



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



Guía docente de la asignatura:

## INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

CSV:	DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs	Fecha:	22/02/2019 00:41:30	
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/DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs">https://validador.upct.es/csv/DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs</a>	Página:	1/21	

## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	Ingeniería Ambiental y Sanitaria			
<b>Materia*</b>	Servicios Urbanos y Ambientales			
<b>Módulo*</b>	Tecnología Específica			
<b>Código</b>	516103006			
<b>Titulación</b>	Grado en Ingeniería Civil			
<b>Plan de estudios</b>	2010			
<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>	2	<b>Curso</b> 3º
<b>Idioma</b>	Castellano			
<b>ECTS</b>	6	<b>Horas / ECTS</b>	30	<b>Carga total de trabajo (horas)</b> 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

<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>	Despacho 27.3. Campus Alfonso XIII, Edificio ETSINO		
<b>Teléfono</b>	968 325 480	<b>Fax</b>	968 325 555
<b>Correo electrónico</b>	<a href="mailto:javier.bayo@upct.es">javier.bayo@upct.es</a>		
<b>URL / WEB</b>	Aula Virtual		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Consultar tablón de anuncios del Departamento		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho del profesor o por correo electrónico		

<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>	3
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Investigador responsable del Grupo <i>Ingeniería Ambiental</i> . Líneas de investigación relacionadas con la asignatura y el área de conocimiento. Más de 30 publicaciones en revistas citadas en el JCR
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	3
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	Trabajos en análisis químico y microbiológico para diferentes empresas
<b>Otros temas de interés</b>	Innovación docente

<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>	<a href="mailto:juan.gbermejo@upct.es">juan.gbermejo@upct.es</a>		

<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>	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>	Doctorando en Sistemas de Captación de Fondo en cauces efímeros

<b>Profesor responsable</b>	Francisco Javier Pérez de la Cruz		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Civil		
<b>Área de conocimiento</b>	Ingeniería Hidráulica		
<b>Ubicación del despacho</b>	Despacho 1.05. Anexo Edificio EICM/ETSINO		
<b>Teléfono</b>	868071235	<b>Fax</b>	
<b>Correo electrónico</b>	javier.cruz@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 10:00 - 13:00; Jueves 16:00 -19:00		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho 1.05. Anexo Edificio EICM/ETSINO		

<b>Titulación</b>	Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Docente de sustitución

<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	2009
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Abastecimiento y desalación de aguas. Modelización de estructuras hidráulicas. Ingeniería hidráulica histórica. Miembro del Grupo de Investigación en Ingeniería Hidráulica, Marítima y Medioambiental <i>Hidr@m</i> , UPCT.
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	Investigador en el CEDEX. Participación en diferentes contratos con organismos para actividades de asistencia técnica en ingeniería hidráulica.
<b>Otros temas de interés</b>	Innovación docente

### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

La **Ingeniería Ambiental y Sanitaria** se centra en el estudio de las bases técnicas y científicas que deben ponerse en práctica para la valoración, gestión, control y eliminación de los efectos de los diferentes contaminantes sobre el medio ambiente, así como en el conocimiento de la legislación aplicable y de las oportunidades que brinda el medio ambiente para empresas y profesionales, en cuanto a ventajas competitivas al demostrar una gestión ambiental responsable.

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

La Ingeniería Ambiental y Sanitaria es, básicamente, la disciplina que aplica los conocimientos obtenidos en el área de la Ciencia Medioambiental, así como en la Ingeniería Hidráulica, al análisis y evaluación de los procesos que ocurren en el medio ambiente y sus efectos, así como al diseño e implementación de sistemas de control que minimicen los efectos producidos por estos procesos. Junto a estos requerimientos también están los de tipo social, político y económico que, aunque no estrictamente bajo el control de un Ingeniero Ambiental y Sanitario, deberá también conocer y tener en cuenta. Además, y sin lugar a dudas, se hace necesario el conocimiento de las medidas legales coercitivas así como de los instrumentos de control de aplicación voluntaria, que acerquen nuestra actividad económica hacia un crecimiento más respetuoso con el medio ambiente.

Es evidente que un Graduado/a en Ingeniería Civil deberá conocer y aplicar los conocimientos impartidos en esta asignatura a lo largo de su carrera profesional. Cualquier estudio de planificación territorial o de infraestructuras, de distribución de agua o de saneamiento involucra aspectos medioambientales cuyos conocimientos básicos y específicos serán objeto de esta asignatura.

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

Por su carácter multidisciplinar, la Ingeniería Ambiental y Sanitaria está muy relacionada con otras asignaturas de la titulación, especialmente con *Química Aplicada*, *Matemáticas* y *Física*, todas ellas del primer curso del Grado. Se requieren, además, los conocimientos obtenidos en la asignatura de Hidráulica e Hidrología de segundo curso de Grado.

Por otra parte, esta asignatura sienta las bases para un mayor aprovechamiento y comprensión de otras asignaturas del Grado, tales como *Desalación* e *Hidrología*, de segundo curso, *Impacto Ambiental*, *Abastecimiento de Aguas* e *Hidroecología*, de tercer curso, y *Calidad de Aguas*, asignatura optativa del Módulo V.


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

No existen.

#### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Aunque el plan de estudios no incluye requisitos previos, es recomendable que el estudiante haya cursado y aprobado *Química Aplicada*, *Matemáticas*, *Física*, *Hidráulica* e *Hidrología*.


#### 3.6. Medidas especiales previstas

CSV:	DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs	Fecha:	22/02/2019 00:41:30	
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/DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs">https://validador.upct.es/csv/DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs</a>		Página:	

Tal 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.

CSV:	DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs	Fecha:	22/02/2019 00:41:30	
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/DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs	Página:	7/21	

## 4. Competencias y resultados 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 la realización de estudios de planificación territorial y de los aspectos medioambientales relacionados con las infraestructuras, en su ámbito (Orden CIN/307/2009).

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

Conocimiento de los proyectos de servicios urbanos relacionados con la distribución del agua y el saneamiento (EH4).

Conocimiento y comprensión de los sistemas de abastecimiento y saneamiento, así como de su dimensionamiento, construcción y conservación (EH5/EC8).

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

Comunicarse oralmente y por escrito de manera eficaz (Nivel 2).

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

Al finalizar la asignatura el estudiante debe ser capaz de:

1. Identificar los contaminantes que afectan al agua, aire, suelo y residuos, incluyendo su peligrosidad para el medio ambiente.
2. Aplicar el principio de jerarquía en la prevención y control de la generación de contaminantes, en el marco de las mejores técnicas disponibles.
3. Aplicar las principales técnicas de medida de contaminantes ambientales y su correcta aplicación.
4. Realizar cálculos para determinar la concentración de contaminantes en los diferentes elementos del medio ambiente, resolviendo problemas y tomando decisiones.
5. Realizar intervenciones orales, en grupo o individuales, que impliquen la síntesis y la asimilación de contenidos.
6. Identificar las distintas partes de un sistema de saneamiento distinguiendo su uso
7. Calcular los caudales en tiempo seco y en tiempo de lluvia que alcanzan las redes de saneamiento, así como la carga contaminante asociada a los caudales que alcanzan las redes de saneamiento y su reparto en el tiempo
8. Calcular hidráulicamente las distintas estructuras existentes en una red de saneamiento.
9. Identificar los procesos de retirada de contaminantes de las aguas residuales urbanas
10. Calcular el Pretratamiento, Tratamiento primario y tratamiento secundario de una Estación Depuradora de Aguas Residuales.

**\*\* 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

Contaminantes del medio acuático: origen y comportamiento. Parámetros de calidad del agua. Medida y control de la contaminación atmosférica. Gestión y tratamiento de residuos urbanos; residuos inertes y peligrosos. Herramientas para la gestión del medio ambiente. Características de las aguas residuales. Diseño y cálculo de redes de alcantarillado; caudales de aportación. Diseño y construcción de alcantarillas y colectores. Depuración de aguas. Depuración biológica. Pretratamiento de una depuradora. Depuración física: decantación. Fangos activos.

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

#### UNIDAD DIDÁCTICA I: INGENIERÍA AMBIENTAL

**TEMA 1. INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA.** ¿Qué es la Ingeniería Ambiental y Sanitaria? - ¿Qué es la contaminación ambiental? – Procesos en Ingeniería Ambiental y Sanitaria - Ingeniería, ética y medio ambiente - Medio ambiente y desarrollo sostenible - El medio ambiente en la Unión Europea: Programas de Actuación Medioambiental - Referencias documentales.

**TEMA 2. CONTAMINANTES DEL MEDIO ACUÁTICO: ORIGEN Y COMPORTAMIENTO.** Muestreo del medio acuático - Tipos de muestras - Frecuencia del muestreo - Envases para la toma de muestras: limpieza, transporte, conservación y etiquetado - Contaminantes del medio acuático: compuestos inorgánicos, oligoelementos y compuestos orgánicos - Eliminación de contaminantes del agua mediante procesos de adsorción - Referencias documentales.

**TEMA 3. MICROBIOLOGÍA DEL MEDIO ACUÁTICO.** Necesidades nutritivas para el crecimiento microbiano - Curva de crecimiento bacteriano: cultivos puros y cultivos mixtos - Bioindicación, bioaugmentación, bioestimulación - Ejemplo de ecosistema microbiano: digestión anaerobia de fangos de depuración - Principales microorganismos de vida acuática - Referencias documentales.

**TEMA 4. PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA: INTERPRETACIÓN Y ESTÁNDARES.** La contaminación del agua - Clasificación de aguas residuales - Parámetros físicos - Parámetros químicos - Parámetros biológicos - Ensayos de toxicidad: bioensayos - Referencias documentales.

**TEMA 5. GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS URBANOS.** Jerarquía en la gestión de residuos - Operaciones de separación y procesamiento de residuos - Transformación de residuos urbanos: tratamientos térmicos y valorización de la materia orgánica mediante compostaje y biometanización - Referencias documentales.

**TEMA 6. ELIMINACIÓN DE RESIDUOS URBANOS EN VERTEDERO.** Conceptos básicos - Sistemas de revestimiento de vertederos - Gestión del lixiviado del vertedero - Sistemas de extracción de gas - Referencias documentales.

**TEMA 7. RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD).** Principios rectores y marco legislativo - Códigos LER - Tipos y generación de RCD - Operaciones básicas de tratamiento de RCD - La gestión de los RCD - Referencias documentales.

**TEMA 8. DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS.** Clasificación y fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos - Conceptos de emisión e inmisión - Condiciones de estabilidad de la atmósfera - Características generales de los penachos de chimeneas - Modelo gaussiano de dispersión de contaminantes atmosféricos - Referencias documentales.

**TEMA 9. MEDIDA Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.** Métodos de muestreo del aerosol atmosférico - Medida en continuo de contaminantes químicos - Contaminantes de origen físico: ruido - Contaminantes de origen biológico: legionelosis - Control de la contaminación atmosférica - Obligaciones para las empresas según normativa sobre emisiones y calidad del aire - Referencias documentales.

**TEMA 10. LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.** Normalización y certificación ambiental - La norma UNE-EN ISO 14001:2004 y el Reglamento EMAS III - Análisis de ciclo de vida - Etiquetado ecológico - La valoración de la calidad ambiental en los concursos de la administración - Referencias documentales.

## **UNIDAD DIDÁCTICA II: INGENIERÍA SANITARIA**

**TEMA 1. INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA SANITARIA. DEFINICIÓN Y ELEMENTOS QUE COMPONEN LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO.** Evolución histórica, competencias en Ingeniería Sanitaria. Normativas de aplicación. Integración dentro del ciclo integral del agua. Partes que conforman un sistema de saneamiento. Tipologías. Uso y funcionamiento de cada parte así como las formas que suelen adoptar. Técnicas de drenaje Urbano Sostenible (TEDUS).

**TEMA 2. DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE CÁLCULO EN TIEMPO DE LLUVIA Y EN TIEMPO SECO. HIDROLOGÍA URBANA. CARGAS CONTAMINANTES ASOCIADAS A LAS AGUAS RESIDUALES.** Distribución de caudales en tiempo seco y en tiempo de lluvia. Curvas de tiempo seco. Cálculo hietogramas de diseño asociados a periodos de retorno. Cálculo de hidrogramas de escorrentía urbana. Cargas contaminantes asociadas a las aguas residuales en tiempo seco y en tiempo de lluvia. Distinción entre redes separativas y unitarias.

**TEMA 3. HIDRÁULICA DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO.** Métodos de cálculo del flujo en lámina libre en redes de saneamiento. Sistemas de captación urbanos tipo imbornal. Elementos de regulación en redes de saneamiento. Depósitos de laminación. Cálculo de pérdidas de carga en puntos singulares de las redes de saneamiento y con aplicación a Estación de Tratamiento de aguas residuales. Línea piezométrica de una EDAR

**TEMA 4. TEORÍA DE LOS PROCESOS EN ESTACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS: FÍSICOS, BIOLÓGICOS, QUÍMICOS.** Desbaste. Desarenado. Desengrasado. Sedimentación. Procesos biológicos de eliminación de materia orgánica y nutrientes. Floculación. Coagulación. Filtración. Cloración

**TEMA 5. INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO Y DEFINICIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS.** Pretratamiento. Tratamiento Primario. Tratamiento Secundario. Desinfección mediante cloro.

**TEMA 6. INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE.**

CSV:	DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs	Fecha:	22/02/2019 00:41:30
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/DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs">https://validador.upct.es/csv/DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs</a>	Página:	10/21



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

#### UNIDAD DIDÁCTICA I: INGENIERÍA AMBIENTAL

##### 1. RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y SUPUESTOS PRÁCTICOS.

El profesor propondrá ejercicios relacionados con lo explicado en el tema correspondiente, que serán resueltos por los estudiantes y corregidos con posterioridad a través del aula virtual. Los estudiantes entregarán el resultado de los supuestos prácticos en la fecha indicada por el profesor, que se unirá al portafolio de cada estudiante. Se establecerá, a principio de curso, las normas básicas y rúbrica para la correcta presentación y corrección de estos ejercicios. Se trata de una práctica voluntaria, que suma a la nota final, y que se guarda para las tres convocatorias del curso, aunque no de un curso académico a otro.

##### 2. PRÁCTICAS DE LABORATORIO.

Se realizarán en los laboratorios del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, en su sede del Paseo Alfonso XIII. Se instruirá al estudiante en el análisis y determinación de diferentes parámetros relacionados con la ingeniería ambiental. Los estudiantes realizarán la práctica por grupos, calculando el resultado del proceso analítico en el propio laboratorio. Se trata de una práctica obligatoria, que suma a la nota final, y que se guarda para las tres convocatorias del curso, aunque no de un curso académico a otro.

##### 3. TALLER DE APRENDIZAJE COOPERATIVO: TÉCNICA PUZZLE.

Se realizará un seminario-taller relacionado con la reducción de la contaminación industrial y la revisión de cánones de vertido, mediante la técnica puzzle. En él, se abordará el estudio de la incidencia de la contaminación del agua procedente del sector industrial en un municipio concreto, tratando de aportar nuevas propuestas y recomendaciones en cuanto a su regulación, basadas en dos instrumentos de control: la reducción de la carga contaminante y la revisión del canon de vertido. Se trata de una práctica obligatoria, que suma a la nota final, y que se guarda para las tres convocatorias del curso, aunque no de un curso académico a otro.

#### UNIDAD DIDÁCTICA II: INGENIERÍA SANITARIA

**Práctica 1.** Definición y cálculo de las curvas de caudal y contaminación que conforman el input de cálculo de un sistema de saneamiento: caso práctico. Definición y cálculo de una red de saneamiento. Captaciones y colectores. Uso de software SWMM.

**Práctica 2.** Definición y cálculo de un pretratamiento de una EDAR de aguas residuales urbanas.

**Práctica 3.** Definición y cálculo de un reactor biológico de aeración prolongada y fangos activados. Definición y cálculo de las necesidades de oxígeno así como el sistema de inyección de aire de un reactor biológico de aeración prolongada y fangos activados.

**Práctica 4.** Diseño de Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible. Uso de software SWMM.

**Práctica 5.** Estudio de cinéticas de reacción en un reactor biológico mediante software AQUASIM.

## 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)

#### I. ENVIRONMENTAL ENGINEERING

**Lesson 1. Introduction to sanitary and environmental engineering**

**Lesson 2. Water pollutants: Sources and behavior**

**Lesson 3. Water microbiology**

**Lesson 4. Water quality parameters: Interpretation and standards**

**Lesson 5. Management and treatment of urban wastes**

**Lesson 6. Waste disposal in landfills**

**Lesson 7. Construction and demolition wastes**

**Lesson 8. Dispersion of air pollutants**

**Lesson 9. Measurement and control of air pollution**

**Lesson 10. Environmental management**


#### II. URBAN SEWER SYSTEMS, WASTEWATER TREATMENT PLANTS. SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SYSTEMS.

**Lesson 1. DEFINITION AND PARTS OF A SEWAGE SYSTEM.**

**Lesson 2. DEFINITION OF THE FLOW IN DRY AND WET TIME. HYDROLOGY OF THE URBAN SYSTEMS AND POLLUTION CHARGE ASSOCIATED.**

**Lesson 3 HYDRAULICS OF A SEWAGE SYSTEM**

**Lesson 4 THEORICAL DEFINITION OF THE PROCESSES IN A WASTEWATER TREATMENT**

CSV:	DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs	Fecha:	22/02/2019 00:41:30	
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/DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs		Página:	

**PLANT: FISCAL, BIOLOGICAL AND CHEMICAL.**

**Lesson 5. INTRODUCTION TO THE CALCULE OF A WASTEWATER TREATMENT PLANT.**

**Lesson 6. SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SYSTEMS (SUDS). DEFINITION AND CALCULE.**

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

### **UNIDAD DIDÁCTICA I: INGENIERÍA AMBIENTAL**

#### **TEMA 1. INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA**

- Describir los ámbitos de competencia de la Ingeniería ambiental y sanitaria.
- Definir el proceso general de identificación, evaluación y resolución de un problema de contaminación ambiental.

#### **TEMA 2. CONTAMINANTES DEL MEDIO ACUÁTICO: ORIGEN Y COMPORTAMIENTO**

- Identificar los principales aspectos relacionados con el muestreo del medio acuático: tipos de muestras, localización de puntos de muestreo, frecuencia, tipos de envases, transporte, conservación de muestras y etiquetado.
- Describir los principales contaminantes que afectan a la calidad del agua para alguno de sus usos, su comportamiento en el medio acuático y su posible origen.

#### **TEMA 3. MICROBIOLOGÍA DEL MEDIO ACUÁTICO**

- Reconocer las necesidades nutritivas para el crecimiento microbiano.
- Interpretar la curva de crecimiento bacteriano.
- Interpretar el proceso de digestión anaerobia de fangos de depuración.
- Identificar los microorganismos que intervienen en el tratamiento biológico del agua residual.

#### **TEMA 4. PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA: INTERPRETACIÓN Y ESTÁNDARES**

- Identificar los principales parámetros de tipo físico, químico y biológico empleados en la caracterización del agua.
- Calcular parámetros de calidad del agua.
- Enumerar los principales métodos de medida de estos parámetros.
- Interpretar cómo afecta su presencia a la calidad del agua según el uso o destino.

#### **TEMA 5. GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS URBANOS**

- Diferenciar la jerarquía establecida para la gestión general de residuos.
- Identificar los dispositivos empleados para su separación, procesamiento, transformación y valorización.

#### **TEMA 6. ELIMINACIÓN DE RESIDUOS URBANOS EN VERTEDERO**

- Identificar los distintos materiales y su utilidad como sistemas de revestimiento de vertederos.
- Calcular el tipo de revestimiento necesario para cada vertedero.
- Identificar los principales sistemas de extracción de gas y lixiviado de vertedero.

#### **TEMA 7. RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)**

- Describir las características generales de los RCD, junto con los códigos LER que los identifican.
- Identificar las operaciones básicas empleada para su tratamiento
- Indicar la legislación referente a la adecuada gestión de estos residuos en nuestro país, así como las peculiaridades en la Región de Murcia.

## **TEMA 8. DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS**

- Identificar clasificación y principales fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos, junto a los conceptos de emisión e inmisión.
- Reconocer las condiciones de estabilidad de la atmósfera y las características de los penachos de chimeneas que puedan generarse con cada una de ellas.
- Calcular la concentración de un contaminante en función del modelo gaussiano de dispersión de contaminantes atmosféricos.

## **TEMA 9. MEDIDA Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA**

- Listar los sistemas de muestreo y los diferentes métodos de medida de partículas y gases contaminantes.
- Gestionar la calidad del aire a través de las distintas técnicas de control de contaminantes atmosféricos.
- Identificar las obligaciones para las empresas según normativa sobre emisiones y calidad del aire.

## **TEMA 10. LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**

- Identificar los distintos sistemas normalizados de certificación de la gestión medioambiental de una empresa.
- Utilizar herramientas para la evaluación de la calidad ambiental de un producto o servicio mediante el análisis de ciclo de vida y el etiquetado ecológico.
- Valorar la importancia y valoración que la calidad ambiental de una empresa tiene sobre la sociedad, la administración y los propios trabajadores.

## **UNIDAD DIDÁCTICA II: INGENIERÍA SANITARIA**

### **TEMA 1. INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA SANITARIA. DEFINICIÓN Y ELEMENTOS QUE COMPONEN LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO.**

- Conocer la evolución a lo largo de la historia de la ingeniería sanitaria
- Conocer las partes que integran un sistema de saneamiento. Su uso tipología en función de las características de las aguas residuales urbanas que los alcanzan
- Normativas de aplicación a la Ingeniería Sanitaria
- Conocer las técnicas de drenaje urbano sostenible

### **TEMA 2. DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE CÁLCULO EN TIEMPO DE LLUVIA Y EN TIEMPO SECO. HIDROLOGÍA URBANA. CARGAS CONTAMINANTES ASOCIADAS A LAS AGUAS RESIDUALES.**


- Calcular los caudales en tiempo seco y en tiempo de lluvia que alcanzan los sistemas de saneamiento.
- Calcular las Cargas contaminantes asociadas a las aguas residuales en tiempo seco y en tiempo de lluvia. Distinción entre redes separativas y unitarias.

### **TEMA 3. HIDRÁULICA DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO.**

- Calcular los calados y velocidades adoptadas por el agua en las redes de saneamiento.
- Calcular los sistemas de captación urbanos tipo imbornal.
- Calcular los elementos de regulación en redes de saneamiento.
- Calcular los Depósitos de laminación.
- Calcular las pérdidas de carga en puntos singulares de las redes de saneamiento y con aplicación a Estación de Tratamiento de aguas residuales.

### **TEMA 4. TEORÍA DE LOS PROCESOS EN ESTACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS: FÍSICOS, BIOLÓGICOS, QUÍMICOS.**

- Conocer la física, química y biología de los diversos procesos de retirada de contaminantes del agua residual que se dan en las Estaciones de Tratamiento de

CSV:	DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs	Fecha:	22/02/2019 00:41:30	
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/DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs		Página:	


Aguas residuales.

**TEMA 5. INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO Y DEFINICIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS.**

- Calcular el pretratamiento, tratamiento primario y secundario de una EDAR.

**TEMA 6. INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE.**

- Conocer y dimensionar las Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible.

CSV:	DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs	Fecha:	22/02/2019 00:41:30	
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/DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs	Página:	15/21	

## 6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes. Se tratarán los temas de mayor complejidad y los aspectos más relevantes.	<u>Presencial</u> : Toma de apuntes y revisión con el compañero. Planteamiento de dudas	42
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia	54
Problemas	Basados en los temas de teoría, el profesor planteará problemas tipo para que el estudiante los resuelva de forma individualizada. Una vez entregados, se colgarán resueltos en el Aula Virtual.	<u>No presencial</u> : Resolución de los ejercicios propuestos por el profesor. Estudio de la materia	12
Prácticas de laboratorio	Se establecerán grupos en el laboratorio para la realización de las prácticas, llevando a cabo un seguimiento de la participación de los componentes del grupo.	<u>Presencial</u> : Manejo del equipamiento necesario, toma de datos y realización de cálculos	9
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia	6
Seminarios y visitas a empresas e instalaciones	En los seminarios se ampliarán temas específicos de entre los incluidos en el temario teórico. El profesor plantea el problema en el grupo, que luego realizará la presentación. Se indicará el modo de evaluar esta presentación. El profesor guiará al estudiante en la realización de visitas a empresas e instalaciones. Esta actividad permitirá al estudiante relacionar los aspectos teóricos impartidos en clase con su utilidad e implementación en el mundo profesional. Se realizará visita según disponibilidad.	<u>Presencial</u> : Resolución de casos planteados. Discusión de dudas y puesta en común del trabajo realizado. Presentaciones en grupo.	33
		<u>No presencial</u> : Preparación del seminario. Realización de la presentación y exposición ante los otros estudiantes.	6
Tutorías individuales y de grupo	Se realizará un seguimiento del aprendizaje individual o de grupo. Se incluye la revisión de exámenes por grupos y la motivación por el aprendizaje.	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías	6
		<u>No presencial</u> : Planteamiento de dudas por correo electrónico	6
Actividad de evaluación	Evaluación de los contenidos teóricos, prácticos y de los problemas realizados.	<u>Presencial</u> : Asistencia al examen oficial de la asignatura.	6
			180

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

	Resultados del aprendizaje (4.5)									
Actividades formativas (6.1) I. AMBIENTAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clase de teoría	X	X	X							
Problemas	X	X	X	X						
Prácticas de laboratorio	X			X						
Seminarios		X	X	X	X					
Visitas a empresas e instalaciones			X							

	Resultados del aprendizaje (4.5)									
Actividades formativas (6.1) I. SANITARIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clase de teoría						X			X	
Problemas							X	X		X
Prácticas							X	X		X
Seminarios							X	X		X
Visitas a empresas e instalaciones									X	

## 7. Metodología de evaluación

### 7.1. Metodología de evaluación de Ingeniería Ambiental\*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba escrita de teoría (examen final) <sup>(*)</sup>	X		Setenta y cinco preguntas tipo test con cuatro opciones posibles de respuesta y 1 ó 2 respuestas válidas. Cada 4 respuestas mal o no contestadas se restará una correcta.	60%	1 a 5
Prueba escrita de prácticas (examen final) <sup>(*)</sup>	X		Cinco preguntas tipo test con cuatro opciones posibles de respuesta y 1 ó 2 respuestas válidas. Cada 4 respuestas mal o no contestadas se restará una correcta.	5%	4
Prácticas de laboratorio <sup>(1)</sup>	X	X	Se puntúa la asistencia y se evalúan los conocimientos adquiridos en el examen final de la materia.	10%	4
Resolución de problemas <sup>(**)</sup> (2)	X	X	Resolución en casa y entrega de ejercicios y casos prácticos propuestos por el profesor en el Aula Virtual, en la fecha y formato indicados (entre 3 y 5 entregables).	15%	4 y 5
Seminarios <sup>(**)</sup> (1)	X	X	Se evalúa y puntúa la participación (5%) en los diferentes seminarios planteados a lo largo del curso, así como el trabajo individual y de grupo realizado (5%) (1 ó 2 seminarios).	10%	5
Visita		X	Visita técnica voluntaria a un centro de tratamiento y vertedero de residuos urbanos (según disponibilidad).	-	-
Prueba tipo test en el aula <sup>(***)</sup>		X	Realización de una prueba tipo test en el aula y su corrección, para evaluar la evolución del aprendizaje del estudiante.	-	1 a 5

(\*) De las 65 preguntas de que consta el examen final, habrá que sacar un mínimo de 29 respuestas correctas, lo que supone 1,00 punto de los 3,25 que vale el examen (siempre calculado sobre un total de 5,00 puntos, ya que esta Unidad Didáctica I supone la mitad de la asignatura). Los otros 1,75 puntos restantes se conseguirán en el portafolios mediante: asistencia a prácticas (0,50 puntos), resolución correcta de los problemas (0,75 puntos), asistencia y evaluación de los seminarios (0,50 puntos). Habrá que tener un mínimo de 2,50 puntos en total para aprobar esta Unidad Didáctica I. Las notas de cada Unidad Didáctica se guardan para las tres convocatorias del curso, no siendo válidas para el curso siguiente. La nota del portafolios valdrá para la convocatoria de febrero, junio y septiembre, sin posibilidad de variarla durante el curso académico una vez conseguida.

(\*\*) La adquisición de la competencia: “Comunicarse oralmente y por escrito de manera eficaz (Nivel 2)” se evalúa mediante la resolución de problemas y seminarios planteados a lo largo del curso.

(\*\*\*) Se realizará una prueba tipo test en el aula correspondiente a los 4 primeros temas de esta Unidad Didáctica, con el fin de que el estudiante conozca la metodología de evaluación que le será aplicada en el examen final, y valore el nivel de conocimientos adquiridos hasta ese momento.

<sup>(1)</sup> Las notas de prácticas y seminarios sirven para dos cursos académicos consecutivos (2017/18 y 2018/19). Los estudiantes que aprobaron las prácticas de la asignatura y el seminario durante el curso 2016/17 no tienen que repetirlos, el resto sí.

<sup>(2)</sup> La nota de problemas caduca al final del curso académico 2017/18.

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.

## 7.1. Metodología de evaluación de Ingeniería Sanitaria\*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa *	Formativa *			
Prueba escrita de teoría (examen final)	X		6 cuestiones teórico prácticas de desarrollo.	40%	6-10
Prueba escrita de problemas (examen final)	X		2 problemas de tipo práctico.	45%	6-10
Resolución de problemas <sup>(*)</sup>	X	X	Resolución en casa y entrega de ejercicios y casos prácticos propuestos por el profesor en el Aula Virtual, en la fecha y formato indicados (equivalentes a las prácticas).	10%	7,8,10
Seminarios <sup>(*)</sup>	X	X	Se evalúa y puntúa la participación en los diferentes seminarios planteados a lo largo del curso de manejo de programas informáticos.	5%	7,8,10
Visita		X	Visita técnica voluntaria a una Estación Depuradora de Aguas Residuales (según disponibilidad).	-	-
Prueba tipo test en el aula		X	Realización de diversas pruebas de teoría y problemas tipo examen para evaluar la evolución del aprendizaje del estudiante.	-	6-10
(*) Las notas de prácticas y seminarios se guardarán durante un curso académico completo.					

## 7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

Se realizará a través de la supervisión de las prácticas de laboratorio, entrega de problemas, participación del estudiante en actividades presenciales no convencionales seminarios y tutorías.

La prueba tipo test realizada en clase, de carácter formativo pero no sumativa, permitirá detectar lagunas en la formación y controlar la forma de abordar el estudio de la asignatura por parte del estudiante.

## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica\*

#### UNIDAD DIDÁCTICA I

- Crittenden, J.C.; Trussell, R.R.; Hand, D.W.; Howe, K.J.; Tchobanoglous, G. 2005. *Water treatment: principles and design* (2<sup>nd</sup> ed.) John Wiley & Sons, Inc.: New Jersey, 1948 p.
- Davis, M.L.; Masten, S.J. 2004. *Ingeniería y ciencias ambientales*. McGraw-Hill: México, 750 p.
- Hontoria García, E. 2000. *Fundamentos de manejo de los residuos urbanos*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 756 p.
- Marañón Maison, E. 2000. *Residuos industriales y suelos contaminados*. Universidad de Oviedo, Servicio de Publicaciones. 572 p.
- Marín Galvín, R. 2003. *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de calidad de aguas*. Díaz de Santos: Madrid, 311 pp.
- Metcalf & Eddy, Inc. (Revisado por Tchobanoglous, G. y Burton, F.L.) 1998. *Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización* (3<sup>a</sup> ed.) McGraw-Hill: Madrid, 1485 pp.
- Tchobanoglous, G.; Theisen, H.; Virgil, S.A. 1994. *Gestión integral de residuos sólidos*. McGraw-Hill: Madrid, 1107 p.
- Wark, K.; Warner, C.F. 1998. *Contaminación del aire. Origen y control*. Limusa Noriega Editores: México, 650 p.

#### UNIDAD DIDÁCTICA II


- Puertas, J. et al. 2008. *Gestión de las aguas pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbanos*. CEDEX.; Madrid. ISBN 978-84-7790-475-5.
- Gómez, M. 2004. *Curso Hidrología Urbana*. 6<sup>a</sup> Ed. Manuel Gómez editor. Grupo Flumen. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona
- MAYS, L.W. 2001. *Stormwater Collection Systems Design Handbook*, Mays, L.W. McGraw Hill, ISBN 0-07-135471-9
- WEF (Water Environment federation) *Manual of Practice Nº 8. Design of Municipal Wastewater Treatment Plants*. Fifth Edition Mc Graw Hill. ISBN P/N 978-0-07-166359-5
- XXX Curso del CEDEX sobre Tratamiento de Aguas Residuales y Explotación de Depuradoras
- Hernández Muñoz, A. 1990. *Depuración y desinfección de Aguas Residuales*. 5<sup>a</sup> Edición. Colección Señor Nº 9. Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos.

### 8.2. Bibliografía complementaria\*

- Karamouz, M.; Moridi, A.; Nazif, S. 2010. *Urban water engineering and management*. CRC Press: Boca Raton, FL, 628 pp.
- Lagrega, M.D. 1998. *Gestión de residuos tóxicos: tratamiento, eliminación y recuperación de suelos*. McGraw-Hill, 1316 p.
- Seinfeld, J.H. 2006. *Atmospheric chemistry and physics: From air pollution to climate change*. 2<sup>a</sup> ed. John Wiley and Sons. 1203 p.
- Valsaraj, K.T. 2009. *Elements of environmental engineering. Thermodynamics and kinetics* (3<sup>rd</sup> ed.) CRC Press: Boca Raton, FL, 484 pp.

### 8.3. Recursos en red y otros recursos

- Aula Virtual – Universidad Politécnica de Cartagena.
- Guía de Buenas Prácticas Ambientales. Construcción y Demolición. Disponible en <http://www.carm.es/>.
- Lin, S. 2007. *Water and wastewater calculations manual*. 2ª ED. McGraw-Hill: New York, 854 pp. Disponible en: (fecha de consulta: 8 de junio de 2015) [http://ssu.ac.ir/cms/fileadmin/user\\_upload/Daneshkadaha/dbehdasht/behdasht\\_mohit/ebook/water\\_and\\_wastewater\\_calculation\\_manuals.pdf](http://ssu.ac.ir/cms/fileadmin/user_upload/Daneshkadaha/dbehdasht/behdasht_mohit/ebook/water_and_wastewater_calculation_manuals.pdf)

CSV:	DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs	Fecha:	22/02/2019 00:41:30	
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/DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs">https://validador.upct.es/csv/DNdHX3hTfe6tFE7tb9LPcBDOs</a>	Página:	21/21	