



## Grado en Geología 26435 - Geoquímica aplicada

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 5.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- **Enrique Arranz Yagüe** earranz@unizar.es
- **Luis Francisco Auque Sanz** lauque@unizar.es
- **María José Gimeno Serrano** mjgimeno@unizar.es
- **Juan Miguel A. Mandado Collado** jmandado@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Los contenidos de la asignatura se contemplan como una continuación y ampliación de los impartidos en la asignatura de Geoquímica del tercer curso del grado. Por ello es recomendable haber cursado y superado esa asignatura.

Por otro lado, y dado el carácter aplicado de esta materia y su considerable carga práctica, se recomienda al alumno abordar la asignatura con un plan de trabajo continuado, revisando periódicamente los conceptos teóricos impartidos y realizando los trabajos propuestos a diario o con la mayor constancia posible.

Se recomienda también hacer uso de los recursos no presenciales para el seguimiento de la asignatura, como los incluidos en la página web dispuesta a tal efecto o la bibliografía recomendada. Asimismo, se recomienda hacer uso de las distintas vías de tutoría académica (personal, en las horas indicadas o bien mediante correo electrónico) para resolver las dudas durante el desarrollo de la asignatura.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

- Inicio y fin de clases: según calendario académico establecido por la Facultad de Ciencias.
  - Horarios de clases teóricas y prácticas: según el horario establecido por la Facultad de Ciencias.
  - Fecha de la práctica de campo: según el calendario establecido por la Comisión de Garantía de Calidad del Grado en Geología.
  - Fechas de examen: según el calendario establecido por la Facultad de Ciencias para cada convocatoria
- 

### Inicio

# Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

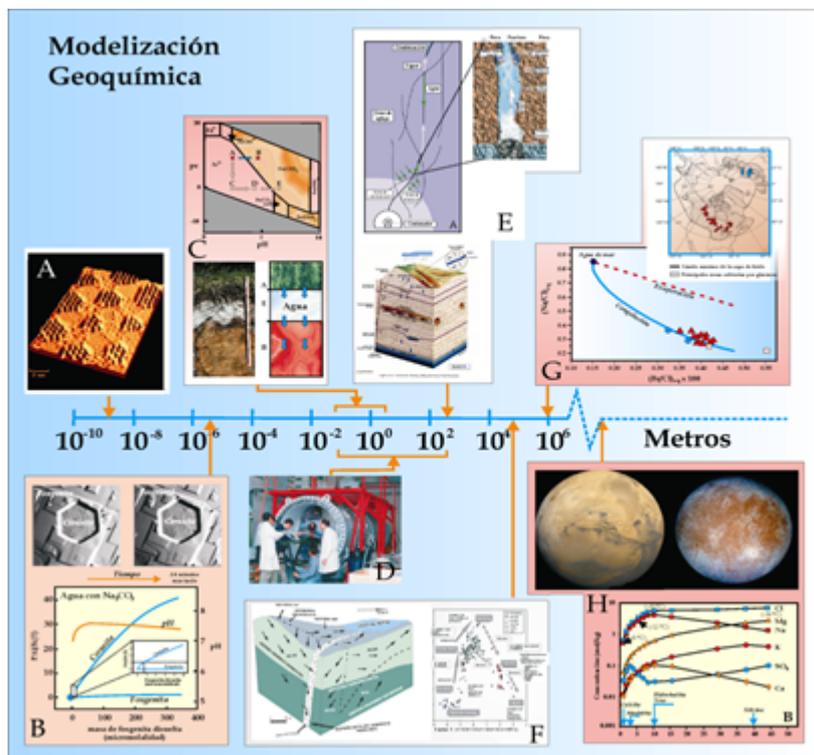
El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

- 1:** Conoce los principios básicos, las metodologías y las herramientas cuantitativas de las que dispone la Geoquímica para el tratamiento de problemas geoquímicos, tanto de investigación como medioambientales, a distintas escalas y en diferentes condiciones.
- 2:** Es capaz de identificar los aspectos fundamentales de los problemas planteados, evaluar el tipo de datos necesarios para su tratamiento y, en su caso, planificar y participar en las tareas de desmuestra.
- 3:** Es capaz de seleccionar las técnicas y aproximaciones metodológicas más adecuadas en función del problema planteado.
- 4:** Utiliza las aproximaciones de modelización geoquímica para el tratamiento de los datos y el diseño de modelos cuantitativos, evaluando sus incertidumbres.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura pretende que el estudiante conozca y sea capaz de utilizar las principales herramientas y metodologías cuantitativas que brinda la Geoquímica, normalmente estructuradas bajo el epígrafe de Modelización Geoquímica, para el tratamiento de muy diversos problemas dentro de las ciencias geológicas y medioambientales (calidad de aguas, contaminación y dispersión de contaminantes, biodegradación, salinización, prospección de sistemas geotermales, geotermometría, procesos petrogenéticos, etc).



Se trata, por tanto, de una asignatura de carácter interdisciplinar, que integra y amplía los conceptos previamente suministrados en la asignatura de Geoquímica (tercer curso del Grado) y los enfoca hacia su vertiente más aplicada.

---

## 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 asignatura Geoquímica Aplicada tiene como objetivo fundamental proporcionar al alumno los conocimientos necesarios para la aplicación de las metodologías geoquímicas actualmente disponibles al tratamiento de problemas geológicos y medioambientales.

En la actualidad, el uso de metodologías geoquímicas basadas en principios fisicoquímicos y estadísticos proporciona una potente aproximación cuantitativa para el tratamiento de numerosos procesos naturales y antrópicos.

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

La Geoquímica aplicada forma parte del conjunto de asignaturas optativas que se pueden cursar en el último año del Grado de Geología, dentro del Módulo de "Geología Aplicada". Se incluye, por tanto, en un módulo con un enfoque aplicado como una ampliación de la asignatura obligatoria de Geoquímica, impartida en el tercer curso dentro del Módulo de "Fundamentos de Geología".

En general, esta asignatura proporciona los fundamentos necesarios para manejar las herramientas geoquímicas actualmente disponibles dentro del campo de la Modelización Geoquímica y aplicarlas a la resolución de distinto tipo de problemas, académicos y medioambientales. Por ello, puede constituir un buen complemento para otras asignaturas obligatorias u optativas de cuarto curso del Grado de Geología (como Geología Ambiental o Fundamentos de Petrogénesis).

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

- 1:** Conocer los procesos geoquímicos fundamentales relacionados con la interacción agua-roca (suelo)-gas, así como las herramientas fundamentales para su tratamiento y modelado cuantitativo.
- 2:** Valorar la influencia de dichos procesos en la composición de los productos resultantes y ser capaz de inferir los procesos a partir del estudio de las composiciones resultantes.
- 3:** Analizar y resolver distintos tipos de problemas, en contextos de alta y baja temperatura con la ayuda de datos y cálculos geoquímicos.
- 4:** Seleccionar los métodos de adquisición, tratamiento y modelado de datos más adecuados en cada tipo de material (roca, suelo, sedimento, agua) y de sistema geológico.
- 5:** Aplicar métodos cuantitativos a la resolución de problemas geoquímicos (caracterización geoquímica de sistemas contaminados, mapas geoquímicos y anomalías, procesos que implican cambios de fase, etc.).
- 6:** Sintetizar información geológica y geoquímica para su comunicación a audiencias técnicas.
- 7:** Planificar y desarrollar estrategias de muestreo en distintos tipos de materiales y con distintos objetivos analíticos.
- 8:** Valorar la representatividad e influencia del muestreo en los resultados cuantitativos.

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

Las metodologías geoquímicas en general y las incorporadas a la Modelización Geoquímica en particular son frecuentemente aplicadas en distintas disciplinas de la Geología, las Ciencias de la Tierra y las Ciencias Medioambientales. De esta forma, es frecuente su empleo en el ámbito de la Mineralogía, la Petrología, la Hidrogeología o la Edafología. Por otro lado, el carácter eminentemente geoquímico de muchos problemas medioambientales (contaminación, calentamiento global, enterramiento de residuos radiactivos o de CO<sub>2</sub>, etc.) está potenciando todavía más la utilización y la difusión de estas metodologías para su estudio y mitigación. En este contexto, la asignatura Geoquímica Aplicada pretende suministrar el bagaje básico necesario para que el alumno sea capaz de aplicar de forma efectiva las metodologías geoquímicas cuantitativas.

---

## 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. Evaluación continua de contenidos teóricos:** Al final de cada bloque de contenidos los estudiantes deberán resolver un cuestionario de preguntas sobre los temas explicados en las clases teóricas y ejercicios o casos prácticos relacionados con las sesiones de prácticas.

**Criterio de evaluación:** Cada cuestionario se puntuará sobre 10 puntos. La calificación global de esta actividad se obtiene promediando las calificaciones obtenidas en cada cuestionario y se considera superada con una calificación promedio superior a 5 si ninguna de las notas es inferior a 4.

**2. Evaluación de las prácticas de gabinete y ordenador:** el alumno deberá elaborar un pequeño informe con los resultados de cada práctica y entregarlo al final de la práctica o antes del viernes de la semana siguiente a su realización.

**Criterio de evaluación:** Cada informe se puntuará sobre 10 puntos. La calificación global de esta actividad se obtiene promediando las calificaciones obtenidas en cada práctica y se considerará superada con una nota promedio superior a 5.

**3. Evaluación de las prácticas de campo:** el alumno deberá elaborar un informe de la salida de campo.

**Criterio de evaluación:** Este informe se califica sobre 10 puntos y se supera con una nota superior a 5. Se promediará con el resto de notas de prácticas de gabinete y ordenador.

La nota final de la asignatura se ponderará de forma que las notas de la actividad 1 representarán el 50% de la nota final y las de las actividades 2 y 3, el 25 % restante cada una de ellas.

La asignatura se considerará superada si la nota final ponderada es superior a 5 y ninguna de las notas usadas en la ponderación es inferior a 4.

## 2: **Evaluación global**

El estudiante que no opte por la evaluación continua, o que no supere la asignatura por este procedimiento, deberá realizar una prueba global que consistirá en dos ejercicios.

**1. Ejercicio teórico:** en el que deberá responder cuestiones relativas a los distintos temas tratados en la asignatura (50 % de la nota global).

**2. Ejercicio práctico:** en el que el estudiante deberá resolver ejercicios relativos a las prácticas realizadas en la asignatura (50 % de la nota global).

**Criterios de evaluación:** Cada prueba se calificará sobre 10 puntos. La asignatura se considerará superada si la nota final ponderada es superior a 5 y ninguna de las dos notas usadas en la ponderación es inferior a 4.

Esta prueba global se realizará en cada una de las convocatorias a las que tengan derecho los estudiantes, en las fechas asignadas por la Facultad de Ciencias y publicadas en su página web. La convocatoria especificando la hora y lugar de realización de cada prueba se publicará en el tablón de anuncios del Área de Petrología y Geoquímica del Departamento de Ciencias de la Tierra (1ª planta del Edificio C de Ciencias).

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

El proceso de aprendizaje se ha diseñado para proporcionar a los alumnos los conocimientos sobre metodologías y herramientas necesarios para la resolución de problemas geoquímicos de toda índole, tanto en sistemas naturales como modificados por el hombre, en cualquier ámbito de aplicación.

El proceso de aprendizaje consta de tres acciones formativas complementarias (punto siguiente) que se corresponden con cada una de las actividades de evaluación planteadas en el apartado de "Actividades de evaluación".

### 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: 25 horas presenciales (2,5 ECTS).**

- **Bloque 1. Geoquímica de baja temperatura**

Tema 1. Conceptos básicos en Geoquímica de Soluciones Acuosas.

Tema 2. Comportamiento de los elementos en solución. Distribución de especies y actividad. Importancia en problemas medioambientales.

Tema 3. Procesos redox. Tratamiento geoquímico. Contaminación y biodegradación.

Tema 4. Procesos de mezcla de aguas. Aplicaciones y casos.

Tema 5. Procesos de superficie. Aplicaciones y casos.

Tema 6. Procesos de evaporación. Aplicaciones y casos.

### **- Bloque 2. Geoquímica de alta temperatura**

Tema 7. Fluidos en sistemas a alta temperatura: composición y estado de los fluidos. Gases en sistemas volcánicos y su aplicación en estudios petrogenéticos y monitorización del riesgo volcánico.

Tema 8. Isótopos estables en sistemas de alta temperatura. Fraccionamiento isotópico y geotermometría. Aplicaciones en el estudio de procesos petrogenéticos.

Tema 9. Metamorfismo hidrotermal y la alteración de la corteza oceánica. Desarrollo de sistemas metalogénicos. Consecuencias sobre la composición de la litosfera reciclada en zonas de subducción.

### **Bloque 3. Prospección Geoquímica**

Tema 10. Prospección geoquímica: Análisis de la movilidad y dispersión de los metales base en rocas, sedimentos, suelos y aguas. Desarrollo de un ejemplo tipo de la aplicabilidad a la prospección geoquímica y sus implicaciones medioambientales.

**2:**

#### **Prácticas de gabinete y ordenador: 20 horas presenciales (2 ECTS).**

##### **- Bloque 1. Geoquímica de baja temperatura**

Práctica 1. Influencia de la especiación y del cálculo de actividad en procesos de karstificación de yesos (gabinete).

Práctica 2. Cálculos de especiación-solubilidad. Aplicación a distinto tipo de aguas.

Práctica 3. Cálculos de pautas de reacción (I). Génesis de tobas.

Práctica 4. Cálculos de pautas de reacción (II). Sistemas geotermales y geotermometría

Práctica 5. Cálculos de pautas de reacción (III). Meteorización.

Práctica 6. Cálculos de balance de masa: evolución de las aguas subterráneas en acuíferos carbonatados.

##### **- Bloque 2. Geoquímica de alta temperatura**

Práctica 7. Geotermometría isotópica aplicada a minerales en rocas ígneas. Cálculos de fraccionamiento y valoración del estado de equilibrio.

Práctica 8. Identificación de procesos generadores de diferenciación en series de rocas ígneas: fusión, cristalización, asimilación. Aplicación a un caso real.

##### **- Bloque 3. Prospección Geoquímica**

Práctica 9. Análisis estadístico de los datos de una campaña previa de prospección para determinar las variables óptimas de muestreo.

Práctica 10. Análisis de los datos de una campaña de prospección. Interpretación de los resultados.

**3:**

#### **Prácticas de campo: 1 día de campo (0,5 ECTS)**

Aprendizaje de la metodología de trabajo de campo en problemas geoquímicos (muestreos de aguas, sedimentos, suelos y rocas).

# Planificación y calendario

## Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

### 5 créditos ECTS:

- 50 horas presenciales
  - 25 h. de clase magistral (teórica)
  - 20 h. de clase prácticas de gabinete y ordenador
  - 5 h. de prácticas de campo
- 75 horas de trabajo del alumno

El horario previsto será:

**Sesiones de teoría:** dos horas a la semana, según el horario establecido por la facultad de Ciencias.

**Sesiones de prácticas:** dos horas a la semana, según el horario establecido por la facultad de Ciencias (10 semanas).

Presentación de trabajos:

Los informes de las prácticas de gabinete y de la práctica de campo se entregarán al terminar la práctica o antes del viernes de la semana siguiente a su realización, según los casos.

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Appelo, C.A.J.. Geochemistry, groundwater and pollution / C.A.J. Appelo , D. Postma. Rotterdam : A. A. Balkema , print. 1999
- Deutsch, William J.. Groundwater geochemistry : fundamentals and applications to contamination / William J. Deutsch. Boca Raton : Lewis Publishers , cop. 1997.
- Drever, James I.. The geochemistry of natural waters / James I. Drever . - 3rd ed. Englewood Cliffs : Prentice Hall, cop. 1997
- Encyclopedia of volcanoes / editor-in-chief Haraldur Sigurdsson ; associate editors Bruce F. Houghton ... [et al.] ; foreword by Robert D. Ballard. San Diego [etc.] : Academic Press, cop. 2000.
- Hoefs, Jochen. Stable isotope geochemistry / Jochen Hoefs . - 5th, completely rev. upd. and enlarged ed. Berlín : Springer-Verlag, cop. 2004
- Levinson, A. A.. Introduction to exploration geochemistry / A.A. Levinson. Wilmette, Illinois : Applied Publishing, cop. 1974.
- Rose, Arthur W.. Geochemistry in mineral exploration / Arthur W. Rose, Herbert E. Hawkes, John S. Webb. . - 2nd ed. London [etc.] : Academic Press, 1979.
- Zhu, Chen.. Environmental applications of geochemical modeling / Chen Zhu and Greg Anderson. Cambridge : Cambridge University Press , 2002.