

Fecha de aprobación: 22/06/2023

Guía docente de la asignatura

## Tratamiento y Tecnología de Aguas (2061135)

|               |                               |                 |                                   |                 |   |             |             |
|---------------|-------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|---|-------------|-------------|
| <b>Grado</b>  | Grado en Ciencias Ambientales | <b>Rama</b>     | Ciencias                          |                 |   |             |             |
| <b>Módulo</b> | Tecnología Ambiental          | <b>Materia</b>  | Tratamiento y Tecnología de Aguas |                 |   |             |             |
| <b>Curso</b>  | 3º                            | <b>Semestre</b> | 1º                                | <b>Créditos</b> | 6 | <b>Tipo</b> | Obligatoria |

### PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Recomendable haber cursado el módulo de materias básicas.

### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)

- El ciclo del uso del agua.
- Potabilización de aguas.
- Tratamiento de aguas residuales.
- Reutilización de aguas residuales.
- Desalación de aguas.

### COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA

#### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Comprender el método científico. Capacidad de análisis y síntesis y resolución de problemas.
- CG02 - Razonamiento crítico y aprendizaje autónomo.
- CG03 - Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio.
- CG04 - Capacidad de organización y planificación.
- CG05 - Comunicación oral y escrita.
- CG06 - Capacidad de gestión de la información.
- CG07 - Trabajo en equipo.
- CG08 - Creatividad.

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Uso de herramientas matemáticas para la resolución de problemas relacionados



con el medio ambiente.

- CE03 - Conocer y aplicar la terminología y unidades de medida en los procesos físicos.
- CE05 - Adquirir, desarrollar y ejercitar destrezas necesarias para el trabajo de laboratorio y la instrumentación básica en física, química y biología
- CE12 - Diseño de muestreos, tratamiento de datos e interpretación de resultados estadísticos y de programas estadísticos y bases de datos.
- CE14 - Conocimiento e interpretación de la legislación y administración ambiental básica sobre suelos, agua, atmósfera, recursos naturales, conservación, urbanismo y ordenación del territorio.
- CE20 - Capacidad de realizar balance de materia y energía a todo tipo de procesos e instalaciones
- CE22 - Gestión y tratamiento de aguas de abastecimiento, regadío y residuales.
- CE31 - Planificación y desarrollo de las tecnologías limpias y energías renovables

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Capacitación para seleccionar el tratamiento o conjunto de tratamientos aplicables a un tipo de agua para adecuarla a un determinado uso.
- Realización de cálculos básicos de dimensionamiento de una instalación destinada al tratamiento del agua.
- Entiende, interpreta y racionaliza un diagrama de proceso de una instalación de tratamiento de aguas.
- Reconoce el funcionamiento de las diferentes tecnologías aplicables en el tratamiento del agua.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

#### BLOQUE 1: EL CICLO DEL USO DEL AGUA.

- **Tema 1: El ciclo del uso del agua:**
  - Necesidades de Consumo de Aguas.
  - Ciclo del uso del agua.
  - Recursos Hídricos.
  - Gestión del Agua.
- **Tema 2: Calidad de las aguas naturales:**
  - Propiedades Físico-Químicas del Agua.
  - Propiedades disolventes del agua.
  - Índices de calidad.
- **Tema 3: Contaminación de las aguas:**
  - Origen de la contaminación.
  - Tipos de contaminación y sus efectos: Materia orgánica, Patógenos, Nutrientes (N y P).
  - Otros tipos de contaminación.

#### BLOQUE 2: TECNOLOGÍAS APLICABLES A LA POTABILIZACIÓN DEL AGUA.

- **Tema 4: Control de calidad de las aguas de abastecimiento:**
  - Calidad de las Aguas en el origen.
  - Directiva Marco del agua,
  - Ley de Aguas y sus desarrollos.
  - Calidad de las aguas de consumo humano.



- Real Decreto 3/2023.
- **Tema 5: Procesos aplicados al tratamiento de las aguas de consumo humano:**
  - Necesidad de tratamiento.
  - Tratamiento convencional.
  - Procesos generales.
  - Tratamientos avanzados aplicados en potabilización.
- **Tema 6: Desinfección de aguas de consumo humano:**
  - Necesidades de desinfección.
  - Clasificación de los métodos de desinfección.
  - Cloración del agua.
  - Ozonización del agua.
- **Tema 7: Decantación:**
  - Clasificación de partículas.
  - Concepto de sedimentación.
  - Sedimentación de partículas: Tipos.
  - Características de los decantadores.
  - Clasificación de decantadores.
- **Tema 8: Filtración:**
  - Tipos de filtración.
  - Mecanismos de acción.
  - Características del lecho filtrante.
  - Proceso de filtración rápida: parámetros de diseño, control del proceso, lavado de filtros.
  - Clasificación de filtros.

### BLOQUE 3: TECNOLOGÍAS APLICABLES EN EL TRATAMIENTO CONVENCIONAL DEL AGUA RESIDUAL.

- **Tema 9. Aspectos normativos de la depuración de aguas residuales urbanas:**
  - Directiva 271/1991.
  - Plan nacional de calidad de las aguas: Saneamiento y depuración.
  - Real-Decreto Ley 11/1995.
  - Real Decreto 509/1996.
- **Tema 10. Procesos aplicados en el tratamiento convencional de las aguas residuales urbanas:**
  - Objetivos de la depuración.
  - Línea de aguas.
  - Línea de fangos.
  - Línea de gases.
- **Tema 11. Pre-tratamientos de aguas residuales urbanas:**
  - Esquema general del pretratamiento.
  - Desbaste: Pozo de gruesos, rejas y tamices.
  - Desarenado.
  - Desengrasado.
- **Tema 12. Tratamientos primarios de aguas residuales urbanas:**
  - Objetivos generales del tratamiento primario.
  - Decantación primaria: tipología, diseño y explotación.
  - Aplicación de la Coagulación-Floculación.
- **Tema 13. Fundamentos de los tratamientos biológicos:**
  - Los procesos biológicos aplicados en depuración.
  - Metabolismo microbiano.
  - Los ciclos bioquímicos: Nitrógeno y fósforo.
  - Cinética de crecimiento microbiano.
- **Tema 14. Procesos de fangos activos:**
  - Generalidades del proceso.
  - Definición de carga másica y tiempo de retención celular.



- Tipos de fangos activos en función de la carga másica y prediseño.
- Balances de materia y cinética microbiana aplicados al diseño de fangos activos.
- Producción de fangos.
- Necesidades de oxígeno en el proceso.
- Decantación secundaria: Tipología y diseño.
- **Tema 15. Procesos de biopelículas:**
  - Características generales de los procesos de biopelículas.
  - Tipos de procesos y consideraciones de prediseño: Lechos bacterianos, filtros sumergidos, lechos fluidificados, biodiscos.
  - Características de los materiales soporte.
- **Tema 16. Espesado, deshidratación y evacuación de fangos:**
  - Línea general de tratamiento del fango.
  - Espesamiento del fango.
  - Acondicionamiento del fango.
  - Deshidratación mecánica.
- **Tema 17. Procesos de estabilización de fangos:**
  - Objetivos de la estabilización.
  - Estabilización química.
  - Estabilización térmica.
  - Digestión aeróbica.
  - Digestión anaeróbica: Tipología, diseño y explotación.

#### BLOQUE 4: REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.

- **Tema 18. Reutilización de aguas residuales urbanas:**
  - Aplicaciones de las aguas residuales tratadas.
  - Calidad de las aguas a reutilizar.
  - Real Decreto 1620/2007.
- **Tema 19. El Tratamiento terciario de aguas residuales urbanas:**
  - Necesidades de tratamiento.
  - Procesos aplicados para eliminar materia particulada, macrofiltración: Filtros de arena, filtros de malla, filtros de anillas, filtros de discos e hidrociclones.
- **Tema 20. Desinfección de aguas residuales:**
  - Necesidades de desinfección.
  - Oxidaciones químicas.
  - Radiación UV.

#### BLOQUE 5: DESALACIÓN DE AGUAS.

- **Tema 21. Procesos de desalación de aguas:**
  - Concepto de desalación del agua.
  - Tecnologías para la desalación del agua.
  - Comparativa de tecnologías de desalación.
- **Tema 22. Pre-tratamientos en desalación de aguas:**
  - Calidad del agua a desalar.
  - Tipos de captaciones.
  - Riesgo de ensuciamiento en instalaciones de desalación.
  - Necesidades de pretratamiento.
  - Diagrama de proceso de pretratamiento de plantas de desalación.
- **Tema 23. Ósmosis inversa:**
  - Concepto de ósmosis inversa.
  - Tipos de membranas de ósmosis inversa.
  - Parámetros de control en ósmosis inversa.
  - Configuraciones de planta.
  - Problemas de Ensuciamiento de membranas: Técnicas de Limpieza.
  - Sistemas de recuperación energética.
  - Post-tratamientos en ósmosis inversa.



## PRÁCTICO

### PROBLEMAS DE CÁLCULO DE PROCESO.

- **Problemas 1: Dimensionamiento de procesos aplicables en plantas de potabilización:**
  - Dimensionamiento de depósitos y cálculo de equipos para una dosificación de reactivos.
  - Dimensionamiento de coagulación-floculación.
  - Dimensionamiento de decantadores: balances de materia.
  - Dimensionamiento de filtros: balances de materia.
- **Problemas 2: Dimensionamiento de un sistema de fangos activos:**
  - 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.
- **Problemas 3: Dimensionamiento de un sistema de ósmosis inversa:**
  - Determinación del índice de saturación del agua y cálculo de la dosificación de ácido para evitar incrustaciones.
  - Cálculo de la presión osmótica del agua y de las necesidades de presión en la membrana.
  - Determinación del número de membranas de ósmosis inversa.
  - Determinación de necesidades de lavado.

### PRÁCTICAS DE LABORATORIO.

- **Práctica 1: Ensayo de coagulación-floculación:**
  - Definición y aplicabilidad del proceso.
  - Tipos de floculantes y coagulantes.
  - Ensayo de coagulación-floculación para agua superficial.
  - Empleo del floculador.
  - Técnicas para la determinación de la turbidez del agua.
  - Selección de la dosis óptima de coagulante.
- **Práctica 2: Caracterización de aguas residuales:**
  - Determinación analítica de la DQO mediante oxidación con dicromato y espectrofotometría.
  - Determinación analítica de sólidos en suspensión totales y volátiles.
  - Determinación analítica de la DBO<sub>5</sub>.
  - Cálculo de rendimientos.
- **Práctica 3: Ensayos de sedimentabilidad:**
  - Reconocimiento de los elementos de un decantador.
  - Determinación analítica de sólidos en suspensión mediante filtración y secado.
  - Ensayo de sedimentabilidad mediante decantador experimental.
  - Cálculo del tiempo de retención hidráulico y velocidad ascensional.
  - Balances de materia.

### TRABAJOS EN GRUPO NO PRESENCIALES.

Durante el curso académico se realizarán trabajos en grupo (5 alumnos) de dimensionamiento de instalaciones de tratamiento de aguas, los cuales se expondrán al resto de compañeros en seminarios específicos. Los temas propuestos son:

1. Potabilización convencional de aguas superficiales.
2. Potabilización mediante tecnología de membrana.
3. Potabilización de aguas subterráneas con nitrato.
4. Pretratamiento de agua de mar previo a desalación por ósmosis inversa: Toma abierta.
5. Pretratamiento de agua de mar previo a desalación por ósmosis inversa: Toma por pozos.
6. Desalación de agua de mar mediante ósmosis inversa de etapa y fase simple.



7. Desalación de aguas salobres subterráneas mediante ósmosis inversa de doble etapa.
8. Desalación de agua de mar mediante ósmosis inversa de doble fase.
9. Depuración de aguas residuales urbanas mediante sistemas de fangos activos de baja carga.
10. Depuración de aguas residuales urbanas mediante sistemas de fangos activos de media carga.
11. Depuración de aguas residuales urbanas mediante sistemas de fangos activos de doble etapa.
12. Depuración de aguas residuales urbanas mediante biorreactores de membrana.
13. Depuración de aguas residuales urbanas mediante sistemas de lechos bacterianos.
14. Depuración de aguas residuales urbanas mediante sistemas de biodiscos.
15. Depuración de aguas residuales urbanas mediante lagunaje.
16. Depuración de aguas residuales urbanas mediante humedales artificiales.
17. Depuración convencional de aguas residuales industriales.
18. Sistemas de depuración mediante aplicaciones al terreno.
19. Tratamiento terciario de aguas residuales urbanas.

Los trabajos deberán constar de una portada que incluya el tema del trabajo y el nombre de los autores, y tienen que estar estructurados en las siguientes secciones:

1. Introducción.
2. Objetivos.
3. Proceso de tratamiento: datos de partida, descripción del tipo y calidad de agua con la que se trabajará, descripción del proceso, diagrama de flujo del mismo.
4. Dimensionamiento del proceso: desarrollo de cálculos para los diferentes equipos que conforman el proceso de tratamiento y elaboración de una hoja de cálculo.
5. Conclusiones.
6. Bibliografía.

Cada grupo elaborará una presentación tipo póster (digital) como apoyo a la exposición del contenido del trabajo. La exposición se realizará en horario de clase mediante presentación en grupo justificando diagrama de flujo y cálculos realizados.

El seguimiento de la evolución de los trabajos se realizará mediante tutorías de grupo presenciales.

#### **DESARROLLO DE DIAGRAMAS DE PROCESO.**

Durante el desarrollo de la asignatura, se realizarán casos prácticos consistentes en la implementación de diagramas de flujo para solventar determinadas casuísticas en el campo del tratamiento de aguas planteadas por el profesorado. Para ello, previamente, los estudiantes realizarán un repositorio de símbolos de las operaciones unitarias implicadas en las instalaciones de tratamiento de aguas. Finalmente, los estudiantes llevarán a cabo una evaluación por pares de las soluciones propuestas a los casos prácticos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL**

- American Water Works Association. Calidad y Tratamiento del Agua. Manual de suministros de agua comunitaria. Mc Graw Hill Interamericana. Madrid. 2002.
- American Water Works Association Research Foundation. Tratamiento del Agua por Procesos de Membrana. Principios, Procesos y Aplicaciones. Mc Graw Hill Interamericana. Madrid. 1998.
- Asano, T., Burton, F. Leverenz, H. Tsuchihashi R. and Tchobanoglous G. Water Reuse,



- Issues, Technologies and Applications. Mc Graw Hill, New York. 2007
- Béchaux, J. Manual Técnico del Agua 4ª ed. Degremont. 1979.
  - Company Arpa, J. Coagulantes y Floculantes Aplicados en el Tratamiento de Aguas. Gestión y Promoción Editorial S.L. Barcelona. (2000).
  - Fariñas, M. Ósmosis Inversa: Fundamentos, Tecnología y Aplicaciones. Mc Graw Hill Interamericana. Madrid. 1999.
  - Gómez, M.A., Hontoria, E. Técnicas Analíticas en el Control de la Ingeniería Ambiental. Universidad de Granada. 2003.
  - Metcalf & Eddy. Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento Vertido y Reutilización. Mc Graw Hill Interamericana. Madrid. 1995.
  - Ortega, E. et al. Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Arboleda, J. Teoría y Práctica de la Purificación del Agua. Mc Graw Hill. Santa Fé de Bogotá. 2000.
- Baruth, Water Treatment Plant Desing. Mc Graw Hill, New York. 2005.
- Gray. Water technology and Introduction for Environmental Scientists and Engineers. Elsevier. 2005.
- Jiménez, B. and Asano, T. Water Reuse. IWA Publishing. London. 2008.
- Lin, S.D. Water and Wastewater Calculations Manual. Mc Graw Hill. New York. 2007.
- Parson and Jefferson. Introduction to Potable Water treatment processes. Blackwell Publishing, Oxford. 2006.
- Vesilind, P.A. Wastewater Treatment Plant Desing. IWA Publishing. Alexandría. 2003.
- White, G.C. Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants. Wiley Inter - Science. New York. 1999.

### METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - Lección magistral/expositiva
- MD03 - Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD04 - Prácticas de laboratorio
- MD07 - Seminarios
- MD10 - Realización de trabajos en grupo
- MD11 - Realización de trabajos individuales

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

#### EVALUACIÓN ORDINARIA

Instrumentos de evaluación continua:

- Evaluación continua mediante resolución de ejercicios y actividades, así como desarrollo de diagramas de proceso, con el objeto de valorar la evolución del alumno y detectar carencias en el aprendizaje.
- Examen sobre prácticas de laboratorio en el que se evaluará la adquisición por parte del alumno de las competencias generales CT3 y específicas CE5 y CE12.
- Preparación y exposición de trabajos sobre dimensionamiento en los que se valorará la



adquisición por parte del alumno de las competencias generales CT4, CT5, CT6, CT7 y CT8.

- Prueba final teórico-práctica. Resolución de casos prácticos. Se pretende evaluar la adquisición por parte del alumno de las competencias generales CT1 y CT2 así como las específicas CE1, CE3, CE14, CE20, CE22 y CE31 marcadas para la asignatura.

Porcentaje sobre la calificación final mediante evaluación continua:

- Evaluación continua mediante resolución de ejercicios y actividades (15%)
- Examen sobre prácticas de laboratorio (15%)
- Preparación y exposición de trabajos (20%)
- Prueba final teórico-práctica (50%)

Criterios de Evaluación:

- En la prueba final teórico-práctica, deberá obtenerse una calificación mínima de 4 sobre 10 para poder hacer media con el resto de elementos de la evaluación continua.
- La preparación y exposición de trabajos será obligatoria.

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

Convocatoria extraordinaria: 100% nota de la prueba teórico-práctica.

### 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)** constará de una prueba de evaluación de tipo teórico-práctica. Se pretende evaluar la adquisición por parte del alumno de las competencias generales CT1 y CT2 así como las específicas CE1, CE3, CE14, CE20, CE22 y CE31 marcadas para la asignatura. La calificación obtenida representará el 100% de la nota final.

