

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Módulo común a la rama industrial	Termofluídica y materiales	2º	1º	6	Obligatoria
PROFESORES <sup>(1)</sup>			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rafael Bailón Moreno (1)</li> <li>Raúl A. Rica Alarcón (2)</li> </ul>			(1) Dpto. de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias. Correo electrónico: bailonm@ugr.es		
			(2) Departamento de Física Aplicada. 1ª planta Edificio de Física. Despacho nº 12. Correo electrónico: rul@ugr.es 958 240015 <a href="http://www.ugr.es/~rul/">http://www.ugr.es/~rul/</a>		
			HORARIO DE TUTORÍAS		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial			Física, Química, Ingeniería Química		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Haber cursado las materias del Módulo de Formación Básica</li> </ul>					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)					
Mecánica de Fluidos: Principios básicos de la mecánica de fluidos y su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería. Cálculo de tuberías, canales y sistemas de fluidos.					

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" (<http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ncg7121/>!)

Termotecnia: Termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.

#### COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

##### BÁSICAS Y GENERALES

CB1 – Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

CB2 – Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB3 – Que los estudiantes tengan capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CB4 – Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

CB5 – Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

##### TRANSVERSALES

T1 - Capacidad para el uso y aplicación de las TIC en el ámbito académico y profesional.

T2 - Capacidad para innovar y generar nuevas ideas. Creatividad.

T3 - Respeto a los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres.

##### ESPECÍFICAS

C1 - Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.

C2 - Conocimientos de los principios básicos de la mecánica de fluidos y su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería. Cálculo de tuberías, canales y sistemas fluidos.

CII3 – Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CII4 – Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimiento, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.

CII7 – Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

CII8 – Capacidad de aplicar los principios y métodos de la calidad.

CII10 – Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

#### OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno deberá:

- Aplicar las leyes fundamentales de la Mecánica de Fluidos.
- Medir magnitudes que caracterizan el flujo de fluidos.
- Calcular pérdidas de carga en canales y sistemas de fluidos.
- Dimensionar sistemas de transporte de líquidos y gases por conducciones.
- Distinguir los distintos mecanismos de transporte de calor y manejar las leyes fundamentales que los rigen.
- Calcular flujos de calor y perfiles de temperaturas y diseñar equipos de transmisión de calor.
- Aplicar balances de energía a dispositivos de flujo permanente.
- Aplicar los conocimientos adquiridos a aislamientos y disipación de calor.



## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### ➤ TEMARIO TEÓRICO:

#### PRIMERA PARTE

#### **I) MECÁNICA DE FLUIDOS**

##### TEMA I.0. TEORÍA ELEMENTAL DE CAMPOS

Vectores y coordenadas curvilíneas. Noción general de campo. Representación gráfica de los campos. Flujo y circulación. Gradiente, divergencia y rotacional. Teoremas de Gauss y Stokes. Campos que derivan de un potencial. Ecuaciones de Poisson y Laplace. Campos en coordenadas curvilíneas.

##### TEMA I.1. FUNDAMENTOS DE MECÁNICA DE FLUIDOS.

I.1.1. Introducción. Estática de fluidos. Campo de esfuerzos en un fluido. Gradiente de presión. Ecuación fundamental de la estática de fluidos.

I.1.2. Cinemática de fluidos. Campo de velocidades en un fluido. Regímenes de flujo. Ecuación de continuidad. Fluidos compresibles e incompresibles. Circulación y vorticidad. Flujo rotacional e irrotacional.

I.1.3. Dinámica de fluidos. Fluidos ideales. Ecuación de Euler. Flujo estacionario e irrotacional: ecuación de Bernoulli. Fluidos viscosos. Ecuación constitutiva de los fluidos newtonianos. Ecuación de Navier-Stokes.

##### TEMA I.2. FLUJO INTERNO.

Flujo interno incompresible viscoso. Flujo estacionario en tuberías y conductos. Ley de Hagen-Poiseuille. Ecuación de Bernoulli para flujo viscoso. Pérdidas de carga en tuberías en flujo laminar y en flujo turbulento. Sistemas de tuberías. Analogía eléctrica. Flujo no estacionario. Golpe de ariete. Flujo en canales abiertos. Flujo compresible. Flujo de gases ideales. Flujo adiabático. Flujo isoterma. Flujo de gases reales. Flujo a través de conductos, toberas y difusores.

##### TEMA I.3. FLUJO EXTERNO (Opcional).

Flujo externo incompresible viscoso. Teoría de la capa límite. Fuerzas de arrastre sobre cuerpos sumergidos. Fuerzas de sustentación. Aplicaciones. Sedimentación. Flujo a través de medios porosos.

#### SEGUNDA PARTE

#### **II) TRANSMISIÓN DE CALOR Y DISPOSITIVOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR**

TEMA II.1. INTRODUCCIÓN A LA TRANSMISIÓN DE CALOR. Interrelación entre termodinámica, mecánica de fluidos y transmisión de calor. Breve introducción a los mecanismos de transmisión de calor y sus leyes fundamentales: Conducción, convección y radiación.

TEMA II.2. CONDUCCIÓN. Regímenes y dirección de la conducción. Conducción con generación de calor. Conducción en flujo unidireccional. Resistencias térmicas. Conductividad térmica variable. Resistencia térmica por contacto en dispositivos electrónicos. Régimen no estacionario. Flujo bi- y tridimensional.

TEMA II.3. CONVECCIÓN. Mecanismo físico de la convección. Números adimensionales en la convección. Convección forzada. Convección natural.

TEMA II.4. RADIACIÓN. Naturaleza de la radiación térmica. Absorción, reflexión y transmisión superficiales. Superficies negras. Leyes de Planck y de Stefan-Boltzmann. Emisividad y poder absorbente de las superficies.



Radiación entre superficies sólidas. Factores de visión. Transferencia de calor por radiación. Transmisión de calor multimodal.

TEMA II.5. CAMBIADORES DE CALOR. Concepto, tipos y selección. Diseño térmico de cambiadores de calor. Evaluación del área de intercambio.

TEMA II.6. SUPERFICIES MODIFICADAS Y EXTENDIDAS. Aislantes térmicos. Espesores crítico, mínimo y óptimo y su importancia en la industria y en la electrónica. Aletas de sección variable y constante. Eficiencia y efectividad de las aletas. Consideraciones para el diseño y selección de una aleta.

TEMA II.7. DISIPADORES DE CALOR PARA DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS. Efectividad total. Longitud apropiada de aleta. Resistencia térmica del disipador. Espaciamiento óptimo entre aletas.

➤ TEMARIO PRÁCTICO:

**TRABAJOS DE DISEÑO**

Los trabajos de diseño consistirán en una introducción al desarrollo de proyectos industriales aplicando los conceptos adquiridos en la asignatura.

**PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

- Práctica 1. Equilibrio de fluidos en rotación uniforme.
- Práctica 2. Ley de Hagen-Poiseuille. Tuberías en serie y paralelo.
- Práctica 3. Viscosimetría. Fluidos newtonianos y no newtonianos.
- Práctica 4. Observación de líneas de corriente.
- Práctica 5. Movimiento relativo de un sólido en el seno de un fluido.
- Práctica 6. Ley de Stokes.
- Práctica 7. Ondas superficiales en líquidos.

**BIBLIOGRAFÍA**

**BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL**

- Çengel Y. A., Boles M. A. Termodinámica. McGraw-Hill. 2009.
- Çengel Y. A. Transferencia de calor y masa. Un enfoque práctico. McGraw-Hill. 2007.
- Darby, R. Chemical engineering fluids mechanics. 2nd Ed., 2001.
- Fox R. W., McDonald A. T. Introducción a la Mecánica de Fluidos. McGraw Hill. 1995.
- Incropera F. P., De Witt D.P., Bergman T. L., Lavine A. S. Fundamentals of heat and mass transfer, 6th Edition. John Wiley and Sons Inc. 2007.
- Morán M. J., Shapiro H.N. Fundamentos de termodinámica técnica. Reverté. Barcelona. 2008.
- Mott, R. L. Mecánica de fluidos. 6ª Ed. Pearson Educación. 2006.
- Ortega, M. R. Lecciones de Física. Mecánica. Vol. 3 (Mecánica de Fluidos). Edición del autor. 1992.
- White F. M. Mecánica de fluidos. McGraw-Hill. 2008.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Banderas A. V. Problemas de flujo de fluidos. Limusa. 1998.
- Bejan A., Kraus A. D. Heat transfer handbook. John Wiley and Sons Inc. 2003.
- Douglas J. F. Problemas resueltos de Mecánica de Fluidos. Vols. 1 y 2. Librería Editorial Bellisco. 1991.
- Prieve D.C. Advanced Fluid Mechanics with Vector Field Theory. 2016
- González J. Energías renovables. Reverté. 2009.
- Holman J.P. Transferencia de calor. Mac Graw-Hill. España. 1998.



- Holman, J.P. Thermodynamics. McGraw-Hill. 1990.
- Hvang F.F. Ingeniería Termodinámica: Fundamentos y Aplicaciones. Compañía Editorial Continental. 2003.
- Kakac S., Liu H. Heat Exchangers. Selection, Rating and Thermal Design. CRC PRESS, 2002
- Llopis R., Cabello R., Sánchez D. Torrella, E. Problemas resueltos de producción de frío y sicometría. Tablas y diagramas. A Madrid Vicente Ediciones. 2010.
- Llorens M., Miranda A.L. Ingeniería Térmica. Marcombo. 2009.
- Perry R.H., Green, D.H. Manual del Ingeniero Químico, Mac Graw- Hill España. 2001.

#### ENLACES RECOMENDADOS

#### METODOLOGÍA DOCENTE

La metodología propuesta está orientada a una mejor consecución de las competencias generales y específicas previstas para la asignatura y la materia.

- Sesiones teóricas. Para todo el grupo de alumnos. El profesor explicará los contenidos teóricos fundamentales de cada tema y su importancia en el contexto de la materia.
- Sesiones de problemas. Para todo el grupo de alumnos. El profesor resolverá ejercicios y problemas prácticos en que se apliquen los contenidos teóricos estudiados en cada tema.
- Sesiones de problemas en grupos reducidos. Los alumnos trabajarán durante las sesiones de grupos reducidos en problemas propuestos por el profesor. Este trabajo se realizará individualmente o por parejas, con la supervisión del profesor. Los resultados alcanzados se entregarán al profesor al finalizar la clase, que evaluará el trabajo realizado.
- Prácticas de laboratorio. Los alumnos divididos en grupos de 3-4 personas afianzarán los conocimientos teóricos mediante prácticas de laboratorio.
- Tutorías. Los alumnos disponen de las tutorías para consultar al profesor, tanto de forma individual como en grupos de 3 o 4 alumnos.
- Trabajo en grupo. Los alumnos deberán realizar un trabajo de diseño en grupo (3-4 personas) sobre un tema propuesto por el profesor. Deberán exponer los aspectos más destacados al resto de los compañeros.

#### PROGRAMA DE ACTIVIDADES

	Temas del temario	Actividades presenciales (horas)				Actividades no presenciales			
		Sesiones teóricas	Sesiones prácticas / Laboratorio	Exposiciones	Exámenes	Tutorías individuales	Tutorías colectivas	Estudio y trabajo individual	Actividades Trabajo en equipo
Semana 1	I.0	2						2	
Semana 2	I.0	3						4	
Semana 3	I.1.1	3	1.5 / 0			1		3	
Semana 4	I.1.2	3	1.5 / 0					4	
Semana 5	I.1.2	3				1		3	



Semana 6	I.1.3	2	0 / 2		1			2	2
Semana 7	I.1.3	3						2	2
Semana 8	I.2	3	2 / 0			1		3	
Semana 9	II.1	3						4	
Semana 10	II.2	3	2 / 0			1		3	
Semana 11	II.2	3						2	2
Semana 12	II.3 y II.4	3	2 / 0			1		1	2
Semana 13	II.4 y II.5	3	2 / 0					2	2
Semana 14	II.6	3		1		1		1	2
Semana 15	II.7	3			3			2	2
Sin especificar					3	2	4	12	10
Total horas		43	13	1	7	8	4	50	24

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

**Convocatoria ordinaria**

La nota final será la media de la nota obtenida en cada una de las 2 partes de la asignatura (Mecánica de Fluidos [I] + Parte de Termodinámica Térmica [II]).

ACTIVIDAD - % DE LA CALIFICACIÓN FINAL

Mecánica de Fluidos (I)

- Examen teórico práctico: 70 %.
- Prueba de clase (sexta semana de curso): 10 %
- Actividades en clase (problemas propuestos en sesiones de grupos reducidos: 20 %
- Prácticas de laboratorio: 10 %

Termodinámica Técnica (II)

- teórico práctico: 70 %.
- Trabajo de Diseño: 30 %

**Convocatoria extraordinaria**

- La convocatoria extraordinaria constará de un examen teórico-práctico que involucrará todo el temario de la asignatura y que representará el 100 % de la asignatura.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"



- En la modalidad de **evaluación única final**, a la que el alumno se puede acoger en los casos indicados en la “Normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada” (aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión extraordinaria de 20 de Mayo de 2013), la prueba de evaluación en convocatoria ordinaria y en convocatoria extraordinaria consistirá en un examen teórico-práctico que representará el 100% de la calificación.

#### INFORMACIÓN ADICIONAL

#### ANEXO: ENGLISH SUMMARY

#### BRIEF DESCRIPTION OF CONTENTS

Fluid Mechanics: Basic principles of fluid mechanics and its application to problem solving in engineering. Calculation of pipes, channels and fluidic systems.  
Thermotechnics: Applied thermodynamics and heat transfer. Basic principles and their application to the resolution of engineering problems.

Mecánica de Fluidos: Principios básicos de la mecánica de fluidos y su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería. Cálculo de tuberías, canales y sistemas de fluidos.  
Termotecnia: Termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.

#### DETAILED PROGRAM

##### ➤ THEORETICAL CONTENT:

#### I) FLUID MECHANICS

I.0. ELEMENTARY FIELD THEORY  
I.1. INTRODUCTION TO FLUID MECHANICS  
I.2. INTERNAL FLOWS.  
I.3. EXTERNAL FLOW (Optional).

#### II) HEAT TRANSMISSION AND HEAT TRANSMISSION DEVICES

II.1. INTRODUCTION TO HEAT TRANSMISSION  
II.2. CONDUCTION  
II.3. CONVECTION  
II.4. RADIATION  
II.5. HEAT EXCHANGERS  
II.6. MODIFIED AND EXTENDED SURFACES  
II.7. HEAT DISSIPATORS FOR ELECTRONIC DEVICES

##### ➤ PRACTICE:

#### DESIGN PROJECTS

The students will have to work on a small industrial project applying the acquired concepts.



#### LABORATORY PRACTICE

1. Fluid balance in uniform rotation
2. Hagen-Poiseuille's law. Series and parallel piping.
3. Viscosimetry. Newtonian and non-Newtonian fluids.
4. Streamlines.
5. Relative motion of a solid within a viscous fluid.
6. Stokes' law.
7. Surface waves in liquids.

#### BIBLIOGRAPHY

##### MAIN

- Darby, R. Chemical engineering fluids mechanics. 2nd Ed., 2001.
- Incropera F. P., De Witt D.P., Bergman T. L., Lavine A. S. Fundamentals of heat and mass transfer, 6th Edition. John Wiley and Sons Inc. 2007.
- White F. M. Fluid Mechanics. McGraw-Hill. 2008.

##### ADDITIONAL

- Bejan A., Kraus A. D. Heat transfer handbook. John Wiley and Sons Inc. 2003.
- Prieve D.C. Advanced Fluid Mechanics with Vector Field Theory. 2016
- Holman, J.P. Thermodynamics. McGraw-Hill. 1990.
- Kakac S., Liu H. Heat Exchangers. Selection, Rating and Thermal Design. CRC PRESS, 2002

