

## PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2024/2025

Identificación y características de la asignatura			
Código	402075	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	<b>Ingeniería Sanitaria y Gestión de Resíduos</b>		
Denominación (inglés)	<b>Sanitary Engineering and Waste Management</b>		
Titulaciones	Master en Ingeniería de Caminos Canales y Puertos		
Centro	Escuela Politécnica		
Semestre	2	Carácter	Obligatoria
Módulo	<b>Formación Tecnológica Específica</b>		
Materia	"Ingeniería hidráulica"		
Profesor/es			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
Miguel Soriano Barroso	OP-15	msoriano@unex.es	<a href="https://www.unex.es/conoce-la-unex/centros/epcc/centro/profesores/info/profesor?id_pro=msoriano">https://www.unex.es/conoce-la-unex/centros/epcc/centro/profesores/info/profesor?id_pro=msoriano</a>
Rafael González Escobar	OP-4	ragonzaleze@unex.es	<a href="https://www.unex.es/conoce-la-unex/centros/epcc/centro/profesores/info/profesor?id_pro=ragonzaleze">https://www.unex.es/conoce-la-unex/centros/epcc/centro/profesores/info/profesor?id_pro=ragonzaleze</a>
Área de conocimiento	<b>Ingeniería Hidráulica</b>		
Departamento	<b>Construcción</b>		
Profesor coordinador (si hay más de uno)	Miguel Soriano Barroso		

Competencias
<p><b>1. Básicas</b></p> <p>CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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.</p> <p>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.</p>

**2. Generales**

CG1 - Capacitación científico-técnica, y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en los campos de la ingeniería civil.

CG2 - Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

CG5 - Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.

CG6 - Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.

CG9 - Capacidad para planificar y gestionar recursos hidráulicos y energéticos, incluyendo la gestión integral del ciclo del agua

CG10 - Capacidad para la realización de estudios de planificación territorial, del medio litoral, de la ordenación y defensa de costas y de los aspectos medioambientales relacionados con las infraestructuras

CG13 - Capacidad para planificar, realizar estudios y diseñar captaciones de aguas superficiales o subterráneas (Presas, conducciones, bombeos).

CG16 - Capacidad para proyectar y ejecutar tratamientos de potabilización de aguas, incluso desalación, y depuración de éstas. Recogida y tratamiento de residuos (urbanos, industriales o incluso peligrosos).

CG18 - Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.

**3. Transversales**

CT1 - Capacidad de planificación y organización del trabajo personal.

CT2 - Capacidad de trabajar en situación de falta de información y/o con restricciones temporales y/o de recursos.

CT3 - Comunicar de forma efectiva y adaptada al contexto socio-económico, tanto por escrito como oralmente en la propia lengua, conocimientos, procedimientos, resultados y con especial énfasis, en la redacción de documentación técnica.

CT4 - Capacidad de comunicación efectiva en inglés.

CT6 - Capacidad de análisis, crítica, síntesis, evaluación y solución de problemas.

CT17 - Capacidad de utilización y dominio de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación).

**4. Específicas**

CET4 - Capacidad para proyectar, dimensionar, construir y mantener obras hidráulicas.

CET5 - Capacidad para realizar el cálculo, la evaluación, la planificación y la regulación de los recursos hídricos, tanto de superficie como subterráneos.

CET6 - Capacidad para proyectar y dimensionar sistemas de depuración y tratamiento de aguas, así como de residuos

**Contenidos**

**Breve descripción del contenido**

Estudio de la Ingeniería Sanitaria relacionada con los tratamientos y producción de Agua Potable. Se impartirán los conocimientos necesarios para el diseño y construcción de los procesos que conforman una Estación Potabilizadora de Aguas y características del Agua Potable, Normativa

y Legislación vigente en relación con la calidad del Agua para consumo público, Obras de ingeniería para la potabilización de Aguas.

Estudio de la Ingeniería Sanitaria relacionada con los tratamientos a realizar al Agua Residual previo a su vertido al cauce receptor. Se impartirán los conocimientos necesarios para el diseño y construcción de los procesos que conforman una Estación Depuradora de Aguas Residuales y características del Agua Residual, Normativa y Legislación vigente en relación con la calidad del Agua tratada previo a su vertido, Obras de ingeniería para la Depuración de las Aguas Residuales, Gestión y Explotación de una EDAR.

Definición y tipos de Residuos. Producción y características de los residuos. Formas de Recogida de los R.S.U. Organización de Servicio de Recogida. Alternativas de Tratamientos, vertederos controlados, incineración, compostaje, reciclaje. Procesos de transformación y aprovechamiento. Viabilidad económica. Vertederos controlados e incontrolados, características y tecnologías.

### **Temario de la asignatura**

Denominación del tema 1: **Agua Potable, Características. Infraestructura para Abastecimiento. Tipo de Plantas de Potabilización.**

Contenidos del tema 1: Agua Bruta, legislación y usos. Parámetros contaminantes, calidad del Agua. Normativa y exigencias para un Agua Potable, necesidades de Tratamiento. Procesos de Tratamiento. Captación de Agua Bruta, sistemas. Tratamientos previos del Agua Bruta. Infraestructuras para el abastecimiento. Depósitos. Tipologías de Plantas Purificadoras. Procesos técnicos-químicos. Consideraciones generales de diseño.

Descripción de las actividades prácticas del tema 1: Se realizarán actividades prácticas en clase entre profesor y alumnos acordes al contenido del tema

Denominación del tema 2: **Dosificación de reactivos. Preaireación. Proceso de Mezcla, Coagulación - Floculación. Proceso de Decantación – Sedimentación.**

Contenidos del tema 2: Características, efectos, dosis y cálculo de: Absorbentes, Oxidantes, Coagulantes, Floculantes, Ajuste de pH, Otros. Preaireación. Efectos. Mezcladores Mecánicos e Hidráulicos, consideraciones de Diseño. Tipo de Floculadotes, floculadores mecánicos e hidráulicos. Criterios para el diseño. Proceso de Sedimentación – Decantación. Decantadores por gravedad. Decantadores por flotación. Sedimentadotes de manto de fangos o contacto con sólidos suspendidos. Criterios de diseño. Cálculo de sedimentadotes.

Descripción de las actividades prácticas del tema 2: Se realizarán actividades prácticas en clase entre profesor y alumnos acordes al contenido del tema

Denominación del tema 3: **Proceso de Filtración. Fluoración y Desinfección del Agua Tratada. Tratamiento de Aguas por Procesos de Membrana.**

Contenidos del tema 3: Tipos y Características del medio filtrante (Silicio, Antracita, Carbón Activo, Resinas, otros). Filtros abiertos y filtros cerrados, tipos, diseño y cálculo. Lavado y regeneración del medio filtrante, Diseño y cálculo. Microfiltración y ultrafiltración.

La Fluoración y desinfección del agua tratada, características, diseño y cálculo. Legislación. El cloro como agente desinfectante. Cloro líquido. Cloro gaseoso. Desinfección por Ozono, ventajas. Desinfección por Ultravioleta.

Descripción de las actividades prácticas del tema 3: Se realizarán actividades prácticas en clase entre profesor y alumnos acordes al contenido del tema.

Denominación del tema 4: **Procesos específicos, complementarios y avanzados en la Potabilización de Aguas.**

<p>Contenidos del tema 4: Desendurecimiento y Descarbonotación de Aguas, uso de resinas, uso de membranas. Eliminación de Hierro y Manganese. Desferrizadores. Tratamiento de Ozonización o dióxido de Cloro con filtración sobre carbón activo, efectos aportados. Otros tratamientos de afino.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 4: Se realizarán actividades prácticas en clase entre profesor y alumnos acordes al contenido del tema</p>
<p><b>Denominación del tema 5: Purga de Fangos. Tratamiento de Fangos procedentes de una Potabilizadora.</b></p> <p>Contenidos del tema 5: Cálculo de fangos producidos. Diseño y cálculo de Purga de fangos. Aguas de lavado, tratamiento, reutilización. Espesado de fangos, sistemas, diseños y cálculo. Espesadores por gravedad y espesadores por flotación. Deshidratación de fangos procedentes de una depuradora de agua potable. Procesos físicos y mecánicos de Deshidratación. Evacuación y vertido de fangos deshidratados y reciclaje.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 5: Se realizarán actividades prácticas en clase entre profesor y alumnos acordes al contenido del tema</p>
<p><b>Denominación del tema 6: Aguas Residuales, Características. Esquema del proceso de depuración.</b></p> <p>Contenidos del tema 6: Características de las Aguas Residuales, Parámetros de contaminación, diferencias entre aguas residuales, industriales y urbanas. Necesidades de la depuración de las aguas residuales, normativa y exigencias de vertido, Directiva Europea. Nivel de depuración. Planta Depuradora convencional. Procesos de tratamiento. Diferencia entre línea de Aguas y línea de Fangos. Procesos Físico-Químicos. Procesos Biológicos. Producción y tratamiento de fangos. Efluente Final. Elección del proceso de tratamiento.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 6: Se realizarán actividades prácticas en clase entre profesor y alumnos acordes al contenido del tema.</p>
<p><b>Denominación del tema 7: Línea de Agua. Pretratamiento de una Depuradora. Tratamiento primario de Aguas Residuales, Físico - Químico. Tratamiento secundario de Aguas Residuales.</b></p> <p>Contenidos del tema 7: Pretratamiento, objetivo general. Aliviadero de entrada. Rejillas de desbaste: tipos de rejillas, diseño de las rejillas, recomendaciones, dimensionado de rejillas. Trituración de residuos. Tamices. Desarenado: Clasificación de los desarenadores, estructura del cálculo, diseño, desarenador con inyección de aire. Desengrasado: Desarenado – Desengrasado conjunto, tipos de desengrasadores. Eliminación de residuos de pretratamiento: Tanques de Tormentas, Tanques de Homogeneización y Regulación.</p> <p>Decantación, Sedimentación física en Aguas Residuales. Tipos y características de Decantadores. Parámetros de Diseño. Decantadores Laminares, Flotadores. Tratamientos primarios, tratamiento físico-químico, coagulación-floculación, reactivos usuales.</p> <p>Procesos biológicos aerobios, procesos de película fija, procesos de fangos activados, tipología, diseño y cálculo. Procesos biológicos anaerobios, peculiaridades. Otros sistemas de depuración. Tecnologías de depuración para pequeñas comunidades.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 7: Se realizarán actividades prácticas en clase entre profesor y alumnos acordes al contenido del tema</p>
<p><b>Denominación del tema 8: Depuración Biológica mediante procesos de Fangos Activos. Depuración Biológica mediante procesos de Biopelícula.</b></p> <p>Contenidos del tema 8: Factores que afectan el proceso de depuración biológica. Fundamento del sistema. La depuración biológica. Parámetros de diseño de fangos activos. Esquemas funcionales. Tipos de reactores. Sistemas de aireación. Rendimiento y efectos. Consideraciones sobre la decantación secundaria. Ventajas e inconvenientes del sistema de fangos activos. Sistema biológico seriado.</p>

<p>Lechos bacterianos o percoladores: <i>Fundamento del proceso, forma y estructura de los lechos bacterianos</i>. Características constructivas y funcionales. Tipos de rellenos, características. Microbiología en los lechos bacterianos. Problemas de los lechos bacterianos. Parámetro de diseño. Cálculo de los lechos bacterianos. Biodiscos y biocilindros: <i>Mecanismo general de funcionamiento de los biodiscos y biocilindros, espesor del biofilm, microorganismo en biodiscos y biocilindros, dificultades en proceso de biodiscos y biocilindros, dimensionado de los biodiscos</i>. Decantación secundaria para lechos bacterianos y biodiscos. Explotación y mantenimiento de Sistemas Biopeliculares.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 8: Se realizarán actividades prácticas en clase entre profesor y alumnos acordes al contenido del tema</p>
<p>Denominación del tema 9: <b>Sistemas de Tratamiento Naturales. Pequeñas Comunidades.</b></p> <p>Contenidos del tema 9: Desarrollo de los sistemas de tratamiento natural. Consideraciones fundamentales en la aplicación de los sistemas de tratamiento natural. Sistemas de baja carga. Sistemas de infiltración rápida. Sistemas de riego superficial. Terrenos pantanosos artificiales, lagunaje. Sistemas de tratamiento de plantas acuáticas flotantes, Sistemas óptimos para pequeñas comunidades. Fosas sépticas. Plantas prefabricadas.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 9: Se realizarán actividades prácticas en clase entre profesor y alumnos acordes al contenido del tema</p>
<p>Denominación del tema 10: <b>Línea de Agua. Tratamientos Terciarios y Avanzados de Aguas Residuales. Desinfección de las Aguas Residuales.</b></p> <p>Contenidos del tema 10: Eliminación de Nutrientes (Nitrógeno y Fósforo). Filtración de Aguas Residuales. Procesos de Membranas. Procesos de Reutilización de Aguas Residuales. Cálculo y dimensionamiento de estos procesos.</p> <p>Desinfección de las aguas. Cloración de las aguas: <i>Desinfección de las aguas, acción del cloro, Puntos de incorporación del cloro en las aguas, tanques de contacto, Peligros en las instalaciones de cloración, medidas de seguridad en las instalaciones</i>. Ozonización de las aguas: <i>Características del ozono, Aplicación a la desinfección de aguas residuales, Acción fisiológica del ozono, Aplicaciones del ozono, Incorporación del ozono, cámaras de contacto. Diseño de una instalación de ozonización</i>. Desinfección con rayos UV: <i>La radiación ultravioleta, desinfección por rayos UV</i>. Las lagunas de maduración como sistemas de desinfección. Desinfección por membranas.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 10: Se realizarán actividades prácticas en clase entre profesor y alumnos acordes al contenido del tema</p>
<p>Denominación del tema 11: <b>Línea de Fango, elementos que la forman. Fangos Deshidratados, acondicionamiento, aprovechamiento y eliminación.</b></p> <p>Contenidos del tema 11: Elementos que componen la línea de fangos. Producción y características de los fangos/sistemas de espesamiento, espesadores por gravedad y espesadores por flotación. Digestión aerobia, digestión anaerobia y estabilización química de los fangos, producción y utilización del gas de digestión. Almacenamiento y deshidratación de fangos. Cálculo y dimensionamiento de los elementos que componen la línea de fango.</p> <p>Producción de fangos deshidratados, tipología de lodos residuos tóxico peligrosos. Secado térmico de fangos, incineración de fangos. Utilización del fango en Agricultura. Vertederos de fango.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 11: Se realizarán actividades prácticas en clase entre profesor y alumnos acordes al contenido del tema</p>
<p>Denominación del tema 12: <b>Explotación y Mantenimiento de una Planta de tratamiento de Agua.</b></p> <p>Contenidos del tema 12: <i>Principios de Explotación, principios de Mantenimiento. Objetivos de la Explotación. Parámetros de control del proceso. Costes de operación, costes fijos y costes variables. Análisis, informes y registros de Explotación.</i></p>

Descripción de las actividades prácticas del tema 12: Se realizarán actividades prácticas en clase entre profesor y alumnos acordes al contenido del tema

**Denominación del tema 13: Residuos Sólidos Urbanos (R.S.U.). Recogida y Transporte. Evacuación y Tratamiento.**

Contenidos del tema 13: Definición y tipos de Residuos. Producción y características de los residuos. Formas de Recogida de los R.S.U. Organización de Servicio de Recogida.

Alternativas de Tratamientos, vertederos controlados, incineración, compostaje, reciclaje. Procesos de transformación y aprovechamiento. Viabilidad económica. Vertederos controlados e incontrolados, características y tecnologías.

Descripción de las actividades prácticas del tema 13: Se realizarán actividades prácticas en clase entre profesor y alumnos acordes al contenido del tema

**Actividades formativas**

Horas de trabajo del alumno por tema		Horas teóricas	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total		GG	CH	L	O		
Presentación	1	1						0
1	9	3						6
2	9	3						6
3	10	3				1		6
4	10	3				1		6
5	11	3				2		6
6	12	3				1		8
7	13	4				1		8
8	14	4				2		8
9	15	5				2		8
10	10	3				1		6
11	12	3				1		8
12	10	3				1		6
13	12	3				1		8
<b>Evaluación</b>	2	1				1		0
<b>TOTAL</b>	150	45				15		90

GG: Grupo Grande (85 estudiantes).

CH: Actividades de prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

L: Actividades de laboratorio o prácticas de campo (15 estudiantes)

O: Actividades en sala de ordenadores o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)

S: Actividades de seminario o de problemas en clase (40 estudiantes)

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

**Metodologías docentes**

En las clases presenciales, se explicará por parte del profesor los temas de la asignatura, mediante medios audiovisuales, compaginándolos con la realización de ejercicios prácticos que serán resueltos por el profesor en la pizarra.

**Resultados de aprendizaje**

Conocimientos de las infraestructuras de abastecimiento, potabilización y depuración de aguas residuales y gestión de residuos. En particular aquellos directamente relacionados con las infraestructuras necesarias para la potabilización, depuración y distribución de agua, así como gestión de residuos.

### Sistemas de evaluación

#### **Evaluación continua:**

Para poder presentarse a la evaluación deberá haber superado previamente los trabajos prácticos que se exijan y haber asistido a clase al menos en un 80%.

Se realizará una evaluación global escrita, formada por un examen teórico y otro práctico, la nota final será la media de ambos, siendo necesario cuanto menos sacar un 3,5 sobre 10 para proceder a la media, en caso contrario la evaluación estará suspensa.

La asistencia y entrega de prácticas son obligatorias y da el derecho a la evaluación continua, no genera valor de nota en ningún caso.

#### **Evaluación final alternativa:**

Aquellos alumnos que no pudieran acceder a la evaluación continua y así lo indiquen en las tres primeras semanas del semestre de acuerdo con la normativa vigente (Art.4.6.), serán evaluados en una prueba final alternativa de carácter teórico-práctico sobre todas las competencias de la asignatura. Esto no eximirá al alumno de la realización de las prácticas obligatorias previamente indicadas por el profesor.

Se realizará una evaluación global escrita, formada por un examen teórico y otro práctico, la nota final será la media de ambos, siendo necesario superar ambos exámenes, en caso contrario la evaluación estará suspensa.

La entrega de prácticas resulta obligatoria y da el derecho a la evaluación final alternativa, no genera valor de nota en ningún caso.

### Bibliografía (básica y complementaria)

- "Manual Técnico del Agua". Editorial Degremont, 1979.
- "Control de Calidad y Tratamiento del Agua". Editorial Instituto de Estudios de Administración Local, 1975.
- María del Mar Muñoz Amor, "La calidad de las Aguas. Régimen vigente y grado de cumplimiento de la normativa comunitaria". Ecoiuris.
- Jairo Alberto Romero Rojas, "Potabilización del Agua". AlfaOmega Grupo Editor, S.A.
- Francisco Javier Rodríguez Vidal. "Procesos de Potabilización del Agua e Influencia del tratamiento de Ozonización". Ediciones Díaz de Santos, S.A.
- Manuel Fariñas Iglesias. "Osmosis Inversa. Fundamentos, tecnología y aplicaciones". McGraw-Hill.
- N.F. Gray "Calidad del Agua Potable. Problemas y soluciones". Editorial Acribia, S.A.
- Juan Carlos Ibrahim Perera, "Desalación de Aguas" Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales Y Puertos
- Aurelio Hernández Muñoz "Abastecimiento y Distribución de Agua". Servicio de Publicaciones de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid
- "Tratamiento del Agua por Procesos de Membrana: Principios, procesos y aplicaciones". McGraw-Hill.
- Germán Grosó Cruzado "El Carbón Activado Granular en el Tratamiento del agua" Aconcagua Ediciones y Publicaciones (1997)
- Departamento de Sanidad del Estado de Nueva Cork "Manual de Tratamiento de Aguas" Editorial Limusa.
- Ramón Collado Lara, "Depuración de Aguas Residuales en pequeñas comunidades" Editorial Colegio de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
- Aurelio Hernández Lehmann "Manual de diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales". Editorial Colegio de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

- Juan Antonio Cortacans Torre "Fangos Activos. Eliminación Biológica de Nutrientes" Editorial Colegio de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
- Eduardo Ronzano Llodra y José Luís Dapena Baqueiro "Tratamiento biológico de la Aguas Residuales". Ediciones Díaz de Santos, S.A. 2002
- "Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, vertido y reutilización" Prólogo de Ángel Cajigas. Editorial McGraw Hill
- Aurelio Hernández Muñoz "Depuración y Desinfección de Aguas Residuales" 5ª Edición. Editorial Colegio de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
- Curso sobre Tratamiento de Aguas Residuales y Explotación de Estaciones Depuradoras. Editorial Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.
- "Tratamiento del Agua por Procesos de Membrana: Principios, procesos y aplicaciones". McGraw-Hill.

### **Otros recursos y materiales docentes complementarios**

Visita a una obra relacionada con el objeto de la asignatura en el transcurso de la misma.