

<b>Nombre de la asignatura/módulo/unidad y código</b> Course title and code	Simulación numérica del flujo alrededor de vehículos MC XIII. Técnicas experimentales y numéricas aplicadas al flujo alrededor de vehículos UD XIII.1
<b>Nivel (Grado/Postgrado)</b> Level of course (Undergraduate/Postgraduate)	Postgrado
<b>Plan de estudios en que se integra</b> Programme in which is integrated	Programa oficial de posgrado en dinámica de los flujos biogeoquímicos y sus aplicaciones: Máster en hidráulica ambiental. Especialidad 3. Aero-hidrodinámica de Vehículos
<b>Tipo (Troncal/Obligatoria/Optativa)</b> Type of course (Compulsory/Elective)	Obligatoria
<b>Año en que se programa</b> year of study	1
<b>Calendario (Semestre)</b> Calendar (Semester)	2 (18/02/11 a 13/06/11). Exámenes: 25/06/11 y 16/09/11
<b>Créditos teóricos y prácticos</b> Credits (theory and practices)	3,5 ECTS = 2 ECTS teóricos + 1.5 ECTS prácticos
<b>Créditos expresados como volumen total de trabajo del estudiante (ECTS)</b> Number of credits expressed as student workload (ECTS)	3.5* *1 ECTS= 25-30 horas de trabajo. ver más abajo actividades y horas de trabajo estimadas
<b>Objetivos (expresados como resultados de aprendizaje y competencias)</b> Objectives of the course (expressed in terms of learning outcomes and competences)	El alumno sabrá/ comprenderá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• En Gambit:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso de entidades punto, arista, caras y volúmenes.</li> <li>• Definición de geometrías en 2-D y en 3-D.</li> <li>• Elección de los elementos para mallar la geometría.</li> <li>• Definición de mallado de tipo Capa Limite.</li> <li>• Definición de funciones de tamaño para el mallado no uniforme de entidades.</li> <li>• Generación del mallado para la geometría a estudiar.</li> <li>• Estudio de la calidad del mallado y su mejora en caso de que sea muy pobre o existan elementos degenerados.</li> <li>• Identificación de las condiciones de contorno y de los medio continuos presentes en el modelo a estudiar.</li> <li>• Generar los ficheros de malla para su posterior lectura con Fluent.</li> </ul> </li> <li>• En Fluent:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura de los ficheros generados por Gambit.</li> <li>• Chequeo del fichero cargado para garantizar su buen funcionamiento.</li> <li>• Reescalado de la geometría si fuera necesario.</li> <li>• Selección de métodos de discretización espacial y temporal de las ecuaciones.</li> <li>• Selección de los modelos laminares o turbulentos para el estudio que se va a llevar a cabo.</li> <li>• Carga de los fluidos de trabajo.</li> <li>• Asignación numérica de las condiciones de contorno.</li> <li>• Lectura de funciones generadas por el usuario.</li> <li>• Especificación de los factores de relajación para la integración de las ecuaciones.</li> <li>• Inicialización de las magnitudes fluidas.</li> <li>• Elección de las tolerancias para detener la simulación por convergencia.</li> <li>• Selección de monitores que informe de la evolución de la magnitud deseada en función de las iteraciones.</li> <li>• Puesta en marcha de la simulación.</li> <li>• Representación e interpretación de la información obtenida.</li> </ul> </li> </ul>

**Prerrequisitos y recomendaciones**  
Prerequisites and advises

El alumno será capaz de:

- Diseñar geoméricamente el modelo a estudiar.
- Proceder a su mallado y obtener uno que asegure resultados correctos.
- Identificar e imponer las condiciones de contorno en el modelo desarrollado.
- Seleccionar los modelos físicos y numéricos para el estudio.
- Proceder a la obtención de resultados.
- Valorar e interpretar los resultados obtenidos.

**Descriptor/palabras clave**  
Descriptors/key words

Prerrequisitos: Haber cursado los módulos de conocimiento del primer semestre del máster.  
Recomendaciones: Tener conocimientos sobre fenómenos de transporte, mecánica de fluidos, métodos numéricos y procesos termodinámicos, que en su mayor parte se habrán adquirido durante el primer semestre del máster

**Bibliografía recomendada**  
Recommended reading

Fundamentos de la Mecánica de Fluidos Computacional y técnicas numéricas para resolver la simulación numérica del flujo alrededor de cuerpos sólidos. Implementación mediante GAMBIT del modelo a simular y de su mallado. Utilización de FLUENT para la simulación de flujos alrededor de vehículos. Representación de la información.

1. D.A. Anderson, J.C. Tannehill y R.H. Pletcher, 1984, Computation fluid mechanics and heat transfer, (Hemispher, Nueva York).
  2. J.D. Anderson, JR., 1995, Computational fluids dynamics. The Basics with applications, (McGraw-Hill, Nueva York).
  3. C. Canuto, M.Y. Hussaini, A. Quarteroni y T.A. Zang, 1988, Spectral methods in fluid dynamics, (Springer-Verlag, Nueva york).
  4. T.J. Chung, 2002, Computational Fluid Dynamics, Cambridge University Press, Camdbridge.
  5. J.H. Ferziger y M. Perie, 1996, Computational methods for fluids dynamics, (Springer, Nueva York).
  6. C.A.J. Fletcher, 1991, Computational techniques for fluid dynamics, volmenes I y II, (Springer-Verlag, Nueva York). Dispone tambien de un tercer volumen con soluciones a los problemas planteados, compilado por K. Srinivas y -C.A.J. Fletcher.
  7. Fluent 6.1, Getting started, 2003, Fluent Incorporated, Lebanon, NH, USA.
  8. Gambit 2.2, Getting started, 2004, Fluent Incorporated, Lebanon, NH, USA
  9. C.B. Laney, 1998, Computational gasdynamics (Cambridge University Press).
  10. D. Leutloff y R. C. Srivastava (editores), 1995, Computatonal fluids dynamics. Selected topics, (Springer, Berlín).
  11. J. Ortega Casanova y R. Fernández Fera, 2001, Apuntes de Mecánica de Fluidos Computacional. ETSI Industriales.
  12. R. Peyret (ed.), 1999, Handbook of computational fluid mechanics (Academic Press, Nueva York).
  13. R. Peyret y T.D. Taylor, 1983, Computational methods for fluid flow, (Springer- Verlag, Nueva York).
  14. P.J. Roache, 1998, Fundamentals of computational fluids dynamics, (Hermosa, Albuquerque).
- J.F. Wendt (ed.), 1992, Computational fluids dynamics. An introduction, (Springer-Verlag, Berlín).

**Métodos docentes**  
Teaching methods

Debido a que en esta asignatura se pretende inicializar al alumno en el uso de dos programas informáticos comerciales, Gambit y Fluent, la materia se impartirá mediante presentaciones en las que, con múltiples capturas de pantallas de los programas comentados, se irán comentando con todo detalle cada uno de los menús, botones, paneles y ventanas que aparecen en el uso normal de estos programas.

Con los tutoriales que se verán a lo largo del curso, se pretende mostrar al alumno el uso de estas herramientas con casos concretos, pasando por la definición de la geometría, la búsqueda de un mallado con elevada calidad e identificación de las condiciones de contorno en Gambit, y por la lectura de ficheros desde Fluent, la cuantificación de las condiciones de contorno, la obtención de resultados y su visualización en Fluent.

Además, de cada una las clases impartidas se grabarán un video y se pondrá en una dirección de internet para que el alumno pueda repetir la visualización de la clase cuantas veces desee.

**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	28.5	30	58.5
Tutorías		10	10
Trabajo		22	22
Total	28.5	62	90.5

**Tipo de evaluación y criterios de calificación**  
Assessment methods

La evaluación se realiza mediante la elaboración por parte del alumno de un trabajo/informe en el que se estudiará de forma numérica el flujo alrededor de un vehículo que el propio alumno definirá. En dicho informe se discutirá acerca del comportamiento aerodinámico del vehículo en base a los resultados obtenidos. Además, se propondrán posibles mejoras sobre la forma del vehículo con el fin de mejorarla y reducir su resistencia aerodinámica.

La calificación final responde al siguiente baremo:

	<p>Trabajo/informe realizado por el alumno: 80%. Asistencia a clase: 20%.</p> <p>Se propondrá un examen específico en aquellos casos en los que la evaluación continua no sea posible, o su resultado sea escaso.</p>
<p><b>Idioma usado en clase y exámenes</b> Language of instruction</p>	<p>Español/Inglés</p>
<p><b>Enlaces a más información</b> Links to more information</p>	<p>Planificación de actividades Esquemas de clase Guiones de prácticas.</p>
<p><b>Nombre del profesor(es) y dirección de contacto para tutorías</b> Name of lecturer(s) and address for tutoring</p>	<p>Joaquín Ortega Casanova, Ph. D. Correo electrónico: <a href="mailto:jortega@uma.es">jortega@uma.es</a> 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.</p>
<p><b>CONTENIDOS</b> CONTENTS</p>	<p><i>Bloque I. Introducción a la Mecánica de Fluidos Computacional (MFC)</i> Tema 1. La MFC como herramienta de investigación y diseño. Tema 2. Métodos basados en diferencias finitas Tema 3. Métodos de elementos finitos Tema 4. Introducción a los modelos turbulentos Tema 5. Introducción a las técnicas de mallado</p> <p><i>Bloque II. Simulación y diseño mediante códigos comerciales</i> Tema 6. Introducción al uso de GAMBIT Tema 7. Introducción al uso de FLUENT Tema 8. Casos prácticos aplicados a vehículos</p>

PLANIFICACIÓN ACTIVIDADES			
Planning			
Semana	Horas clase	Actividades	Contenidos
1	1.5	Presentación de la Asignatura: Temario; Bibliografía; Modo de evaluación.	
2	1.5	Lección 1. Introducción a la Mecánica de Fluidos Computacional (MFC).	1.1 Introducción. 2.1 Relación entre teoría, experimento y simulación numérica.
3	1.5	Lección 1.	1.3 La MFC como herramienta de investigación y diseño 1.4 Estudio teórico del flujo alrededor de cuerpos. 1.5 Técnicas numéricas para el flujo alrededor de vehículos.
4	1.5	Lección 2. Introducción a Gambit.	2.1 Introducción al software comercial Gambit.
5	1.5	Lección 2.	2.2 Generación de geometrías en 2-D (1).
6	1.5	Lección 2.	2.2 Generación de geometrías en 2-D (y 2).
7	1.5	Lección 2.	2.3 Generación de geometrías en 3-D (1)
8	15	Lección 2.	2.3 Generación de geometrías en 3-D (y 2).
9	1.5	Lección 3. Tutorial 1 sobre Gambit: Flujo 2-D alrededor del perfil de un coche. Generación de la geometría.	3.1 Definición de la geometría.
10	1.5	Lección 4. Tutorial 2 sobre Gambit: Flujo 2-D alrededor del perfil de un ala de avión. Generación de la geometría.	Definición de geometría.
11	1.5	Lección 5. Discretización de geometrías mediante Gambit.	5.1 Introducción. 5.2 Mallado de aristas. 5.3 Mallado de caras.
12	1.5	Lección 5.	5.4 Mallado de volúmenes 5.5 Capas límite y funciones de tamaño.
13	1.5	Lección 6. Tutorial 3 sobre Gambit: Flujo 2-D alrededor del perfil de un coche. Mallado de la geometría.	6.1 Generación del mallado. 6.2 Condiciones de contorno. 6.3 Generación de ficheros de mallado.
14	1.5	Lección 7. Tutorial 4 sobre Gambit: Flujo 2-D alrededor del perfil de un ala de avión. Mallado de la geometría	7.1 Generación del mallado. 7.2 Condiciones de contorno. 7.3 Generación de ficheros de mallado.
15	1.5	Lección 8. Introducción a Fluent.	8.1 Introducción. 8.2 Lectura de ficheros. Primeros menús.
16	1.5	Lección 9. Representación de la información con Fluent.	9.1 Definición de puntos, líneas, superficies e isosuperficies de magnitudes fluidas. 9.2 Representación de resultados (1)
17	1.5	Lección 9.	9.2 Representación de resultados (y 2) 9.3 Obtención de información.
18	1.5	Lección 10. Tutorial 5 sobre Fluent: Flujo 2-D alrededor del perfil de un coche. Obtención de resultados.	10.1 Lectura del fichero de mallado. 10.2 Condiciones de contorno. 10.3 Modelos turbulentos. 10.4 Resultados.
19	1.5	Lección 11. Tutorial 6 sobre Fluent: Flujo 2-D alrededor del perfil de un ala de avión. Obtención de resultados.	11.1 Lectura del fichero de mallado. 11.2 Condiciones de contorno. 11.3 Modelos turbulentos. 11.4 Resultados.