

Nombre de la asignatura/módulo/unidad y código Course title and code	Mecánica de fluidos MC V. Dinámica de flujos biogeoquímicos UD II.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)	5 ECTS = 3ECTS teóricos+2 ECTS prácticos
Créditos expresados como volumen total de trabajo del estudiante (ECTS) Number of credits expressed as student workload (ECTS)	5 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)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se pretende aumentar la capacidad de análisis y síntesis al resolver problemas básicos de mecánica de fluidos ya que se alternan conocimientos de varios campos del saber y se llegan a conclusiones que son perfectamente aplicables a sistemas reales. En concreto, se analizan sistemas utilizando balances de materia y energía. Además, se analizan, modelan y resuelven sistemas con fluidos tanto compresibles como incompresibles, y se aplican conocimientos de matemáticas, física, química e ingeniería. 2. Se tiende a aumentar la capacidad para poder afrontar la resolución de problemas básicos de mecánica de fluidos, en concreto, saber su planteamiento, saber las hipótesis que simplifican el problema, saber resolverlo matemáticamente y analizar los resultados. 3. El alumno adquiere compromiso y capacidad crítica para enfrentarse al estudio de sistemas en los que intervienen el movimiento de fluidos.
Prerrequisitos y recomendaciones Prerequisites and advises	<p><i>Prerrequisitos:</i> Haber realizado algún curso básico a nivel de grado de Física de Fluidos.</p> <p><i>Recomendaciones:</i> Nivel medio en física de fluidos, en métodos matemáticos, estadísticos, numéricos y experimentales.</p>
Descriptores/palabras clave Descriptors/key words	Fundamentos en mecánica de fluidos. Planteamiento y resolución analítica de las ecuaciones del movimiento en fluidos newtonianos. Análisis de flujos turbulentos y capa límite. Análisis de flujos en lámina libre.
Bibliografía recomendada Recommended reading	<p><i>Bibliografía básica</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aris, R., 1989, Vectors, tensors, and the basic equations of fluid mechanics (Dover, Nueva York). • Batchelor, G.K., 1967, An introduction to fluid dynamics (Cambridge University Press). • Chorin, A. Y Marsden, J., 1993, A mathematical introduction to fluid mechanics (Springer-Verlag, Nueva York; 3ª edición). • Fernández Feria, R., 2001, Mecánica de fluidos (Universidad de Málaga).

- Frisch, U., 2001, Turbulence (Cambridge University Press, Cambridge, U.K.; 2ª edición).
- Kundu, P., 1990, Fluid dynamics (Academic Press, Nueva York).
- Landau, L.D. y Lifshitz, E.M., 1987, Fluid Mechanics (Pergamon Press, Oxford, 2ª edición).
- Liggett, J., 1994, Fluid mechanics (McGraw-Hill, Nueva York).
- Ortiz, P., 2003, Notas sobre movimientos potenciales, Área de Ing. Hidráulica. UGR.
- Richardson, S.M., 1989, Fluid mechanics (Hemisphere, Nueva York).
- White, F.M., 1983, Mecánica de fluidos (McGraw-Hill, Madrid).
- Yih, C.S. 1988, Fluid mechanics (West River, Ann Arbor)

Bibliografía avanzada

- Bird, R.B., Stewart, W.E. y Lightfoot, E., 1960, Transport phenomena (Wiley, Nueva York).
- Ortiz, P., 1991, Métodos numéricos en propagación de ondas superficiales (MOPT. Cedex).
- Rodi, W., Turbulence modelling and their application in hydraulics, IAHR.
- Rosenhead, L. (editor), 1988, Laminar boundary layers (Dover, Nueva York; reimpresión).
- Schlichting, H. y Gersten, K., 2000, Boundary layer theory (Springer, Berlín; 8ª edición).
- Sherman, F.S. 1990, Viscous flow (McGraw-Hill, Nueva York).

Métodos docentes
Teaching methods

Las técnicas docentes empleadas para conseguir el aprendizaje del alumno serán a través de clases de teoría (12 clases con un total de 26 horas), acompañada cada una de ellas por otra, en día distinto, de tutoría. En éstas se aclararán dudas a los alumnos, bien del tema actual que se esté tratando o bien de anteriores, y se dedicarán algunas horas para la resolución de algún ejercicio de aplicación directa de lo explicado en teoría (10 horas).

Las clases de teoría tienen el objetivo de explicar de una forma clara, ordenada y concatenada los conceptos fundamentales de la asignatura, siguiendo el programa presentado más abajo.

Actividades y horas de trabajo estimadas
Activities and estimated workload (hours)

<u>Actividad</u>	<u>h.clase</u>	<u>h. estudio*</u>	<u>Total</u>
Lecciones	42	60	102
Tutorías	12		12
Trabajos		40	40
Total	54	100	154

Tipo de evaluación y criterios de calificación
Assessment methods

La evaluación se llevará a cabo en base a los ejercicios que, al final de los diferentes bloques, se les irán entregando a los alumnos. Para la calificación de la asignatura también se tendrá en cuenta la asistencia y la participación en clase.

Se propondrá un examen específico en aquellos casos en los que la evaluación continua no sea posible, o su resultado sea escaso.

Idioma usado en clase y exámenes
Language of instruction

Español/Inglés

Enlaces a más información
Links to more information

Planificación de actividades
Esquemas de clase
Guiones de prácticas.

Nombre del profesor(es) y dirección de contacto para tutorías
Name of lecturer(s) and address for tutoring

Joaquín Ortega Casanova, Ph. D.
Correo electrónico: jortega@uma.es
Oficina: 006, Área de Mecánica de Fluidos
Dpto. de Ingeniería Mecánica y Mecánica de Fluidos.
ETSI Industriales. Campus de El Ejido.
Plaza de El Ejido, s/n. 29010, Málaga.

Pablo Ortiz, Ph. D.
Correo electrónico: portiz@ugr.es
Planta 4. Despacho 3B.
Área de Ingeniería Hidráulica.
Edificio Politécnico.
Campus Fuentenueva,
071 Granada.

CONTENIDOS
CONTENTS

Tema 1. Cinemática

1. Introducción
2. Hipótesis de medio continuo.

3. Descripción del campo fluido: descripción lagrangiana y euleriana.
4. Definición de:
 - 4.1 Trayectoria, senda.
 - 4.2 Línea de corriente.
 - 4.3 Traza.
5. Derivada sustancial.
6. Circulación. Vorticidad. Campo de velocidades irrotacional. Campo de velocidades solenoidal. Función de corriente.

Tema 2. Ecuaciones Generales de los Fluidos

1. Ecuaciones en forma integral:
 - 1.1 Principio de conservación de la masa.
 - 1.2 Principio de conservación de la cantidad de movimiento.
 - 1.3 Principio de conservación de la energía.
 - 1.4 Principio de conservación de la masa de una especie química genérica i .
2. Leyes Constitutivas:
 - 2.1 Ley de Fick.
 - 2.2 Ley de Stokes.
 - 2.3 Ley de Fourier.
3. Ecuaciones de Estado.
4. Teorema de Transporte de Reynolds.
5. Ecuaciones integrales para un volumen de control arbitrario.
6. Ecuaciones en forma diferencial:
 - 6.1 Ecuación de conservación de la masa.
 - 6.2 Ecuación de cantidad de movimiento.
 - 6.3 Ecuación de la energía.
 - 6.4 Ecuación de la energía mecánica.
 - 6.5 Ecuación de la energía interna.
 - 6.6 Ecuación de conservación de la masa de una especie química genérica i .
 - 6.7 Otras ecuaciones de la energía: Hipótesis de Equilibrio Termodinámico Local; Ecuación de la Entalpía; Ecuación de la Entropía.

Tema 3. Algunas soluciones exactas de las ecuaciones. Movimientos con viscosidad dominante.

1. Flujos unidireccionales:
 - 1.1 Flujo de Couette.
 - 1.2 Flujo de Poiseuille.
 - 1.3 Principio de superposición.
2. Flujo unidireccional en conductos.
 - 2.3 Flujo de Poiseuille
 - 2.4 Ley de Hagen-Poiseuille.
3. Flujos con viscosidad dominante en conductos. Longitud de Entrada.
4. Flujos no estacionarios. Problema de Rayleigh.

Tema 4. Movimientos alrededor de cuerpos con Reynolds pequeño.

1. Ecuaciones y Soluciones de Stokes.
2. Flujo con Reynolds pequeño alrededor de una esfera.
3. Aproximación de Oseen.
4. Problema de sedimentación: velocidad terminal.

Tema 5. Flujos con altos números de Reynolds.

1. Movimientos con Reynolds alto.
 - 1.1 Introducción.
 - 1.2 Ecuaciones de Euler y Bernoulli.
 - 1.3 Aplicación al movimiento de líquidos en conductos.

Tema 6. Movimientos Rotacionales

1. Vorticidad
2. Teorema de Kelvin
3. Teoremas de circulación

Tema 7. Transporte de vorticidad

1. Ecuación del transporte de vorticidad
2. Estrechamiento y alabeo de tubos de vórtice
3. Teorema de Ertel

Tema 8. Movimientos Potenciales

1. Definiciones y teoremas básicos
2. Aplicaciones
3. Cuerpos sumergidos
4. Fuerzas de arrastre

Tema 9. Movimientos a superficie libre I

1. Ecuaciones Generales y condiciones de borde
2. Ecuaciones integradas en profundidad

3. Ecuaciones lineales y no lineales

Tema 10. Movimientos a superficie libre II

1. Ecuaciones integradas en ancho
2. Movimientos estacionarios

Tema 11. Movimientos a superficie libre III

1. Análisis del comportamiento de modelos simples
2. Ecuaciones unidimensionales
3. Invariantes de Riemann
4. Salto hidráulico
5. Soluciones débiles

PLANIFICACIÓN ACTIVIDADES			
Planning			
Semana	Horas clase	Actividades	Contenidos
1	1	Presentación de la Asignatura: Temario; Bibliografía; Modo de evaluación.	
1	2.5	Lección 1. Cinemática	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción. 2. Hipótesis de medio continuo. 3. Descripción del campo fluido: descripción lagrangiana y euleriana. 4. Definición de: <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Trayectoria, senda. 4.2 Línea de corriente. 4.3 Traza. 5. Derivada sustancial. 6. Circulación. Vorticidad. Campo de velocidades irrotacional. Campo de velocidades solenoidal. Función de corriente.
1	3	Tutoría y Ejercicios sobre la Lección 1.	
2	3.5	Lección 2. Ecuaciones Generales de los Fluidos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ecuaciones en forma integral: <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Principio de conservación de la masa. 1.2 Principio de conservación de la cantidad de movimiento. 1.3 Principio de conservación de la energía. 1.4 Principio de conservación de la masa de una especie química genérica i. 2. Leyes Constitutivas: <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Ley de Fick. 2.2 Ley de Stokes. 2.3 Ley de Fourier. 3. Ecuaciones de Estado. 4. Teorema de Transporte de Reynolds. 5. Ecuaciones integrales para un volumen de control arbitrario.
2	3	Tutoría y Ejercicios sobre la Lección 2.	
3	3.5	Lección 2. Ecuaciones Generales de los Fluidos	<ol style="list-style-type: none"> 6. Ecuaciones en forma diferencial: <ol style="list-style-type: none"> 6.1 Ecuación de conservación de la masa. 6.2 Ecuación de cantidad de movimiento. 6.3 Ecuación de la energía. 6.4 Ecuación de la energía mecánica. 6.5 Ecuación de la energía interna. 6.6 Ecuación de conservación de la masa de una especie química genérica i. 6.7 Otras ecuaciones de la energía: Hipótesis de Equilibrio Termodinámico Local; Ecuación de la Entalpía; Ecuación de la Entropía.
3	3	Tutoría y Ejercicios sobre la Lección 2.	
4	3.5	Lección 3. Algunas soluciones exactas de las ecuaciones. Movimientos con viscosidad dominante.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Flujos unidireccionales: <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Flujo de Couette. 1.2 Flujo de Poiseuille. 1.3 Principio de superposición. 2. Flujo unidireccional en conductos. <ol style="list-style-type: none"> 2.3 Flujo de Poiseuille 2.4 Ley de Hagen-Poiseuille. 3. Flujos con viscosidad dominante en conductos. Longitud de Entrada. 4. Flujos no estacionarios. Problema de Rayleigh.
4	3	Tutoría y Ejercicios sobre la Lección 3.	
5	3.5	Lección 4. Movimientos alrededor de cuerpos con Reynolds pequeño.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ecuaciones y Soluciones de Stokes. 2. Flujo con Reynolds pequeño alrededor de una esfera.

			3. Aproximación de Oseen. 4. Problema de sedimentación: velocidad terminal.
5	3	Tutoría y Ejercicios sobre la Lección 4.	
6	3.5	Lección 5. Flujos con altos números de Reynolds.	1. Movimientos con Reynolds alto. 1.1 Introducción. 1.2 Ecuaciones de Euler y Bernoulli. 1.3 Aplicación al movimiento de líquidos en conductos.
1.4 6	1.5 3	1.6 Tutoría y Ejercicios sobre la Lección 5.	
7	3.5	Lección 6. Movimientos Rotacionales	Verticidad Teorema de Kelvin Teoremas de circulación
7	3	Tutoría y Ejercicios sobre la Lección 6.	
8	3	Lección 7. Transporte de verticidad	Ecuación del transporte de verticidad Estrechamiento y alabeo de tubos de vórtice Teorema de Ertel
8	3	Tutoría y Ejercicios sobre la Lección 7.	
9	3.5	Lección 8. Movimientos Potenciales	Definiciones y teoremas básicos Aplicaciones Cuerpos sumergidos Fuerzas de arrastre
9	3	Tutoría y Ejercicios sobre la Lección 8.	
10	3.5	Lección 9. Movimientos a superficie libre I	Ecuaciones Generales y condiciones de borde Ecuaciones integradas en profundidad Ecuaciones lineales y no lineales
10	3	Tutoría y Ejercicios sobre la Lección 9.	
11	3.5	Lección 10. Movimientos a superficie libre II	Ecuaciones integradas en ancho Movimientos estacionarios
11	3	Tutoría y Ejercicios sobre la Lección 10.	
12	3.5	Lección 11. Movimientos a superficie libre III	Análisis del comportamiento de modelos simples Ecuaciones unidimensionales Invariantes de Riemann Salto hidráulico Soluciones débiles
12	3	Tutoría y Ejercicios sobre la Lección 11.	