

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Ingeniería de fluidos

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Primer semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Ingeniería de fluidos
<b>Titulación</b>	06IE - Grado en Ingeniería de la Energía
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía
<b>Semestre/s de impartición</b>	Quinto semestre
<b>Módulos</b>	Itinerario tecnologías energéticas
<b>Materias</b>	Obligatorias especialidad
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	65004047
<b>Nombre en inglés</b>	Fluids engineering

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	4.5	<b>Curso</b>	3
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Grado en Ingeniería de la Energía no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingeniería de la Energía no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

Mecánica

Álgebra

Ecuaciones diferenciales

Mecánica de fluidos e hidráulica

Termodinámica

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

Conocimientos básicos de programación (Matlab u otros)

## Competencias

---

- CE11 - Comprender las leyes generales de la mecánica y aplicarlas a la resolución de problemas propios de la ingeniería.
- CE19 - Comprender los principios de mecánica de fluidos e hidráulica y aplicarlos en la Ingeniería de la Energía.
- CE23 - Aplicar los conceptos básicos de la transferencia de calor y materia en la Ingeniería de la Energía.
- CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería de la Energía.
- CG5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, tanto de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CG6 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional.
- CG7 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la Ingeniería Energética en sus actividades profesionales.

## Resultados de Aprendizaje

---

- RA325 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinares
- RA323 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería Energética.
- RA324 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos industriales, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas.
- RA326 - Comprender el impacto de la ingeniería en su rama energética sobre el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.
- RA327 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional.
- RA328 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la Ingeniería Energética en sus actividades profesionales.
- RA150 - Capacidad para caracterizar y comprender el comportamiento de los fluidos en distintas situaciones de interés para el ingeniero industrial de la especialidad de Técnicas Energéticas

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Prieto Ortiz, Juan Luis ( <b>Coordinador/a</b> )	14	juanluis.prieto@upm.es	Enviar correo al profesor

**Nota.-** Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## Descripción de la Asignatura

---

La asignatura "Ingeniería de Fluidos" busca aplicar los conocimientos básicos ya adquiridos en asignaturas previas de "Mecánica de Fluidos", a ramas de interés para el estudiante de tercer curso del "Grado de Ingeniero de la Energía" de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Es por tanto una asignatura que, sin dejar de lado los conceptos fundamentales y herramientas analíticas necesarias para comprender los fenómenos en cuestión, se centra en nociones cualitativas y cuantitativas de la práctica cotidiana de un ingeniero energético.

El temario se estructura en varios bloques, cada uno de ellos autocontenido, y que pretende barrer grandes campos de aplicaciones: partiendo de la poderosa herramienta del **análisis dimensional** y el concepto de  **semejanza**, proseguiremos hacia las aplicaciones de flujo **turbulento** con turbomáquinas acopladas a instalaciones hidráulicas; en ellas, analizaremos con detalle el fenómeno de **cavitación** y los principales efectos detrimentales en la maquinaria. Tras estos temas, continuaremos hasta el flujo de fluidos **viscosos**, necesario para comprender obras de ingeniería tales como oleoductos, o el mismo flujo sanguíneo; generalizaremos entonces el tratamiento para incluir fluidos **compresibles** sin fricción, con particular énfasis en el flujo a través de conductos tales como toberas, difusores, álabes de turbinas, etc.; finalmente, estudiaremos la aparición y desarrollo de las discontinuidades en las propiedades fluidosas: las **ondas de choque**.

Es intención del profesor que el alumno adquiera una sólida base en los conocimientos y técnicas de resolución de problemas en los campos antes mencionados de la Mecánica de Fluidos Aplicada. Para ello, contará con la atención, tiempo y dedicación comprometida por parte del profesor responsable.

## Temario

---

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA ASIGNATURA
  - 1.1. Bibliografía
  - 1.2. Comentarios de evaluación
2. ANÁLISIS DIMENSIONAL Y SEMEJANZA
  - 2.1. Introducción - Motivación
  - 2.2. Teorema Pi del análisis dimensional
  - 2.3. Números adimensionales
  - 2.4. Problemas
3. FLUJO TURBULENTO
  - 3.1. Flujo turbulento unidireccional
  - 3.2. Pérdida de carga
  - 3.3. Flujo turbulento en conductos de sección lentamente variable
  - 3.4. Pérdidas secundarias
  - 3.5. Sistemas de tuberías y bombas acopladas
  - 3.6. Problemas

#### 4. CAVITACIÓN

- 4.1. Mecanismos de daño
- 4.2. Efectos de la cavitación
- 4.3. Cavitación en bombas
- 4.4. Cavitación y semejanza
- 4.5. Problemas

#### 5. FLUJO IDEAL COMPRESIBLE

- 5.1. Ecuación de Euler-Bernoulli para gases
- 5.2. Condiciones de remanso
- 5.3. Flujo ideal compresible en conductos
- 5.4. Tobera convergente-divergente
- 5.5. Problemas

#### 6. ONDAS DE CHOQUE

- 6.1. Ecuaciones de conservación a través de la discontinuidad
- 6.2. Discontinuidades tangenciales y normales
- 6.3. Solución a las ecuaciones de onda de choque normal
- 6.4. Ondas de choque en tobera convergente-divergente
- 6.5. Problemas

## Cronograma

**Horas totales:** 48 horas

**Horas presenciales:** 48 horas (41%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase de problemas</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Recursos multimedia:</b> <b>Ilustración de problemas reales</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>			
Semana 2	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase de problemas</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Recursos multimedia:</b> <b>Ilustración de problemas reales</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>			
Semana 3	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase de problemas</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Recursos multimedia:</b> <b>Ilustración de problemas reales</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>			
Semana 4	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase de problemas</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Recursos multimedia:</b> <b>Ilustración de problemas reales</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>			



Semana 5	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase de problemas</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Recursos multimedia:</b> <b>Ilustración de problemas reales</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>			
Semana 6	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase de problemas</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Recursos multimedia:</b> <b>Ilustración de problemas reales</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>		<p><b>Tutoría grupal</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
Semana 7	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase de problemas</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Recursos multimedia:</b> <b>Ilustración de problemas reales</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>			<p><b>Prueba de evaluación continua 1</b> Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 8	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase de problemas</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Recursos multimedia:</b> <b>Ilustración de problemas reales</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>			

Semana 9	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase de problemas</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Recursos multimedia:</b> <b>Ilustración de problemas reales</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>			
Semana 10	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase de problemas</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Recursos multimedia:</b> <b>Ilustración de problemas reales</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>			
Semana 11	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase de problemas</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Recursos multimedia:</b> <b>Ilustración de problemas reales</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>			
Semana 12	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase de problemas</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Recursos multimedia:</b> <b>Ilustración de problemas reales</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>			

Semana 13	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase de problemas</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Recursos multimedia:</b> <b>Ilustración de problemas reales</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>			
Semana 14	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase de problemas</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Recursos multimedia:</b> <b>Ilustración de problemas reales</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>			
Semana 15	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase de problemas</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Recursos multimedia:</b> <b>Ilustración de problemas reales</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>		<p><b>Tutoría grupal</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
Semana 16	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 01:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase de problemas</b> Duración: 01:10 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Recursos multimedia:</b> <b>Ilustración de problemas reales</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>			

Semana 17				<p><b>Prueba de evaluación continua 2</b> Duración: 02:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial</p> <p><b>Examen final</b> Duración: 02:30 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad presencial</p>
-----------	--	--	--	---

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
7	Prueba de evaluación continua 1	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	45%	3.5 / 10	CG1, CG5, CG6, CG7, CE11, CE19, CE23
17	Prueba de evaluación continua 2	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	55%	3.5 / 10	CG1, CG5, CG6, CG7, CE11, CE19, CE23
17	Examen final	02:30	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	100%	5 / 10	CG1, CG5, CG6, CG7, CE11, CE19, CE23

## Criterios de Evaluación

### Procedimiento de evaluación

Existen dos opciones: evaluación continua, o examen final.

#### 1. Evaluación continua: consta de dos pruebas parciales, y un trabajo voluntario:

- La primera prueba parcial (PEC1), a mitad de curso, supone el 45 % de la nota. Incluirá todo lo visto hasta esa fecha.
- La segunda prueba parcial (PEC2), se realiza al acabar las clases: aquel alumno que hayan obtenido una nota mayor o igual a un 3,5 en la PEC1, podrá realizar la segunda prueba parcial examinándose sólo del temario explicado a partir de entonces;. El valor de la PEC2 será del 55 %. Si la nota en la primera prueba parcial elimina al alumno de la opción de evaluación continua (PEC1 < 3,5), el alumno deberá presentarse en la convocatoria de examen final con todo el temario de la asignatura.
- De forma voluntaria se propone un trabajo libre de investigación / analítico / experimental / numérico sobre un tema relacionado con la asignatura. Este trabajo podrá suponer hasta 1 punto adicional desde el 4,5 de la nota obtenida por el alumno ponderando ambas pruebas parciales.
  - Por tanto, para poder elegir evaluación continua, los alumnos deben satisfacer dos condiciones:
    1. Haber solicitado acogerse a evaluación continua en las tres semanas siguientes al comienzo de las clases.
    2. Haber obtenido una nota en cada prueba parcial mayor o igual a 3,5. Si la nota final  $NF = 0,45 * PEC1 + 0,55 * PEC2 + Trab \geq 5$ , el alumno habrá superado la asignatura.

#### 2. Examen final: el alumno se presentará a un único examen en la convocatoria de enero. La asignatura queda superada con una nota en el examen mayor o igual a 5.

## Recursos Didácticos

---

Descripción	Tipo	Observaciones
Apuntes de la asignatura	Otros	Apuntes de la asignatura proporcionados por el profesor Juan Luis Prieto.

## Otra Información

---

### Bibliografía

#### Bibliografía básica:

- Apuntes de clase (Juan Luis Prieto).
- "Mecánica de Fluidos" (A. Crespo Martínez; en ?Publicaciones? y Biblioteca ETSII).
- "Problemas de Mecánica de Fluidos" (Dpto. Mec. Fluidos; en ?Publicaciones? y Biblioteca).

#### Bibliografía adicional:

Todos los libros se llaman "Fluid Mechanics" o similar. Pueden utilizarse como obras de consulta para profundizar en determinados temas.

- F. M. White.
- Young & Munson.
- Cengel.
- Fox y MacDonald.
- Granger.
- Batchelor.
- Landau-Lifshitz.
- Shapiro.
- Courant & Friedrichs.
- Prandtl.
- Lamb.