



| Guía docente          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                       |           |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------|
| Datos Identificativos |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    | 2023/24               |           |
| Asignatura (*)        | Gestión avanzada del saneamiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    | Código                | 632514038 |
| Titulación            | Mestrado Universitario en Enxeñaría de Camiños, Canais e Portos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                       |           |
| Descriptorios         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                       |           |
| Ciclo                 | Periodo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Curso              | Tipo                  | Créditos  |
| Máster Oficial        | 1º cuatrimestre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Primero            | Optativa              | 4.5       |
| Idioma                | Castellano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                    |                       |           |
| Modalidad docente     | Presencial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                    |                       |           |
| Prerrequisitos        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                       |           |
| Departamento          | Enxeñaría Civil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                       |           |
| Coordinador/a         | Jacome Burgos, Alfredo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Correo electrónico | alfredo.jacome@udc.es |           |
| Profesorado           | Jacome Burgos, Alfredo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Correo electrónico | alfredo.jacome@udc.es |           |
|                       | Suarez Lopez, Joaquin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    | joaquin.suarez@udc.es |           |
| Web                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                       |           |
| Descripción general   | Comprender las relaciones entre calidad y contaminación del agua. Conocer los componentes de los sistemas saneamiento y drenaje de poblaciones. Comprender y aplicar tecnologías para resolver problemas relacionados con el tratamiento del agua (gestión de aguas pluviales, depuración y reutilización). Conocimiento, comprensión y capacidad para el uso de fundamentos, técnicas y tecnologías de depuración de aguas residuales con el fin de configurar y dimensionar líneas de proceso capaces de alcanzar los objetivos legales de vertido. |                    |                       |           |
|                       | Las clases se impartirán en castellano.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |                       |           |

| Competencias del título |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código                  | Competencias del título                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| A1                      | Capacitación científico-técnica y metodológica para la asesoría, el análisis, el diseño, el cálculo, el proyecto, la planificación, la dirección, la gestión, la construcción, el mantenimiento, la conservación y la explotación en los campos relacionados con la Ingeniería Civil: edificación, energía, estructuras, geotecnia, hidráulica, hidrología, ingeniería cartográfica, ingeniería marítima y costera, ingeniería sanitaria, materiales de construcción, medio ambiente, ordenación del territorio, transportes y urbanismo, entre otros                                         |
| A2                      | Capacidad para comprender 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 dentro del respeto por el medio ambiente y la protección de la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios de la obra pública |
| A3                      | Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| A5                      | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| A12                     | Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales del movimiento mecánico y del equilibrio de los cuerpos materiales, y capacidad para su aplicación en la resolución de problemas de Mecánica Racional en ámbitos propios de la ingeniería como son la Mecánica de los Medios Continuos, la Mecánica de Fluidos, la Teoría de estructuras, etc                                                                                                                                                                                                                        |
| A25                     | Capacidad para aplicar la mecánica de los fluidos y las ecuaciones fundamentales del flujo en cálculo de conducciones a presión y en lámina libre.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| A27                     | Capacidad para planificar, proyectar, dimensionar, dirigir la construcción y la explotación de conducciones hidráulicas, presas, aprovechamientos hidroeléctricos, sistemas de regulación de ríos, regadíos, obras fluviales y otras obras hidráulicas e hidrológicas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| A33                     | Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar tecnologías para resolver problemas relacionados con los residuos sólidos urbanos, la contaminación atmosférica, sonora y del agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |



|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A34 | Capacidad para diseñar y gestionar el abastecimiento y saneamiento de una población, incluyendo diseño y proyecto de soluciones de saneamiento, drenaje y gestión avanzada de aguas residuales en la ciudad. Conocimiento sobre procesos avanzados de depuración para la eliminación de nutrientes y de estrategias de gestión de aguas tiempo de lluvia. |
| A35 | Conocimiento y comprensión del funcionamiento de los ecosistemas y los factores ambientales con el fin de inventariar el medio, aplicando metodologías de valoración de impactos para su empleo en estudios y evaluaciones de Impacto Ambiental.                                                                                                          |
| A46 | Capacidad para analizar y diagnosticar los condicionantes sociales, culturales, ambientales y económicos de un territorio, así como para realizar proyectos de ordenación territorial desde la perspectiva de un desarrollo sostenible.                                                                                                                   |
| B1  | 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.                                                                                                                                                                                       |
| B2  | 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                                                                                                                                                                                 |
| B3  | 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                                                                                                                   |
| B4  | 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                                                  |
| B5  | 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                                                                                                                                                            |
| B6  | Resolver problemas de forma efectiva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| B7  | Aplicar un pensamiento crítico, lógico y creativo                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| B8  | Trabajar de forma autónoma con iniciativa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| B9  | Trabajar de forma colaborativa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| B10 | Comportarse con ética y responsabilidad social como ciudadano y como profesional                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| B11 | Comunicarse de manera efectiva en un entorno de trabajo                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| B12 | Expresarse correctamente, tanto de forma oral como escrita, en las lenguas oficiales de la comunidad autónoma                                                                                                                                                                                                                                             |
| B13 | Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de la vida                                                                                                                                                                |
| B14 | Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía abierta, culta, crítica, comprometida, democrática y solidaria, capaz de analizar la realidad, diagnosticar problemas, formular e implantar soluciones basadas en el conocimiento y orientadas al bien común                                                                                            |
| B15 | Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras                                                                                                                                                                                                                                          |
| B16 | Valorar críticamente el conocimiento, la tecnología y la información disponible para resolver los problemas con que deben enfrentarse                                                                                                                                                                                                                     |
| C3  | Aprovechamiento e incorporación de las nuevas tecnologías.                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| C5  | Comprensión de la necesidad de actuar de forma enriquecedora sobre el medio ambiente contribuyendo al desarrollo sostenible.                                                                                                                                                                                                                              |
| C6  | Comprensión de la necesidad de analizar la historia para entender el presente.                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| C7  | Apreciación de la diversidad.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| C8  | Facilidad para la integración en equipos multidisciplinares.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

| Resultados de aprendizaje |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| Resultados de aprendizaje | Competencias del título |

|                                                                                                                                               |      |      |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-----|
| Conocimiento y comprensión de las relaciones entre calidad del agua, contaminación del agua y degradación de las masas de agua.               | AM1  | BM1  | CM6 |
|                                                                                                                                               | AM3  | BM2  | CM8 |
|                                                                                                                                               | AM5  | BM3  |     |
|                                                                                                                                               | AM25 | BM4  |     |
|                                                                                                                                               | AM27 | BM6  |     |
|                                                                                                                                               | AM33 | BM7  |     |
|                                                                                                                                               | AM34 | BM8  |     |
|                                                                                                                                               | AM35 | BM9  |     |
|                                                                                                                                               | AM46 | BM10 |     |
|                                                                                                                                               |      | BM11 |     |
|                                                                                                                                               |      | BM13 |     |
|                                                                                                                                               |      | BM14 |     |
|                                                                                                                                               |      | BM15 |     |
| Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar tecnologías para resolver problemas relacionados con la depuración de aguas residuales     | AM1  | BM1  | CM3 |
|                                                                                                                                               | AM2  | BM2  | CM5 |
|                                                                                                                                               | AM3  | BM3  | CM8 |
|                                                                                                                                               | AM5  | BM4  |     |
|                                                                                                                                               | AM25 | BM5  |     |
|                                                                                                                                               | AM27 | BM6  |     |
|                                                                                                                                               | AM33 | BM7  |     |
|                                                                                                                                               | AM34 | BM8  |     |
|                                                                                                                                               | AM35 | BM9  |     |
|                                                                                                                                               | AM46 | BM10 |     |
|                                                                                                                                               |      | BM11 |     |
|                                                                                                                                               |      | BM12 |     |
|                                                                                                                                               |      | BM13 |     |
| Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar tecnologías para resolver problemas relacionados con el tratamiento de lodos de depuración | AM1  | BM1  | CM3 |
|                                                                                                                                               | AM2  | BM2  | CM6 |
|                                                                                                                                               | AM3  | BM3  | CM7 |
|                                                                                                                                               | AM5  | BM4  | CM8 |
|                                                                                                                                               | AM12 | BM5  |     |
|                                                                                                                                               | AM25 | BM6  |     |
|                                                                                                                                               | AM27 | BM7  |     |
|                                                                                                                                               | AM33 | BM8  |     |
|                                                                                                                                               | AM34 | BM9  |     |
|                                                                                                                                               | AM35 | BM10 |     |
|                                                                                                                                               | AM46 | BM11 |     |
|                                                                                                                                               |      | BM12 |     |
|                                                                                                                                               |      | BM13 |     |
|                                                                                                                                               |      | BM14 |     |
|                                                                                                                                               |      | BM15 |     |
|                                                                                                                                               |      | BM16 |     |



|                                                                                                                                              |      |      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-----|
| Conocimiento y comprensión para aplicar tecnologías para resolver problemas relacionados con la reutilización de aguas residuales depuradas. | AM1  | BM1  | CM3 |
|                                                                                                                                              | AM2  | BM2  | CM6 |
|                                                                                                                                              | AM3  | BM3  | CM7 |
|                                                                                                                                              | AM5  | BM4  | CM8 |
|                                                                                                                                              | AM12 | BM5  |     |
|                                                                                                                                              | AM25 | BM6  |     |
|                                                                                                                                              | AM27 | BM7  |     |
|                                                                                                                                              | AM33 | BM8  |     |
|                                                                                                                                              | AM34 | BM9  |     |
|                                                                                                                                              | AM35 | BM10 |     |
|                                                                                                                                              | AM46 | BM11 |     |
|                                                                                                                                              |      | BM12 |     |
|                                                                                                                                              |      | BM13 |     |
|                                                                                                                                              |      | BM14 |     |
|                                                                                                                                              |      | BM15 |     |
|                                                                                                                                              |      | BM16 |     |

| Contenidos                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema                                                                               | Subtema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1.- SISTEMAS DE SANEAMIENTO DE POBLACIONES                                         | INTRODUCCIÓN. SISTEMAS INTEGRALES E INTEGRADOS DE SANEAMIENTO Y DRENAJE. ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE SANEAMIENTO. Redes unitarias y redes separativas. Las técnicas de drenaje urbano sostenible. La EDAR como infraestructura integrada en el sistema. HERRAMIENTAS ACTUALES DE PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN: LOS MODELOS DE SIMULACIÓN. Modelos de simulación. Modelización integrada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2.- CONTEXTO NORMATIVO GENERAL DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO                      | AGENTES Y COMPETENCIAS EN EL SANEAMIENTO URBANO. PLANES, PROGRAMAS Y NORMATIVA CON INCIDENCIA EN EL SANEAMIENTO Y DRENAJE URBANO EN GALICIA. PLANES, PROGRAMAS Y NORMATIVA A NIVEL ESTATAL. PLANES, PROGRAMAS Y NORMATIVA A NIVEL AUTONÓMICO.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3.- CAUDALES EN SISTEMAS DE SANEAMIENTO Y DRENAJE: TIEMPO SECO Y TIEMPO DE LLUVIA. | INTRODUCCIÓN. ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES EN AGLOMERACIONES URBANAS. CAUDALES DE AGUAS PLUVIALES. Precipitaciones. Transformación lluvia escurrentía.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 4.- CONTAMINACIÓN EN LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO Y DRENAJE                         | CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES EN TIEMPO SECO: Introducción. Cargas de contaminación de las aguas residuales urbanas. El concepto de habitante equivalente. Variación temporal de la contaminación de las aguas residuales. LA CONTAMINACIÓN ORIGINADA EN LA SUPERFICIE DE LAS CUENCAS: Fuentes de contaminación de la escurrentía urbana. Características de la contaminación presente en la superficie de las cuencas. LA CONTAMINACIÓN ASOCIADA A LOS DEPÓSITOS DE SEDIMENTOS: Introducción. Características de los contaminantes encontrados en los imbornales. Características de los sedimentos encontrados en las redes de alcantarillado. RESTRICCIONES DE VERTIDO A ALCANTARILLADO. CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS EN TIEMPO DE LLUVIA: Contaminación en las redes separativas de aguas pluviales. Contaminación en tiempo de lluvia en las redes unitarias. Comparativa general de los contaminantes encontrados en las redes unitarias y separativas. |



|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5.- IMPACTO DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO Y DRENAJE SOBRE LOS MEDIOS ACUÁTICOS       | INTRODUCCIÓN A LA PROBLEMÁTICA DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS POR LOS VERTIDOS DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO Y DRENAJE EN TIEMPO DE LLUVIA: Los procesos de urbanización y la alteración del régimen hidrológico. Características de los sistemas acuáticos receptores y la contaminación por escorrentía urbana. CARACTERÍSTICAS DE LOS FENÓMENOS Y PROCESOS DE CONTAMINACIÓN EN LAS AGUAS RECEPTORAS: Cambios en la calidad del agua. Impacto sobre las comunidades biológicas. Riesgos para la salud pública. ESTÁNDARES DE CALIDAD DE AGUAS PARA SUCESOS TRANSITORIOS DE CONTAMINACIÓN POR DESCARGAS INTERMITENTES: Necesidad de los estándares de calidad de aguas intermitentes. Criterios, estándares y objetivos de calidad de agua. Aspectos complementarios para el análisis de sucesos de contaminación transitorios. Estándares disponibles para sucesos transitorios de contaminación. Estándares intermitentes de la calidad de las aguas y el buen estado ecológico de los sistemas acuáticos. |
| 6.- TÉCNICAS DE GESTIÓN DE LA ESCORRENTÍA URBANA EN SISTEMAS SEPARATIVOS Y UNITARIOS. | LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO Y DRENAJE URBANO Y LAS TÉCNICAS DE GESTIÓN DE LA ESCORRENTÍA URBANA. OBJETIVOS Y CLASIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE GESTIÓN DE LA ESCORRENTÍA URBANA: Control en origen. Control aguas abajo. TIPOLOGÍA DE LAS TÉCNICAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE: TDUS con control y tratamiento en origen. TDUS con control y tratamiento aguas abajo. Sistemas de tratamiento y depuración en los TDUS de control aguas abajo. SELECCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE GESTIÓN DE AGUAS DE ESCORRENTÍA URBANA Y DE REBOSES DE ALCANTARILLADO UNITARIO. Objetivos de los sistemas de control y tratamiento de rebooses. Criterios de diseño. Elementos complementarios y otras consideraciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 7.- ELIMINACIÓN DE NITRÓGENO MEDIANTE PROCESOS DE BIOMASA EN SUSPENSIÓN.              | BASES DE LA NITRIFICACIÓN Y DESNITRIFICACIÓN. Introducción. Ciclo del nitrógeno. Formas de nitrógeno en el agua residual. NITRIFICACIÓN. Descripción del proceso. Cinética de la nitrificación. Particularidades de la cinética en biopelículas. Clasificación de los procesos de nitrificación. Oxidación del carbono y nitrificación en una sola etapa. DESNITRIFICACIÓN. Conceptos básicos. Cinética de la desnitrificación. Procesos de nitrificación y desnitrificación más utilizados. Parámetros generales de diseño.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 8.- REACTORES DE BIOMASA EN SUSPENSIÓN PARA NITRIFICACIÓN Y DESNITRIFICACIÓN.         | TIPOLOGÍAS DE COMBINACIÓN DE REACTORES. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO. CANALES DE OXIDACIÓN. Características generales. Criterios de dimensionamiento.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 9.- TECNOLOGÍAS BIOPELÍCULA DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES                         | ANÁLISIS DE LA BIOPELÍCULA. FORMACIÓN Y ACUMULACIÓN. COMPOSICIÓN. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS. TRANSPORTE DE MATERIALES Y REACCIÓN. TIPOLOGÍA DE PROCESOS BIOPELÍCULA. VENTAJAS E INCONVENIENTES.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 11.- BIODISCOS                                                                        | DESCRIPCIÓN. FUNDAMENTO. MODELO TEÓRICO. DISEÑO. APLICACIÓN. VENTAJAS E INCONVENIENTES.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 12.- LECHOS AIREABLES SUMERGIDOS                                                      | DESCRIPCIÓN. APLICACIONES. DISEÑO PARA LA OXIDACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA. DISEÑO PARA LA ELIMINACIÓN CONJUNTA DE MATERIA ORGÁNICA Y NITRÓGENO TOTAL.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 13.- BIOFILTROS AIREADOS                                                              | DESCRIPCIÓN. TIPOLOGÍA. VENTAJAS E INCONVENIENTES. APLICACIONES. DISEÑO.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 14.- ELIMINACIÓN DE FÓSFORO POR PRECIPITACIÓN QUÍMICA                                 | MECANISMOS DE LA ELIMINACIÓN QUÍMICA DEL FÓSFORO. ESTEQUIOMETRÍA Y BALANCES DE MATERIA. SISTEMAS PARA LA ELIMINACIÓN QUÍMICA DE FÓSFORO. DISEÑO.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 15.- ELIMINACIÓN DE FÓSFORO POR VÍA BIOLÓGICA                                         | MECANISMOS DE LA ELIMINACIÓN BIOLÓGICA DEL FÓSFORO. BALANCES DE MATERIA. TECNOLOGÍAS PARA LA ELIMINACIÓN BIOLÓGICA DE FÓSFORO. DISEÑO.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |



|                                                          |                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 16.- GESTIÓN DE FANGOS DE DEPURADORAS.                   | MARCO LEGAL Y NORMATIVO. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE DEPURACIÓN. PLAN NACIONAL DE LODOS DE DEPURADORAS. UTILIZACIÓN DE FANGOS EN LA AGRICULTURA |
| 17.- REACTOR BIOPELÍCULA DE LECHO MÓVIL (MBBR)           | DESCRIPCIÓN. APLICACIONES. DISEÑO PARA LA OXIDACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA. DISEÑO PARA LA ELIMINACIÓN CONJUNTA DE MATERIA ORGÁNICA Y NITRÓGENO TOTAL.  |
| 18.- DESINFECCIÓN DE EFLUENTES:<br>CLORACIÓN-DECLORACIÓN | INTRODUCCIÓN. DESCRIPCIÓN. CLORACIÓN-DECLORACIÓN: TEORÍA. PROBLEMAS DE LA CLORACIÓN. DISEÑO DE LA CLORACIÓN-DECLORACIÓN.                             |

| Planificación                                                                                                                     |                                                                                     |                    |                                          |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------|---------------|
| Metodologías / pruebas                                                                                                            | Competencias                                                                        | Horas presenciales | Horas no presenciales / trabajo autónomo | Horas totales |
| Sesión magistral                                                                                                                  | A1 A2 A3 A5 A12 A25<br>A33 A34 A35 A46 B1<br>B2 B3 B4 B6 B7 B8<br>B12 B13 B14 C6 C8 | 30                 | 60                                       | 90            |
| Salida de campo                                                                                                                   | B9 B11 B13 C7                                                                       | 7.5                | 0                                        | 7.5           |
| Trabajos tutelados                                                                                                                | A27 A34 B3 B5 B6 B8<br>B9 B10 B11 B15 B16<br>C3 C5 C8                               | 2                  | 10                                       | 12            |
| Prueba de respuesta breve                                                                                                         | A34                                                                                 | 1                  | 0                                        | 1             |
| Atención personalizada                                                                                                            |                                                                                     | 2                  | 0                                        | 2             |
| (*)Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos |                                                                                     |                    |                                          |               |

| Metodologías              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodologías              | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Sesión magistral          | Los profesores expondrán en clase todos los temas, apoyándose en presentaciones gráficas. La asistencia del alumno formará parte de la evaluación.                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Salida de campo           | Los profesores concertarán al menos una visita de carácter técnico para conocer sistemas de saneamiento integral.                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Trabajos tutelados        | El alumno realizará al menos 1 trabajo tutelado consistente en una solución técnica de diseño mediante el uso de hoja de cálculo. Si alguno de los alumnos desea que el trabajo de curso sea útil para su proyecto final de carrera los profesores realizarán un especial apoyo y seguimiento del mismo.<br><br>De manera alternativa se podrá realizar un trabajo de investigación (experimental o teórica). |
| Prueba de respuesta breve | Los profesores elaborarán y entregarán a los alumnos un listado de preguntas de solución con respuestas breves. El día del examen, de ese listado se sortearán las preguntas que el alumnos deberá contestar en un tiempo aproximado de 1 hora. Las preguntas pueden implicar respuestas teóricas y/o de cálculo, así como dibujar un equipo o poner nombres a elementos de un sistema de tratamiento, etc.   |

| Atención personalizada                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodologías                           | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Sesión magistral<br>Trabajos tutelados | Para su realización es importante consultar con el profesor los avances que se vayan realizando progresivamente para ofrecer las orientaciones necesarias en cada caso para asegurar la calidad de los trabajos de acuerdo a los criterios que se indicarán. El seguimiento se hará preferentemente de forma presencial por grupo. |

| Evaluación   |              |             |              |
|--------------|--------------|-------------|--------------|
| Metodologías | Competencias | Descripción | Calificación |



|                           |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Salida de campo           | B9 B11 B13 C7                                                                       | La participación en las visitas técnicas será tenida en cuenta para la evaluación global.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5  |
| Sesión magistral          | A1 A2 A3 A5 A12 A25<br>A33 A34 A35 A46 B1<br>B2 B3 B4 B6 B7 B8<br>B12 B13 B14 C6 C8 | <p>Se exigirá que el alumno cumpla con una asistencia mínima del 75 % de las horas-clase magistrales efectivas. Para aprobar la asignatura con metodología Bolonia se deberá cumplir este requisito (leer "observaciones evaluación", apartado A). Los profesores podrán hacer un seguimiento y advertir al alumno sobre la falta de cumplimiento de este requisito, pero en todo caso, será responsabilidad individual de cada alumno el autocontrol sobre su grado de asistencia a clases.</p> <p>En el caso de alumnos con matrícula de dedicación parcial, el alumno se someterá a una prueba específica de examen que se describe en el apartado B de observaciones evaluación. Sin embargo, si este tipo de alumnado cumple con el porcentaje mínimo de asistencia y realiza el trabajo(s) tutelado(s) su evaluación será idéntica a la del alumnado con matrícula a tiempo completo.</p> | 20 |
| Prueba de respuesta breve | A34                                                                                 | <p>La prueba de control de conocimientos es de obligada realización por los alumnos. Formará parte de la evaluación global. Es un requisito fundamental para aprobar la asignatura; que el alumno obtenga un mínimo de 5 puntos sobre 10 en esta prueba.</p> <p>Leer atentamente "observaciones evaluación", donde se matiza los criterios de evaluación para alumnos de matrícula a tiempo completo (apartado A) y para alumnos de matrícula a tiempo parcial (apartado B).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 25 |
| Trabajos tutelados        | A27 A34 B3 B5 B6 B8<br>B9 B10 B11 B15 B16<br>C3 C5 C8                               | <p>Desarrollo de un trabajo práctico de diseño en hoja de cálculo. Se realizará un seguimiento en horario de clases y en horario de tutoría. La realización del trabajo es obligatoria y debe obtenerse una nota de 5 puntos sobre 10 para aprobar la asignatura.</p> <p>A la hora de realizar el trabajo no solo es importante el resultado final; se evaluará al alumno (o alumnos que realicen el trabajo) el cumplimiento de los objetivos parciales de avance que se vayan fijando en las tutorías.</p> <p>El alumno dibujará las plantas de las diversas soluciones de EDAR que haya dimensionado.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 50 |

Observaciones evaluación



**CRITERIOS DE EVALUACIÓN.**- Alumnos con matrícula a tiempo completo Para superar la asignatura, tanto en la prueba de respuesta breve como en el trabajo tutelado el alumno deberá obtener una nota mínima de cinco sobre diez.

El porcentaje mínimo exigido de asistencia general es del 80%. La asistencia general se controlará mediante la firma del alumno en la hoja de control. En la asistencia general se computa: sesiones magistrales y presentación de trabajos tutelados.

Sobre una base de diez puntos, la puntuación de la asistencia general va de 0 puntos (cuando se tiene el 80% de asistencia) a 2.0 puntos (con el 100% de asistencia). Entre el 80 y 100% de asistencia, la puntuación se obtiene mediante un ajuste lineal entre los puntos de coordenadas (0; 80) y (2.0; 100).

El alumno se hace responsable de hacer un autoseguimiento de su cumplimiento en cuanto a asistencia a clases y tutorías.

**B.- Alumnos con matrícula a tiempo parcial** Por normativa, los estudiantes con matrícula a tiempo parcial están exentos de la asistencia a las sesiones magistrales. Así, para estos alumnos la puntuación queda repartida como sigue:

- ... Sesiones magistrales ..... 0%
- ... Salida de campo ..... 5%
- ... Trabajos tutelados ..... 55%
- ... Prueba de respuesta breve ..... 40%

Para superar la asignatura, tanto en la prueba de respuesta breve como en el trabajo tutelado el alumno deberá obtener una nota mínima de cinco sobre diez. El trabajo tutelado será objeto de seguimiento y evaluación presencial.

Los

alumnos a tiempo parcial dispondrán del material docente (apuntes, presentaciones, etc.) de la misma forma que los alumnos con dedicación a tiempo completo, es decir, a través de la plataforma moodle. Para estos alumnos, se deja abierta la concertación de tutorías personalizadas en un horario que se adapte a sus necesidades específicas y que se podrá concretar mediante correo electrónico.

## Fuentes de información

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Básica</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metcalf&amp;Eddy (1995). Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. Madrid: McGraw-Hill Interamericana</li> <li>- CORTACANS J.A. (2000). Fangos activos: eliminación biológica de nutrientes. Edita Colegio de I.C.C.P. Madrid.</li> <li>- Tejero, J. Suárez, A. Jácome; J. Temprano (2004). Ingeniería sanitaria y ambiental. Santander: ETSI Caminos</li> <li>- CEDEX (2014). Curso sobre tratamiento de aguas residuales y explotación de estaciones depuradoras"; Dos tomos. Madrid: CEDEX</li> <li>- EPA (1987). Design Manual. Phosphorus Removal.. EPA/625/1-87/001. Cincinnati, OH</li> <li>- EPA (1993). Nitrogen Control. EPA/625/R-93/010. . U.S. Environmental Protection Agency. Cincinnati, Ohio.</li> <li>- CEDEX - (2007). Guía técnica sobre rede de saneamiento y drenaje urbano.. Ministerio de Fomento.</li> <li>- CEDEX (2009). Gestión de las aguas pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano.. Editores. J. Puertas, J. Suárez y J. Anta</li> <li>- XUNTA DE GALICIA (2009). Instrucciones Técnicas de Obras Hidráulicas. Augas de Galicia</li> </ul> |
| <b>Complementaria</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- AWWA -ASCE (1998). Water Treatment Plant Design. NY: McGraw-Hill</li> <li>- DEGREMONT (1979). Manual técnico del agua. Madrid: Degremont</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

## Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente





Ingeniería ambiental/632G01012

Hidráulica e hidrología/632G01016

Abastecimiento y Saneamiento/632G01032

Calidad de Aguas/632G01046

Gestión Ambiental/632G01047

Hidrología Superficial y Subterránea/632G01050

Tratamiento de Aguas/632G01056

Ingeniería sanitaria/632514009

## Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

## Asignaturas que continúan el temario

## Otros comentarios

Leer atentamente los criterios de evaluación en el recuadro de "observaciones evaluación" del paso 7: Evaluación. Las clases se impartirán en castellano.

(\*) La Guía Docente es el documento donde se visualiza la propuesta académica de la UDC. Este documento es público y no se puede modificar, salvo cosas excepcionales bajo la revisión del órgano competente de acuerdo a la normativa vigente que establece el proceso de elaboración de guías