



Guía docente				
Datos Identificativos				2019/20
Asignatura (*)	Calidad de Aguas	Código	632G01046	
Titulación	Grao en Enxeñaría de Obras Públicas			
Descritores				
Ciclo	Periodo	Curso	Tipo	Créditos
Grado	2º cuatrimestre	Tercero	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 Suarez Lopez, Joaquin	Correo electrónico	alfredo.jacome@udc.es joaquin.suarez@udc.es	
Web				
Descripción general	La asignatura se centra en dos objetivos: (a) una profusa formación en calidad/composición físico, química y microbiológica de las aguas y aguas residuales y (b) relación de la calidad de las aguas con los diferentes usos, consuntivos y no consuntivos, y con los indicadores del estado de las masas de agua naturales.. La formación teórica se complementa con prácticas de laboratorio, individualizadas y en grupo, así como con salidas de trabajo de campo y con solución de ejercicios de cálculo ingenieril.			

Competencias / Resultados del título	
Código	Competencias / Resultados del título
A9	Conocimiento teórico y práctico de las propiedades químicas, físicas, mecánicas y tecnológicas de los materiales más utilizados en construcción.
A31	Conocimiento y comprensión del funcionamiento de los ecosistemas y los factores ambientales.
B1	Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio
B2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
B3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
B4	Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
B5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
B6	Aprender a aprender.
B7	Resolver problemas de forma efectiva.
B8	Aplicar un pensamiento crítico, lógico y creativo.
B9	Trabajar de forma autónoma con iniciativa.
B10	Trabajar de forma colaborativa.
B11	Comportarse con ética y responsabilidad social como ciudadano y como profesional.
B12	Comunicarse de manera efectiva en un entorno de trabajo.
B13	Expresarse correctamente, tanto de forma oral como por escrito, en las lenguas oficiales de la comunidad autónoma.
B15	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.
B16	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.
B17	Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras.
B18	Valorar críticamente el conocimiento, la tecnología y la información disponible para resolver los problemas con que deben enfrentarse.



B19	Asumir como profesional y ciudadano la importancia del aprendizaje a lo largo de la vida.
B20	Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad.
C1	Reciclaje continuo de conocimientos en el ámbito global de actuación de la Ingeniería Civil.
C2	Comprender la importancia de la innovación en la profesión.
C3	Aprovechamiento e incorporación de las nuevas tecnologías
C4	Entender y aplicar el marco legal de la disciplina.
C5	Comprensión de la necesidad de actuar de forma enriquecedora sobre el medio ambiente contribuyendo al desarrollo sostenible.
C7	Apreciación de la diversidad.
C8	Facilidad para la integración en equipos multidisciplinares.
C9	Capacidad para organizar y dirigir equipos de trabajo.
C10	Capacidad de análisis, síntesis y estructuración de la información y las ideas.
C11	Claridad en la formulación de hipótesis.
C12	Capacidad de abstracción.
C13	Capacidad de trabajo personal, organizado y planificado.
C14	Capacidad de autoaprendizaje mediante la inquietud por buscar y adquirir nuevos conocimientos, potenciando el uso de las nuevas tecnologías de la información.
C15	Capacidad de enfrentarse a situaciones nuevas.
C16	Habilidades comunicativas y claridad de exposición oral y escrita.
C17	Capacidad para aumentar la calidad en el diseño gráfico de las presentaciones de trabajos.
C18	Capacidad para aplicar conocimientos básicos en el aprendizaje de conocimientos tecnológicos y en su puesta en práctica
C19	Capacidad de realizar pruebas, ensayos y experimentos, analizando, sintetizando e interpretando los resultados

Resultados de aprendizaje			
Resultados de aprendizaje	Competencias / Resultados del título		
Conocimiento teórico y práctico de las propiedades químicas, físicas, mecánicas y tecnológicas de los materiales más utilizados en construcción.	A9		
Conocimiento y comprensión del funcionamiento de los ecosistemas y los factores ambientales.	A31		
Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio		B1	
Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio		B2	
Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética		B3	
Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado		B4	
Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía		B5	
Aprender a aprender.		B6	
Resolver problemas de forma efectiva.		B7	
Aplicar un pensamiento crítico, lógico y creativo.		B8	
Trabajar de forma autónoma con iniciativa.		B9	
Expresarse correctamente, tanto de forma oral como por escrito, en las lenguas oficiales de la comunidad autónoma.		B13	
Trabajar de forma colaborativa.		B10	
Comunicarse de manera efectiva en un entorno de trabajo.		B12	



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.		B16	
Comportarse con ética y responsabilidad social como ciudadano y como profesional.		B11	
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.		B15	
Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los me-dios al alcance de las personas emprendedoras.		B17	
Valorar críticamente el conocimiento, la tecnología y la información disponible para resolver los problemas con que deben enfrentarse.		B18	
Asumir como profesional y ciudadano la importancia del aprendizaje a lo largo de la vida.		B19	
Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad.		B20	
Reciclaje continuo de conocimientos en el ámbito global de actuación de la Ingeniería Civil.			C1
Comprender la importancia de la innovación en la profesión.			C2
Aprovechamiento e incorporación de las nuevas tecnologías			C3
Capacidad de trabajo personal, organizado y planificado.			C13
Entender y aplicar el marco legal de la disciplina.			C4
Comprensión de la necesidad de actuar de forma enriquecedora sobre el medio ambiente contribuyendo al desarrollo sostenible.			C5
Apreciación de la diversidad.			C7
Facilidad para la integración en equipos multidisciplinares.			C8
Capacidad para organizar y dirigir equipos de trabajo.			C9
Capacidad de análisis, síntesis y estructuración de la información y las ideas.			C10
Claridad en la formulación de hipótesis.			C11
Capacidad de trabajo personal, organizado y planificado.			C13
Capacidad de autoaprendizaje mediante la inquietud por buscar y adquirir nuevos conocimientos, potenciando el uso de las nuevas tecnologías de la información.			C14
Capacidad de enfrentarse a situaciones nuevas.			C15
Habilidades comunicativas y claridad de exposición oral y escrita.			C16
Capacidad para aumentar la calidad en el diseño gráfico de las presentaciones de trabajos.			C17
Capacidad para aplicar conocimientos básicos en el aprendizaje de conocimientos tecnológicos y en su puesta en práctica			C18
Capacidad de realizar pruebas, ensayos y experimentos, analizando, sintetizando e interpretando los resultados			C19
Capacidad de abstracción.			C12

Contenidos	
Tema	Subtema
1.- PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGUA	Características debido a puentes de hidrógeno. Compresibilidad. Viscosidad. Densidad. Tensión superficial. Propiedades termodinámicas.
2.- NOCIONES BÁSICAS DE QUÍMICA DEL AGUA	Unidades de concentración. Concepto de mol. Concepto de equivalente. Diferencia entre actividad y concentración.
3.- OXIDACIÓN-REDUCCIÓN	Introducción. Estequiometría redox. Energía y estequiometría de las reacciones bioquímicas.
4.- TERMODINÁMICA Y EQUILIBRIO QUÍMICO	Introducción. Cálculo del cambio de energía libre en condiciones estándares. Cambio de energía libre en condiciones ambientales o no ideales. Energía libre y su relación con la constante de equilibrio. Efecto de la temperatura en la constante de equilibrio.
5.- REACCIÓN QUÍMICA Y BALANCE DE MATERIA	Introducción. Ley de velocidad de reacción. Reacciones de orden 0 y orden 1. Reacciones de pseudo primer orden. Reacciones bioquímicas: determinación de las constantes. Aplicaciones: configuraciones de reactor y balances de materia



6.- AGUA NATURAL. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	Mediciones directas e indirectas. Conductividad. Alcalinidad. Dureza. pH. Composición química de las aguas naturales: Lluvia, Nieve, Ríos, Océanos, Aguas subterráneas.
7.- PARÁMETROS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN	Sólidos. Materia orgánica. Nitrógeno. Fósforo. Contaminación fecal.
8.- COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES	Tipos de aguas residuales. Aguas residuales domésticas. Aguas residuales pecuarias. Contaminación de origen agrario. Aguas residuales industriales. Aguas pluviales y aguas de escorrentía urbana. Aguas residuales urbanas. Concentraciones y cargas de contaminación.
9.- INTRODUCCIÓN A LA CALIDAD DE LAS AGUAS	Conceptos de calidad de aguas. Ciclo del agua y normativas de calidad. Parámetros de calidad del agua. Estándares de calidad del agua. Objetivos de calidad del agua. Índices de calidad del agua.
10.- CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR SUSTANCIAS PELIGROSAS.	Legislación y normativas de calidad ambiental.
11.- PRINCIPIOS GENERALES SOBRE EL ORDENAMIENTO JURÍDICO-ADMINISTRATIVO DE LA CALIDAD DEL AGUA.	La Ley de Aguas y su evolución. Reglamentos. Técnicas de protección de las aguas continentales. La Directiva Marco del Agua.
12.- CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA EN USOS CONSUNTIVOS.	Abastecimiento para consumo público. RD 140/2003. Abastecimiento para uso pecuario. Abastecimiento para Uso agrícola. Abastecimiento para uso industrial.
13.- CONTROL DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS NATURALES.	Protección de usos y de los ecosistemas. Calidad de las aguas subterráneas
14.- CALIDAD DE AGUAS EN RECURSOS COMPLEMENTARIOS: RECICLAJE DE AGUAS GRISES Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS	Conceptos básicos. Legislación: RD 1620/2007.
15.- CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LOS VERTIDOS	Directiva 91/271. Ordenanzas de vertidos. La regularización de los vertidos. El canon de control de vertidos. Canon del agua y coeficiente de vertido.
16.- CONTAMINACIÓN DIFUSA	Fuentes rurales. Fuentes urbanas. Contaminación por escorrentía de carreteras. Parámetros, polutogramas. Métodos de medición.
17.- MANUAL DEL LABORATORIO DE AGUAS	Tipos de muestras. Tipología de muestreos. Analítica de aguas naturales: pH, OD, CE, Turbidez, Indicadores fecales, Alcalinidad, Dureza, formas de nitrógeno y fósforo. Analítica de aguas residuales: DBO, DQO, SS, nutrientes.
18.- PRÁCTICA: DETERMINACIÓN DO ÍNDICE DE CALIDADE DO TRAMO DO RÍO LAGAR QUE DISCORRE POLO CAMPUS UNIVERSITARIO DE ELVIÑA	Toma de mostra. Análise in situ de pH, condutividade, temperatura e osíxeno disolto. Determinacións en laboratorio: Coliformes, DBO, nitrato, fósforo total, e turbidez. Cálculo do WQI ( Water Quality Index).
19.- PRÁCTICA: DETERMINACIÓN DA EFICIENCIA DOS PROCESOS DE DEPURACIÓN DA EDAR DE BENS	Toma de mostras simples. Análise in situ de pH, condutividade, temperatura e osíxeno disolto. Determinacións en laboratorio: DBO, DQO, SS, SSV, nitróxeno (todas as súas formas), fósforo total, turbidez, alcalinidad.

Planificación				
Metodologías / pruebas	Competencias / Resultados	Horas lectivas (presenciales y virtuales)	Horas trabajo autónomo	Horas totales
Estudio de casos	A31 B10 B8 B20 C4 C12	2	3.5	5.5
Prácticas de laboratorio	C3 C10 C11 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C9 C19	9	4	13
Trabajos tutelados	A31 B2 B3 B4 B5 B9 B10 B12 B13 B15 B16 B6 B8 B18 B19 B17 B20 B7 C13 C8	6	12	18



Prueba de respuesta breve	A9 A31 B1	2	6	8
Solución de problemas	A9 B2 B3 B4 C18	2	2	4
Sesión magistral	A9 A31 B11 C1 C4 C5 C7 C2	20	36	56
Atención personalizada		8	0	8

(\*) Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos

Metodologías	
Metodologías	Descripción
Estudio de casos	Presentación, descripción y discusión grupal.
Prácticas de laboratorio	Analíticas de aguas naturales y residuales.
Trabajos tutelados	Se realizará uno o dos trabajos tutelados, basados en la resolución de problemas reales respecto a la calidad y contaminación de las aguas, con especial énfasis en la interpretación técnico-legal de la normativa y ejercicio de toma de decisiones ingenieriles para proponer soluciones.
Prueba de respuesta breve	Se realizará una prueba de control de conocimientos basada en preguntas específicas cuyas respuestas serán de desarrollo medio a corto. Para facilitar la resolución de la prueba, el alumno recibirá previamente un cuestionario amplio del cual se extraerán por sorteo las cuestiones que conformarán la prueba de control.
Solución de problemas	Los alumnos resolverán un boletín de problemas sobre calidad, composición y gestión de las aguas y aguas residuales.
Sesión magistral	Todos los temas serán presentados por los profesores del curso. La presentación oral se basará en apuntes propios de la asignatura que estarán a disposición de los alumnos antes de las sesiones.

Atención personalizada	
Metodologías	Descripción
Prácticas de laboratorio	Una vez elegido el tema del trabajo, seleccionado entre varios ofertados por los profesores, se realizará un seguimiento en horario lectivo y también en horario de tutoría.
Trabajos tutelados	
Solución de problemas	Para las prácticas de laboratorio se contará con el acompañamiento del profesor y/o ayudante de laboratorio.

Evaluación			
Metodologías	Competencias / Resultados	Descripción	Calificación
Prácticas de laboratorio	C3 C10 C11 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C9 C19	Asistencia y desarrollo de las prácticas. Su calificación se integra en el control de asistencia general. Leer "observaciones evaluación" recuadro de abajo.	0
Estudio de casos	A31 B10 B8 B20 C4 C12	Presentación de casos reales o hipotéticos, para discusión en clase. Aunque se espera la participación activa del alumno, la calificación de esta parte se integra en el control de asistencia general.	0
Sesión magistral	A9 A31 B11 C1 C4 C5 C7 C2	Los temas serán explicados en sesiones presenciales. La documentación de los temas comprenderá apuntes extensos y las presentaciones gráficas.  Leer atentamente "observaciones evaluación" para conocer el detalle de los criterios de evaluación para alumnos de matrícula a tiempo completo (apartado A) y para alumnos de matrícula a tiempo parcial (apartado B).	20



Prueba de respuesta breve	A9 A31 B1	Se entregará al alumno de matrícula a tiempo completo un listado de preguntas para su estudio.  Leer atentamente &quot;observaciones de la evaluación&quot; para conocer el detalle de los criterios de evaluación para alumnos de matrícula a tiempo completo (apartado A) y para alumnos de matrícula a tiempo parcial (apartado B).	30
Trabajos tutelados	A31 B2 B3 B4 B5 B9 B10 B12 B13 B15 B16 B6 B8 B18 B19 B17 B20 B7 C13 C8	En general, se valorará estructura de contenidos, calidad de la redacción, fuentes consultadas, formato, presentación oral y respuestas a preguntas.	45
Solución de problemas	A9 B2 B3 B4 C18	Los alumnos resolverán un boletín de ejercicios de forma individual dentro de un plazo que se comunicará en clase.	5

## Observaciones evaluación

**CRITERIOS DE EVALUACIÓN.-** Alumnos con matrícula a tiempo completo El peso de las partes evaluables será el siguiente: asistencia general (20%); solución de problemas (5%); prueba de respuesta breve (30%) y trabajo tutelado (45%).

Para superar la asignatura, tanto en la prueba de respuesta breve como en el trabajo tutelado el alumno deberá obtener una nota mínima de 5 sobre 10.

El porcentaje mínimo exigido de asistencia general es del 75%. La asistencia general se controlará mediante la firma del alumno en la hoja de control.

En la asistencia general se incluye la asistencia a: sesiones magistrales, prácticas de laboratorio, presentación de trabajos tutelados y de estudio de casos.

Sobre una base de 10 puntos, la puntuación de la asistencia general va de 0 puntos (cuando se tiene el 75% de asistencia) a 2.5 puntos (con el 100% de asistencia). Entre el 75 y 100% de asistencia, la puntuación se obtiene mediante un ajuste lineal entre los puntos de coordenadas (0; 75) y (2.5; 100).

Para los alumnos con matrícula a tiempo completo que no cumplan con el porcentaje mínimo exigido de asistencia, la evaluación, en las dos oportunidades, se basará en un examen final específico. Dicho examen comprenderá, al menos, dos partes: 1ª) teórica, con test de respuestas múltiples más cuestiones de desarrollo corto (cuestiones que no necesariamente deberán coincidir con las utilizadas en la prueba de respuesta breve citada inicialmente) y, 2ª) práctica, mediante resolución de problemas técnicos y/o de cálculo. Cada parte (teórica y práctica) vale o pesa el 50% a la hora de configurar la nota final. Debe aprobarse cada parte de forma independiente; no se hace media entre la parte de teoría y la parte de problemas.

B.- Para los alumnos con matrícula a tiempo parcial La evaluación, en las dos oportunidades, se basará en un examen final específico. Dicho examen comprenderá, al menos, dos partes: 1ª) teórica, con test de respuestas múltiples más cuestiones de desarrollo corto (cuestiones que no necesariamente deberán coincidir con las utilizadas en la prueba de respuesta breve citada inicialmente) y, 2ª) práctica, mediante resolución de problemas técnicos y/o de cálculo. Cada parte (teórica y práctica) vale o pesa el 50% a la hora de configurar la nota final. Debe aprobarse cada parte de forma independiente; no se hace media entre la parte de teoría y la parte de problemas.

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>- APHA-AWWA-WPCF (1992). Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. Madrid: Díaz de Santos</li> <li>- KIELY, G (1999). Ingeniería ambiental: fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. New York: John Wiley &amp; Sons</li> <li>- Comisión Económica Europea (1991). DIRECTIVA 91/271, sobre tratamiento de aguas residuales urbanas.</li> <li>- RODIER, J. (1990). Análisis de las Aguas: aguas naturales, aguas residuales, aguas de mar. Barcelona: Ediciones Omega</li> <li>- TEJERO, I., SUÁREZ J., JÁCOME A., TEMPRANO J. (2004). Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Santander: ETSI Caminos</li> <li>- METCALF &amp; EDDY (1995). Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. Madrid: McGraw-Hill</li> <li>- Ayuntamiento da Coruña (2013). Ordenanza de vertidos y del servicio de saneamiento. A Coruña: DOP</li> <li>- Augas de Galicia (2013). Reglamento de Saneamiento.</li> <li>- Augas de Galicia (2013). ITOHG-EDAR-Cargas de contaminación. Santiago de Compostela: no editado</li> <li>- Nemerow, N. (1998). Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos. Madrid: Díaz de Santos</li> <li>- AZTI-Tecnalia (2005). Buenas prácticas ambientales en la industria alimentaria.</li> </ul>
<b>Complementaria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ARELLANO J. (2002). Introducción a la Ingeniería Ambiental. México: Alfaomega</li> <li>- MIHELIC J. R., HONRATH R. E. JR., URBAN N. R. (2001). Fundamentos de Ingeniería Ambiental. México: Limusa</li> <li>- NALCO (1993). Manual del Agua. Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones. México: McGraw-Hill</li> <li>- SNOEYINK, V.; JENKINS, D. (1990). Química del Agua. México: Limusa</li> </ul>

## Recomendaciones

### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Ingeniería ambiental/632G01012

### Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

### Asignaturas que continúan el temario

Gestión Ambiental/632G01047

Tratamiento de Aguas/632G01056

### Otros comentarios

(\*) 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