

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		 FACULTAD DE CIENCIAS [UEx]
	Curso académico: 2025-26	Código: P/CL009_FC_D002	

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Identificación y características de la asignatura			
Código	501375	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	Tratamiento de aguas		
Denominación (inglés)	Water Treatment		
Titulación	Grado de Ingeniería Química Industrial		
Centro	Facultad de Ciencias		
Semestre	6	Carácter	Optativa
Módulo	Optativo		
Materia	Tecnología Ambiental		
Profesor/es			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
Fernando Juan Beltrán Novillo	nº18 Edif J.L.Sotelo	fbeltran@unex.es	AVUEx
Jesús José Beltrán de Heredia Alonso	nº 6 Edif J.L.Sotelo	jbelther@unex.es	AVUEx
Área de conocimiento	Ingeniería Química		
Departamento	Ingeniería Química y Química Física		
Profesor coordinador (si hay más de uno)	Fernando J. Beltrán Novillo		
Competencias			
Competencias Básicas:			
CB1. Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.			
CB2. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.			
CB3. Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.			
CB4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.			
CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.			

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		
	Curso académico: 2025-26	Código: P/CL009_FC_D002	

Competencias Generales:

CG1. Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la Ingeniería Química que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la Orden CIN/351/2009 de 9 de febrero, la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.

CG2. Capacidad para la dirección de las actividades objeto de los proyectos de ingeniería descritos en el epígrafe anterior.

CG3. Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacitan para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les doten de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CG4. Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Química.

CG5. Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, peritaciones, tasaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

CG6. Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

CG7. Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

CG8. Capacidad para aplicar los principios y métodos de calidad.

CG9. Capacidad de organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones.

CG10. Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

CG11. Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.

Competencias Transversales:

CT1. Desarrollar valores propios de una cultura de paz y de valores democráticos.

CT2. Demostrar capacidad de organizar, planificar, de análisis y síntesis.

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		 FACULTAD DE CIENCIAS (UEx)
	Curso académico: 2025-26	Código: P/CL009_FC_D002	

CT3. Demostrar habilidades en el uso de aplicaciones informáticas y empleo de nuevas tecnologías para el aprendizaje, divulgación de conocimiento y recopilación de información relevante para emitir juicios.

CT4. Saber transmitir información, ideas, problemas y soluciones en un entorno profesional.

CT5. Poseer habilidades en las relaciones interpersonales.

CT6. Reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios.

CT7. Reconocer la diversidad y multiculturalidad.

CT8. Desarrollar habilidades de estudio en la formación continua y para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

CT9. Respetar los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres.

CT10. Respetar y promover los derechos fundamentales y los principios de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.

Competencias específicas:

CEO3: Conocimiento de las causas principales de la contaminación del medio ambiente y las tecnologías de medida, prevención y corrección de la contaminación en efluentes líquidos, sólidos y gaseosos.

Contenidos

Breve descripción del contenido

- Las aguas residuales: caracterización, contaminación y legislación
- Estructura de las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) y de potabilización (ETAP)
- Tratamientos previos: tamices, rejillas, desarenado, desengrasado, etc.
- Tratamiento primario: coagulación, floculación sedimentación, filtración, etc.
- Tratamiento secundario: oxidación biológica aerobia, digestión anaerobia, etc.
- Tratamiento terciario: oxidación química, adsorción, intercambio iónico, membranas, etc.
- Procesado de fangos: deshidratación química y térmica, desestabilización, etc.

Temario de la asignatura

TEMA 1.- GENERALIDADES. CONTAMINACION DEL AGUA

1. EL AGUA. GENERALIDADES. IMPORTANCIA DEL AGUA
 - 1.1.1 Propiedades del agua y características básicas
 - 1.1.2 Disponibilidad del agua. El ciclo del agua
 - 1.1.3 Usos del agua
2. CONTAMINACION DEL AGUA

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		 FACULTAD DE CIENCIAS [UEx]
	Curso académico: 2025-26	Código: P/CL009_FC_D002	

2.1 Alteraciones producidas por la presencia de contaminantes

2.2 Parámetros de medida de la contaminación de aguas

Descripción de las actividades prácticas del tema 1: Práctica de laboratorio de medida de parámetros que caracterizan la contaminación de aguas.

TEMA 2.- CLASIFICACION DE LAS AGUAS Y ESQUEMA GENERAL DE TRATAMIENTOS: ETAP Y EDAR

1. CLASIFICACION DE LAS AGUAS

2. TRATAMIENTOS DE AGUA

2.1. Tratamientos de potabilización o adecuación para consumo

2.1.1. Potabilización de aguas para consumo humano: ETAP

2.1.2. Adecuación para consumo industrial

2.2. Tratamientos para depuración de aguas residuales (urbanas e industriales)

2.2.1. Depuración de aguas residuales urbanas: EDAR

2.2.2. Depuración de aguas residuales industriales

Descripción de las actividades prácticas del tema 2: Visitas a ETAP y EDAR

TEMA 3.- TRATAMIENTOS PREVIOS: TRATAMIENTOS FÍSICOS

1. OBJETIVOS Y CLASIFICACION

2. TRATAMIENTOS PREVIOS

2.1. Desbaste o Cribado

2.2. Dilaceración

2.3. Desarenado

2.4. Desaceitado o Desengrasado

Descripción de las actividades prácticas del tema 3: No hay

TEMA 4.- TRATAMIENTO PRIMARIO: TRATAMIENTOS FÍSICO-QUÍMICOS

1. IGUALACIÓN

2. NEUTRALIZACIÓN

3. SEDIMENTACIÓN

4. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN

5. FLOTACIÓN

6. FILTRACIÓN

Descripción de las actividades prácticas del tema 4: Práctica sobre coagulación-sedimentación

TEMA 5.- TRATAMIENTO SECUNDARIO: TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS

1. GENERALIDADES

2. TIPOS

2.1 Oxidación biológica aerobia

2.1.1. Introducción

2.1.2. Mecanismos de acción de la oxidación biológica aerobia

2.1.3. Factores a tener cuenta en el tratamiento biológico aerobio

2.1.4. Etapas del crecimiento microbiano

2.1.5. Cinética del proceso microbiano aerobio

2.1.6. Tipos de instalaciones

2.2 Oxidación biológica anaerobia

2.2.1. Introducción

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		
	Curso académico: 2025-26	Código: P/CL009_FC_D002	

- 2.2.2. Fundamentos microbiológicos y bioquímicos
- 2.2.3. Factores que afectan a la digestión anaerobia
- 2.2.4. Cinética de la degradación anaerobia
- 2.2.5. Tipos de instalaciones

3. REACTORES BIOLÓGICOS IDEALES: DISEÑO

- 3.1. Reactor de mezcla perfecta sin recirculación
- 3.2. Reactor de mezcla perfecta con recirculación

Descripción de las actividades prácticas del tema 5: No hay

TEMA 6.- TRATAMIENTO DE FANGOS

- 1. FANGOS: GENERALIDADES
- 2. TRATAMIENTOS DE LOS FANGOS DE UNA EDAR
- 3. ETAPAS DEL PROCESO
 - 3.1. Etapas previas de acondicionamiento
 - 3.2. Concentración o espesamiento
 - 3.3. Estabilización del fango
 - 3.4. Deshidratación
 - 3.5. Evacuación
- 4. ELIMINACIÓN DE NUTRIENTES
 - 4.1. Eliminación de fosforo
 - 4.2. Eliminación de nitrógeno

Descripción de las actividades prácticas del tema 6: No hay

TEMA 7.- TRATAMIENTOS TERCIARIOS: ADSORCIÓN E INTERCAMBIO IÓNICO

- 1. ADSORCIÓN: GENERALIDADES
- 2. ADSORBENTES: TIPOS Y CARACTERÍSTICAS
 - 2.1. Adsorbentes naturales
 - 2.2. Adsorbentes artificiales
- 3. CARBÓN ACTIVO
 - 3.1. Formatos de presentación del carbón activado
 - 3.2. Regeneración de carbones activados
- 4. EQUILIBRIO Y CINÉTICA DE ADSORCIÓN
 - 4.1. Equilibrio de adsorción: isothermas
 - 4.2. Cinética de adsorción
- 5. MODOS DE OPERACIÓN Y APLICACIONES EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS
- 6. INTERCAMBIO IÓNICO: GENERALIDADES
- 7. RESINAS DE INTERCAMBIO IÓNICO
 - 7.1. Naturaleza de las matrices
 - 7.2. Grupos ionogénicos
 - 7.3. Parámetros característicos
 - 7.4. Regeneración de resinas
- 8. EL PROCESO DE INTERCAMBIO IÓNICO
 - 8.1. Intercambio iónico discontinuo
 - 8.2. Intercambio iónico continuo: columna empacada
- 9. APLICACIONES DEL INTERCAMBIO IÓNICO
 - 9.1. Aplicaciones al tratamiento de aguas

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		
	Curso académico: 2025-26	Código: P/CL009_FC_D002	

Descripción de las actividades prácticas del tema 7: Práctica de adsorción de contaminantes sobre carbón activo

TEMA 8.- TRATAMIENTOS TERCIARIOS: OXIDACIÓN QUÍMICA Y DESINFECCIÓN

1. OXIDACIÓN QUÍMICA
 - 1.1. Generalidades
 - 1.2. Aplicaciones de la oxidación química
 - 1.3. Agentes utilizados en la oxidación química
2. DESINFECCIÓN
 - 2.1. Generalidades
 - 2.2.1. Cinética de la desinfección
 - 2.2. Aplicaciones de la desinfección
 - 2.3. Técnicas de desinfección
3. AGENTES DESINFECTANTES
 - 3.1. Cloro
 - 3.2. Ozono
 - 3.3. Dióxido de cloro
 - 3.4. Cloraminas
 - 3.5. Radiación UV
 - 3.6. Permanganato potásico
 - 3.7. Otros métodos de desinfección

Descripción de las actividades prácticas del tema 8: Práctica de oxidación química avanzada de contaminantes

TEMA 9.- TRATAMIENTOS TERCIARIOS: TECNOLOGÍAS DE MEMBRANAS

1. INTRODUCCIÓN
2. GENERALIDADES SOBRE LAS MEMBRANAS
3. OPERACIONES DE MEMBRANAS
 - 3.1. Operaciones de filtración mediante membranas
 - 3.1.1. Fundamentos
 - 3.1.2. Formas de operar en Filtración
 - 3.1.3. Clasificación de los procesos de Filtración
 - A) Microfiltración
 - B) Ultrafiltración
 - C) Nanofiltración
 - D) Ósmosis inversa
 - 3.1.4. Factores a tener en cuenta para eliminar contaminantes mediante membranas
 - 3.1.5. Factores que reducen las prestaciones de las membranas
 - 3.1.6 Configuración de los módulos de membranas
 - 3.2. Electrodialisis

Descripción de las actividades prácticas del tema 9: No hay

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		 FACULTAD DE CIENCIAS [UEx]
	Curso académico: 2025-26	Código: P/CL009_FC_D002	

información entre los estudiantes, los cuales deben estar motivados tanto para lograr su propio aprendizaje como el de los demás).

8. Aprendizaje a través del aula virtual (Descripción: Situación de enseñanza/aprendizaje en la que se usa un ordenador con conexión a la red como sistema de comunicación entre profesor y estudiante e incluso entre los estudiantes entre si y se desarrolla un plan de actividades formativas).

9. Tutorización (Descripción: Situación de enseñanza/aprendizaje en la que el profesor de forma individualizada o en pequeños grupos orienta al estudiante en su aprendizaje).

10. Aprendizaje autónomo (Descripción: Situación de aprendizaje en la que el estudiante de forma autónoma profundiza en el estudio de una materia para adquirir las competencias).

11. Evaluación (Descripción: Situación de aprendizaje/evaluación en la que el alumno realiza alguna prueba que sirve para reforzar su aprendizaje y como herramienta de evaluación).

Resultados de aprendizaje

- Dominar las mejores tecnologías disponibles para llevar a cabo el tratamiento de aguas diversas: superficiales y residuales.
- Saber caracterizar los parámetros de contaminación de un agua
- Diseñar y evaluar la implantación de un sistema de depuración y/o reutilización acorde con la situación planteada en cada caso
- Procesado de los fangos: deshidratación química y térmica, desestabilización, etc.

Sistemas de evaluación

En las tres primeras semanas del curso el alumno podrá elegir entre evaluación continua y evaluación global. En caso de no comunicarlo al profesor, se entenderá que la evaluación elegida es la continua.

➤ Convocatoria ordinaria. Evaluación continua.

Los estudiantes que opten por esta modalidad de evaluación obtendrán calificaciones correspondientes a tres bloques (entre 0 y 10 puntos en cada uno de ellos):

- **Bloque 1**, correspondientes a los Temas 1-6: 45% del total
- **Bloque 2**, correspondiente a los Temas 7-10: 45% del total
- **Bloque 3**, práctico (no recuperable): 10% del total

A su vez, la evaluación de los bloques 1 y 2 se realizará en base a:

- Trabajos individuales/grupo realizados: 10 % del total de cada bloque (no recuperable)
- Examen parcial escrito: 90 % del total de cada bloque

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		
	Curso académico: 2025-26	Código: P/CL009_FC_D002	

El examen escrito del segundo parcial coincidirá con un examen final donde los alumnos que no han aprobado el primer parcial podrán recuperar el aprobado.

Los estudiantes deberán alcanzar en cada bloque una calificación $\geq 5,0$ puntos sobre 10. La calificación final de la asignatura será la media ponderada de las calificaciones obtenidas en los tres bloques. Dicha calificación final deberá ser como mínimo de 5,0 puntos sobre 10 para superar la asignatura. Mediante el examen final escrito de la convocatoria ordinaria, los alumnos podrán recuperar uno o los dos exámenes escritos de los bloques 1 y 2 si no lo hubieran hecho previamente.

➤ **Convocatoria ordinaria. Evaluación global.**

Los estudiantes que opten por esta modalidad realizarán un examen final que tendrá una valoración entre 0 y 10 puntos y constará de problemas y cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas, además de cuestiones sobre las prácticas de la asignatura. Es necesario obtener un mínimo de 5 puntos para aprobar la asignatura.

➤ **Convocatoria extraordinaria. Evaluación continua.**

Se realizará un examen final escrito de los temas 1 al 10. Se superará la asignatura si la calificación final, es como mínimo de 5 puntos sobre 10. En esta convocatoria solo se tendrá en cuenta la puntuación obtenida en el examen final.

➤ **Convocatoria Extraordinaria. Evaluación global.**

En los mismos términos que la convocatoria ordinaria, modalidad global.

Bibliografía (básica y complementaria)

Bueno, J. L.; Sastre, H. y Lavin, A. G. "Contaminación e Ingeniería Ambiental". Vol. I y III. FICYT. Oviedo, 1997.

Metcalf & Eddy Ed. Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. Editorial Labor, S.A. 3ª Edición. 1995.

Shun Dar Lin. Water and wastewater calculation manual. McGraw-Hill, CC Lee editor, 2001.

Ramalho, R. S. "Tratamiento de aguas residuales". Ed. Reverté, S.A. Barcelona, 1991.

Hernández, A. "Depuración de aguas residuales". Ed. Paraninfo. Madrid, 1994.

Degremont. "Manual Técnico del agua". 4ª Edición. Artes gráficas Grijelmo, S.A. Bilbao, 1979.

Hammer M.J. & Hammer M.J. Jr. Water and wastewater technology. Prentice-Hall Inc. New Jersey 2001

Otros recursos y materiales docentes complementarios

Resúmenes de esquemas elaborados y entregados por el profesor (disponibles en aula virtual).

Tablas e información que se suministrará a través del aula virtual.

Servicios telemáticos de la Universidad de Extremadura (bases de datos, etc.).

	PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx		 FACULTAD DE CIENCIAS [UEx]
	Curso académico: 2025-26	Código: P/CL009_FC_D002	