

Guía docente de la asignatura

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 15/07/2022

**Gestión de la Calidad del Agua en Captaciones, Redes de Distribución y Saneamiento (MA9/56/7/37)****Máster**

Máster Doble: Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos + Máster Universitario en Técnicas y Ciencias de la Calidad del Agua (Idea)

**MÓDULO**

Asignaturas del Máster Técnicas y Ciencias de la Calidad del Agua (Idea) (Perfil Profesional)

**RAMA**

Ingeniería y Arquitectura

**CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

<b>Semestre</b>	Segundo	<b>Créditos</b>	3	<b>Tipo</b>	Optativa	<b>Tipo de enseñanza</b>	Presencial
-----------------	---------	-----------------	---	-------------	----------	--------------------------	------------

**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES**

Haber cursado las materias incluidas en los módulos obligatorios del Máster IDEA

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

En el marco del ciclo integral del agua, se aborda la gestión de su cantidad y calidad en captaciones para abastecimiento, redes de distribución y redes de saneamiento. En el bloque I, se describen las principales fuentes de abastecimiento, contaminación y los criterios normativos para el uso del agua, y se analizan los criterios para la gestión sostenible de los recursos hídricos en su contexto climático. A continuación, se estudia la gestión de la cantidad y calidad del agua en captaciones superficiales y subterráneas, se establecen los principios hidráulicos y balances necesarios para la cuantificación de los recursos hídricos y la identificación de problemas de contaminación. Seguidamente, se aborda la gestión sostenible de la cantidad y calidad del agua en redes de distribución en alta (Bloque II) y dentro de la población (Bloque III), sin entrar en su tratamiento (aspecto que se aborda en otra asignatura del Módulo). En el bloque II, se presentan las herramientas de modelación hidráulica en redes en alta y los criterios de diseño para la garantía del suministro. Con estas herramientas, se analizan ejemplos reales de gestión de la



cantidad y calidad el agua en redes de distribución en alta, incluyendo su interacción dinámica con captaciones, sistemas de bombeo, depósitos de regulación, almacenamiento y/o instalaciones de tratamiento.

En el bloque III, se aborda la gestión de la calidad del agua en redes de distribución y abastecimiento en baja. Se describen los requerimientos previos de calidad de las aguas destinadas a abastecimiento humano, así como las tipologías y reglas de gestión acordes a la normativa en vigor. En el bloque III se abordan las reglas de diseño y gestión de redes de distribución dentro del núcleo urbano desde el punto de vista de requerimientos exigidos para garantizar los niveles de calidad exigidos. Finalmente, en el bloque IV se estudia la gestión de la calidad del agua en la fase de saneamiento: Los sistemas de saneamiento urbano han sufrido en los últimos años un cambio de paradigma: el tradicional desacoplamiento entre drenaje, saneamiento y depuración no es admisible, y pasa a ser relevante la protección de los medios receptores frente a las cargas de contaminación que le inducen los vertidos de aguas residuales, pluviales o mixtas. El objetivo de este bloque es proporcionar a los estudiantes esta nueva visión integrada de los sistemas de drenaje urbano-medio natural, y darles los conocimientos y herramientas necesarias para poder abordar de forma eficiente las tareas de diseño, cálculo y gestión de dichos sistemas.

## 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

- CE08 - Conocimiento de la múltiple normativa vigente sobre la calidad del agua y el estado ecológico de las masas de agua, y capacidad de aplicarla con una perspectiva holista, integrada y transversal.
- CE09 - Capacidad para valorar los servicios ecosistémicos asociados a 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.
- CT04 - Capacidad de liderazgo.
- CT05 - Capacidad creativa.
- CT06 - Capacidad de trabajo en equipo.

### RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Conocimiento de fuentes de abastecimiento y contaminación, normativa de uso y criterios para la gestión sostenible de recursos hídricos en su contexto climático.
- Conocimiento de las herramientas y métodos para la gestión de la cantidad y calidad del agua en captaciones
- Conocimiento de las herramientas y métodos para la gestión de la cantidad y calidad del agua en redes de distribución en alta y en baja.
- Conocimiento de las herramientas y métodos para la gestión de la cantidad y la calidad en redes de saneamiento
- Capacidad de manejo de software para la modelización de redes de distribución y saneamiento
- Conocimiento de las técnicas de drenaje urbano sostenibles, que minimizan la contaminación asociada al vertido de aguas de lluvia al medio natural



## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

#### Parte 1.

##### BLOQUE I: Gestión de la cantidad y la calidad del agua en captaciones

- Tema 1. El ciclo hidrológico y la calidad del agua. Fuentes de agua convencionales y no convencionales para abastecimiento. Fuentes de contaminación. Criterios legislativos de cantidad y calidad para el uso del agua: normativa, programas de vigilancia y control. Estrategias de gestión sostenible de recursos hídricos. Ciclos climáticos.
- Tema 2. Captaciones superficiales. Tipología. Modelación hidráulica y balances de masa. Cuantificación de recursos. Gestión de la cantidad y la calidad del agua. Fuentes de contaminación.
- Tema 3. Captaciones subterráneas. Tipología. Modelación hidráulica y balances de masa. Gestión sostenible de la cantidad y la calidad del agua: cuantificación de recursos, perímetros de protección y fuentes de contaminación.

##### BLOQUE II. Gestión de la cantidad y la calidad del agua en redes de distribución en alta.

- Tema 4. Modelación hidráulica de redes a presión en alta: interacción dinámica con captaciones, sistemas de bombeo, instalaciones de tratamiento de agua potable y/o depósitos y con elementos de control hidráulico, modelación con EPANET.
- Tema 5. Gestión de la cantidad y la calidad del agua en redes de distribución en alta: modelación, garantía del suministro y afecciones a la calidad del agua, herramientas y técnicas avanzadas de gestión, casos de estudio.

#### Parte 2.

##### BLOQUE III. Gestión de la cantidad y calidad en redes de distribución y abastecimiento en baja.

- Tema 6. Gestión de la calidad del agua en redes de distribución en baja: requerimientos de calidad del agua en redes de distribución, tipologías de redes de distribución y su afección a la calidad del agua, estrategias y reglas de gestión.
- Tema 7. Modelación de la calidad del agua en redes de distribución en baja con EPANET

##### BLOQUE IV: Gestión de la cantidad y calidad en redes de saneamiento y drenaje urbano

- Tema 8. Redes de saneamiento. Contaminación originada en la superficie de la cuenca: fuentes y características. Contaminación asociada a los depósitos de sedimentos. Contaminación en tiempo seco y en tiempo de lluvia. Diferencias de calidad según las características del núcleo. Caudales de cálculo en tiempo de lluvia: precipitación, lluvia-escorrentía y elementos de captación. Hidráulica en conducciones de saneamiento: conducciones, elementos singulares y depósitos. Estrategias y reglas de gestión. Acumulación en la superficie de la cuenca de drenaje. Lavado. Contaminación por mezcla con aguas negras. Estándares de calidad del agua para sucesos transitorios de contaminación por descargas intermitentes.
- Tema 10. Técnicas de drenaje urbano sostenibles (TDUS). Tipología de TDUS. Criterios de selección. Depósitos antidescargas-aliviaderos. Criterios de diseño de los depósitos. Configuración técnica.



- Tema 11. Modelación de la calidad del agua en redes de saneamiento mediante SWMM.

## PRÁCTICO

### Parte 1.

Práctica 1 (Bloque I). Tratamiento y análisis estadístico de datos para la gestión sostenible de recursos hidrológicos de cuenca.

Práctica 2 (Bloque II). Modelación de hidráulica de captaciones y redes de distribución con EPANET: régimen permanente y no permanente.

### Parte 2.

Práctica 3 (Bloque III). Modelación de la calidad del agua en redes de distribución mediante EPANET.

Práctica 4 (Bloque IV). Modelación de la calidad del agua en redes de saneamiento mediante SWMM.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Bear, J. (1979). Hydraulics of groundwater. Series in water resources and environmental engineering. McGrawhill Ed.
- Butler and Davis, 2004. Urban Drainage. Second Edition
- Hernández A. (2004). Saneamiento y Alcantarillado: Vertidos de Aguas Residuales. Ed. Paraninfo. Colección Señor nº 7
- Hernández, A. (2000). Abastecimiento y Distribución de Agua. 4ª Ed. CICCIP. Madrid
- Ibars, A. P. (2003). Medidas de gestión y adecuación ambiental de embalses frente a la eutrofia. Limnetica, 22(1-2), 1-13.
- Mays, L. 2001. Stormwater collection systems design handbook
- Storm Water Management Model (SWMM). User's Manual
- Water distribution system model (EPANET). [EPANET 2 User's Manual](#)
- Wetzel, R.G., 2001. Limnology (3th edition). Associated Press. New Cork
- Walski, T.M., Chase, D. V. and Savic, D. A. (2001). Water distribution modeling. Heasted Press, Waterbury, CT.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Consejería de Salud, C. (2005). Programa de vigilancia sanitaria y calidad del agua de consumo de Andalucía.
- Foster, S., Hirata, R., Gomes, D., D'Elia, M., & Paris, M. (2003). Protección de la calidad del agua subterránea. Banco Mundial.
- Puertas J., J. Suárez y J. Anta. 2008. Gestión de las aguas pluviales. Implicaciones para el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano. Monografías CEDEX
- Armengol, J., Rodríguez, J. J., García, J. C., Ordoñez, J., & Marcé, R. (2009). La gestión de los embalses en relación a la calidad del agua en condiciones de sequía extrema. Ingeniería del agua, 16(4), 285-294.



- Libro Blanco del Agua (2000). Ministerio de Medio Ambiente

## 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 asignatura consta de dos partes. La calificación final de la asignatura es igual a la media de las calificaciones finales obtenidas en cada una de estas partes: Parte 1 (50%) y Parte 2 (50%). Para superar la asignatura será necesario obtener una calificación mínima de 4 sobre 10 en el examen de cada una de las partes, no siendo compensables entre sí.



**Baremación evaluación continua Parte 1 (50 % de la calificación total de la asignatura):**

- Entrega de ejercicios prácticos individuales (15%): Práctica 1
- Entrega de ejercicios prácticos en grupo (15%): Práctica 2
- Presentación oral Práctica 2: 15%
- Examen final teórico-práctico escrito y presencial sobre los bloques temáticos I y II de la asignatura (40%)
- Asistencia y participación en actividades presenciales (15%)

**Baremación evaluación continua Parte 2 (50 % de la calificación total de la asignatura):**

- Asistencia y participación: 15 %
- Examen final presencial de los bloques temáticos III y IV, consistente en un cuestionario tipo test con 4 opciones de las que solo 1 es correcta. Las respuestas incorrectas puntúan de forma negativa a razón 1/3 de las respuestas correctas: 40 %
- Entrega de práctica grupal correspondiente a la práctica 3: 15 %
- Entrega de práctica individual correspondiente a la práctica 4: 15 %
- Presentación oral correspondiente al tema 10: 15 %

**EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA**

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

Para superar la asignatura será necesario obtener una calificación superior a 4 sobre 10 en cada una de las partes que constituyan el examen, no siendo compensables entre sí.

El examen se divide en dos partes.

**Parte 1 (50 % de la calificación final de la asignatura)**

- **Cuestionario de evaluación de contenidos teóricos y prácticos (50% de parte 1).** Examen individual de 10 preguntas (de respuesta múltiple y/o respuestas cortas) sobre contenidos teóricos y prácticos de los distintos bloques temáticos de la Parte 1 de la asignatura. Las respuestas correctas puntúan como 1 punto, las incorrectas restan 0.5 puntos. Las respuestas en blanco no penalizan.
- **Examen de evaluación de contenidos prácticos (50% de parte 1).** Examen individual para el desarrollo de un problema o caso práctico relativo a los contenidos de la Parte 1 de la asignatura. Los estudiantes podrán emplear cualquier material para su desarrollo y herramientas de software específicas de la Parte 1 de la asignatura (EPANET, MATLAB, Excel).

**Parte 2 (50 % de la calificación final de la asignatura)**

- **Cuestionario tipo test sobre contenidos teóricos (40 % de parte 2).** Cuestionario tipo test de 20 preguntas con 4 opciones de las que solo 1 es correcta. Las respuestas incorrectas puntúan de forma negativa a razón 1/3 de las respuestas correctas.
- **Cuestiones prácticas de desarrollo (60 % de parte 2).** Cuestiones de desarrollo relativa a los contenidos prácticos. Los estudiantes podrán emplear cualquier material para el desarrollo de las cuestiones.

**EVALUACIÓN ÚNICA FINAL**



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

Para superar la asignatura será necesario obtener una calificación superior a 4 sobre 10 en cada una de las partes que constituyan el examen, no siendo compensables entre sí.

El examen se divide en dos partes.

#### Parte 1 (50 % de la calificación final de la asignatura)

- **Cuestionario de evaluación de contenidos teóricos y prácticos (50% de parte 1).** Examen individual de 10 preguntas (de respuesta múltiple y/o respuestas cortas) sobre contenidos teóricos y prácticos de los distintos bloques temáticos de la Parte 1 de la asignatura. Las respuestas correctas puntúan como 1 punto, las incorrectas restan 0.5 puntos. Las respuestas en blanco no penalizan.
- **Examen de evaluación de contenidos prácticos (50% de parte 1).** Examen individual para el desarrollo de un problema o caso práctico relativo a los contenidos de la Parte 1 de la asignatura. Los estudiantes podrán emplear cualquier material para su desarrollo y herramientas de software específicas de la Parte 1 de la asignatura (EPANET, MATLAB, Excel).

#### Parte 2 (50 % de la calificación final de la asignatura)

- **Cuestionario tipo test sobre contenidos teóricos (40 % de parte 2).** Cuestionario tipo test de 20 preguntas con 4 opciones de las que solo 1 es correcta. Las respuestas incorrectas puntúan de forma negativa a razón 1/3 de las respuestas correctas.
- **Cuestiones prácticas de desarrollo (60 % de parte 2).** Cuestiones de desarrollo relativa a los contenidos prácticos. Los estudiantes podrán emplear cualquier material para el desarrollo de las cuestiones.

