



# Máster en Iniciación a la Investigación en Geología 60326 - Isótopos estables como herramienta paleoambiental

Guía docente para el curso 2012 - 2013

Curso: 1, Semestre: 1, Créditos: 3.0

---

## Información básica

---

### Profesores

- Ignacio Ernesto Subías Pérez [isubias@unizar.es](mailto:isubias@unizar.es)

### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Es recomendable que los alumnos posean conocimientos básicos sobre geoquímica y paleontología y que, por tanto, hayan cursado las correspondientes asignaturas de la Licenciatura de Geología ofertadas por la Universidad de Zaragoza u otras que proporcionen los conocimientos equivalentes. Se informa a los alumnos que las asignaturas *Paleoclimatología: causas e indicadores de los cambios paleoclimáticos* y *Reconstrucción paleoambiental* tienen una estrecha relación con ésta.

### Actividades y fechas clave de la asignatura

Información específica

Fecha de inicio de la asignatura: octubre de 2012

Fecha de finalización de la asignatura: noviembre de 2012

---

## Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

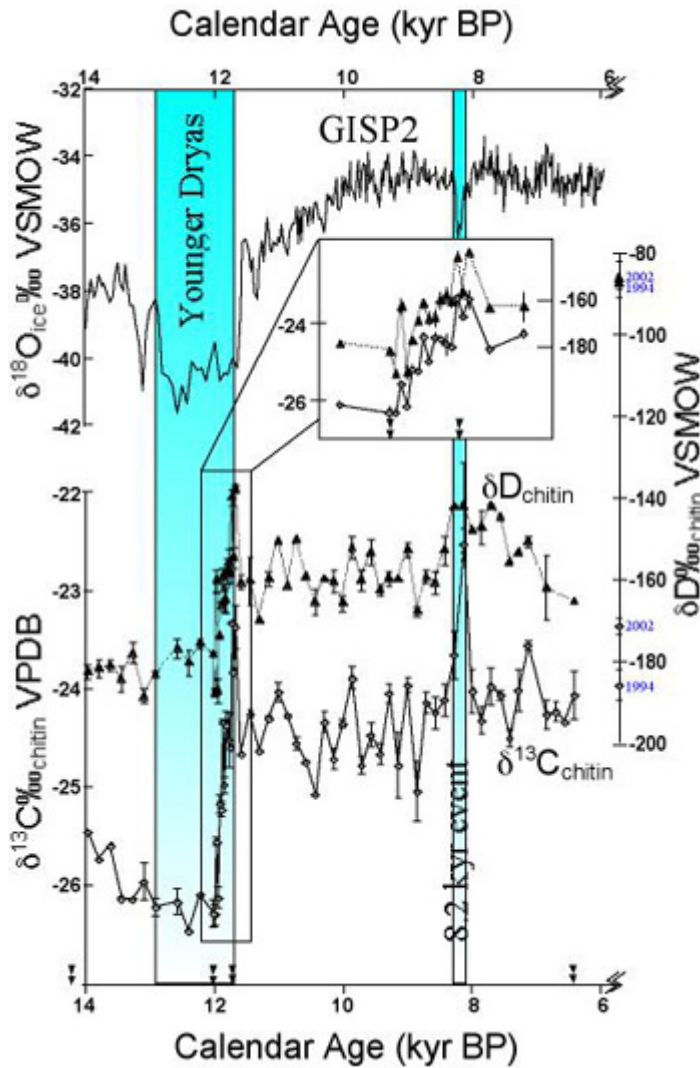
**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Conoce los fundamentos teóricos y prácticos de la geoquímica de isótopos estables.
- 2:** Es capaz de interpretar datos isotópicos y aplicar dichas interpretaciones tanto en la investigación pura como en la aplicada.
- 3:** Es capaz de presentar la información y su interpretación de la manera más adecuada.

# Introducción

## Breve presentación de la asignatura

En esta asignatura se plantea la adquisición de conocimientos en el campo de la geoquímica isotópica y su aplicación en la definición de paleoambientes. Asimismo, se ponen las bases para la aplicación de estos conocimientos como herramienta de control de calidad.



---

## 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:**

Esta asignatura es recomendable para todos aquellos alumnos interesados en la geoquímica de isótopos estables y su aplicación como indicadores de cambios ambientales y como control en distintas industrias. Dentro del contexto de los estudios de posgrado de "Introducción a la Investigación en Geología" en la Universidad de Zaragoza, está directamente relacionada con aquellas enfocadas a la uso de la paleontología y de la geoquímica en cualquiera de los ambientes geológicos, así como con aquellas relacionadas con problemas medioambientales.

El objetivo fundamental de esta asignatura está dirigido al aprendizaje por parte del alumno de conocimientos básicos de geoquímica isotópica que le permitan hacer frente a la interpretación geológica de los resultados en lo relativo a la definición de paleoambientes, así como a su aplicación como herramientas en control de calidad, control sanitario, afecciones medioambientales, etc..

## Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura junto con *Reconstrucción paleoambiental* y *Paleoclimatología: causas e indicadores de los cambios paleoclimáticos*, permiten al alumno del Master de Iniciación a la investigación en Geología obtener una formación específica en los métodos de trabajo empleados en los estudios de ambientes y climas del pasado, línea de investigación que se contempla dentro del grupo de investigación consolidado **RECURSOS MINERALES**, reconocido por el Gobierno de Aragón. Por lo tanto, se trata de una asignatura que permite al alumno especializarse en este campo de conocimiento y supone sentar las bases para para aquellos alumnos que quieran continuar sus estudios realizando una tesis doctoral.

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

- 1: Muestreo y análisis de las muestras.
- 2: Tratamiento e interpretación de datos isotópicos.
- 3: Aplicación a la investigación y a la industria. En este sentido es obligado destacar que en muchos productos sujetos a Denominación de origen, es necesaria su caracterización isotópica. Asimismo, diversos países no pertenecientes a la UE, exigen un certificado isotópico del producto.

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

La Geoquímica de isótopos estables viene aplicándose con éxito en la definición e identificación de procesos geológicos de todo tipo, desde magmáticos a superficiales. Asimismo tiene una conexión evidente con el control de calidad y su aplicación en las denominaciones de origen de productos alimentarios, la detección de posibles fraudes, etc.. La realización de esta asignatura y la adquisición de las competencias involucradas permitirán al alumno ampliar su capacidad laboral y proporcionarle la formación necesaria para resolver desde cuestiones científicas a problemas legales (p. ej. peritajes en fraudes alimentarios), lo que supone un complemento a su formación académica.

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

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

- 1: El seguimiento de los resultados obtenidos en la resolución de los problemas planteados en las prácticas. Esta parte supondrá el 45% de la calificación.
- 2: La revisión crítica de un artículo de investigación o similar (capítulo de Tesis Doctoral, ...) y la exposición de los resultados obtenidos. Supondrá el 55% de la calificación final.
- 3: 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 la resolución de cuestiones prácticas y la crítica a un artículo de investigación. Esta prueba 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 Cristalografía y Mineralogía (3ª planta del Edificio Geológicas; Ciencias C).

## Pruebas para estudiantes no presenciales

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 la resolución de cuestiones prácticas y la crítica a un artículo de investigación. Esta prueba 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 Cristalografía y Mineralogía (3ª planta del Edificio Geológicas; Ciencias C).

---

## 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 que se ha diseñado para esta asignatura consta de dos acciones formativas complementarias que se corresponden con cada una de las actividades de evaluación planteadas en el punto anterior.

La **primera acción formativa** se dedica al aprendizaje de los fundamentos de geoquímica isotópica, las dificultades en relación a la representatividad del muestreo debido principalmente al poco volumen de muestra necesario y el imprescindible control mineralógico para una correcta interpretación de los resultados. Se utilizarán datos propios y bibliográficos para asimilar las técnicas de muestreo, preparación de muestras e interpretación de resultados. Esta acción se llevará a cabo mediante 15 horas de clases presenciales en las que se desarrollará el programa propuesto en el apartado siguiente.

La **segunda actividad formativa** (15 horas), se centrará en el aspecto práctico de los conocimientos que se han ido adquiriendo a lo largo de las clases teóricas. Para ello se proporcionará al estudiante diversos problemas y bibliografía específica.

Durante la realización de las tareas mencionadas más arriba, los alumnos recibirán ayuda personalizada por parte del profesor mediante tutorías presenciales y correo electrónico.

### 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:

- *Isótopos estables ligeros.* El parámetro d. Fraccionamiento isotópico: el parámetro a, fundamentos termodinámicos, fraccionamiento cinético y fraccionamiento en equilibrio.
- *Muestreo y medida* de relaciones isotópicas: tratamiento de muestras, espectroscopía de masas.
- *Geotermometría isotópica.* Características de los geotermómetros y sistemas isotópicos útiles como geotermómetros. La "temperatura de cierre" isotópico. Los isótopos estables como geotermómetros.
- *Hidrógeno. Oxígeno. Carbono. Azufre. Nitrógeno. Hierro.* Reservorios isotópicos de interés medioambiental.
- *Caracterización isotópica de las aguas naturales.* Introducción: definiciones. El océano. Paleotermometría e historia isotópica de los océanos. Evolución isotópica del sulfato del agua del mar. Aguas Continentales: La línea de aguas meteóricas; Precipitación; "Amount effect"; "Altitude effect"; Ríos y lagos; Agua en el suelo; Evapotranspiración; Aguas freáticas; Aguas connatas y formacionales (agua en los poros); Hielo y nieve. Fluidos hidrotermales. Aguas magmáticas y metamórficas.
- *Alteración superficial y formación de sedimentos.* Geoquímica isotópica de arcillas y otros silicatos. Carbonatos marinos y continentales. Otros sedimentos químicos (evaporitas, fosforitas, ...).
- *Materia orgánica en sedimentos.* Isótopos de H y O en tejidos vegetales. Determinación de la procedencia

del H<sub>2</sub>O en las plantas. El agua en las hojas. Mecanismos de incorporación de H y O a la celulosa. Implicaciones en estudios paleoclimáticos.

- Isótopos estables en medios diagenéticos y metamórficos. Rocas clásticas de grano fino. Otros materiales detríticos. Materia orgánica. Carbonatos y cementos carbonatados.

**2:**

### **Programa de Prácticas**

I - Problemas de fraccionamiento isotópico.

II - Conversiones de un patrón a otro. Cálculo de temperaturas.

III - Aplicaciones

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

#### **3 créditos ECTS:**

- Horas de teoría: 15
- Horas de prácticas: 15
- Horas otros (Trabajo personal): 45
- Total horas: 75

#### El horario previsto será:

Lunes de 8.30 a 10.30, Miércoles de 8.30 a 10.30 y de 11,30 a 12:30 y Jueves de 16.00 a 18.00

#### Lugar de impartición:

*Seminario 10, Biblioteca y Laboratorio 29 del Área de Cristalografía y Mineralogía (Planta 3 del Edificio C).*

#### Presentación de trabajos:

El informe final con el trabajo personal deberá entregarse al comienzo del periodo de exámenes del primer cuatrimestre (21 de enero de 2012).

## **Recursos**

### **Bibliografía**

Arthur, M.A. (1983) Stable Isotopes in Sedimentary Geology. SEMP Short Course No. 10. SEMP. Tulsa. 440 pp.

Faure, G. (1986) Principles of Isotope Geology. 2nd Edition. John Wiley & Sons. New York. 589 pp.

Fritz, P. & Fontes, J.Ch. (Eds.) Handbook of Environmental Isotope Geochemistry. Elsevier, Amsterdam. Vol. 1: "The Terrestrial Environment, A". (1980) Vol. 2: "The Terrestrial Environment, B". (1986) Vol. 3: "The Marine Environment, A". (1989)

Hoefs, J. (1997) Stable Isotope Geochemistry. Springer-Verlag. Berlín. 4th. Edition, revised, updated and enlarged. 201 pp.

Kyser, T.K. (Ed.) (1987) Stable Isotope Geochemistry of Low Temperature Fluids. MAC Short Course No. 13. MAC. Saskatoon. 452 pp.

Sharp, Z. (2005): Principles of Stable Isotope Geochemistry. Prentice Hall, 344 p.

### **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**

- Arthur, M.A.. Stable Isotopes in Sedimentary Geology. SEMP Short Course, nº 10 Tulsa: SEMP, 1983
- Faure, Gunter. Principles of isotope geology / Gunter Faure . - 2nd ed. New York : John Wiley & Sons, cop. 1986

- Fritz, P.. Handbook of Environmental Isotope Geochemistry. 3 vol. Elsevier, 1980-1989
- Hoefs, Jochen. Stable isotope geochemistry / Jochen Hoefs . - 5th, completely rev. upd. and enlarged ed. Berlín : Springer-Verlag, cop. 2004
- Kyser, T.K.. Stable Isotope Geochemistry of Low Temperature Fluids. MAC Short Course, nº 13 Saskatoon:MAC, 1987