



# Guía docente

## 330338 - GRGE - Gestión de los Recursos Geológicos y Energéticos

Última modificación: 14/09/2023

**Unidad responsable:** Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Manresa  
**Unidad que imparte:** 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE MINAS (Plan 2013). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2023      **Créditos ECTS:** 5.0      **Idiomas:** Castellano

### PROFESORADO

**Profesorado responsable:** Olivella Pastalle, Sebastian  
**Otros:** Rodriguez Dono, Alfonso

### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

#### Específicas:

1. Planificar y gestionar recursos naturales energéticos, incluidos generación, transporte, distribución y utilización.
2. Conocimiento adecuado de modelización, evaluación y gestión de recursos geológicos, incluidas las aguas subterráneas, minerales y termales.

#### Transversales:

3. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que rigen su actividad; tener capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.
4. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

### METODOLOGÍAS DOCENTES

Se combinará el aprendizaje dirigido (clases expositivas) con el activo (clases prácticas).  
Gran parte de las clases prácticas consistirán en actividades consistentes en resolver ejemplos reales, a partir de unos principios teóricos explicados.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

- a. Conocimiento adecuado de gestión de recursos geológicos, incluidas las aguas subterráneas, minerales y termales.
- b. Capacidad para planificar y gestionar recursos energéticos, incluyendo generación, transporte, distribución y utilización.

### HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo mediano	45,0	36.00

**Dedicación total:** 125 h

## CONTENIDOS

### 1. Análisis y Gestión Ambiental

**Descripción:**

La importancia del desarrollo sostenible como modelo de gestión de los recursos. Dentro de este tema se tratarán los siguientes asuntos:

- 1.1. Sostenibilidad
- 1.2. Valoración ambiental.
- 1.3. Análisis coste-beneficio ambiental.
- 1.4. Análisis de ciclo de vida.
- 1.5. Análisis exergético y emergético.
- 1.6. Huella ecológica.

**Actividades vinculadas:**

- Clases teóricas.
- Planteamiento y resolución de problemas en clase.
- Estudio y trabajo autónomo del estudiante.
- Seguimiento individualizado del estudiante y evaluación.
- Prueba escrita.

**Dedicación:** 16h

Grupo mediano/Prácticas: 6h

Aprendizaje autónomo: 10h

### 2. Modelización Geomecánica de Medios Geológicos

**Descripción:**

Dentro de este tema se tratarán los siguientes asuntos:

- 2.1. Descripción medios porosos y medios fracturados.
- 2.2. Agua, gas y calor en el terreno. Geotermia.
- 2.3. Flujos de masa y calor en medios geológicos.
- 2.4. Comportamiento mecánico de los medios geológicos.
- 2.5. Ecuaciones de conservación de masa, momento y energía.

**Actividades vinculadas:**

- Clases teóricas.
- Planteamiento y resolución de problemas en clase.
- Estudio y trabajo autónomo del estudiante.
- Seguimiento individualizado del estudiante y evaluación.
- Prueba escrita.

**Dedicación:** 16h

Grupo mediano/Prácticas: 6h

Aprendizaje autónomo: 10h

### 3. Restauración de Minas

**Descripción:**

Se abordarán los siguientes aspectos relevantes en cuanto a la restauración de minas:

- 3.1. Introducción. Minería de transferencia.
- 3.2. Restauración de cavidades mineras.
- 3.3. Restauración de escombreras.
- 3.4. Restauración de balsas de estériles.
- 3.5. Remediación del terreno.
- 3.6. Desarrollo práctico de la restauración de minas a cielo abierto.

**Actividades vinculadas:**

- Clases teóricas.
- Planteamiento y resolución de problemas en clase.
- Estudio y trabajo autónomo del estudiante.
- Seguimiento individualizado del estudiante y evaluación.
- Prueba escrita.

**Dedicación:** 10h

Grupo mediano/Prácticas: 4h

Aprendizaje autónomo: 6h

### 4. Análisis del Comportamiento de las Rocas Salinas

**Descripción:**

Dentro de este tema se tratarán los siguientes asuntos:

- 4.1. Comportamiento mecánico de rocas salinas. Fluencia. Temperatura.
- 4.2. Convergencia de galerías en minas de sal.
- 4.3. Problemas acoplados termo-mecánicos en formaciones salinas.

**Actividades vinculadas:**

- Clases teóricas.
- Planteamiento y resolución de problemas en clase.
- Estudio y trabajo autónomo del estudiante.
- Seguimiento individualizado del estudiante y evaluación.
- Prueba escrita.

**Dedicación:** 10h

Grupo mediano/Prácticas: 4h

Aprendizaje autónomo: 6h



## 5. Gestión de Residuos Mineros

### Descripción:

Dentro de este tema se tratarán los siguientes asuntos:

- 5.1. Introducción. Importancia. Conceptos básicos.
- 5.2. Tipo de residuos.
- 5.3. Principios básicos de la gestión de residuos.
- 5.4. Técnicas básicas de gestión de residuos mineros.

### Actividades vinculadas:

- Clases teóricas.
- Planteamiento y resolución de problemas en clase.
- Estudio y trabajo autónomo del estudiante.
- Seguimiento individualizado del estudiante y evaluación.
- Prueba escrita.

### Dedicación: 8h

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Aprendizaje autónomo: 5h

## 6. Análisis del Flujo de Gases

### Descripción:

Dentro de este tema se tratarán los siguientes asuntos:

- 6.1. Introducción. Ecuaciones de estado de los gases.
- 6.2. Flujo multifásico en medios geológicos.
- 6.3. Inyección y extracción de fluidos en formaciones geológicas.
- 6.4. Producción y transporte de combustibles fósiles.

### Actividades vinculadas:

- Clases teóricas.
- Planteamiento y resolución de problemas en clase.
- Estudio y trabajo autónomo del estudiante.
- Seguimiento individualizado del estudiante y evaluación.
- Prueba escrita.

### Dedicación: 10h

Grupo mediano/Prácticas: 4h

Aprendizaje autónomo: 6h

## 7. Gestión de Recursos Energéticos Renovables

### Descripción:

Dentro de este tema se tratarán los siguientes asuntos:

- 7.1. Introducción. Fuentes de energía renovable y no renovable.
- 7.2. Energía eólica.
- 7.3. Energía solar. Introducción.
- 7.4. Energía solar térmica.
- 7.5. Energía solar fotovoltaica.

### Actividades vinculadas:

- Clases teóricas.
- Planteamiento y resolución de problemas en clase.
- Estudio y trabajo autónomo del estudiante.
- Seguimiento individualizado del estudiante y evaluación.
- Prueba escrita.

### Dedicación: 16h

Grupo mediano/Prácticas: 6h

Aprendizaje autónomo: 10h

## 8. Almacenamiento Geológico de Residuos Nucleares

### Descripción:

Dentro de este tema se tratarán los siguientes asuntos:

- 8.1. Introducción. Energía nuclear.
- 8.2. Almacenamiento de residuos en medios geológicos.
- 8.3. Barreras de ingeniería para el aislamiento de residuos.
- 8.4. Modelos acoplados THM.

### Actividades vinculadas:

- Clases teóricas.
- Planteamiento y resolución de problemas en clase.
- Estudio y trabajo autónomo del estudiante.
- Seguimiento individualizado del estudiante y evaluación.
- Prueba escrita.

### Dedicación: 13h

Grupo mediano/Prácticas: 5h

Aprendizaje autónomo: 8h

## ACTIVIDADES

### 1. SALIDAS Y VISITAS A CASOS REALES

**Descripción:**

Visitas de campo o en casos reales.

Se recomienda llevar calzado adecuado, libretas para anotaciones y poder hacer fotografías de apoyo.

**Objetivos específicos:**

Comprender, aplicar, analizar y discutir los conceptos teóricos de los contenidos relacionados.

**Material:**

Bibliografía recomendada.

Explicaciones facilitadas en los lugares visitados.

**Entregable:**

Entrega de las descripciones de las experiencias observadas con las correspondientes anotaciones conseguidas en las visitas.

**Dedicación:** 2h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

### 2. RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS DE CASOS REALES

**Descripción:**

Evaluar la gestión y el futuro de los recursos.

**Objetivos específicos:**

Comprender, aplicar, analizar y discutir los conceptos teóricos de los contenidos relacionados.

**Material:**

Bibliografía recomendada.

Problemas resueltos por el profesor en clase.

**Entregable:**

Entrega de los problemas y ejercer resueltos.

Evaluación por parte del profesor y libremente de la corrección a los alumnos o co-evaluación entre alumnos (apartado de problemas).

**Dedicación:** 1h

Grupo mediano/Prácticas: 1h

### 3. REALIZACIÓN DE UN TRABAJO EN GRUPO

**Descripción:**

Se valorará: a) bien hecho y redactado, b) bien pensado y c) bien explicado.

Presentación oral y escrita de los resultados.

**Objetivos específicos:**

Comprobar el seguimiento de la asignatura y la consulta del material disponible.

**Material:**

Material en el campus Atenea.

Bibliografía recomendada.

**Entregable:**

Su evaluación se tendrá en cuenta en el apartado de participación.

**Dedicación:** 21h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Aprendizaje autónomo: 19h

#### 4. PRUEBA INDIVIDUAL ESCRITA

**Descripción:**

Pruebas individuales en el aula para la evaluación de los conceptos teóricos y prácticos relacionados con el contenido de la asignatura.

Se realizarán 2 pruebas de 1 h de duración cada una:

- Prueba 1: Contenidos 1, 2, 3 i 4.
- Prueba 2: Contenidos: 5, 6, 7 i 8.

**Objetivos específicos:**

Conocer, comprender, analizar y aplicar los objetivos de las diferentes partes de la asignatura.

**Material:**

Enunciados y calculadora.  
Recopilación de tablas y gráficos.  
Formulario realizado por cada alumno.

**Entregable:**

Resolución de las pruebas y presentación por escrito.

**Dedicación:** 2h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

### SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Evaluaciones%

a) Evaluación durante el curso:

Examen 1: 25%

Examen 2: 25%

Participación: 10%

Trabajo: 40%

TOTAL = 100%

b) Evaluación final de curso:

Prueba final (o examen final): 50%

Trabajo: 50%

TOTAL = 100%

La nota final debe ser el máximo valor de la evaluación a) o b).

### NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

- Asistencia a clase.
- Entrega de los ejercicios propuestos.
- Entrega del trabajo o trabajo en grupo.
- Realización de las pruebas individuales.

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Olivella, S., i altres. "Numerical formulation for a simulator (CODE\_BRIGHT) for the coupled analysis of saline media". Engineering computations [en línea]. 1996, vol. 13, no. 7, p. 87-112 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2117/2210>.
- Bear, Jacob. Dynamics of fluids in porous media. New York: Dover, 1988. ISBN 0486656756.
- Riera, Pere. Manual de economía ambiental y de los recursos naturales. Madrid: Thomson-Paraninfo, cop. 2005. ISBN 8497323696.
- Bird, R. Byron; Stewart, Warren E.; Lightfoot, Edwin N. Transport phenomena. 2nd ed. New York: Wiley & Sons, 2002. ISBN 0471410772.
- Bear, Jacob; Bachmat, Yehuda. Introduction to modeling of transport phenomena in porous media [en línea]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991 [Consulta: 17/01/2023]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=6496722>. ISBN 079231106X.
- Asociación Nacional de Empresarios de Fabricantes de Áridos. Gestión de residuos en explotaciones mineras a cielo abierto [en línea]. Logroño: Gobierno de La Rioja. Consejería de Turismo, Medio Ambiente y Política Territorial. Dirección General de Política Territorial, 2008 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: <http://www.larioja.org/territorio/es/minas/jornadas-estudios-publicaciones-tecnicas/gestion-residuos-explotaciones-mineras-cielo-abierto>.
- Olivella, S., i altres. "Nonisothermal multiphase flow of brine and gas through saline media". Transport in porous media [en línea]. June 1994, vol. 15, no. 3, p. 271-293 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: <https://doi.org/10.1007/BF00613282>.
- Commonwealth of Australia. Mine rehabilitation: leading practice sustainable development program for the mining industry [en línea]. Canberra: Dept. of Industry, Tourism and Resources, 2006 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: [https://nt.gov.au/data/assets/pdf\\_file/0016/203416/mine-rehabilitation.pdf](https://nt.gov.au/data/assets/pdf_file/0016/203416/mine-rehabilitation.pdf). ISBN 0642724814.
- Alan Moreno, Sergio; Espí, José Antonio. Introducción al uso de las herramientas de gestión ambiental aplicadas a los recursos naturales no renovables [en línea]. Madrid: Red Desir, 2008 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: [https://portal.camins.upc.edu/materials\\_guia/250504/2014/Libro%20Herramientas.%20ALFA-DESIR%20-%20copia.pdf](https://portal.camins.upc.edu/materials_guia/250504/2014/Libro%20Herramientas.%20ALFA-DESIR%20-%20copia.pdf). ISBN 9788496398115.
- European Commission. Reference document on best available techniques for management of tailings and waste-rock in mining activities [en línea]. Bruxelles: European Commission, 2009 [Consulta: 22/12/2020]. Disponible a: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/best-available-techniques-bat-reference-document-management-waste-extractive-industries>.

### Complementaria:

- Blanco, A., i altres. "Thermo-hydraulic behaviour of the vadose zone in sulphide tailings at Iberian Pyrite Belt: Waste characterization, monitoring and modelling". Engineering geology [en línea]. October 2013, vol. 165, no. 24, p. 154-170 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2013.05.022>.
- Gran, M., i altres. "Modeling evaporation processes in a saline soil from saturation to oven dry conditions". Hydrology and earth system sciences [en línea]. 2011, vol. 15, no. 7, p. 2077-2089 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: <https://doi.org/10.5194/hess-15-2077-2011>.
- Riba i Romeva, Carles. Recursos energéticos y crisis: el fin de 200 años irrepetibles [en línea]. Barcelona: Octaedro, 2012 [Consulta: 17/12/2020]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36468>. ISBN 9788499213705.
- Vilarrasa, V., i altres. "Long term impacts of cold CO2 injection on the caprock integrity". International journal of greenhouse gas control [en línea]. May 2014, vol. 24, p. 1-13 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2014.02.016>.
- Krüger, Paul. Alternative energy resources: the quest for sustainable energy. New York: Wiley, 2006. ISBN 0471772089.
- Rodríguez Dono, Alfonso. Las energías renovables en el contexto energético actual y futuro [en línea]. Vigo: Universidad de Vigo, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Vigo, 2003 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: [https://www.researchgate.net/publication/263785338\\_LAS\\_ENERGIAS\\_RENOVABLES\\_EN\\_EL\\_CONTEXTO\\_ENERGETICO\\_ACTUAL\\_Y\\_FUTURO](https://www.researchgate.net/publication/263785338_LAS_ENERGIAS_RENOVABLES_EN_EL_CONTEXTO_ENERGETICO_ACTUAL_Y_FUTURO).
- Bardi, Ugo. Los límites del crecimiento retomados. Madrid: Los Libros de la Catarata, 2014. ISBN 9788483198711.
- McDonough, W.; Braungart, M. Cradle to cradle: re-making the way we make things [en línea]. London: Vintage, 2009 [Consulta: 09/11/2022]. Disponible a: [https://www.ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=6705](https://www.ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=6705). ISBN 9780099535478.
- Rodríguez Dono, Alfonso; Espí, José Antonio. Análisis de riesgos en proyectos de almacenamiento geológico de CO2: selección de emplazamientos adecuados, costes y análisis de los riesgos asociados a este tipo de proyectos. Saarbrücken: Editorial Académica Española, 2011. ISBN 9783847355229.
- Bolt, K.; Ruta, G.; Sarraf, M. Estimating the cost of environmental degradation [en línea]. [S.l.]: The World Bank. Environment Department Papers, 2005 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: <https://www.cbd.int/financial/finplanning/g-costestimate-worldbank.pdf>.
- Khaligh, Alireza; Onar, Omer C. Energy harvesting: solar, wind, and ocean energy conversion systems. Boca Raton: CRC Press,



2010. ISBN 9781439815083.

- Mokni, N., i altres. "Surface movements in a rock massif induced by drainage associated to tunnel excavation". International journal for numerical and analytical methods in geomechanics [en línea]. June 2013, vol. 37, no. 9, p. 1162-1188 [Consulta: 22/06/2017]. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1002/nag.2082>.
- Gens, A., i altres. "Analysis of a full scale "in situ" test simulating repository conditions". International journal for numerical and analytical methods in geomechanics [en línea]. July 1998, vol. 22, no. 7, p. 515-548 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9853\(199807\)22:7%3C515::AID-NAG926%3E3.0.CO;2-8](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9853(199807)22:7%3C515::AID-NAG926%3E3.0.CO;2-8).
- Alonso, E. E., i altres. "Modelling the response of Lechago earth and rockfill dam". Géotechnique [en línea]. May 2011, vol. 61, no. 5, p. 387-407 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: <https://doi.org/10.1680/geot.SIP11.P.013>.
- Milly, P. C. D. "Moisture and heat transport in hysteretic, inhomogeneous porous media: a matric head-based formulation and a numerical model". Water resources research [en línea]. June 1982, vol. 18, no. 3, p. 489-498 [Consulta: 21/12/2020]. Disponible a: <http://doi.org/10.1029/WR018i003p00489>.
- Binning, Carl, ed. Techniques to value environmental resources: an introductory handbook. Canberra: Australian Government Publishing Service, 1995.
- Barnes, Frank S.; Levine, Jonah G., eds. Large energy storage systems handbook. Boca Raton: CRC Press, 2011. ISBN 9781420086003.