
Máster Universitario en Gestión Sostenible del Agua

Procesos innovadores en potabilización y tratamiento de aguas residuales

2024/2025

Información

Créditos ECTS

Créditos ECTS: 6

Horas ECTS Criterios/Memorias

Horas de Tutorías: 2

Clase Expositiva: 11

Clase Interactiva: 32

Total: 45

Lenguas de uso

Castellano, Gallego

Tipo:

Materia Ordinaria Máster RD 1393/2007 - 822/2021

Departamentos:

[Ingeniería Química](#)

Áreas:

Ingeniería Química

Centro

[Escuela Técnica Superior de Ingeniería](#)

Convocatoria:

Primer semestre

Docencia:

Con docencia

Matrícula:

Matriculable | 1ro curso (Si)

Programa

Objetivos de la materia



Tal como se señala en la memoria del título este máster está dirigido principalmente a profesionales del ámbito de la gestión del agua y a titulados/as de la rama de ingeniería y de ciencias que quieran desarrollarse laboralmente en este campo.

Los contenidos de esta materia se han configurado partiendo de una base común de conocimiento de los procesos convencionales de tratamiento de aguas, presentes en gran número de titulaciones tanto de Ciencias Experimentales (Grado/Licenciado en CC. Ambientales, Química, etc.) como de Ingenierías (Grado/Ingeniero Químico, Civil, etc.). Así, se establece un primer bloque centrado en la caracterización de aguas en función de su origen, mientras que el segundo bloque está orientado al acondicionamiento de agua de proceso para industrias y los procesos de potabilización de aguas.

Posteriormente, el bloque tercero supone el cuerpo central de la materia, comprendiendo 5 temas en donde se van estudiando los aspectos más importantes de los reactores biológicos más innovadores utilizados en plantas de tratamiento de aguas urbanas e industriales utilizando como criterios de estudio el mecanismo de retención de la biomasa (suspensión, biopelícula o membranas), las condiciones redox aplicadas (anaerobios, anóxicos y aerobios) o el objetivo perseguido (eliminación de materia orgánica, nutrientes), haciéndose especial hincapié en el concepto de sistemas híbridos.

Finalmente, el último bloque presenta de manera más cualitativa las nuevas ideas que se están desarrollando en el campo del tratamiento de aguas residuales agrupadas en dos puntos: uno relativo a la reducción de impactos y otro hacia las estrategias de revalorización que están cambiando completamente la idea clásica de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Este bloque comprende también un tema centrado en aspectos éticos y de seguridad y salud.

El enfoque de la materia será eminentemente práctico, incidiendo en las clases de teoría y problemas en los tipos de unidades más frecuentes utilizadas en función del criterio perseguido, así como de un juicio crítico de ventajas e inconvenientes asociados a cada tecnología.



Los contenidos que se desarrollan en el curso se articulan en torno a los indicados en el descriptor de la materia recogido en el plan de estudios de Máster Universitario en Gestión Sostenible del Agua:

- Fundamentos de los procesos convencionales aplicados a potabilización y tratamiento de aguas residuales y retos actuales.
- Tecnologías innovadoras en ETAP y EDAR: Procesos innovadores.
- Estrategias de potabilización, tratamiento y recuperación de recursos en base a tecnologías innovadoras.

El programa de la materia está dividido en 4 bloques de teoría con 10 temas básicos, que se detallan a continuación:

Programa

Bloque I: Caracterización de aguas (4 h)

Tema 1. Caracterización de aguas

Origen y tipos de aguas. Caracterización de aguas: parámetros físicos, químicos y biológicos. Importancia del recurso: huella hídrica y ODS.

Bloque II: Acondicionamiento de aguas de proceso y potabilización de aguas (12 h)

Tema 2. Potabilización de aguas (8 h)

Potabilización de aguas, legislación. Captación de aguas. Línea de aguas y de fangos en ETAP. Principales operaciones unitarias: Desbaste y bombeo, coagulación-floculación, oxidación química, sedimentación, filtración y desinfección. Procesos innovadores en potabilización aguas Gestión de fangos de ETAP.

Tema 3. Acondicionamiento de aguas de proceso para la industria (4 h)

Aguas de proceso en la industria alimentaria. Tratamiento de aguas para torres de enfriamiento.

Bloque III: Tratamiento de aguas residuales (26 h)

Tema 4. Caracterización y tratamiento de aguas residuales (4 h)

Tipificación de las aguas residuales: Caudal y carga contaminante. Fuentes contaminantes: origen doméstico, industrial y agropecuario. Características de las aguas

residuales urbanas. Agua residual de origen industrial.
EDAR: Línea de aguas, operaciones de pretratamiento,
tratamiento primario, secundario, terciario. Línea de fangos.
Legislación en tratamiento de aguas residuales.

Tema 5. Fundamentos de los procesos de tratamiento biológico (6 h)

Introducción. Microorganismos y cinética microbiana.
Biorreactores y clasificación de tecnologías. Balances y
modelización de sistemas de crecimiento en suspensión.
Sistemas con biomasa fija. Oxidación aerobia. Oxidación
biológica del nitrógeno. Desnitrificación. Oxidación
anaerobia de amonio. Eliminación biológica de fósforo.

Tema 6. Procesos biológicos aerobios (8 h)

Evolución del proceso de lodos activos: i) selección de tipos y
consideraciones de diseño para los procesos de lodos activos.
Procesos para la eliminación de DBO y nitrificación: i)
consideraciones generales de diseño; ii) reactores
secuenciales SBR; iii) ventajas y limitaciones de procesos de
eliminación de nitrógeno. Procesos para la eliminación
biológica de nitrógeno: i) fundamentos y tipos de procesos; ii)
procesos preanóxicos y postanóxicos; iii) procesos cíclicos;
iv) configuraciones alternativas.

Tema 7. Reactores biológicos de membranas (2 h)

Uso de membranas en el tratamiento de aguas, tipos y
características. Fundamentos de los procesos de
membranas: Fuerza impulsora, polarización y flujo crítico.
Ensuciamiento y colmatación de membranas. Biorreactores
aerobios y anaerobios de membrana. Diseño y operación de
procesos de membrana.

Tema 8. Tecnologías de tratamiento anaerobio (6 h)

Bases de los procesos anaerobios. Factores a considerar en el
diseño y operación de equipos. Principales tecnologías: AC,
UASB, EGSB, AF, IC. Estrategia operativa de los digestores
anaerobios. Aplicaciones.

Bloque IV: Nuevas perspectivas y procesos innovadores (10 h)

Tema 9. Tendencias innovadoras para el tratamiento de aguas (8 h)

Concepción de tecnologías innovadoras. Patentes y nuevos
diseños. Nuevas tendencias en el tratamiento de aguas
residuales: i) recuperación de recursos: fósforo; ii)
microcontaminantes.

Tema 10. Aspectos éticos, seguridad y salud (2)

Bibliografía básica y complementaria



Libros básicos

- Guang-Lo Ha C., Van Loosdrecht, M., Ekama, G. Brdjanovic, D. Biological Wastewater Treatment: Principles, modelling and design. 2nd Edition. IWA Publishing. London, UK (2020). Disponible como libro electrónico en B-USC: https://iacobus.usc.gal/permalink/34CISUG_USC/tmlevo/alma991013383861
- Metcalf & Eddy Inc. Wastewater Engineering. Treatment and reuse (5ª Ed.) New York: Editorial Mc-Graw Hill Higher Education, 2014. ISBN: 978-1-259-01079-8. Signatura ETSE: A213 13 H
- The American Water Works Association (AWWA), and The American Society of Civil Engineers (ASCE). 2012. Water Treatment Plant Design. 5th ed. New York: McGraw-Hill. Disponible en la web de la biblioteca USC, dentro de “base de datos”, “Access Engineering”: <https://www-accessengineeringlibrary-com.ezbusc.usc.gal/content/book/97...>

Libros complementarios

- Henze, M., van Loosdrecht, M.C.M., Ekama, G.A. Brdjanovic, D. Biological Wastewater Treatment: Principles, modelling and design. London: IWA Publishing, 2008. ISBN: 978-1-843-39188-3. Signatura ETSE: 213 17
- Judd S. The MBR book (2ª Ed.). Amsterdam: Elsevier, 2011. ISBN 978-1-843-39518-8. Signatura ETSE: 213 32 A
- Poch, M. y J. M. Lema (Eds) Tecnologías y estrategias para el rediseño de EDAR. USC: Santiago de Compostela, 2008. ISBN 978-84-691-7741-9. Signatura ETSE: 213 45 1
- Speece, R.E. Anaerobic biotechnology for industrial wastewaters. Nashville: Archae Press, 1996. ISBN 0-9650226-0-9. Signatura ETSE: 213 9
- Suez Degremont. Water handbook. Digital Version. Disponible como libro electrónico en la Web de la compañía Suez: <https://www.suezwaterhandbook.com/>
- Tomei M.C. and Garrido J.M. Anaerobic treatment of domestic wastewater, present status and potentialies. IWA Publishing, 2024. ISBN 9781789063479. Libro electrónico disponible en: Doi: 10.2166/9781789063479
- Udo Wiesmann, In Su Choi, Eva-Maria Dombrowski. Fundamentals of Biological Wastewater Treatment. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., 2007. ISBN: 978-3-527-31219-1. Disponible en formato electrónico, biblioteca USC
- Van Haandel, A.C. and Lettinga, G. Anaerobic sewage treatment. Chichester: John Wiley & Sons, 1994. ISBN 0-471-

95121-8.

Signatura ETSE: 213

• Water, Nalco. 2018. Nalco Water Handbook. 4th ed. New York: McGraw-Hill Education. Disponible en la web de la biblioteca USC, dentro de “base de datos”, “Access Engineering”:

<https://www-accessengineeringlibrary-com.ezbusc.usc.gal/content/book/97...>

Competencias



En esta materia el alumno adquirirá o practicará una serie de competencias, habilidades y conocimientos descritas en la memoria del plan de estudios:

Conocimientos:

CON4 Enumerar los sistemas de tratamiento de agua, tanto para el abastecimiento a poblaciones o industrias, como para la depuración y posterior restitución a los medios naturales y reutilización del agua regenerada. Identificar y describir los retos emergentes en el tratamiento del agua.

Habilidades:

HAB3 Seleccionar y operar sistemas de tratamiento innovadores adaptados a distintas realidades, entornos geográficos y requerimientos de calidad, incluyendo los retos emergentes y la aplicación de tratamientos verdes o basados en la naturaleza. Experimentar con sistemas piloto de tratamiento de agua.

Competencias:

COM3 Juzgar el rendimiento y la idoneidad de diversas propuestas de tratamiento de agua. Comparar distintas alternativas. Integrar criterio experto en la planificación de sistemas de tratamiento de agua, considerando los retos emergentes y las soluciones verdes.

Metodología de la enseñanza



Se usará el Aula Virtual de la USC a través de la aplicación Moodle, como herramienta de comunicación con los alumnos ofreciéndoles información de la programación docente a lo largo del curso en el aula y materiales complementarios para el estudio de la materia (apuntes del profesor así como artículos científico-técnicos), fomentando el estudio autónomo del estudiante y el manejo de fuentes bibliográficas en inglés.

Al inicio del curso se facilitará a los alumnos el siguiente material en el campus virtual de la asignatura:

• GUÍA DOCENTE: la guía docente aprobada para la materia

(galego, castelán, inglés).

- PLANIFICACIÓN DIARIA: una guía donde se indicará la planificación detallada de actividades día a día.
- PRESENTACIONES: las presentaciones-guía usadas por el profesor en las clases expositivas (formato pdf).
- PROBLEMAS: fichero pdf con la relación de problemas así como sus resoluciones (en algunos casos)
- MATERIAL COMPLEMENTARIO: para cada tema como legislación relevante, artículos científicos, enlaces a páginas web con contenido de interés (productos, empresas, etc.)

Docencia

- Clases expositivas e interactivas: Las clases se realizarán combinando tanto la clase magistral (exposición y discusión de temas) como en forma de seminarios (realización de ejercicios) donde el profesor tratará de hacer hincapié en los aspectos más destacados del estado del arte, y donde se verificará la asimilación de contenidos por parte de los alumnos. Es por ello muy importante que el alumno vaya trabajando el material de que dispone para promover la interacción profesor-alumno. Se utilizará hoja de cálculo (Excel) como herramienta informática básica para las sesiones de aula de informática.

- Trabajo en equipo: está planificado la realización de un trabajo en equipo por parte de los alumnos, que presentarán oralmente en la última sesión de tutorías de la materia.
- Tutoría Grupal: Se realizará una tutoría grupal centrada en la modelización de reactores biológicos mediante la hoja de cálculo Excel.

Docencia telemática

- Tutorías individualizadas: se realizarán a demanda del alumno presenciales o eventualmente mediante la plataforma MS Teams.

Actividades formativas (según memoria del título)

Clases expositivas

- Clases presenciales
- Clases telemáticas
- Participación de ponentes externos de empresa
- Participación de ponentes/investigadores de prestigio

Clases interactivas

- Seminarios y clases prácticas (resolución de problemas, discusión de casos)

Clases de tutoría

- Tutorías programadas grupales
- Tutorías individuales

Trabajo autónomo del alumno

- Estudio y trabajo personal del alumno
- Preparación de la presentación para la defensa pública de trabajos

Examen

- Realización examen

Sistema de evaluación



Para los casos de realización fraudulenta de ejercicios o pruebas será de aplicación lo recogido en la Normativa de evaluación del rendimiento académico de los estudiantes y de revisión de calificaciones.

En esta materia la ponderación de la evaluación continua es de un 50%, correspondiendo el 50% restante a una prueba final.

La calificación del alumno es una media ponderada entre el rendimiento de éste en las partes en las que se evalúa el mismo: examen, rendimiento en el aula (participación, trabajo cooperativo) y visita técnica.

Actividades que comprende la Evaluación Continua

La Evaluación Continua comprende el seguimiento de las siguientes actividades:

- Cuestionarios de seguimiento: 3 Cuestionarios cortos (15 min) a realizar de forma individual. Modalidad presencial.
- El trabajo en equipo consistirá en la exposición breve (en torno a 3-4' máximo por persona) que incluirá las siguientes modalidades: a) estudio de ampliación de un tema de la materia; b) presentación de una tecnología innovadora; c) estudio de casos. Se valorará especialmente la información cuantitativa. Modalidad presencial.
- La tutoría grupal será evaluada por medio de un pequeño ejercicio de modelización a resolver en Excel. A realizar en equipos. Modalidad telemática.
- Con “comportamiento proactivo” se pretende valorar la actitud diaria de cada alumno, en especial: a) muestra de que sigue al día la materia y las discusiones que se hacen en el aula; b) comentarios pertinentes sobre lo tratado; c) motivación y actitud positiva en clase, entre otras. A realizar de forma individual. Modalidad presencial o telemática.

Examen final (presencial)

- El examen constará de dos partes bien diferenciadas: preguntas de teoría y problemas numéricos a resolver para el que se podrán usar calculadora y formulario. Es preciso que se obtenga en ambas partes un mínimo de 3 sobre 10. El alumnado que se conecte durante la realización del examen desde el campus de Vigo o Coruña, tendrá que hacerlo a través de la aplicación Teams y durante toda la prueba mantendrán el micrófono y la cámara abiertos.

La consideración de “no presentado” se tendrá si no se asiste a ninguna actividad evaluadora (examen, trabajo en equipo o visita técnica). Si no se asistiese a alguna de ellas la

calificación en la primera oportunidad será de “suspense”.

A los que tengan que acudir a la segunda oportunidad se les conservarán las calificaciones obtenidas en el trabajo en equipo y comportamiento proactivo en aula. En caso de no haber participado en alguna actividad concreta tendrán preguntas adicionales:

- Si no participaron en el trabajo en equipo se les incluirán preguntas sobre tecnologías innovadoras.

Distribución de la calificación

Evaluación Continua 5 puntos

- Cuestionarios 3
- Trabajo en equipo 1,25
- Tutoría Grupal 0,5
- Proactividad 0,25

Examen final 5 puntos

- Teoría (mín. 30%) 3
- Problemas (mín. 30%) 2

TOTAL 10 puntos

Evaluación de competencias, habilidades y conocimientos

Las competencias, habilidades y conocimientos a desarrollar son:

- Conocimientos: CON4
- Habilidades: HAB3
- Competencias: COM3

Y se prevé su evaluación de la siguiente manera:

- Clases expositivas: CON4, HAB3, COM3
- Clases interactivas: CON4, HAB3, COM3
- Comportamiento proactivo: CON4, HAB3, COM3
- Tutoría grupal y trabajo en grupo: CON4, HAB3, COM3
- Cuestionarios y exámenes: CON4, HAB3, COM3

Tiempo de estudio y trabajo personal



La materia tiene una carga de trabajo equivalente a 6 ECTS que se reparten de la forma que se muestra en la tabla. Las horas presenciales indican el número de horas de clases de la materia, a través de las diversas actividades que se realizan, el factor indica la estimación de horas que tiene que dedicar el estudiante por hora de actividad, siendo las horas de trabajo autónomo un cómputo del producto del factor por las actividades y total la carga de trabajo que supone cada actividad.

Distribución de las actividades formativas en horas totales y

créditos ECTS

Actividad Horas totales

Clases expositivas (magistrales) 22

Interactivas de seminario 22

Interactivas de aula de informática 9

Tutorías grupo 2

Examen 2

Trabajo autónomo 93

Total 150 (6 ECTS)

Recomendaciones para el estudio de la materia



Es importante que los alumnos estudien previamente aquellos textos, documentos o artículos que se vayan señalando en la guía docente. Es imprescindible tener un dominio medio del idioma inglés, así como recomendable tener conocimientos básicos del manejo de una hoja de cálculo

Se recomienda el uso del campus virtual como eje vertebrador de todas las actividades a realizar en la materia.

Recomendaciones para la docencia telemática:

- Es preciso disponer de un ordenador con micrófono y cámara para la realización de las actividades telemáticas que se programen a lo largo del curso. Se recomienda la adquisición de equipos con el entorno MS Windows, ya que otras plataformas no soportan algunos de los programas informáticos disponibles en la USC.
- Mejorar las competencias informacionales y digitales con los recursos disponibles en las tres Universidades.

Observaciones



El idioma vehicular de la materia será el castellano o el gallego en función de la procedencia del alumnado.
