



## Máster Oficial en Ingeniería Química

### DATOS DE LA ASIGNATURA

**Nombre:**

Simulación Dinámica de Fluidos

**Denominación en inglés:**

Computational Fluid Dynamics

**Código:**

1140118

**Carácter:**

Optativo

**Horas:**

	Totales	Presenciales	No presenciales
Trabajo estimado:	112.5	45	67.5

**Créditos:**

Grupos reducidos				
Grupos grandes	Aula estándar	Laboratorio	Prácticas de campo	Aula de informática
2	0.5	0	0	2

**Departamentos:****Áreas de Conocimiento:**

Ingeniería Química, Química Física y Ciencias de los Materiales	Ingeniería Química
---	--------------------

**Curso:**

1º - Primero

**Cuatrimestre:**

Segundo cuatrimestre

### DATOS DE LOS PROFESORES

**Nombre:**

\*Partal López, Pedro

**E-Mail:**

partal@uhu.es

**Teléfono:**

959219989

**Despacho:**

P4N6-02/Facultad de CCEE/Campus del Carmen

\*Profesor coordinador de la asignatura

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### 1. Descripción de contenidos

#### 1.1. Breve descripción (en castellano):

Aplicación de métodos numéricos a la mecánica de fluidos, dinámica de fluidos computacional (CFD). Determinación de perfiles de presiones, velocidades, temperaturas, etc, en condiciones complejas de flujo que involucren fluidos newtonianos y no newtonianos, flujo de fluidos compresibles, flujo bifásico, flujo externo, flujo no estacionario y condiciones no isotermas.

#### 1.2. Breve descripción (en inglés):

Application of numerical methods to fluid mechanics, computational fluid dynamics (CFD). Profiles of pressure, velocity, temperature, etc., in complex flow conditions involving Newtonian and non-Newtonian fluids, compressible fluid flow, two-phase flow, external flow, unsteady flow and non-isothermal conditions.

### 2. Situación de la asignatura

#### 2.1. Contexto dentro de la titulación:

Asignatura de primero del modulo optativo común.

#### 2.2. Recomendaciones:

Se recomienda tener conocimientos previos de Mecánica de Fluidos y Trasmisión de calor

### 3. Objetivos (Expresados como resultados del aprendizaje):

Planificar y desarrollar investigación aplicada.

- Capacidad de sintetizar antecedentes bibliográficos y análisis de resultados.
- Desarrollar destrezas técnicas para estimar, evaluar e interpretar propiedades físico-químicas y modelos de interés en Ingeniería del Producto relacionada con Fluidos Complejos o Recursos Naturales y Sostenibles.
- Capacidad para el análisis e interpretación de resultados experimentales relacionándolos con teorías apropiadas.
- Concebir, diseñar y calcular equipos o opciones técnicas relacionadas tras el diseño del producto.· Conocer qué es la Dinámica de Fluidos Computacional (CFD), y aplicarla en problemas complejos de flujo de fluidos relacionados con la ingeniería química.
- Comprender los fenómenos relacionados con la Mecánica de Fluidos en condiciones de flujo complejas.
- Analizar críticamente los resultados obtenidos empleando técnicas de CFD. Comprobar en qué medida las ecuaciones de la Mecánica de Fluidos, de transmisión de calor y las correlaciones empíricas y datos recogidos en la bibliografía concuerdan con las simulaciones realizadas, y establecer las causas de posibles discrepancias
- Aplicar un código comercial de Dinámica de Fluidos Computacional para analizar flujos de fluidos.
- Presentar y discutir adecuadamente los resultados de las simulaciones

### 4. Competencias a adquirir por los estudiantes

#### 4.1. Competencias específicas:

- **CEGOP3:** Gestionar la Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica, atendiendo a la transferencia de tecnología y los derechos de propiedad y patentes
- **CEGOP4:** Adaptarse a los cambios estructurales de la sociedad motivados por factores o fenómenos de índole económico, energético o natural, para resolver los problemas derivados y aportar soluciones tecnológicas con un elevado compromiso de sostenibilidad
- **CEGOP5:** Dirigir y realizar la verificación, el control de las instalaciones, procesos y productos, así como certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes
- **CEPP1:** Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia y práctica, con razonamiento crítico para establecer soluciones viables económicamente a problemas teóricos
- **CEPP2:** Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la organización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas
- **CEPP3:** Conceptualizar modelos de ingeniería, aplicar métodos innovadores en la resolución de problemas y aplicaciones informáticas adecuadas, para el diseño, simulación, optimización y control de procesos y sistemas
- **CEPP4:** Tener habilidad para solucionar problemas que son poco familiares, incompletamente definidos o que tengan especificaciones en competencia, considerando los posibles métodos de solución incluidos los más innovadores, seleccionando el más apropiado y poder corregir la puesta en práctica, evaluando las diferentes soluciones de diseño
- **CEPP5:** Dirigir y supervisar todo tipo de instalaciones, procesos, sistemas y servicios de las diferentes áreas industriales relacionadas con la ingeniería química
- **CEPP6:** Diseñar, construir e implementar métodos, procesos e instalaciones para la gestión integral de suministros y residuos, sólidos, líquidos y gaseosos, en las industriales, con capacidad de evaluación de sus impactos y sus riesgos
- **CEGOP2:** Dirigir y gestionar la organización del trabajo y los recursos humanos aplicando criterios de seguridad industrial, gestión de la calidad, prevención de riesgos laborales, sostenibilidad y gestión medioambiental

#### 4.2. Competencias básicas, generales o transversales:

- **CB6:** 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
- **CB7:** 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
- **CB8:** Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
- **CB9:** Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
- **CB10:** Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo
- **CG01:** Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental
- **CG02:** Concebir, proyectar, calcular y diseñar procesos, equipos, instalaciones industriales y servicios, en el ámbito de la ingeniería química y sectores industriales relacionados, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente
- **CG03:** Dirigir y gestionar técnica y económicamente proyectos, instalaciones, plantas, empresas y centros tecnológicos en el ámbito de la ingeniería química y los sectores industriales relacionados
- **CG04:** Realizar la investigación apropiada, emprender el diseño y dirigir el desarrollo de soluciones de ingeniería, en entornos nuevos o poco conocidos, relacionando creatividad, originalidad, innovaciones y transferencia de tecnología
- **CG05:** Saber establecer modelos matemáticos y desarrollarlos mediante la informática apropiada, como base científica y tecnológica para el diseño de nuevos productos, procesos, sistemas y servicios, y para la optimización de otros ya desarrollados
- **CG06:** Tener capacidad de análisis y síntesis para el progreso continuo de productos, procesos, sistemas y servicios utilizando criterios de seguridad, viabilidad económica, calidad y gestión medioambiental
- **CG07:** Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de emitir juicios y toma de decisiones, a partir de información incompleta o limitada, que incluyan reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas del ejercicio profesional
- **CG08:** Liderar y definir equipos multidisciplinares capaces de resolver cambios técnicos y necesidades directivas en contextos nacionales e internacionales
- **CG09:** Comunicar y discutir propuestas y conclusiones en foros multilingües, especializados y no especializados, de un modo claro y sin ambigüedades
- **CG10:** Adaptarse a los cambios, siendo capaz de aplicar tecnologías nuevas y avanzadas y otros progresos relevantes, con iniciativa y espíritu emprendedor
- **CG11:** Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión
- **CT1:** Capacidad de comunicar, de manera oral y escrita, conocimiento y conclusiones, de forma eficaz, ante público especializado y no especializado
- **CT2:** Capacidad para leer documentos, escribir textos y comunicarse de manera oral en lengua inglesa
- **CT4:** Capacidad para el aprendizaje autónomo y toma de decisiones

## 5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

### 5.1. Actividades formativas:

- Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa.
- Sesiones de Resolución de Problemas.
- Sesiones Prácticas en Laboratorios Especializados o en Aulas de Informática.
- Actividades Académicamente Dirigidas por el Profesorado: seminarios, conferencias, desarrollo de trabajos, debates, tutorías colectivas, actividades de evaluación y autoevaluación.

### 5.2. Metodologías docentes:

- Clase Magistral Participativa.
- Desarrollo de Prácticas en Laboratorios Especializados o Aulas de Informática en grupos reducidos.
- Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos.
- Tutorías Individuales o Colectivas. Interacción directa profesorado-estudiantes.
- Planteamiento, Realización, Tutorización y Presentación de Trabajos.
- Conferencias y Seminarios.
- Evaluaciones y Exámenes.

### 5.3. Desarrollo y justificación:

Con las distintas metodologías docentes se intentará promover el aprendizaje cooperativo y la interacción profesor-estudiante ayudando a adquirir, tanto las competencias específicas como las competencias básicas y generales.

- **Clase Magistral Participativa.** Exposición de los contenidos teóricos de la asignatura. Durante su desarrollo, el profesorado puede interactuar constantemente con los estudiantes haciendo preguntas, poniendo ejemplos y proponiendo soluciones, solicitando opiniones, etc., favoreciendo la participación activa y el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- **Desarrollo de Prácticas en Laboratorios Especializados o Aulas de Informática en grupos reducidos.** Sesiones guiadas para la consecución de los objetivos planteados en la documentación de las prácticas. Las tareas planteadas ayudarán a desarrollar, a nivel práctico, los conocimientos adquiridos en la teoría. Resolución de ejercicios y supuestos prácticos en laboratorios especializados y/o en aulas de informática mediante la utilización de software específico.
- **Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos.** Exposición y realización de ejercicios, problemas tipo, casos prácticos y ejercicios de simulación con software específico vinculados con los contenidos teóricos. Planteamiento de problemas diversos y, en algunos casos, entrega por parte de los estudiantes de los problemas planteados.
- **Tutorías Individuales o Colectivas. Interacción directa profesorado-estudiantes.** Las metodologías docentes para desarrollar este tipo de actividad deben incluir un alto grado de interacción entre el profesorado y el alumnado. Incluyen el seguimiento individual del estudiante mediante actividades propuestas por el profesorado. Se puede fomentar el aprendizaje cooperativo promoviendo que sean también los propios estudiantes los que resuelvan las dudas planteadas.
- **Planteamiento, Realización, Tutorización y Presentación de Trabajos.** Planteamiento de una situación (real o simulada) en la que los estudiantes deben trabajar para proponer una solución argumentada, resolver una serie de preguntas concretas o realizar una reflexión global. Estos trabajos pueden realizarse de forma individual o en grupo y podrán ser defendidos mediante presentación oral y/o escrita.
- **Conferencias y Seminarios.** Para afianzar los conocimientos adquiridos en este tipo de actividad, los estudiantes podrán realizar resúmenes y responder a breves cuestionarios relacionados con la temática propuesta en los seminarios/conferencias.
- **Evaluaciones y Exámenes.** Para realizar la evaluación de los conocimientos se pueden emplear diversas metodologías de evaluación: exámenes de respuestas a desarrollar, exámenes de respuestas cortas, ejercicios de autoevaluación, etc.

## 6. Temario desarrollado:

### TEMA 1. FLUJO DE FLUIDOS Y TRANSMISIÓN CALOR

- 1.1 Introducción
- 1.2 Fluidos newtonianos y no newtonianos
- 1.4 Mecanismos de Transmisión de Calor: Coeficiente global
- 1.5 Introducción a la Simulación Dinámica de Fluidos (CFD)

### TEMA 2. FLUJO DE FLUIDOS NEWTONIANOS

- 2.1 Introducción al flujo de fluidos
- 2.2 Ecuaciones de conservación de masa, cantidad de movimiento y energía
- 2.3 Flujo compresible
- 2.4 Flujo bifásico

### TEMA 3. FLUJO FLUIDOS NO NEWTONIANO.

- 3.1 Perfiles del esfuerzo de cizalla y de velocidad.
- 3.2 Pérdida de presión por fricción y Término de energía cinética.
- 3.3 Tratamiento generalizado.
- 3.4 Flujo interno turbulento
- 3.5 Flujo externo
- 3.6 Flujo bifásico

### TEMA 4. FLUJO DE FLUIDOS NO ISOTÉRMICO

- 4.1 Transporte de calor por convección
- 4.2 Convección forzada en fluidos newtonianos y no newtonianos
- 4.3 Convección natural y convección mixta
- 4.4 Fundamentos de cambiadores de calor

### TEMA 5. APLICACIÓN DE MÉTODOS NUMÉRICOS A LA MECÁNICA DE FLUIDOS

- 5.1 Dinámica de Fluidos Computacional (CFD)
- 5.2 Etapas de la simulación y códigos comerciales de CFD
- 5.3 Fundamentos de resolución numérica
- 5.4 Resolución de casos prácticos y análisis crítico

## 7. Bibliografía

### 7.1. Bibliografía básica:

Bird R. B., Stewart W. E., Lightfoot E. N. (2007). Transport phenomena. John Wiley & Sons.  
Chapra, S.C., Canale, R., P. (2007). Métodos Numéricos para Ingenieros, Mc Graw Hill, 5ª. Edición,  
Chhabra, R.P. and Richardson, J.F. (2008). Non-newtonian flow and applied rheology: Engineering applications. Elsevier, Ltd.  
Costa Novella E. (1985). Ingeniería Química : 3. Flujo de Fluidos. Alhambra.  
Holman J.P. (2009) Heat Transfer (10th edition) McGraw-Hill Education  
Lewis, RW, Nithiarasu P., SeeTharamu KN (2004). Fundamentals of the Finite Element Method for Heat and Fluid Flow, John Wiley & Sons, Ltd  
Zienkiewicz, O.C., Taylo, R.L., Nithiarasu, P. (2005). The Finite Element for Fluid Dynamic, Butterworth-Heinemann, 6a. edición.

### 7.2. Bibliografía complementaria:

Burden, R.L., Faires, J.D., Numerical Analysis, PWS Publishing Company, 5a. edición, 1993  
Butt, R., Numerical Analysis using Matlab, Infinity Science Press, 1ª. Edición, 2008  
Coulson, J.M., Richardson, J.F., Backhurst J.R., Harker, J.H. (2007). "Chemical Engineering (6th edition)". Vol. 1. Butterworth-Heinemann  
Darby, R. Chemical Engineering Fluid Mechanics, Marcel Dekker Inc. (2001).  
De Nevers, N. Fluid Mechanics for Chemical engineers, Mc Graw Hill. New York (2004).  
Midoux N. Mécanique et Rhéologie des fluids en genie chimique. Technique et Documentation (Lavoisier) (1985).  
Skelland AHP. Non-Newtonian flow and Heat Transfer, Wiley (1967).  
Wilkes J.O. Fluid Mechanics for Chemical Engineers. Prentice Hall, Upper Saddle River (1999).

## 8. Sistemas y criterios de evaluación.

### 8.1. Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas
- Defensa de Prácticas
- Seguimiento Individual del Estudiante
- Examen de prácticas

### 8.2. Criterios de evaluación y calificación:

Examen de Teoría/Problemas: 15% de la nota final  
Defensa de Prácticas: 20% de la nota final  
Examen de Prácticas: 60% de la nota final  
Seguimiento Individual del Estudiante: 5% de la nota final

**9. Organización docente semanal orientativa:**

	Semanas	Grupos Grandes	Grupos Reducidos Aula Estándar	Grupos Reducidos Aula de Informática	Grupos Reducidos Laboratorio	Grupos Reducidos prácticas de campo	Pruebas y/o actividades evaluables	Contenido desarrollado
#1	3	0	0	0	0		TEMA 1	
#2	3	0	4	0	0		TEMA 2	
#3	3	0	0	0	0		TEMA 3	
#4	3	0	4	0	0		TEMA 4	
#5	3	0	4	0	0		TEMA 5	
#6	0	5	4	0	0	Defensa de Prácticas		
#7	5	0	4	0	0	Examen teórico-práctico		
#8	0	0	0	0	0			
#9	0	0	0	0	0			
#10	0	0	0	0	0			
#11	0	0	0	0	0			
#12	0	0	0	0	0			
#13	0	0	0	0	0			
#14	0	0	0	0	0			
#15	0	0	0	0	0			
	20	5	20	0	0			