

Fecha de aprobación: 20/06/2023

Guía docente de la asignatura

## Hidrogeología (2061138)

<b>Grado</b>	Grado en Ciencias Ambientales	<b>Rama</b>	Ciencias				
<b>Módulo</b>	Conservación, Planificación y Gestión del Medio Ambiente Rural y Urbano	<b>Materia</b>	Hidrogeología				
<b>Curso</b>	3º	<b>Semestre</b>	2º	<b>Créditos</b>	6	<b>Tipo</b>	Obligatoria

### PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Tener conocimientos adecuados sobre:  
- matemáticas, física, química y geología

### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)

Conceptos Básicos.  
Hidrometeorología e Hidrología: Datos para un balance hídrico.  
Hidráulica subterránea.  
Hidroquímica y contaminación  
Hidrogeología regional.  
Hidrogeología aplicada  
Las aguas subterráneas en el marco de la gestión de recursos hídricos.  
Prácticas de gabinete.  
Prácticas de campo.

### COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA

#### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Comprender el método científico. Capacidad de análisis y síntesis y resolución de problemas.
- CG02 - Razonamiento crítico y aprendizaje autónomo.
- CG04 - Capacidad de organización y planificación.
- CG05 - Comunicación oral y escrita.
- CG06 - Capacidad de gestión de la información.
- CG07 - Trabajo en equipo.
- CG08 - Creatividad.
- CG09 - Iniciativa y espíritu emprendedor.



## COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Uso de herramientas matemáticas para la resolución de problemas relacionados con el medio ambiente.
- CE03 - Conocer y aplicar la terminología y unidades de medida en los procesos físicos.
- CE04 - Comprender los conceptos, principios, procesos y teorías geológicas generales y del medio físico.
- CE05 - Adquirir, desarrollar y ejercitar destrezas necesarias para el trabajo de laboratorio y la instrumentación básica en física, química y biología
- CE07 - Conocimientos básicos de meteorología, clima e hidrología.
- CE08 - Analizar e interpretar procesos meteorológicos, climáticos e hidrológicos.
- CE12 - Diseño de muestreos, tratamiento de datos e interpretación de resultados estadísticos y de programas estadísticos y bases de datos.
- CE22 - Gestión y tratamiento de aguas de abastecimiento, regadío y residuales.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Reconocimiento hidrogeológico regional.
- Realización de inventarios de puntos de agua
- Elaboración e interpretación de mapas piezométricos.
- Valoración de captaciones de aguas subterráneas. Control de manantiales
- Muestreo de aguas subterráneas e interpretación de datos hidroquímicos.
- Valoración de riesgos de contaminación. Elaboración e interpretación de mapas de vulnerabilidad. Riesgos de intrusión
- Evaluación de recursos en aguas subterráneas e integración en un sistema de explotación de recursos hídricos

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

#### TEMA 1. EL AGUA EN LA NATURALEZA

- Introducción, justificación y objetivos de la asignatura
- Distribución del agua en la naturaleza: almacenamiento y flujo global
- Importancia de las aguas subterráneas

#### TEMA 2. HIDROMETEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA: DATOS PARA UN BALANCE HÍDRICO

- Componentes del ciclo del agua en una cuenca.
- Precipitación: medida y tratamiento de datos.
- Evaporación y evapotranspiración: medida y métodos de estimación.
- Infiltración: medida y métodos de evaluación.
- Escorrentía. Componentes de la escorrentía en una cuenca. Aforos e hidrogramas.
- Balance hídrico en una cuenca
- Sequías

#### TEMA 3. EL AGUA EN EL MEDIO SUBTERRÁNEO

##### 3.1. CONCEPTOS BÁSICOS

- Propiedades físicas del agua y del medio poroso.
- Clasificación de los materiales geológicos desde el punto de vista hidrogeológico.
- Acuíferos: tipos y características.
- Almacenamiento de agua en los acuíferos: Coeficiente de almacenamiento.

##### 3. 2. HIDRÁULICA SUBTERRÁNEA



- Energía del flujo subterráneo. Presión hidrostática, potencial hidráulico y altura piezométrica.
- Superficies equipotenciales y líneas de flujo.
- Ley de Darcy: gradiente hidráulico y permeabilidad. Transmisividad.
- La ecuación del flujo subterráneo: expresión gráfica y analítica.
- El flujo hacia las obras de captación. Ensayos de bombeo.
- Modelos de flujo. Los manantiales. Relaciones entre agua superficial y agua subterránea.

#### TEMA 4. HIDROGEOLOGÍA REGIONAL

- Características hidrogeológicas de los materiales sedimentarios.
- Características hidrogeológicas de las rocas plutónicas, metamórficas y volcánicas.
- Hidrogeología kárstica.
- Acuíferos costeros e intrusión marina.
- Aguas termales.

#### TEMA 5. HIDROQUÍMICA Y CONTAMINACIÓN

- Composición de las aguas subterráneas: constituyentes. Características Físico-químicas.
- Análisis químico: expresión de resultados y error de balance.
- Interpretación y representación gráfica de datos hidroquímicos
- Evolución del quimismo de las aguas subterráneas naturales , procesos modificadores.
- Contaminación de aguas subterráneas: agentes contaminantes y fuentes de contaminación.
- Ámbitos de introducción y propagación de la contaminación.
- Protección de las aguas subterráneas frente a la contaminación: vulnerabilidad. Procesos de atenuación de la contaminación.
- Métodos de lucha contra la contaminación: prevención y protección, eliminación y regeneración de aguas contaminadas.
- Introducción a la aplicación de los isótopos en hidrogeología

#### TEMA 6. HIDROGEOLOGÍA APLICADA: La exploración de las aguas subterráneas

- Los estudios hidrogeológicos.
- El inventario de puntos de agua
- Métodos de prospección.
- Cartografía hidrogeológica.
- Evaluación de recursos hídricos subterráneos.
- Balance en un acuífero. Reservas y recursos.
- Captación de aguas subterráneas. Tipos de captaciones.

#### TEMA 7. LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL MARCO DE LA PLANIFICACIÓN-GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

- Introducción. La importancia del agua. Necesidades básicas.
- Conceptos básicos en la planificación hidrológica. Recursos de una cuenca. Usos del agua.
- Problemas derivados de la explotación de acuíferos. Sobreexplotación
- Uso conjunto de las aguas superficiales y subterráneas. Estrategias de uso conjunto: regulación y recarga artificial.
- Aspectos medioambientales del agua subterránea. Afecciones a espacios naturales de alto valor ecológico: humedales.

### PRÁCTICO

#### 1. PRÁCTICAS DE GABINETE

- Tratamiento de datos hidrometeorológicos y foronómicos (P, ET, Q,...).
- Balance hídrico de una cuenca: coeficientes de infiltración y escorrentía, aportación específica.
- Realización e interpretación de mapas piezométricos.
- Aplicación de la ley de Darcy: cálculo de gradientes, caudales y velocidades de flujo. Descensos en pozos, ensayo de bombeo.



- Tratamiento de datos hidroquímicos y elaboración e interpretación de diagramas hidroquímicos.
- Balance en un acuífero: cálculo de recursos y reservas.

## 2. PRÁCTICAS DE CAMPO

Se realizará una salida de campo de una jornada de duración en la que se podrán abordar aspectos relacionados con la asignatura. Habida cuenta de la experiencia durante años precedentes y posibilidades de acceso en el entorno de la ciudad de Granada, se considerarán prioritarias las siguientes prácticas de campo:

- Acuíferos aluviales y relaciones río-acuífero y problemas de contaminación urbana y agrícola
- Aguas termales, acuíferos kársticos y problemas de contaminación urbana y agrícola
- Humedales y aguas subterráneas : protección y control

En algunas de las salidas se podrán realizar ensayos prácticos y medidas de variables hidrogeológicas, según el número de estudiantes y disponibilidad de equipos durante el curso académico

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- APPELO, C.A.J. y POSTMA, D. (1993).- "Geochemistry, Groundwater and Pollution". Ed. A.A. Balkema, Rotterdam/Brookfield
- BOWEN, R. (1986).- "Groundwater" (2nd. Edition). Elsevier Applied Science Publ.
- CASTANY, G. (1963).- "Traité pratique des eaux souterraines". Ed. Dunod (trad. castellana: Ed. Omega).
- CASTANY, G. (1967).- "Prospection et exploitation des eaux souterraines". Ed. Dunod (trad. castellana: Ed. Omega).
- CASTANY, G. (1982).- "Principes et méthodes de l'Hydrogéologie". Ed. Dunod, 238 pg.
- CRUZ SAN JULIÁN, J.J. (2018). Hidrogeología básica e hidráulica subterránea. Editorial Universidad de Granada e Instituto Geológico y Minero de España.
- DAVIS, S.N. y DE WIEST, R.J.M. (1966).- "Hydrogeology". Ed. John Wiley and Sons, (trad. castellana: Ed. Ariel).
- DEMING, D. (2001).- "Introduction to Hydrogeology". McGraw-Hill Higher Education, 468 pg.
- FETTER, C.W.J.R. (1980).- "Applied Hydrogeology". Charles E. Merrill. Pub. Co. (3ª ed., Prentice-Hall, 1994, 691 pg, nueva edición en 2001)
- FETTER, C.W.J.R. (1999).- "Contaminant Hydrogeology" Prentice-Hall Inc., 500 pg.
- FITTS, C.R. (2002).- "Groundwater Science" Academic Press (Elsevier Science), 450 pg.
- FREEZE, R.A. y CHERRY, J.A. (1979).- "Groundwater". Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- GARCIA SANCHEZ, E., ANDREU RODES, J.M., PULIDO BOSCH, A. , JORDÁN VIDAL, M.M., AYANZ LÓPEZ-CUERVO, J.J. (2001). Prácticas de hidrogeología para estudiantes de Ciencias Ambientales. Editorial de Universidad Miguel Hernández-Elche (Alicante)
- HUDAK, P.F. (2000).- "Principles of Hydrogeology". Lewis Pub., 204 pg.
- PRICE, M. (1996).- "Introducing Groundwater". Chapman & Hall.
- PULIDO BOSCH, A. (2007) . Nociones de hidrogeología para ambientólogos. Ed. Universidad de Almería.
- TODD, D.K. (1972).- "Groundwater Hydrology". John Wiley and Sons, Inc. (trad. Ed. Paraninfo).

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA



- BRASSINGTON, R. (1988).- "Field Hydrogeology". Open University Press, John Wiley & Sons.
- CUSTODIO, E. y LLAMAS, M.R. (1976).- "Hidrología subterránea". Ed. Omega, 2 vol., XXXIII+XXXII+2359 pg.
- DOMENICO, P.A. y SCHWARTZ, F.W. (1990).- "Physical and Chemical Hydrogeology". Ed. Wiley. (nueva edición en 1998, 506 pg.)
- LOHMAN, S.W. (1972).- "Ground Water Hydraulics". U.S. Government Printing Office, (trad. castellana: Ed. Ariel).
- MARSILY, G. (1983).- "Hydrogéologie quantitative". Pub. CIG; ENSMP, París.
- SANDERS, L.L. (1998).- "A manual of Field Hydrogeology" Prentice-Hall
- SCHOELLER, H. (1962).- "Les Eaux souterraines". Ed. Masson.
- SERRANO, S.E. (1997).- "Hydrology for Engineers, Geologists and Environmental Professionals". HydroScience Inc., 452 pg.
- WEIGHT, W.D. and SONDEREGGER, J.J. (2000).- "Manual of Applied Field Hydrogeology". McGraw-Hill, 608 pg.

## ENLACES RECOMENDADOS

- Página web de docencia de Francisco Javier Sánchez San Román (Departamento de Geología, Universidad de Salamanca, España): <https://hidrologia.usal.es/>
- Página web del Instituto Geológico y Minero de España: <http://www.igme.es>
- Curso Internacional de Hidrología Subterránea (Fundación Centro Internacional de Hidrología Subterránea, Barcelona, España) <http://www.fcih.org>
- La Nueva cultura del agua. El uso y gestión de las aguas subterráneas <https://www.fnca.eu/guia-nueva-cultura-del-agua/la-planificacion-y-gestion-del-agua-en-espana/el-uso-y-gestion-de-las-aguas-subterraneas>
- Banco mundial. Gestión Sustentable del Agua Subterránea Conceptos y Herramientas: [http://siteresources.worldbank.org/INTWRD/Resources/GWMATE\\_Spanish\\_BN\\_01.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTWRD/Resources/GWMATE_Spanish_BN_01.pdf)
- Jornada sobre sostenibilidad de las aguas subterráneas y la Directiva Marco del Agua. Noviembre de 2019 (DIVERSAS PRESENTACIONES SOBRE EL TEMA) <https://www.fundacionbotin.org/observatorio-contenidos/jornada-sobre-sostenibilidad-de-las-aguas-subterraneas-y-la-directiva-marco-del-agua-noviembre-de-2019.html>
- Página del Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, en donde se abordan los temas relacionados con la gestión-planificación hidrológica en España <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/sistema-espaniol-gestion-agua/>
- CAP 01 EL AGUA SUBTERRÁNEA O INVISIBLE - "EL AGUA INVISIBLE: UNA REALIDAD BAJO NUESTROS PIES" <https://www.youtube.com/watch?v=9GpqSIG3Krg>
- CAP 03 EL AGUA SUBTERRÁNEA O INVISIBLE - "BUSCANDO EL AGUA SUBTERRÁNEA" <https://www.youtube.com/watch?v=oDpyKvg6SPQ>

## SOFTWARE SOBRE HIDROQUÍMICA

- INAQUAS Utilidad para la interpretación de análisis químicos de aguas subterráneas (Moreno Merino, L., De la Losa Román, A., 2008; ISBN: 978-84-7840-779-8; Publicado por IGME) <http://www.igme.es>
- AQUAQHEM (Waterloo Hydrogeologic Inc.) <Http://www.waterloohydrogeologic.com>

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - Lección magistral/expositiva
- MD02 - Sesiones de discusión y debate
- MD03 - Resolución de problemas y estudio de casos prácticos



- MD05 - rácticas de campo
- MD07 - Seminarios
- MD09 - Análisis de fuentes y documentos
- MD11 - Realización de trabajos individuales

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

### EVALUACIÓN ORDINARIA

La evaluación continua se llevará a cabo mediante los siguientes criterios:

- Examen escrito de teoría y prácticas (gabinete y campo) en la fecha establecida: **65% de la calificación final**. Será necesario obtener una nota mínima de 4 sobre 10 para que sean considerados el resto de los trabajos o calificaciones.
- Evaluación de pruebas parciales y/o trabajos solicitados: **20% de la calificación final**
- Asistencia y participación del estudiantado: **15% de la calificación final**.

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

- La evaluación consistirá en una única prueba que constará de preguntas de teoría y de prácticas.
- No serán de aplicación el resto de los criterios consignados en el procedimiento de evaluación continua.

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

- Las pruebas de la evaluación única final a la que el estudiante se puede acoger en los casos indicados de acuerdo a la “NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA (Aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión extraordinaria de 20 de mayo de 2013)” constarán de un examen único que estará integrado tanto de cuestiones teóricas como prácticas (gabinete y campo), de acuerdo con el programa de la asignatura.
- 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 la asignatura, lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, al Director del Departamento, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua

