

MC.I Fundamentos y métodos aplicados en hidráulica ambiental

Este módulo se imparte durante el primer cuatrimestre del curso, es común a todas las especialidades, y comprende las siguientes unidades docentes:

- UDI.1 Métodos matemáticos (4 ECTS)
- UDI.2 Métodos estadísticos (4 ECTS)
- UDI.3 Métodos numéricos (4 ECTS)
- UDI.4 Métodos experimentales (2 ECTS)

que se complementan entre sí, con objetivos, contenidos, métodos docentes y bibliografía específicos.

Objetivos del MC.I

Competencias genéricas

El alumno mejorará su capacidad de:

- abstracción
- resolución de problemas y toma de decisiones
- análisis e interpretación
- trabajo autónomo
- trabajo interdisciplinar
- comunicación escrita y oral

Competencias específicas

El alumno profundizará en el conocimiento y desarrollará habilidades personales para la formulación matemática de problemas relacionados con la dinámica de flujos biogeoquímicos, su resolución analítica y/o numérica, su traslación al campo experimental y su análisis e interpretación en el marco de la incertidumbre.

Métodos docentes del MC.I

Cada unidad docente tiene su propia metodología de enseñanza diseñada según los objetivos específicos y se imparte coordinada con las demás, de forma que el alumno avance en la materia de forma progresiva y lógica, habiendo adquirido los conocimientos complementarios necesarios, sin solapes ni saltos en el aprendizaje.

Seminarios

De forma periódica se organizan seminarios orientados a ampliar la visión ofrecida en la docencia habitual, a presentar los últimos avances científicos o casos prácticos de interés. Los seminarios los imparten profesores e investigadores de los grupos de investigación que participan en el programa oficial de posgrado, y profesionales o investigadores invitados.

A modo de ejemplo, los seminarios impartidos durante el curso académico 2007-2008 en este cuatrimestre, como complemento a los MC.1 y MC.2, han sido:

- 17/10/2007: *Fuentes Bibliográficas*, por Miguel Ortega Sánchez (CEAMA-UGR).
- 24/10/2007: *Editor de Texto LATEX*, por Antonio Moñino Ferrando (CEAMA-UGR).
- 30/10/2007: *Ensayos de transporte en surcos de riego*, por Maria Nofuentes Muñoz (UCO).
- 14/11/2007: *Materia orgánica particulada y disuelta en sistemas lacustres; otra mirada entre la física y la ecología*, por Isabel Reche Cañabate (UGR)

- 21/11/2007: *Estudios ecológicos en humedales del alto Guadalquivir: el cambio hacia la aplicación de futuros planes de gestión y conservación*, por Francisco Guerrero Ruiz (UJ)
- 28/11/2007: *La Directiva Marco del Agua y la situación de las cuencas andaluzas en su contexto*, por Julia Toja Santillana (US)
- 05/12/2007: *Descripción de los sistemas remotos de observación de la Tierra y sus usos en la caracterización de ecosistemas*, por Maria Patrocinio González Dugo (IFAPA Junta de Andalucía)
- 12/12/2007: *Red de Información Agroclimática de Andalucía; control de calidad y aplicaciones*, por Javier Estevez, (IFAPA Junta de Andalucía)
- 09/01/2008: *Cómo escribir textos científicos en inglés; errores comunes y sesgos frecuentes*, por Pamela Faber (UGR)
- 15/01/2008: *Interpolación espacial de variables meteorológicas; inclusión de efectos topográficos*, por Javier Herrero Lantarón (CEAMA-UGR)
- 23/01/2008: *Mecánica de fluidos en un toroide girando*, por Carlos del Pino Peñas (UMA)
- 30/01/2008: *Incertidumbres hidráulicas asociadas a la reconstrucción de jökulhlaup; aplicación al Glacier de Ferpècle*, por Patricio Bohorquez (UMA)
- 06/02/2008: *Inestabilidades no lineales en un chorro con giro contra una superficie*, por Ramón Fernández Fera (UMA)
- 13/02/2008: *Técnicas de monitorización mediante vídeo imágenes*, por Miguel Ortega Sánchez (UGR)

Trabajo de fin de cuatrimestre

Además, durante la semana 12 del primer cuatrimestre se propone al alumno un ejercicio en el que debe abordar el planteamiento de un problema real de Hidráulica Ambiental y para cuya resolución tenga que aplicar los conocimientos y habilidades adquiridas en los MC.I y MC.II, trabajando de forma autónoma, bajo la dirección del tutor designado para tal fin.

El alumno dispondrá de 6 semanas para realizar el trabajo, que deberá plasmar en un informe escrito y presentar oralmente ante sus compañeros y profesores, haciendo uso de los medios audiovisuales adecuados.

Criterios de evaluación del MC.I

Cada unidad docente realizará una evaluación continua del alumno y valorará:

- el trabajo personal (50% de la puntuación total) mediante la evaluación de las actividades prácticas propuestas a lo largo del curso (trabajo en clase, trabajo individual, examen u otros).
- la actitud del alumno en relación a las actividades presenciales, asistencia y participación activa (10% de la puntuación total).
- el trabajo global del primer cuatrimestre (40% de la puntuación total)

La calificación final del módulo se obtendrá haciendo un promedio de las calificaciones de cada unidad docente, ponderadas según los ECTS asignados.

Los profesores propondrán exámenes específicos en aquellos casos en los que la evaluación continua no sea posible, o su resultado sea escaso.

CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS POR UNIDADES DOCENTES

Los objetivos, contenidos, metodología docente, criterios de evaluación y bibliografía se detallan a continuación por unidades docentes.

UD I.1 Métodos matemáticos (4 ECTS)

Objetivos de la UD I.1

Competencias específicas

El alumno sabrá/ comprenderá:

- Los fundamentos matemáticos esenciales para la formulación y resolución de problemas relacionados con la dinámica de fluidos biogeoquímicos tales como el álgebra vectorial, el análisis matemático real y complejo, la geometría diferencial de curvas, las ecuaciones diferenciales ordinarias y las ecuaciones en derivadas parciales
- Las herramientas básicas de programación en el entorno MATLAB para el planteamiento y la resolución simbólica o numérica de problemas matemáticos

En concreto, el alumno será capaz de:

- Manejar datos con Matlab (leer, escribir y visualizar datos y operar con ellos) y programar a nivel básico
- Realizar operaciones sobre funciones reales de una y varias variables reales sabiendo interpretar su significado.
- Operar con números complejos, desde la comprensión de sus diferentes representaciones
- Manejar funciones analíticas de variable compleja realizando una interpretación hidromecánica de las funciones componentes
- Analizar e interpretar una función o señal en el dominio de la frecuencia
- Clasificar y resolver algunas ecuaciones diferenciales ordinarias, problemas de valores iniciales y problemas de contorno
- Abordar la resolución de algunos problemas de ecuaciones en derivadas parciales

Contenidos de la UD I.1

Bloque I. Fundamentos matemáticos

I. 1 Funciones reales de variable real.

- Definición. Ejemplos
- Continuidad, tipos de discontinuidades
- Diferenciación de una función de variable real.
- Composición de funciones.
- Regla de la cadena.
- Desarrollo en serie de Taylor. Error de la aproximación
- Ejemplos.

I. 2 Funciones reales de varias variables reales.

- Derivada parcial.
- Diferencial total. Interpretación geométrica.
- Derivada material

I. 3 Funciones de varias variables reales

- Matriz jacobiana.
- Composición de funciones.
- Regla de la cadena.

I. 4 Números complejos y variable compleja

- Números complejos. Origen y definición. Operaciones con números complejos. Representación geométrica de los números complejos.
- Funciones de variable compleja. Funciones diferenciables. Condiciones de Cauchy-Riemann. Funciones analíticas. Funciones armónicas conjugadas

Bloque II. Ecuaciones diferenciales

II. 1 Ecuaciones diferenciales ordinarias I

- Introducción y conceptos preliminares
- Soluciones analíticas de algunas EDO de 1er orden
- EDO de orden superior. Problema de Cauchy
- EDO lineales de orden n . Independencia lineal. Determinante Wronskiano

II.2 Ecuaciones diferenciales ordinarias II

- Sistemas de EDO. Introducción y definiciones
- Sistemas de EDO y EDO de orden n .
- Método de eliminación
- Sistemas de EDO. Introducción y definiciones
- Sistemas lineales homogéneos y no homogéneos de coeficientes constantes.
 - Método de variación de las constantes

II. 3 Ecuaciones en derivadas parciales EDP lineales I

- Introducción y conceptos preliminares. Orden de la ecuación. Linealidad.
- Ecuaciones lineales de 2º orden. Clasificación. Formas canónicas

II.4 Ecuaciones diferenciales ordinarias III

- Problemas regulares de Sturm-Liouville

II.5 Ecuaciones en derivadas parciales EDP lineales II

- EDP de tipo parabólico. Forma canónica.
- Ecuación de la difusión en un intervalo acotado. Separación de variables. Aplicación de la teoría de Sturm-Liouville. Problemas de contorno con condiciones periódicas
- Ecuación de la difusión en el eje real. Transformada de Fourier. Convolución de funciones. Teorema de convolución. Aplicación a la resolución de EDP. Función Delta de Dirac y función escalón unitario.

II.6 Ecuaciones en derivadas parciales EDP lineales III

- EDP de tipo elíptico. Forma canónica. Tipos de condiciones de contorno
- Ecuación de Laplace. Separación de variables.

II.7 Ecuaciones en derivadas parciales EDP lineales IV

- EDP de tipo hiperbólico. Formas canónicas.
- Ecuación de ondas en el eje real. Solución de D'Alembert. Interpretación.
- Ecuación de ondas en un intervalo acotado

Métodos docentes de la UD I.1

La materia se presenta al alumno en clases magistrales en las que se intercalan la realización de ejercicios, bien 'en papel' o en el entorno MATLAB. Con el fin de que el ritmo de la clase permita al alumno comprender e interiorizar los conceptos que se le presentan, las clases magistrales se realizarán principalmente en la pizarra, aunque se hará uso también de medios audiovisuales avanzados cuando sea necesario. Los temas se iniciarán con la presentación de problemas prácticos que surgen en Hidráulica ambiental, para motivar al alumno y conseguir que entienda la razón de estudiar lo que sigue a continuación. Asimismo, los ejercicios plantearán problemas reales que deberán abordarse haciendo uso de los conocimientos y las técnicas presentadas en la asignatura.

Al principio del curso se proporcionará al alumno la bibliografía -de carácter básico y de carácter avanzado- recomendada y en los distintos bloques de la asignatura se le indicará cuáles de los libros listados son más indicados para consultar los aspectos que se están tratando.

El alumno trabajará de forma individual resolviendo algunos ejercicios relacionados con la materia y analizando artículos relacionados con los temas desarrollados en los que se aplican los fundamentos y las técnicas que se están desarrollando.

El curso complementa el aprendizaje realizado en el módulo de conocimiento MC II, resolviendo los problemas y ecuaciones que surgen en las diferentes unidades docentes de dicho módulo.

Criterios de evaluación de la UD I.1

De acuerdo con los criterios de evaluación del MC, la unidad docente se evalúa sobre un total de 100 puntos que valoran de forma ponderada los siguientes aspectos:

- Asistencia a clase, sobre 10 puntos
- Trabajo en clase, sobre 20 puntos
- Trabajo individual, sobre 30 puntos
- Trabajo global del primer cuatrimestre (MC-I y II), sobre 40 puntos

Bibliografía de la UD I.1

Bibliografía básica

- Greenberg, M.D. Advanced Engineering Mathematics. Prentice Hall. 1988.
- Borrelli, R. L. and C. Coleman. Differential Equations. John Wiley and Sons (WIE). 1996
- Farlow, S. J. . Partial Differential Equations for Scientists and Engineers. Dover Publications. 1993
- Meyer, E. Introduction to Mathematical Fluid Dynamics. Dover Publications. 1971
- Kiseliov, A., M. Krasnov y G. Makarenko. Problemas de ecuaciones diferenciales ordinarias. Ed. Mir. Moscú. 1984.
- Haberman, R. Elementary applied partial differential equations. Prentice Hall. 1987.
- Simmons, F. Ecuaciones diferenciales con aplicaciones y notas históricas. Mc.Graw-Hill. 1988.

Bibliografía avanzada

- Bender C. M. and S. A. Orszag. Advanced Mathematical Methods for Scientists and Engineers: Asymptotic methods and perturbation theory. Springer. (1999)

- Weinberger H.F. A First Course in Partial Differential Equations with complex variables and Transform Methods. Dover Publications Inc. 1965.
- Zachmanoglou, E. C. y D.W. Thoe. Introduction to Partial Differential Equations with Applications. Dover Publications Inc. 1986

UDI.2 Métodos estadísticos (4 ECTS)

Objetivos de la UD I.2

Competencias específicas

El alumno sabrá/ comprenderá:

- Conocerá los fundamentos de la probabilidad y la estadística esenciales para la formulación y resolución de problemas relacionados con la hidráulica ambiental en el marco de la incertidumbre.
- Comprenderá los conceptos de estado y de curva de estado necesarios para el tratamiento estadístico de variables ambientales
- Conocerá las bases de la teoría de procesos estocásticos

En concreto, el alumno será capaz de:

- Identificar y aplicar modelos de probabilidad de variables de interés en hidráulica ambiental
- Analizar a corto y a largo plazo señales de variables aleatorias ambientales
- Manejar en el entorno MATLAB señales de variables de hidráulica ambiental en el dominio del tiempo y de la frecuencia

Contenidos de la UD I.1

Bloque I. Fundamentos de probabilidad

I.1 Fundamentos de la Teoría de la Probabilidad.

- Espacios de probabilidad. Definición. Ejemplos.
- Probabilidad condicional: fórmulas del producto, de la probabilidad total y de Bayes.
- Independencia de sucesos

I.2 Variables aleatorias

- Variables aleatorias discretas
- Variables aleatorias continuas
- Función de distribución de una variable aleatoria
- Función de masa de probabilidad-Función de densidad
- Distribuciones derivadas
- Distribuciones empíricas
- Introducción a la técnica de simulación de Monte Carlo

I.3 Vectores aleatorios

- Distribución conjunta
- Distribuciones marginales
- Distribuciones condicionales

I.4 Distribuciones de interés en Hidráulica Ambiental

- Régimen medio
- Régimen extremal
- Régimen de temporales. Picos sobre un umbral

- Distribuciones discretas: Bernouilli, geométrica, binomial, Poisson
- Distribuciones continuas: uniforme, normal, exponencial, ji-cuadrado, logarítmica

I.5 Esperanza matemática. Momentos

- Esperanza matemática de una variable aleatoria. Variables discretas y variables absolutamente continuas
- Esperanza de funciones de una variable aleatoria. Ley del estadístico inconsciente
- Esperanza de una función de varias variables aleatorias (Generalización de la ley del estadístico inconsciente)
- Varianza y desviación típica
- Covarianza de dos variables aleatorias. Variables incorrelacionadas. Coeficiente de correlación
- Leyes de grandes números. Teorema central del límite

Bloque II. Fundamentos de estadística

- Población, muestra, estadísticos
- Distribuciones muestrales de la media y la varianza
- Estimación. Intervalos de confianza
- Test de hipótesis

Bloque III. Procesos estocásticos y series temporales

III.1 Procesos estocásticos y series temporales I

- Introducción. Definiciones.
- Función media
- Función de autocorrelación
- Procesos estocásticos estacionarios y débilmente estacionarios
- Procesos estocásticos ergódicos.
- Función de autocorrelación y espectro

III.2 Procesos estocásticos y series temporales II

- Señales y sistemas.
- Señal impulso unitario.
- Transmisión de vibraciones aleatorias a través de sistemas lineales e invariantes en el tiempo
- Método de la respuesta frecuencial y método de la respuesta impulsiva. Relaciones entre ellos.
- Cálculo de la respuesta frecuencial e impulsiva en un sistema definido por una EDO. Sistemas causales

III.3 Procesos estocásticos y series temporales III

- Función de correlación cruzada y función de densidad espectral.
- Estimación de la función de densidad espectral a través del de los coeficientes de la transformada de Fourier
- Función de coherencia

Bloque IV. Estadísticos de orden

- Distribución generalizada de valores extremos
- Excedencias sobre un umbral
- Estadísticos de orden

Métodos docentes de la UD I.2

La materia se presenta al alumno en clases magistrales, en las que se intercalan la realización de ejercicios, bien 'en papel' o en el entorno MATLAB. Con el fin de que el ritmo de la clase sea adecuado para que el alumno comprenda e interiorice los conceptos que se le presentan, las clases magistrales se realizarán principalmente en la pizarra, aunque se hará uso también de medios audiovisuales avanzados cuando sea necesario. Los temas se iniciarán con la presentación de problemas prácticos que surgen en Hidráulica ambiental, para motivar al alumno y conseguir que entienda la razón de estudiar lo que sigue a continuación. Asimismo, los ejercicios plantearán problemas reales que deberán abordarse haciendo uso de los conocimientos y las técnicas presentadas en la asignatura.

Al principio del curso se proporcionará al alumno la bibliografía recomendada, de carácter básico y de carácter avanzado, y en los distintos bloques de asignatura se le indicará cuáles de los libros listados son más indicados para consultar los aspectos que se están tratando.

El alumno trabajará de forma individual resolviendo algunos ejercicios relacionados con la materia y analizando artículos relacionados con los temas desarrollados en los que se aplican los fundamentos y las técnicas que se están desarrollando.

El curso se complementa con el tratamiento estadístico de medidas de laboratorio y datos de campo, realizados en el ámbito de la unidad docente MCI-4, métodos experimentales, o disponibles de los proyectos de investigación del grupo de Dinámica de Flujos Ambientales.

Criterios de evaluación de la UD I.2

De acuerdo con los criterios de evaluación del MC, la unidad docente se evalúa sobre un total de 100 puntos que valoran de forma ponderada los siguientes aspectos:

- Asistencia a clase, sobre 10 puntos
- Trabajo en clase, sobre 20 puntos
- Trabajo individual, sobre 30 puntos
- Trabajo global del primer cuatrimestre (MC-I y II), sobre 40 puntos

Bibliografía de la UD I.2

Bibliografía básica

- Benjamin, J., A. Cornell, and H. Shaw. Probability, Statistics, and Decision for Civil Engineers. Mcgraw-Hill. 1970. pp. 684.
- Emery, W.J. and R.E. Thomson. Data Analysis Methods in Physical Oceanography. Elsevier Science; 2nd Rev edition. 2001. pp. 658.
- Newland, D.E. An introduction to random vibrations, spectral and wavelet analysis, 1993 Longman Scientific & Technical pp 478. reenberg, M.D. Advanced Engineering Mathematics. Prentice Hall. 1988.

Bibliografía avanzada

- Bendat, J.S. and A. G. Piersol. Random Data: Analysis & Measurement Procedures. Wiley-Interscience; 3rd edition. 2000. pp. 594.

- Kottegoda, N.T. and Rosso, R. Probability, statistics and reliability for civil and environmental engineers. Mc Graw Hill, 1997 pp.735

UDI.3 Métodos numéricos (4 ECTS)

Objetivos de la UD I.3

Competencias específicas

El alumno sabrá/ comprenderá:

- Métodos para la derivación, integración, interpolación y optimización numéricas.
- Métodos numéricos para la resolución de EDO, EDP y sistemas de EDP.
- Métodos de diferencias finitas, volúmenes finitos y elementos finitos.
- Técnicas de mallado en 2 y 3 dimensiones.
- Técnicas de asimilación de datos.

En concreto, el alumno será capaz de:

- Implementar numéricamente en MATLAB diversos métodos para la derivación, integración, interpolación y optimización.
- Resolver numéricamente EDO.
- Implementar distintos esquemas en diferencias finitas, elementos finitos y volúmenes finitos para la resolución de EDP y sistemas de EDP.
- Definir y resolver numéricamente problemas en Hidráulica Ambiental y analizar críticamente los resultados numéricos obtenidos.

Contenidos de la UD I.3

Bloque I. Introducción a la programación

- Tema 1. Lógica de programación
- Tema 2. Diagramas de flujo
- Tema 3. Programación en MATLAB

Bloque II. Métodos y herramientas numéricas básicas

- Tema 4. Interpolación numérica
- Tema 5. Integración y derivación numéricas.
- Tema 6. Visualización en dos y tres dimensiones
- Tema 7. Resolución de sistemas algebraicos lineales

Bloque III. Métodos numéricos para la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO)

- Tema 8. Métodos de un solo paso
- Tema 9. Estimación de error y normas para la estimación del error.
- Tema 10. Métodos de múltiple paso

Bloque IV. Métodos para la resolución de ecuaciones en derivadas parciales (EDP)

- Tema 11. El método de diferencias finitas
- Tema 12. El método de elementos finitos
- Tema 13. El método de volúmenes finitos

Bloque V. Métodos de optimización

- Tema 14. Técnicas de optimización

Tema 15. Técnicas de calibración y asimilación de datos.

Métodos docentes de la UD I.3

Los contenidos de las clases presenciales son aplicados a ejercicios que se corrigen en clase y que implican por parte del alumno la comprensión del método y su implementación numérica. La corrección de los ejercicios en clase intenta potenciar la capacidad de análisis crítico de los resultados numéricos por parte de los alumnos.

Los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura se refuerzan cada 3-4 semanas mediante ejercicios de repaso y la revisión de los principales contenidos.

El conjunto de conocimientos aprendidos por el alumno se debe emplear para la resolución del proyecto del módulo al que pertenece la unidad docente.

El curso se complementa con prácticas individuales y en grupo para la aplicación de distintos modelos numéricos comerciales aplicados a la resolución de la ecuación de transporte advectivo-difusivo.

Criterios de evaluación de la UD I.3

De acuerdo con los criterios de evaluación del MC, la unidad docente se evalúa sobre un total de 100 puntos que valoran de forma ponderada los siguientes aspectos:

- Asistencia a clase, sobre 10 puntos
- Trabajo en clase, sobre 20 puntos
- Realización y entrega de ejercicios de la la unidad docente, sobre 30 puntos
- Trabajo global del primer cuatrimestre (MC-I y II), sobre 40 puntos

Bibliografía de la UD I.3

Bibliografía básica

- R. Burden and D. Faires. Numerical analysis. 3rd Ed. PWS-KENT Publishing Company, Boston, 1985.
- W. Cheney and D. Kincaid, Numerical Mathematics and Computing, 4th edn., Brooks/Cole Publishing Co., 1999.
- Durran. Numerical methods for wave equations in geophysical fluid dynamics.
- C. Hirsch, Numerical Computation of Internal and External Flows, vol. 1, Wiley, 1988.
- C. T. Kelley. Iterative methods for optimization. Applied Mathematics. SIAM, 1999.
- R. Leveque, Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems, Cambridge University Press, 2002.
- C. B. Moler. Numerical computing with MATLAB, SIAM, 2004.
- G. Smith, Numerical Solution of Partial Differential Equations: Finite Difference Methods, Oxford University Press, 1985.
- O. Zienkiewicz and R. Taylor, The Finite Element Method: The Basis, vol. 1, Butterworth and Heinemann, 2000.

Bibliografía avanzada

- Kelley, C. T. Iterative methods for optimization. Applied Mathematics, SIAM, 1999.
 Texto para profundizar en metodos de optimización iterativos y su aplicación a técnicas de calibración.
- Hirsch, C. Numerical computation of internal and external flows, vol 2. Wilery, 1988.

Texto para profundizar en esquemas numéricos de resolución de EDPs.

- Leveque, R. Finite Volume methods for hyperbolic problems, Cambridge University Press, 2002.

Texto para profundizar en el método de volúmenes finitos aplicados a EDPs de tipo hiperbólico

UDI.4 Métodos experimentales (2 ECTS)

Objetivos de la UD I.4

Competencias específicas

El alumno sabrá/ comprenderá:

- La necesidad de la experimentación en investigación
- Los fenómenos comúnmente presentes en problemas de Hidráulica Ambiental, y los dispositivos para su simulación experimental y estudio
- La adecuada planificación de un experimento a través del planteamiento teórico de un problema y su traslación al campo experimental: el Análisis Dimensional y la Semejanza como elementos fundamentales frente al diseño experimental
- La experimentación en laboratorio y campo (franja costera, los ríos, los embalses y la atmósfera) : aparatos recuentemente utilizados, técnicas de adquisición y análisis de datos

En concreto, el alumno será capaz de:

- Reconocer las propiedades fundamentales de los fluidos, y sus manifestaciones en la fenomenología frecuente de la Hidráulica Ambiental
- Aplicar el Análisis Dimensional al planteamiento teórico formal de un problema e identificar en virtud del Análisis Dimensional las magnitudes fundamentales a concurso en el proceso observado
- Elegir la escala de trabajo en un experimento en base a los principios de semejanza
- Diseñar un experimento o campaña de medida en términos funcionales y operativos
- Tratar los datos medidos durante un experimento o campaña, y traducirlos al formato adecuado para su análisis e interpretación

Contenidos de la UD I.4

Tema 1. Generalidades

- Introducción. Panorama de la unidad docente. Interés de la experimentación.
- Principales fenómenos asociados a la Dinámica de Fluidos Ambiental.
- Descripción de algunos dispositivos experimentales.
- Ejemplos y casos prácticos.

Tema 2. Elementos del trabajo experimental

- Introducción.
- Elementos constructivos y estructurales.
- Suministro energético.
- Control y automatismo.
- Medida y adquisición de datos.
- Ejemplos y casos prácticos.

Tema 3. Propiedades de los fluidos.

- Introducción.

- Tipos de acciones sobre el fluido.
- Principales propiedades de los fluidos.
- Relaciones de esfuerzo y deformación.
- Propiedades de la atmósfera.
- Ejemplos y casos prácticos.

Tema 4. Análisis dimensional y semejanza.

- Introducción.
- Teorema Pi. Ejemplos.
- Principio de semejanza. Parámetros adimensionales frecuentes.

Tema 5. Análisis de procesos.

- Introducción.
- Naturaleza de los procesos.
- Análisis de procesos.
- Sistemas lineales.
- Medida de procesos.
- Teorema Nyquist. Ejemplos.

Tema 6. Tratamiento de la señal.

- Introducción.
- Visión general sobre el dominio espectral.
- Análisis espectral. Ejemplos.
- Filtrado de la señal.
- Análisis multi-resolución y wavelets.

Métodos docentes de la UD I.4

La unidad se imparte sobre la base del estudio de problemas de Hidráulica Ambiental, en el contexto de su desarrollo experimental. A lo largo de toda la unidad, se mantiene un constante interés en que sus contenidos corran en total conexión con la unidad de Métodos Estadísticos MC I.2.

La unidad comienza haciendo hincapié sobre la importancia de la experimentación como vía complementaria a la formulación teórica de un problema, y a su resolución analítica o numérica.

En ese sentido, se insiste en que la experimentación atañe desde el punto de vista conceptual, no solamente a la medida en laboratorio, sino también a la planificación de trabajos de campo.

En el marco de la Hidráulica Ambiental, la unidad introduce ejemplos de los dispositivos experimentales más frecuentes, centrandó el interés en los aspectos generales de funcionamiento y operatividad. Asimismo, se describe con detalle la infraestructura que a tal fin posee el Grupo de Dinámica de Flujos Ambientales de la Universidad de Granada.

Se comenta la importancia de una sólida base teórica como requisito imprescindible para el desarrollo de la praxis experimental correcta. Se introducen y desarrollan los conceptos principales necesarios en ese contexto, a saber, las propiedades de los fluidos, el Análisis Dimensional y la Semejanza, la adquisición de datos y el tratamiento de la información, revisión de principios estadísticos y probabilísticos, análisis de Fourier, tratamiento de señales, filtrado, análisis multi-resolución y wavelets.

Los contenidos de la unidad se completan con ejercicios a nivel teórico en los que se apliquen el diseño y la planificación experimental, casos prácticos descriptivos, prácticas de laboratorio en los dispositivos experimentales disponibles a tal fin (canal basculante, canal de oleaje, tanque de oleaje direccional), y prácticas de campo. Asimismo, y en conexión con las restantes unidades docentes, se contemplan de dos a tres semanas de recapitulación de conocimientos, dedicadas a la elaboración de ejercicios conjuntos, en los que se encuentre presentes aspectos diversos de las materias impartidas.

Criterios de evaluación de la UD I.4

La evaluación se realiza mediante el seguimiento de los conocimientos adquiridos a través de ejercicios de clase, y con la realización de un ejercicio general y un trabajo individual con pública exposición al final del cuatrimestre. Tanto el ejercicio general como el trabajo individual contemplan en su desarrollo los contenidos de las restantes unidades docentes del cuatrimestre, abundando así en la idea de que todas las unidades formen parte de una misma base de conocimiento común.

Dentro del módulo de conocimiento, la unidad docente se evalúa sobre un total de 100 puntos que valoran de forma ponderada los siguientes aspectos:

- Asistencia a clase, sobre 10 puntos
- Trabajo en clase, sobre 20 puntos
- Realización y entrega de ejercicios de la la unidad docente, sobre 30 puntos
- Trabajo global del primer cuatrimestre (MC-I y II), sobre 40 puntos

Bibliografía de la UD I.4

Bibliografía básica

- Benjamin J. R. & Cornell A. C., 1970. Probability, Statistics and Decission for Civil Engineers. McGraw-Hill Book Company. 684 pp.
- Huges S. A., 1993. Physical Models and Laboratory Techniques in Coastal Engineering. World Scientific. 568 pp. I.S.B.N. 981-02-1541-X.
- Kundu P. K. & Cohen I. M., 2004. Fluid Mechanics. 3ª edición. Academic Press. 759 pp. I.S.B.N. 0-12-178253-0.
- Landau L., Ajezer A. & Lifshitz E., 1988. Curso de Física General. Mecánica y Física Molecular. 3ª reimpresión. MIR. 398 pp.
- Moñino A., 2006. Máster en Hidráulica Ambiental. Unidad Docente I.4 – Métodos Experimentales. Apuntes del Curso. Versión 1.0. Centro andaluz de Medio Ambiente. Universidad de Granada. 221 pp.
- Sedov L. I., 1959. Similarity and Dimensional Methods in Mechanics. Academic Press, New York. 363 pp. Traducción de Morris Friedman. Library of Congress Catalog Card Number: 59-11528.

Bibliografía avanzada

- Bendat J. S. & Piersol A. G., 2000. Random Data. John Wiley & Sons. 594 pp. I.S.B.N. 0-471-31733-3.
- Fliege N. J., 1994. Multirate Digital Signal Processing. John Wiley & Sons. 340 pp. I.S.B.N: 0-471-49204-3.
- Ortega M. R., 1988. Lecciones de Física. 5ª edición, 3 volúmenes. Dpto. de Física Aplicada. Universidad de Córdoba. 803 pp. I.S.B.N. 84-404-3049-3.

- Sklar B. 1988. Digital Communications. Fundamentals and Applications. PTR Prentice Hall. 776 pp. I.S.B.N. 0-13-211939-0.
- Vidakovic B., 1999. Statistical Modeling by Wavelets. John Wiley & Sons. 382 pp. I.S.B.N. 0-471-29365-2.
- Wetzel R., 2003. Limnology. Lake and River Ecosystems. 3ª edición. Academic Press. 1006 pp. I.S.B.N. 0-12-744760-1.

Bibliografía complementaria

- Dean R. G. & Dalrymple R. A., 1991. Water Wave Mechanics for Engineers and Scientists. World Scientific. 353 pp. I.S.B.N. 981-02-0421-3.
- Dingemans M. W., 1989. Water Wave Propagation over Uneven Bottoms. Vols. I & II. World Scientific. 965 pp. I.S.B.N. 981-02-0427-2.
- Mei C. C., 1989. The Applied Dynamics of Ocean Surface Waves. World Scientific. 740 pp. I.S.B.N. 9971-50-789-7.
- Moñino A., 2004. Sobre Soluciones Analíticas y Experimentales de Flujos en Régimen Libre. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 234 pp. I.S.B.N. 84-688-9180-0.
- Wetzel R., 2003. Limnology. Lake and River Ecosystems. 3ª edición. Academic Press. 1006 pp. I.S.B.N. 0-12-744760-1.