

# Recursos minerales y medioambiente (2016-2017)

(Fecha de la última actualización: 16/V/2016)

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Complementos de Formación	Recursos minerales y medioambiente	4º	1º	6	Optativa
PROFESOR(ES)			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miguel Ortega Huertas (MOH). Catedrático de Universidad Parte I: "Minerales de la arcilla y medioambiente"</li> <li>• Salvador Morales Ruano (SMR). Profesor Titular de Universidad Parte II: "Yacimientos minerales y medioambiente"</li> </ul>			Departamento de Mineralogía y Petrología, 2ª planta de Geológicas, Facultad de Ciencias. Despachos 7 (MOH) y 26 (SMR) Teléfonos: 958243342 (MOH), 958246285 (SMR) E-mail: <a href="mailto:mortega@ugr.es">mortega@ugr.es</a> y <a href="mailto:smorales@ugr.es">smorales@ugr.es</a>		
			HORARIO DE TUTORÍAS		
			Ver el portal web del Departamento de Mineralogía y Petrología: <a href="http://www.ugr.es/~minpet/">http://www.ugr.es/~minpet/</a>		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Ciencias Ambientales			Geología		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES					
<p>RECOMENDACIONES: tener cursados los créditos de las asignaturas básicas del Grado.</p> <p>Además, es conveniente poseer conocimientos sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La estructura interna y composición de la Tierra.</li> <li>• Minerales y rocas.</li> <li>• Procesos geológicos.</li> <li>• Recursos naturales.</li> <li>• Los conceptos generales de Química.</li> </ul>					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)					
<p><b>Arcillas:</b> métodos modernos de estudio, propiedades, procesos genéticos y principales aplicaciones relacionadas con el medioambiente.</p> <p><b>Recursos minerales:</b> naturaleza, morfología, génesis de los principales tipos de yacimientos. Impacto ambiental derivado de la explotación mineral. Mineralogía ambiental.</p>					



## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

De acuerdo con la memoria de Verificación del Grado en Ciencias Ambientales, en esta signatura se contribuye a la adquisición de las siguientes Competencias Transversales (CT) y Competencias Específicas (CE):

CT-1: Comprender el método científico. Capacidad de análisis y síntesis, y resolución de problemas medioambientales.

CT-2: Razonamiento crítico y aprendizaje autónomo.

CT-5: Comunicación oral y escrita.

CT-7: Trabajo en equipo.

CE-4: Comprender los conceptos, principios, procesos y teorías geológicas generales y del medio físico.

CE-6: Relacionar las propiedades y tipos de masas arcillosas y suelos con la litología, geomorfología, clima y vegetación.

CE-13: Valoración económica de los bienes, servicios y recursos ambientales.

Se desarrollarán las competencias necesarias para que, al término de esta asignatura, el alumno consiga:

1. Conocer y aplicar los principales métodos de identificación y estudio de minerales de la arcilla.
2. Poseer los conocimientos básicos sobre recursos minerales.
3. Reconocer los principales problemas de interés medioambiental que se derivan de la gestión (exploración, explotación y abandono) de recursos minerales.
4. Aplicar los conocimientos geológicos a la demanda social de recursos minerales.
5. Poseer conocimientos para realizar un informe de carácter medioambiental sobre minerales de la arcilla, minerales metálicos y otros de carácter industrial, así como conocer las bases mineralógicas sobre problemas de contaminación ambiental que afecten al patrimonio pétreo histórico en los que intervengan minerales de la arcilla.

## OBJETIVOS

Capacitar al alumnado para aplicar los conocimientos geológicos, especialmente mineralógicos, a la demanda social de recursos geológicos, valorar la potencialidad de diferentes métodos de identificación y estudio de minerales, y comprender problemas medioambientales relacionados con los recursos minerales.



## TEMARIO DE TEORÍA

### PARTE I. MINERALES DE LA ARCILLA Y MEDIOAMBIENTE

- Tema 1. Concepto de mineral y de arcilla. Minerales de la arcilla: estructura, clasificación, composición química. Propiedades de los minerales de la arcilla de interés medioambiental. Minerales frecuentemente asociados a las arcillas.
- Tema 2. Métodos actuales de identificación y estudio: difracción de rayos X (DRX), microscopía electrónica de barrido (SEM) y de transmisión (TEM).
- Tema 3. Procesos geológicos generadores de los minerales de la arcilla. Meteorización. Alteración hidrotermal. Diagénesis.
- Tema 4. Deslizamientos de terreno. Microtextura de las partículas arcillosas. Influencia de la mineralogía.
- Tema 5. Contaminación ambiental derivada de la industria cerámica. Emisiones a la atmósfera. Lluvia ácida.
- Tema 6. Las arcillas y el almacenamiento de residuos. Tipos de almacenamiento. Las esmectitas.
- Tema 7. Minerales de la arcilla y la salud. Efectos beneficiosos y perjudiciales.
- Tema 8. Las arcillas como materiales de construcción y decoración.
- Tema 9. Procesos físicos de deterioro medioambiental en los materiales pétreos. Expansión de arcillas.
- Tema 10. Acumulación de arcillas y de materia orgánica en ambientes marinos. El ciclo del carbono y el medioambiente.

*Colaboraciones docentes:* Dr. G. Cultrone (Profesor Titular de Universidad-UGR, [cultrone@ugr.es](mailto:cultrone@ugr.es)) en el tema 8; Dra. E. Ruiz Agudo (Contratada del Programa Ramón y Cajal-UGR, [encaruiz@ugr.es](mailto:encaruiz@ugr.es)) en el tema 9; Dra. F. Martínez Ruiz (Investigadora Científica del CSIC, Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, [fmruiz@ugr.es](mailto:fmruiz@ugr.es)) en el tema 10.

### PARTE II. YACIMIENTOS MINERALES Y MEDIOAMBIENTE

- Tema 11. *Recursos minerales económicos.* Recursos renovables y no renovables. Concepto de recursos, reservas y menas. Naturaleza de las menas, minerales industriales y materiales de construcción. Producción mundial de metales y minerales industriales. Factores que determinan la explotabilidad de un yacimiento.
- Tema 12. *Morfologías, tipos y formación de yacimientos minerales.* Yacimientos de origen ígneo, sedimentario, metamórfico, residuales y de enriquecimiento supergénico.
- Tema 13. *Minerales y rocas industriales.* Ejemplos. Usos. Aspectos de mercado.
- Tema 14. *Impacto ambiental derivado de la explotación mineral.* Efectos ambientales de las operaciones mineras. Minería de interior y a cielo abierto. Subsistencia minera. Estériles y escombreras. Labores mineras. Restauración de canteras y minas.
- Tema 15. *El papel de la mineralogía en la explotación y beneficio de los minerales.* Identificación, composición y tamaño de partícula. Texturas.
- Tema 16. *Mineralogía de vertederos de estériles ricos en sulfuros y sus productos de alteración.* Clasificación de los productos de estériles. Técnicas determinativas. Identificación. Reactividad de los minerales. Índice de alteración y productos de alteración.
- Tema 17. *Mineralogía de vertederos de rocas de escombreras.* Drenaje ácido. Características climáticas. Procesos básicos de alteración.



Tema 18. *Mecanismos de oxidación de sulfuros de hierro*. Oxidación de las piritas y pirrotinas. Efectos de los factores medio ambientales. Generación y transporte de contaminantes.

Tema 19. *Mineralogía ambiental*. Efectos perjudiciales y beneficiosos de los minerales en el medioambiente. Contaminación e impacto ambiental relacionados con la extracción y tratamiento de los minerales.

## TEMARIO DE PRÁCTICAS

### Parte I. Minerales de la arcilla y medioambiente (aula y seminario del departamento).

\* Estudio de diversos tipos de muestras mediante difracción de rayos X: a) minerales frecuentemente asociados a las arcillas (difractogramas de muestra total); b) mezclas de arcillas: difractogramas de agregado orientado y tratamientos para la identificación de los minerales de la arcilla (etilénglicol, dimetilsulfóxido, térmico).

Colaboración docente: Dra. E. Ruiz Agudo (Contratada del Programa Ramón y Cajal-UGR, [encaruiz@ugr.es](mailto:encaruiz@ugr.es)).

### Parte II. Yacimientos minerales y medioambiente

\* La minería en Andalucía. Minería histórica y panorama actual.

\* Ejemplos de aplicación de estudios de impacto ambiental en zonas mineras abandonadas.

\* Visita a la explotación y planta de tratamiento de Sr de Escúzar (Granada).

\* Visita a la zona de Macael (Almería). Observación in situ del proceso de extracción del mármol.

\* Visita a explotaciones de bentonita y yacimientos de metales base del SE de España.

(Estas visitas se ofrecen como alternativas y podrán modificarse en función de la disponibilidad de las empresas mineras).

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

#### Parte I. Minerales de la arcilla y medioambiente

1. Bennett MR and Doyle P (1997). *Environmental Geology. Geology and the Human Environment*. John Willey and Sons, New York.
2. Chamley H (2003). *Geosciences, Environment and Man*. Developments in Earth and Environmental Sciences 1, Elsevier, Amsterdam.
3. Gillott J (1987). *Clay in Engineering Geology*. Elsevier, Amsterdam.
4. Parker A and Rae JE (ed.) (1998). *Environmental Interactions of Clays: Clays and the Environment*. Springer, Berlin.
5. Wilson MJ (ed) (1987). *A Handbook of determinative methods in Clay Mineralogy*. Blackie, London.



## Parte II. Yacimientos minerales y medioambiente

1. Bennet, M.R. and Doyle, P. (1997). *Environmental Geology. Geology and the human environment*. John Wiley and Sons, New York.
2. Bustillo Revuelta, M. and López Jimeno, C. (1996). *Recursos Minerales. Tipología, prospección, evaluación, explotación, mineralurgia, impacto ambiental*. Entorno Gráfico S.L., Madrid.
3. Carretero, M. L. and Pozo, M. (2007). *Mineralogía aplicada. Salud y Medio Ambiente*. Thomson. Reino Unido y España.
4. Craig, J. R. and Vaughan, D. J. (1994). *Ore microscopy and Ore petrology*. John Wiley and Sons, New York.
5. Craig, J. Vaughan, D. and Skinner, B. (2012). *Recurso de la Tierra: Origen, uso e impacto ambiental*. Pearson-Prentice Hall.
6. Evans, A. (1997). *An introduction to economic geology and its environmental impact*. Blackwell Science, Oxford.
7. Jambor, J.L. and Blowes, D.W. (ed.) (1994). *Short course handbook on environmental geochemistry of sulfide mine-wastes*. Mineralogical Association of Canada, Nepean, vol. 22.
8. Jambor, J.L.; Blowes, D. W. and Ritchie, A. I. M. (ed.) (2003). *Environmental aspects of mine waters*. Mineralogical Society of Canada, Short Course Series, vol. 31.
9. Wenk, H.-R. and Bulakh, A. (2004). *Minerals. Their constitution and origin*. Cambridge University Press, Cambridge, New York, Melbourne.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

### Parte I. Minerales de la arcilla y medioambiente

1. Bergaya F, Theng BKG and Lagaly G (2006). *Handbook of Clay Science*. Elsevier, Amsterdam.
2. Brindley GW and Brown G (ed.) (1980). *Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray identification*. Mineralogical Society, London.
3. Carretero MI y Pozo M (2007). *Mineralogía aplicada. Salud y Medio Ambiente*. Thomson, Reino Unido y España.
4. Chamley H (1989). *Clay Sedimentology*. Springer-Verlag, Berlin.
5. Churchman GJ y otros (1995). *Clays. Controlling the Environment*. 10th Int. Clays Conference. CSIRO Pub., Melbourne.
6. ENEA (1986). *Ruolo dei Minerali Argillosi nelle problematiche Ambientali*. Com. Naz. per la Ricerca e per lo Sviluppo dell'Energia Nucleare e delle Energie Alternative. Roma.
7. González de Vallejo L (2002). *Ingeniería Geológica*. Prentice Hall. Madrid.
8. Grotzinger J and Jordan T (2010). *Understanding Earth*. Freeman and Company, New York.
9. Hefferan K and O'Brien J (2010). *Earth Materials*. Wiley-Blackwell. Oxford.
10. Henning KH and Storr M (1986). *Electron micrographs (TEM, SEM) of clays and clay minerals*. Akademie-Verlag, Berlin.
11. Keller E A and Blodgett R H (2007). *Riesgos naturales. Procesos de la Tierra como riesgos, desastres y catástrofes*. Pearson, Prentice Hall, Madrid.
12. Moore DM and Reynolds RC Jr (1997). *X-ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals*. Oxford University Press, Oxford.
13. Pipkin BW, Trent DD and Hazlett R (2005). *Geology and the Environment*. Thomson, Brooks/Cole, Belmont.
12. Sanfeliu T y Jordán MM (ed.) (2009). *Geomateriales. Materiales de construcción y desarrollo sostenible*.
13. Van Olphen H (1977). *Clay Colloid Chemistry: for Clay Technologists, Geologists, and Soil Scientists*. John Wiley and Sons, New York.
14. Wypych F and Satyanarayana KG (ed.) (2004). *Clay Surfaces. Fundamentals and Applications*. Elsevier, Amsterdam.



## Parte II. Yacimientos minerales y medioambiente

1. Fleet, M. T. (ed.) (1984). *Environmental Geochemistry*. Mineralogical Association of Canada, London (ON).
2. Garcia Guinea, J. and Martínez-Frías, J. (ed.) (1992). *Recursos Minerales de España*. Consejo Superior Investigaciones Científicas, Madrid.
3. Holland, H. D. and Turekian, K. K. (2003). *Treatise on geochemistry*. Elsevier, Amsterdam.
4. Ineson, P. R. (1989). *Introduction to practical ore microscopy*. Longman Scientific and Technical, UK Ltd.
5. Nesse, W. D. (2000) *Introduction to mineralogy*. Oxford University Press, USA.

*En las dos partes de la asignatura, la bibliografía se completa con la recomendación de artículos científicos para algunos temas del programa.*

### ENLACES RECOMENDADOS

<http://www.ugr.es/~minpet/> Departamento de Mineralogía y Petrología de la UGR

<http://www.ehu.es/sem/> Sociedad Española de Mineralogía

<http://www.eez.csic.es/sea/> Sociedad Española de Arcillas

<https://www.e-sga.org/> Society for Geology Applied to Mineral Deposits

### METODOLOGÍA DOCENTE

- \* Lecciones magistrales (clases de teoría).
- \* Actividades prácticas (clases prácticas en aula y trabajos de campo).
- \* Actividades no presenciales (trabajo autónomo, resolución de tareas encomendadas y estudio individual).
- \* Tutorías académicas (individuales o en grupo, especialmente para las clases prácticas).

### EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

#### Instrumentos de evaluación

1. Exámenes escritos para el programa de teoría (partes I y II). Se realiza una prueba escrita por cada parte de teoría de la asignatura con posibilidad de recuperación y/o de mejora de la calificación. El examen de teoría de la parte I es de tipo test de respuesta única; el de la parte II es de tipo test de respuesta única y preguntas cortas.

Las prácticas se evalúan por el trabajo individual en clase o campo y mediante examen escrito u oral. Existirá examen de recuperación y/o de mejora de la calificación.

2. Realización de trabajos y pruebas de autoevaluación.

#### Criterios de evaluación

1. Constatación del dominio de los contenidos teóricos y prácticos (exámenes escritos u orales).
2. Valoración de los trabajos o pruebas realizados, individualmente o en equipo, atendiendo a la



presentación, redacción y claridad de ideas, estructura y nivel científico, creatividad, justificación de lo argumentado y actualización de la bibliografía consultada.

3. Grado de implicación y actitud del estudiante manifestado en su participación en las consultas (tutorías) y en la elaboración de los trabajos o pruebas individuales o en equipo.

### Calificación final

El estudiante ha de aprobar por separado la teoría y las prácticas de cada una de las partes de la asignatura, puntuándose cada una de ellas sobre un máximo de 10 puntos. La calificación de la teoría más las prácticas supone el 80% de la calificación final. Las pruebas y/o los trabajos individuales o en equipo suponen el 20% de la calificación final.

### Evaluación única final

El estudiante que reúna los requisitos establecidos en el artículo 8 de la normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada podrá realizar, si lo solicita, una evaluación única final. Esta evaluación consiste en un examen escrito para el programa de teoría (partes I y II) y un examen de prácticas, que, a su vez, consta de una prueba de identificación de minerales de la arcilla mediante difracción de rayos X (parte I) y de la defensa de un informe sobre recursos minerales de Andalucía (parte II). El examen de teoría de la parte I es de tipo test de respuesta única, el de la parte II es de tipo test de respuesta única y preguntas cortas. El estudiante ha de aprobar por separado la teoría y las prácticas de cada una de las partes de la asignatura, puntuándose cada una de ellas sobre 10 puntos.

#### INFORMACIÓN ADICIONAL

- La parte aprobada (teoría o prácticas) se mantiene hasta la convocatoria de septiembre del mismo curso académico.
- Se recomienda que los estudiantes acudan a las sesiones de revisión de exámenes.
- Tutorías: los estudiantes que no puedan utilizar el horario oficial de tutorías pueden concertar una cita en horario diferente, de común acuerdo con el profesor.
- La revisión de exámenes y las tutorías se desarrollarán en los despachos de los profesores: números 7 (MOH) y 26 (SMR) en la segunda planta del departamento de Mineralogía y Petrología (edificio de Geológicas, Facultad de Ciencias).

