



## Grado en Ciencias Ambientales 25224 - Contaminación de aguas

Guía docente para el curso 2011 - 2012

Curso: 3, Semestre: 1, Créditos: 6.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- **José María Matesanz Martín** matesanz@unizar.es
- **Natividad Miguel Salcedo** nmiguel@unizar.es
- **Inocencio Romeo Pina** iromeo@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Se recomienda haber cursado previamente las asignaturas Bases químicas del medio ambiente, Biología, Administración y legislación ambiental, Botánica y zoología, Bases de la ingeniería ambiental, Ecología I y II y Análisis instrumental en el medio ambiente.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura se estructura en 2 bloques temáticos diferenciados (ver programación y calendario).

Se ha programado la realización de un "Trabajo Práctico Integral" que el estudiante debe ir realizando a lo largo del curso siguiendo las pautas marcadas al inicio del semestre y tutorizado a lo largo del mismo. Al finalizar el semestre el estudiante llevará a cabo su exposición y defensa necesaria para su evaluación.

Así mismo a lo largo del curso se plantearán de manera secuencial 5 casos prácticos, que deberán ser realizados en un periodo de tiempo determinado, tras el cual, el estudiante entregará un informe para su evaluación.

Al finalizar el semestre, y al menos con dos semanas de antelación a la prueba de evaluación global, el estudiante realizará un examen teórico-práctico.

En la fecha prevista en el calendario académico, se realizara una prueba de evaluación global para aquellos alumnos que no hayan optado por la evaluación continua descrita más arriba, o que no hayan aprobado la evaluación continua o que quieran mejorar su calificación.

Se realizarán dos visitas a instalaciones. La asistencia del estudiante no es obligatoria aunque sí recomendable.

Las sesiones prácticas de laboratorio y simulación (20 horas totales) se programarán en función de la disponibilidad de los laboratorios correspondientes.

---

## Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Está capacitado para determinar la calidad que presenta un agua mediante la utilización de parámetros indicadores.
- 2:** Es capaz de identificar y cuantificar la contaminación generada por una actividad urbana o industrial así como valorar el efecto que puede provocar sobre el medio hídrico receptor.
- 3:** Está capacitado para planificar una estrategia de prevención y control de la contaminación del agua en casos específicos.
- 4:** Es capaz de diseñar un sistema de tratamiento de depuración de aguas residuales urbanas e industriales, mediante la selección y dimensionamiento de las unidades de proceso que lo integran.
- 5:** Está capacitado para planificar un sistema de tratamiento de potabilización de aguas para consumo humano y de regeneración de aguas depuradas para su posterior reutilización.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La asignatura es de carácter obligatorio y se imparte de forma semestral (6 ECTS) en tercer curso del Grado en Ciencias Ambientales, y está integrada en el módulo de Evaluación Ambiental.

En esta asignatura, de carácter teórico-práctico, se presentan las bases del conocimiento sobre la contaminación de las aguas, de forma que complementando la formación con las asignaturas de Contaminación atmosférica y Contaminación de suelos se dota al estudiante de conocimientos teóricos y prácticos fundamentales para llevar a cabo la identificación, evaluación, prevención, control y corrección de la contaminación ambiental, de manera integrada.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

Esta asignatura, enmarcada en el ámbito de la Ingeniería Ambiental, tiene por objetivo principal aportar al estudiante los conocimientos científicos y técnicos que le permitan llevar a cabo la

identificación y control de la contaminación de las aguas, proporcionándole una formación de calidad en control, evaluación, gestión y planificación ambiental, teniendo como referente la protección de la salud y el medio ambiente.

Son objetivos de la asignatura formar al alumno en materia de calidad de aguas y contaminación, en técnicas o medidas de minimización de la contaminación de las aguas así como en tecnologías de tratamiento de aguas, lo que le permita en general la aplicación de medidas de control y corrección de la contaminación ambiental.

### **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

Desarrollar habilidades de carácter transversal que demuestren que se han adquirido las competencias anteriores, como:

- Capacidad de análisis y síntesis
- Comunicación oral y escrita
- Habilidades de gestión de la información
- Sensibilidad medioambiental
- Motivación por la calidad
- Capacidad de aprendizaje autónomo y autoevaluación
- Compromiso ético
  
- Trabajo en equipo
- Capacidad de adaptación a nuevas situaciones
- Capacidad de toma de decisiones consecuente
- Habilidades de compromiso personal y ético

### **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:** Diagnosticar la calidad que presenta un agua para un uso determinado y realizar determinaciones de los principales parámetros característicos de la calidad del agua.
- 2:** Caracterizar la contaminación presente en aguas naturales y residuales, tanto de origen urbano como industrial o agrícola.
- 3:** Planificar una estrategia de control de la contaminación de aguas realizando propuestas de actuación para la minimización y remediación de la contaminación ambiental.
- 4:** Realizar un diseño básico de un sistema de potabilización de aguas para consumo humano, de depuración de efluentes contaminados y de regeneración de aguas de salida de depuradoras para su posterior reutilización.
- 5:** Comunicar con claridad, tanto en presentaciones o documentación escrita, todos los aspectos relacionados con la estrategia de control de la contaminación planificada o ejecutada.

**6:** Desarrollar habilidades de carácter transversal que demuestren que se han adquirido las competencias anteriores, como:

- Capacidad de análisis y síntesis
- Comunicación oral y escrita
- Habilidades de gestión de la información
- Sensibilidad medioambiental
- Motivación por la calidad
- Capacidad de aprendizaje autónomo y autoevaluación
- Compromiso ético
- Trabajo en equipo
- Capacidad de adaptación a nuevas situaciones
- Capacidad de toma de decisiones consecuente
- Habilidades de compromiso personal y ético

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Los resultados de aprendizaje que se obtiene en la asignatura son importantes porque amplían la base general teórica y práctica que posee el alumno en materia de control de la contaminación ambiental, potenciando su capacidad de trabajo en el campo de la minimización y remediación, tanto a nivel investigación, desarrollo de proyectos o gestión, en empresas o instituciones.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**1:** **EVALUACIÓN CONTÍNUA**

#### **Actividad 1. Trabajos individuales**

A lo largo del curso se plantearán de manera secuencial, 5 casos prácticos de aplicación directa a lo tratado en clase de teoría.

Planteado cada ejercicio, el estudiante dispondrá de un plazo de tiempo concreto para su realización, debate en clase tipo seminarios y presentación de un pequeño informe por escrito de resultados.

Cada uno de los 5 ejercicios propuestos, se corresponderá directamente con uno de los resultados del aprendizaje previstos (1-5), de forma que su correcta realización acredite su logro.

Estos trabajos individuales se evaluarán con un 20% de la nota final de la asignatura, siendo necesaria una nota mínima de 5 sobre 10 para realizar el promedio con el resto de pruebas.

Se valorará los aspectos formales de su presentación (estructura y organización,...), la claridad y sencillez en la expresión escrita y la adecuación del contenido y de las metodologías de resolución.

## **Actividad 2. Trabajos en grupo**

Al principio del semestre se planteará un único trabajo (Trabajo Práctico Integral) que deberá ser realizado en grupos de 2 personas a lo largo del curso.

Este trabajo relacionado con la planificación de una estrategia global de control de la contaminación de aguas en una actividad industrial, acreditará el logro de los resultados del aprendizaje (1-5) de manera integral.

Planteado el trabajo, los estudiantes dispondrán del resto del semestre para su realización. Al finalizar el semestre, en la fecha que fije previamente el profesor, los estudiantes llevarán a cabo una presentación pública de unos 15 minutos y su posterior defensa. Se valorará el grado de cumplimiento de los objetivos propuestos, el procedimiento desarrollado, la claridad de la exposición y el dominio de la materia demostrado durante su defensa.

Este trabajo en grupo se evaluará con un 20% de la nota final de la asignatura, siendo necesaria una nota mínima de 5 sobre 10 para realizar el promedio.

## **Actividad 3 Clases prácticas**

Se realizarán 5 sesiones prácticas (ver actividades de aprendizaje programadas), las cuales se programarán en función de la disponibilidad del laboratorio correspondiente.

Previamente al desarrollo de cada sesión práctica se suministrará al estudiante un guión de las prácticas con toda la información relativa a la materia que será tratada en cada sesión práctica, posibilitando su análisis y estudio previo.

Los primeros minutos de cada sesión serán utilizados para que el estudiante demuestre que conoce la temática que va a ser desarrollada y que plantee sus dudas en relación a metodologías y procedimientos.

Posteriormente, a lo largo del desarrollo de la sesión se llevará a cabo el seguimiento de la labor del estudiante, valorándose el grado de implicación en el desarrollo de la práctica (la manipulación de equipos y reactivos, la limpieza, el cumplimiento de las normas básicas de seguridad), la metodología, los resultados obtenidos y su interpretación, y las respuestas a las cuestiones planteadas en los guiones. Al término de la sesión, el estudiante deberá preparar un pequeño informe en el que muestre los principales resultados y conclusiones obtenidas a través de la realización de la práctica correspondiente.

Las sesiones prácticas se corresponderán directamente con los resultados del aprendizaje previstos nº 1, 2, 4 y 5 de forma que su correcta realización acredite su logro.

Su participación se evaluará de manera continuada a lo largo del curso y constituye un 30% de la nota final. Se exigirá una nota mínima de 5 sobre 10 para realizar el promedio con el resto de las pruebas realizadas.

Aprobadas las prácticas, su nota se conservará durante 2 cursos académicos sucesivos.

## **Actividad 4. Examen escrito**

Se realizará al finalizar el semestre, al menos dos semanas antes de la fecha prevista en el calendario académico para la prueba global

El estudiante deberá realizar un examen de teoría que incluirá preguntas tipo test (15-20) de elección múltiple y otras de carácter teórico-práctico (cuestiones y problemas), representativas de la materia global que ha sido tratada a lo largo del curso. Para su realización, no se permitirá la utilización de ningún tipo de documentación a excepción de la suministrada en el examen.

El examen representará un 30% de la nota final. Se exigirá una nota mínima de 4 sobre 10 para realizar el promedio con el resto de las pruebas realizadas.

Se valorará que: las respuestas estén expresadas de forma clara y sencilla, la argumentación sea correcta, el contenido técnico sea correcto.

## **2: PRUEBA GLOBAL DE EVALUACIÓN**

En las fechas previstas al efecto en el calendario académico, los estudiantes que no hayan optado por la evaluación continua o aquellos que no hayan superado la evaluación continua o que quieran mejorar su calificación podrán presentarse a una prueba global de evaluación que tendrá la siguiente configuración:

### **Prueba 1: Examen escrito**

El estudiante deberá realizar un examen de teoría que incluirá preguntas tipo test 15-20 y otras de carácter teórico-práctico (cuestiones y problemas), representativas de la materia global que ha sido tratada a lo largo del curso. Para su realización, no se permitirá la utilización de ningún tipo de documentación a excepción de la suministrada en el examen.

El examen representará un 30% de la nota final. Se exigirá una nota mínima de 5 sobre 10 para realizar el promedio con el resto de las pruebas realizadas.

### **Prueba 2. Examen Casos Prácticos**

El estudiante deberá realizar un examen práctico, que representará un 20% de nota final de la asignatura.

La prueba o examen, consistirá en el desarrollo en un tiempo máximo de 3 horas, de uno o varios casos prácticos similar/es al que los estudiantes han ido realizando a lo largo de la asignatura como Trabajo individual, ya que se trata de pruebas directamente relacionadas con los resultados de aprendizaje previstos para la asignatura. Para su realización, se permitirá la utilización de todo tipo de documentación relacionada con la asignatura.

### **Prueba 3. Trabajo Práctico Integral**

Este trabajo de carácter individual, relacionado con la planificación de una estrategia global de control de la contaminación de aguas, acreditará el logro de los resultados del aprendizaje (1-5) de manera integral. Dicho trabajo representará un 20% de la nota final.

Planteado el trabajo, el estudiante dispondrá de un plazo entre 4-10 días naturales para su preparación, presentación pública de unos 15 minutos y defensa. Se valorará el grado de cumplimiento de los objetivos propuestos, el procedimiento desarrollado, la claridad de la exposición y el dominio de la materia demostrado durante su defensa. Dependiendo del tiempo disponible para la realización de la prueba global el profesor podrá requerir que el alumno haga entrega de la presentación (transparencias, video o cualquier otro medio de presentación) junto con las notas de la charla de la presentación, sustituyendo la parte de la exposición pública.

### **Prueba 4. Examen de prácticas de laboratorio o simulación**

El estudiante deberá realizar un examen práctico que representará un 30% de la asignatura y en el que se demuestre el dominio de la materia tratada y metodologías desarrolladas en dichas sesiones.

La prueba global se valorará con los mismos criterios expuestos para la evaluación continua.

En aquellos casos en los que los alumnos se presenten a la prueba global por no haber superado alguna de las actividades de evaluación o para subir nota, el profesor determinará si deben realizar la prueba global completa o sólo la parte suspendida de la evaluación continua o de la que se pretenda mejorar la nota.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

La asignatura es de carácter teórico-práctico. El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en la inmersión del alumno en materia de contaminación ambiental, de forma que le permita adquirir los hábitos y conocimientos necesarios para la planificación y desarrollo de una estrategia de control de la contaminación del agua, desde un punto de vista técnico.

### Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

**1: PROGRAMA DE TEORÍA (Clases teoría: 30 horas)**

La asignatura se organiza en dos bloques temáticos:

B1. Introducción a la calidad y contaminación de aguas.

B2. Tecnologías de tratamientos de aguas.

**2: PROGRAMA DE PRÁCTICAS (Clases prácticas de laboratorio y simulación: 20 horas)**

**3: SEMINARIOS (10 horas)**

**4: TRABAJO NO PRESENCIAL DEL ESTUDIANTES (79 horas)**

**5: VISITAS A INSTALACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS (5 horas)**

**6: EVALUACIÓN (6 horas)**

**7: TUTORÍAS**

### Planificación y calendario

**Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

SEMANA	TEORÍA Y SEMINARIOS			PRÁCTICAS LABORATORIOS Y SIMULACIONES	TRABAJO PRÁCTICO INTEGRAL	VISITAS	ENTREGA CASOS PRÁCTICOS
1	B1	B1					
2	B1	B1	SEM				
3	B1	B1	SEM				
4	B1	B1	SEM	P1			CASO 1
5	B1	B1		P1		VISITA 1	
6	B1	B1	SEM	P2			CASO 2
7	B1	B1	SEM	P2			
8	B2	B2	SEM	P3			CASO 3
9	B2	B2		P3			
10	B2	B2	SEM	P4		VISITA 2	CASO 4
11	B2	B2	SEM	P4			
12	B2	B2	SEM	P5			CASO 5
13	B2	B2	SEM	P5			
14	B2	B2					
15	B2	B2			Presentación y defensa		
<b>EXAMEN</b>							

## Programa de Teoría

### Programa de teoría

#### Clases de teoría (30 horas)

##### **B1. INTRODUCCIÓN A LA CALIDAD Y CONTAMINACIÓN DE AGUAS**

1. Conceptos generales sobre calidad y contaminación de las aguas.
2. Contaminantes de las aguas. Tipos de contaminantes. Origen y efectos de los contaminantes. Principales sectores contaminantes
3. Caracterización de la contaminación presente en aguas residuales y naturales. Parámetros físico-químicos e indicadores biológicos.
4. Medidas preventivas aplicables al control de la contaminación. Mejores técnicas disponibles (MTDs)
5. Evolución de los contaminantes en el medio receptor
6. Legislación básica en materia de aguas. Normas de calidad.

##### **B2.- TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS**

1. Conceptos generales sobre tecnologías de tratamiento de aguas. Clasificación de tratamientos
2. Instalaciones de tratamiento de aguas: depuración, potabilización y regeneración.
3. Cámaras de homogeneización
4. Técnicas de eliminación de sólidos gruesos, sólidos sedimentables y grasas. Desbaste, desarenado, desengrasado.
5. Técnicas de eliminación de materia en suspensión y coloidal. Coagulación, floculación, decantación, flotación,

filtración.

6. Técnicas de eliminación de materia biodegradable. Tratamientos biológicos en fase dispersa y fase fija.

7. Técnicas de eliminación de materia no biodegradable. Eliminación de sustancias peligrosas: neutralización, adsorción, oxidación, reducción, stripping.

8. Tratamientos de aguas con resinas y procesos de membrana: Ósmosis Inversa, Nanofiltración, Ultrafiltración, Microfiltración, Electrodiálisis.

9. Tratamientos de desinfección: cloración, ozonización, luz UV.

## **Programa de Prácticas**

### **Programa de prácticas**

#### **Clases prácticas de laboratorio y simulación (20 horas)**

P1. Caracterización de aguas naturales y vertidos: medida de parámetros indicadores.

P2. Potabilización de aguas naturales.

P3. Depuración de aguas residuales urbanas en planta piloto de lodos activos.

P4. Depuración de vertidos industriales mediante precipitación química.

P5. Simulación y dimensionamiento de instalaciones de tratamiento de aguas mediante herramientas informáticas.

#### **Bibliografía recomendada**

- Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización. Metcalf and Eddy. Revisado por George Tchobanoglous, Franklin L. Burton. 3ª. Ed. McGraw-Hill, 2000
- Calidad y tratamiento del agua: manual de suministros de agua comunitaria. American Water Works Association. McGraw Hill, 2002
- Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st ed. American Public Health Association. American Water Works Association. Water Environment Federation, 2005
- Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos. Nelson N. Nemerow, Avijit Dasgupta. Diaz de Santos. 1998

#### **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**

- Contaminación e ingeniería ambiental. III, Contaminación de las aguas / Dirección científica y coordinación Julio L. Bueno, Herminio Sastre, Antonio G. Lavín ; Asesoría técnica Lucas Leiva . Oviedo : Fundación para el fomento en Asturias de la investigación científica aplicada y la tecnología F.I.C.Y.T., 1997
- Design of municipal wastewater treatment plants. Volume I, Planing and configuration of Wastewater treatment plants . 4th ed. Alexandria, VA (U.S.A.) : Water environment federation ; Reston : American society of civil engineers, cop. 1998
- Design of municipal wastewater treatment plants. Volume II, Liquid treatment processes . 4th ed. Alexandria, VA (U.S.A.) : Water environment federation ; Reston : American society of civil engineers, cop. 1998
- Design of municipal wastewater treatment plants. Volume III, Solids Processing and Disposal . 4th ed. Alexandria, VA (U.S.A.) : Water environment federation ; Reston : American society of civil engineers, cop. 1998
- Kiely, Gerard. Ingeniería ambiental : Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión / Gerard Kiely ; coordinador de la traducción y revisión técnica, José Miguel Veza . 1a ed. en español Madrid : McGraw-Hill, D.L. 1999
- Tchobanoglous, George. Ingeniería sanitaria : redes de alcantarillado y bombeo de aguas residuales / escrita y editada por George Tchobanoglous ; Metcalf & Eddy, Inc. . - 1ª ed. Barcelona : Labor, 1985