerales, así como, conocer los problemas principales relacionados con el impacto ambiental de las explotaciones mineras.

### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura “Recursos minerales y energéticos” es una asignatura obligatoria que se imparte en el Grado de Geología en el segundo cuatrimestre del tercer curso. Los contenidos del descriptor de la asignatura son muy amplios ya que abarcan el estudio, la génesis y las aplicaciones de cualquier mineral, sea mena metálica o no, y de cualquier roca que tengan un uso industrial.

Por otra parte, es una asignatura fundamental para poder cursar con aprovechamiento las asignaturas de carácter más técnico que se imparten en la titulación y que se centran en la prospección y explotación de yacimientos (*Geología del carbón y del petróleo, Yacimientos minerales, Rocas y minerales industriales*) que aquí se estudian fundamentalmente desde un punto de vista geológico. Sentará las bases para comprender la aplicabilidad de conceptos propios de otras asignaturas como *Proyectos y legislación en geología y Teledetección*.

**Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:** Conocer y aplicar conceptos, principios y modelos relativos a la materia.
- 2:** Recabar información a partir de fuentes bibliográficas en español e inglés.
- 3:** Identificar, describir y clasificar tipos de recursos.
- 4:** Relacionar los tipos de recursos con su ambiente de formación.
- 5:** Adquirir, analizar e interpretar datos de sondeos.
- 6:** Relacionar los conocimientos adquiridos con el resto de disciplinas geológicas.
- 7:** Describir, identificar y clasificar estructuras y texturas y su importancia en el diseño de las plantas de tratamiento
- 8:** Transmitir los conocimientos de forma escrita y utilizando vocabulario específico.
- 9:** Valorar la representatividad, precisión e incertidumbre de los datos adquiridos en el campo.
- 10:** Relacionar los conocimientos adquiridos con el resto de disciplinas del grado
- 11:** Relacionar los yacimientos en su contexto geológico con sus posibles procesos genéticos.
- 12:** Realizar informes con los datos, análisis y conclusiones de los estudios mineros y medioambientales.

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

#### **Las competencias que forman esta materia son relevantes porque...**

La capacidad de conocer y evaluar los recursos minerales y energéticos de la Tierra resulta una competencia básica para cualquier geólogo. Un objetivo básico de la Geología Económica es la exploración y prospección de los recursos presentes en Corteza terrestre así como el de los procesos geológicos que los forman, modifican e, incluso, destruyen.

La asignatura *Recursos minerales y energéticos* es una materia que usa los conceptos y prácticas de la geología práctica, formando un conjunto equilibrado y completo de los elementos geológicos, geoquímicos, geofísicos y económicos que integran la exploración mineral. Ofrece una visión de los métodos y objetivos de la misma y cubre los principios básicos de la formación de yacimientos.

La importancia que tiene en nuestra sociedad saber qué es un yacimiento mineral, cuáles son las sustancias que se encuentran en ellos, cómo se relacionan entre sí dichas sustancias, y cuáles son los procesos que dan lugar a su formación en cada contexto geológico, se manifiesta en el uso extensivo que hacemos de los recursos naturales. Por otra parte, conocer las aplicaciones principales de las principales sustancias extraídas en los yacimientos es una labor fundamental que entraña con los principios de la *Cristalografía y Mineralogía*, materias impartidas en el módulo “*Bases para la Geología*” del Grado de Geología.

Por último, tomar conciencia de las implicaciones ambientales de la explotación de los recursos, es una competencia básica para la labor profesional de un geólogo.

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**1: Actividades de evaluación durante el desarrollo presencial de la asignatura.**

*1. Pruebas escritas sobre conocimientos básicos.*

Se evaluará el nivel de conocimientos adquirido sobre los contenidos del programa, así como la capacidad del alumno para interrelacionar conceptos, sintetizar conocimientos y exponerlos de modo claro y ordenado. La prueba escrita estará constituida por preguntas que requieran respuestas cortas (pruebas de respuesta limitada) o que exijan un desarrollo amplio del tema (pruebas de ensayo o respuesta libre y abierta). Las primeras permitirán realizar un muestreo amplio de los conocimientos del estudiante sobre la materia, y las segundas permitirán valorar su capacidad de expresión, de presentar y sostener argumentaciones, y de hacer juicios críticos. La prueba escrita estará basada en los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la parte teórica de la asignatura.

Esta prueba se evaluará teniendo en cuenta los siguientes criterios:

Adecuación entre pregunta/respuesta, capacidad de síntesis, definición y análisis, y claridad y orden de las respuestas razonadas.

La calificación de esta prueba representará el 50% de la calificación final.

*2. Elaboración y entrega de los ejercicios prácticos al final de cada módulo para su evaluación.*

Los ejercicios serán individuales. Este tipo de controles se enmarcan dentro del concepto de evaluación continua, que permitirá un seguimiento del proceso de aprendizaje. La asistencia a las prácticas de laboratorio tendrá carácter obligatorio, ya que garantizará que los alumnos adquieran las habilidades necesarias para la realización de las mismas.

Se valorará la destreza en describir e identificar minerales y texturas al microscopio, así como la interpretación de datos de sondeos. La calificación de la prueba práctica representará el 30% de la calificación final.

*3. Elaboración de un informe con los datos, análisis y conclusiones de las actividades realizadas durante las prácticas de campo.* La calificación de esta prueba representará el 20% de la calificación final. Al amparo del art. 9 del Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje, acordado el 22 de diciembre de 2010 por el Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza, las prácticas de campo serán evaluadas mediante evaluación continua.

Cada una de las actividades de evaluación se calificará de 0 a 10, entendiéndose superada con una calificación igual o superior a 5 puntos. No obstante, se considerará la calificación global, obtenida aplicando las proporciones indicadas, como indicador de la consecución en conjunto de los resultados de aprendizaje previstos para esta asignatura.

Para aprobar la asignatura se deberá aprobar cada una de las partes por separado.

**2: Prueba global de evaluación**

**Primera convocatoria**

Los estudiantes que no hayan seguido la asignatura de forma presencial, y los que aun habiéndolo hecho así lo deseen, tendrán derecho a una **prueba global** de evaluación.

Al amparo del art. 9 del *Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje*, acordado el 22 de diciembre de 2010 por el Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza, esta materia será evaluada mediante la realización y valoración de una prueba global escrita, excepción hecha de las prácticas de campo que en base al artículo 9.4 del mencionado reglamento se valorarán a través de un procedimiento de evaluación continua, que supondrá el 20%.

Básicamente, las pruebas consisten en el mismo tipo de ejercicios que los estudiantes han ido realizando a lo largo de la materia, ya que se trata de pruebas directamente relacionadas con los resultados de aprendizaje previstos. Las pruebas se realizaran en un sólo día, que se anunciará con la antelación oportuna, y consistirán en:

1. Una prueba escrita sobre los conocimientos básicos según el programa de la asignatura (50% de la calificación final).
2. Una prueba escrita sobre ejercicios prácticos. Se seguirán los mismos criterios que para los alumnos presenciales (30% de la calificación final).

#### **Segunda convocatoria**

1. Una prueba escrita sobre los conocimientos básicos según el programa de la asignatura (50% de la calificación final).
2. Una prueba escrita sobre ejercicios prácticos. Se seguirán los mismos criterios que para los alumnos presenciales (30% de la calificación final).
3. Una prueba escrita sobre los conocimientos adquiridos en las prácticas de campo (20% de la calificación final).

## **Criterios de Evaluación y Calificación**

### **La valoración o calificación de las diferentes actividades de evaluación se realizará siguiendo los siguientes criterios y niveles de evaluación**

La valoración o calificación de las diferentes actividades de evaluación se realizará siguiendo los siguientes criterios y niveles de evaluación

Los alumnos, como ya se ha comentado, tendrán tres actividades de evaluación:

#### 1. Examen teórico

Los exámenes constarán de preguntas de respuesta corta y otras en las que se pide un mayor desarrollo de contenidos. En cada una de ellas figurará la puntuación obtenida en caso de respuesta correcta. (50% de la nota final).

#### 2. Revisión y valoración de las prácticas de laboratorio/gabinete

Se evaluarán los conocimientos adquiridos en prácticas de gabinete mediante la recogida y corrección de determinadas prácticas. (30% de la nota final).

#### 3. Evaluación de las prácticas de campo.

La asistencia a las prácticas de campo es obligatoria, salvo causa debidamente justificada. Los profesores recabarán las notas y/o cuestionarios de los alumnos para su posterior valoración. (20% de la nota final).

---

## **Actividades y recursos**

---

# **Presentación metodológica general**

## **El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

La materia tiene una orientación de carácter práctico, de modo que las actividades que se proponen se centran en la aplicación de los fundamentos adquiridos, cuestión básica para los futuros profesionales de Geología.

Por esta razón, la visión general de los conocimientos adquiridos en las clases magistrales de carácter participativo, se complementa con la actividad práctica de laboratorio y gabinete, donde el estudiante deberá demostrar su conocimiento de los métodos y análisis utilizados y su aplicación para la descripción y caracterización de yacimientos para su exploración en diversos contextos geológicos.

Para un mejor seguimiento del proceso de aprendizaje se favorecerá que los estudiantes utilicen las horas de tutoría mediante diversos sistemas y modalidades: tutorías convencionales, tutorías más específicas relacionadas con el trabajo práctico tipo-seminario y se ofrecerá la posibilidad de llevar a cabo tutorías telemáticas, desde Blackboard, Facebook, correo electrónico.

Como apoyo se colgará en el Anillo Digital Docente (ADD) material básico de consulta como el Programa de la asignatura, la propia Guía docente, guiones y diversos material de los temas teóricos, guiones de las prácticas o diverso material complementario. La dirección donde aparecerá este material es: <https://moodle2.unizar.es/add>.

## **Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)**

### **El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

**1:**

Clases magistrales participativas: 30 horas.

#### **I. Preámbulo**

Estructura y Objetivos de la asignatura. Fuentes bibliográficas y literatura recomendada. Breve historia de la minería. Problemática actual.

#### **II. Introducción**

Conceptos básicos. Legislación Minera.

#### **II. Yacimientos minerales**

Morfología, estructura y textura. Procesos de formación de yacimientos minerales. Alteraciones hidrotermales.

#### **III. Modelos de yacimientos**

Magmáticos (cromitas, níquel, platinoides), Pegamatitas, Greissen, Pórfitos , Skarn, Sulfuros masivos (VMS, SMS o SEDEX), MVT, depósitos estratiformes de cobre, BIF, depósitos de oro

#### **IV. Recursos energéticos**

Combustibles fósiles. Energía nuclear. Energía geotérmica.

#### **V. Prospección y evaluación**

Fases y métodos de prospección. Métodos de muestreo. Potencia real y tonelaje. Estimación de la ley media y de reservas.

**2:**

Prácticas de laboratorio: 24 horas.

1. Problemas sobre legislación minera. Realización de demarcaciones de permisos mineros. Existencia de superposiciones, cálculo de cuadrículas mineras, etc..

2. Descripción de sondeos: realización de descripciones de sondeos ("core logging") y su plasmación gráfica. Interpretación geológica de los mismos. Uso de software "freeware" de minería para el manejo de los datos y

de las descripciones realizadas.

3. Cartografía de alteraciones

4. Prospección geoquímica

5. Estudio mineralógico y textural de yacimientos magmáticos, hidrotermales y sedimentarios. Comparación de las características de la mena y de las de los concentrados de mina ("ore dressing"). Valorar la bondad del tratamiento elegido en las plantas de tratamiento.

**3:**

Prácticas de campo: 4 días.

Se organizará a partir de la entrega de la información bibliográfica necesaria y la programación de un itinerario. Como estas prácticas de campo se realian en coordinación con las asignaturas Yacimientos Minerales (Grado en Geología) y Mineralogía económica y aplicada (Máster en Geología: técnicas y aplicaciones), el itinerario se modificada cada curso académico de manera que se evite que los estudiantes lo repitan\*.

En las distintas paradas del itinerario, se explicarán y discutirán los aspectos más relevantes de la geología y metalogenia de las zonas de trabajo. A continuación se pasará a las observaciones personales con el fin de identificar las estructuras, petrología y mineralogía en los distintos depósitos e indicios y finalmente a la discusión de los posibles mecanismos formadores de los yacimientos minerales estudiados (modelo genético).

\**las minas a visitar pueden sufrir cambios de acuerdo con las disponibilidades de las empresas mineras.*

**4:**

A lo largo del curso, tanto en clases prácticas como en teóricas, se va a usar bibliografía y recursos de internet en inglés. Todas estas actividades se valoran con 0,5 créditos ECTS en inglés para los estudiantes.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las clases magistrales se desarrollarán en las aulas y horarios indicados en la página web de la Facultad de Ciencias.

Las sesiones de prácticas se realizarán en los laboratorios y seminario del área de Cristalografía y Mineralogía del Departamento de Ciencias de la Tierra.

La presentación de los informes de prácticas coincidirá con la fecha de realización del examen teórico

## Bibliografía

**1:**

Bustillo Revuelta, M. 1996. Recursos minerales: tipología, prospección, evaluación, explotación, mineralurgia, impacto ambiental / Manuel Bustillo Revuelta, Carlos López Jimeno.

Craig, J.R. y Vaughan D.J. (1994). Ore microscopy and ore petrography. John Wiley and Sons. Nueva York.

Craig, J.R., Vaughan, D.J., Skinner, B.J. (2006). Recursos de la Tierra : origen, uso e impacto ambiental. Ed. Pearson/Prentice Hall.

Evans, A.M. (1997). An introduction to Economic Geology and its environmental impact. Blackwell Science.

Galán Huertos, E. (2003). Mineralogía aplicada. Editor Emilio Galán Huertos. Madrid.

Ixer, R.A. (1990): Atlas of opaque and ore minerals in their associations. Open University Press, Milton Keynes.

Jones, M.P. (1987): Applied mineralogy - a quantitative approach. Graham & Trotman, London.

- Kazhdán, A. B. (1982). Prospección de yacimientos minerales . Mir. Moscú.
- Kesler, S.E. (1994): Mineral resources, economics and the environment. McMillan.
- Lunar, R. y Oyarzun, R. (1991). Yacimientos minerales: técnicas de estudio, tipos, evolución metalogénica, exploración. Ed. Centro de Estudios Ramón Areces. Madrid.
- Manning, D.A.C. (1995). Introduction to industrial minerals. Chapman and Hall, London.
- Orche, E. (1999). Manual de Evaluación de Yacimientos Minerales. Ed. Carlos López Jimeno. Madrid.
- Petruk, W. (2000): Applied mineralogy in the mining industry. Elsevier, Amsterdam.
- Robb, L. (2005). Introduction to ore-forming processes. Blackwell Publishing.
- Vázquez Guzmán, F. (1996) Geología económica de los recursos minerales. Fundación Gómez Pardo. Madrid.

Algunas direcciones URL de interés:

- <http://scta.uqam.ca/gitologie/mjg1.htm>
- <http://www.smenet.org/opaque-ore/>
- <http://www.recmin.com/>
- <http://technology.infomine.com/enviromine/ard/home.htm>
- <http://www.uni-wuerzburg.de/mineralogie/links.html>

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Bustillo Revuelta, M. Recursos minerales: tipología, prospección, evaluación, explotación, mineralurgia, impacto ambiental. 2<sup>a</sup> ed. 2000
- Craig, J.R. Ore microscopy and ore petrography John Wiley and Sons. Nueva York. 1994
- Craig, James R.. Recursos de la Tierra : Origen, uso e impacto ambiental / James R. Craig, David J. Vaughan, Brian J. Skinner ; coordinación, revisión y adaptación Benjamín Calvo Pérez, Dolores García del Amo . - 3<sup>a</sup> ed. Madrid : Pearson, 2007
- Craig, James Roland. Ore microscopy and ore petrography / James R. Craig, David J. Vaughan New York [etc.] : Wiley, cop. 1981
- Evans, A.M. . An introduction to Economic Geology and its environmental impact. Blackwell Science. 1997
- Ixer, R.A. . Atlas of opaque and ore minerals in their associations. Open University Press, Milton Keynes. 1990
- Jones, Meurig P.. Applied Mineralogy : a quantitative approach / Meuring P. Jones. London : Graham and Trotman, 1987.
- Kazhdán, A. B. . Prospección de yacimientos minerales . Mir. Moscú. 1982
- Kesler, Stephen E.. Mineral resources, economics and the environment / Stephen E. Kesler New York [etc.] : Macmillan College Publishing Company, Inc. [etc.], cop. 1994
- Manning, D.A.C.. Introduction to industrial minerals / D.A.C. Manning. . - 1st ed. London [etc.] : Chapman & Hall, 1995.
- Mineralogía aplicada / editor, Emilio Galán Huertos ; Manuel Regueiro González-Barros... [et al.] Madrid : Síntesis, D.L. 2003
- Orche García, Enrique. Manual de evaluación de yacimientos minerales / Enrique Orche García Madrid : Carlos López Jimeno, 1999
- Petruk, William. Applied mineralogy in the mining industry / William Petruk . - [1st ed.] Amsterdam [etc.] : Elsevier, 2000
- Robb, Laurence.. Introduction to ore-forming processes / Laurence Robb. Malden (Massachusetts) : Blackell Publishing , 2005.
- Vázquez Guzmán, F.. Geología económica de los recursos minerales. Fundación Gómez Pardo. Madrid. 1996
- Yacimientos minerales : técnicas de estudio, tipos, evolución metalogénica, exploración / [dirigido por] R. Lunar & R. Oyarzun Madrid : Centro de Estudios Ramón Areces, D.L. 1991