

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Tecnología Específica de Hidrología	Hidrogeología y gestión de acuíferos	4º	8º	3	Obligatoria
<b>PROFESOR(ES)</b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>		
José Benavente Herrera Wenceslao Martín Rosales			José Benavente: Dpto. Geodinámica, Facultad de Ciencias <a href="mailto:jbenaven@ugr.es">jbenaven@ugr.es</a> Teléfono: 958243362 Wenceslao Martín: Dpto. Geodinámica, Facultad de Ciencias <a href="mailto:wmartin@ugr.es">wmartin@ugr.es</a> Teléfono: 958248083		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS <sup>1</sup></b>		
			Consulte Tablón de Anuncios del Departamento		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Grado en INGENIERÍA CIVIL			Ciencias Ambientales,		
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>					
Se recomienda haber cursado y tener aprobadas las siguientes asignaturas: Geología; Hidráulica e Hidrología; Ampliación de Hidráulica e Hidrología, Existen además aspectos no tratados en profundidad en esta asignatura por haberse estudiado ya en otras materias cursadas en semestres anteriores, tales como redes de flujo y esfuerzos efectivos (Mecánica del Suelo y Rocas) u obras de captación de agua subterránea (Obras y Aprovechamientos Hidráulicos I).					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)</b>					
Revisión de conceptos hidrogeológicos básicos Análisis del flujo subterráneo en diferentes situaciones hidrogeológicas Principales metodologías de prospección hidrogeológica y fundamentos de las obras de captación de aguas subterráneas Protección de los recursos hídricos subterráneos Gestión de recursos hídricos subterráneos Aspectos normativos					

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente.



## COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

De acuerdo con la memoria de Verificación del Grado en Ingeniería Civil, en esta signatura se contribuye a la adquisición de las siguientes competencias:

1. Competencias generales: CG01, CG02, CG03, CG04, CG05, CG06, CG07, CG08 y CG10
2. Competencias de formación básica: CB2, CB3, CB4 y CB5
3. Competencias específicas: COP7, COP8, COP12, CCC8, CH2, CH4 y CTSU4

## OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

Cuando concluya el desarrollo de esta asignatura se espera que el alumno sea capaz de:

1. Aplicar los conocimientos fundamentales sobre el flujo del agua en medios porosos y sus implicaciones ambientales relacionadas con la planificación hidrológica.
2. Adquirir, analizar y sintetizar datos físico-químicos de las aguas, y relacionarlos con procesos de contaminación urbana, agrícola e industrial.
3. Interpretar los resultados de ensayos de bombeo en distintas condiciones de ejecución.
4. Decidir las técnicas de investigación-prospección hidrogeológica más adecuadas tanto para la explotación como para la gestión de los recursos hídricos subterráneos.
5. Aplicar los conocimientos sobre la gestión sostenible de los recursos hídricos subterráneos y la legislación asociada

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### PROGRAMA DE CLASES TEÓRICAS

**T1. Revisión de conceptos de base.** Problemas ambientales y económicos relacionados con el uso intensivo de las aguas subterráneas. Clasificación hidrogeológica de los materiales. Acuíferos libres y nivel freático. Acuíferos confinados y superficie piezométrica. Acuíferos semiconfinados. Principios del flujo subterráneo. Regímenes de flujo subterráneo. Determinación en el campo del gradiente hidráulico. Transmisividad y almacenamiento. Ecuaciones generales del flujo subterráneo. Modelos de flujo. El flujo en la zona no saturada: conceptos básicos, parámetros y medida del potencial.

**T2. Sistemas de flujo subterráneo e hidráulica de captaciones** . Flujo estacionario en acuíferos confinados y libres. Sistemas de flujo condicionados por la topografía; áreas de recarga y descarga; los manantiales. Relaciones entre el agua subterránea y el agua de superficie (ríos y lagos). Superficies piezométricas. Oscilaciones de los niveles piezométricos. Flujo estacionario hacia un pozo de bombeo. Obras de captación de aguas subterráneas: sondeos; otros tipos de captaciones. Estimación de parámetros de los acuíferos; ensayos hidráulicos "in situ". Pérdidas de carga en el pozo y ecuación característica. Aspectos normativos relacionados con la captación de aguas subterráneas.

**T3. Prospección y explotación de aguas subterráneas.** Características de las aguas subterráneas según su ámbito de aparición: depósitos no consolidados; materiales detríticos consolidados; rocas plutónicas y metamórficas; rocas volcánicas; rocas carbonatadas y kársticas; influencias climáticas; acuíferos costeros; hidrogeotermia. Métodos de prospección de acuíferos: el inventario de puntos de agua y la cartografía hidrogeológica; otras metodologías; balance hídrico de acuíferos; sondeos de reconocimiento y piezométricos. Instrumentación de sondeos.

**T4. Contaminación de aguas subterráneas.** Expresión de las concentraciones de las sustancias disueltas en el agua. Principales índices hidroquímicos. Conceptos de calidad y de contaminación del agua. Principales agentes contaminantes y fuentes potenciales de contaminación de las aguas subterráneas. Propagación de la contaminación en los acuíferos. Reacciones de los acuíferos frente



a la contaminación. Modelos de transporte.

**T5. Protección de los recursos hídricos subterráneos.** Sobreexplotación de acuíferos y riesgos asociados. Acuíferos costeros e intrusión marina: indicadores, control y prevención de la intrusión (aspectos técnicos y normativos). Sobreexplotación y subsidencia. Protección de las aguas subterráneas frente a la contaminación: aspectos normativos. Perímetros de protección. Normativa española. Delimitación de las zonas de protección. Protección de la calidad. Protección de la cantidad. Métodos de cálculo. Redes de control. Protección de humedales y zonas de especial interés.

**T6. Estrategias de gestión de acuíferos.** Conceptos básicos (usos, tipos de recursos y reservas). Regulación de manantiales. Uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas; ventajas y potencial del uso conjunto. Tipos de aprovechamiento con uso conjunto. Recarga artificial e inducida de acuíferos: objetivos, métodos, ventajas e inconvenientes. Recursos hídricos no convencionales.

## PROGRAMA DE CLASES PRÁCTICAS

### Prácticas de gabinete (aula)

P1. Interpretación de niveles piezométricos en mapas y en secciones transversales. Estimación de gradientes hidráulicos con distintos supuestos de direcciones de flujo. Transformaciones en caso de aguas de diferente densidad.

P2. Trazado de curvas isopiezas y determinación de las direcciones de flujo. Cálculo del gradiente de la superficie piezométrica.

P3. Cálculo de descensos, de caudales y de caudales específicos a partir de soluciones analíticas de los modelos teóricos de hidráulica de captaciones.

P4. Análisis de datos de ensayos de bombeo y de recuperación en casos sencillos.

P5. Aforos de captaciones de agua subterránea y determinación del caudal óptimo.

P6. Balances hídricos de acuíferos.

P7. Cálculos simples en relación con acuíferos en régimen de sobreexplotación: agotamiento de reservas; evolución de niveles.

### Prácticas de campo (una jornada).

Principales objetivos a seleccionar, según las circunstancias, de la relación siguiente:

Utilización de instrumentación hidrogeológica diversa en cursos de agua, manantiales y sondeos piezométricos: hidroniveles de diferentes tipos, toma muestras, medidas "in situ" de variables físicas y químicas del agua, medidas de flujo, etc.

Reconocimiento hidrogeológico de surgencias y de captaciones de diferentes tipos. Cumplimentación de fichas de inventario de puntos de agua.

Determinación "in situ" de parámetros hidrogeológicos; reconocimiento de maquinaria de perforación.



Reconocimiento de acuíferos de interés: sistemas kársticos, acuíferos aluviales, acuíferos costeros, etc., y análisis de su funcionamiento. Cuestiones hidrogeológicas en áreas de interés ecológico y medioambiental. Reconocimiento "in situ" de problemas geotécnicos relacionados con el agua subterránea.

#### BIBLIOGRAFÍA

COMISIÓN DOCENTE DEL CIHS: ESCUDER, R., FRAILE, J., JORDANA, S., RIBERA, F. SÁNCHEZ-VILA, X y VÁZQUEZ-SUNYÉ, E. (2009). Hidrogeología. Ed. Fundación CIHS. Barcelona.

LÓPEZ GETA, J.A., FORNÉS, J., RAMOS, G. Y VILLARROYA, F. (2001): Las aguas subterráneas: un recurso natural del subsuelo. Ed. IGME

MARTÍNEZ, J. y RUANO, P. (1998). Aguas subterráneas: captación y aprovechamiento. Ed. Promotora General de Estudios, S.A. (PROGENSA), Sevilla.

MARTÍNEZ ALFARO, P.E., MARTÍNEZ SANTOS, P. Y CASTAÑO, S. (2006): Fundamentos de Hidrogeología. Ed. Mundi-Prensa.

MURILLO, J.M., LÓPEZ-GETA, J.A. y RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, L. (2010). Desarrollo sostenible, uso conjunto y gestión integral de recursos hídricos. IGME-Dip. Prov. Alicante.

VILLANUEVA, M. e IGLESIAS, A. (1984). Pozos y acuíferos. IGME.

WATSON, I Y BURNETT, A. D. (1995). Hydrology. An environmental approach. CRC Press/Lewis.

WEIGHT, W.D. and SONDEREGGER, J.J. (2000).- "Manual of Applied Field Hydrogeology".- McGraw-Hill Ed..

#### ENLACES RECOMENDADOS

Página web de docencia del Grupo de Gestión de Recursos Hídricos de la Universidad Jaume I de Castellón (España).

<http://www.agua.uji.es>

Página web de docencia de D. Francisco Javier Sánchez San Román (Departamento de Geología, Universidad de Salamanca, España).

<http://hidrologia.usal.es/hidro.htm>.

Página web del Servicio Geológico de EEUU., con gran cantidad de material divulgativo, publicaciones técnicas y software específico sobre Hidrogeología y de libre difusión:

<https://www.usgs.gov/>

#### METODOLOGÍA DOCENTE

- Presentación en el aula de los contenidos teóricos más importantes.
- Presentación en el aula y realización de prácticas sobre distintos métodos de estudio usados habitualmente en Hidrogeología (maoas isopiezas, problemas sobre flujo en medios porosos, ejercicios sobre explotación de acuíferos, etc).
- Prácticas de campo para reconocimiento y estudio in situ de acuíferos, parámetros hidrogeológicos y/o captaciones de aguas subterráneas.
- Tutorías (grupales e individuales) para resolución de dudas sobre los contenidos teóricos y prácticos, así como sobre problemas no resueltos en clase.



- Estudio y profundización de los contenidos teóricos y prácticos por parte del alumno de manera individual, así como resolución de problemas propuestos.
- Eventualmente seminarios impartidos por profesionales y docentes visitantes en el marco de proyectos de investigación y/o convenios de movilidad docente internacional.

#### **EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)**

Examen final escrito de teoría y prácticas: hasta un 70 %. Trabajo personal y participación en clase: hasta un 30 %. Esta ponderación se aplica si en el examen se iguala o se supera la calificación de 3,5 sobre 10; si la calificación del examen es inferior a 3,5, los porcentajes respectivos son 90 % y 10 %.

#### **EVALUACIÓN ÚNICA FINAL:**

La prueba 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)" constará de un examen teórico-práctico con el contenido de todo el temario impartido en la asignatura. Cada una de las partes (teoría y práctica) deberá ser superada con una calificación mínima de 4. Para aprobar la asignatura se deberá obtener, al menos, una media de 5.

#### **INFORMACIÓN ADICIONAL**

