

Guía docente de la asignatura

**Geoquímica de Isótopos Estables e Inclusiones Fluidas**Fecha última actualización: 15/07/2021  
Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 17/07/2021**Máster**

Máster Universitario en Geología Aplicada a los Recursos Minerales y Energéticos (Georec)

**MÓDULO**

Recursos Minerales

**RAMA**

Ciencias

**CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Anual

**Créditos**

3

**Tipo**

Optativa

**Tipo de enseñanza**

Semipresencial

**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES**

--

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

Asignatura teórico-práctica en la que se abordan dos herramientas de gran utilidad para la caracterización geoquímica de fluidos. En lo referente a la geoquímica de isótopos estables, el estudio de las relaciones  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ , D/H, mediante el análisis de estos elementos, que constituyen excelentes trazadores naturales, permite conocer muchos procesos físico-químicos de interés en el estudio de recursos geológicos. En lo referente a las inclusiones fluidas (de gran utilidad tanto para yacimientos minerales como para la exploración petrolera), partiendo de sus características generales, se abordan diferentes técnicas de estudio utilizadas para su caracterización, el tratamiento de los datos obtenidos y su aplicación a la caracterización de fluidos mineralizadores, con ejemplos aplicados a diferentes tipos de yacimientos minerales.

**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

- CE02 - Saber aplicar técnicas de análisis mineralógico y técnicas geoquímicas de análisis elemental e isotópico (estables y radioactivos) avanzadas de utilidad para la caracterización de materiales geológicos.

### 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 estudiante dispondrá de conocimientos sobre la potencialidad de los isótopos estables y de las inclusiones fluidas como herramientas para la caracterización de fluidos. Asimismo, dispondrá de conocimientos para la resolución e interpretación de los resultados obtenidos, preparación para su presentación científico-técnica y conocer las ventajas y limitaciones de las diferentes metodologías que se utilizan.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO



## BLOQUE I: Geoquímica de Isótopos Estables

- Tema 1. Fraccionamiento isotópico de equilibrio.
- Tema 2. Fraccionamiento isotópico cinético y de transición de fases.
- Tema 3. Determinación del factor de fraccionamiento ( $\alpha$ ).
- Tema 4. Determinación de valores isotópicos  $\delta$ . Espectrometría de masas.
- Tema 5. Preparación y toma de muestras para análisis geoquímicos isotópicos
- Tema 6. Paleotemperaturas y Paleoclimatología
- Tema 7. Geotermometría Isotópica
- Tema 8. Cavidades kársticas: los espeleotemas como indicadores paleoclimáticos

## BLOQUE II: Inclusiones fluidas

- Características generales
- Diferentes técnicas de estudio utilizadas para su caracterización
- Tratamiento de los datos obtenidos
- Aplicación a la caracterización de fluidos mineralizadores.

## PRÁCTICO

### TEMARIO PRÁCTICO:

- Resolución cuestionario problemas
- Realización de examen, informe o trabajo (exposición y discusión artículo de investigación).

El temario incluye **docencia teórica** (en aula y vía plataforma) y **seminarios prácticos** (planteamiento y resolución de problemas).

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

#### BLOQUE I: Geoquímica de Isótopos Estables

- Arthur, M.A. 1983. Stable Isotopes in Sedimentary Geology. SEMP Short Course No. 10. SEMP. Tulsa. 440 pp.
- Baskaran M (ed) 2011. Handbook of Environmental Isotope Geochemistry.
- Bowen, R. 1991. Isotopes in the earth sciences. Elsevier Applied Science. London and New York, 647pp.
- Caballero, E. 1989. Fraccionamiento isotópico: Efecto de la Composición química. Estudios Geológicos, 45, 299-314.
- Caballero E. and Jiménez de Cisneros, C. 2010. Stable oxygen and hydrogen isotopic composition of bentonites from Cabo de Gata (Almería, Spain). Chemie der Erde- Geochemistry, 70, 69-76
- Caballero, E. and Jiménez de Cisneros, C. 2011. Hydration properties of bentonites. Isotopic study ( $^{18}O/^{16}O$ ;  $2H/H$ ) of the hydration water. Chemie der Erde-Geochemistry, 71, 389-395



(2011) doi: 10.1016/j.chemer.2011.03.002

- Cronin, T.M. 1999. Principles of Palaeoclimatology. Columbia Univ. Press.
- Crowley, T.J. and North, G.R. 1996. Paleoclimatology. Oxford monographs on Geology and Geophysics # 18. Oxford University Press, Inc., New York (USA), 349 p.
- De Groot, P.A. 2004. Handbook of stable isotope analytical Techniques (V I). Elsevier, 1234pp
- Faure, G. 1986. Principles of Isotope Geology. 2nd Edition. John Wiley & Sons. New York. 589 pp.
- Fritz, P. and Fontes, J.Ch. (Eds.). 1980, 1986, 1989. 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.
- Gornitz, V. 2009. Enciclopedia of Paleoclimatology and ancient environments. Springer. 1077 p.
- Hoefs, J. 2009. Stable Isotope Geochemistry 6th Ed. Springer-Verlag. 285 pp.
- Jiménez de Cisneros, C., Caballero, E., Vera, J.A. & Andreo, B. 2010. An optimized thermal extraction system for preparation of water from fluid inclusions in speleothems. *Geologica Acta*, 40, 1-19.
- Jiménez de Cisneros, C., González-Ramón A., Sequero, C., Andreo, B. and Fairchild, I. 2020. Stable isotope evidence supporting the use of petrographic fabrics as a proxy to constrain paleoclimatic reconstructions from speleothems (Almería, SE Spain). *Open Journal of Geology*, 10, 597-611.
- Kyser, T.K. (Ed.) 1987. Stable Isotope Geochemistry of Low Temperature Fluids. MAC Short Course No. 13. MAC. Saskatoon. 452 pp.
- Leng, M.J. 2006. Isotopes in Palaeoenvironmental Research. Developments in Palaeoenvironmental Research, vol. 10, Springer, The Netherlands, 307 p.
- Leroux, M. 2005. Global warming. Myth or reality? Springer-Praxis Publishing Ltd, Chichester, UK, 509 p.
- Martín Chivelet, J. 1999. Cambios climáticos. Una aproximación al sistema Tierra. Ed. Libertarias/Prodhufi, S.A., Madrid, 324 p.
- O'Neil, J.R. 1986. Theoretical and experimental aspects of isotopic fractionation. En: J.W. Valley, H.P. Taylor, & J.R. O'Neil (eds). Stable Isotopes in High Temperature geological Processes. *Reviews in Mineralogy*, 16, 1-40.
- Sharp, Z. 2007. Principles of Stable Isotope Geochemistry. Prentice Hall, 344 p.
- Tucker, M.E. 1988, 1995. Techniques in Sedimentology. Blackwell Science Ltd., Oxford, UK, 394 p.
- Tucker, M.E. and Wright, V.P. 1990. Carbonate sedimentology. Blackwell Scientific Pubs., Oxford, 482



## BLOQUE II: Inclusiones Fluidas

- De Vivo, B. & Frezzotti, M.L. (1994). Fluid inclusions in minerals: methods and applications. International Mineralogical Association. Working Group "Inclusions in Minerals". Short Course; Virginia Polytechnic Institute and State University. Editorial: Blacksburg, VA: Fluids Research Laboratory, Dept. of Geological Sciences, Virginia Tech.
- Goldstein, R.H. & Reynolds, T.J. (1994). Systematics of fluid inclusions in diagenetic minerals. SEPM short course, no. 31.
- Morales-Ruano, S. (2008) Analytical techniques applied to fluid inclusions studies: basics and applications. In: Ignacio Subias y Blanca Bauluz, eds. Instrumental Techniques Applied to Mineralogy and Geochemistry. Seminarios SEM, 5, p. 133-154.
- Samson, I.; Anderson, A. & Marshall, D.D. (2003). Fluid inclusions: analysis and interpretation. Mineralogical Association of Canada, Ottawa, Ontario, Canada.
- Shepherd, T.J., Rankin, A.H. & Alderton, D.H.M. (1985). A practical guide to fluid inclusion studies. Blackie & Son Ltd., Glasgow & London, 240 pp.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

--

## ENLACES RECOMENDADOS

- <http://fluids.unileoben.ac.at/Home.html>
- <http://www.geochem.geos.vt.edu/fluids/>
- <http://www.geology.wisc.edu/~pbrown/fi.html>
- <http://www.geo.cornell.edu/geology/>
- [http://earthobservatory.nasa.gov/Features/Paleoclimatology\\_OxygenBalance/](http://earthobservatory.nasa.gov/Features/Paleoclimatology_OxygenBalance/)
- <http://serc.carleton.edu/microbelife/topics/proxies/paleoclimate.html>
- <http://paleoclimate.syr.edu/>

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Clases expositivas
- MD02 Trabajos supervisados
- MD03 Orientación y tutorización
- MD06 Resolución de casos prácticos
- MD07 Desarrollo de foros on-line de debate, de trabajo, de información, de consultas.
- MD08 Material audiovisual editado por el profesor (Presentaciones con audio, capturas de pantalla con video, grabación de clases, páginas web)
- MD09 Debate y seminarios mediante videoconferencias.



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

### EVALUACIÓN ORDINARIA

#### INSTRUMENTOS DE EVALUACION

- Realización de actividades individuales, trabajos y discusión en grupo con el Profesor. Evaluación de exposición de los trabajos y de la participación personal.
- Análisis del contenido de los materiales procedentes del trabajo individual y/o en grupo del alumnado (informes, cuadernos de prácticas, etc.)
- Pruebas evaluativas para el programa de teoría y de prácticas (no aplicable en la evaluación continua).

#### CRITERIOS DE EVALUACION

- Constatación del dominio de los contenidos teóricos y prácticos.
- Valoración de las actividades y trabajos realizados, atendiendo a la presentación, redacción y claridad de ideas, estructura y nivel científico, creatividad, justificación de lo argumentado y bibliografía consultada.
- Grado de implicación y actitud del alumno, así como en la elaboración de los trabajos. Participación en clase, seminarios, tutorías...

#### CALIFICACION FINAL

La calificación final se obtendrá mediante una evaluación continua, en la cual el alumnado deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación previstas:

1. INCLUSIONES FLUIDAS: Resolución de cuestionarios y casos prácticos.
2. GEOQUÍMICA DE ISÓTOPOS ESTABLES: Realización de informes o trabajos, así como la revisión crítica de un artículo de investigación y la exposición de los resultados obtenidos.

El estudiante ha de obtener al menos una calificación de CUATRO en cada uno de los dos epígrafes anteriores, tras lo cual la calificación final de la asignatura se obtendrá como una media ponderada entre ambas partes. En caso de no alcanza una calificación de CUATRO cada una de las partes, la calificación final será de suspenso.

Para aquellos estudiantes que no hayan superado la asignatura mediante evaluación continua se contempla la posibilidad de un examen (con contenidos que abarcarían el temario de docencia teórica y práctica) en la fecha que oficialmente se establezca.

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

#### CALIFICACION (CONVOCATORIA 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.

Para aquellos estudiantes que opten a la convocatoria extraordinaria se contempla la posibilidad de un examen (con contenidos que abarcarían el temario de docencia teórica y práctica) en la fecha que oficialmente se establezca.

### 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.

Para aquellos estudiantes que opten a la evaluación única final se contempla la posibilidad de un examen (con contenidos que abarcarían el temario de docencia teórica y práctica) en la fecha que oficialmente se establezca.

### INFORMACIÓN ADICIONAL

--

