

# 66240 - Tecnologías alternativas para el tratamiento de aguas residuales industriales

## Información del Plan Docente

**Año académico:** 2020/21

**Asignatura:** 66240 - Tecnologías alternativas para el tratamiento de aguas residuales industriales

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 531 - Máster Universitario en Ingeniería Química

**Créditos:** 3.0

**Curso:** 1

**Periodo de impartición:** Primer semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:** ---

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

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

La asignatura complementa la formación del alumno en temas de depuración de aguas, de forma que los alumnos adquieran una formación sólida sobre el origen y tratamiento de las aguas residuales industriales, en particular, aquellas que no sean asimilables a urbanas y que contengan sustancias peligrosas. En este caso, no se puede realizar un tratamiento convencional, sino que se deben aplicar tecnologías alternativas que se estudiarán en esta asignatura.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 4. Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos

Meta 4.4. De aquí a 2030, aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tiene las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento.

Meta 4.7. Para el año 2030, asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible.

- Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.

Meta 6.3. De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.

- Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras.

Meta 9.4. De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.

Meta 9.5. Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo.

- Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

Meta 12.4 De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la

salud humana y el medio ambiente.

Meta 12.5 De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización.

- Objetivo 14: Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible

Meta 14.1 De aquí a 2025, prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes.

## 1.2.Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura está programada en el semestre de otoño del *Máster Universitario en Ingeniería Química*, pudiéndose realizar en primer o segundo curso. Pertenece al módulo de *Ingeniería de Procesos y Producto*, dentro de la *Materia Optativa de Ingeniería del Medio Ambiente*. En este sentido, al cursar la asignatura, el estudiante adquirirá competencias directamente encaminadas para el ejercicio profesional, tanto desde el punto de vista de diseño y análisis de equipos, como de solucionar problemas y aplicar métodos innovadores.

Cuando el alumno realiza esta asignatura, generalmente, ya ha cursado la mayor parte de las asignaturas del Máster y ha adquirido conocimientos de materias obligatorias de *Gestión Ambiental en la Industria y Ampliación de Procesos de Separación* y además, si ha cursado la asignatura optativa de *Calidad y Tratamiento de Aguas*, tendrá conocimientos sobre la depuración y regeneración de las mismas. *Con la asignatura de Tecnologías Alternativas para el Tratamiento de Aguas Residuales Industriales*, se pretende utilizar algunos conceptos estudiados en estas asignaturas, aplicarlos y ampliarlos a los casos más problemáticos de depuración de aguas residuales industriales, es decir cuando contienen sustancias tóxicas (metales, aceites, cianuros,...), utilizando tecnologías alternativas como el uso de membranas, intercambio iónico, adsorción,...

## 1.3.Recomendaciones para cursar la asignatura

Para cursar la asignatura de *Tecnologías Alternativas para el Tratamiento de Aguas Residuales Industriales* se recomienda haber cursado la asignatura *Ingeniería del Medio Ambiente* del Grado en Ingeniería Química de la Universidad de Zaragoza.

El estudio continuado y el trabajo día a día son fundamentales para que el alumno alcance de manera satisfactoria el aprendizaje propuesto. Los estudiantes deben tener en cuenta que para su asesoramiento disponen del profesor en tutorías personalizadas y grupales.

El material de la asignatura está presente en el Anillo Digital Docente (ADD) para los alumnos matriculados en la asignatura, por lo que se recomienda su consulta habitual.

## 2.Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1.Competencias

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

#### **Competencias Genéricas**

- Concebir, proyectar, calcular, y diseñar procesos, equipos, instalaciones industriales y servicios, en el ámbito de la ingeniería química y sectores industriales relacionados, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente. (CG2)
- Adaptarse a los cambios, siendo capaz de aplicar tecnologías nuevas y avanzadas y otros progresos relevantes, con iniciativa y espíritu emprendedor. (CG10)
- Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión. (CG11)

#### **Competencias Específicas**

- Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia, y práctica, con razonamiento crítico para establecer soluciones viables económicamente a problemas técnicos. (CE1)
- Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas. (CE2)
- Conceptualizar modelos de ingeniería, aplicar métodos innovadores en la resolución de problemas y aplicaciones informáticas adecuadas, para el diseño, simulación, optimización y control de procesos y sistemas (CE3).

### 2.2.Resultados de aprendizaje

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

1. Predice si una industria o proceso productivo industrial genera un agua residual contaminada susceptible de depuración.
2. Diferencia los tratamientos aplicables a un agua residual asimilable a urbana de los usados para un agua con contaminantes tóxicos o refractarios procedente de la industria.
3. Compara y selecciona las diferentes tecnologías que se pueden aplicar a un residuo líquido industrial no biodegradable.
4. Diseña la tecnología seleccionada para un caso determinado con datos bibliográficos y/o suministrados por una empresa real.
5. Profundiza y aplica los conocimientos expuestos en otras asignaturas con el objeto de diseñar tecnologías avanzadas o alternativas en la depuración.
6. Aplica herramientas informáticas comerciales para el diseño de unidades de intercambio iónico y de ósmosis inversa.
7. Compara las tecnologías explicadas en las clases teóricas con las observadas en las visitas a empresas.

### **2.3.Importancia de los resultados de aprendizaje**

El seguimiento y superación de la asignatura tiene como finalidad completar la formación científica y técnica del estudiante en la materia de Ingeniería del Medio Ambiente. Con esta intención, se pretende que el alumno sea capaz de adquirir los resultados de aprendizaje enumerados en el apartado 2.2.

## **3.Evaluación**

### **3.1.Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba**

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

#### **Opción 1:**

1. La evaluación es continua y comprende: Elaboración de un informe científico-técnico de forma individual sobre uno de los temas propuestos por el profesorado para demostrar que se han alcanzado los resultados de aprendizaje 3 y 4. A esta actividad se le asigna el **30% de la calificación final**.
2. Presentación y debate de forma oral, con el resto de compañeros, del informe científico-técnico. Con esta prueba se podrán alcanzar los resultados de aprendizaje de 1 al 6 y supondrá un **20 % de la calificación final**.
3. **Prueba escrita de respuesta abierta**, a entregar al finalizar cada sesión de prácticas. A esta actividad le corresponde un **20% de la calificación final** y va a permitir realizar un seguimiento de la adquisición progresiva de las competencias propuestas y los resultados de aprendizaje 4,5 y 6.
4. Realización de prácticas especiales (visita a una empresa) y cumplimentación de un cuestionario sobre la visita. El resultado de aprendizaje alcanzado en esta actividad será el número 7. A esta actividad de evaluación se le asigna el **10% de la calificación final**.
5. **Pruebas objetivas (tipo test)**. Semanalmente, tras el término de la clase magistral, se realizaran pruebas tipo test, con una duración máxima de 15 minutos, en la que se valorarán los contenidos aprendidos durante esa semana. Los resultados de aprendizaje alcanzados en esta actividad serán los números 1, 2, 3 y 5. A esta actividad de evaluación se le asigna el **20% de la calificación final**.

No se precisa una nota mínima para promediar las distintas partes. La asignatura se superará con un 5 sobre 10. En el caso de suspender la asignatura, se guardarán las partes aprobadas (calificación superior a 5) para la prueba de la opción 2 o para la siguiente convocatoria. No se guardará ninguna de las partes para cursos posteriores.

#### **Opción 2:**

Aquellos alumnos que no quieran/puedan seguir la evaluación continua (opción 1), o no la hayan superado, podrán optar por presentarse a un examen formado por cuestiones tanto de las clases teóricas como de las prácticas.

## **4.Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos**

### **4.1.Presentación metodológica general**

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

El proceso de aprendizaje se desarrollará en varios niveles: clases magistrales, resolución de problemas (casos), trabajos tutelados, siendo creciente el nivel de participación del estudiante. En las clases de teoría se van a ir desarrollando las bases teóricas que conforman la asignatura y resolviendo algunos problemas modelo. Las clases de problemas y casos son el complemento eficaz de las clases magistrales, ya que permiten verificar la comprensión de la materia y a su vez contribuyen a desarrollar en el alumno un punto de vista más aplicado. Finalmente los trabajos tutelados complementarán todo lo anterior.

## 4.2.Actividades de aprendizaje

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

Clases magistrales (17 h). En ellas se realizará la exposición de contenidos teóricos de los distintos temas propuestos y conceptos necesarios para la resolución de casos prácticos. (vease 4.3 programa).

Clases de resolución de problemas y casos prácticos (7 h). Se resolverán problemas relacionados con la parte teórica explicada en las clases magistrales y con el trabajo que deban realizar los alumnos. Se coordinarán en contenido con la evolución temporal de las exposiciones teóricas.

Sesiones de prácticas de simulación (4 h). En estas prácticas se utilizará el programa comercial WAVE (Water Application Value Engine de Dow Water & Process Solutions) para simular procesos de ósmosis inversa e intercambio iónico.

Prácticas especiales (2 h), correspondientes a la visita de una depuradora de efluentes industriales.

Trabajo tutelado o estudio individual (10 h). Estas horas se utilizarán en la realización del trabajo de aplicación o caso práctico, así como la preparación de la exposición y/o debate. Este entregable deberá ser realizado preferentemente de forma individual (o en grupo en el caso de que el número de alumnos sea elevado).

32 horas de estudio personal y tutorías personalizadas para la preparación de trabajos, resolución de problemas y casos, así como de las diferentes pruebas de evaluación propuestas.

3 horas de pruebas de evaluación, bien para la exposición del caso práctico y realización de pruebas semanales tipo test (evaluación continua) o para la realización de un examen global (en el caso de que el estudiante no opte por la evaluación continua).

## 4.3.Programa

El temario previsto para la asignatura es el siguiente:

### **BLOQUE 1.- AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES**

1. Problemática de las aguas residuales industriales. Diferenciación con las aguas residuales urbanas
2. Contaminantes específicos de un agua residual industrial
3. Efluentes industriales producidos en distintos sectores
4. Tecnologías para depuración de contaminantes específicos en la industria

### **BLOQUE 2.-DEPURACIÓN MEDIANTE MEMBRANAS**

5. Ósmosis inversa y nanofiltración
6. Microfiltración y ultrafiltración

### **BLOQUE 3.- DEPURACIÓN MEDIANTE PROCESOS ELECTROQUÍMICOS**

7. Electrodeposición
8. Electrodialisis y electrohidrólisis
9. Electrooxidación
10. Electrocoagulación y electroflotación

### **BLOQUE 4.- DEPURACIÓN MEDIANTE ADSORCIÓN**

11. Adsorción con carbón activo
12. Adsorción con nuevos materiales
13. Intercambio iónico

### **BLOQUE 5.-DEPURACIÓN MEDIANTE PROCESOS QUÍMICOS**

14. Oxidación avanzada (Fenton, ozono, fotocatalisis,...)
15. Oxidación húmeda
16. Oxidación en agua supercrítica
17. Hidrodecloración

### **Programa de prácticas**

1. Diseño de un proceso de intercambio iónico mediante software WAVE
2. Diseño de una instalación de membranas de ósmosis inversa mediante software WAVE

## 4.4.Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

Se trata de una asignatura de 3 créditos ECTS, lo que equivale a 75 horas de trabajo del estudiante repartidas según se ha indicado en el apartado 4.2.

Las clases magistrales y de resolución problemas se imparten según horario establecido por la EINA además el profesorado informará de su horario de atención de tutorías al comienzo del curso.

Se realizarán **dos sesiones prácticas** de simulación de dos horas cada una. Dependiendo de la profundidad exigida se trabajará con 1 ó 2 aplicaciones informáticas. El horario será fijado al comienzo de curso.

Además, se **visitará una depuradora** de empresas de la provincia, a determinar al comienzo del curso en función de la disponibilidad de las mismas.

Indicar que las 10 horas de realización de trabajos de aplicación (caso práctico) consistirán en la realización de tareas de desarrollo, ampliación, documentación, resolución... del informe científico-técnico sobre uno de los

temas propuestos por el profesorado. Este trabajo se asignará al principio del cuatrimestre y será de realización individual. Dicho trabajo se plasmará en un entregable cuyos contenidos, exposición y defensa serán calificados.

La relación de fechas y actividades concretas, así como todo tipo de información y documentación sobre la asignatura, se publicará en el Anillo Digital Docente (<https://moodle2.unizar.es/add/>).

El calendario de la asignatura se adapta al establecido en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA), así como sus horarios y calendario de exámenes, y se pueden consultar todos ellos en su página Web: <http://eina.unizar.es>

#### **4.5. Bibliografía y recursos recomendados**

[http://biblos.unizar.es/br/br\\_citas.php?codigo=66240&year=2019](http://biblos.unizar.es/br/br_citas.php?codigo=66240&year=2019)