

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

## TRATAMIENTO Y TECNOLOGÍA DE AGUAS. 2015/2016

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Tecnología Ambiental	Tratamiento y Tecnología de Aguas	3º	5º	6	Obligatoria
<b>PROFESOR(ES)</b>		<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>			
Miguel Ángel Gómez Nieto ( <a href="mailto:mgomezn@ugr.es">mgomezn@ugr.es</a> ) José Manuel Poyatos Capilla ( <a href="mailto:jpoyatos@ugr.es">jpoyatos@ugr.es</a> ) Francisco Rueda Valdivia ( <a href="mailto:fjrueda@ugr.es">fjrueda@ugr.es</a> )		AREA DE TECNOLOGÍAS DEL MEDIO AMBIENTE Dep. Ingeniería Civil. 4ª Planta de la E.T.S. Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Despachos 88, 90 y 84			
		<b>HORARIO DE TUTORÍAS</b>			
		Miguel Ángel Gómez Nieto: Lunes y Viernes: 10:00- 13:00 José Manuel Poyatos Capilla: Lunes y Martes: 10:00-13:00 Francisco Rueda Valdivia: Miércoles y Viernes: 10:00-13:00			
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>		<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>			
Grado en Ciencias Ambientales					
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (Si ha lugar)</b>					
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 GENERALES Y ESPECÍFICAS****Generales**

**CT1:** Comprender el método científico. Capacidad de análisis y síntesis y resolución de problemas.

**CT2:** Razonamiento crítico y aprendizaje autónomo.

**CT3:** Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio.

**CT4:** Capacidad de organización y planificación.

**CT5:** Comunicación oral y escrita.

**CT6:** Capacidad de gestión de la información.

**CT7:** Trabajo en equipo.

**CT8:** Creatividad.

**Específicas**

**CE1:** Uso de herramientas matemáticas para la resolución de problemas relacionados con el medio ambiente.

**CE3:** Conocer y Aplicar la terminología y unidades de medida en los procesos físicos.

**CE5:** Adquirir, desarrollar y ejercitar las 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, urbanismos 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.



**OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS DE APRENDIZAJE)**

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.

**TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA**

## TEMARIO TEÓRICO

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

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

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

- **Tema 4: Control de calidad de las Aguas de Abastecimiento:**
  - o Calidad de las Aguas en el origen.
  - o Directiva Marco del agua,
  - o Ley de Aguas y sus desarrollos.
  - o Calidad de las aguas de consumo humano.
  - o Real Decreto 140/2003.
- **Tema 5: Procesos Aplicados al tratamiento de las Aguas de Consumo Humano:**
  - o Necesidad de tratamiento.
  - o Tratamiento convencional.
  - o Procesos generales.
  - o Tratamientos avanzados aplicados en potabilización.
- **Tema 6: Desinfección de Aguas de Consumo Humano:**
  - o Necesidades de desinfección.
  - o Clasificación de los métodos de desinfección.
  - o Ozonización de aguas.
  - o Cloración de aguas.
- **Tema 7: Coagulación-Floculación-Decantación:**
  - o Clasificación de partículas.
  - o Estabilidad de coloides.
  - o Sedimentación de partículas discretas.
  - o Coagulación-Floculación: reactivos, instalaciones.
  - o Sedimentación de partículas floculentas.



- Clasificación de decantadores: Decantadores estáticos, Decantadores por contacto de fango.
- **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.
  - Tipología 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, filtro de maya, filtros de anillas, filtros de discos e hidrociclones
- **Tema 20. Desinfección de Aguas Residuales.**
  - Necesidades de desinfección.
  - Oxidaciones Químicas.
  - Radiación UV

#### **BLOQUE 5: DESALACIÓN.**

- **Tema 21. Procesos de Desalación de Aguas.**
  - Procesos de Destilación: MSF, MED, VC.
  - Procesos de Cristalización.
  - Procesos de Membrana.
  - Electrodialisis.
  - Intercambio Iónico.



- **Tema 22. Pre-tratamientos en Desalación de Aguas.**
  - o Tipos de captaciones.
  - o Acondicionamiento químico
  - o Desinfección.
  - o Pretratamiento físico-químico
  - o Tecnologías de membrana
- **Tema 23. La Ósmosis Inversa.**
  - o Tipos de membranas de ósmosis inversa
  - o Módulos de membrana
  - o Unidades de ósmosis.
  - o Problemas de Ensuciamiento de membranas: Técnicas de Limpieza
  - o Sistemas de Recuperación energética.
  - o Post-tratamientos en ósmosis inversa

## PROBLEMAS DE CÁLCULO DE PROCESOS

- **Problemas 1: Dimensionamiento de procesos aplicables en plantas de potabilización:**
  - o Dimensionamiento de depósitos y cálculo de equipos para una dosificación de  $\text{FeCl}_3$ .
  - o Dimensionamiento de un tanque de coagulación y un tanque de floculación.
  - o Dimensionamiento de un decantador de recirculación de fango.
  - o Dimensionamiento de un filtro monocapa y análisis de los lavados.
- **Problemas 2: Dimensionamiento de un sistema de fangos activos.**
  - o Pre-dimensionamiento de pretratamiento y decantación primaria
  - o Cálculo del tiempo de retención celular.
  - o Cálculo de la generación de biomasa.
  - o Cálculo de las necesidades de aireación..
  - o Dimensionamiento del reactor biológico
  - o Dimensionamiento de la decantación secundaria.
- **Problemas 3: Dimensionamiento de un sistema de ósmosis inversa.**
  - o Determinación del Índice de Saturación del Agua y cálculo de la dosificación de ácido para evitar incrustaciones.
  - o Cálculo de la presión osmótica del agua y de las necesidades de presión en la membrana.
  - o Determinación del número de membranas de ósmosis inversa para un caso concreto.



## 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 residual urbana tratada.
  - Empleo del floculador.
  - Técnicas para la determinación de la turbidez del agua.
  - Selección de la dosis óptima.
- **Práctica 2: Análisis de DBO<sub>5</sub>, DQO y Sólidos en Suspensión de ARU.**
  - Reconocimiento de las partes de un reactor biológico aerobio.
  - Determinación analítica de la Demanda Química de Oxígeno mediante oxidación con dicromato y espectrofotometría.
  - Determinación analítica de sólidos en suspensión totales y volátiles.
  - Determinación analítica del Índice Volumétrico de Fangos.
  - 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.
  - Determinación nefelométrica de la turbidez del agua.
  - Ensayo de sedimentabilidad mediante decantador experimental.
  - Cálculo del Tiempo de Retención Hidráulico y Velocidad Ascensional.



## SEMINARIOS PARA EXPOSICIÓN DE TRABAJOS

Durante el curso académico se realizarán diversos trabajos en grupo sobre temas complementarios al temario impartido, los cuales se expondrán al resto de compañeros en seminarios específicos. Los temas propuestos son:

1. Plantas de potabilización mediante tecnología de membrana para aplicación en zonas de catástrofes.
2. Aplicación de procesos biológicos en potabilización de aguas.
3. Técnicas de eliminación de pesticidas en tratamiento de aguas destinadas al consumo humano.
4. Sistemas de depuración mediante lagunaje.
5. Sistemas de depuración mediante humedales artificiales.
6. Sistemas de depuración mediante aplicaciones al terreno.
7. Aplicación de la Electrodiálisis en reutilización de aguas residuales.
8. Pretratamiento de agua de mar previo a desalación por ósmosis inversa.
9. Desalación mediante evaporación solar.
10. Técnicas de optimización energética en plantas de desalación de agua de mar.
11. Limpieza química de membranas de ósmosis inversa.
12. Tratamiento terciarios de aguas residuales con tecnologías de membranas
13. Biorreactores de membrana aplicados al tratamiento de aguas residuales urbanas
14. Tratamiento de aguas residuales con sistemas de microalgas
15. Eliminación de nitrógeno mediante oxidación anaeróbica de amonio (Anammox).
16. Biorreactores de lecho fluidificado aplicado al tratamiento de aguas residuales
17. Biorreactores de lechos inundados aplicados al tratamiento de aguas residuales
18. Aplicación de depuradoras de lechos bacterianos en tratamiento de aguas residuales urbanas
19. Procesos de flotación por aire disuelto.
20. Oxidaciones avanzadas aplicadas a tratamiento de aguas residuales industriales.



**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.* Gestió i Promoció 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.

**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 Disifentants.* Wiley Inter-Science. New York. 1999.



**ENLACES RECOMENDADOS**

<https://cem.ugr.es>

**EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)**

Instrumentos de evaluación continua:

- Evaluación continua mediante ejercicios tipo test empleando la plataforma informática, 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 temas complementarios 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. Constará de 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 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 ejercicios tipo test (10%)
- Examen sobre prácticas de laboratorio (20 %)
- Preparación y exposición de trabajos sobre temas complementarios (20 %)
- Prueba final teórico-práctica (50 %)

Criterios de Evaluación

- El examen final deberá de aprobarse con un 4 sobre 10 para superar la asignatura.
- La realización presencial del 100 % de las prácticas de laboratorio será obligatoria.
- La preparación y exposición de trabajos sobre temas complementarios será obligatoria.

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 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 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.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA DE SEPTIEMBRE: 100% NOTA DEL EXAMEN ESCRITO.

#### **INFORMACIÓN ADICIONAL**

