

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Tecnología Específica Hidrología	Tecnología del Medio Ambiente	3º	5º	6	Obligatoria
PROFESORES <sup>(1)</sup>			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
Miguel Ángel Gómez Nieto ( <a href="mailto:mgomezn@ugr.es">mgomezn@ugr.es</a> ) Francisco Rueda Valdivia ( <a href="mailto:fjrueda@ugr.es">fjrueda@ugr.es</a> )			Dpto. Ingeniería Civil, 4ª planta, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Despachos nº 88, y 90.		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS <sup>(1)</sup>		
			Lunes y viernes, de 12:00 a 15:00 (Miguel Ángel Gómez Nieto) Miércoles de 8:30 a 14:30 (Francisco Rueda Valdivia)		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Ingeniería Civil					
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Tener cursadas las asignaturas básicas y obligatorias relativas del módulo de Formación Básica y Formación Común a la Rama Civil Tener conocimientos adecuados sobre Hidráulica.					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)					
Características físico-químicas del agua. Procesos físico-químicos que afectan a su calidad; Contaminación de las aguas					

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" (<http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ng7121/>)



naturales, procesos de transporte y mezcla en sistemas acuáticos naturales; transporte y transformación de contaminantes; autodepuración, eutrofización; modelización, software profesional. Legislación sobre calidad de aguas

### COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

El título de Graduado/a en Ingeniería Civil de la Universidad de Granada ha obtenido, con fecha 24 de mayo de 2019, el Sello Internacional de Calidad EUR-ACE®, otorgado por ANECA y el Instituto de la Ingeniería de España. Esta acreditación garantiza el cumplimiento de criterios y estándares reconocidos por los empleadores españoles y del resto de Europa, de acuerdo con los principios de calidad, relevancia, transparencia, reconocimiento y movilidad contemplados en el Espacio Europeo de Educación Superior.

#### Competencias Básicas

- CB2 – 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.
- CB3 - 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.
- CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

#### Competencias Generales

- CG01 - Capacitación científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación.
- CG02 - Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico y legal que se plantean en la construcción de una obra pública, y capacidad para emplear métodos contrastados y tecnologías acreditadas, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia en la construcción dentro del respeto por el medio ambiente y la protección de la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios de la obra pública.
- CG03 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria durante el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas.
- CG05 - Capacidad para el mantenimiento y conservación de los recursos hidráulicos y energéticos, en su ámbito.

#### Competencias específicas

- CH1 - Conocimiento y capacidad para proyectar y dimensionar obras e instalaciones hidráulicas, sistemas energéticos, aprovechamientos hidroeléctricos y planificación y gestión de recursos hidráulicos superficiales y subterráneos.
- CH2 - Conocimiento y comprensión del funcionamiento de los ecosistemas y los factores ambientales.
- CH3 - Conocimiento de los proyectos de servicios urbanos relacionados con la distribución de agua y el saneamiento.
- CH4 - Conocimiento y comprensión de los sistemas de abastecimiento y saneamiento, así como de su dimensionamiento, construcción y conservación.

### OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- Conocer cuáles son los parámetros indicadores de la calidad del agua, y entender los procesos por los cuales la calidad del agua cambia en las masas de aguas naturales y artificiales.
- Desarrollar y aplicar modelos de simulación de calidad del agua en sistemas naturales, basándose en principios fundamentales de la termodinámica.
- Analizar de forma cuantitativa, y utilizando modelos matemáticos, la respuesta de los ecosistemas acuáticos a perturbaciones introducidas como consecuencia de la obra civil o en general la acción del hombre.



- Capacidad para utilizar modelos propios o comerciales, como herramientas de ayuda a la toma de decisiones en la gestión de los recursos hídricos, entendidos estos en su dimensión cualitativa.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO TEÓRICO (24 h)

#### Tema 1. Química del agua. (2h)

La molécula del agua: Composición química y propiedades. Reacciones químicas, balances de materia.

#### Tema 2. Reacciones ácido-base (2h)

Constantes de disociación y fuerza relativa de ácidos y bases. Ionización del agua y concepto de pH. Neutralización, concepto y aplicaciones. Disoluciones amortiguadoras: el sistema carbónico-carbonato en las aguas naturales.

#### Tema 3. Reacciones de óxido-reducción (2h)

Concepto de oxidación-reducción. Número de oxidación. Oxidantes, reductores y pares redox. Potenciales de electrodo. Predicción de reacciones redox. Ejemplos de reacciones redox en el ciclo del uso agua.

#### Tema 4. Reacciones de precipitación (2h)

Solubilidad y precipitación de sales. Producto de solubilidad. Efecto del ión común. Formación de iones complejos. Ejemplos de aplicación: Concepto del índice de saturación.

#### Tema 5. Contaminación del agua: concepto, causas y control (4h)

Características de las aguas naturales. Procesos de cambio de la composición del agua. Contaminación. Casos de estudio. Indicadores de contaminación. Control de la contaminación: legislación.

#### Tema 6. Modelos de sistemas mezcla perfecta (2h)

Balance de masas en un sistema de mezcla perfecta. Cargas contaminantes. Lavado, sedimentación y reacciones de transformación. Solución estacionaria de la ecuación de balance de masa. Solución general y particular de las ecuaciones dinámicas. Tiempos de respuesta.

#### Tema 7. Contaminación por nutrientes vegetales: eutrofización (2h)

Concepto de eutrofización. Fuentes de nutrientes en masas de agua. Modelos empíricos y funcionales de eutrofización basados en balances de fósforo en sistemas de mezcla perfecta. Papel del sedimento en la eutrofización.

#### Tema 8. Cinética microbiana (3h)

Metabolismos heterótrofos y autótrofos. Factores limitantes del crecimiento. Modelos de primer orden aplicados al análisis de los procesos de crecimiento microbiano. Aplicación al diseño de sistemas de depuración de bajo coste (lagunas aireadas).

#### Tema 9. Contaminación orgánica en ríos (3h)

Balances de oxígeno. Transferencia de gases: ley de Henry, ecuaciones de transferencia, y constantes. Demanda bioquímica de oxígeno. Ecuaciones de Streeter-Phelps para fuentes puntuales y difusas de agua residual. Soluciones analíticas.

#### Tema 10. Balances de calor (2h)

Balances de energía en masas de agua. Formas de intercambio de calor a través de la superficie libre. Estimación de



flujos de calor. Temperatura de equilibrio.

## TEMARIO PRÁCTICO:

### Ejercicios de aplicación (8 h)

- E1. Cálculos sobre dosificación de reactivos químicos (1h)
- E2. Cálculo de la capacidad de amortiguación en masas naturales de agua (1h)
- E3. Reacciones de oxidación química (1h)
- E4. Procesos de ablandamiento y neutralización (1h)
- E5. Modelos CSTR aplicados al análisis de casos de contaminación por nutrientes (1h)
- E6. Balances de oxígeno en masas de agua estratificadas. Objetivos de calidad y límites a vertidos (1h)
- E7. Aplicación de las ecuaciones de Streeter-Phelps. Series de fuentes puntuales (1h)
- E8. Estudio de la temperatura en lagunas aireadas (1h)

### Laboratorio, Trabajo de Campo y Prácticas de Ordenador (22 h)

- Práctica 1. (Laboratorio) Ensayo de Coagulación-Floculación (4h).
- Práctica 2. (Laboratorio) Caracterización de Aguas Residuales (4h).
- Práctica 3. Programación y representación gráfica en entornos de cálculo. Solución de modelos de reactores de mezcla perfecta con ordenador: estado estacionario y dinámico. (2h).
- Práctica 4. Cinética microbiana en tanques de mezcla perfecta. Simulación en entornos de cálculo (2h).
- Práctica 5. Caracterización del efecto de vertidos de agua residual en ríos: trabajo de campo (4h).
- Práctica 6. Caracterización del efecto de vertidos de agua residual en ríos: gabinete y laboratorio (4h).
- Práctica 7. Modelos de simulación acoplada de nutrientes y oxígeno en lagos y embalses (2h)

### Tutorías en grupo e individuales (2h)

### Exámenes (4h)

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Chang, R. Química. 7ª ed. Mcgraw Hill Interamericana. Mexico. 2002
- Chapra, S.C. 1997. Surface water quality modelling. McGraw-Hill. Singapore.
- Kalf, J. 2002. Limnology. Prentice-Hall. New Jersey
- MWH, 2005. Water Treatment: Principles and Design.
- Petrucci, R.H. Herring, F.G. Madura, J.D. Bissonnette, G. Química General. Principios y Aplicaciones Modernas. 11ª Ed. Ed. Pearso. Madrid. 2017

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Clark, M.M . 2009. Transport modelling for Environmental Engineers and Scientists. Willey. Nueva York.
- Fidalgo, J.A. Fernández, N.R. Problemas de Química General. Ed Everest. León. 2007.
- López Cancio, J.A. Problemas de Química. Cuestiones y Ejercicios. Prentice Hall. Madrid. 2000.
- Thomann R.V. and J. A. Mueller. 1987, Principles of surface water quality modelling and Control. Harper Collins Publishers



## ENLACES RECOMENDADOS

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Clases magistrales:

Los profesores desarrollarán los fundamentos teóricos de la química del agua, el transporte reactivo y mostrarán las herramientas matemáticas existentes para la representación cuantitativa de los fenómenos de transporte y equilibrio químico.

### Salida de campo.

Toma de muestras, medidas de caudal, y utilización de sensores automáticos en trabajo de campo para el estudio de la calidad del agua en el medio natural.

### Clases prácticas y laboratorio de informática.

Programación y utilización de modelos para entender el efecto de las variables de entorno sobre los procesos de transformación. Desarrollo de ejercicios y ejemplos de aplicación de los conceptos teóricos tratados en clase.

### Casos prácticos

Ejercicios de análisis de casos reales de estudio. Presentación de resultados mediante informes.

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

### Instrumentos de evaluación continua

- (1) Ejercicios asignados semanalmente en clase y desarrollados por los alumnos en grupos o de forma individual y en las que deberán aplicar los conceptos y herramientas estudiados en el curso.
- (2) Informes asignados durante los trabajos de laboratorio, en los que los alumnos describirán los resultados de su actividad con el ordenador durante las horas de práctica, y aplicarán las herramientas de cálculo utilizadas en el laboratorio para analizar casos prácticos.
- (3) Prueba final teórico-práctica en que los estudiantes tendrán que demostrar las competencias adquiridas. Ésta prueba se compondrá de dos bloques:
  - a. Bloque 1 (Temario teórico 1, 2, 3, 4 y 5; ejercicios de aplicación E1, E2, E3 y E4; prácticas 1 y 2).
  - b. Bloque 2 (Temario teórico 6, 7, 8, 9, y 10; ejercicios de aplicación E5, E6, E7 y E8; prácticas 3, 4, 5, 6, 7).

### Porcentaje de la calificación final

Participación en las actividades 5%

Prueba final 50%

Ejercicios asignados en clase 20%

Informes y casos prácticos asignados en laboratorios y clases de programación 25%

La calificación final será la media aritmética de cada uno de los dos bloques en los que se divide la asignatura.

### Criterios de evaluación

- La calificación en la prueba final deberá ser igual o superior a 5 sobre 10, para superar la asignatura.



- Al menos se deberá obtener una calificación de 4 en cada uno de los bloques en los que se divide la asignatura para superarla.

**CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA:** Constará de una prueba de evaluación de tipo teórico-práctica. La calificación obtenida representará el 100 % de la nota final debiéndose obtener una nota igual o superior a 5 puntos para la superación de la asignatura.

**DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA “NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA”**

La evaluación única final a la que el alumno se puede acoger en los casos indicados en la “NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA (Aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión extraordinaria de 20 de mayo de 2013)” constará de una prueba de evaluación de tipo teórico-práctica formada por problemas numéricos y preguntas breves. Se pretende evaluar la adquisición por parte del alumno de las competencias generales y específicas marcadas para la asignatura. La calificación obtenida representará el 100 % de la nota final.

**ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)**

**ATENCIÓN TUTORIAL**

**HORARIO**

(Según lo establecido en el POD)

**HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL**

(Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

Lunes y viernes, de 12:00 a 15:00 (Miguel Ángel Gómez Nieto)

Miércoles de 8:30 a 14:30 (Francisco Rueda Valdivia)

Plataforma Google.meet ajustándose al horario establecido y previa cita con el profesor

**MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE**

- Clases magistrales: Si la capacidad del aula asignada es suficiente para cumplir con las medidas de seguridad e higiene, la materia de la asignatura será presencial, en caso contrario será de forma síncrona online en el horario establecido para la asignatura, con videoconferencia a través de la plataforma google.meet. Apoyo mediante la plataforma Prado para poner a disposición de los alumnos el material complementario.
- Clases Prácticas: Si la capacidad del aula asignada es suficiente para cumplir con las medidas de seguridad e higiene, la materia de la asignatura será presencial, en caso contrario será de forma síncrona online en el horario establecido para la asignatura, con videoconferencia a través de la plataforma google.meet. Apoyo mediante la plataforma Prado para poner a disposición de los alumnos el material complementario.
- Clases de Laboratorio: Prácticas de laboratorio presenciales. Las prácticas se realizarán en grupos reducidos de 10 alumnos. Apoyo mediante la plataforma Prado para poner a disposición de los alumnos el material complementario.
- Casos prácticos: Realización de trabajos en casa y presentación mediante informes que se entregará mediante documento digitalizado.

- MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)



<b>Convocatoria Ordinaria</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Resolución de ejercicios y actividades. Propuesta de ejercicios y actividades por parte del profesor, con resolución por parte de los alumnos, empleando para su entrega correo electrónico o plataforma Prado.</li> <li>Elaboración de informes. Tras realización de actividades que requieran de la elaboración de informes, estos se elaborarán por los alumnos, empleando para su entrega correo electrónico o plataforma Prado.</li> <li>Prueba final teórico-práctica presencial o virtual. En caso de prueba virtual, esta podrá ser de tipo oral mediante videoconferencia grabada.</li> </ul>	
<b>Convocatoria Extraordinaria</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prueba final teórico-práctica presencial o virtual. En caso de prueba virtual, esta podrá ser de tipo oral mediante videoconferencia grabada.</li> </ul>	
<b>Evaluación Única Final</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prueba final teórico-práctica presencial o virtual. En caso de prueba virtual, esta podrá ser de tipo oral mediante videoconferencia grabada.</li> </ul>	
<b>ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)</b>	
<b>ATENCIÓN TUTORIAL</b>	
<b>HORARIO</b> (Según lo establecido en el POD)	<b>HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL</b> (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
Lunes y viernes, de 12:00 a 15:00 (Miguel Ángel Gómez Nieto) Miércoles de 8:30 a 14:30 (Francisco Rueda Valdivia)	Plataforma google.meet ajustándose al horario establecido y previa cita con el profesor
<b>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Clases magistrales: Clase online de forma síncrona en el horario establecido para la asignatura, con videoconferencia a través de la plataforma google.meet. Apoyo mediante la plataforma Prado para poner a disposición de los alumnos el material complementario.</li> <li>Clases Prácticas: Clase online de forma síncrona en el horario establecido para la asignatura, con videoconferencia a través de la plataforma google.meet. Apoyo mediante la plataforma Prado para poner a disposición de los alumnos el material complementario.</li> <li>Clases de Laboratorio: Exposición de prácticas de laboratorio mediante videoconferencia síncrona a través de la plataforma google.meet. Apoyo mediante la plataforma Prado para poner a disposición de los alumnos de material complementario.</li> <li>Casos prácticos: Realización de trabajos en casa y presentación mediante informes que se entregará mediante documento digitalizado.</li> </ul>	
<b>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN</b> (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)	
<b>Convocatoria Ordinaria</b>	

Firma (1): LAURA GARACH MORGILLO  
En calidad de: Secretario/a de Departamento



**UNIVERSIDAD DE GRANADA**

Página 7

**INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR**  
grados.ugr.es



Este documento firmado digitalmente puede verificarse en <https://sede.ugr.es/verifirma/>  
Código seguro de verificación (CSV): C9662F81EFBFFBB2FC44853B98A58C87

10/07/2020  
Pág. 7 de 8

- Resolución de ejercicios y actividades. Propuesta de ejercicios y actividades por parte del profesor, con resolución por parte de los alumnos, empleando para su entrega correo electrónico o plataforma Prado.
- Elaboración de informes. Tras realización de actividades que requieran de la elaboración de informes, estos se elaborarán por los alumnos, empleando para su entrega correo electrónico o plataforma Prado.
- Prueba final teórico-práctica virtual. En caso de prueba virtual, esta podrá ser de tipo oral mediante videoconferencia grabada.

#### Convocatoria Extraordinaria

- Prueba final teórico-práctica virtual. En caso de prueba virtual, esta podrá ser de tipo oral mediante videoconferencia grabada.

#### Evaluación Única Final

- Prueba final teórico-práctica virtual. En caso de prueba virtual, esta podrá ser de tipo oral mediante videoconferencia grabada.

#### INFORMACIÓN ADICIONAL (Si procede)

