



Máster en Geología: Técnicas y Aplicaciones **60435 - La Tierra: procesos e interacciones a gran escala**

Guía docente para el curso 2014 - 2015

Curso: 1, Semestre: 2, Créditos: 5.0

Información básica

Profesores

- **Enrique Arranz Yagüe** earranz@unizar.es
- **Marceliano Lago San José** mlago@unizar.es
- **Javier Gómez Jiménez** jgomez@unizar.es
- **Juan Miguel A. Mandado Collado** jmandado@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

La asignatura integra actividad docente teórica, práctica y de trabajo en seminarios y se ha diseñado para que pueda ser superada mediante evaluación continua. Es por lo tanto recomendable adoptar un plan de trabajo continuado para poder superar adecuadamente la asignatura durante su desarrollo.

Actividades y fechas clave de la asignatura

Comienzo de las clases: Al inicio del segundo cuatrimestre, según el calendario académico de la Facultad de Ciencias.

Finalización de las clases: Mayo de 2015

Entrega de los informes de prácticas: Una semana después de la realización de cada práctica.

Exámenes: Tres exámenes teórico-prácticos, uno al final de cada bloque temático de la asignatura, en las fechas que oportunamente se indicarán.

Exámenes globales: en las fechas que se determinen en el calendario de exámenes de la Facultad de Ciencias.

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

1:

Comprender los flujos de energía y materia a escala planetaria.

- 2:** Reconocer los procesos fundamentales que contribuyen a la dinámica interna del planeta.
- 3:** Relacionar los procesos internos con sus consecuencias externas, tanto para la vida en general como para el ser humano en particular.
- 4:** Identificar las interacciones principales entre los subsistemas que componen el planeta Tierra.
- 5:** Predecir las consecuencias locales de los procesos de escala planetaria.
- 6:** Cuantificar los procesos, sus interacciones y sus consecuencias a escala local.
- 7:** Aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas prácticos relacionados con procesos geológicos y sus riesgos asociados, fuentes de energía y temas medioambientales.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

El objetivo general de la asignatura es conocer el comportamiento a gran escala de la Tierra en cuanto a flujos de materia y energía. Los movimientos de materia y energía a escala global producen una serie de efectos en la superficie de la Tierra, que afectan de manera fundamental a la vida en el planeta puesto que condicionan la mayoría de las variables ambientales (composición de la atmósfera, presencia o ausencia de hidrosfera, temperatura superficial, química del océano, clima, topografía, etc.) y de los procesos geológicos en la corteza y manto superior. Desde este punto de vista se puede decir que son los flujos globales de materia y energía los que nos permiten “predecir” las características de los ambientes terrestres superficiales (por supuesto, dadas las condiciones de contorno astronómicas correctas).

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:

El objetivo general expuesto en el apartado anterior se puede concretar en 3 objetivos específicos: (1) entender los mecanismos que condicionan los flujos de materia y energía en el planeta; (2) interpretar los efectos que estos flujos tienen a escala global y a largo término; y (3) interrelacionar los procesos geológicos globales con sus consecuencias locales para la vida, el medio ambiente y el hombre.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura forma parte del bloque de materias optativas de la titulación, todas ellas de igual carga académica (5 créditos ECTS).

El enfoque de los contenidos de esta asignatura, si bien parte de los conocimientos generales que debe tener un graduado sobre la dinámica de nuestro planeta, tiene un carácter claramente diferencial, puesto que se considera esta dinámica de modo global y a largo término, integrando conceptos y consecuencias que, en los niveles formativos inferiores, se ven habitualmente fragmentados o sin la suficiente interrelación entre los procesos y sus consecuencias generales y locales.

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

1:

Competencias generales:

1. (CG2) Ser capaces de intercambiar y debatir la información procedente de diversas fuentes de información (escrita, oral, numérica, gráfica)
2. (CB6) 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.
3. (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.

2:

Competencias transversales:

4. (CT1) Utilizar inglés científico para la obtención de información.
5. (CT2) Ser capaces de gestionar, discriminar y seleccionar las fuentes de información bibliográfica.

3:

Competencias específicas:

6. (CE1) Desarrollar la capacidad de analizar, sintetizar y resumir información geocientífica previa de manera crítica.
7. (CE2) Ser capaz de reunir e integrar varios tipos de evidencias para formular y probar hipótesis, aplicando el método científico en el marco de las investigaciones geológicas.

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

El estudiante aprende a ver la Tierra globalmente, como una máquina térmica compuesta por múltiples subsistemas cuyas interacciones provocan complejos bucles de realimentación, tanto positivos como negativos, que, en última instancia, son los responsables de la evolución conjunta de las diferentes geosferas y de la vida. Dada esta visión global, los contenidos de esta asignatura son de aplicación en cualquier estudio geológico en el que se consideren escalas espaciales o temporales suficientemente amplias.

Evaluación

Actividades de evaluación

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

1:

Evaluación continua

1. La actividad 1 (clases magistrales) se evaluará mediante cuestionarios teórico-prácticos individuales realizados al finalizar cada uno de los 3 bloques temáticos de contenidos. La evaluación de estos cuestionarios supondrá el 50% de la calificación de la asignatura.
2. La actividad 2 (clases prácticas) se evaluará mediante la entrega y valoración de los informes de resultados de cada una de las sesiones prácticas realizadas, elaborados y entregados en el plazo que se establezca (habitualmente, una semana después de la sesión práctica. La evaluación de las prácticas supondrá el 30% de la calificación de la asignatura.
3. La actividad 3 (seminarios) se evaluará a partir de los trabajos personales o en grupo presentados por cada

alumno y su participación en el debate de cada tema. La evaluación de esta actividad supondrá el 20% de la calificación de la asignatura

2:
Evaluación global:

Para aquellos alumnos que no hayan superado la asignatura mediante las actividades de evaluación continua se realizará un examen escrito teórico-práctico, mediante el que se evaluara la adquisición de las mismas competencias que en evaluación continua. El examen podrá incluir cuestiones relacionadas con textos científicos cuyas referencias se facilitaran con una antelación mínima de una semana respecto a la fecha de realización del examen.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

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

Actividad 1: Clase magistral (2,4 ECTS) para desarrollar los conceptos y bases teóricas de la asignatura.

Actividad 2: Prácticas en aula informática (1,8 ECTS), utilizando programas específicos o aplicaciones convencionales para la resolución de problemas.

Actividad 3: Seminarios (0,8 ECTS). En esta actividad, sobre temas o problemas propuestos con antelación por los profesores, los alumnos elaborarán una breve exposición sobre el tema, pasando posteriormente a una discusión en grupo.

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:
Programa de teoría

Tema 1. (0.5h). Contenido y objetivos del curso.

Bloque 1: Balance energético del planeta Tierra. (8 horas)

Tema 2. (2h). Transferencia de calor: radiación, conducción y convección. Propiedades térmicas de sólidos y fluidos. Flujo térmico. Geotermas. (PRÁCTICA 1).

Tema 3. (1h). Fuentes y sumideros de energía. Historia térmica y estado térmico actual de la Tierra. (PRACTICA 2).

Tema 4. (2h). Anomalías térmicas: origen y evolución. (PRÁCTICA 3).

Tema 5. (3h). Geotermia e hidrotermalismo: el papel de los fluidos en la transferencia de materia y energía y en la formación de rocas y yacimientos minerales. Exploración de los recursos geotérmicos (regional y de detalle). Estudios: a) geológicos, b) geofísicos, flujo de calor, c) estudios geoquímicos, d) origen de los fluidos geotérmicos, e) Geotermómetros y f) Isótopos estables. Modelos conceptuales pre-perforación. Mineralogía de la alteración hidrotermal. Registro de pozos. Modelos conceptuales después de la perforación exploratoria. (PRÁCTICA 4).

Bloque 2: Geodinámica química y ciclos geoquímicos. (8 horas)

Tema 6. (1h). Conceptos de ciclo, reservorio, estado estacionario y tiempo de residencia. (PRÁCTICA 5).

Tema 7. (2h). El ciclo del agua y su papel en la dinámica del planeta Tierra: interacciones entre geosferas, atmósfera e hidrosfera. (PRÁCTICA 6).

Tema 8. (5h). Ciclos (bio-) geoquímicos globales del carbono, el azufre y el nitrógeno. (PRÁCTICA 7).

Bloque 3: Efectos externos de la dinámica interna. (8 horas)

Tema 9. (2h). Magmatismo, metamorfismo y sus efectos sobre la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera. El volcanismo como riesgo geológico. (SEMINARIO 1).

Tema 10. (2h). Orogenias: interacciones con el clima terrestre. Consecuencias de los cambios en la distribución de las masas emergidas y océanos. (SEMINARIO 2).

Tema 11. (2h). Geotermia aplicada: recursos geotérmicos de alta y baja entalpía. (PRÁCTICA 8). (SEMINARIO 3).

Tema 12. (2h). Elementos químicos importantes: valores normales y anomalías, tanto naturales como antropogénicas. (PRÁCTICA 9). (SEMINARIO 4).

Programa de prácticas y seminarios

Prácticas en aula informática (9 prácticas de 2 h de duración)

Práctica 1. Geotermas: calibrado de una geoterma continental con datos geotermobarométricos de xenolitos.

Práctica 2: La paradoja del flujo térmico faltante: mito o realidad.

Práctica 3: ¿Cuánto calor y cuánta materia transportan las plumas del manto hasta la superficie?

Práctica 4: *Desarrollo de las etapas completas en un proyecto de investigación geotérmica y en recursos hidrotermales asociados (Programa “ad hoc”) con cuantificación de variables según los sistemas a considerar. Tipos de reservorios, parámetros del reservorio, pruebas previas de presión, medición de la producción de los pozos, geoquímica de reservorios, historial químico de los pozos, geotermometría de la fase líquida de los pozos, geotermometría de gases y exceso de vapor en pozos, y aplicación de los isótopos estables.*

Práctica 5: Determinación del tiempo de residencia de algunos elementos mayores y menores en diferentes geosferas. Implicaciones ambientales.

Práctica 6: El efecto invernadero y las aguas oceánicas. Equilibrios del carbonato y proyección a futuro.

Práctica 7: Distribución de los isótopos estables del S en la Naturaleza. Casos prácticos.

Práctica 8: *Estudio de casos prácticos (Memorias) para recursos diversos explotados en la Península Ibérica: a) Galicia; b) País Vasco, c) Cataluña, d) Campo de Calatrava, e) Mallorca, f) Sector de Murcia y Cabo de Gata y g) Islas Canarias. Métodos de optimización aplicables según nuevas tecnologías actuales. Usos diversos de la geotermia. Estudio y análisis de rendimientos en los diversos proyectos industriales actuales.*

Práctica 9: Anomalías de metales pesados en medios naturales. Modelo de dispersión e interpretación.

Seminarios (4 seminarios de 2 h de duración).

Seminario 1: Gases y aerosoles volcánicos. Efectos y consecuencias climáticas.

Seminario 2: Eventos geológicos de gran escala y sus consecuencias globales: la herencia de la orogenia

varisca y la formación de Pangea.

Seminario 3: *Exposición metodológica completa de todas las etapas a considerar en un proyecto geotérmico (Programa "ad hoc"). Diseño previo a realizar por los alumnos y discusión de las diversas variables. Estudio de un programa real en fase productiva.*

Seminario 4: Efecto del Pb, Hg y As ambientales en la salud humana.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

La asignatura se desarrollará durante el segundo cuatrimestre del curso en sesiones teórico-prácticas, según el horario oficial de clases de la Facultad de Ciencias. Las fechas para la presentación de ejercicios o seminarios se indicaran durante el desarrollo de la asignatura. Las fechas de exámenes serán las fijadas por el calendario de exámenes de la Facultad de Ciencias.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Albarède, Francis.. Geochemistry : an introduction / Francis Albarède ; Albrecht W. Hofmann. Cambridge : Cambridge University Press , 2003.
- Condie, K.C. . Earth as an evolving planetary system. Elsevier. 2005
- Faure, Gunter. Principles and applications of Geochemistry : A comprehensive textbook for Geology students / Gunter Faure . - 2nd ed. Upper Saddle River,N.J. : Prentice Hall, cop. 1998
- Huenges, E.. Geothermal Energy Systems: Exploration, Development, and Utilization.. Wiley-Blackwell. 2010
- Jaupart, C. . Heat generation and transport in the Earth. Cambridge University Press. 2010
- Nicholson, K. . Geothermal Fluids. Springer-Verlag. 2011
- Schlesinger, William H.. Biogeoquímica : un análisis del cambio global / William H. Schlesinger . - 1ª ed. Barcelona : Ariel, 2000
- Stober, I. . Geothermal Energy: From Theoretical Models to Exploration and Development. Springer. 2013
- Treatise on geochemistry. Volume 2, The mantle and core / Edited by Richard W. Carlson ; executive editors H.D. Holland and K.K. Turekian Amsterdam : Elsevier , 2005
- Treatise on geochemistry. Volume 3, The crust / Edited by Roberta L. Rudnick ; executive editors H.D. Holland and K.K. Turekian Amsterdam : Elsevier , 2005
- Treatise on geochemistry. Volume 5, Surface and ground water, weathering, and soils / volume editor J.I. Drever ; executive editors H.D. Holland and K.K. Turekian. - 1st ed. Oxford ; Amsterdam [etc.] : Elsevier Pergamon, 2005
- Treatise on geochemistry. Volume 7, Sediments, diagenesis, and sedimentary rocks / volume editor F.T. Mackenzie ; executive editors H.D. Holland and K.K. Turekian.. - 1st ed. Oxford ; Amsterdam [etc.] : Elsevier Pergamon, 2005.
- Watson, A. . Geothermal Engineering: Fundamentals and Applications. Springer. 2013
- White, W.M. . Geochemistry. Wiley-Blackwell. 2013