

## Guía docente

### 250341 - ENGGEOAMB - Ingeniería Geoambiental

Última modificación: 16/11/2022

**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:** GRADO EN INGENIERÍA GEOLÓGICA (Plan 2010). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2022

**Créditos ECTS:** 6.0

**Idiomas:** Castellano

#### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** MAARTEN WILLEM SAALTINK

**Otros:** MAARTEN WILLEM SAALTINK

#### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

---

##### Específicas:

4026. Capacidad para aplicar metodologías de estudios y evaluaciones de impacto ambiental y, en general, de tecnologías ambientales, sostenibilidad y tratamiento de residuos.

4032. Diseño, planificación y ejecución para prospección y extracción de minerales, rocas, combustibles fósiles y nucleares, aguas subterráneas y geotécnicos. Diseño, planificación y ejecución para inyección de fluidos en estructuras subterráneas.

4033. Capacidad para desarrollo y selección de herramientas para la prospección y extracción de recursos naturales así como para la inyección de fluidos en estructuras subterráneas.

4040. Estudios hidrológicos, hidrogeológicos, estratigráficos y paleontológicos.

##### Genéricas:

3103. Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería geológica. Capacidad para plantear y resolver problemas de ingeniería geológica con iniciativa, habilidades en toma de decisiones y creatividad. Desarrollar un método de análisis y solución de problemas sistemático y creativo.

3106. Identificar la complejidad de los problemas tratados en las materias. Plantear correctamente el problema a partir del enunciado propuesto. Identificar las opciones para su resolución. Escoger una opción, aplicarla e identificar si es necesario cambiarla si no se llega a una solución. Disponer de herramientas o métodos para verificar si la solución es correcta o, como mínimo, coherente. Identificar el papel de la creatividad en la ciencia y la tecnología.

3107. Identificar, modelar y plantear problemas a partir de situaciones abiertas. Explorar las alternativas para su resolución, escoger la alternativa óptima de acuerdo a un criterio justificado. Manejar aproximaciones. Plantear y aplicar métodos para validar la bondad de las soluciones. Tener una visión de sistema complejo y de las interacciones entre sus componentes.

3109. Capacidad para concebir, proyectar, gestionar y mantener sistemas en el ámbito de la ingeniería geológica. Capacidad para cubrir el ciclo de la vida completo de una infraestructura o sistema o servicio en el ámbito de la ingeniería geológica. Esto incluye la redacción y desarrollo de proyectos, el conocimiento de las materias básicas y tecnologías, la toma de decisiones, la dirección de las actividades objeto de los proyectos, la realización de mediciones, cálculos y valoraciones, el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento, la valoración del impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas adoptadas, la valoración económica y de recursos materiales y humanos involucrados en el proyecto, con una visión sistemática e integradora.

3112. Identificar las funciones de la ingeniería y los procesos involucrados en el ciclo de vida de una obra, proceso o servicio. Valorar la necesidad de la sistematización del proceso de diseño. Identificar e interpretar los pasos de un documento de especificación del proceso de diseño (PDS). Completar y mejorar documentos de especificación y planificación. Aplicar un proceso de diseño sistemático en sus fases de implementación y operación. Elaborar informes de progreso de un proceso de diseño. Manejar herramientas de soporte a la gestión de proyectos. Elaborar un informe final correspondiente a un proceso de diseño sencillo. Conocer los aspectos económicos básicos asociados al producto-proceso-servicio que se está diseñando.

3113. Identificar las necesidades del usuario y elaborar una definición de producto-proceso-servicio y unas especificaciones iniciales. Elaborar una especificación del proceso de diseño. Diseñar y seguir un modelo de gestión del proceso de diseño basado en un estándar. Conocer profundamente los pasos asociados a las fases de diseño, implementación y operación. Utilizar de forma coherente los conocimientos y herramientas adquiridos en las distintas materias en el proceso de diseño e implementación. Evaluar y proponer mejoras al diseño realizado. Evaluar la aplicación de la legislación, normativa en los ámbitos nacional, europeo e internacional

**Transversales:**

586. EMPREDEDURÍA E INNOVACIÓN - Nivel 2: Tomar iniciativas que generen oportunidades, nuevos objetos o soluciones nuevas, con una visión de implementación de proceso y de mercado, y que implique y haga partícipes a los demás en proyectos que se deben desarrollar.

589. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL - Nivel 2: Aplicar criterios de sostenibilidad y los códigos deontológicos de la profesión en el diseño y la evaluación de las soluciones tecnológicas.

594. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 3: Dirigir y dinamizar grupos de trabajo, resolviendo posibles conflictos, valorando el trabajo hecho con las otras personas y evaluando la efectividad del equipo así como la presentación de los resultados generados.

584. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, que será preferentemente inglés, con un nivel adecuado de forma oral y por escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados en cada enseñanza.

## METODOLOGÍAS DOCENTES

Según el cronograma de extinción del Grado en Ingeniería Geológica, ya no se da docencia ordinaria. Sólo habrá ejercicios y exámenes.

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

Conocimientos sobre los conceptos de ingeniería geoambiental (geoquímica de las aguas subterráneas, transporte reactivo, suelos contaminados) y capacidad para la realización de estudios de gestión medioambiental.

Al finalizar el curso el alumno habrá adquirido la capacidad de:

1. Realizar un estudio del transporte de contaminantes en aguas subterráneas utilizando métodos analíticos o numéricos.
2. Realizar un estudio de geoquímica ambiental en el marco del ciclo del agua.
3. Realizar un estudio geoambiental que incluya la integración de elementos multidisciplinares.

Contaminación. Toxicología. Dosis. Epidemiología. Riesgo ambiental. Evaluación del riesgo. Transporte de contaminantes. Advección, difusión, dispersión, reacciones, adsorción. Ecuación de transporte. Termodinámica: tipos de reacciones; funciones termodinámicas; potencial químico; actividad, ley de acción de masas; mezclas. Gases. Solutos. Tiempo de reacción y tiempo de transporte. Transporte reactivo. Matriz estequiométrica. Matriz de componentes. Ecuaciones de transporte. Contaminación de acuíferos. Fuentes de contaminación. Procesos de degradación. Sistemas de descontaminación. Contaminación de suelos, puntual y difusa. Mecanismos de transporte. Flujo multifase: capilaridad, humectabilidad, curvas características. Descontaminación de suelos. Contaminación de ríos y embalses. Demanda química de oxígeno. Ecuación de Streeter-Phelp. Sistemas de control: oxidación, stripping, reacciones fotoquímicas, etc. Eutrofización. Nutrientes. Ciclo del carbono. Zonas húmedas. Impacto de las obras públicas. Gestión de residuos. Residuos sólidos urbanos. Residuos especiales. Residuos radiactivos. Diseño de vertederos. Estudios de impacto ambiental. Diseño, planificación y ejecución para la inyección de fluidos en estructuras subterráneas.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo mediano	12,0	8.00
Horas grupo grande	34,0	22.67
Horas actividades dirigidas	6,0	4.00
Horas aprendizaje autónomo	84,0	56.00
Horas grupo pequeño	14,0	9.33

**Dedicación total:** 150 h

## CONTENIDOS

### Tema 1: Transporte de solutos

#### Descripción:

Principio de balance de masa, solución de ecuaciones diferenciales ordinarias.

Volumen elemental representativo (VER), campos escalares, vectoriales y tensoriales, gradiente, divergencia.

Advección, difusión y dispersión.

Formulación de la ecuación de transporte como ecuación en derivadas parciales (EDP) y su solución mediante soluciones analíticas.

Ejemplos de solución de un problema mediante métodos analíticos.

Solución ejercicio 1

Balance en una celda, formulación genérica de un método numérico, integración temporal, condiciones de contorno, tipos de métodos, proceso de modelación, discretización, calibración.

Ejemplo de un modelo numérico.

Solución por parte de los estudiantes de algunos problemas mediante un modelo numérico.

Saturación, capilaridad, humectabilidad, curva de retención, ecuación de flujo no saturado, líquidos no acuosos.

Solución ejercicio 2

#### Objetivos específicos:

Saber formular un balance de masa de un sistema integrado y resolverlo.

Saber los conceptos matemáticos necesarios para entender otros temas de la asignatura.

Saber los procesos que transportan contaminantes en la atmósfera, el agua superficial y el subterráneo

Saber formular una EDP para el transporte de un contaminante y resolverla mediante métodos analíticos.

Entender lo que hace un modelo numérico y saber sus posibilidades y limitaciones .

Conocer los procesos relevantes para el transporte de contaminantes líquidos no acuosos.

#### Dedicación: 45h 36m

Grupo grande/Teoría: 10h

Grupo mediano/Prácticas: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Aprendizaje autónomo: 26h 36m

## Tema 2: Química

### Descripción:

Equilibrio químico, definiciones termodinámicas (sistema, fase, componente, especie); funciones termodinámicas (entalpía, entropía, energía libre de Gibbs, ecuación de Nernst), potencial químico, actividad, ley de acción de masas, mezclas en gases y líquidos.

Ecuaciones y variables de la especiación, diagrama pH-pe, diagrama de Sillen.

Ejemplos prácticos de especiación.

Solución ejercicio 3

Funcionamiento de códigos de especiación.

Solución por parte de los estudiantes de algunos problemas mediante un código de especiación.

Velocidad de reacción, reacciones elementales y globales, Leyes cinéticas, cinética de minerales, determinación experimental.

Clasificación de metabolismos biológicos, secuencia de redox, leyes cinéticas, demanda biológica de oxígeno.

Formulación matemática de transporte reactivo, componentes, estequiometría.

Ejemplo de transporte reactivo.

Solución ejercicio 4

### Objetivos específicos:

Saber los conceptos termodinámicos necesarios para entender otros temas de la asignatura.

Saber hacer cálculos químicos suponiendo equilibrio químico.

Saber utilizar un código de especiación.

Saber cuando se debe usar un planteamiento cinético o de equilibrio y saber trabajar con leyes cinéticas.

Conocer el impacto de procesos biológicos.

Saber integrar los procesos de transporte y las reacciones químicas y entender las dificultades, posibilidades y limitaciones.

### Dedicación: 52h 48m

Grupo grande/Teoría: 11h

Grupo mediano/Prácticas: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Aprendizaje autónomo: 30h 48m

### Tema 3: Casos de contaminación y sistemas

#### Descripción:

Clasificación de contaminantes, conceptos toxicológicos.

Marco jurídico, evaluación de impacto ambiental, huella ecológica.

Factores y procesos que afectan contaminación de suelos y acuíferos, casos de contaminación.

Criterios, procesos y métodos de remediación de suelos y acuíferos.

Causas, problemas y remediación de drenaje ácido de minas.

Ecuación de transporte en ríos y lagos/embalses, DBO y oxígeno en ríos, eutrofización, embalses.

Depuración de aguas residuales, primer, segundo y tercer tratamiento, sistemas de bajo coste.

Solución ejercicio 5

Estratificación y estabilidad atmosférica, cálculo de penachos, contaminantes atmosféricos, casos de contaminación atmosférica.

Balance global de carbono y energía, causas y efectos del cambio climático, soluciones, captura y almacenamiento de carbono.

Fuentes de residuos, métodos de eliminación, gestión de residuos urbanos, residuos especiales y residuos radioactivos.

Solución ejercicio 6

#### Objetivos específicos:

Introducir algunos conceptos químicos y toxicológicos

Saber las metodologías para estudiar y evaluar el impacto ambiental.

Conocer los procesos relevantes de contaminación de suelos y acuíferos.

Conocer los métodos de remediación de suelos y acuíferos.

Conocer el caso de drenaje ácido de minas.

Conocer los procesos relevantes para la contaminación de agua superficial.

Conocer los procesos y métodos para la depuración de aguas residuales.

Conocer los procesos relevantes para la contaminación atmosférica.

Conocer el caso de calentamiento global.

Conocer los métodos para el tratamiento y la gestión de residuos.

**Dedicación:** 45h 36m

Grupo grande/Teoría: 12h

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Aprendizaje autónomo: 26h 36m

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La evaluación se hace mediante exámenes y notas de los ejercicios hechos en casa.

Hay dos exámenes, un primero sobre el tema 1, un segundo sobre todos los temas.

Los dos tienen una parte corta con preguntas teóricas y una parte práctica más larga en que se pide resolver problemas del mismo estilo que los de los ejercicios hechos en casa. En la parte teórica no se permite el acceso a documentación (apuntes, libros, etc.) y en la parte práctica sí.

La nota final se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$N_{fin} = 0.4 \cdot N_{ec} + 0.2 \cdot N_{ex1} + 0.4 \cdot N_{ex2}$$

donde  $N_{fin}$  es la nota final,  $N_{ec}$  es la nota promedia de los ejercicios hechos en casa, y  $N_{ex1}$  y  $N_{ex2}$  son las notas del primer y segundo examen.

Criterios de calificación y de admisión a la reevaluación: Los alumnos suspensos en evaluación ordinaria que se hayan presentado regularmente a las pruebas de evaluación de la asignatura tendrán opción a realizar una prueba de reevaluación en el periodo fijado en el calendario académico. La calificación máxima en el caso de presentarse al examen de reevaluación será de cinco. En el caso de ausencias justificadas durante el periodo de evaluación ordinaria que hayan impedido realizar exámenes de parte de los contenidos de una asignatura, y con aprobación previa del Jefe de Estudios de la titulación, el alumno podrá recuperar en el examen de reevaluación tanto aquella parte de la asignatura que no ha sido previamente evaluada como aquella que haya sido suspendida. La limitación en la calificación máxima no se aplicará a las partes evaluadas por primera vez.

## 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:

- Bear, J., Cheng, A.H.D. Modeling groundwater flow and contaminant transport. Dordrecht [etc.]: Springer, 2010. ISBN 9781402066818.
- B.J. Merkel; Planer-Friedrich, B. Groundwater geochemistry: a practical guide to modeling of natural and contaminated aquatic systems. 2nd ed. Berlin ; Heidelberg: Springer, 2008. ISBN 978-3-540-74667-6.
- Peavy, H.S.; Rowe, D.R.; Tchobanoglous, G. Environmental engineering. New York: McGraw-Hill, 1985. ISBN 0070491348.
- Stumm, W.; Morgan, J.J. Aquatic chemistry: chemical equilibria and rates in natural waters. 3a edición. New York: John Wiley and sons, 1996. ISBN 978-0-471-51185-4.
- Vallero, D.A. Fundamentals of air pollution [en línea]. 4th ed. Oxford: Academic Press, 2007 [Consulta: 25/02/2021]. Disponible a: <https://www.sciencedirect.com/science/book/9780123736154>. ISBN 9780123736154.
- Valsaraj, K.T. Elements of environmental engineering: thermodynamics and kinetics. 3rd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2009. ISBN 9781420078190.