



# Guía docente

## 250MEA003 - 250MEA003 - Modelización de Procesos Biogeoquímicos

Última modificación: 13/06/2024

**Unidad responsable:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona  
**Unidad que imparte:** 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

**Titulación:** MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA AMBIENTAL (Plan 2024). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2024      **Créditos ECTS:** 5.0      **Idiomas:** Castellano

### PROFESORADO

**Profesorado responsable:** IGNACIO CASANOVA HORMAECHEA  
**Otros:** IGNACIO CASANOVA HORMAECHEA

### METODOLOGÍAS DOCENTES

La asignatura consta de 2.5 horas a la semana de clases presenciales en un aula (grupo grande) y 1.3 horas semanales con la mitad de los estudiantes (grupo mediano).

Se dedican a clases teóricas 2.5 horas en un grupo grande, en él que el profesorado expone los conceptos y materiales básicos de la materia, presenta ejemplos y realiza ejercicios.

Se dedican 1.3 horas (Grupo mediano), a la resolución de problemas con una mayor interacción con los estudiantes. Se realizan ejercicios prácticos con el fin de consolidar los objetivos de aprendizaje generales y específicos.

Se utiliza material de apoyo en formato de plan docente detallado mediante el campus virtual ATENEA: contenidos, programación de actividades de evaluación y de aprendizaje dirigido y bibliografía.

Aunque la mayoría de las sesiones se impartirán en el idioma indicado en la guía, puede que las sesiones en las que se cuente con el apoyo de otros expertos invitados puntualmente se lleven a cabo en otro idioma.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

### HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

| Tipo                       | Horas | Porcentaje |
|----------------------------|-------|------------|
| Horas grupo grande         | 25,5  | 20.38      |
| Horas grupo mediano        | 9,8   | 7.83       |
| Horas aprendizaje autónomo | 80,0  | 63.95      |
| Horas grupo pequeño        | 9,8   | 7.83       |

**Dedicación total:** 125.1 h

## CONTENIDOS

### Sistemas acuosos

**Descripción:**

Disoluciones, suspensiones y sistemas coloidales. Especiación. Solubilidad. Diagramas Eh-pH. Producto de actividad, fuerza y potencial iónico. Isotermas de adsorción. Diagramas piper y stiff. Problemas de sistemas acuosos

**Objetivos específicos:**

Identificar los componentes de las aguas naturales y sus características físico-químicas. Trabajar cuantitativamente con diagramas de equilibrio.  
Conocer los parámetros que describen la composición y comportamiento geoquímico de las aguas naturales. Familiarizarse con diferentes tipos de representación gráfica.

**Dedicación:** 13h 40m

Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo mediano/Prácticas: 2h 40m

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

Aprendizaje autónomo: 7h

### Geoquímica de carbonatos y el ciclo del carbono

**Descripción:**

El Carbono inorgánico a la atmósfera y la hidrosfera. CO<sub>2</sub> atmosférico, especies de carbonatos y el pH del agua de lluvia. Alcalinidad. Solubilidad. El efecto de la presión parcial de CO<sub>2</sub> en la estabilidad de los carbonatos. Estados de oxidación del carbono. Reservorios globales y flujos. Fijación del carbono en la corteza terrestre. El reservorio oceánico. Fijación del carbono en los océanos. El reservorio atmosférico. Captura y almacenamiento de carbono. Problemas

**Objetivos específicos:**

Identificar los principales reservorios de carbono en la Tierra y la especiación en función de las condiciones medioambientales  
Entender las características principales del ciclo biogeoquímico del carbono

**Dedicación:** 13h 40m

Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo mediano/Prácticas: 2h 40m

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

Aprendizaje autónomo: 7h

### Otros ciclos biogeoquímicos

**Descripción:**

Estado de oxidación, especies de nitrógeno. Procesos del ciclo del nitrógeno. Reservorios globales y flujos. Perturbaciones antrópicas e impactos ambientales asociados. Ciclos del fósforo en los suelos. El ciclo global. El fósforo y la eutrofización. El azufre: Estados de oxidación, especies. El ciclo global. El ciclo marino. Suelos y biota. Atmósfera. Flujos en aguas continentales  
Problemas aplicados

**Objetivos específicos:**

Características de los ciclos biogeoquímicos de estos elementos y su conexión con otros ciclos

**Dedicación:** 9h 51m

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo mediano/Prácticas: 2h 40m

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

Aprendizaje autónomo: 4h 11m



### Meteorización química y suelos

**Descripción:**

Estabilidad mineral. Minerales secundarios. Mecanismos y productos de reacción.  
Factores que controlan la mineralogía de un suelo. Diagramas de estabilidad mineral  
Problemas aplicados

**Objetivos específicos:**

Aplicación de los principios de la termodinámica y cinética en la descripción de los procesos de alteración mineral  
Saber plantear las reacciones de meteorización mineral en función de las condiciones físico-químicas ambientales, y representarlás de manera cuantitativa.

**Dedicación:** 13h 40m

Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo mediano/Prácticas: 2h 40m

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

Aprendizaje autónomo: 7h

### Geoquímica de isótopos estables y aplicaciones medioambientales

**Descripción:**

Masas atómicas. Notación delta. Fraccionamiento isotópico.  
Aplicaciones en el análisis climático. Trazadores del ciclo hidrológico.  
Análisis paleoambiental. Isótopos del carbono en hidrología y meteorización química. Fraccionamiento de isótopos de azufre con mediación microbiana.  
Problemas de geoquímica de isótopos estables

**Objetivos específicos:**

Identificar los isótopos estables principales en la naturaleza y como el estudio de su distribución y fraccionamiento sirve en la modelización de procesos geoquímicos ambientales.  
Aplicar los conceptos de fraccionamiento isotópico en el estudio de las interacciones agua-suelo-atmósfera y entender las implicaciones para el análisis de la evolución climática, meteorológica y del ciclo hidrológico  
Utilizar los isótopos de carbono y azufre para la modelización de procesos ambientales de origen inorgánico y microbiológico

**Dedicación:** 14h 40m

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo mediano/Prácticas: 2h 40m

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

Aprendizaje autónomo: 7h



### Geoquímica de isótopos radiactivos

**Descripción:**

Mecanismos y productos de desintegración. Vida media, tasas y constantes de desintegración. Trazadores radiactivos de sistemas ambientales

Radionucleidos cosmogénicos y datación de procesos superficiales. Métodos de datación de sedimentos y minerales.

Problemas de geoquímica de isótopos radiactivos

**Objetivos específicos:**

Alcanzar las bases de conocimiento sobre isotopía de elementos radiactivos y saber identificar sus aplicaciones en estudios de geoquímica ambiental

Tener una referencia sobre los principios y los métodos principales de datación de materiales geológicos y antrópicos.

**Dedicación:** 17h 03m

Grupo grande/Teoría: 5h

Grupo mediano/Prácticas: 2h 40m

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

Aprendizaje autónomo: 8h 23m

### Estudio de casos

**Descripción:**

Magnitud del problema. Mineralogía de la boca de los depósitos. La oxidación y la generación de productos de oxidación de sulfuros. Las bacterias y la oxidación de sulfuros. Mecanismos de neutralización de ácidos. El drenaje ácido y los residuos de la minería. Métodos de predicción. Bioacumulación y toxicidad de los productos de oxidación. Enfoques para la prevención y reparación

Fuente y composición de lixiviados. Difusión de contaminantes en las aguas subterráneas. Biogeoquímica de plumas de lixiviados de vertedero. Entornos redox. Actividad microbiana y procesos redox. Procesos que controlan el destino de los compuestos lixiviados de vertedero. Materia orgánica disuelta, macrocomponentes inorgánicos y metales pesados. Compuestos orgánicos xenobióticos. Restauración ambiental. Retos de futuro y temas de investigación

Naturaleza y peligros de la contaminación radiactiva medioambiental. Estudios de campo del comportamiento de radionucleidos.

Aplicaciones: Modelos geoquímicos de evaluación de riesgos

Geomateriales y salud humana. Vías de exposición, absorción, biodistribución, metabolismo, y desintoxicación. Geoquímica médica de materiales biodurables: amianto, erionita, otros materiales fibrosos, sílice cristalina. Geoquímica médica de materiales con componentes fácilmente solubles, bioaccesibles, y / o bioreactivos

**Objetivos específicos:**

Análisis y prevención de los efectos medioambientales geoquímicos de las explotaciones mineras (fundamentalmente de menas metálicas en forma de sulfuros)

Establecimiento de criterios para la evaluación y prevención de los riesgos medioambientales en aguas subterráneas provocados por los lixiviados de las instalaciones de vertederos

Establecimiento de criterios para la evaluación y prevención de los riesgos medioambientales de las instalaciones de almacenaje de residuos nucleares

Concentración, transporte y distribución de geomateriales nocivos para la salud humana

**Dedicación:** 38h 32m

Grupo pequeño/Laboratorio: 16h 40m

Aprendizaje autónomo: 21h 52m

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Problemas (asignaciones por temas): 30%

Prueba escrita nº1: 30%

Estudio de caso: 30%

Participación en clase y proactividad: 10%



## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

---

Si no se realiza alguna de las actividades de laboratorio o de evaluación continua en el periodo programado, se considerará como puntuación cero.

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Ryan, P. Environmental and low temperature geochemistry. 2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2020. ISBN 9781119568582.
- Anderson, G.M. Thermodynamics of natural systems: theory and applications in geochemistry and environmental science. 3rd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. ISBN 9781107175211.
- Brantley, S.L.; Kubicki, J.D.; White, A.F. (eds.). Kinetics of water-rock interaction. New York: Springer, 2008. ISBN 9780387735627.
- Lollar, B.S. (ed.). Environmental geochemistry. Amsterdam: Elsevier, 2005. ISBN 9780080446431.
- Misra, K.C. Introduction to geochemistry: principles and applications. Chichester, West Sussex ; Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2012. ISBN 9781405121422.

### Complementaria:

- Fegley, B. Practical chemical thermodynamics for geoscientists. Waltham: Academic Press, 2013. ISBN 9780122511004.
- Fleet M.E. (ed.). Environmental geochemistry: a short course sponsored by the Mineralogical Association of Canada. London: Mineralogical Association of Canada, 1984.
- Blowes, D.W.; Jambor, J.L. (eds.). The environmental geochemistry of sulfide mine-wastes. Vancouver: Mineralogical Association of Canada, 1994.
- Sahai, N.; Schoonen, M.A.A. (eds.). "Medical mineralogy and geochemistry". Reviews in mineralogy and geochemistry. 2006, Vol. 64.
- Valsaraj, K.T. Elements of environmental engineering: thermodynamics and kinetics. 3rd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2009. ISBN 9781420078190.
- Zhu, C.; Anderson, G. Environmental applications of geochemical modeling. Cambridge: Cambridge University, 2002. ISBN 0521005779.