

Guía docente de la asignatura

**Contaminación en Interfases  
(M96/56/1/32)**Fecha de aprobación por la Comisión  
Académica: 19/07/2023**Máster**Máster Universitario en Técnicas y Ciencias de la Calidad del Agua  
(Idea)**MÓDULO**

Módulo de Técnicas Computacionales Aplicadas a la Calidad del Agua

**RAMA**

Ciencias

**CENTRO RESPONSABLE  
DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Segundo

**Créditos**

4

**Tipo**

Optativa

**Tipo de  
enseñanza**

Presencial

**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES**

Sin requisitos adicionales a los exigidos para la realización del Máster

**BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)**

Se analizan y estudian procesos, agentes y herramientas para el uso como experto de: (1) modelos de predicción de la dinámica de contaminantes en las interfases agua-aire y agua-sedimento y membranas entendidas en sentido amplio, y su influencia en la calidad del agua en sistemas naturales y artificiales y de los ecosistemas acuáticos, (2) modelos predictivos de contaminación en medios porosos, (3) modelos ecohidráulicos.

Se aplican los procedimientos para el uso experto de modelos de simulación y predicción de formas particulares de contaminación y el análisis de su efecto sobre la calidad, estado químico y ecológico de las masas de agua superficial y subterránea y en los sistemas de tratamiento, con aplicación a casos de estudio reales.

**COMPETENCIAS****COMPETENCIAS BÁSICAS**

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Capacidad para la realización de estudios multidisciplinares para la solución de problemas complejos y para la ejecución de programas de investigación detallados en el ámbito de la calidad del agua sobre la base de conocimientos, técnicas y herramientas avanzadas y el método científico
- CG02 - Capacidad para liderar y ejecutar proyectos de investigación, informes técnicos y convenios de colaboración en materia de caracterización del estado ecológico, estado químico y grado de contaminación y evaluación de la calidad de las distintas masas de agua definidas en la Directiva Marco (sistemas lóticos, sistemas lénticos, aguas de transición y costeras, aguas subterráneas) y desde un punto de vista interdisciplinar e integrado.
- CG03 - Capacidad para sintetizar, elaborar, analizar y presentar conclusiones y resultados a nivel de informe profesional y/o científico, y en forma oral o escrita, en el ámbito de la evaluación, tratamiento y predicción de la calidad del agua teniendo en cuenta la valoración ambiental y socioeconómica de los mismos.
- CG04 - Capacidad para identificar, definir y formular problemas de interés científico y técnico en el ámbito del diagnóstico, tratamiento y predicción de la calidad del agua.
- CG05 - Capacidad para elaborar propuestas competitivas a nivel nacional e internacional que puedan derivar en proyectos técnicos o de investigación financiados en el ámbito del diagnóstico, tratamiento y predicción de la calidad del agua.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Conocimiento de los procesos físicos, químicos y biológicos significativos para la caracterización del estado ecológico de masas de agua.
- CE02 - Capacidad para comprender y describir de forma cuantitativa, utilizando herramientas matemáticas, informáticas y de tipo experimental, el movimiento del agua, entendido éste como factor determinante de la variabilidad espacial y temporal de la calidad del agua en la hidrosfera.
- CE04 - Capacidad para aplicar conceptos y herramientas estadísticas en el análisis de la información relacionada con la calidad del agua y el estado ecológico de las masas de agua.
- CE05 - Entender las ecuaciones diferenciales como herramientas que permiten describir y caracterizar la variabilidad espacial y temporal de variables físicas, químicas y biológicas relacionadas con el estado ecológico, la calidad y el tratamiento de las masas



de agua y ser capaces de encontrar sus soluciones.

- CE12 - Capacidad para la caracterización espacio-temporal de las variables físicas, químicas y biológicas e indicadores bióticos y abióticos más significativos para la definición del estado ecológico de las masas de agua.
- CE13 - Capacidad para diseñar, implementar y explotar, de forma eficiente, técnicas y herramientas avanzadas para la caracterización, evaluación, tratamiento o predicción del estado ecológico y grado de contaminación de las masas de agua.

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Motivación por la excelencia y responsabilidad en el trabajo sobre la base del compromiso ético con el mismo y el perfeccionamiento continuado de sus competencias a lo largo de la vida profesional.
- CT02 - Capacidad de organización y planificación.
- CT03 - Motivación por la calidad en el aprendizaje para obtener la capacitación de alto nivel que haga posible la resolución de problemas complejos a partir de metodologías científico-técnicas avanzadas.
- CT05 - Capacidad creativa.
- CT06 - Capacidad de trabajo en equipo.

### RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

El alumno sabrá/comprenderá:

- Comprender y describir matemáticamente los principales procesos de transferencia de masa y energía en las interfases agua-aire, agua-sedimento y membranas.
- Conocer las herramientas de modelación existentes y reconocer las ventajas y limitaciones de cada una de ellas para decidir cuál es la mejor según el problema a resolver.
- Identificar los procesos físico-químicos y biológicos implicados en formas particulares de contaminación en las interfases agua-sedimento, agua-aire y las variables que determinan los procesos y sus escalas de tiempo.
- Identificar los procesos hidrogeoquímicos implicados en formas particulares de contaminación en medios porosos saturados, no saturados y su interfase, así como las variables que determinan dichos procesos y sus escalas de tiempo.

El alumno será capaz de:

- Utilizar modelos como herramientas para analizar el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos someros y entender los resultados de las acciones antrópicas y naturales sobre el estado y calidad de las masas de agua subterránea, así como estimar cualitativa y cuantitativamente la influencia de las distintas interfases en la calidad de las aguas de estos sistemas, su estado químico y ecológico.
- Desarrollar e implementar modelos basados en balances de masa y en sub-modelos de procesos específicos para el estudio de formas particulares de contaminación en interfases acuáticas, medios porosos y membranas, y predecir la evolución espacio-temporal de contaminantes físicos, químicos o biológicos entre estos sistemas.
- Estimar niveles de contaminación física, química y biológica a través de interfases acuáticas mediante el uso de herramientas de análisis dimensional, sistemas acuáticos someros y medios porosos.
- Desarrollar modelos basados en balances de masa y en sub-modelos de procesos específicos de cada interfase para el estudio de sistemas de tratamiento y restauración



en interfases acuáticas, medios porosos y membranas.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

- **Tema 1.** Interfases en masas de agua. Fuentes de contaminación natural. Fuentes de contaminación no habituales: caracterización físico-química. Interfases artificiales: membranas. Acumulación, adsorción en interfases. Equilibrio. Modelos de membrana. Flujos a través de membranas.
- **Tema 2.** Procesos, agentes y escalas en interfase agua-aire. Capa límite superficial: descripción matemática, aproximaciones y modelos. Balances de masa y energía, cuantificación de flujos. Modelos de radiación. Casos de estudio.
- **Tema 3.** Procesos, agentes y escalas en la interfase agua-sedimento. Capa límite de fondo: caracterización matemática, aproximaciones y modelos. Modelos de turbulencia de capa límite. Modelado de resuspensión y bioturbación. Flujos biogeoquímicos.
- **Tema 4.** Hidrodinámica y transporte de contaminantes en medios porosos y acuíferos. Descripción matemática. Modelos de contaminación en aguas subterráneas. Zona saturada y no saturada. Nivel freático. Balances de masa. Contaminantes no convencionales. Trazadores y tiempos de residencia. Aplicaciones.
- **Tema 5.** Ecohidráulica y transporte de contaminantes en aguas someras. Descripción matemática. Trazadores y tiempos de residencia. Cuantificación de flujos de energía y masa en superficie y fondo. Predicción de eventos de anoxia. Contaminación no convencional: hidrocarburos. Modelación de vertidos superficiales y submarinos: modelos de turbulencia, mezcla en campo cercano y lejano. Aplicaciones.

### PRÁCTICO

Práctica:

- Práctica 1. Caso práctico de modelación de hidrodinámica y transporte multidimensional en acuíferos con MODFLOW y MT3DMS. Procesos de intrusión salina. Dinámica de interfase: agua dulce – agua salada.
- Práctica 2. Caso práctico modelación de hidrodinámica y transporte multidimensional en laguna costera. Salida de campo. Medida experimental y modelado de la variabilidad de flujos biogeoquímicos y calor en interfase agua-atmósfera y agua-sedimento. Cuantificación de eventos de anoxia. Modelación de tiempos de renovación. Cuantificación de impacto de escenarios de cambio climático y evaluación de riesgo.

**Salida de campo y visita técnica.** Salida a sistema acuático somero. Visita a sistema de monitorización en tiempo real de variables físico-químicas en interfase agua-atmósfera y agua-sedimento e indicadores de calidad de las aguas superficiales y subterráneas o vertidos en la zona e instalaciones para tratamiento de datos.

Seminario:

- Vertidos submarinos y superficiales en sistemas acuáticos someros. Caracterización y herramientas de modelado. Técnicas de toma de muestras.

## BIBLIOGRAFÍA



## BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

Boudreau & Jorgensen Ed. (2001): The benthic boundary layer. Ed. Oxford Press.

Clark M. M. (2009) Transport modelling for environmental engineers and scientists. 2nd Ed. Wiley.

Holzbecher, E. (2007) Environmental Modelling using Matlab. Ed. Springer

Lick, W. (2008): Sediment contaminant transport in surface waters. CRC Press, PP. 416.

Wang, A.F. and Anderson, M.P. (1995). Introduction to groundwater modeling. Academic Press (1995)

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Cucco, A., Umgiesser, G., Ferrarin, C., Perilli, A., Melaku, C., Solidoro, C. (2009). Eulerian and lagrangian transport time scales of a tidal active coastal basin. Ecological Modelling, 7, 913-922.

## ENLACES RECOMENDADOS

- Open Access ebook Collection, IWA : <http://www.iwapublishing.com/open-access-ebooks>
- Colección libros electrónicos, Biblioteca UGR: [https://biblioteca.ugr.es/pages/biblioteca\\_electronica/libros\\_enciclopedias\\_electronicos/libros](https://biblioteca.ugr.es/pages/biblioteca_electronica/libros_enciclopedias_electronicos/libros)
- Scopus: [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Método expositivo ¿ se exponen los contenidos de la asignatura de forma oral por parte de un profesor o profesora sin la participación activa del alumnado. Es un método para presentar sistemáticamente la mayor parte de los contenidos de un programa, introduciendo las ideas ordenadamente y ofreciendo el mayor número posible de ellas. Este método se podrá hacer a través de lecciones magistrales por parte del profesor, o mediante seminarios de expertos.
- MD02 Método de indagación. El propósito de este método es que el alumno elabore sus conocimientos y que induzca o deduzca reglas y aporte soluciones a problemas, ejemplos, ejercicios o casos prácticos aportados por el profesor. Esta metodología podrá plasmarse a través de: Actividades Prácticas (laboratorio, campo y ordenador), Visitas Técnicas, Búsqueda de Información, Resolución de Casos de Estudio, Resolución de Ejercicios, Discusiones y Coloquios
- MD03 Aprendizaje Autónomo. Su finalidad es desarrollar la capacidad de autoaprendizaje; formar a los estudiantes para que se responsabilicen de su trabajo y de la adquisición de sus propias competencias. Se podrá realizar a través de: Ejercicios, Trabajos Escritos, Presentaciones Orales, y Trabajos Prácticos individuales. Su objetivo es que los estudiantes aprendan a pensar y trabajar independientemente, lo que implica llegar a dominar una serie de capacidades para autodirigirse y organizar sus propios



estudios.

- MD04 Aprendizaje Cooperativo. Su finalidad es el aprendizaje del alumno a través de la generación e intercambio de ideas y el análisis de diferentes puntos de vista mediante la colaboración de un grupo de estudiantes. Esta metodología se llevará a cabo a través de ejercicios en grupo, prácticas en grupo y presentaciones orales en grupo

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

La evaluación ordinaria es continua a través de :

- Asistencia y participación en actividades de la asignatura: 15%
- Exámen individual: 30%.
- Ejercicios y prácticas individuales: 15%
- Ejercicios y prácticas en grupo: 25%
- Pruebas orales individuales o en grupo: 10%

Para aprobar la asignatura es necesario obtener una calificación mínima de 5 sobre 10 en el examen individual.

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

El 100 % de la calificación se obtendrá del examen teórico-práctico presencial a individual con el contenido de todo el temario impartido en la asignatura según lo descrito en la guía docente.

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El 100 % de la calificación se obtendrá del examen teórico-práctico presencial a individual con el contenido de todo el temario impartido en la asignatura según lo descrito en la guía docente.

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad) (https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

