

Guía docente de la asignatura

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 03/07/2025

Tecnologías Avanzadas de Tratamientos de Aguas Residuales Urbanas (M96/56/1/31)

Máster

Máster Universitario en Técnicas y Ciencias de la Calidad del Agua (Idea)

MÓDULO

Módulo de Tecnologías del Agua

RAMA

Ciencias

CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO

Escuela Internacional de Posgrado

Semestre

Segundo

Créditos

3

Tipo

Optativa

Tipo de enseñanza

Presencial

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

En el caso de utilizar herramientas de IA para el desarrollo de la asignatura, el estudiante debe adoptar un uso ético y responsable de las mismas. Se deben seguir las recomendaciones contenidas en el documento de "Recomendaciones para el uso de la inteligencia artificial en la UGR" publicado en esta ubicación: <https://ceprud.ugr.es/formacion-tic/inteligencia-artificial/recomendaciones-ia#contenido>".

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

A partir de la década de los 90, se comenzó con la construcción masiva de estaciones depuradoras, el cumplimiento de la D271 así nos obligaba, de todas formas, ya se habían construido los grandes núcleos, algunos en el plan director de los años 70.

Por este motivo se ha comenzado la rehabilitación de depuradoras, que están condicionadas a espacios existentes, obligando a la utilización de los últimos avances en descontaminación de las aguas residuales, que están encaminados a reducir volúmenes de los diferentes elementos de los tratamientos. Además, esta circunstancia va muchas veces acompañada de la necesidad de la reutilización de aguas residuales. De igual forma también se está obligando a utilizar sistemas combinados en pequeñas plantas.



Los sistemas de doble etapa, fango/fango o bien fango/lecho, los lechos inundados, y la utilización de membranas, tanto de microfiltración como de ultrafiltración sumergidas dentro de los reactores, son técnicas de creciente utilización en depuración. Cada una de ellas va encaminada a reducir carga contaminante en el primario o bien prescindir de la decantación secundaria, e incluso de las dos.

En todos estos sistemas resulta imprescindible disponer de conocimiento sobre la estructura y dinámica de las comunidades de microorganismos involucrados en el tratamiento biológico y sus funciones, así como de las técnicas para su estudio.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Capacidad para la realización de estudios multidisciplinares para la solución de problemas complejos y para la ejecución de programas de investigación detallados en el ámbito de la calidad del agua sobre la base de conocimientos, técnicas y herramientas avanzadas y el método científico
- CG02 - Capacidad para liderar y ejecutar proyectos de investigación, informes técnicos y convenios de colaboración en materia de caracterización del estado ecológico, estado químico y grado de contaminación y evaluación de la calidad de las distintas masas de agua definidas en la Directiva Marco (sistemas lóticos, sistemas lénticos, aguas de transición y costeras, aguas subterráneas) y desde un punto de vista interdisciplinar e integrado.
- CG03 - Capacidad para sintetizar, elaborar, analizar y presentar conclusiones y resultados a nivel de informe profesional y/o científico, y en forma oral o escrita, en el ámbito de la evaluación, tratamiento y predicción de la calidad del agua teniendo en cuenta la valoración ambiental y socioeconómica de los mismos.
- CG04 - Capacidad para identificar, definir y formular problemas de interés científico y técnico en el ámbito del diagnóstico, tratamiento y predicción de la calidad del agua.
- CG05 - Capacidad para elaborar propuestas competitivas a nivel nacional e internacional que puedan derivar en proyectos técnicos o de investigación financiados en el ámbito del



diagnóstico, tratamiento y predicción de la calidad del agua.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE08 - Conocimiento de la múltiple normativa vigente sobre la calidad del agua y el estado ecológico de las masas de agua, y capacidad de aplicarla con una perspectiva holista, integrada y transversal.
- CE09 - Capacidad para valorar los servicios ecosistémicos asociados a las masas de agua.
- CE11 - Capacidad para valorar el coste socio-económico derivado de la alteración o pérdida de la calidad de las masas de agua y su estado ecológico, así como de las medidas de rehabilitación necesarias.
- CE13 - Capacidad para diseñar, implementar y explotar, de forma eficiente, técnicas y herramientas avanzadas para la caracterización, evaluación, tratamiento o predicción del estado ecológico y grado de contaminación de las masas de agua.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Motivación por la excelencia y responsabilidad en el trabajo sobre la base del compromiso ético con el mismo y el perfeccionamiento continuado de sus competencias a lo largo de la vida profesional.
- CT02 - Capacidad de organización y planificación.
- CT03 - Motivación por la calidad en el aprendizaje para obtener la capacitación de alto nivel que haga posible la resolución de problemas complejos a partir de metodologías científico- técnicas avanzadas.
- CT04 - Capacidad de liderazgo.
- CT05 - Capacidad creativa.
- CT06 - Capacidad de trabajo en equipo.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES



- CG01 - Capacidad para la realización de estudios multidisciplinares para la solución de problemas complejos y para la ejecución de programas de investigación detallados en el ámbito de la calidad del agua sobre la base de conocimientos, técnicas y herramientas avanzadas y el método científico
- CG02 - Capacidad para liderar y ejecutar proyectos de investigación, informes técnicos y convenios de colaboración en materia de caracterización del estado ecológico, estado químico y grado de contaminación y evaluación de la calidad de las distintas masas de agua definidas en la Directiva Marco (sistemas lóticos, sistemas lénticos, aguas de transición y costeras, aguas subterráneas) y desde un punto de vista interdisciplinar e integrado.
- CG03 - Capacidad para sintetizar, elaborar, analizar y presentar conclusiones y resultados a nivel de informe profesional y/o científico, y en forma oral o escrita, en el ámbito de la evaluación, tratamiento y predicción de la calidad del agua teniendo en cuenta la valoración ambiental y socioeconómica de los mismos.
- CG04 - Capacidad para identificar, definir y formular problemas de interés científico y técnico en el ámbito del diagnóstico, tratamiento y predicción de la calidad del agua.
- CG05 - Capacidad para elaborar propuestas competitivas a nivel nacional e internacional que puedan derivar en proyectos técnicos o de investigación financiados en el ámbito del diagnóstico, tratamiento y predicción de la calidad del agua.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE08 - Conocimiento de la múltiple normativa vigente sobre la calidad del agua y el estado ecológico de las masas de agua, y capacidad de aplicarla con una perspectiva holista, integrada y transversal.
- CE09 - Capacidad para valorar los servicios ecosistémicos asociados a las masas de agua.
- CE11 - Capacidad para valorar el coste socio-económico derivado de la alteración o pérdida de la calidad de las masas de agua y su estado ecológico, así como de las medidas de rehabilitación necesarias.
- CE13 - Capacidad para diseñar, implementar y explotar, de forma eficiente, técnicas y herramientas avanzadas para la caracterización, evaluación, tratamiento o predicción del estado ecológico y grado de contaminación de las masas de agua.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Motivación por la excelencia y responsabilidad en el trabajo sobre la base del compromiso ético con el mismo y el perfeccionamiento continuado de sus competencias a lo largo de la vida profesional.
- CT02 - Capacidad de organización y planificación.
- CT03 - Motivación por la calidad en el aprendizaje para obtener la capacitación de alto nivel que haga posible la resolución de problemas complejos a partir de metodologías científico-técnicas avanzadas.
- CT04 - Capacidad de liderazgo.
- CT05 - Capacidad creativa.
- CT06 - Capacidad de trabajo en equipo.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

1. Definir el tipo de planta de tratamiento de agua a utilizar.
2. Optimizar y diseñar el sistema de tratamiento.



3. Decidir el uso futuro tanto del agua regenerada como de los lodos, para conseguir un óptimo aprovechamiento de los mismos.
4. Identificar y utilizar herramientas para la biorremediación de aguas contaminadas.
5. Conocer los principales grupos de microorganismos presentes en las aguas residuales y comprender su papel en la eliminación de los contaminantes.
6. Obtener información, diseñar experimentos e interpretar los resultados.
7. Diseñar rehabilitaciones de plantas de tratamiento de agua existentes.
8. Adaptar las depuradoras a los espacios y ubicaciones existentes.
9. Comprender la importancia de la caracterización de la estructura y dinámica de las comunidades de microorganismos responsables del proceso biológico de tratamiento del agua residual.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

Parte I: Sistemas avanzados de tratamiento

- **Tema 1.** Introducción a la Ingeniería bioquímica.
- **Tema 2.** Balances de materia (fangos activos).
- **Tema 3.** Biorreactores de membrana. Problemas de sedimentación en fangos activos. Utilización de membranas en tratamientos de aguas. Biorreactores de membrana sumergida y externa.
- **Tema 4.** Biorreactores de lecho fluidificado.

Parte II: Funciones, estructura y dinámica de las comunidades microbianas en los sistemas de tratamiento

- **Tema 5.** Ecología y funciones de los microorganismos en los sistemas de tratamiento biológico del agua residual. Degradación aeróbica y anaeróbica de la materia orgánica, eliminación biológica de nutrientes de N y P, y transformaciones de los compuestos de S. Diversidad de bacterias, arqueas, microorganismos eucariotas (metazoos, protozoos, hongos) y virus.
- **Tema 6.** Métodos de estudio de la estructura de comunidades y dinámica de las poblaciones microbianas en los sistemas de tratamiento del agua residual.

PRÁCTICO

Parte I: PROBLEMAS DE CÁLCULO DE PROCESOS:

Problemas: Dimensionamiento de un sistema de fangos activos y/o biorreactor de membrana

- Pre-dimensionamiento de pretratamiento y decantación primaria.
- Cálculo del tiempo de retención celular.
- Cálculo de la generación de biomasa.



- Cálculo de las necesidades de aireación.
- Dimensionamiento del reactor biológico.
- Dimensionamiento de la decantación secundaria.
- Dimensionamiento de las membranas.

Parte II: ACTIVIDAD DE PRESENTACIÓN DE TRABAJOS (INDIVIDUAL O EN GRUPO): Aprendizaje autónomo mediante el estudio de casos publicados que empleen métodos moleculares para el análisis de las poblaciones microbianas en sistemas de tratamiento a escala piloto o escala real. Exposición oral presencial del trabajo, en horario de clase.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Bitton, G. 2010. Wastewater microbiology. Wiley-Blackwell
- Degremont.1979. Manual Técnico del agua. Degremont. Bilbao.
- Fatta-Kassinos D, Dionysiou DD, Kümmerer K (Eds.) 2016. Advanced treatment technologies for urban wastewater reuse. The Handbook of Environmental Chemistry, 45 (Series Editors: Barceló D, Kostianoy AG). Springer-Verlag.
- Hernández Muñoz, A. 2001. Depuración y desinfección de aguas residuales. 5ª ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Servicio de Publicaciones. Madrid.
- Judd. S. 2011. The MBR Book, 2nd Edition: Principles and applications of membrane bioreactors for water and wastewater treatment. Butterworth-Heinemann
- Lopez-Vazquez C.M., Brdjanovic D., Volcke E.I.P., van Loosdrecht M.C.M., Wu D., Chen G., editores. Biological wastewater treatment. Examples and exercises. IWA Publishing, London, UK, 2023.
- López-Vázquez, C.M., Henze, M., editores. Tratamiento biológico de aguas residuales: principios, modelación y diseño. IWA Publishing. London. 2017.
- Metcalf, Eddy. 1995. Ingeniería de aguas residuales. Redes de alcantarillado y bombeo de aguas residuales. Mc. Graw-Hill. Madrid.
- Seviour RJ, Nielsen PH. 2010. Microbial ecology of activated sludge. IWA Publishing.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Arboleda, J. Teoría y práctica de la purificación del agua. Mc Graw Hill. Santa Fe de Bogotá. 2000.
- Baruth, E.E. Water treatment plant design. Mc Graw Hill, New York. 2005
- Gerardi, M.H. Wastewater bacteria. Wiley-Interscience. 2006.
- Gray, N.F. Water technology and introduction for environmental scientists and engineers. Elsevier. 2005.
- Jiménez, B. y Asano, T. Water reuse. IWA Publishing. London. 2008.
- Lin, S.D. Water and wastewater calculations manual. Mc Graw Hill. New York. 2007.
- Nielsen, P.H., Daims, H., Lemmer, H. FISH handbook for biological wastewater treatment: identification and quantification of microorganisms in activated sludge and biofilms by FISH. IWA Publishing. 2009.
- Parson, S.A. y Jefferson, B. Introduction to potable water treatment processes. Blackwell Publishing, Oxford. 2006.
- van Loosdrecht, M.C.M., Nielsen, P.H., López-Vázquez, C.M., Brdjanovic, D. EXperimental methods in wastewater treatment. IWA publishing. London. 2016.
- Vesilind, P.A. Wastewater treatment plant design. IWA Publishing. Alexandria. 2003.



ENLACES RECOMENDADOS

Open Access eBook Collection, IWA:

<http://www.iwapublishing.com/open-access-ebooks>

Scopus:

<http://www.scopus.com>

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Método expositivo ¿ se exponen los contenidos de la asignatura de forma oral por parte de un profesor o profesora sin la participación activa del alumnado. Es un método para presentar sistemáticamente la mayor parte de los contenidos de un programa, introduciendo las ideas ordenadamente y ofreciendo el mayor número posible de ellas. Este método se podrá hacer a través de lecciones magistrales por parte del profesor, o mediante seminarios de expertos.
- MD02 Método de indagación. El propósito de este método es que el alumno elabore sus conocimientos y que induzca o deduzca reglas y aporte soluciones a problemas, ejemplos, ejercicios o casos prácticos aportados por el profesor. Esta metodología podrá plasmarse a través de: Actividades Prácticas (laboratorio, campo y ordenador), Visitas Técnicas, Búsqueda de Información, Resolución de Casos de Estudio, Resolución de Ejercicios, Discusiones y Coloquios
- MD03 Aprendizaje Autónomo. Su finalidad es desarrollar la capacidad de autoaprendizaje; formar a los estudiantes para que se responsabilicen de su trabajo y de la adquisición de sus propias competencias. Se podrá realizar a través de: Ejercicios, Trabajos Escritos, Presentaciones Orales, y Trabajos Prácticos individuales. Su objetivo es que los estudiantes aprendan a pensar y trabajar independientemente, lo que implica llegar a dominar una serie de capacidades para autodirigirse y organizar sus propios estudios.
- MD04 Aprendizaje Cooperativo. Su finalidad es el aprendizaje del alumno a través de la generación e intercambio de ideas y el análisis de diferentes puntos de vista mediante la colaboración de un grupo de estudiantes. Esta metodología se llevará a cabo a través de ejercicios en grupo, prácticas en grupo y presentaciones orales en grupo

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

1. Instrumentos de evaluación continua:

- Pruebas de resolución de ejercicios o problemas, con el objeto de valorar la evolución del alumno y detectar carencias en el aprendizaje.
- Preparación y exposición de trabajos, en los que se valorará la adquisición por parte del alumno de las competencias generales.
- Prueba final teórico-práctica. Podrá constar de preguntas tipo test, problemas numéricos y preguntas de tipo teórico-práctico. Se pretende evaluar la adquisición por parte del alumno de las competencias básicas, generales, transversales y específicas marcadas



para la asignatura.

2. Porcentajes sobre la calificación final mediante evaluación continua:

Parte I: Esta parte computara un 1/3 de la nota final de la asignatura:

- Asistencia y participación en actividades presenciales: 15% de la nota de la parte I.
- Exámenes individuales: 50% de la nota de la parte I.
- Entrega de ejercicios individuales: 15% de la nota de la parte I.
- Trabajo en grupo: 15% de la nota de la parte I.
- Pruebas orales trabajo en grupo: 5% de la nota de la parte I.

Parte II: Esta parte computara 2/3 de la nota final de la asignatura:

- Asistencia y participación en actividades presenciales: 15% de la nota de la parte II.
- Exámenes individuales: 50% de la nota de la parte II.
- Trabajo de aprendizaje autónomo, individual o en grupo: 30% de la nota de la parte II.
- Prueba de exposición oral de trabajos: 5% de la nota de la parte II.

3. Criterios de Evaluación:

- En el examen individual de la parte II deberá de obtenerse una calificación mayor o igual a 4 puntos sobre 10 para superar la asignatura.
- La preparación, entrega y exposición de trabajos individuales o en grupo de las partes I y II de la asignatura serán obligatorias.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

La prueba de evaluación extraordinaria consistirá en una prueba de evaluación escrita u oral de tipo teórico-práctica, formada por una parte de preguntas tipo test, problemas numéricos y preguntas de tipo teórico-práctico. Se pretende evaluar la adquisición por parte del alumno de las competencias básicas, generales, transversales y específicas marcadas para la asignatura. La calificación obtenida representará el 100% de la nota final de la asignatura.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

La **evaluación única final** a la que el alumno se puede acoger en los casos indicados en la "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA (Aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión extraordinaria de 20 de mayo de 2013 y sus posteriores modificaciones: BOUGR 78, 10/02/2014;BOUGR 83, 25/06/2014;BOUGR 112, 9/11/2016, correcciones de errores de 19/12/2016 y 24/05/2017)" constará de una prueba de evaluación de tipo teórico-práctica formada por una parte de preguntas tipo test, problemas numéricos y preguntas de tipo teórico-práctico. Se pretende evaluar la adquisición por parte del alumno de las competencias básicas, generales, transversales y específicas marcadas para la asignatura. La calificación obtenida representará el 100% de la nota final.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad) (<https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad>).

