

Guía docente de la asignatura

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 03/07/2025

## Tratamiento y Análisis de Datos para la Calidad del Agua (M96/56/1/2)

**Máster**

Máster Universitario en Técnicas y Ciencias de la Calidad del Agua (Idea)

**MÓDULO**

Módulo de Conocimientos Transversales

**RAMA**

Ciencias

**CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Primero

**Créditos**

6

**Tipo**

Obligatorio

**Tipo de enseñanza**

Presencial

### PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Ninguno.

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

El objetivo general de la materia es proporcionar a los estudiantes de las herramientas necesarias que explorar y analizar de forma cuantitativa grandes bases de datos sobre calidad del agua y su variabilidad espacio-temporal.

### 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
- 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.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- 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.
- CE06 - Capacidad para manejar Sistemas de Información Geográfica, como herramientas de visualización, integración y análisis de datos espaciales, en tareas de caracterización, gestión y predicción de la calidad de las masas de agua, su estado ecológico y su variabilidad espacial.

### 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.
- 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.
- CT06 - Capacidad de trabajo en equipo.

## 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
- 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.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- 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.
- CE06 - Capacidad para manejar Sistemas de Información Geográfica, como herramientas de visualización, integración y análisis de datos espaciales, en tareas de caracterización, gestión y predicción de la calidad de las masas de agua, su estado ecológico y su variabilidad espacial.

### 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.
- 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.
- CT06 - Capacidad de trabajo en equipo.



## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

1. Conocimiento práctico de conceptos de Estadística y Probabilidad, y de las técnicas de inferencia, remuestreo, y, simulación, aplicadas al análisis de la información relacionada con la calidad del agua y el estado ecológico de las masas de agua.
2. Capacidad de uso de técnicas estadísticas de extracción de información relevante en el manejo de grandes volúmenes de datos.
3. Conocimiento práctico de las técnicas estadísticas de formulación de modelos de análisis en el tiempo de variables físicas, químicas y biológicas relacionadas con el estado ecológico, la calidad y el tratamiento de las masas de agua.
4. Capacidad para utilizar software estadístico en el análisis de datos.
5. Entender el papel de las ecuaciones diferenciales como herramientas para la caracterización de la variabilidad espacial y temporal de variables e indicadores físicos, químicos y biológicos relacionados con el estado ecológico, la calidad y el tratamiento de las masas de agua.
6. Capacidad para la resolución numérica de las ecuaciones diferenciales descriptivas del movimiento y transformación de sustancias, y del crecimiento de los organismos en masas de agua.
7. Conocimiento de las herramientas y técnicas proporcionadas por los Sistemas de Información Geográfica para la evaluación, diagnóstico y predicción del estado ecológico de las masas de agua y de la calidad del agua.
8. Conocimiento de la naturaleza de los datos geográficos y las fuentes de información digital: cartografía digital, modelos y bases de datos, infraestructuras de datos espaciales de datos hídricos.
9. Capacidad para aplicar las herramientas SIG de integración de datos espaciales y de análisis espacial en las ciencias del agua y en la gestión de su calidad.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

#### BLOQUE 1 – Tratamiento estadístico de datos

- Tema 1. Conceptos fundamentales de Estadística. Descripción de datos. Variables aleatorias discretas y continuas. Vectores aleatorios. Distribución conjunta. Distribuciones marginales y condicionales. Distribuciones de probabilidad: discretas, continuas y de extremos. Ajuste. Aplicación a casos de estudio con software estadístico.
- Tema 2. Inferencia Estadística. Muestreo. Distribuciones muestrales. Estimación puntual e Intervalos de confianza. Estimación por remuestreo (bootstrap, jackknife, ...). Aplicación a casos de estudio con software estadístico.
- Tema 3. Análisis de la variabilidad temporal en datos de calidad del agua. Métodos descriptivos de series de tiempo de variables de calidad. Métodos de descomposición y suavizado. Modelos estacionarios y no estacionarios. Aplicación a casos de estudio con software estadístico.
- Tema 4. Métodos de Análisis Multivariante. Métodos de regresión. ANOVA. Métodos de reducción de la dimensión. Técnicas de clasificación: Índices de similitud. Clustering. Análisis Discriminante. Aplicación a casos de estudio con software estadístico.

#### BLOQUE 2 – Ecuaciones diferenciales y el análisis de la variabilidad espacial y temporal

- Tema 1. Ecuaciones diferenciales y los principios de conservación. Problema de valores iniciales. Métodos elementales de integración de ecuaciones diferenciales. Problemas de



- contorno. Ecuaciones en derivadas parciales: motivación y aplicaciones. Dos problemas modelo: ecuación de transporte advectivo y la ecuación de transporte difusivo.
- Tema 2. Métodos numéricos de resolución de sistemas de ecuaciones lineales. Métodos directos e iterativos. Métodos de descenso. Métodos del gradiente conjugado. Cálculo de valores y vectores propios: el método de las potencias.
  - Tema 3. Resolución numérica de problemas de crecimiento de organismos en masas de agua. Métodos lineales multi-paso y métodos de Runge-Kutta para problemas de valores iniciales. Aplicación a la solución de los términos fuente y sumidero en la ecuación de transporte reactivo.
  - Tema 4. Métodos de resolución numérica de la ecuación de transporte. Métodos numéricos de problemas elípticos, parabólicos e hiperbólicos. Aplicación a la resolución de la ecuación de transporte por difusión y por advección en sistemas naturales.

### BLOQUE 3 – Herramientas para el análisis geoespacial de datos

- Tema 1. Los Sistemas de Información Geográfica y aplicaciones: Los datos geográficos y su estructura: aproximación vectorial y aproximación ráster. Bases de datos relacionales: la componente temática.
- Tema 2. Fuentes de información digital: Cartografía y SIG. Sistemas de coordenadas y georeferenciación. Cartografía vectorial, ortofotografía e imágenes de satélite. Metadatos.
- Tema 3. Análisis espacial mediante Sistemas de Información Geográfica: Herramientas de análisis vectorial. Herramientas de análisis raster. El análisis espacial en las ciencias del agua y en la gestión de su calidad. Modelación de la relación usos del suelo-calidad de las aguas.
- Tema 4. Aplicaciones para la gestión de la calidad: Redes Integradas de Control de la Calidad de las aguas continentales superficiales. Ejemplos: redes de muestreo periódico (red ICA y red de control de sustancias peligrosas) y red de estaciones automáticas de alerta (red SAICA). Redes Integradas de Control de Calidad de aguas subterráneas.

### PRÁCTICO

Temario práctico integrado en los contenidos descritos anteriormente.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

#### BLOQUE 1

- V. Barnett. Environmental statistics: methods and applications. John Wiley & Sons, 2006.
- P.M. Berthouex, L.C. Brown. Statistics for environmental engineers. Lewis Publishers, 2002.
- R Development Core Team. An introduction to R, <http://cran.r-project.org>, 2000.
- C. Reimann. Statistical data analysis explained: applied environmental statistics with R. John Wiley & Sons, 2008.

#### BLOQUE 2

- U.M. Ascher. Numerical methods for evolutionary differential equations, SIAM, Philadelphia, 2008.



- J.D. Lambert. Numerical methods for ordinary differential equations. The initial value problem, John Wiley & Sons, Chichester, 1991.
- J.C. Strikwerda. Finite difference schemes and partial differential equations (2nd edition), SIAM, Philadelphia, 2008.

### BLOQUE 3

- Moreno Jiménez, G.D. Buzai, M. Fuensalida Díaz (coord.). Sistemas de información geográfica: aplicaciones en diagnósticos territoriales y decisiones geoambientales. Ed Rama, 2017.
- A.L. Grindlay, M. Zamorano, M.I. Rodríguez, E. Molero, M.A. Urrea. Implementation of the European Water Framework Directive: Integration of hydrological and regional planning at the Segura River Basin, southeast Spain. Land Use Policy 28: 242–256 (2011). [[https://www.academia.edu/29482267/Implementation\\_of\\_the\\_European\\_Water\\_Framework\\_Directive\\_Integration\\_of\\_hydrological\\_and\\_regional\\_planning\\_at\\_the\\_Segura\\_River\\_Basin\\_southeast\\_Spain](https://www.academia.edu/29482267/Implementation_of_the_European_Water_Framework_Directive_Integration_of_hydrological_and_regional_planning_at_the_Segura_River_Basin_southeast_Spain)]
- A. Grindlay, C. Lizárraga, M.I. Rodríguez, E. Molero. Irrigation and territory in the southeast of Spain: Evolution and future perspectives within new hydrological planning. WIT Transactions on Ecology and the Environment. Sustainable Development and Planning V, Vol. 150: 623–637 (2011). [<http://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/SDP11/SDP11052FU1.pdf>]
- E. Molero-Melgarejo, M.I. Rodríguez-Rojas, A.L. Grindlay-Moren. La enseñanza del urbanismo de los ingenieros civiles y los sistemas de información geográfica. Universidad de Granada. Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio, 2015. [<http://hdl.handle.net/10481/36646>]

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

### BLOQUE 2

- Q. Kong, T. Siaux, A. Bayen: Python Programming And Numerical Methods: A Guide For Engineers and Scientists, Berkeley Python Numerical Methods, 2020.
- J. Howard: Computational Methods for Numerical Analysis with R, CRC Press. Chapman and Hall. Taylor & Francis Group, 2017.

### ENLACES RECOMENDADOS

<http://prado.ugr.es>

### 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

- MDO3 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.
- MDO4 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

- Asistencia y participación en actividades presenciales de la asignatura: 15%
- Exámenes individuales: 40%
- Entrega de ejercicios prácticos, cuadernos de prácticas y trabajos individuales: 25%
- Entrega de ejercicios prácticos, cuadernos de prácticas y trabajos en grupo: 20%

Para superar la asignatura se deberá obtener al menos un 5 en cada uno de los bloques, siendo en ese caso la nota final igual a la media ponderada de las calificaciones de los bloques 1, 2 y 3 con los pesos correspondientes a 2 cr., 3 cr. y 1 cr., respectivamente.

De no cumplirse la condición anterior, en el acta figurará como calificación la media ponderada de las notas obtenidas en los módulos no superados.

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

La convocatoria extraordinaria consistirá en un examen que tendrá lugar el día fijado por la coordinación del Máster y que estará compuesto por tres partes, correspondientes a los bloques 1, 2 y 3.

Cada bloque se evaluará sobre 10 puntos, debiéndose obtener en cada uno de ellos una nota igual o superior a 5. De cumplirse tal condición, la calificación final será la media ponderada de las tres calificaciones con los pesos indicados anteriormente.



## EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

La evaluación Única Final consistirá en un examen que tendrá lugar el día fijado por la coordinación del Máster y que estará compuesto por tres partes, correspondientes a los bloques 1, 2 y 3. El examen se valorará con 10 puntos y, para superar la asignatura, la calificación obtenida deberá ser igual o superior a 5 puntos. De cumplirse tal condición, la calificación final será la media ponderada de las tres calificaciones con los pesos indicados anteriormente.

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Las clases magistrales y actividades prácticas, así como el material docente de la asignatura, estarán disponibles en formato digital para su seguimiento y consulta de forma asíncrona a través de la plataforma a través de la plataforma PRADO de la Universidad de Granada (<http://prado.ugr.es>) y/o Google App UGR ([go.ugr.es](http://go.ugr.es)) en todos los escenarios.

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>).

## SOFTWARE LIBRE

En la asignatura se hará uso del siguiente software libre: QGIS, RSTUDIO y PYTHON.

