



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena




## Guía docente de la asignatura

# TÉCNICAS AVANZADAS EN EL TRATAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS

## (Advanced Techniques in Water and Wastewater Treatment)

**Titulación: Máster en Ingeniería Ambiental y de Procesos  
Sostenibles**

CSV:	AgswGHGDxneq1tgoiNs9AYbR4		Fecha:	29/01/2019 23:27:44	
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/AgswGHGDxneq1tgoiNs9AYbR4		Página:	1/19	

## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	TÉCNICAS AVANZADAS EN EL TRATAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS Advanced Techniques in Water and Wastewater Treatment				
<b>Materia*</b>	Técnicas Avanzadas en el Tratamiento y Depuración de Aguas				
<b>Módulo*</b>	Ingeniería Ambiental				
<b>Código</b>	226101002				
<b>Titulación</b>	Máster en Ingeniería Ambiental y de Procesos Sostenibles				
<b>Plan de estudios</b>	2013				
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
<b>Tipo</b>	Obligatoria				
<b>Periodo lectivo</b>	Cuatrimestral	<b>Cuatrimestre</b>	1º	<b>Curso</b>	1º
<b>Idioma</b>	Castellano				
<b>ECTS</b>	6	<b>Horas / ECTS</b>	25	<b>Carga total de trabajo (horas)</b>	150

\* 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

<b>Profesor responsable</b>	José Manuel Moreno Angosto		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Química y Ambiental		
<b>Área de conocimiento</b>	Tecnologías del Medio Ambiente		
<b>Ubicación del despacho</b>	Paseo Alfonso XIII, Edif. de la ETSINO		
<b>Teléfono</b>	968-327077	<b>Fax</b>	968-325555
<b>Correo electrónico</b>	Jm.angosto@upct.es		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://www.upct.es/contenido/departamentos/ingenieria_quimica_ambiental.php">http://www.upct.es/contenido/departamentos/ingenieria_quimica_ambiental.php</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Martes y jueves de 10 a 13 horas.		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho nº 37 (1ª Planta ETSINO) o por e-mail		

<b>Titulación</b>	Doctor Ingeniero por la UPTC.
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Titular de Universidad
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	1999
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	Tres quinquenios docentes
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Investigación en gestión de efluentes industriales, pilas de combustible microbianas, bioadsorción de metales pesados y modelización ambiental.
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	Dos sexenios de investigación concedidos
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	Contratos art. 83
<b>Otros temas de interés</b>	Grupo de Investigación Ingeniería Ambiental.

<b>Profesor responsable</b>	Francisco Javier Bayo Bernal		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Química y Ambiental		
<b>Área de conocimiento</b>	Tecnologías del Medio Ambiente		
<b>Ubicación del despacho</b>	Primera planta del edificio de la ETSINO		
<b>Teléfono</b>	968-325480	<b>Fax</b>	968-325555
<b>Correo electrónico</b>	Javier.Bayo@upct.es		
<b>URL / WEB</b>			
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Consultar el tablón de anuncios del departamento		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho 27.3. – 1º planta Edificio ETSINO		

<b>Titulación</b>	Doctor por la Universidad de Murcia con mención de Doctorado Europeo (1998).
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Titular de Universidad
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	1994
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	Tres quinquenios docentes
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Investigación en gestión de efluentes industriales, pilas de combustible microbianas, bioadsorción de metales pesados y modelización ambiental.
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	Tres sexenios de investigación concedidos
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	Trabajos de análisis químico y microbiológico para diferentes empresas.
<b>Otros temas de interés</b>	Innovación docente

<b>Profesor responsable</b>	Belén Elvira Rendueles		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Química y Ambiental		
<b>Área de conocimiento</b>	Tecnologías del Medio Ambiente		
<b>Ubicación del despacho</b>	2142 Segunda Planta Patio de Levante Ala Sur		
<b>Teléfono</b>	968-326404	<b>Fax</b>	968-325555
<b>Correo electrónico</b>	Belen.elvira@upct.es		
<b>URL / WEB</b>			
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Consultar en el Departamento		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>			

<b>Titulación</b>	Doctor por la Universidad Politécnica de Cartagena
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Contratado Doctor
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	2001
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Aerobiología y Toxicología Ambiental
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	Farmacéutica especialista en Análisis Clínicos. Inspector Salud Pública y Sanidad Ambiental
<b>Otros temas de interés</b>	Doctorado en Ingeniería Ambiental. Máster en Ingeniería del Agua y del Terreno: Especialidad Ciencia e Ingeniería del Agua

### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura Técnicas Avanzadas en el Tratamiento y Depuración de Aguas es una asignatura obligatoria de la intensificación de Ingeniería Ambiental, que se centra en el estudio de los distintos aspectos relacionados con el tratamiento, desde los principales parámetros que se utilizan para definir la calidad de un agua en función del uso que se vaya hacer, tratamientos del agua natural (potabilización; desalación, etc.) y depuración del agua residual, antes de su vertido al medio receptor o reutilización de la misma, con objeto de gestionar de manera correcta e integral un bien tan escaso como es el agua.

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

La asignatura les proporcionará a los alumnos los conocimientos técnicos y tecnológicos para gestionar correctamente los distintos aspectos relacionados con el tratamiento del agua: potabilización, depuración y desalación. Permitirá a los alumnos conocer los principales parámetros que sirven para definir su calidad en función del uso que se va hacer de la misma. El empleo de modelos de calidad permitirá la actuación preventiva para vigilar la calidad del medio acuático.

Con el estudio de los distintos tratamientos, se pretende que el alumno conozca en profundidad los distintos procesos que pueden tener cabida en distintas plantas de tratamiento del agua, en función del objetivo perseguido. El conocimiento de la legislación vigente también permitirá al alumno conocer los distintos rendimientos que se han de conseguir a efectos de cálculo, a la hora de diseñar cada una de las etapas de una planta de tratamiento del agua. La realización de problemas de diseño y cálculo, las prácticas de laboratorio, la visita a instalaciones en funcionamiento, permitirán a los egresados completar su formación en aspectos relacionados con el tratamiento del agua. Todos los conocimientos adquiridos pueden ser de gran valía en el ámbito profesional con objeto de cumplir con los estándares de calidad establecidos a nivel de masas de agua, potabilización, depuración, desalación, etc., y por tanto, gestionar correctamente un recurso tan escaso como es el agua.

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

Esta asignatura se imparte al inicio del primer cuatrimestre del Máster, por lo que junto con las asignaturas de Ingeniería y Control de la Contaminación del Aire, Gestión y Tratamiento de Suelos y Residuos, y Gestión Medioambiental, permitirán a los alumnos proporcionarles unos conocimientos adecuados para gestionar correctamente los distintos aspectos medioambientales que se van a encontrar en el futuro.

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

No existen.

### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Por las características de la asignatura, así como por los contenidos a abordar, es recomendable que el alumno tenga previamente conocimientos sólidos relacionados con la química del agua, con los parámetros de calidad de un agua y conocimiento de matemáticas y física.

### 3.6. Medidas especiales previstas

El alumno que requiera de medidas especiales para atender debidamente las clases teóricas y prácticas de la asignatura, deberá comunicarlo al comienzo del curso al profesor responsable. Se velará por la correcta integración de los alumnos con cualquier tipo de discapacidad.

Los alumnos extranjeros que puedan tener cierta dificultad con el idioma, deben comunicárselo a los profesores, con objeto de que le puedan proporcionar bibliografía adicional o apuntes en otro idioma.

## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

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

- CB6. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
- CB7. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
- 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
- CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

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

- CG1. Que los estudiantes hayan demostrado una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el campo de la Ingeniería Ambiental y de Procesos Sostenibles
- CG3. Que los estudiantes sean capaces de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito de la Ingeniería Ambiental y de Procesos Sostenibles
- CG4. Haber desarrollado la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro de la Ingeniería Ambiental y de Procesos Sostenibles, en contextos interdisciplinares
- CG5. Ser capaces de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos del ámbito de la Ingeniería Ambiental y de Procesos Sostenibles

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

- CE3. Conocer los principales parámetros de calidad de las aguas, así como su aplicación mediante el empleo de modelos de calidad y planificación de procesos de tratamiento
- CE4. Diseñar y optimizar equipos y procesos para el tratamiento de aguas naturales,



saladas y residuales

CE7. Conocer las distintas herramientas de gestión medioambiental así como su correcta aplicación para reducir la problemática ambiental

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

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

Al término de esta asignatura, el estudiante debe ser capaz de:

1. Identificar los parámetros físicos, químicos y biológicos de calidad de un agua.
2. Aplicar modelos para la toma de decisiones en relación con la vigilancia de la calidad de un agua.
3. Describir los distintos métodos avanzados del tratamiento del agua.
4. Diseñar equipos y procesos para el tratamiento del agua.
5. Resolver problemas relacionados con la calidad del agua y su gestión.
6. Aplicar la legislación Comunitaria, Estatal y Autonómica en materia de aguas

**\*\* 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

Parámetros de calidad. Modelos de calidad de aguas. Potabilización. Desalación de aguas. Depuración de aguas residuales: pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario (fangos activos, lechos bacterianos, lechos inundados) y tratamiento terciario. Legislación aplicable

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

#### UNIDAD DIDÁCTICA I. CALIDAD DEL AGUA Y POTABILIZACIÓN

Tema 1. Parámetros de calidad del agua. Interpretación y estándares

Contaminantes del medio acuático. Toma, conservación, etiquetado y transporte de muestras. Parámetros físicos, químicos y biológicos de calidad del agua. Microbiología del agua. Ensayos de toxicidad. Referencias bibliográficas.

Tema 2. Tratamiento del agua natural: potabilización

Pretratamiento: almacenamiento, desbaste, aireación, oxidación química. Coagulación-floculación. Sedimentación. Filtración. Desinfección. Legislación aplicable a la calidad del agua de consumo humano: guía de la OMS, Directiva 98/83/CEE y RD 140/2003. Programa de vigilancia sanitaria. Referencias bibliográficas.

Tema 3. Modelización de la calidad del agua

Aplicación de técnicas quimiométricas (análisis de componentes principales y clúster jerárquico) para modelizar la calidad del agua. Modelos para el cálculo de la curva de déficit de oxígeno disuelto, déficit crítico de oxígeno, distancia y tiempo crítico. Referencias bibliográficas.

#### UNIDAD DIDÁCTICA II. DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Tema 4. Depuración de aguas residuales: Pre-tratamiento

Introducción. Características de las aguas residuales. Métodos de depuración de aguas residuales. Pretratamiento: desbaste; desarenado, flotación, desengrasado y homogeneización. Referencias bibliográficas.

Tema 5. Depuración de aguas residuales: Tratamiento primario

Tipos de tratamiento primario. Parámetros de diseño de decantadores primarios. Tipos de decantadores primarios. Referencias bibliográficas.

Tema 6. Depuración de aguas residuales: Tratamiento biológico

Fundamentos del tratamiento biológico. Clasificación de los métodos biológicos. Fangos activos. Lechos bacterianos. Filtros inundados. Parámetros de diseño. Decantación secundaria. Líneas de fangos. Tratamiento terciario. Referencias bibliográficas.

Tema 7. Valoración energética de lodos: Digestión anaerobia y biogás

### UNIDAD DIDÁCTICA III. DESALACIÓN Y REUTILIZACIÓN

Tema 8. Desalación: Tratamiento de aguas salobres

Tema 9. Reutilización y regeneración de aguas depuradas: Tratamiento terciario

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

##### PRÁCTICAS UNIDAD DIDÁCTICA I. CALIDAD DEL AGUA Y POTABILIZACIÓN

**Práctica 1. Resolución de problemas y supuestos prácticos.** El profesor propondrá ejercicios relacionados con lo explicado en la clase de teoría, que serán resueltos por los estudiantes y corregidos con posterioridad.

**Práctica 2. Análisis de calidad del agua.** Se realiza en los laboratorios del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Se instruirá al estudiante en el análisis y determinación de diferentes parámetros de calidad del agua, siempre relacionados con lo explicado en las clases teóricas. Los alumnos realizarán la práctica por grupos, entregando con posterioridad un informe de resultados al profesor, que se unirá al portafolio de cada estudiante.

**Práctica 3. Modelización.** Los estudiantes trabajarán con datos de calidad de agua para el desarrollo, estudio e interpretación de diferentes modelos, entregando con posterioridad un informe de resultados al profesor, que se unirá al portafolio de cada estudiante.

##### PRÁCTICAS UNIDAD DIDÁCTICA II. DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

**Práctica 4. Cálculo de Equipos de una Planta de Depuración de Aguas Residuales.** Práctica de aula. Presencial convencional.

Se realizarán problemas de cálculo de los distintos equipos de depuración de aguas residuales: desbaste; desarenador-desengrasador; tanque de homogeneización, decantador primario; volumen del tanque de aireación; decantador secundario; línea de fangos y digestor anaerobio.

**Práctica 5. Tratamiento Físico-Químico de Aguas Residuales no Biodegradables.** Práctica de laboratorio. Presencial convencional.

Mediante el equipo Jar-Test se realizará un ensayo de coagulación-floculación para simular el tratamiento físico-químico de aguas residuales industriales no biodegradables, en el que se ensayarán distintos coagulantes y floculantes a distintas dosis, y en el que el rendimiento final de cada tratamiento se evaluará mediante los parámetros de DQO y turbidez.

**Práctica 6. Visita a una Estación de Depuración de Aguas Residuales.** Salida a una

instalación. Presencial no convencional.

Se visitará con los alumnos una planta de depuración de aguas residuales, en la que se les explicará a los alumnos la relación entre los conocimientos teóricos estudiados y la aplicación práctica de los mismos a un caso concreto.

### **PRÁCTICAS UNIDAD DIDÁCTICA III. DESALACIÓN Y REUTILIZACIÓN**

**Práctica 7. Determinación de compuestos inhibidores de biogás en un agua residual.**

**Práctica 8. Determinación de parámetros de calidad de aguas desaladas para consumo humano.**

**Práctica 9. Elaboración guía criterios sanitarios de reutilización agua depurada.**


### **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.

CSV:	AgswGHGDxneq1tgoiNs9AYbR4		Fecha:	29/01/2019 23:27:44	
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/AgswGHGDxneq1tgoiNs9AYbR4">https://validador.upct.es/csv/AgswGHGDxneq1tgoiNs9AYbR4</a>		Página:	12/19	

#### 5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

##### U.D. I. WATER QUALITY AND WATER POTABILIZATION

1. Water quality parameters. Interpretation and standards
2. Drinking water.
3. Water quality modeling.

##### U.D. II. WASTEWATER TREATMENT

4. Wastewater treatment: Pre-treatment
5. Wastewater treatment: primary treatment
6. Wastewater treatment: biological treatment
7. Biosolids (sewage sludge) of wastewater residuals: anaerobic digestion on biogas for energy production

##### U.D. III. DESALINATION AND REUSE

8. Desalination: treating brackish groundwater
9. Wastewater treatment: effluent treatment and reuse

#### 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Los contenidos de la asignatura se han agrupado en tres unidades didácticas:

Objetivos de la U.D. I:

- Identificar los parámetros que afectan a la calidad del agua y su interpretación.
- Describir las operaciones y tratamientos llevados a cabo para conseguir agua apta para consumo humano.
- Calcular los análisis a realizar en un agua de consumo humano para su correcto control.
- Experimentar el uso de modelos para el cálculo de la calidad del agua desde distintos enfoques.


Objetivos de la U.D. II:

- Identificar los distintos tratamientos avanzados del agua residual.
- Calcular los distintos equipos de una planta de depuración de aguas residuales.
- Aplicar correctamente la legislación vigente en materia de vertidos.

Objetivos de la U.D. III:

- Reconocer los diferentes tratamientos para la desalación de aguas marinas y salobres.

- Identificar las diferentes operaciones unitarias del proceso de ósmosis inversa para obtener agua para consumo humano.
- Aplicar correctamente los criterios legislativos necesarios para obtener agua regenerada con la adecuada calidad que exige cada uso.

CSV:	AgswGHGDxneq1tgoiNs9AYbR4	Fecha:	29/01/2019 23:27:44	
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/AgswGHGDxneq1tgoiNs9AYbR4">https://validador.upct.es/csv/AgswGHGDxneq1tgoiNs9AYbR4</a>	Página:	14/19	

## 6. Metodología docente

### 6.1. Metodología docente\*

Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
<b>Clase de teoría</b>	Clase expositiva empleando el método de la lección dialogada. Resolución de las dudas planteadas por los estudiantes.	<u>Presencial</u> : Toma de apuntes y revisión con el compañero. Planteamiento de dudas	<b>30</b>
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia	<b>40</b>
<b>Resolución de problemas</b>	Se plantean problemas a los alumnos y se les da un tiempo para que intenten resolverlo. A continuación, se resuelve con ayuda de la pizarra, y en ocasiones, con la ayuda de alumnos voluntarios. Se proponen algunos ejercicios similares a los resueltos en clase, para que lo resuelvan en casa y lo entreguen en un plazo fijado.	<u>Presencial</u> : Participación activa. Resolución de problemas. Planteamiento de dudas.	<b>10</b>
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de los problemas propuestos por el profesor.	<b>12</b>
<b>Prácticas de laboratorio</b>	Se establecerán grupos en el laboratorio para la realización de las prácticas, llevando a cabo un seguimiento de la participación de cada uno de los integrantes del grupo	<u>Presencial</u> : Manejo del equipamiento y material necesario. Toma de datos. Realización de cálculos. Planteamiento de dudas.	<b>8</b>
		<u>No presencial</u> : Manejo y tratamiento de datos. Elaboración de informes.	<b>6</b>
<b>Prácticas de aula de informática</b>	En el aula de informática se resolverán problemas mediante el empleo de software específico. Se realizarán simulaciones.	<u>Presencial</u> : Manejo de software específico. Simulaciones. Toma de datos.	<b>6</b>
		<u>No presencial</u> : Tratamiento de datos. Elaboración de informes.	<b>4</b>
<b>Visitas a empresas e instalaciones</b>	El profesor guiará a los alumnos en la realización de visitas a instalaciones relacionadas con el tratamiento del agua, relevantes por sus características.	<u>Presencial</u> : Discusión de dudas y relación con los contenidos teóricos. Planteamiento de dudas.	<b>6</b>
		<u>No presencial</u> : Preparación de la visita.	<b>4</b>
<b>Tutorías</b>	Resolución de dudas sobre teoría, problemas, prácticas y visitas.	<u>Presencial no convencional</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías	<b>2</b>
		<u>No presencial</u> : Planteamiento de dudas por correo electrónico.	<b>2</b>
<b>Exposición de trabajos e informes</b>	Los alumnos tendrán que exponer de manera individual y/o grupal los trabajos que se les habrán encargado previamente.	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas.	<b>6</b>
		<u>No presencial</u> : Preparación de la exposición.	<b>10</b>
<b>Exámenes</b>	Pruebas parciales eliminatorias por unidades didácticas. Evaluación escrita (examen oficial)	<u>Presencial no convencional</u> : Realización de las pruebas	<b>4</b>
			<b>150</b>

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

		Resultados del aprendizaje (4.5)					
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6	
Clase de teoría	X	X	X			X	
Resolución de problemas	X			X	X		
Prácticas de laboratorio	X				X		
Prácticas de aula de informática		X		X	X		
Visitas a empresas e instalaciones	X		X	X			
Exposición de trabajos e informes		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 de teoría (parciales y final)	X		Preguntas tipos test. Cuestiones teórico-prácticas.	30%	1,2,3,6
Pruebas escritas de problemas (parciales y final)	X		Dos problemas del mismo tipo de los resueltos en clase.	30%	1,4,5
Evaluación de las prácticas de laboratorio (parciales y final)	X	X	Cuestiones teórico-prácticas sobre los contenidos estudiados. Evaluación de los informes entregados.	10%	1,5
Evaluación de las prácticas de aula de informática (parciales y final)	X	X	Se evaluarán los conocimientos adquiridos en las prácticas del aula de informática	5%	2,4,5
Evaluación de la entrega y/o exposición de los trabajos individuales o grupales	X	X	Se evaluará la realización, entrega de los trabajos propuestos. En algunos casos, se evaluará la exposición oral. Rúbrica para evaluar la exposición oral	20%	2,4,5,6
Evaluación de las visitas a instalaciones		X	Control asistencial	-	1,3,4
Otras actividades de evaluación	X		Se evaluará la asistencia y participación en las distintas clases de la asignatura	5%	1,2,3,5
Se realizarán 3 pruebas parciales eliminatorias al final de cada unidad didáctica, con la misma estructura que el examen final. Para superar la asignatura con las pruebas parciales eliminatorias, será requisito indispensable eliminar todas las partes. En caso contrario, el alumno deberá ir la prueba final.					

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 control y seguimiento del aprendizaje de los alumnos se realizará a través de las siguientes acciones:

- Participación en las cuestiones y casos prácticos planteados en clase y en las tutorías.
- Asistencia a las clases teóricas, prácticas de laboratorio, prácticas de aula de informática y visitas a instalaciones.

- Supervisión durante las sesiones de trabajo en equipo presencial de seminarios de casos prácticos y revisión de los problemas propuestos para su realización individual o en equipo (no presencial).

Las acciones anteriormente expuestas permitirán detectar posibles lagunas formativas y consolidar los conceptos más importantes de la asignatura.

CSV:	AgswGHGDxneq1tgoiNs9AYbR4	Fecha:	29/01/2019 23:27:44	
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/AgswGHGDxneq1tgoiNs9AYbR4">https://validador.upct.es/csv/AgswGHGDxneq1tgoiNs9AYbR4</a>	Página:	18/19	

## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica\*

- ❑ American Water Works Association, 2002. *Calidad y Tratamiento del Agua. Manual de Suministros de Agua Comunitaria*. McGraw-Hill. Madrid, 1231 pp.
- ❑ Degremont, 1979. *Manual Técnico del Agua*. 4ª Edición. Degremont. Bilbao, 1216 pp.
- ❑ Hernández Muñoz, A. 1998. *Depuración de Aguas Residuales*. Servicio de Publicaciones de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid (U.P.M.). Madrid, 1006 pp.
- ❑ Hernández Muñoz, A. 2001. *Depuración y Desinfección de Aguas Residuales*. 5ª Edición. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Paraninfo. Madrid, 1151 pp.
- ❑ Kiely, G. 1999. *Ingeniería Ambiental. Fundamentos, Entornos, Tecnologías y Sistemas de Gestión*. McGraw-Hill. Madrid, 1331 pp.
- ❑ Metcalf & Eddy, 1998. *Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización*. 3ª Edición. McGraw-Hill. Madrid, 1485 pp.
- ❑ Metcalf & Eddy, 2003. *Wastewater Engineering. Treatment and Reuse*. Fourth Edition. McGraw-Hill. Boston, 1819 pp.
- ❑ Tejero, I.; Suárez, J.; Jácome, A. y Temprano, J. 2001. *Introducción a la Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. Primera Edición. Volumen 1 y 2. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad de Cantabria.

### 8.2. Bibliografía complementaria\*

- Artículos de revistas científicas que serán proporcionados a los alumnos por unidades didácticas.
- Karamous, M.; Moridi, A.; Nazif, S. 2010. *Urban Water Engineering and Management*. CRP Press: Boca Raton, F.L. 628 pp.

### 8.3. Recursos en red y otros recursos

- <http://moodle.upct.es>
- Calidad y evaluación ambiental. Disponible en: <http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/>