

# Guía docente de la asignatura: **HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA**



**Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL AGUA Y DEL TERRENO**

## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA (Surface and groundwater Hydrology)				
<b>Materia*</b>	Bases de investigación/hidrología/mecánica avanzada del terreno				
<b>Módulo*</b>	Común				
<b>Código</b>	228101003				
<b>Titulación</b>	Máster Universitario en Ciencia y Tecnología del Agua y del Terreno por la UPCT				
<b>Plan de estudios</b>	2014				
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y de Ingeniería de Minas				
<b>Tipo</b>	Obligatoria				
<b>Periodo lectivo</b>	Cuatrimestral	<b>Cuatrimestre</b>	1º	<b>Curso</b>	1º
<b>Idioma</b>	Español				
<b>ECTS</b>	4	<b>Horas / ECTS</b>	30	<b>Carga total de trabajo (horas)</b>	120

\* 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>

CSV:	PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW	Fecha:	29/01/2019 23:22:13		
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:	<a href="https://validador.upct.es/csv/PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW">https://validador.upct.es/csv/PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW</a>	Página:	2/16		

## 2. Datos del profesorado

<b>Profesor</b>	Juan Tomás García Bermejo		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Civil		
<b>Área de conocimiento</b>	Ingeniería Hidráulica		
<b>Ubicación del despacho</b>	Despacho 1.06. Anexo Edificio EICM/ETSINO		
<b>Teléfono</b>	968327026	<b>Fax</b>	
<b>Correo electrónico</b>	juan.gbermejo@upct.es		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://www.upct.es/~ingcivil">http://www.upct.es/~ingcivil</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Lunes: 09:00-11:00; Martes: 16:00-18:00; Viernes:12:00-14:00		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho 1.06. Anexo Edificio EICM/ETSINO		

<b>Titulación</b>	Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Docente de sustitución
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	2010
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Ingeniería Hidráulica e ingeniería Sanitaria dentro del Grupo de I+D+i en Ingeniería Hidráulica, Marítima y Medio Ambiental (Hidr@m)
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	Desde 2002 trabajando en la redacción y ejecución de actuaciones relacionadas con la Ingeniería Sanitaria Urbana en empresas como IDOM Ingeniería y Aquagest Región de Murcia.
<b>Otros temas de interés</b>	Estudio de transporte de contaminantes en redes de saneamiento. Estudio de afección a la vida útil de las conducciones. Difusión de gases en flujos bifásicos aplicado a aguas residuales urbanas.

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

<b>Titulación</b>	Doctora en Ciencias Geológicas
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesora Titular de Universidad
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	2001
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	5
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Hidrogeoquímica de grandes sistemas acuíferos; aplicaciones de trazadores químicos e isotópicos en hidrología subterránea; calidad natural y contaminación de aguas subterráneas; hidrología de humedales vinculados a aguas subterráneas; modelación hidrogeoquímica; técnicas isotópicas en hidrogeología.
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	2
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	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).
<b>Otros temas de interés</b>	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 asignatura trata los conceptos básicos de hidrología superficial y subterránea dotando al alumno de la capacidad para su aplicación a problemas básicos de ingeniería. Algunos de los aspectos más relevantes tratados serán el ciclo hidrológico y su cuantificación; los procesos físicos hidrodinámicos e hidroquímicos de transporte y propagación dentro de la hidrología superficial y subterránea; el desarrollo de mediciones en hidrología; las redes de control hidrométrico en hidrología superficial (redes foronómicas y de calidad) y subterránea (redes piezométricas y de calidad); la Hidrología y el medio ambiente.

#### 3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

El conocimiento de los fundamentos de la Hidrología es necesario para el desarrollo de las actividades de muchos profesionales de la ingeniería (Civil, de Recursos minerales, del Medio Ambiente, Industrial, Agronómica) y de las ciencias de la Tierra las cuales tienen relación con el agua y el terreno. Esta asignatura aporta los conocimientos básicos necesarios para abordar proyectos de gestión de recursos hídricos, diseño y planificación de infraestructuras hidráulicas, cuantificación de extremos hidrológicos (avenidas y sequías), cuantificación de recursos hídricos superficiales y subterráneos, explotación sostenible de acuíferos, gestión de la calidad de aguas superficiales y subterráneas, etc.

#### 3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura Hidrología superficial y subterránea está relacionada fundamentalmente con las siguientes: Análisis estadístico de datos espaciales en recursos naturales; Planificación de recursos hídricos naturales y urbanos; Calidad natural y contaminación de aguas subterráneas y superficiales; Hidráulica fluvial; Simulación de flujo y transporte en aguas subterráneas. Aplicaciones en ingeniería y medio ambiente.

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

No existen.

#### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se recomienda que los estudiantes hayan cursado, en los títulos que les dan acceso al máster, alguna asignatura relacionada con la gestión del agua como recurso. En su caso, el profesor puede facilitarles apuntes y ejercicios resueltos, además de tutorías.

#### 3.6. Medidas especiales previstas

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 (artículo 6 de la *Normativa de Evaluación* de la UPCT).

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. Las pruebas de evaluación pueden desarrollarse en inglés.

CSV:	PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW	Fecha:	29/01/2019 23:22:13	
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:	<a href="https://validador.upct.es/csv/PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW">https://validador.upct.es/csv/PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW</a>	Página:	6/16	

## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

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

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

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

G01 - Aprender a aplicar a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares), los conceptos, principios, teorías o modelos relacionados con su área de estudio

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

ES3 - Capacidad para entender los procesos hidrológicos

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

T05 - Capacidad de resolución de problemas

### 4.5. Resultados\*\* del aprendizaje de la asignatura

Al final de la asignatura el alumnado debe ser capaz de:

1. Aplicar la ecuaciones básicas del balance hídrico
2. Realizar un estudio de la modelación hidrológica de una cuenca modelando los procesos de precipitación, infiltración y escorrentía.
3. Calcular series hidrológicas en el tiempo mediante modelos estocásticos
4. Describir los procesos que controlan la existencia de las aguas subterráneas y el comportamiento hidrogeológico básico de los distintos tipos de terrenos.
5. 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.
6. Trazar mapas piezométricos y calcular y predecir flujos de agua subterránea a lo largo de líneas de flujo y entre acuíferos y ríos, lagos o el mar.
7. Determinar la calidad inorgánica de un agua subterránea para uso humano y para riego e identificar situaciones de contaminación.
8. Aplicar los fundamentos de la gestión del agua subterránea en acuíferos costeros y en acuíferos intensamente explotados.

\*\* 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](http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf)

## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

El ciclo hidrológico y su cuantificación. Mediciones hidrológicas. El sistema hidrológico superficial. El sistema hidrológico subterráneo. Redes de control hidrométrico en hidrología superficial (redes foronómicas y de calidad) y subterránea (redes piezométricas y de calidad). Hidrología y medio ambiente.

### 5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

#### HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

1. Introducción a la Hidrología superficial
2. Precipitación, Infiltración y Escorrentía
3. Aforos directos y curvas de gasto
4. Balance hídrico, modelización de sistemas hidrológicos
5. Modelos estocásticos

#### HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

1. Hidrodinámica: flujo de agua en medios porosos.
2. Acuíferos. Propiedades básicas
3. Balance hídrico. Componentes y métodos de cuantificación.
4. Relaciones aguas superficiales-aguas subterráneas.
5. Explotación de acuíferos. Afecciones. Explotación intensiva vs. "sobrexplotación".
6. Hidroquímica y contaminación de aguas subterráneas. Remediación de acuíferos.
7. Acuíferos costeros. Relación agua dulce-agua salada. Estudio y gestión de la intrusión marina.

### 5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

#### Programa de prácticas Hidrología superficial:

1. Análisis de datos hidrométricos
2. Ajuste estadístico extremos hidrológicos
3. Hietograma sintético asociado a un periodo de retorno
4. Escorrentía a partir de Hidrograma unitario
5. Escorrentía a partir de software HEC-HMS
6. Análisis de información hidrológica mediante software CHAC
7. Aforos en ríos
8. Curva de gasto de una sección
9. Balance hídrico mediante modelo determinístico conceptual de pocos parámetros, Temez
10. Construcción de serie sintética hidrológica mediante series autorregresivas.

#### Programa prácticas Hidrología subterránea:

1. Construcción e interpretación de piezometrías
2. Identificación de acuíferos y tipos
3. Cuantificación de la recarga media interanual mediante Thornthwaite
4. Cálculos de infiltración/descarga desde/a ríos
5. Identificación de afecciones de la explotación intensiva y propuestas de control
6. Identificación de facies químicas y su origen; valores de fondo químico natural; calidad

para uso humano; contaminación.

7. Identificación y cuantificación de mezclas entre agua dulce y salada en acuíferos costeros

## 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.

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 de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

### SURFACE HYDROLOGY

1. Introduction to Surface hydrology
2. Precipitation, infiltration and runoff
3. Aforos directos y curvas de gasto
4. Water balance and modeling of hydrological systems
5. Stochastic models

### GROUNDWATER HYDROLOGY

1. Hydrodynamics: Water flow in porous media.
2. Aquifer types and basic properties.
3. Water balance in the soil. Components and quantification.
4. Groundwater-surface water interactions.
5. Aquifer exploitation. Affections. Intensive exploitation vs. "overexploitation".
6. Groundwater hydrochemistry. Pollution and remediation techniques.
7. Coastal aquifers. Freshwater-saltwater relationships. Study and management of marine intrusion.

## 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Los contenidos de la asignatura se han agrupado en dos unidades didácticas: Hidrología superficial e Hidrología subterránea.

### UNIDAD DIDÁCTICA HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

Se introduce el análisis de datos, las curvas IDF, así como introducir el método racional, de acuerdo con la normativa española 5.2. IC Drenaje. Presentar el concepto de lluvia efectiva, y las pérdidas asociadas. Presenta la importancia de la evapotranspiración de

CSV:	PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW	Fecha:	29/01/2019 23:22:13	
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:	<a href="https://validador.upct.es/csv/PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW">https://validador.upct.es/csv/PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW</a>	Página:	9/16	

acuerdo a diferentes escalas de tiempo de análisis, y la forma de medir o estimar los valores. Valores habituales observados en España La pérdidas por almacenamiento en depresiones del terreno, irregularidades de la cuenca. Valores habituales. Introducir el proceso de infiltración. Concepto de modelo de infiltración. Los modelos de uno, dos y tres o más parámetros de infiltración. Introducir el procedimiento del número de curva, el método más habitual para las cuencas no aforadas. Introducir la transformación lluvia - escorrentía. Presentar los principales enfoques a utilizar: hidrograma unitario (UH), modelos de depósitos, y modelo de la onda cinemática sobre celdas del terreno. Exponer la aplicación del hidrograma unitario y obtener el mismo para cualquier duración de lluvia. Introducción de concepto de Hidrograma Unitario sintético. Ejemplo del SCS. Conceptos y recomendaciones para las aplicaciones prácticas. Introducción al proceso de laminación de avenidas y los efectos sobre los hidrogramas de caudal de entrada: conservación de volumen, la atenuación del caudal máximo, aumento del tiempo base. Introducción a la laminación de avenidas en los ríos, teniendo en cuenta los métodos hidrológicos: modelo de Muskingum, coeficientes y aplicaciones. Introducción al enfoque cinemático de onda (fuerzas de la gravedad y la fricción que domina). Estimación de los parámetros a partir de datos reales. Introducción a los modelos determinísticos de pocos parámetros de balance hídrico como el de Témez a escala mensual con casos prácticos de calibración de parámetros. Estimación de series sintéticas temporales a escala anual de caudales a partir de series autorregresivas, modelos tipo ARMA. Definición de correlograma.

#### **UNIDAD DIDÁCTICA 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 conceptos que permiten conocer las cualidades de los distintos terrenos como acuíferos y los tipos de acuíferos según el comportamiento hidráulico, el sentido del flujo del agua subterránea; la cuantificación de la recarga a acuíferos, de flujos circulantes y de recursos hídricos subterráneos; 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 aspectos relevantes de la relación agua dulce-agua salada en acuíferos costeros con vistas a la prevención y/o gestión de la salinización.

Los objetivos de esta unidad didáctica 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.
- 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 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.

CSV:	PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW	Fecha:	29/01/2019 23:22:13	
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:	<a href="https://validador.upct.es/csv/PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW">https://validador.upct.es/csv/PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW</a>	Página:	10/16	

- Presentar los conceptos de recursos y reservas, su utilidad y los métodos de cuantificación.
- Explicar el concepto de sobreexplotación desde una visión científica crítica.
- 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 rápidas de evaluación de la calidad del agua subterránea para distintos usos.
- 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.

CSV:	PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW	Fecha:	29/01/2019 23:22:13		
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:	<a href="https://validador.upct.es/csv/PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW">https://validador.upct.es/csv/PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW</a>	Página:	11/16		

## 6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad	Trabajo del profesor	Trabajo del estudiante	HORAS
Clase de teoría	Clase expositiva empleando el método de la lección. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes.	<u>Presencial convencional</u> : Toma de apuntes. Planteamiento de dudas. Resolución de ejercicios.	20
		<u>No presencial</u> : Estudio personal.	30
Clase de problemas. Resolución de problemas tipo y casos prácticos cortos	Se plantean varios ejercicios cortos relacionados con aspectos concretos de la teoría/técnicas explicadas. Se da un tiempo corto (15-20') para resolverlos en clase y se comentan los resultados sobre la marcha. En caso de entrega (voluntaria) de informes de estos ejercicios, los mismos serán evaluados y contribuirán a la calificación final de la asignatura.	<u>Presencial convencional</u> : Asistencia y realización de las prácticas.	5
		<u>No presencial</u> : De forma voluntaria, el alumno puede elaborar en casa y entregar un informe breve de cada ejercicio.	8
Resolución de problemas complejos y confección de informes académicos	Explicación de los fundamentos de aplicación de técnicas y métodos de evaluación de variables y procesos básicos en hidrología superficial y subterránea en clase. Resolución de dudas planteadas por los alumnos. Preguntas a los alumnos para comprobar el grado de asimilación de las explicaciones. Realización, por los alumnos, de aplicaciones complejas que se inician en clase y se terminan en casa. Son el principal elemento de evaluación.	<u>Presencial convencional</u> : Participación activa durante el inicio de la resolución en clase. Planteamiento de dudas.	15
		<u>No presencial</u> : Terminación de la resolución de problemas complejos; elaboración de memorias breves y entrega (obligatoria) de las mismas.	20
Actividades de evaluación formativa no sumativa	De forma iintercalada con la exposición de conceptos y métodos, el profesor realiza preguntas cortas no dirigidas a alumnos concretos. Están enfocadas a conocer el grado de comprensión de lo que se explica y la capacidad de vinculación a los conocimientos previos por parte de los alumnos. Se anima a la contribución de varias opiniones.		2
Tutorías	Resolución de dudas sobre teoría y ejercicios	<u>Presencial no convencional</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	10
		<u>No presencial</u> : Planteamiento de dudas por correo electrónico.	10
Exámenes	Evaluación y calificación en base a los informes entregados por los alumnos (voluntarios y obligatorios; ver más arriba)	<u>No presencial</u> : Confección y entrega de los informes de entrega voluntaria (unos) y obligatoria (otros).	
			<b>120</b>

**Nota:** Dependiendo de las condiciones de cada curso (número de matriculados, posibilidad de organizar visitas a obra, etc.) esta distribución de actividades formativas se seguirá en la medida de lo posible, en particular algunas actividades presenciales no convencionales como la visita y los seminarios.

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

Resultados del aprendizaje (4.5)								
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6	7	8
Clase de teoría	X	X	X	X	X	X	X	X
Clase de problemas. Resolución de ejercicios tipo y casos prácticos cortos	X	X	X	X	X	X	X	X
Resolución de problemas complejos y confección de informes académicos	X	X	X	X	X	X	X	X
Actividades de evaluación formativa no sumativa	X	X	X	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*			
Ejercicios propuestos por el profesor	X	X	Problemas y ejercicios cortos propuestos en clase para resolver en clase y terminar en casa. La entrega de informes es voluntaria, pero en caso de entrega se califican.	Entre 0% y 40%	1,2,3,4,5,6,7,8,9
Resolución de problemas complejos y confección de informes académicos	X	x	Inicio de resolución en aula y terminación en casa, más entrega de informes académicos individuales. Hidrología superficial: Anteproyecto de una EDAR. Hidrología subterránea: cálculos, evaluaciones críticas y discusión de resultados y de opciones de gestión sobre un caso real de un acuífero con distintas problemáticas.	Entre 60% y 100% (hasta 6 puntos)	1,2,3,4,5,6,7,8,9
Para aprobar la signatura hay que obtener al menos el 60% de la nota total en los trabajos académicos entregables.					

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 seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades:

- Si el número de alumnos en clase es reducido (menos de 20), se realizará un seguimiento personalizado del aprendizaje.
- Se controlará la regularidad de la asistencia.
- Entrega en tiempo de trabajos propuestos.
- 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 u otro de los estudiantes.
- Tutorías individuales y en grupo. Las tutorías grupales provocan el planteamiento de cuestiones en clase que permiten comprobar el nivel que se va adquiriendo a lo largo del curso.

## 8. Bibliografía y recursos

### 9.1. Bibliografía básica\*

- Parte de la bibliografía básica recomendada se encuentra en el siguiente enlace:  
[http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/28/2388/X?user\\_id=WEBSERVER](http://unicorn.bib.upct.es/uhtbin/cgisirsi/x/0/0/57/28/2388/X?user_id=WEBSERVER)

#### HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

- Chow, V. T., Maidment, D. R., Mays, L. W. Hidrología Aplicada. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana, S.A. Santa Fé de Bogotá, Colombia, 1994.
- Maidment, D.R., 1993. Handbook of Hydrology. McGraw-Hill, New York.

#### HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

- 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.
- DOMENICO, P.A. and SCHWARTZ, F.W. (1998). Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley and Sons, 824 p. New York.
- FREEZE, R.A. and CHERRY, J.A. (1979). Groundwater. Prentice-Hall, 604 p. Englewood Cliff.
- 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.

### 9.2. Bibliografía complementaria\*

- CEDEX. Gestión de las aguas pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbanos. Ed. J. Puertas, J. Suárez y J. Anta. Madrid, 2008.
- GÓMEZ, M. Curso Hidrología Urbana. 6ª Ed. Manuel Gómez editor. Grupo Flumen. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, 2004.
- M.M.A. (1998). Las precipitaciones máximas en España en 24 horas y sus periodos de retorno. Ministerio de Medio Ambiente. Gobierno de España
- M.O.P.U. (1990). Instrucción de Carreteras 5.2-IC. Drenaje Superficial. Ministerio de Obras Públicas. Gobierno de España.
- 

### 8.3. Recursos en red y otros recursos

<https://aulavirtual.upct.es/> Aula virtual UPCT  
<https://www.chsegura.es/chs/index.html> Confederación Hidrográfica del Segura  
[https://www.wmo.int/pages/index\\_es.html](https://www.wmo.int/pages/index_es.html) Organización Mundial de Meteorología  
<http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/ihp/> UNESCO  
Libro Blanco del Agua (ESPAÑA):  
<http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/libro-blanco-del-agua/>  
[www.epa.gov](http://www.epa.gov) Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos EPA

CSV:	PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW	Fecha:	29/01/2019 23:22:13	
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:	<a href="https://validador.upct.es/csv/PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW">https://validador.upct.es/csv/PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW</a>	Página:	15/16	

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

[http://water.usgs.gov/ogw/pubs/resources\\_external.pdf](http://water.usgs.gov/ogw/pubs/resources_external.pdf)

<http://water.worldbank.org/gwmatepubs>

CSV:	PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW	Fecha:	29/01/2019 23:22:13	
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:	<a href="https://validador.upct.es/csv/PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW">https://validador.upct.es/csv/PWOjqPm9JHYOCYnkvvCRGZsKW</a>	Página:	16/16	