



Guía Docente				
Datos Identificativos				2023/24
Asignatura (*)	Enxeñaría sanitaria	Código	632514009	
Titulación	Mestrado Universitario en Enxeñaría de Camiños, Canais e Portos			
Descritores				
Ciclo	Período	Curso	Tipo	Créditos
Mestrado Oficial	2º cuatrimestre	Primeiro	Obrigatoria	4.5
Idioma	Castelán			
Modalidade docente	Presencial			
Prerrequisitos				
Departamento	Enxeñaría Civil			
Coordinación	Suarez Lopez, Joaquin	Correo electrónico	joaquin.suarez@udc.es	
Profesorado	Jacome Burgos, Alfredo Suarez Lopez, Joaquin	Correo electrónico	alfredo.jacome@udc.es joaquin.suarez@udc.es	
Web				
Descrición xeral	<p>Comprender as relacións entre calidade e contaminación da auga. Coñecer os compoñentes dos sistemas de abastecemento e saneamento de poboacións. Comprender e aplicar tecnoloxías para resolver problemas relacionados co tratamento da auga (potabilización, depuración e reutilización).</p> <p>Coñecemento, comprensión e capacidade para o uso de fundamentos, técnicas e tecnoloxías de tratamento de augas potables e depuración de augas residuais residuais co fin de configurar e dimensionar liñas de proceso capaces de alcanzar os obxectivos de calidade/contaminación da auga desexados.</p>			

Competencias / Resultados do título	
Código	Competencias / Resultados do título
A1	Capacitación científico-técnica e metodolóxica para a asesoría, a análise, o deseño, o cálculo, o proxecto, a planificación, a dirección, a xestión, a construción, o mantemento, a conservación e a explotación nos campos relacionados coa Enxeñaría Civil: edificación, enerxía, estruturas, xeotecnia, hidráulica, hidroloxía, enxeñaría cartográfica, enxeñaría marítima e costeira, enxeñaría sanitaria, materiais de construción, medio ambiente, ordenación do territorio, transportes e urbanismo, entre outros
A2	Capacidade para comprender os múltiples condicionamentos de carácter técnico, legal e da propiedade que se suscitan no proxecto dunha obra pública, e capacidade para establecer diferentes alternativas válidas, elixir a óptima e plasmala adecuadamente, prevendo os problemas da súa construción, e empregando os métodos e tecnoloxías máis adecuadas, tanto tradicionais como innovadoras, coa finalidade de conseguir a maior eficacia dentro do respecto polo medio ambiente e a protección da seguridade e saúde dos traballadores e usuarios da obra pública
A3	Coñecemento, comprensión e capacidade para aplicar a lexislación necesaria durante o desenvolvemento da profesión de Enxeñeiro de Camiños, Canais e Portos
A5	Coñecemento da profesión de Enxeñeiro de Camiños, Canais e Portos e das actividades que se poden realizar no eido da Enxeñaría Civil
A6	Aplicación das capacidades técnicas e xestoras en actividades de I+D+i dentro do eido da Enxeñaría Civil
A8	Utilización dos ordenadores para a resolución de problemas complexos de enxeñaría. Utilización de métodos e modelos sofisticados de cálculo por ordenador así como utilización de técnicas de sistemas expertos e de intelixencia artificial no contexto das súas aplicacións na resolución de problemas do ámbito estrito da Enxeñaría Civil
A10	Aplicación das características da aleatoriedade da maioría dos fenómenos físicos, sociais e económicos, para actuar da forma correcta na toma de decisións ante a presenza de incerteza en problemas complexos, e para efectuar análises e crítica racional de actuacións
A33	Coñecemento, comprensión e capacidade para aplicar tecnoloxías para resolver problemas relacionados cos residuos sólidos urbanos, a contaminación atmosférica, sonora e da auga.
A34	Capacidade para deseñar e xestionar o abastecemento e saneamento dunha poboación, incluíndo deseño e proxecto de solucións de saneamento, drenaxe e xestión avanzada de augas residuais na cidade. Coñecemento sobre procesos avanzados de depuración para a eliminación de nutrientes e de estratexias de xestión de augas tempo de choiva.
A35	Coñecemento e comprensión do funcionamento dos ecosistemas e os factores ambientais co fin de inventariar o medio, aplicando metodoloxías de valoración de impactos para o seu emprego en estudos e avaliacións de Impacto Ambiental.



B1	Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun xeito que terá que ser en gran medida autodirixido ou autónomo.
B2	Posuír e comprender coñecementos que aporten unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e/ou aplicación de ideas, a miúdo nun contexto de investigación
B6	Resolver problemas de forma efectiva
B9	Traballar de forma colaborativa
B10	Comportarse con ética e responsabilidade social como cidadán e como profesional
B14	Desenvolverse para o exercicio dunha cidadanía aberta, culta, crítica, comprometida, democrática e solidaria, capaz de analizar a realidade, diagnosticar problemas, formular e implantar solucións baseadas no coñecemento e orientadas ao ben común
C5	Comprensión da necesidade de actuar de forma enriquecedora sobre o medio ambiente contribuíndo ao desenvolvemento sostible
C8	Facilidade para a integración en equipos multidisciplinares

Resultados da aprendizaxe			
Resultados de aprendizaxe		Competencias / Resultados do título	
Capacitación científico-técnica e metodolóxica para a asesoría, o análise, o deseño, o cálculo, o proxecto, a planificación, a dirección, a xestión, a construción, o mantemento, a conservación e a explotación en os campos relacionados coa Ingeniería Civil: edificación, enerxía, estruturas, xeotecnia, hidráulica, hidroloxía, enxeñaría cartográfica, enxeñaría marítima e costeira, enxeñaría sanitaria, materiais de construción, medio ambiente, ordenación do territorio, transportes e urbanismo, entre outros	AM1		
Capacidade para comprender os múltiples condicionamentos de carácter técnico, legal e de la propiedade que se plantean en o proxecto de una obra pública, e capacidade para establecer diferentes alternativas válidas, elegir a óptima e plasmarla adecuadamente, prevendo os problemas de su construción, e empregando os métodos e tecnoloxías máis adecuadas, tanto tradicionais como innovadores, con la finalidade de conseguir la mayor eficacia dentro del respeto por el medio ambiente e la protección de la seguridad e salud de los trabajadores e usuarios de la obra pública	AM2		
Conocimiento, comprensión e capacidade para aplicar la legislación necesaria durante el desarrollo de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales e Puertos	AM3		
Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales e Puertos e de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la Ingeniería Civil	AM5		
Aplicación de las capacidades técnicas e gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la Ingeniería Civil	AM6		
Utilización de los ordenadores para la resolución de problemas complejos de enxeñaría. Utilización de métodos e modelos sofisticados de cálculo por ordenador así como utilización de técnicas de sistemas expertos e de inteligencia artificial en el contexto de sus aplicaciones en la resolución de problemas del ámbito estricto de la Ingeniería Civil	AM8		
Aplicación de las características de la aleatoriedad de la mayoría de los fenómenos físicos, sociales e económicos, para actuar de la forma correcta en la toma de decisiones ante la presencia de incertidumbre en problemas complejos, e para efectuar análisis e crítica racional de actuaciónes	AM10		
Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaxe que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		BM1	
Coñecemento e comprensión para aplicar tecnoloxías para resolver problemas relacionados coa reutilización de augas residuais depuradas.	AM34		
Coñecemento, comprensión e capacidade para aplicar tecnoloxías para resolver problemas relacionados co tratamento de lamas de depuración	AM34		
Coñecemento, comprensión e capacidade para aplicar tecnoloxías para resolver problemas relacionados coa depuración de augas residuais	AM34		
Coñecemento e comprensión das relacións entre calidade da auga, contaminación da auga e degradación das masas de auga.	AM35		
Conocimiento, comprensión e capacidade para aplicar tecnoloxías para resolver problemas relacionados con los residuos sólidos urbanos, la contaminación atmosférica, sonora e del agua	AM33		
Poseer e comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser orixinais en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		BM2	



Resolver problemas de forma efectiva		BM6	
Trabajar de forma colaborativa		BM9	
Comportarse con ética y responsabilidad social como ciudadano y como profesional		BM10	
Entender y aplicar el marco legal de la disciplina		BM14	
Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras			CM5
Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad			CM8

Contidos	
Temas	Subtemas
1.- CAUDAIS DE ABASTECIMIENTO E DE SANEAMENTO	O consumo urbano. Variación e evolución do consumo. Outros consumos. Cálculo de caudais abastecemento. Cálculo de caudais en saneamento.
2.- OBXETIVOS E CONFIGURACIÓN DUNHA LIÑA DE POTABILIZACIÓN DE AUGAS	Obxetivos. Configuración.
3.- CONTAMINACIÓN DAS AUGAS RESIDUAIS E OBXECTIVOS DE VERTEDEURAS DAS DEPURADORAS	Parámetros de medida da contaminación. Directiva 91/271.  ITOHG-EDAR-Cargas de contaminación.
4.- DEPURACIÓN DE AUGAS RESIDUAIS	Obxetivos. Esquemas xerais de depuración. Liña convencional e outros esquemas. Tratamento de augas residuais urbanas. Tratamento de augas residuais industriais.
5.- ELIMINACIÓN DE PARTÍCULAS. DECANTACIÓN LIBRE	Obxetivos do tratamento. Tipos de tratamento. Decantación libre: teoría. Aplicación da decantación libre. Tecnoloxía. Criterios de deseño.
6.- FUNDAMENTOS DE LOS PROCESOS DE SEDIMENTACIÓN	Tipos de sedimentación. Sedimentación floculenta. Sedimentación de suspensións concentradas. Decantadores estáticos: criterios de deseño.
7.- PRETRATAMENTOS	Esquema xeral. Desbaste. Desareado. Desengraxado. Resumo de parámetros.  ITOHG-EDAR-OBRA DE LLEGADA. ITOHG-EDAR-PRETRATAMIENTOS.
8.- TRATAMENTOS PRIMARIOS	Obxetivos. Tipos de procesos. Decantación primaria. Procesos complementarios de mellora. Flotación por aire disolto.  ITOHG-EDAR-DECANTACIÓN PRIMARIA
9.- TRATAMENTOS BIOLÓXICOS	Fundamentos dos procesos biolóxicos de depuración. Cinética das reaccións microbianas. Modelo xeral de degradación de materia orgánica. Tipoloxía dos procesos biolóxicos.
10.- LODOS ACTIVOS	Introdución. Concepto. Teoría e deseño de procesos. Sistemas de aireación. Enxeñaría do proceso. Decantación secundaria.  ITOHG-EDAR-Biomasa en suspensión de media carga.
11.- LEITOS BACTERIANOS	Introdución. Concepto. Descrición do proceso. Análise teórica. Criterios de deseño. Decantación secundaria.  ITOHG-EDAR-Lechos bacterianos.
12.- LÍNEA DE LAMAS. INTRODUCCIÓN	Obxetivos. Características xerais dos lodos. Etapas e obxetivos. Esquemas xerais de liñas de lodo. Orixe dos fluxos de lodo e características. Estimación da produción. Estabilización.
13.- PRETRATAMIENTO E ESPESAMIENTO	Obxetivos. Tipos de procesos. Espesamiento por gravidade. Espesamiento por flotación. Centrífugas. Mesas espesadoras. Tambores de espesamiento.
14.- ESTABILIZACIÓN DE FANGOS	Objetivos. Tipos de estabilización. Estabilización con cal. Acondicionamiento térmico. Digestión aerobia. Digestión anaerobia. Criterios de diseño del proceso convencional.



15.- DESHIDRATACIÓN E EVACUACIÓN DE LAMAS	Introdución. Tipos de deshidratación. Acondicionamento do lodo. Deshidratación natural: eras de secado. Deshidratación mecánica. Evacuación de lodos.
16.- DESINFECCIÓN EFLUENTES	Principios da desinfección con radiación UV. Tecnoloxía de lámpada UV. Criterios de deseño.
17.- REUTILIZACIÓN DE AUGAS RESIDUAIS	Criterios de reutilización: RD sobre reutilización de augas residuais. Tecnoloxías para a rexeneración de augas residuais depuradas.
18.- ASPECTOS DE PREVENCIÓN DE RISCOS LABORAIS	Introdución. Principais riscos. Avaliación da exposición. Riscos químicos. Riscos biolóxicos. Riscos en cada unha das etapas. Control do risco.
19.- INFRAESTRUTURAS DE VERTIDO. EMISARIOS SUBMARINOS	Introdución. Principios de funcionamento. Instrucción de vertido ao mar.

Planificación				
Metodoloxías / probas	Competencias / Resultados	Horas lectivas (presenciais e virtuais)	Horas traballo autónomo	Horas totais
Sesión maxistral	A1 A2 A3 A5 A6 A8 A10 A33 A34 A35 B1 B2 C5	30	45	75
Traballos tutelados	B6 B9 B14	10	20	30
Proba de resposta breve	B10	2	1	3
Atención personalizada		4.5	0	4.5

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientativo, considerando a heteroxeneidade do alumnado

Metodoloxías	
Metodoloxías	Descrición
Sesión maxistral	Os profesores exporán en clase todos e cada un dos temas, apoiándose en presentacións gráficas. A asistencia do alumno formará parte da avaliación.
Traballos tutelados	O alumno, de forma individual, ou cun compañeiro, realizará o dimensionamento dunha depuradora de augas residuais urbanas. Traballarase en folia de cálculo excel. Valoraranse os seguintes aspectos: a) Cumprimento dos obxectivos fixados para cada data de tutoría-control. b) Comprensión dos criterios de dimensionamento. c) Claridade na secuencia de dimensionamento das diferentes etapas. d) Resolución de problemas ou erros detectados. d) Implicación na elaboración da folia de cálculo. e) Elaboración de diagrama de fluxos dá EDAR. e) Elaboración de esbozos finais de implantación de diversas solucións de EDAR. Os alumnos, de maneira individual, e co fin de poder valorar algúns dos aspectos citados anteriormente, deberán demostrar a súa competencia coa folia de cálculo elaborada aos profesores mediante un proceso de discusión dirixida. Esta avaliación realizarase en cada unha das entregas das diferentes partes da folia de cálculo.
Proba de resposta breve	Os profesores prepararán e entregarán aos alumnos unha lista de cuestións analíticas e conceptuais. Estas cuestións deberán ser resoltas polos alumnos, e sobre esta base de cuestións realizarase polo menos unha proba de control de coñecementos que formará parte da avaliación global de cada alumno con matrícula a tempo completo e que cumprise coa porcentaxe mínima esixido de asistencia (ler atentamente Avaliación, recuadro de "observacións avaiación").

Atención personalizada	
Metodoloxías	Descrición



Traballos tutelados Sesión maxistral	Para a realización do traballo tutelado é importante consultar co profesor os avances que se vaian realizando progresivamente para ofrecer as orientacións necesarias en cada caso para asegurar a calidade dos traballos de acordo aos criterios que se indicarán. O seguimento farase preferentemente de forma presencial individual ou por grupo.
-----------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Avaliación			
Metodoloxías	Competencias / Resultados	Descrición	Cualificación
Traballos tutelados	B6 B9 B14	Descríbese a súa estrutura e importancia no apartado de metodoloxía. É un requisito fundamental para aprobar a materia que o alumno obteña un mínimo de 5 puntos sobre 10 no traballo tutelado.	55
Sesión maxistral	A1 A2 A3 A5 A6 A8 A10 A33 A34 A35 B1 B2 C5	Esixírase que o alumno cumpra cunha asistencia mínima do 80% das horas-clase maxistras efectivas. Para aprobar a materia con metodoloxía Bolonia deberase cumprir este requisito (ler "observacións avaliación" apartado A). Os profesores poderán facer un seguimento e advertir ao alumno sobre a falta de cumprimento deste requisito, pero en todo caso, será responsabilidade individual de cada alumno o autocontrol sobre o seu grao de asistencia a clases.  No caso de alumnos con matrícula de dedicación parcial, a súa avaliación descríbese no apartado B de "observacións avaliación". Con todo, se estes alumnos asistisen regularmente a clases, cumprindo co mínimo esixido (80% de asistencia), e realizasen o traballo tutelado, entón a súa avaliación será similar aos alumnos con matrícula a tempo completo.	20
Proba de resposta breve	B10	A proba de control de coñecementos é de obrigada realización por todos os alumnos. Formará parte da avaliación continua global. É un requisito fundamental para aprobar a materia que o alumno obteña un mínimo de 5 puntos sobre 10 nesta proba.  Ler atentamente "observacións avaliación" para coñecer o detalle dos criterios de avaliación para alumnos de matrícula a tempo completo (apartado A) e para alumnos de matrícula a tempo parcial (apartado B).	25

### Observacións avaliación



## CRITERIOS DE AVALIACIÓN

A.- Alumnos con matrícula a tempo completo

O peso das partes avaliáveis será o seguinte: asistencia ás sesións maxistras (15%); saída de campo (5%); traballo tutelado (55%) e proba de resposta breve (25%).

Para superar a materia, tanto na proba de resposta breve como no traballo tutelado, o alumno deberá obter unha nota mínima de 5 sobre 10. É dicir, tanto o traballo tutelado como a proba de resposta breve son de obrigada realización para o estudante.

O alumno, de forma individual, ou cun compañeiro (será establecido polos profesores ao comezo da materia), realizará o dimensionamiento dunha depuradora de augas residuais urbanas. Traballarase en folla de cálculo excel. Valoraranse os seguintes aspectos:

- Cumprimento dos obxectivos fixados para cada data de titoría-control.
- Comprensión dos criterios de dimensionamiento.
- Claridade na secuencia de dimensionamiento das diferentes etapas.
- Resolución de problemas ou erros detectados.
- Implicación na elaboración da folla de cálculo.
- Elaboración de esbozos finais de implantación de diversas solucións de EDAR.
- Elaboración de diagrama de fluxos da EDAR.

Os alumnos, de maneira individual, e co fin de poder valorar algúns dos aspectos citados anteriormente, deberán demostrar a súa competencia coa folla de cálculo elaborada mediante un proceso de discusión cos profesores. Esta avaliación realizarase en cada unha das entregas das diferentes partes da folla de cálculo. O resultado desta avaliación é "apto" ou "non apto". Se o alumno é avaliado como "non apto" deberá fixar unha nova data de avaliación ata ser avaliado como "apto".

A proba de resposta breve comprenderá a "resolución de 14 cuestións". Dez (10) das cuestións para resolver sairán, por sorteo, dunha listaxe ampla de cuestións que se poñerá ao dispor dos alumnos no seu debido momento, e que por tanto o alumno coñecerá de antemán para o seu estudo e resolución. As outras 4 cuestións a resolver serán seleccionadas polo alumno dun conxunto de 6 cuestións que será entregado polos profesores aos alumnos o día e hora da convocatoria do exame. En xeral, as cuestións poderán ter carácter teórico e/ou práctico. As de carácter teórico poderán ter forma de test e/ou desenvolvemento breve. Cada unha das 14 cuestións que finalmente conformen o exame terá o valor de 1 punto, e o alumno deberá obter un mínimo de 7 sobre 14 para superar a proba de resposta breve.

A porcentaxe mínima esixida de asistencia ás sesións maxistras é do 80 % das horas de clase. A asistencia controlarase mediante a firma do alumno na folla de control. A puntuación da asistencia xeral vai de 0 puntos (cando se ten o 80% de asistencia) a 1,5 puntos (co 100% de asistencia). Entre o 80 e 100% de asistencia, a puntuación obtense mediante un axuste lineal entre os puntos de coordenadas (0; 80) e (1,5; 100).

B.- Para os alumnos con matrícula a tempo parcial

Por normativa, os alumnos a tempo parcial están exentos da asistencia ás sesións maxistras. Por tanto, a puntuación correspondente á asistencia distribúese entre o traballo tutelado e a proba de resposta breve, quedando así:

- ... Saída de campo (5%)
- ... Traballo tutelado (60%)
- ... Proba de resposta breve (35%)

Para superar a materia, tanto na proba de resposta breve como no traballo tutelado, o alumno deberá obter unha nota mínima de 5 sobre 10. É dicir, tanto o traballo tutelado como a proba de resposta breve son de obrigada realización para o estudante. As entregas parciais do traballo tutelado axustaranse ás mesmas datas que os alumnos a tempo completo e, do mesmo xeito que os alumnos a tempo completo, deberán demostrar a súa competencia coa folla de cálculo elaborada mediante un proceso de discusión cos profesores.

Os estudantes a tempo parcial dispoñerán de todos os materiais para o estudo na mesma plataforma Moodle.

Así mesmo, para a atención personalizada teñen á súa disposición o correo electrónico institucional a través do cal se poden facer consultas e acordar titorías cos profesores.



## Fontes de información

<b>Bibliografía 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>- Tejero, J. Suárez, A. Jácome; J. Temprano (2004). Ingeniería sanitaria y ambiental. Santander: ETSI Caminos</li><li>- DEGREMONT (1979). Manual técnico del agua. Madrid: Degremont</li><li>- G. Kiely (1998). Ingeniería ambiental. Fundamentos. Entornos. Tecnologías y sistemas de gestión. New York: McGraw-Hill</li><li>- H.J. Glynn, G.W. Heinke (2000). Ingeniería ambiental. NY: Prentice Hall</li><li>- STEEL, E.W.; MCGHEE, T (1981). Abastecimiento de agua y alcantarillado. Barcelona: Gustavo Gili, S.A</li><li>- ROMERO, J. (1999). Potabilización del agua. Bogotá: Alfaomega y Escuela Colombiana de Ingeniería</li><li>- CEDEX (---). CURSO SOBRE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y EXPLOTACIÓN DE ESTACIONES DEPURADORAS. VARIAS EDICIONES</li><li>- Hernández, A. (2015). MANUAL DE DISEÑO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES. Colección Señor - Colegio de Ing Caminos</li><li>- AUGAS DE GALICIA - XUNTA DE GALICIA (2013-2015). Instrucciones Técnicas de Obras Hidráulicas de Galicia: Serie EDAR. Galicia</li></ul>
<b>Bibliografía complementaria</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- AWWA -ASCE (1998). Water Treatment Plant Design. NY: McGraw-Hill</li></ul>

## Recomendacións

**Materias que se recomenda ter cursado previamente**

**Materias que se recomenda cursar simultaneamente**

**Materias que continúan o temario**

Xestión avanzada do saneamento/632514038

## Observacións

1.- Ler atentamente "observacións avaliación" para coñecer o detalle dos criterios de avaliación para alumnos de matrícula a tempo completo (apartado A) e para alumnos de matrícula a tempo parcial (apartado B).2.- Materia do Máster de Enxeñaría de Camiños, Canles e Portos que continua o temario: Xestión Avanzada do Saneamento Urbano de 2º curso.

(\*A Guía docente é o documento onde se visualiza a proposta académica da UDC. Este documento é público e non se pode modificar, salvo casos excepcionais baixo a revisión do órgano competente dacordo coa normativa vixente que establece o proceso de elaboración de guías