



**E.T.S. de Ingeniería de
Caminos, Canales y Puertos y
de Ingeniería de Minas**
**Universidad Politécnica
de Cartagena**



Guía docente de la asignatura: **HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA**



Titulación: GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

CSV:	kinAeXb97q0ou7iWrj6W1qLAc		Fecha:	16/01/2019 13:09:08	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/kinAeXb97q0ou7iWrj6W1qLAc		Página:	1/14	

1. Datos de la asignatura

Nombre	HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA (Groundwater Hydrology)				
Materia*	Gestión de Recursos Hídricos				
Módulo*	Formación Específica				
Código	516102006				
Titulación	Grado en Ingeniería Civil				
Plan de estudios	2010				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y de Ingeniería de Minas				
Tipo	Obligatoria				
Periodo lectivo	Cuatrimestral	Cuatrimestre	2	Curso	2º
Idioma	Español				
ECTS	6	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	180

* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	Marisol Manzano Arellano		
Departamento	Ingeniería Minera, Geológica y Cartográfica		
Área de conocimiento	Geodinámica Externa		
Ubicación del despacho	Campus Alfonso XIII. Edificio ETSINO-EICIM, 1ª planta, Despacho Nº 12		
Teléfono	968325443	Fax	968325435
Correo electrónico	marisol.manzano@upct.es		
URL / WEB			
Horario de atención / Tutorías	Presenciales: Horario abierto. La profesora atenderá en cualquier momento, siempre que esté disponible. Por Aula Virtual: permanentemente		
Ubicación durante las tutorías	En el despacho		

Titulación	Doctora en Ciencias Geológicas
Vinculación con la UPCT	Profesora Titular de Universidad
Año de ingreso en la UPCT	2001
Nº de quinquenios (si procede)	5
Líneas de investigación (si procede)	Hidrogeoquímica de grandes sistemas acuíferos; aplicaciones de trazadores químicos e isotópicos en hidrología subterránea; el fondo químico natural del agua subterránea; humedales vinculados a aguas subterráneas; modelación hidrogeoquímica; técnicas isotópicas en hidrogeología.
Nº de sexenios (si procede)	3
Experiencia profesional (si procede)	1993-1995: Investigador contratado en la Fundación Centro Internacional de Hidrología Subterránea (Barcelona). 1996-1998: Investigador contratado en la Universidad Politécnica de Cataluña (Barcelona). 1999-2001: Investigador contratado en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Jaume Almera, Barcelona).
Otros temas de interés	Cooperación para el desarrollo: capacitación de personal técnico y científico en el uso de técnicas de estudio y gestión de aguas subterráneas.

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

La *Hidrología Subterránea* es la ciencia que estudia la existencia, origen, características físicas y químicas, cantidades, posibilidades de aprovechamiento, vinculación con el medio natural, relación con las actividades humanas, gestión sostenible, etc. de las aguas subterráneas y de los acuíferos.

Esta asignatura forma parte de la materia *Gestión de Recursos Hídricos*, que es una materia específica en el plan de estudios de la titulación. El programa de la asignatura se centra en los aspectos fundamentales relacionados con el agua subterránea que pueden ser de utilidad al futuro ingeniero civil: el agua como recurso, como componente del ciclo hídrico que interacciona con muchas actividades profesionales del ingeniero civil, y como elemento esencial para el mantenimiento de muchos ecosistemas, incluyendo el humano.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

Para el correcto desempeño de sus tareas profesionales el Ingeniero Civil debe conocer los fundamentos de la *Hidrología Subterránea* por dos motivos: 1) el agua subterránea es un recurso natural explotable; 2) el agua subterránea interacciona con muchas obras civiles, generando problemas que hay que resolver.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La materia *GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS* incluye, además de *Hidrología Subterránea*, otras tres asignaturas: *Planificación y gestión de recursos hídricos*, *Hidrología superficial e hidrometeorología* e *Hidroecología*. La asignatura *Hidrología Subterránea* se relaciona además con otras nutrientes, como *Geología aplicada*, *Física*, *Química aplicada* e *Hidráulica* y otras nutridas, como *Abastecimiento de Aguas*, *Ingeniería Ambiental* y *sanitaria* y *Desalación*.

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen.

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Antes de cursar la asignatura se recomienda haber superado *Geología aplicada*, *Química aplicada* e *Hidráulica*. Para seguir con aprovechamiento la asignatura se recomienda la asistencia a clase de teoría y de prácticas y la realización de todas las actividades propuestas en el programa.

3.6. Medidas especiales previstas

Como recoge el artículo 6 de la Normativa de Evaluación de la UPCT, el Vicerrectorado correspondiente podrá establecer adaptaciones especiales en la metodología y el desarrollo de enseñanzas para los estudiantes que padezcan algún tipo de discapacidad o alguna limitación, a efectos de posibilitarles la continuación de los estudios.

El estudiante que, por sus circunstancias, pueda necesitar de medidas especiales de este tipo, debe comunicárselo al profesor al principio del cuatrimestre.

Asimismo, los estudiantes extranjeros que puedan tener dificultades con el idioma deben comunicárselo al profesor.

4. Competencias y resultado del aprendizaje

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Capacidad para realizar estudios y diseñar captaciones de aguas superficiales o subterráneas, en su ámbito.

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

EH2. Conocimiento y capacidad para la planificación y gestión de recursos hidráulicos superficiales y subterráneos.

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Comunicarse oralmente y por escrito de manera eficaz (Nivel 2: Estructurar correctamente documentos escritos e intervenciones orales algo largas, donde se refleje la asimilación de contenidos y la capacidad de síntesis).

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

Al finalizar la asignatura el estudiante debe ser capaz de:

1. Describir los procesos que controlan la existencia de las aguas subterráneas y el comportamiento hidrogeológico básico de los distintos tipos de terreno.
2. Explicar el concepto de acuífero, describir las leyes que rigen el flujo de agua subterránea y distinguir y predecir el funcionamiento de los acuíferos libres y confinados.
3. Trazar mapas piezométricos y calcular y predecir flujos de agua subterránea a partir de ellos.
4. Identificar las herramientas fundamentales de exploración, evaluación y explotación y acuíferos para evaluar las características hidráulicas de un acuífero y la eficiencia de un pozo.
5. Determinar la calidad inorgánica de un agua subterránea e identificar su posible contaminación.

**** Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf

5. Contenidos

5.1. Contenidos según el plan de estudios

Ubicación en el ciclo hidrológico. Recarga y balance en el suelo. Características hidráulicas del terreno. Tipos de acuíferos. Flujo en medio saturado. Piezometría y redes de flujo. Recursos y reservas. Métodos de exploración y evaluación. Construcción y equipamiento de captaciones. Acuíferos costeros. Sobreexplotación. Agua subterránea e ingeniería civil. Agua subterránea y ecosistemas. Situación en la cuenca del Segura.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

UNIDAD DIDÁCTICA I: FUNDAMENTOS

T1. EL AGUA SUBTERRÁNEA Y EL CICLO HÍDRICO. Origen del agua subterránea y su relación con los otros componentes del ciclo hídrico. Ventajas del uso de agua subterránea.

T2. BALANCE HÍDRICO EN EL SUELO Y RECARGA. Formas en que se encuentra el agua en la zona no saturada. Componentes del balance de agua en el suelo y métodos de cuantificación de los mismos. Cuantificación de la recarga mediante fórmulas empíricas y semiempíricas (Turc, Thornthwaite, etc.).

UNIDAD DIDÁCTICA II: ACUÍFEROS: CONTINENTE Y CONTENIDO

T3. HIDRÁULICA SUBTERRÁNEA. Propiedades básicas de los distintos tipos de terreno: porosidad total y eficaz; conductividad hidráulica. Transmisividad. Coeficiente de almacenamiento. Ley de Darcy. Flujo en zona no saturada y en zona saturada. Ecuación general del flujo de agua subterránea.

T4. TIPOS DE ACUÍFEROS. Definición de acuífero. Principales tipos de terrenos permeables e impermeables. Acuíferos libres y confinados; acuitados. Cambios de facies y de potencia. Delimitación de acuíferos y tipos de límites.

T5. PIEZOMETRÍA Y REDES DE FLUJO. Definiciones. Mapas de isopiezas: construcción e interpretación. Redes de flujo: construcción e interpretación. Fluctuaciones del nivel piezométrico y su interpretación.

T6. BALANCE HÍDRICO DE UN ACUÍFERO. Ecuación general del balance y componentes. Mecanismos naturales de entrada de agua en un acuífero y su cuantificación: recarga por lluvia, infiltración desde cauces, entradas subterráneas laterales. Mecanismos de descarga de acuíferos y su cuantificación: descarga a ríos y manantiales, estudio de hidrogramas; evapotranspiración; explotación por bombeo; salida subterránea lateral. Recarga artificial.

T7. RECURSOS Y RESERVAS HÍDRICAS SUBTERRÁNEAS. Definiciones. Régimen natural y régimen influenciado. Tiempo de residencia. Tipos de reservas y cuantificación. Uso conjunto; regulación. Concepto de sobreexplotación. Acuíferos sobreexplotados en la Cuenca del Segura.

UNIDAD DIDÁCTICA III. ESTUDIO, EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

T8. TÉCNICAS DE EXPLORACIÓN Y EVALUACIÓN. Inventario de puntos de agua. Cartografía hidrogeológica. Métodos geológicos de exploración y evaluación. Métodos hidrogeológicos. Métodos geofísicos. Técnicas de perforación: percusión, rotación, rotoperforación y horizontal dirigida. Ventajas e inconvenientes de cada método desde el punto de vista de la perforación de captaciones.

T9. ENSAYOS DE BOMBEO. Definiciones. Conos de descenso y radio de influencia. Caudal específico. Tipos de ensayo de bombeo: régimen permanente o estacionario; régimen variable o transitorio; caudal constante o variable. Preparación de un ensayo de bombeo. Interpretación del ensayo: ecuación general del flujo; métodos de análisis en acuíferos confinados, semiconfinados y libres. Régimen variable: método de Jacob. Cálculo de transmisividad y coeficiente de almacenamiento. Tipos de límites. Ensayos de recuperación.

T10. TÉCNICAS DE EXPLOTACIÓN. Sondeos, pozos y galerías. Equipamiento de captaciones. Eficiencia de un pozo; pérdidas de carga; caudal máximo. Criterios para la correcta implantación de un sondeo destinado a la captación de agua subterránea. Explotación de manantiales.

UNIDAD DIDÁCTICA IV. QUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

T11. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SU ORIGEN. Constituyentes químicos, fuentes y procesos físicos y químicos que controlan la composición del agua subterránea: disolución de gases y minerales, precipitación mineral, intercambio iónico, adsorción, oxidación, reducción. Evolución de la composición química del agua subterránea a escala regional.

T12. CALIDAD QUÍMICA Y CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. Definiciones. Reglamentación vigente en España. Fuentes de contaminación y principales agentes contaminantes. Métodos de protección de la calidad del agua subterránea: vulnerabilidad de acuíferos y perímetros de protección de captaciones de agua destinada al abastecimiento humano. Principales fuentes de contaminación en los acuíferos de la Cuenca del Segura.

UNIDAD DIDÁCTICA V. HIDROGEOLOGÍA ESPECÍFICA Y REGIONAL

T13. ACUÍFEROS COSTEROS. Aspectos teóricos del contacto agua dulce-agua salada. Fórmulas de Ghyben-Herzberg y Henry. Intrusión marina. Métodos de estudio de la intrusión marina. Métodos de gestión de la intrusión marina. Situación de los acuíferos costeros de la Región de Murcia.

T14. ACUÍFEROS CÁRSTICOS. Origen y ocurrencia del carst. Formas cársticas. Etapas de desarrollo. Zonificación de un acuífero cárstico. Hidroquímica. Principales métodos de estudio. Carst en yesos.

T15. AGUAS SUBTERRÁNEAS Y ECOSISTEMAS. Concepto de ecosistema. El agua subterránea/los acuíferos como ecosistemas, y los ecosistemas dependientes del agua subterránea. Servicios ecosistémicos del agua subterránea. Evaluación de servicios. Situación en España.

T16. AGUA SUBTERRÁNEA E INGENIERÍA CIVIL. Principales situaciones de la interacción entre actividades profesionales de los ingenieros civiles y el agua subterránea: 1) agua subterránea como recurso (para satisfacer las necesidades de un lugar); 2) agua subterránea como elemento que influye y/o condiciona el comportamiento del terreno generando, en general, situaciones adversas (estabilidad de laderas; hinchamiento de suelos; carstificación; socavamiento; encharcamiento; inundación de sótanos; subsidencia; salinización de suelos y aguas; sismicidad inducida, etc.)

T17. LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA CUENCA DEL SEGURA. Unidades hidrogeológicas y acuíferos. Estado general de la calidad y la cantidad. Potencialidad de las aguas minero-medicinales y termales. El agua subterránea en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura.

5.3. Programa de prácticas (unidades didácticas y temas)

P1. Cálculo del balance hídrico en el suelo mediante el método de Thornthwaite.

P2. Trazado e interpretación de superficies piezométricas. Cálculos de gradientes y caudales circulantes; trazado de líneas de flujo; identificación de la relación río-acuífero.

P3. Interpretación de hidrogramas de manantiales.


P4. Interpretación de ensayos de bombeo en régimen transitorio: evaluación de T y S con el método de Jacob.

P5. Interpretación de datos físico-químicos de aguas subterráneas: evaluación de la calidad de un agua para los distintos usos e identificación de procesos hidrogeoquímicos que acompañan a la mezcla de aguas dulce y salada en un acuífero costero.

P6. Excursión de contenido hidrogeológico por zonas de la Región de Murcia o cercanas. En función de las obras y estudios en marcha cada año, se intentará observar casos de explotación, contaminación, captación de agua salobre, manejo de agua subterránea en obras civiles, etc. Si es posible se intentará combinar una visita de campo con otra a un organismo de investigación como el Instituto Geológico y Minero de España. Esta práctica se realiza en horario presencial no convencional. La asistencia es obligatoria y los contenidos se evalúan con una pregunta en el segundo parcial y en el examen final.

Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

CSV:	kjnAeXb97q0ou7iWrj6W1qLAc		Fecha:	16/01/2019 13:09:08	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/kjnAeXb97q0ou7iWrj6W1qLAc		Página:	7/14	

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un “Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos” que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

5.4. Programa resumido en inglés (unidades didácticas y temas)

UNIT I. FUNDAMENTALS OF GROUNDWATER HYDROLOGY.

- T1. Groundwater and the hydrologic cycle.
- T2. Soil water balance and aquifer recharge.

UNIT II. AQUIFERS: CONTINENT AND CONTENT.

- T3. Groundwater hydraulics.
- T4. Aquifer types.
- T5. Piezometry, piezometric maps and flow nets.
- T6. Aquifer water balance.
- T7. Groundwater resources and reserves.

UNIT III. GROUNDWATER STUDY, EXPLORATION AND EXPLOITATION TECHNIQUES.

- T8. Aquifer exploration techniques.
- T9. Pumping tests.
- T10. Groundwater exploitation techniques.

UNIT IV. GROUNDWATER CHEMISTRY.

- T11. Groundwater chemical composition and its origin.
- T12. Groundwater chemical quality and pollution.

UNIT V. SPECIFIC AND REGIONAL HYDROGEOLOGY.

- T13. Coastal aquifers.
- T14. Karstic aquifers.
- T15. Groundwater and ecosystems.
- T16. Groundwater and Civil Engineering.
- T17. Hydrogeology of the Segura River Basin.

5.5. Objetivos de aprendizaje detallados por unidades didácticas

Unidad didáctica I. Fundamentos de hidrología subterránea

Se introducen los fundamentos de la existencia y el origen del agua subterránea y de su relación con los otros componentes del ciclo hídrico.

Los objetivos de esta unidad son:

- Evidenciar a los estudiantes que la existencia de agua subterránea es una situación común derivada de la ocurrencia de lluvia sobre distintos tipos de terrenos.

- Presentar y explicar de forma detallada un método sencillo de estimación de la recarga a acuíferos, discutiendo la validez de las condiciones de aplicación del mismo.

Unidad didáctica II: Acuíferos: continente y contenido

Se introducen los conceptos que permiten, por un lado, conocer las cualidades de los distintos terrenos como acuíferos, los tipos de acuífero según el comportamiento hidráulico, los límites de los acuíferos, y por otro conocer el sentido del flujo del agua subterránea y cuantificar los flujos circulantes y los recursos hídricos subterráneos existentes.

Los objetivos de esta unidad son:

- Señalar cuáles son las propiedades básicas de los terrenos que son relevantes para el almacenamiento y la transmisión de agua.
- Presentar las variables y conceptos que permiten cualificar los distintos terrenos como acuíferos, señalando las diferencias de comportamiento de distintos tipos de sistemas.
- Describir la ecuación general del flujo y revelar las leyes que rigen el movimiento del agua subterránea.
- Mostrar, con ayuda de una práctica, cómo se confecciona un mapa piezométrico y cómo utilizarlo para conocer el sentido del flujo del agua subterránea, la relación existente entre un acuífero y cuerpos de agua superficial, o para cuantificar flujos circulantes.
- Presentar los conceptos de recursos y reservas, su utilidad y los métodos de cuantificación.
- Explicar el concepto de sobreexplotación desde una visión crítica.

Unidad didáctica III: Estudio, exploración y explotación de aguas subterráneas

Se describen las técnicas fundamentales que permiten estudiar y evaluar las cualidades de los terrenos como acuíferos y los modos de explotación del agua subterránea como recurso.

Los objetivos de esta unidad son:

- Presentar y pormenorizar las principales técnicas y métodos geológicos, hidrogeológicos y geofísicos de estudio y exploración de aguas subterráneas.
- Familiarizar a los estudiantes con los conceptos de cono de bombeo, radio de influencia, interferencias, ensayo de bombeo, eficiencia, pérdidas de carga, etc.
- Mostrar cómo realizar e interpretar un ensayo de bombeo para conocer las características hidráulicas de un terreno y para evaluar la eficiencia de una captación.
- Detallar las características distintivas de los distintos tipos de explotación de aguas subterráneas: pozos, sondeos, galerías y manantiales, señalando los efectos de cada uno de ellos sobre los acuíferos.

Unidad didáctica IV: Química de aguas subterráneas

Se introducen los fundamentos del origen de la composición química natural del agua subterránea y de las fuentes y mecanismos de contaminación, así como los métodos de evaluación de la calidad del agua para distintos usos y los métodos de protección de la calidad de agua subterránea.

Los objetivos de esta unidad son:

- Señalar la diferencia conceptual entre composición química, calidad y contaminación.
- Revelar cuáles son los procesos naturales que controlan la composición química del agua subterránea y cómo se puede prever la composición del agua de un acuífero.
- Detallar las principales fuentes y procesos de contaminación de aguas subterráneas y la afección resultante de los mismos.
- Introducir el concepto de vulnerabilidad de acuíferos y presentar los principales métodos de protección de la calidad del agua subterránea.
- Desarrollar los pasos de algunas técnicas gráficas rápidas de evaluación de la calidad del agua subterránea para distintos usos.


Unidad didáctica V: Hidrogeología específica y regional

Se explican las características de dos tipos particulares de acuíferos muy explotados en la Región de Murcia, los acuíferos costeros y los acuíferos kársticos; se describen los conceptos principales de la ecología de aguas subterráneas así como del papel del agua subterránea como soporte de otros ecosistemas, introduciéndose el concepto de ecoservicio y su evaluación; se describen los principales aspectos relacionados con el agua subterránea y las actividades profesionales de los ingenieros civiles y se proporciona una visión global de la hidrogeología de la Región de Murcia: se describen los tipos de acuíferos existentes, su utilización y el estado cuantitativo y cualitativo del

conjunto de los mismos, así como el modo en que las aguas subterráneas son consideradas en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura.

Los objetivos de esta unidad son:

- Explicar las características de los acuíferos costeros y su principal elemento, la existencia de aguas salinas, exponiendo los métodos de estudio y evaluación del movimiento de la interfaz agua dulce-agua salada, así como los principales métodos de gestión de la intrusión marina.
- Explicar las características principales de los acuíferos kársticos, su origen, evolución y factores de control, y los métodos de estudio y explotación de los mismos.
- Presentar los principales conceptos ecológicos relacionados con el agua subterránea: el agua subterránea como ecosistema y también como soporte de otros ecosistemas terrestres. Exponer los métodos más modernos de evaluación del estado ecológico de las aguas subterráneas como ecosistema.
- Presentar las principales situaciones en las que el ingeniero civil debe relacionarse con el agua subterránea: problemas que genera el agua subterránea en condiciones naturales (deslizamientos; hinchamiento; karstificación; disolución; rotura) y condicionadas por la actividad humana (encharcamientos; inundación de sótanos; subsidencia; movimientos de ladera; salinización de suelos y aguas; etc.); gestión de los mismos.
- Revelar los tipos de acuíferos existentes en el ámbito territorial más cercano a la UPCT.
- Detallar la situación actual de conocimiento de los mismos, el nivel de utilización del agua subterránea, la situación de la calidad y la cantidad de los acuíferos y el papel que el agua subterránea juega en la economía de la Región de Murcia.
- Exponer cómo están integradas las aguas subterráneas en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura.

CSV:	kjnAeXb97q0ou7iWrj6W1qLAc		Fecha:	16/01/2019 13:09:08	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/kjnAeXb97q0ou7iWrj6W1qLAc		Página:	10/14	

6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Clase de teoría	Clase expositiva empleando el método de la lección. Resolución de dudas planteadas por los alumnos. Preguntas a los alumnos para comprobar el grado de asimilación de las explicaciones.	<u>Presencial convencional:</u> Seguimiento de la explicación y toma de apuntes. Planteamiento de dudas.	44
		<u>No presencial:</u> Estudio de la materia.	78
Resolución de ejercicios y casos prácticos	Se plantean varios ejercicios cortos relacionados con aspectos concretos de la teoría/técnicas explicadas. Se da un tiempo (15-20') para resolverlos en clase y se comentan los resultados (10').	<u>Presencial convencional:</u> Participación activa en la resolución. Planteamiento de dudas.	2
Prácticas de aula (P1 a P5)	Explicación en clase del fundamento del método y de un caso de aplicación similar al propuesto para realizar en casa. Resolución de dudas planteadas por los alumnos. Preguntas a los alumnos para comprobar el grado de asimilación de las explicaciones.	<u>Presencial convencional:</u> Seguimiento y participación activa. Planteamiento de dudas.	10
		<u>Presencial no convencional:</u> Exposición de los resultados de las prácticas y entrega de las presentaciones (tipo Power Point) al profesor para su evaluación detallada y comentada. Estas presentaciones son devueltas a los alumnos revisadas y comentadas.	12,5
		<u>No presencial:</u> Resolución, en grupo (entre 2 y 3 personas) de 5 casos similares a los explicados en clase.	15
Práctica de campo (P6)	Excursión hidrogeológica a acuíferos con aspectos singulares de explotación del agua como recurso, o bien del manejo del agua en explotaciones de otros recursos de la tierra, o en la construcción de infraestructuras. Manejo de instrumental hidrogeológico básico: sondas de nivel.	<u>Presencial no convencional:</u> Asistencia a la práctica y participación activa en la misma.	5
Tutorías	Resolución de dudas sobre teoría y ejercicios.	<u>Presencial no convencional:</u> Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	3
		<u>No presencial:</u> Planteamiento de dudas por correo electrónico y Aula Virtual.	1,5
Actividades de evaluación formativa no sumativa	Prueba corta (10 minutos) de tipo test tras finalizar cada unidad didáctica. Se realiza en clase y se corrige sobre la marcha.	<u>Presencial no convencional:</u> Realización de test; corrección de los mismos; planteamiento de dudas.	1,5
Exámenes	Evaluaciones escritas: dos parciales (eliminatórios de materia) y un examen final global.	<u>Presencial no convencional:</u> Realización de las pruebas.	7,5
			180

6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

Resultados del aprendizaje (4.5)					
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5
Clase de teoría	X	X	X	X	X
Resolución de ejercicios y casos prácticos		X	X	X	
Prácticas de aula	X	X	X	X	X
Práctica de campo				X	
Tutorías	X	X	X	X	X
Actividades de evaluación formativa y sumativa	X	X	X	X	X

7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Pruebas escritas (dos parciales eliminatorios de materia y un examen final global, todos con la misma estructura)	X		Preguntas cortas (conceptos, definiciones, etc.) y un ejercicio	75 %	Todos
Evaluación de las prácticas de aula	X		Resolución en casa y entrega (obligatoria) de los ejercicios propuestos. Eventualmente es posible que se solicite la exposición oral, por grupos, de los resultados de alguna práctica. En ese caso, la exposición en sí misma será calificada y considerada en la nota final.	25 %	1,2,3,4 y 5
Evaluación de la práctica de campo		X	Control de asistencia y una pregunta en el examen final		4
Resolución de ejercicios y casos prácticos.			Se resuelven clase, pero de forma voluntaria se pueden terminar en casa y entregar, contribuyendo en ese caso a la calificación final.		Todos
Actividades de evaluación formativa no sumativa		X	Se hace un test tras completar cada unidad didáctica		Todos
<ul style="list-style-type: none"> • La realización, entrega y exposición pública de las prácticas es obligatoria y se hará en grupo. La profesora establecerá el número de integrantes de los grupos. • Para aprobar la asignatura por parciales se debe obtener una puntuación mínima de 4,7 en cada parcial y tener una nota media de las prácticas tal que la suma del 75 % de la nota media de los 					

exámenes más el 25 % de la nota media de las prácticas sea, como mínimo, igual a 5.

- Los exámenes parciales son eliminatorios. Al final del curso (junio y/o septiembre), las personas que hayan aprobado solo un parcial solo tendrán que examinarse del otro.
- En caso de aprobar solo algunas partes de la asignatura (parciales y/o prácticas), las notas de las partes aprobadas se conservarán para todas las convocatorias de una misma matrícula, pero NO para las siguientes matrículas de la asignatura.

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

- El número de alumnos en clase es reducido, lo que permite realizar un seguimiento personalizado del aprendizaje.
- Las pruebas por unidades didácticas que se realizan permiten detectar posibles lagunas formativas y consolidar los conceptos más importantes de la asignatura.
- Control de regularidad de asistencia.
- Las sesiones de presentación de las prácticas son muy útiles para reforzar conceptos y métodos de cuantificación inadecuadamente asimilados.
- Entrega en tiempo de los informes de prácticas.
- Participación de los estudiantes en las clases de ejercicios, en las que se dará un tiempo para que intenten resolverlos (de forma individual o en pequeños grupos) antes de que lo haga el profesor.
- Tutorías individuales y en grupo.

8. Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

Parte de la bibliografía básica recomendada se encuentra disponible en el CRAI Biblioteca (https://upct.ent.sirsidynix.net.uk/client/es_ES/GIC/search/results?qu=%22OR8%22&qu=-OR8c&qf=SUBJECT%09Materia%09Hidrogeolog%C3%ADa%09Hidrogeolog%C3%ADa)

BENÍTEZ, a. (1972). *Captación de aguas subterráneas*. Edit. Dossat. 619 p. Madrid.

CUSTODIO, E. y LLAMAS, R. (1975). *Hidrología subterránea*. Edit. Omega. Barcelona.

DAVIS, S. y WIEST, R. (1971). *Hidrogeología*. Edit. Ariel. Barcelona.

FETTER, C.W. 2001. *Applied hydrogeology*. Editorial Prentice Hall, 4ª edición. 598 pp. (Está en pdf en Aula Virtual)

GARCÍA, E.; ANDREU, J.M.; PULIDO, A.; JORDÁN, M. y AYANZ, J. (2001). *Prácticas de Hidrogeología para estudiantes de Ciencias Ambientales*. Servicio de Publicaciones de la Univ. de Miguel Hernández. Alicante. Tno. 96.6658485.

MARTÍNEZ, J. y RUANO, P. (1998). *Aguas Subterráneas. Captación y Aprovechamiento*. Edit. Progenza. Sevilla.

8.2. Bibliografía complementaria*

FREEZE, R.A. and CHERRY, J.A. (1979). *Groundwater*. Prentice-Hall, 604 p. Englewood Cliff.

DOMENICO, P.A. and SCHWARTZ, F.W. (1998). *Physical and Chemical Hydrogeology*. John Wiley and Sons, 824 p. New York.

YOUNGER, P.L. 2006. *Groundwater in the Environment: An introduction*. ED. Wiley-Blackwell. 336 pp.

8.3. Recursos en red y otros recursos

Aula Virtual: Documentación y enlaces web que pone la profesora.

Algunas webs relevantes:

<https://www.iagua.es/noticias/aguas-subterraneas>

<http://www.igme.es/actividadesIGME/lineas/HidroCA/publicaciones.htm>

http://water.usgs.gov/ogw/pubs/resources_external.pdf

<https://www.un-igrac.org/es/special-project/gw-mate>

<http://www.unesco.org/new/es/office-in-montevideo/natural-sciences/water-ihp-lac/ground-water/>

<http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/aguas-subterraneas/>

<https://www.chsegura.es/chs/cuenca/redesdecontrol/calidadenaguassubterraneas/>