

Guía docente de la asignatura

**Recursos Geotérmicos  
(M45/56/2/26)**Fecha de aprobación por la Comisión  
Académica: 14/07/2022**Máster**Máster Universitario en Geología Aplicada a los Recursos Minerales  
y Energéticos (Georec)**MÓDULO**

Recursos Energéticos

**RAMA**

Ciencias

**CENTRO RESPONSABLE  
DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Segundo

**Créditos**

3

**Tipo**

Optativa

**Tipo de  
enseñanza**

Presencial

**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES**

-

**BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)**

Los objetivos fundamentales de esta asignatura son que el alumno obtenga los conceptos y herramientas necesarios para entender la máquina térmica de la Tierra y las técnicas necesarias para aprovechar el flujo de calor terrestre. Se explicará la termodinámica y la naturaleza de los recursos geotérmicos en el contexto de los procesos geológicos, así como los diferentes tipos de sistemas geotérmicos. Se abordarán los métodos y programas de exploración y las técnicas de perforación. Se desarrollarán los principios de la generación de electricidad y los usos directos del calor. Se analizará la importancia y utilización de los recursos geotérmicos, así como sus consideraciones económicas. Se discutirá la sostenibilidad, riesgos e impacto ambiental de la explotación. Por último, se darán las directrices básicas para la redacción de un proyecto geotérmico.

**COMPETENCIAS****COMPETENCIAS BÁSICAS**

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - 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.
- CB8 - 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.
- CB9 - 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.
- CB10 - 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.

### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Adquirir habilidades y destrezas generales basadas en el método científico que le permitan adquirir y desarrollar aquellas otras específicas de su conocimiento y ámbito de trabajo.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE04 - Evaluar reservorios geológicos a partir de datos geológicos y geofísicos del subsuelo.
- CE07 - Capacidad para aplicar los distintos métodos geofísicos de exploración y mecanismos de creación de modelos 3D a los diferentes recursos minerales y energéticos.
- CE08 - Identificar la arquitectura de las cuencas sedimentarias, su dinámica y evolución en el tiempo, para analizar las posibles estructuras geológicas que puedan almacenar recursos.

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Capacidad de análisis y síntesis desarrollada a partir de un pensamiento reflexivo
- CT02 - Resolución de problemas y toma de decisiones
- CT03 - Conocimiento y uso de las tecnologías de la información y comunicación (TICs) y de los recursos informáticos relativos al ámbito de estudio
- CT04 - Comunicación verbal y escrita

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

El alumno sabrá-comprenderá:

- Los principios fundamentales de la termodinámica.
- Los fenómenos de transporte de calor en la tierra.



- Las fuentes de calor en la Tierra.
- El concepto de energía geotérmica.
- Las diferentes tecnologías industriales de la explotación geotérmica.
- Los Beneficios de la Energía Geotérmica

El alumno será capaz de:

- Describir los antecedentes históricos de la energía geotérmica.
- Diferenciar los diferentes recursos geotérmicos y sistemas geotermiales.
- Distinguir procedimientos de extracción de energía geotérmica.
- Enumerar y describir los sistemas domésticos de energía geotérmica.
- Discutir y evaluar las diferentes implicaciones ambientales y la dimensión económica.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

- INTRODUCCIÓN
- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA TERMODINÁMICA
- TRANSPORTE DE CALOR EN LA TIERRA.
- FUENTES DE CALOR EN LA TIERRA.
- ENERGÍA GEOTÉRMICA.
- ANTECEDENTES HISTÓRICOS
- RECURSOS GEOTÉRMICOS
- SISTEMAS GEOTERMALES
- EXTRACCIÓN DE ENERGÍA GEOTÉRMICA
- TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES
- SISTEMAS DOMÉSTICOS
- BENEFICIOS
- IMPLICACIONES AMBIENTALES



- SISMICIDAD INDUCIDA
- DATOS ECONÓMICOS

## PRÁCTICO

- CASOS Y EJEMPLOS PRÁCTICOS

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Boyle, Godfrey. Renewable Energy, Second Edition. Oxford: Oxford University Press, 2004, ISBN 0-19-26178-4.
- Kruger, Paul and Carel Otto, eds. Geothermal Energy. Stanford CA: Stanford University Press, 1973, 333.7 0-8047-0822-3.
- D. L. Turcotte and G. Schubert, Geodynamics, second edition, Cambridge University Press, Cambridge, England, 2002
- C. M. R. Fowler, The Solid Earth. An Introduction to Global Geophysics, Second Edition. Cambridge University Press, Cambridge, England, 2004
- F. D. Stacey, Physics of the Earth, 4th edition, Cambridge University Press, Cambridge, England, 2008
- Core, mantle boundary heat flow, T. Lay, J. Hernlund and B.A. Buffett, Nature Geoscience, Vol. 1, No. 1., pp. 25-32 (2008)

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- D. Elsworth and C. Fairhurst, 2006. "Technical Report: Geo-Science and Geo-Engineering. Research at DUSEL." Based on materials supplied by Coordinators, Working Groups 7, 8, 9: L. Costin, F. Heuze, B.J. McPherson, J.-C. Roegiers, E. Sonnenthal, R.P. Young, 9 October 2006 (59 pages).
- Core, mantle boundary heat flow by: Thorne Lay, John Hernlund, Bruce A. Buffett Nature Geoscience, Vol. 1, No. 1. (01 January 2008), pp. 25-32.
- Crustal heat flow : a guide to measurement and modelling / G.R. Beardsmore, J.P. Cull. Cambridge, UK ; New York : Cambridge University Press, 2001. x, 324 p. : ill. ; 27 cm. ISBN0521792894 0521797039 (pbk.)
- Brower, Michael. Cool Energy. Cambridge MA: The MIT Press, 1992. 0-262-02349-0, TJ807.9.U6B76, 333.79'4'0973.
- Duffie, John and William A. Beckman. Solar Engineering of Thermal Processes. NY: John Wiley &



Sons, Inc., 920 pp., 1991

- Gipe, Paul. Wind Energy for Home & Business. White River Junction, VT: Chelsea Green Pub. Co., 1993. 0-930031-64-4, TJ820.G57, 621.4'5
- Patel, Mukund R. Wind and Solar Power Systems. Boca Raton: CRC Press, 1999, 351 pp. ISBN 0-8493-1605-7, TK1541.P38 1999, 621.31'2136
- Sørensen, Bent. Renewable Energy, Second Edition. San Diego: Academic Press, 2000, 911 pp. ISBN 0-12-656152-4.
- Bockris, J. O'M. Energy – The Solar-Hydrogen Alternative. NY: John Wiley & Sons 1975. ISBN 0-4700-08429-4. 333.7. TJ810.B58
- Heat flow from the Earth's interior: Analysis of the global data set, H.N. Pollack, S.J. Hurter, J.R. Johnson, Rev. Geophys. 31, 267-280, 1993.

## ENLACES RECOMENDADOS

- [Global Heatflow Database](#)
- [Geothermal Technology Office, Department of Energy](#)
- [Good explanation of practical use](#)
- [INL Report Future Geothermal Energy](#)
- [Lawrence Livermore Labs](#)
- [NREL Geothermal](#)
- [Geothermal energy, educational](#)
- [Geothermal Basics](#)
- [CA Department of Conservation](#)
- [Global Geothermal Development Plan](#)

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Clases expositivas
- MD02 Trabajos supervisados
- MD03 Orientación y tutorización
- MD04 Discusión con los estudiantes
- MD05 Toma de decisiones en situaciones prácticas
- MD06 Resolución de casos prácticos

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final.



- Tareas y ejercicios, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso. Ponderación mínima/máxima = 30/70%.
- Examen final escrito y presencial que requerirá que el alumno responda a cuestiones teóricas relacionadas con el temario de la asignatura. Ponderación mínima/máxima = 30/70 %.

Se trata de una asignatura presencial por lo que la asistencia a clase es obligatoria salvo justificación debidamente documentada.

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

- Examen final escrito y presencial que requerirá que el alumno responda a cuestiones teóricas relacionadas con el temario de la asignatura. Ponderación = 100 %

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

La evaluación en tal caso consistirá en:

Examen final escrito y presencial que requerirá que el alumno responda a cuestiones teóricas relacionadas con el temario de la asignatura.

### INFORMACIÓN ADICIONAL

-

