



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Simulación Aplicada a Mecánica de Fluidos

Asignatura	Simulación Aplicada a Mecánica de Fluidos			
Código	V09M148V01305			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Minas			
Descriptores	Creditos ECTS 3	Seleccione OB	Curso 2	Cuatrimstre 1c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	Martín Ortega, Elena Beatriz			
Profesorado	Martín Ortega, Elena Beatriz			
Correo-e	emortega@uvigo.es			
Web	<a href="http://emortega.webs.uvigo.es/">http://emortega.webs.uvigo.es/</a>			
Descripción general	Esta asignatura se presenta como una introducción a la dinámica de fluidos computacional que, partiendo de un conocimiento de las ecuaciones de conservación de los fluidos (ya adquirido por los alumnos en asignaturas previas) permita al alumno realizar simulaciones sencillas que involucren a un fluido como medio de trabajo.			

## Resultados de Formación y Aprendizaje

Código				
A1	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.			
A2	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.			
B7	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, carboquímica, petroquímica y geotecnia.			
C19	Competencia específica CA1. Capacidad para abordar y resolver problemas matemáticos avanzados de ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos analíticos y numéricos avanzados de cálculo, proyecto, planificación y gestión, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos, en el contexto de la Ingeniería de Minas.			
C20	Competencia Específica CA2. Conocimiento adecuado de aspectos científicos y tecnológicos de mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, geotecnia, carboquímica y petroquímica			
D1	Saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso.			
D2	Ser capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.			
D11	Adquirir conocimientos avanzados y demostrar, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.			

## Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
------------------------------------	---------------------------------------

Saber analizar sistemas en el que el fluido sea el medio de trabajo mediante técnicas de Dinámica de Fluidos Computacional.	A1 A2 B7
En esta asignatura, se trabajarán expresamente las siguientes competencias:	C19
- el uso de métodos numéricos y/o analíticos para resolver un problema	C20
- Trabajar en equipo	D1 D2 D11

## Contenidos

Tema	
1. Introducción a la dinámica de fluidos computacional. Ecuaciones y modelos.	1.1 Ecuaciones generales del movimiento de fluidos. 1.1.a Notación integral 1.1.b Notación diferencial 1.1.c Notación compacta  1.2 Números adimensionales relevantes en mecánica de fluidos 1.2.a Ejemplos de modelos límite  1.3 Particularidades de los flujos: Capas límite
2. Flujos turbulentos	2.1 Introducción  2.2 Escala de Kolmogorov  2.3 Inviabilidad de la simulación numérica directa  2.4 Modelos de turbulencia 2.4.a Modelos RANS: - Promedios de Reynolds y de Favre - Ecuaciones promediadas. Esfuerzos aparentes de Reynolds. Problema del cierre - Hipótesis de Boussinesq: modelos algebraicos, de una ecuación y de dos ecuaciones - Leyes de pared. Modelos de alto y bajo número de Reynolds - Modelos de transporte de esfuerzos aparentes de Reynolds 2.4.b Modelos LES
3. Métodos específicos de resolución de las ecuaciones de Navier-Stokes.	3.1 Discretización de las ecuaciones de fluidos. 3.1.a Discretización del dominio computacional 3.1.b Ecuaciones discretizadas en FVM 3.1.c Discretización de las condiciones de contorno 3.1.d Tratamiento de las capas límite  3.2 Flujos incompresibles. Ecuación de presión 3.2.a Métodos de compresibilidad artificial 3.2.b Acoplamiento presión-velocidad
4. Introducción al uso de distintos software (Comsol- OpenFoam-Fluent) de simulación numérica de fluidos. Prácticas en aula informática	4.1 Flujo alrededor de un escalón. Flujo laminar y flujo turbulento 4.2 Fuerzas aerodinámicas sobre cuerpos. Ejemplo de cálculo de la calle de Kármán tras un cilindro de sección circular
El uso de estos software quedará condicionado a la disponibilidad de licencias de uso por parte del centro así como a la correcta instalación de los mismos en el aula informática asignada	4.3 Ejemplo del flujo en el interior de una cavidad 4.4 Ejemplo de un dispositivo mezclador de corrientes  4.5 Se propondrán ejercicios de simulación numérica para ser resueltos de forma más independiente por los alumnos. Si el ritmo de clase lo permite se presentarán simulaciones adicionales

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	12	30	42
Resolución de problemas	4	14	18
Prácticas con apoyo de las TIC	8	5	13
Examen de preguntas objetivas	0.5	0	0.5
Estudio de casos	1.5	0	1.5

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

<b>Metodologías</b>	
	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio o proyecto a desarrollar por el estudiante.
Resolución de problemas	Actividad en la que se formulan problema y/o ejercicios relacionados con la asignatura. El alumno debe desarrollar las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se suele utilizar como complemento de la lección magistral.
Prácticas con apoyo de las TIC	Actividades de aplicación de conocimientos a situaciones concretas, y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio, que se realizan en aulas de informática.

### **Atención personalizada**

<b>Metodologías</b>	<b>Descripción</b>
Lección magistral	Se atenderá de forma personalizada al alumno en la sesión de preguntas que se formularán durante las sesiones magistrales, así como en las prácticas informáticas. Asimismo se atenderá al alumno de forma personalizada en las sesiones de tutorías de la asignatura.
Resolución de problemas	Se atenderá de forma personalizada al alumno en la sesión de preguntas que se formularán durante las sesiones magistrales, así como en las prácticas informáticas. Asimismo se atenderá al alumno de forma personalizada en las sesiones de tutorías de la asignatura.
Prácticas con apoyo de las TIC	Se atenderá de forma personalizada al alumno en la sesión de preguntas que se formularán durante las sesiones magistrales, así como en las prácticas informáticas. Asimismo se atenderá al alumno de forma personalizada en las sesiones de tutorías de la asignatura.

### **Evaluación**

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Resolución de problemas	Ejercicios/problemas de simulación numérica propuestos durante las prácticas. Serán realizados (empleando alguno de los softwares utilizados en las prácticas de informática) y entregados durante el periodo de realización de las prácticas del curso.  Se evalúa: demostrar que el alumnado es capaz de resolver flujos incompresibles sencillos en 2D, propuestos por el profesor, utilizando los programas de simulación numérica utilizados en las clases.	20	B7 C19 D1 C20
Examen de preguntas objetivas	Test de evaluación continua: pruebas para evaluación de las competencias adquiridas que incluyen preguntas cerradas con diferentes alternativas de respuesta (verdadero/falso, elección múltiple, emparejamiento de elementos...). Los alumnos seleccionan una respuesta entre un número limitado de posibilidades. Estas pruebas evalúan el resultado de aprendizaje siguiente: "Poseer los conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de mecánica de fluidos, en concreto de los métodos avanzados de simulación numérica en Mecánica de Fluidos: Técnicas CFD, flujos de capa límite, modelos de turbulencia, entre otros"	40	B7 C19 D1 C20
Estudio de casos	Prueba en que se plantea una situación o problemática ya dada o que puede darse, partiendo de los diferentes factores involucrados, el análisis de los antecedentes, condiciones, de la situación, etc.  Esta prueba evalúa el resultado de aprendizaje siguiente: "Saber analizar sistemas en el que el fluido sea el medio de trabajo mediante técnicas de Dinámica de Fluidos Computacional."	40	A1 C19 D1 A2 D2 D11

### **Otros comentarios sobre la Evaluación**

#### **Evaluación continua:**

- Se llevará a cabo un test de evaluación continua (examen de preguntas objetivas) durante el curso que representará el 40% de la nota final de la materia.

- Serán valorados con una ponderación del 20% sobre la nota final de la materia los ejercicios/problemas de simulación numérica propuestos durante las prácticas. Serán realizados (empleando alguno de los *softwares* utilizados en las prácticas de informática) y entregados durante el periodo de realización de las prácticas del curso. La asistencia a las prácticas de simulación numérica no se considera obligatoria aunque la entrega de los ejercicios/problemas propuestos durante la realización de las mismas puntúa un 20% de la nota final.
- Caso de estudio (40% de la nota final de la materia): resolución de un caso mediante simulación numérica (empleando alguno de los *softwares* utilizados en las prácticas de informática). Será realizado de forma autónoma por el alumnado y se entregará en el espacio Moovi hasta la fecha del examen final.
- Examen Final (fecha oficial de examen de la materia): recuperación del test de evaluación continua para aquellos estudiantes que no superaran el 5 sobre 10 en el test de evaluación continua.

### Segunda oportunidad:

- Se llevará a cabo un test (examen de preguntas objetivas) que representará el 40% de la nota final de la materia y se realizará el día oficial del examen final de esta oportunidad. En caso de haber superado esta parte en la primera oportunidad, con una nota mínima de 5 sobre 10, no será necesario hacer este test.
- Será propuesto un Caso de Estudio a resolver mediante simulación numérica (empleando alguno de los *softwares* utilizados en las prácticas de informática). Será realizado de forma autónoma por el alumnado y se entregará en el espacio Moovi anteriormente a la fecha del examen final de la segunda oportunidad. El peso de este trabajo será un 40% de la nota final.
- Será propuesto un ejercicio/problema a resolver mediante simulación numérica (empleando alguno de los *softwares* utilizados en las prácticas de informática). Será realizado de forma autónoma por el alumnado y se entregará en la plataforma Moovi anteriormente a la fecha del examen final de la segunda oportunidad. El peso de este trabajo será un 20% de la nota final. En caso de haber superado esta parte en la primera oportunidad, con una nota mínima de 5 sobre 10, el estudiante no tendrá que realizar este ejercicio.

**Evaluación global: Importante: se fija un plazo de renuncia a la evaluación continua de un mes desde el inicio del cuatrimestre. La comunicación de la renuncia se hará por escrito mediante el envío de un email al coordinador de la asignatura, que deberá dar acuse de recibo del mismo.**

La evaluación global se realizará como sigue:

- El día oficial del examen final se llevará a cabo un test (examen de preguntas objetivas) que representará el 40% de la nota final de la materia.
- Será propuesto un Caso de Estudio a resolver mediante simulación numérica (empleando alguno de los *softwares* utilizados en las prácticas de informática). Será realizado de forma autónoma por el alumnado y se entregará en la plataforma Moovi anteriormente a la fecha del examen final. El peso de este trabajo será un 40% de la nota final.
- Será propuesto un ejercicio/problema a resolver mediante simulación numérica realizado de forma autónoma por el alumnado que será entregado en la plataforma Moovi anteriormente a la fecha del examen final. El peso de este trabajo será un 20% de la nota final.

Calendario de exámenes finales. Verificar/consultar de forma actualizada en la página web del centro:

<http://minaseenerxia.uvigo.es/gl/docencia/exames/>

---

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

BLAZEK, J., **Computacional Fluid Dynamics: Principles and Applications**, 3, Elsevier, 2015

BARRERO y PÉREZ-SABORID, **Fundamentos y aplicaciones de la Mecánica de Fluidos**, 1, Mc Graw Hill, 2005

CRESPO, A., **Mecánica de fluidos**, 1, Ed. Thomson, 2006

F. Moukalled L. Mangani M. Darwish, **The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics An Advanced Introduction with OpenFOAM® and Matlab®**, 1, Springer, 2015

#### Bibliografía Complementaria

SCHLICHTING, H., Gersten, K., **Boundary-Layer Theory**, 9, Springer, 2017

WILCOX, **Turbulence Modeling**, 3, DCW Industries, 2006

Davidson, P. A, **Turbulence, an Introduction for Scientist and Engineers**, 2, Oxford Univ. Press, 2015

FERZIGER, J., MILOVAN, P., **Computational Methods for fluid Dynamics**, 3, Springer, 2002

CHUNG, **Computational fluid Dynamics**, 1, Cambridge University Press, 2002

HOMSY et al., **Mecánica de Fluidos Multimedia**, 2, Cambridge University Press, 2007

COMSOL Multiphysics®, **Comsol Multiphysics User Guide**, 1, COMSOL AB., 2015

<http://www.comsol.com/>,

[www.openfoam.com](http://www.openfoam.com),

---

## **Recomendaciones**

---

### **Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

---

Matemáticas Avanzadas/V09M148V01205

Mecánica de fluidos/V09M148V01CFG310305

Mecánica de Fluidos/V09M148V01CFG311204

---

### **Otros comentarios**

---

Dedicar el tiempo indicado de trabajo personal asignado, así como recurrir a tutorías personales con el profesor para resolver las posibles dudas que surjan durante el trabajo personal del alumno.

Se recomienda un seguimiento total de la materia así como una actitud activa en las clases.

---