

Nombre de la asignatura/módulo/unidad y código Course title and code	Procesos de transporte y mezcla MC II. Dinámica de los flujos biogeoquímicos UDII.1
Nivel (Grado/Postgrado) Level of course (Undergraduate/Postgraduate)	Posgrado
Plan de estudios en que se integra Programme in which is integrated	Programa oficial de posgrado en dinámica de los flujos biogeoquímicos y sus aplicaciones: Máster en hidráulica ambiental.
Tipo (Troncal/Obligatoria/Optativa) Type of course (Compulsory/Elective)	Troncal
Año en que se programa year of study	1
Calendario (Semestre) Calendar (Semester)	Primer semestre (1/10/10 a 29/02/11). Ejercicio práctico de evaluación conjunta 1er cuatrimestre 12/01/2011-29/02/2011
Créditos teóricos y prácticos Credits (theory and practics)	2 ECTS teóricos + 2 ECTS prácticos
Créditos expresados como volumen total de trabajo del estudiante (ECTS) Number of credits expressed as student workload (ECTS)	4 ECTS *1 ECTS= 25-30 horas de trabajo. ver más abajo actividades y horas de trabajo estimadas
Objetivos (expresados como resultados de aprendizaje y competencias) Objectives of the course (expressed in terms of learning outcomes and competences)	Conocimiento: <ul style="list-style-type: none"> • Fundamentos de procesos de transporte de cantidad de movimiento, energía y masa. • Obtención de soluciones completas. • Obtención de soluciones integradas temporal y espacialmente. • Compresión de los principales mecanismos de mezcla en flujos superficiales. <p>Con ello, el alumno adquiere las siguientes competencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planteamiento de problemas de transporte en general, en cualquier ámbito de aplicación de la hidráulica ambiental. • Identificar y modelar los principales procesos dominantes y sus agentes forzadores • Establecer analogías entre distintos casos y modelarlos de forma semejante.
Prerrequisitos y recomendaciones Prerequisites and advises	Nivel medio en dinámica de fluidos. Nivel medio en métodos matemáticos, estadísticos, numéricos y experimentales.
Descriptorios/palabras clave Descriptors/key words	Capacitación en fundamentos de dinámica de flujos ambientales Transporte en medio fluido; procesos de mezcla
Bibliografía recomendada Recommended reading	A) Bibliografía básica: Contenidos fundamentales de la unidad Bird, R.B., W.E. Stewart y E.N. Lightfoot. 2002. Transport Phenomena. Wiley. Nueva York. <i>Buen texto riguroso sobre los fundamentos de teoría de transporte de cantidad de movimiento, energía y masa, con bastantes aplicaciones a problemas teóricos, desde una formulación matemática completa.</i> Chapra, S. C. 1997. Surface water-quality modeling. McGraw-Hill. Singapore. <i>Un texto muy didáctico, para iniciación en el tema, de fácil comprensión y formulación matemática sencilla; incluye aplicaciones a problemas prácticos de transporte de masa en aguas superficiales y una primera aproximación al modelado de estos sistemas y herramientas numéricas.</i> Rubin, H. Y Atkinson, J. 2001. Environmental Fluid Mechanics. Marcel Dekker, Nueva York. <i>Texto didáctico de mecánica de fluidos, base para entender el transporte de cantidad de movimiento en fluidos y formular modelos de transporte en general en este medio</i>

B) Bibliografía avanzada

Fischer, H. B., E. J. List, R. C. Y. Koh, J. Imberger, N. H. Brooks. 1979. *Mixing in Inland and Coastal Waters*. Academic Press.

Texto clásico, aplicado a sistemas acuáticos terrestres y costeros; buena exposición y análisis teórico, incluye la aplicación de teoría de transporte a modelos en diversos ámbitos, y recoge numerosa experiencia práctica y datos experimentales en el tema.

Slattery, J.C. 1999. *Advanced Transport Phenomena*. Cambridge University Press, Cambridge.

Texto avanzado, para profundizar en los aspectos teóricos de los procesos de transporte en general y su modelado matemático a diversos niveles.

C) Bibliografía complementaria

Jørgensen, S.E., G. Bendricchio. 2001. *Fundamentals of ecological modelling*. Elsevier. Amsterdam

Texto que aúna una buena descripción de procesos biogeoquímicos y la estructura de ecosistemas con su modelado matemático. Complementa la materia pues permite analizar los procesos de transporte en un marco más general acoplado con la dinámica de los ecosistemas y los agentes naturales.

Stumm, W. y J.J. Morgan. 1990. *Aquatic Chemistry*. Wiley. Nueva York

Texto clásico y completo sobre química del agua, donde consultar sobre transformaciones y procesos químicos de sustancias en medio acuático, y sobre parámetros que intervienen en las reacciones químicas y cálculos necesarios

A) El proceso de aprendizaje se desarrollará combinando las siguientes actividades docentes:

1. Clases teórico-prácticas. Suponen un 35% de las horas totales asignadas al Módulo. La profesora desarrolla en clase los contenidos teóricos en la pizarra, apoyado por métodos audiovisuales (material docente en transparencias o archivo tipo presentación PowerPoint). En la presentación de dichos contenidos se intercalan ejercicios prácticos (en papel o en PC) realizados por la profesora, que ayudan a comprender y fijar los conceptos explicados, dejando este un tiempo breve antes para que el alumno pueda enfrentarse a su resolución y plantearla por sí mismo.
2. Actividades tutoradas presenciales. Suponen un 30% de las horas totales asignadas a la Unidad e incluyen trabajo práctico y tutorías individuales (ver apartado C de este punto). Existen dos modalidades de trabajo práctico:
 - a) Actividades prácticas en clase. Los alumnos, de forma individual o en grupos, realizan en el aula, bajo la supervisión de la profesora, casos prácticos relacionados con los contenidos del Módulo que se encuentren en desarrollo en ese momento, cuya duración excede la de un ejercicio o problema de clase, y para los que tienen que desarrollar algoritmos propios de cálculo y su programación, analizar los resultados obtenidos y proporcionar su representación gráfica de forma adecuada. De cada actividad práctica el alumno entrega un informe, cuya valoración se incluye en la evaluación final de la Unidad.
 - b) Prácticas de laboratorio. Se realizan dos prácticas de laboratorio, con el fin de familiarizar al alumno con la toma de medidas en el ámbito de la Unidad, para alimentar los modelos de los procesos estudiados en clase. La información adquirida se utiliza en las actividades prácticas propuestas en el apartado a).
3. Seminarios programados. Suponen un 5% de las horas totales asignadas a la Unidad. Se imparte un seminario a la semana, durante todo el cuatrimestre, sobre temas específicos relacionados con los contenidos y sus aplicaciones, que se programan al inicio del cuatrimestre de forma acoplada al desarrollo del Módulo. Estos seminarios son impartidos por profesores del Programa de Posgrado al que pertenece el Máster o expertos en el tema abordado, durante una hora, y se reserva tiempo a continuación para que los alumnos intervengan haciendo preguntas y fomentando un pequeño coloquio.
4. Trabajo personal del alumno. Supone un 30% de las horas totales asignadas al Módulo, de forma media para lograr un aprovechamiento adecuado de sus contenidos. El alumno estudiará estos, realizará los ejercicios propuestos en clase a tal fin así como los informes de las actividades prácticas desarrolladas. Todo este trabajo lo entregará a los profesores participantes en el Módulo, y su valoración forma parte de la evaluación final.

B) Material docente

- Guión de la unidad docente y del módulo en el que se incluye.
- Material utilizado en clase: transparencias, presentaciones tipo PowerPoint
- Apuntes elaborados por la profesora
- Colección de ejercicios y actividades propuestas
- Bibliografía específica de la unidad docente

C) Tutorías

La profesora dispone de un horario de tutorías en el que atiende consultas de los alumnos; dicho horario se especifica en la programación de horarios semanales del cuatrimestre que se entrega a los alumnos al inicio de las clases. Dicha programación se actualiza de forma continua en la web del Máster para incluir posibles modificaciones por necesidades de actividad del profesorado.

Actividades y horas de trabajo estimadas

Activities and estimated workload (hours)

<u>Actividad</u>	<u>h.presenciales</u>	<u>h. trabajo</u>	<u>h. totales</u>
Lecciones	20	10	22
Problemas y revisión trabajo	16	10	19
Actividades propuestas y tutorías	26	6.5	22.5
Seminarios y discusión	3.5	1.5	5
Caso práctico para evaluación del cuatrimestre	1.5	4	5.5
Exámenes	1	0	1
Total	68	32	100

Tipo de evaluación y criterios de calificación

Assessment methods

La evaluación de los alumnos se realizará teniendo en cuenta de forma ponderada diferentes aspectos. Cada unidad docente valorará el trabajo personal mediante la evaluación de los ejercicios y de los informes de las actividades prácticas propuestos a lo largo del curso (50% de la puntuación total). La profesora propondrá exámenes específicos en aquellos casos que la evaluación continua no sea posible, o su resultado sea escaso. Se tendrá en cuenta asimismo la actitud del alumno en relación a las actividades presenciales, asistencia y participación activa (10% de la puntuación total).

Además cada unidad propondrá una parte del trabajo de final de cuatrimestre, el cual supondrá un 40% de la calificación final de los dos Módulos de Conocimiento de este periodo.

Idioma usado en clase y exámenes

Language of instruction

Español/Inglés

Enlaces a más información

Links to more information

www.hidraulicaambiental.es

Nombre del profesor(es) y dirección de contacto para tutorías

Name of lecturer(s) and address for tutoring

María José Polo Gómez, Ph.D
Correo electrónico: mjpolo@uco.es
Oficina: Dpto. Agronomía. Campus Rabanales. Colonia San José, Edif.-4. 14.071- Córdoba

CONTENIDOS

CONTENTS

Bloque I. Procesos de transporte en fluidos


- Tema 1. Transporte de cantidad de movimiento, energía y masa en fluidos.
Mecanismos de transporte: advección y difusión. Transporte de cantidad de movimiento, energía y masa. Mezcla vertical, transversal y dispersión longitudinal
- Tema 2. Teoremas del transporte de Reynolds.
Generalización. Ecuaciones de balance y volumen de control. Promedios temporales y espaciales en el transporte de energía, cantidad de movimiento y masa. Flujos básicos: Turbulencia (chorros, estelas y vórtices).

Bloque II Transporte de masa en medio fluido

- Tema 3. Mecanismos de transporte de masa.
Difusión y ley de Fick. Ecuación de advección-difusión. Régimen laminar y turbulento. Transferencia de masa por reacciones químicas
- Tema 4. Transporte de masa en régimen turbulento.
Sistemas 3-D y 2-D. Ecuaciones integradas en el tiempo. Difusión turbulenta. Escalas del proceso.
- Tema 5. Sistemas 1-D.
Ecuaciones integradas en el espacio. Mezcla completa y escalas espaciales y temporales. Dispersión longitudinal y escalas

Bloque III Transporte de energía en medio fluido

- Tema 6. Mecanismos de transporte de energía.
Conducción de calor y ley de Fourier. Conductividad térmica en líquidos. Transporte



convectivo de energía. Transporte de energía en régimen laminar
Tema 7. Transporte de energía en régimen turbulento.
Ecuaciones integradas en el tiempo. Transferencia de energía. Convección forzada.
Convección mixta y libre
Tema 8. Fundamentos del transporte de energía por radiación

PLANIFICACIÓN ACTIVIDADES			
Planning			
Semana	Horas clase	Actividades	Contenidos
1	----	----	----
2	2.5	Presentación Unidad Docente Inicio Bloque I. Tema 1	Guía docente Tema 1: Introducción y nomenclatura Mecanismos de transporte en medio fluido Procesos difusivos y semejanza
		Propuesta 0: ejercicios previos de iniciación al cálculo	Cálculos básicos con mezcla de sustancias químicas en medio fluido y uso de variables de concentración
3	2.5	Tema 1 (continuación)	Mezcla transversal y vertical Advección y difusión de masa y energía. Dispersión Sistemas con mezcla completa.
		Revisión dudas de ejercicios y evaluación de nivel inicial	Ejercicios resueltos
		Tema 2	Ecuaciones de balance y teoremas de transporte de Reynolds
		Propuesta 1: problemas de balance de masa de agua a diferentes escalas	Cálculos según definición de volumen de control y escala temporal. Variables de estado a diferentes resoluciones espaciales. Soluciones analíticas para sistemas con mezcla completa
4	1.5	Tutorías	Dudas lecciones previas y trabajo propuesto
	2.5	Revisión problemas Propuesta 1	Problemas resueltos
		Tema 2 (continuación)	Transporte de cantidad de movimiento en régimen laminar y turbulento Estructuras turbulentas y escalas
		Propuesta 2: problemas de flujo de agua en lámina libre e implicaciones para el transporte de sustancias	Resolución de ecuaciones diferenciales de transporte de cantidad de movimiento y masa de agua para casos representativos de régimen laminar y turbulento
6	1.5	Inicio Bloque II: Tema 3	Transporte de masa. Difusión fickiana. Soluciones en medio isotropo y homogéneo Balance de masa en un volumen de control diferencial
	2.5	Trabajo propuesto 1: balance de masa. El alumno intentará desarrollarlo a partir de un guión proporcionado por la profesora	Obtención de la ecuación de advección-difusión y descripción del transporte en régimen laminar y turbulento
6	1.5	Tutorías	Dudas lecciones previas y trabajo planteado
	2.5	Tema 3 (continuación)	Sustancias conservativas y no conservativas. Transferencia de masa por reacciones químicas
		Propuesta 3: problemas de balance de masa a distintas escalas y modelado de procesos físico-químico-biológicos	Resolución del balance de masa en distintas aplicaciones diferenciando términos difusivos y advectivos, así como la influencia de procesos químicos acoplados
7	1.5	Revisión Propuesta 3 y tutorías	Dudas lecciones previas y trabajo planteado
	2.5	Tema 4	Ecuaciones integradas en el tiempo en régimen turbulento. Difusión turbulenta. Sistemas 3-D y mezcla transversal. Sistemas 2-D y mezcla vertical.
		Propuesta 4: sistemas turbulentos y longitudes de mezcla	Estimación de las longitudes de mezcla transversal y vertical en distintos sistemas, y cálculo de escalas turbulentas y escalas del transporte
8	1.5	Tutorías	Dudas lecciones previas y trabajo planteado
	2.5	Tema 5	Sistemas 1-D. Ecuación de advección-dispersión. Coeficiente de dispersión longitudinal.
9	1.5	Práctica de laboratorio 1	Uso de trazadores en ensayos de transporte de sustancias
	2.5	Tema 5 (continuación)	Soluciones analíticas de diferentes sistemas 1-D con sustancias conservativas y no conservativas
		Propuesta 5: Sistemas 1-D	Resolución de problemas de transporte 1-D para diferentes condiciones. Analogía con sistemas con mezcla completa.
10	1.5	Revisión Propuesta 5 y tutorías	Dudas temas previos y trabajo propuesto
	2.5	Inicio Bloque III: Tema 6	Balance de energía en un sistema.

			Conducción de calor y ley de Fourier. Conductividad térmica Transporte convectivo de energía. Régimen laminar
		Propuesta 6: Balance de energía y transporte por conducción	Resolución de ecuaciones de balance de energía en sistemas simples. Resolución de casos de transporte por conducción
11	1.5	Unidad II.3 en el trabajo de evaluación del MC II	Descripción y planteamiento
		Tutorías	Dudas temas previos y trabajo propuesto
	2.5	Práctica de laboratorio 2	Evolución de un vertido puntual de una sustancia conservativa en un canal
		Trabajo propuesto 2: Transporte de energía en régimen turbulento	Obtención de la ecuación de transporte de energía por analogía con el transporte de masa
12	1.5	Tutorías	Dudas temas previos y trabajo propuesto, así como sobre el desarrollo del trabajo de evaluación del MC-II
		Tema 7 Revisión trabajo propuesto 2	Transporte de energía en régimen turbulento. Ecuación de convección-conducción turbulenta
		Propuesta 7: Sistemas turbulentos y convección	Resolución de la ecuación de convección-conducción para diferentes condiciones
13	1.5	Tutorías	Dudas temas previos y trabajo propuesto, así como desarrollo del trabajo de evaluación del MCII
	2.5	Tema 8	Transporte de energía por radiación. Radiación de onda corta y onda larga. Radiación solar y escalas en los sistemas superficiales
		Propuesta 8: Radiación y acoplamiento de balance de agua y energía en sistemas acuáticos	Resolución de la ecuación de balance de energía completa. Aplicación en sistemas acuáticos
14	1.5	Tutorías	Dudas temas previos y trabajo propuesto, así como desarrollo del trabajo de evaluación del MCII
	2.5	Discusión en clase: Seminario por la profesora y análisis de cuestiones planteadas	Efectos de escala en procesos de transporte
		Propuesta 9. Efectos de escala	Obtención de parámetros efectivos en sistemas con mezcla completa y 1-D a diferentes escalas temporales
15	1.5	Tutorías	Dudas temas previos y trabajo propuesto, así como desarrollo del trabajo de evaluación del MCII
	2.5	Discusión en clase: Debate	Analogías entre diferentes procesos naturales como procesos de transporte; implicaciones para su modelado
		Propuesta 9: Cuestionario final	Análisis de cuestiones de recapitulación de la unidad
16	1.5	Tutorías	Dudas temas previos y trabajo propuesto, así como desarrollo del trabajo de evaluación del MCII
	2.5	Autoevaluación	Test de autoevaluación a realizar por el alumno sobre conocimientos adquiridos y grado de capacitación y aprovechamiento