



UNIVERSIDAD DE BURGOS

INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA - ELECTROMECHANICAL ENGINEERING

GUÍA DOCENTE 2026-2027  
**INGENIERÍA FLUIDOMECÁNICA**

**1. Denominación de la asignatura:**

INGENIERÍA FLUIDOMECÁNICA

**Titulación**

GRADO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL - DEGREE IN INDUSTRIAL ORGANIZATION ENGINEERING

**Código**

9129

**2. Materia o módulo a la que pertenece la asignatura:**

COMUN - FUNDAMENTAL

**3. Departamento(s) responsable(s) de la asignatura:**

INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA - ELECTROMECHANICAL ENGINEERING

**4.a Profesor/a que imparte la docencia (Si fuese impartida por más de uno/a incluir todos/as) :**

Jairo San Cristobal Blanco - Jesús-Marcos García Alonso

**4.b Coordinador/a de la asignatura**

Jesús-Marcos García Alonso

**5. Curso y semestre en el que se imparte la asignatura:**

2º Curso, 3er semestre - 2nd course - 3rd semester

**6. Tipo de la asignatura: (Básica, obligatoria u optativa)**

Obligatoria



### 7. Requisitos de formación previos para cursar la asignatura:

Para un adecuado aprovechamiento de la asignatura, se recomienda que el alumnado disponga de conocimientos previos relacionados con fundamentos científicos y técnicos adquiridos en materias básicas del ámbito de la ingeniería.

En particular, resultará especialmente conveniente contar con conocimientos en:

- fundamentos de Mecánica de Fluidos;
- principios básicos de Termodinámica, incluyendo el primer y segundo principio;
- balances de masa y energía aplicados a sistemas físicos;
- propiedades termodinámicas de sustancias puras;
- fundamentos generales de Física, especialmente en mecánica y energía;
- cálculo diferencial e integral;
- álgebra básica aplicada a la resolución de ecuaciones;
- y análisis matemático orientado al planteamiento y resolución de problemas de ingeniería.

Estos conocimientos facilitarán la comprensión de los fenómenos fluidos, el análisis energético de sistemas y la resolución de problemas técnicos asociados a la Ingeniería Fluidomecánica.

For effective engagement with this course, it is recommended that students possess prior knowledge of scientific and technical fundamentals acquired through core subjects within the field of engineering.

In particular, it will be especially beneficial to have knowledge of:

- Fundamentals of Fluid Mechanics;
- Basic principles of Thermodynamics, including the first and second laws;
- Mass and energy balances applied to physical systems;
- Thermodynamic properties of pure substances;
- General principles of Physics, particularly mechanics and energy;
- Differential and integral calculus;
- Basic algebra applied to equation solving;
- Mathematical analysis oriented toward the formulation and solution of engineering problems.

This prior knowledge will facilitate the understanding of fluid-related phenomena, the energy analysis of systems, and the resolution of technical problems associated with Fluid Mechanics Engineering.

### 8. Número de créditos ECTS de la asignatura:

6



## 9. Competencias // Resultados de aprendizaje

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Conforme a la Memoria de la Titulación - According to the Degree Report</p> <p>Competencias generales instrumentales - General instrumental competences:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• GI-1: Demostrar la capacidad de análisis y síntesis - Demonstrate the ability for analysis and synthesis.</li><li>• GI-3: Adquirir la capacidad para la resolución de problemas de forma efectiva - Acquire the ability to solve problems effectively.</li><li>• GI-9: Habilidad de búsqueda y gestión de la información - Search and information management skills</li></ul> <p>Competencias generales personales - General personal competences :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• GP-1: Desarrollar el razonamiento crítico - Develop critical reasoning. (*)</li><li>• GP-2: Desarrollar las habilidades interpersonales - Develop interpersonal skills.. (*)</li><li>• GP-3: Desarrollar la capacidad de trabajo en equipo - Develop teamwork skills. (*)</li></ul> <p>Competencias generales sistémicas - General systemic competences:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• GS-1: Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica - Ability to apply knowledge to practice..</li><li>• GS-2: Adquirir la capacidad de aprendizaje autónomo y preocupación por el saber y la formación permanente - Acquire autonomous learning ability and concern for knowledge and permanent education.</li><li>• GS-4: Capacidad para generar nuevas ideas (creatividad) - Ability to generate new ideas (creativity).</li></ul> <p>Competencias específicas disciplinares - Specific disciplinary competences:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ED-8: Conocimientos de los principios básicos de la mecánica de fluidos - Knowledge of the basic principles of fluid mechanics.</li></ul> <p>* Competencia/Contenido de sostenibilización curricular - Competence/Content of curricular sustainability</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 10. Programa de la asignatura

| 10.1- Objetivos docentes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>OBJETIVOS FORMATIVOS</b></p> <p>La asignatura tiene como objetivo proporcionar al alumnado los conocimientos fundamentales de la Ingeniería Fluidomecánica necesarios para el análisis y resolución de problemas relacionados con el comportamiento de fluidos en reposo y en movimiento, así como su aplicación en sistemas e instalaciones de ingeniería.</p> <p>Al finalizar la asignatura, el alumnado deberá ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• comprender las propiedades físicas fundamentales de los fluidos y su influencia en el comportamiento de los sistemas fluido-mecánicos;</li><li>• analizar fenómenos relacionados con la estática y dinámica de fluidos, interpretando correctamente las variables físicas y magnitudes características implicadas;</li><li>• aplicar las leyes fundamentales de conservación de masa, energía y cantidad de</li></ul> |



movimiento en la resolución de problemas de ingeniería;

- resolver problemas técnicos relacionados con:
  - o fuerzas hidrostáticas,
  - o flotabilidad,
  - o transporte de fluidos,
  - o pérdidas de carga,
  - o flujo en conductos cerrados y canales abiertos,
  - o máquinas hidráulicas,
  - o y flujo compresible;
- identificar y justificar adecuadamente las hipótesis físicas y simplificaciones necesarias para el análisis de sistemas fluidos;
- interpretar críticamente los resultados obtenidos, evaluando su coherencia física y su aplicabilidad en contextos reales de ingeniería;
- desarrollar competencias relacionadas con:
  - o la resolución de problemas,
  - o el razonamiento crítico,
  - o el trabajo en equipo,
  - o la comunicación técnica,
  - o y el aprendizaje autónomo;
- integrar los conocimientos adquiridos en la asignatura con otras materias del ámbito industrial y energético, favoreciendo una visión aplicada y multidisciplinar de la ingeniería.

#### ORIENTACIÓN APLICADA

La asignatura se orienta hacia la aplicación práctica de los fundamentos de la Ingeniería Fluidomecánica en contextos reales de ingeniería, fomentando la capacidad del alumnado para analizar y resolver problemas técnicos relacionados con el comportamiento y transporte de fluidos.

Se prestará especial atención al planteamiento y resolución de casos prácticos vinculados al diseño y análisis de instalaciones hidráulicas y sistemas fluido-mecánicos, integrando aspectos como:

- cálculo de presiones y fuerzas hidrostáticas sobre superficies sumergidas;
- análisis energético de sistemas de transporte de fluidos;
- dimensionado y evaluación de redes de tuberías;
- estudio de pérdidas de carga y regímenes de flujo;
- selección y análisis de bombas y máquinas hidráulicas;
- y aplicaciones relacionadas con cavitación, golpe de ariete y flujo compresible.

Asimismo, se fomentará la integración de los conocimientos adquiridos con otras materias del ámbito industrial, particularmente Termodinámica, Máquinas Hidráulicas y Mecánica Aplicada, favoreciendo una visión multidisciplinar y aplicada de los sistemas energéticos e hidráulicos.



## INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DIGITALES E IA

La asignatura incorporará herramientas de modelado computacional y recursos de Inteligencia Artificial generativa como apoyo al aprendizaje y análisis técnico, fomentando un uso crítico y fundamentado de dichas tecnologías.

## LEARNING OBJECTIVES

The course aims to provide students with the fundamental knowledge of Fluid Mechanics Engineering required for the analysis and solution of problems related to the behaviour of fluids at rest and in motion, as well as their application in engineering systems and installations.

Upon completion of the course, students should be able to:

Understand the fundamental physical properties of fluids and their influence on the behaviour of fluid-mechanical systems;

Analyse phenomena related to fluid statics and dynamics, correctly interpreting the physical variables and characteristic quantities involved;

Apply the fundamental laws of conservation of mass, energy, and momentum to solve engineering problems;

Solve technical problems related to:

Hydrostatic forces;

Buoyancy;

Fluid transport;

Head losses;

Flow in closed conduits and open channels;

Hydraulic machines;

Compressible flow;

Identify and appropriately justify the physical assumptions and simplifications required for the analysis of fluid systems;

Critically interpret the results obtained, assessing their physical consistency and applicability in real engineering contexts;

Develop competencies related to:

Problem-solving;

Critical reasoning;

Teamwork;

Technical communication;

Autonomous learning;

Integrate the knowledge acquired in the course with other subjects within the industrial and energy engineering domains, promoting an applied and multidisciplinary perspective of engineering.

## APPLIED ORIENTATION



The course is oriented towards the practical application of the fundamentals of Fluid Mechanics Engineering in real engineering contexts, fostering students' ability to analyse and solve technical problems related to fluid behaviour and transport.

Particular attention will be given to the formulation and resolution of practical case studies linked to the design and analysis of hydraulic installations and fluid-mechanical systems, integrating aspects such as:

Calculation of pressures and hydrostatic forces on submerged surfaces;  
Energy analysis of fluid transport systems;  
Design and evaluation of piping networks;  
Study of head losses and flow regimes;  
Selection and analysis of pumps and hydraulic machines;  
Applications related to cavitation, water hammer, and compressible flow.

Additionally, the integration of the knowledge acquired in this course with other subjects in the industrial field—particularly Thermodynamics, Hydraulic Machines, and Applied Mechanics—will be encouraged, promoting a multidisciplinary and applied understanding of energy and hydraulic systems.

#### INTEGRATION OF DIGITAL TOOLS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

The course will incorporate computational modelling tools and generative Artificial Intelligence (AI) resources as support for learning and technical analysis, encouraging the critical and well-founded use of these technologies.

#### **10.2- Unidades docentes (Bloques de contenidos)**

#### **9.2. Unidades docentes (bloques de contenidos)**

#### **HIDROSTÁTICA - HYDROSTATIC**

Tema 1. INTRODUCCIÓN. CONSIDERACIONES BÁSICAS -  
INTRODUCTION. BASIC CONCEPTS.

Repaso histórico de la mecánica de fluidos. Unidades, dimensiones y magnitudes.  
Sistema de Unidades. Leyes fundamentales de la mecánica y de la termodinámica.  
Ecuación de estado.

Historical overview of fluid mechanics. Units, dimensions, and quantities. System of units. Fundamental laws of mechanics and thermodynamics. Equation of state.

Tema 2. PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS - PROPERTIES OF FLUIDS.

Definición de fluido. Propiedades de los fluidos: Densidad. Peso específico. Tensión superficial. Presión de vapor. Viscosidad dinámica. Viscosidad cinemática.

Coeficientes de Compresibilidad isotérmica y de Expansión isobárica. Ley de viscosidad de Newton. Fluidos newtonianos. Propiedades de un gas ideal. Ley de los gases perfectos. Ecuación general de los gases.

Definition of Fluid. Properties of Fluids: Density. Specific Weight. Surface Tension.



Vapor Pressure. Dynamic Viscosity. Kinematic Viscosity. Isothermal Compressibility and Isobaric Expansion Coefficients. Newton's Law of Viscosity. Newtonian Fluids. Properties of an Ideal Gas. Ideal Gas Law. General Gas Equation.

**Tema 3. ESTÁTICA DE FLUIDOS. ESTUDIO DE LA PRESIÓN EN EL INTERIOR DE UN FLUIDO - PRESSURE AND FLUIDS STATICS.**

Introducción. Concepto de presión. Unidades. Presión barométrica y manométrica. Presión en un punto. Ley fundamental de la Hidrostática. Principio de Pascal. Concepto energético de las alturas piezométricas. Diferencia de presión entre dos puntos. Fluidos incompresibles. Fluidos compresibles. Velocidad del sonido. Número de Mach. Prensa hidráulica. Manómetros de columna de fluido. Introduction. Concept of pressure. Units. Barometric and manometric pressure. Pressure at a point. Fundamental law of hydrostatics. Pascal's principle. Energy-based concept of piezometric head. Pressure difference between two points. Incompressible fluids. Compressible fluids. Speed of sound. Mach number. Hydraulic press. Fluid column manometers.

**Tema 4. ESTUDIO DE FUERZAS DE PRESIÓN EJERCIDAS SOBRE SUPERFICIES SUMERGIDAS - HYDROSTATICS FORCES ON PLANE/CURVED SURFACES.**

Introducción. Estudio de las fuerzas de presión ejercidas sobre superficies planas. Estudio de las fuerzas de presión ejercidas sobre superficies curvas. Presas de gravedad. Fuerzas de empuje en cuerpos sumergidos. Principio de Arquímedes. Estabilidad de los cuerpos sumergidos. Flotabilidad y Estabilidad de los cuerpos en flotación. Centro de Gravedad y Altura Metacéntrica. Introduction. Study of pressure forces exerted on flat surfaces. Study of pressure forces exerted on curved surfaces. Gravity dams. Buoyant forces on submerged bodies. Archimedes' principle. Stability of submerged bodies. Buoyancy and stability of floating bodies. Center of gravity and metacentric height.

**DINÁMICA DE FLUIDOS - FLUID DYNAMICS**

**Tema 5. DINAMICA DE FLUIDOS. FUNDAMENTOS DEL MOVIMIENTO FLUIDO - FLUID KINEMATICS.**

Movimiento de traslación de masas líquidas. Aceleración lineal constante. Movimiento de rotación en recipientes abiertos y cerrados. Descripción del movimiento de fluidos. Movimiento según Lagrange. Movimiento según Euler. Definiciones: Trayectoria, Líneas de corriente, Tubo de corriente, Flujo másico, Caudal o flujo volumétrico. Clasificación de los flujos. Flujo unidimensional. Teorema del Transporte de Reynolds. Translational motion of liquid masses. Constant linear acceleration. Rotational motion in open and closed containers. Description of fluid motion. Lagrangian motion. Eulerian motion. Definitions: Trajectory, Streamlines, Streamtube, Mass flow, Volumetric flow rate. Classification of flows. One-dimensional flow. Reynolds Transport Theorem.



Tema 6. LEY DE MOMENTUM, 2º PRINCIPIO DE NEWTON APLICADO AL PASO DE UNA CORRIENTE FLUIDA - MOMENTUM ANALYSIS OF FLUID SYSTEMS

Introducción. Leyes de Newton. Volumen de control. Fuerza intercambiada con el fluido, ante una variación de la cantidad de movimiento del flujo. Ley del Momentum. Aplicaciones: Fuerza ejercida sobre la superficie de un álabe. Fuerza ejercida en el flujo por una tobera. Fuerza ejercida por el fluido al pasar por una compuerta. Principio de funcionamiento de las Turbomáquinas. Momento del Momentum. Introduction. Newton's Laws. Control Volume. Force Exchanged with the Fluid due to a Change in the Momentum of the Flow. Momentum Law. Applications: Force Exerted on the Surface of a Blade. Force Exerted on the Flow by a Nozzle. Force Exerted by the Fluid When Passing Through a Gate. Operating Principle of Turbomachines. Moment of Momentum.

Tema 7. ECUACIÓN DE BERNOULLI. CONDICIONES IDEALES DE TRANSPORTE -THE BERNOULLI EQUATION

Ecuación de Bernoulli. Concepto energético de los términos de la ecuación de Bernoulli. Presión total. Presión estática y presión dinámica. Piezómetro. Tubo de Pitot. Líneas de nivel energético y altura motriz. Aplicaciones de la ecuación de Bernoulli. Restricciones en el utilización. Teorema de Torricelli. Efecto Venturi. Cálculo de la velocidad. Análisis de los términos de carga en un Sifón. Planteamiento de la ecuación de Bernoulli en casos de flujo no permanente, flujo compresible, flujo isotermo y flujo adiabático.

Bernoulli's Equation. Energy-Based Interpretation of the Terms in Bernoulli's Equation. Total Pressure. Static Pressure and Dynamic Pressure. Piezometer. Pitot Tube. Energy Grade Line and Hydraulic Grade Line. Applications of Bernoulli's Equation. Limitations in Its Use. Torricelli's Theorem. Venturi Effect. Velocity Calculation. Analysis of Head Terms in a Siphon. Formulation of Bernoulli's Equation in Cases of Unsteady Flow, Compressible Flow, Isothermal Flow, and Adiabatic Flow.

Tema 8. ECUACIÓN GENERAL DE LA ENERGÍA - THE ENERGY EQUATIONS

Primer principio de la Termodinámica. Conservación de la energía. Ampliación de la ecuación de Bernoulli. Ecuación general de la energía. Tratamiento energético para Bombas centrífugas. Altura neta. Tratamiento energético para Turbinas. Salto neto. Término de pérdida de carga en el transporte fluido. Medida del caudal. First Law of Thermodynamics. Conservation of Energy. Extension of Bernoulli's Equation. General Energy Equation. Energy Treatment for Centrifugal Pumps. Net Head. Energy Treatment for Turbines. Net Head. Head Loss Term in Fluid Transport. Flow Measurement.

APLICACIONES DE LA INGENIERÍA FLUIDOMECÁNICA - APPLICATIONS OF FLUID MECHANICS IN ENGINEERING

Tema 9. TRANSPORTE DE UN FLUIDO EN UN CONDUCTO CERRADO -



**VISCOUS FLOW IN PIPES.**

Experimento de Reynolds. Régimen Laminar y Turbulento. N° de Reynolds. Pérdidas de carga en régimen Laminar. Ecuación de Hagen-Poiseuille. Ecuación de Darcy-Weisbach. Coeficiente de fricción. Pérdidas de carga en régimen Turbulento. Ecuación de Colebrook. Abaco de Moody. Cálculo del transporte en tuberías simples. Pérdidas menores: Coeficientes de pérdidas y longitudes equivalentes. Secciones no circulares. Radio Hidráulico. Curva característica de una tubería. Sistemas de Tuberías simples. Tuberías ramificadas. Cálculo de Redes de Tuberías. Ecuación de red generalizada. Método de Hardy-Cross. Métodos numéricos.

Reynolds Experiment. Laminar and Turbulent Flow Regimes. Reynolds Number. Head Losses in Laminar Flow. Hagen–Poiseuille Equation. Darcy–Weisbach Equation. Friction Factor. Head Losses in Turbulent Flow. Colebrook Equation. Moody Chart. Calculation of Flow in Simple Pipelines. Minor Losses: Loss Coefficients and Equivalent Lengths. Non-Circular Sections. Hydraulic Radius. Characteristic Curve of a Pipeline. Simple Piping Systems. Branched Pipelines. Pipeline Network Calculations. Generalized Network Equation. Hardy–Cross Method. Numerical Methods.

**Tema 10. TRANSPORTE DE UN FLUIDO EN CANALES ABIERTOS - OPEN CHANNEL FLOW.**

Introducción. Clasificación del flujo en un canal abierto. Flujo uniforme. Profundidad normal. Perímetro mojado. Régimen de flujo subcrítico, crítico y supercrítico. Análisis energético del flujo en un canal abierto. Flujo uniforme sin fricción. Flujo con fricción. Flujo uniforme con fricción. Resalto hidráulico. Control de flujo y medición. Compuertas y vertederos. Secciones transversales óptimas en canales rectangulares, trapezoidales y circulares.

Introduction. Classification of flow in an open channel. Uniform flow. Normal depth. Wetted perimeter. Subcritical, critical, and supercritical flow regimes. Energy analysis of flow in an open channel. Frictionless flow. Flow with friction. Uniform flow with friction. Hydraulic jump. Flow control and measurement. Gates and weirs. Optimal cross-sections in rectangular, trapezoidal, and circular channels.

**Tema 11. ANÁLISIS DIMENSIONAL Y MAQUINAS HIDRÁULICAS - TURBOMACHINERY.**

Experimentación en mecánica de fluidos. Análisis dimensional. Teorema Pi de Buckingham. Parámetros adimensionales comunes. Leyes de semejanza. Generalidades sobre bombas hidráulicas. Curvas características. Rendimientos. Generalidades sobre turbinas hidráulicas. Rendimientos.

Experimentation in fluid mechanics. Dimensional analysis. Buckingham Pi theorem. Common dimensionless parameters. Similarity laws. General overview of hydraulic pumps. Characteristic curves. Efficiencies. General overview of hydraulic turbines. Efficiencies.

**Tema 12. FLUJO COMPRESIBLE - COMPRESSIBLE FLOW.**

Propiedades de estancamiento. Velocidad del sonido y número de Mach. Flujo



isentrópico unidimensional. Flujo isentrópico en toberas. Flujo en conducto con transferencia energética. Flujo adiabático en un conducto con fricción. Stagnation properties. Sound speed and Mach number. One-dimensional isentropic flow. Isentropic flow in nozzles. Flow in conduit with energy transfer. Adiabatic flow in a friction duct.

### 10.3- Acceso a la Bibliografía Recomendada desde Leganto

[https://leganto.ubu.es/leganto/public/34BUC\\_UBU/lists?courseCode=9129&auth=SAML](https://leganto.ubu.es/leganto/public/34BUC_UBU/lists?courseCode=9129&auth=SAML)

## 11. Metodología de enseñanza y aprendizaje y su relación con las competencias/resultados de aprendizaje que debe adquirir/alcanzar el/la estudiante:

La metodología docente de la asignatura estará orientada al aprendizaje activo y aplicado de los fundamentos de la Ingeniería Fluidomecánica, combinando la adquisición de conocimientos teóricos con la resolución de problemas, el modelado técnico y el desarrollo progresivo de actividades prácticas. La asignatura fomentará la participación activa del alumnado, el aprendizaje autónomo y la aplicación integrada de los contenidos mediante herramientas de cálculo, simulación y análisis técnico.

### \* CLASES TEÓRICAS \*

Las clases teóricas estarán destinadas a la exposición y comprensión de los principios fundamentales de la Mecánica de Fluidos y su aplicación a problemas de ingeniería. El alumnado dispondrá con antelación del material docente correspondiente a cada tema a través de la plataforma UBUVirtual, favoreciendo una metodología de aprendizaje invertido basada en la preparación previa de los contenidos.

Las sesiones presenciales se orientarán a:

- aclaración de conceptos fundamentales,
- resolución de dudas,
- análisis de casos prácticos,
- y desarrollo guiado de ejercicios de aplicación.

Se fomentará especialmente la comprensión física de los fenómenos fluidos y la interpretación técnica de los resultados obtenidos

### \* CLASES PRÁCTICAS \*

Las clases prácticas estarán orientadas a la resolución de problemas y al desarrollo de habilidades de modelado y simulación mediante el uso del software EES (Engineering Equation Solver).

Durante estas sesiones el alumnado trabajará individualmente y en equipo en:



- resolución de ejercicios técnicos,
- análisis de instalaciones fluido-mecánicas,
- simulación de sistemas hidráulicos,
- y validación de modelos de ingeniería.

Las actividades prácticas estarán diseñadas para reforzar:

- la capacidad de resolución de problemas,
- la aplicación de conocimientos teóricos,
- el razonamiento crítico,
- y la interpretación de resultados técnicos.

**\* PROYECTO INTEGRADOR \***

A lo largo del semestre el alumnado desarrollará un proyecto integrador en equipo basado en el análisis y simulación progresiva de un sistema fluido-mecánico.

El proyecto permitirá incorporar de forma incremental los contenidos trabajados en los distintos bloques temáticos de la asignatura, favoreciendo una visión global e integrada de la Ingeniería Fluidomecánica.

Esta actividad estará orientada al desarrollo de competencias relacionadas con: el trabajo colaborativo,

- la toma de decisiones técnicas,
- la integración de conocimientos,
- la comunicación técnica,
- y el uso de herramientas de modelado computacional y apoyo al aprendizaje.

**\* TRABAJO AUTÓNOMO DEL ALUMNADO \***

El trabajo autónomo incluirá:

- estudio y consolidación de los fundamentos teóricos,
- preparación y resolución de ejercicios,
- desarrollo del proyecto integrador,
- elaboración de informes técnicos,
- revisión de resultados,
- y preparación de las pruebas de evaluación.

Asimismo, el alumnado deberá utilizar de forma crítica y fundamentada las herramientas digitales empleadas en la asignatura, validando técnicamente los resultados obtenidos y justificando adecuadamente los procedimientos utilizados.

**\* TUTORIAS Y SEGUIMIENTO ACADÉMICO \***

El alumnado dispondrá de tutorías individuales y grupales destinadas a:

- resolver dudas académicas,
- orientar el desarrollo de las actividades prácticas,
- realizar seguimiento del proyecto integrador,
- y proporcionar retroalimentación sobre el proceso de aprendizaje.



El seguimiento continuo permitirá detectar dificultades de forma temprana y favorecer la mejora progresiva del rendimiento académico

#### TEACHING METHODOLOGY

The teaching methodology of this course is designed to promote the active and applied learning of the fundamentals of Fluid Mechanics Engineering, combining the acquisition of theoretical knowledge with problem-solving, technical modelling, and the progressive development of practical activities.

The course will encourage active student participation, autonomous learning, and the integrated application of course content through the use of computational tools, simulation, and technical analysis methods.

#### THEORETICAL CLASSES

The theoretical classes will be devoted to the presentation and understanding of the fundamental principles of Fluid Mechanics and their application to engineering problems.

Students will have access, in advance, to the teaching materials corresponding to each topic through the UBUVirtual platform, promoting a flipped-learning methodology based on the prior preparation of course content.

Face-to-face sessions will focus on:

- Clarification of fundamental concepts;
- Resolution of questions and doubts;
- Analysis of practical case studies;
- Guided development of application exercises.

Particular emphasis will be placed on the physical understanding of fluid phenomena and the technical interpretation of the results obtained.

#### PRACTICAL CLASSES

The practical classes will be focused on problem-solving and the development of modelling and simulation skills through the use of EES (Engineering Equation Solver) software.

During these sessions, students will work both individually and collaboratively on:

- Solving technical exercises;
- Analysis of fluid-mechanical installations;
- Simulation of hydraulic systems;
- Validation of engineering models.

The practical activities will be designed to reinforce:

- Problem-solving skills;
- The application of theoretical knowledge;
- Critical reasoning;
- Interpretation of technical results.



#### INTEGRATIVE PROJECT

Throughout the semester, students will develop a team-based integrative project focused on the progressive analysis and simulation of a fluid-mechanical system. The project will enable the incremental incorporation of the content covered in the different thematic blocks of the course, fostering a comprehensive and integrated understanding of Fluid Mechanics Engineering.

This activity will be aimed at developing competencies related to:

- Collaborative work;
- Technical decision-making;
- Integration of knowledge;
- Technical communication;
- The use of computational modelling tools and learning-support resources.

#### INDEPENDENT STUDENT WORK

Independent work will include:

- Study and consolidation of theoretical foundations;
- Preparation and solution of exercises;
- Development of the integrative project;
- Preparation of technical reports;
- Review and analysis of results;
- Preparation for assessment activities.

Additionally, students will be expected to use the digital tools employed in the course in a critical and well-founded manner, technically validating the results obtained and appropriately justifying the procedures used.

#### TUTORIALS AND ACADEMIC MONITORING

Students will have access to both individual and group tutorials aimed at:

- Resolving academic questions;
- Guiding the development of practical activities;
- Monitoring progress on the integrative project;
- Providing feedback on the learning process.

Continuous monitoring will make it possible to identify difficulties at an early stage and support the progressive improvement of academic performance.

| Metodología                                              | Competencia/resulta<br>do de aprendizaje<br>relacionado     | Horas<br>presenciales | Horas de<br>trabajo | Total de<br>horas |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|
| Clases teóricas<br>Theoretical classes                   | (ED8) (GI1) (GI3)<br>(GP1) (GS1) (GS2)                      | 24                    | 28                  | 52                |
| Clases prácticas<br>(pequeño grupo)<br>Practical classes | (ED8) (GI1) (GI3)<br>(GI9) (GP1) (GP2)<br>(GP3) (GS1) (GS2) | 24                    | 48                  | 72                |



| (small group)                                                                                                              | (GS4)                                                       |    |    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----|----|-----|
| Realización de trabajos, informes, memorias y pruebas de evaluación<br>Realization of works, reports, and evaluation tests | (ED8) (GI1) (GI3)<br>(GI9) (GP1) (GP3)<br>(GS1) (GS2) (GS4) | 6  | 20 | 26  |
| <b>Total</b>                                                                                                               |                                                             | 54 | 96 | 150 |

## 12. Sistemas de evaluación:

### \* PROGRAMA UNIVERSITARIO CANTERA \*

En el caso del alumnado que participe en el programa Universitario Cantera, la calificación se determinará en función del desempeño de las tareas que le sean asignadas en el marco del programa.

El sistema de evaluación de la asignatura se fundamenta en un modelo de evaluación continua orientado al seguimiento progresivo del aprendizaje y a la adquisición de competencias relacionadas con el análisis, modelado y resolución de problemas de Ingeniería.

### \* SISTEMA DE EVALUACIÓN PARA ESTUDIANTES DE INTERCAMBIO \*

El sistema de evaluación para estudiantes de intercambio deberá ser modificado en el supuesto de que los calendarios académicos de las universidades de origen y de destino no sean coincidentes.

### A) PRUEBAS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y CASOS PRÁCTICOS (30%)

Este apartado evaluará la capacidad individual del alumnado para plantear, resolver y analizar problemas técnicos relacionados con los distintos bloques temáticos de la asignatura.

Las actividades estarán orientadas a:

- la formulación física y matemática de problemas,
- la aplicación de ecuaciones y principios fundamentales,
- el modelado y simulación mediante EES,
- y la validación e interpretación técnica de resultados.

La evaluación se realizará mediante ejercicios prácticos individuales asociados a:

- Hidrostática,
- Dinámica de Fluidos,
- y Aplicaciones de la Ingeniería Fluidomecánica.

Se valorará especialmente:

- el correcto planteamiento del problema,
- la coherencia del procedimiento de resolución,



- la interpretación física de los resultados,
- y el uso adecuado de herramientas de cálculo y simulación.

Esta prueba tendrá una ponderación del 30% sobre la calificación final de la asignatura y requerirá una nota mínima de 5 sobre 10 para ser considerada superada.

#### B) PRUEBAS DE CONOCIMIENTOS Y CUESTIONES TEÓRICAS DE LA MATERIA (30%)

Este apartado evaluará la adquisición y comprensión de los fundamentos teóricos de la Ingeniería Fluidomecánica, así como la capacidad del alumnado para interpretar y aplicar los principios físicos y matemáticos de la asignatura.

La evaluación incluirá cuestiones teóricas y problemas de aplicación, pruebas individuales que serán realizadas mediante el software EES.

Esta prueba tendrá una ponderación del 30% sobre la calificación final y exigirá una nota mínima de 5 sobre 10 para ser considerada superada.

#### C) REALIZACIÓN DE TRABAJOS Y EVALUACIÓN DE ACTIVIDADES PRÁCTICAS (40%)

##### - Cuestionarios de evaluación continua (10%)

Los cuestionarios se desarrollarán de forma individual mediante la plataforma UBUVirtual durante las sesiones semanales de teoría en modalidad en línea, estando asociados a los contenidos trabajados. Estas actividades estarán orientadas a favorecer el seguimiento continuo del aprendizaje, la participación activa del alumnado y la consolidación progresiva de los conocimientos y competencias adquiridos a lo largo de la asignatura.

Los cuestionarios tendrán una ponderación global del 10% sobre la calificación final de la asignatura. No se exigirá nota mínima para su consideración en la evaluación final y su calificación no será recuperable en la segunda convocatoria.

##### - Proyecto integrador (30%)

Este apartado evaluará el desarrollo práctico del proyecto integrador realizado en equipo a lo largo del semestre. La actividad se basará en el modelado, análisis y simulación progresiva de un sistema fluido-mecánico, incorporando de forma incremental los contenidos trabajados en la asignatura y favoreciendo la integración aplicada de los distintos bloques temáticos de la Ingeniería Fluidomecánica.

La evaluación tendrá en cuenta el seguimiento continuo, la evolución técnica y la coherencia global del proyecto desarrollado, valorándose especialmente:

- el seguimiento y evolución progresiva del proyecto;
- la integración de los distintos modelos físicos;



- la calidad técnica de la implementación desarrollada mediante EES;
- la capacidad de análisis, interpretación y validación de resultados;
- la documentación técnica presentada;
- y la integración coherente de los contenidos desarrollados a lo largo del curso.

Asimismo, se valorará:

- la capacidad de trabajo en equipo;
- la organización y planificación del trabajo;
- la comunicación técnica;
- y el uso adecuado, crítico y fundamentado de herramientas digitales de apoyo al aprendizaje.

Cada entrega parcial deberá reflejar una evolución real y progresiva del modelo desarrollado. Con el fin de garantizar la trazabilidad del aprendizaje, la coherencia del proceso de trabajo y la incorporación incremental de contenidos, el profesorado podrá realizar una revisión comparativa de las distintas versiones entregadas a lo largo del semestre, verificando tanto la progresión técnica del proyecto como la autoría efectiva del desarrollo realizado.

Dado el carácter formativo, aplicado y progresivo de esta actividad, la evaluación no se limitará al resultado final del proyecto, sino que considerará de manera integrada el proceso de desarrollo, la capacidad de revisión técnica, la mejora iterativa del modelo y la comprensión efectiva de los sistemas fluido-mecánicos analizados.

El proyecto tendrá una ponderación del 30% sobre la calificación final de la asignatura. No se establecerá una nota mínima específica para esta actividad.

La calificación correspondiente al proyecto integrador desarrollado en equipo durante el semestre no será recuperable en segunda convocatoria. Esta consideración se fundamenta en la naturaleza formativa, progresiva e integradora de dicha actividad, basada en el seguimiento continuo, el trabajo colaborativo, la retroalimentación periódica y el desarrollo incremental de competencias prácticas y transversales a lo largo del curso.

Dado que estas competencias y resultados de aprendizaje se adquieren mediante un proceso continuado de trabajo, integración y revisión técnica desarrollado durante el semestre, no resulta posible reproducir en una única prueba o actividad extraordinaria las condiciones académicas y metodológicas asociadas a dicha evaluación.

La calificación obtenida en el proyecto integrador durante la primera convocatoria se conservará para la segunda convocatoria



**\* CRITERIOS DE EVALUACIÓN \***

En todas las actividades evaluables de la asignatura, especialmente en la resolución de problemas, casos prácticos, ejercicios de simulación y actividades aplicadas, se valorará no únicamente la obtención del resultado numérico final, sino también el correcto planteamiento físico del problema, la coherencia técnica del procedimiento desarrollado y la capacidad de análisis crítico del alumnado.

La evaluación de los ejercicios y actividades prácticas se realizará conforme a los siguientes criterios generales:

| Criterio de evaluación                                  | Peso  |
|---------------------------------------------------------|-------|
| Formulación de hipótesis y condiciones de aplicación    | 10 %  |
| Elaboración y coherencia del diagrama o esquema técnico | 10 %  |
| Desarrollo del procedimiento y justificación técnica    | 30 %  |
| Resultados finales y validación técnica                 | 30 %  |
| Evaluación crítica y análisis personal del ejercicio    | 20 %  |
| Total                                                   | 100 % |

**1- FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS Y CONDICIONES DE APLICACIÓN (10%)**

Se evaluará la correcta identificación y utilización de las hipótesis físicas necesarias para la resolución del problema, así como la coherencia entre dichas hipótesis y el modelo aplicado.

Se valorará especialmente:

- la definición adecuada del sistema físico,
- la identificación de condiciones de contorno,
- la consideración del régimen de flujo,
- y la correcta aplicación de simplificaciones justificadas.

**2.- ELABORACIÓN Y COHERENCIA DEL DIAGRAMA O ESQUEMA TÉCNICO (10%)**

El ejercicio deberá incorporar un esquema o diagrama técnico claramente identificado y coherente con el desarrollo de la resolución.

En dicho esquema deberán indicarse, cuando proceda:

- variables de entrada y salida,
- sistema de referencia,
- puntos de análisis o control,
- dimensiones relevantes,
- sentidos de circulación del flujo,
- fuerzas o magnitudes implicadas,
- y cualquier otro elemento necesario para facilitar la comprensión física del problema.

El diagrama deberá mantener coherencia con las ecuaciones, hipótesis y procedimiento desarrollados en la resolución.



### 3.- DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO Y JUSTIFICACIÓN TÉCNICA (30%)

Se evaluará el desarrollo ordenado y técnicamente fundamentado del procedimiento de resolución.

Se valorará especialmente:

- la correcta selección y aplicación de ecuaciones y principios físicos,
- la justificación técnica de las expresiones utilizadas,
- la coherencia matemática del desarrollo,
- el uso adecuado de unidades y magnitudes,
- y la claridad en la explicación del procedimiento seguido.

Asimismo, se tendrá en cuenta la capacidad del alumnado para relacionar los distintos conceptos de la asignatura dentro del contexto del problema planteado.

### 4.- RESULTADOS FINALES Y VALIDACIÓN TÉCNICA (30%)

Se evaluará la obtención de resultados correctos, coherentes y adecuadamente expresados.

Se valorará:

- la precisión de los resultados numéricos,
- la correcta utilización de unidades,
- la coherencia física de los valores obtenidos,
- y la validación técnica de los resultados en función del contexto del problema.

La obtención de resultados numéricos correctos no garantizará por sí sola una calificación elevada si no existe coherencia en el planteamiento y desarrollo del ejercicio

### 5.- EVALUACIÓN CRÍTICA Y ANÁLISIS PERSONAL DEL EJERCICIO (20%)

Se evaluará la capacidad del alumnado para realizar un análisis crítico, razonado y personal de los resultados y procedimientos desarrollados.

La reflexión crítica deberá:

- estar directamente relacionada con el ejercicio realizado,
- presentar coherencia técnica y argumentativa,
- incorporar interpretación física de los resultados,
- identificar posibles limitaciones, simplificaciones o mejoras del modelo,
- y demostrar comprensión efectiva de los fenómenos estudiados.

Esta evaluación crítica deberá corresponder al razonamiento propio del alumnado y no consistirá en reproducciones genéricas generadas mediante herramientas de Inteligencia Artificial sin validación ni elaboración personal.

Se valorará especialmente la capacidad de:

- justificar decisiones técnicas,
- interpretar el comportamiento físico del sistema,
- y relacionar los resultados obtenidos con aplicaciones reales de ingeniería.

TIPIFICACIÓN DE ERRORES GRAVES, MEDIOS Y LEVES.



Se considerarán errores graves aquellos que impliquen incoherencias físicas, conceptuales o metodológicas fundamentales en la resolución del ejercicio.

Entre otros, tendrán la consideración de errores graves:

- errores de unidades o falta de homogeneidad dimensional,
- utilización de hipótesis incompatibles con el problema planteado,
- aplicación incorrecta de condiciones de contorno,
- definición errónea de expresiones o ecuaciones fundamentales,
- empleo de ecuaciones fuera de su ámbito de aplicación,
- contradicciones físicas relevantes en el desarrollo del procedimiento,
- errores numéricos que sean directamente detectables mediante análisis termodinámico.
- Existencia de faltas de ortografía repetidas en el examen

La presencia de errores graves podrá suponer una reducción de entre el 50 y el 100% de la calificación total del ejercicio, independientemente de que existan resultados numéricos parcialmente correctos.

Asimismo, el uso incorrecto de herramientas de cálculo o simulación que implique inconsistencias físicas o dimensionales podrá ser considerado dentro de esta categoría.

Se consideran errores medios (penalización importante en la nota):

- Corrección en los términos empleados
- Incorrecta aplicación balances de energía.
- Fallos en las hipótesis del problema.

La presencia de errores medios podrá suponer una reducción de entre el 25 y el 50% de la calificación total del ejercicio, independientemente de que existan resultados numéricos parcialmente correctos

Se consideran errores leves (ligera penalización en la nota): Errores numéricos que no influyan en aspectos claves de la pregunta.

Para pruebas orales, además de los criterios anteriores, se considerará para la evaluación:

- Identificación del problema y rapidez en la respuesta.
- Claridad en la respuesta: concisa, concreta y respondiendo exactamente a lo que se pregunta, sin divagar en la contestación y escogiendo adecuadamente el vocabulario técnico necesario.
- Respuesta correcta a la cuestión.
- Material empleado: apuntes, gráficas, tablas, EES.

La presencia de errores leves podrá suponer una reducción de hasta el 25% de la calificación total del ejercicio, independientemente de que existan resultados



numéricos parcialmente correctos.

En aplicación del Reglamento de Evaluación de la Universidad de Burgos, no se permitirá la mejora de calificación al alumnado que haya superado la asignatura en la primera convocatoria, ni la repetición de pruebas ya superadas. Si un/una alumno/a obtuviera una calificación global de la asignatura igual o superior a 5,0 pero no superase alguno de los mínimos establecidos en los procedimientos de evaluación de la guía docente, tendrá una calificación global de 4,9.

#### UNIVERSITARIO CANTERA PROGRAMME

For students participating in the Universitario Cantera Programme, the final grade will be determined according to the performance of the tasks assigned within the framework of the programme.

The course assessment system is based on a continuous assessment model, aimed at the progressive monitoring of learning and the acquisition of competencies related to engineering analysis, modelling, and problem-solving.

#### ASSESSMENT SYSTEM FOR EXCHANGE STUDENTS

The assessment system for exchange students may be modified in cases where the academic calendars of the home and host institutions do not coincide.

#### A) PROBLEM-SOLVING TESTS AND PRACTICAL CASE STUDIES (30%)

This component will assess students' individual ability to formulate, solve, and analyse technical problems related to the different thematic blocks of the course.

Activities will focus on:

- Physical and mathematical formulation of problems;
- Application of fundamental equations and principles;
- Modelling and simulation using EES (Engineering Equation Solver);
- Technical validation and interpretation of results.

Assessment will be carried out through individual practical exercises associated with:

- Hydrostatics;
- Fluid Dynamics;
- Applications of Fluid Mechanics Engineering.

Particular emphasis will be placed on:

- Correct problem formulation;
- Coherence of the solution procedure;
- Physical interpretation of results;
- Appropriate use of calculation and simulation tools.

This assessment component will account for 30% of the final course grade and will require a minimum mark of 5 out of 10 to be considered passed.

#### B) KNOWLEDGE TESTS AND THEORETICAL QUESTIONS (30%)



This component will assess the acquisition and understanding of the theoretical foundations of Fluid Mechanics Engineering, as well as students' ability to interpret and apply the physical and mathematical principles of the course.

Assessment will include theoretical questions and application-based problems, consisting of individual tests conducted using EES software.

This component will account for 30% of the final grade and will require a minimum mark of 5 out of 10 to be considered passed.

### C) COURSEWORK AND ASSESSMENT OF PRACTICAL ACTIVITIES (40%)

#### Continuous Assessment Quizzes (10%)

Quizzes will be completed individually through the UBUVirtual platform during weekly online theoretical sessions and will be linked to the course content covered.

These activities are intended to promote:

- Continuous monitoring of learning progress;
- Active student participation;
- Progressive consolidation of knowledge and competencies acquired throughout the course.

Quizzes will represent 10% of the final course grade. No minimum mark will be required for their consideration in the final assessment, and this grade will not be recoverable in the resit examination period.

#### Integrative Project (30%)

This component will assess the practical development of the team-based integrative project carried out throughout the semester.

The activity will be based on the modelling, analysis, and progressive simulation of a fluid-mechanical system, incrementally incorporating the course content and promoting the applied integration of the different thematic areas of Fluid Mechanics Engineering.

Assessment will consider continuous monitoring, technical progression, and the overall coherence of the project, with particular emphasis on:

- Continuous monitoring and progressive development of the project;
- Integration of different physical models;
- Technical quality of the implementation developed using EES;
- Ability to analyse, interpret, and validate results;
- Quality of technical documentation submitted;
- Coherent integration of the content developed throughout the course.

Additionally, the following will also be assessed:

- Teamwork skills;
  - Work organisation and planning;
  - Technical communication;
  - Appropriate, critical, and well-founded use of digital tools to support learning.
- Each partial submission must demonstrate genuine and progressive development of the



model.

To ensure learning traceability, consistency of the work process, and the incremental incorporation of content, the teaching staff may conduct a comparative review of the different versions submitted throughout the semester, verifying both the technical progression of the project and the effective authorship of the work carried out.

Given the formative, applied, and progressive nature of this activity, assessment will not be limited to the final project outcome, but will also integrate the development process, technical revision capacity, iterative improvement of the model, and effective understanding of the fluid-mechanical systems analysed.

This project will account for 30% of the final course grade. No specific minimum mark will be required.

The grade obtained for the integrative project will not be recoverable in the resit examination period, due to the formative, progressive, and collaborative nature of this activity.

However, the mark obtained in the first examination period will be retained for the second examination period.

#### ASSESSMENT CRITERIA

In all assessable activities of the course—particularly in problem-solving, case studies, simulation exercises, and applied tasks—assessment will not be based solely on obtaining the final numerical result, but also on the correct physical formulation of the problem, technical consistency of the procedure, and students' capacity for critical analysis.

The assessment of exercises and practical activities will follow the general criteria below:

| Assessment Criterion | Weight |
|----------------------|--------|
|----------------------|--------|

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| Formulation of hypotheses and application conditions | 10% |
|------------------------------------------------------|-----|

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Development and coherence of the technical diagram or schematic representation | 10% |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|

|                                                   |     |
|---------------------------------------------------|-----|
| Procedure development and technical justification | 30% |
|---------------------------------------------------|-----|

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| Final results and technical validation | 30% |
|----------------------------------------|-----|

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| Critical evaluation and personal analysis | 20% |
|-------------------------------------------|-----|

|       |      |
|-------|------|
| Total | 100% |
|-------|------|

#### 1. FORMULATION OF HYPOTHESES AND APPLICATION CONDITIONS (10%)

Assessment will focus on the correct identification and application of the physical assumptions required to solve the problem, as well as consistency between these assumptions and the model applied.

Particular emphasis will be placed on:

- Appropriate definition of the physical system;
- Identification of boundary conditions;
- Consideration of the flow regime;



- Correct application of justified simplifications.

## 2. DEVELOPMENT AND COHERENCE OF THE TECHNICAL DIAGRAM OR SCHEMATIC REPRESENTATION (10%)

Exercises must include a clearly identified technical diagram or schematic representation consistent with the solution process.

Where appropriate, the diagram should include:

- Input and output variables;
- Reference system;
- Analysis or control points;
- Relevant dimensions;
- Flow direction;
- Forces or related quantities;
- Any additional elements necessary to facilitate physical understanding of the problem.

## 3. PROCEDURE DEVELOPMENT AND TECHNICAL JUSTIFICATION (30%)

Assessment will consider the orderly and technically justified development of the solution process.

This includes:

- Correct selection and application of equations and physical principles;
- Technical justification of the expressions used;
- Mathematical consistency;
- Proper use of units and magnitudes;
- Clarity in the explanation of the procedure.

## 4. FINAL RESULTS AND TECHNICAL VALIDATION (30%)

Assessment will consider whether results are correct, coherent, and appropriately expressed.

This includes:

- Accuracy of numerical results;
- Correct use of units;
- Physical consistency of the values obtained;
- Technical validation within the engineering context.

Obtaining correct numerical results alone will not guarantee a high grade if the procedure lacks consistency.

## 5. CRITICAL EVALUATION AND PERSONAL ANALYSIS (20%)

Students will be assessed on their ability to carry out a critical, reasoned, and personal analysis of the results and procedures.

This reflection should:

- Be directly related to the exercise performed;



- Demonstrate technical and argumentative coherence;
- Include physical interpretation of results;
- Identify limitations, simplifications, or potential model improvements;
- Demonstrate effective understanding of the phenomena studied.

This critical evaluation must reflect the student's own reasoning and must not consist of generic responses generated through Artificial Intelligence tools without validation or personal elaboration.

#### CLASSIFICATION OF ERRORS: MAJOR, MODERATE, AND MINOR

##### Major Errors

Major errors are those involving fundamental physical, conceptual, or methodological inconsistencies, such as:

- Unit errors or lack of dimensional consistency;
- Incompatible assumptions;
- Incorrect boundary conditions;
- Misapplication of fundamental equations;
- Use of equations outside their validity range;
- Significant physical contradictions;
- Numerical errors clearly detectable through technical analysis;
- Repeated spelling mistakes in examinations.

Major errors may lead to a 50–100% reduction of the total mark for the exercise.

##### Moderate Errors

Moderate errors include:

- Incorrect terminology;
- Incorrect application of energy balances;
- Errors in problem assumptions.

Moderate errors may lead to a 25–50% reduction in the total mark.

##### Minor Errors

Minor errors include numerical inaccuracies that do not affect key aspects of the problem.

Minor errors may result in up to a 25% reduction of the total mark.

For oral examinations, assessment will additionally consider:

- Problem identification and response speed;
- Clarity, conciseness, and technical precision of the answer;
- Correctness of the response;
- Appropriate use of supporting materials (notes, graphs, tables, EES).

In accordance with the University of Burgos Assessment Regulations, students who have already passed the course in the first examination period will not be permitted to improve their grade or repeat already-passed assessments.



If a student obtains an overall course grade equal to or higher than 5.0, but fails to meet one of the minimum requirements established in the assessment procedures of the course guide, the final recorded grade will be 4.9.

| <b>Procedimiento</b>                                                                                              | <b>Peso<br/>primera<br/>convocatoria</b> | <b>Peso<br/>segunda<br/>convocatoria</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
| Pruebas de resolución de problemas y casos prácticos.<br>Problem solving tests and practical case studies.        | 30 %                                     | 30 %                                     |
| Pruebas de conocimientos y cuestiones teóricas de la materia. Knowledge tests and theoretical questions.          | 30 %                                     | 30 %                                     |
| Realización de trabajos y evaluación de actividades prácticas. Coursework and assessment of practical activities. | 40 %                                     | 40 %                                     |
| <b>Total</b>                                                                                                      | <b>100 %</b>                             | <b>100 %</b>                             |

**Evaluación excepcional:**

El alumnado que, por razones debidamente justificadas y conforme a la normativa de evaluación de la Universidad de Burgos, tenga reconocida la modalidad de evaluación excepcional, deberá realizar las pruebas y actividades establecidas por el profesorado con el fin de acreditar la adquisición de las competencias y resultados de aprendizaje asociados a la asignatura.

La estructura, criterios y exigencias académicas de la evaluación excepcional mantendrán equivalencia con los procedimientos establecidos para la evaluación continua, garantizando en todo caso el cumplimiento de los objetivos formativos de la asignatura.

**Primera convocatoria**

La evaluación excepcional en primera convocatoria se organizará conforme a la siguiente distribución:

**Procedimiento de evaluación**

**Peso**

Pruebas de resolución de problemas y casos prácticos. 30  
%

Pruebas de conocimientos y cuestiones teóricas de la materia. 30



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |
| Realización de trabajos y evaluación de actividades prácticas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 40    |
| %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |
| Total                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 100 % |
| <p>Pruebas de conocimiento y cuestiones teóricas de la materia (30%)</p> <p>Consistirán en pruebas individuales teórico-prácticas destinadas a evaluar:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• la comprensión de los fundamentos de la Ingeniería Fluidomecánica,</li><li>• la capacidad de análisis técnico,</li><li>• y la aplicación de principios físicos y matemáticos de la asignatura.</li></ul> <p>Las pruebas podrán incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• cuestiones teóricas,</li><li>• resolución de problemas,</li><li>• interpretación de resultados,</li><li>• y utilización del software EES.</li></ul> <p>La calificación mínima exigida en este apartado será de 5,0 sobre 10.</p>                                                                                                                                                                                                                                                           |       |
| <p>Pruebas de resolución de problemas o casos prácticos (30%)</p> <p>Este apartado evaluará la capacidad individual del alumnado para:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• plantear correctamente problemas técnicos,</li><li>• desarrollar procedimientos de resolución coherentes,</li><li>• aplicar modelos físicos y matemáticos,</li><li>• y validar técnicamente los resultados obtenidos.</li></ul> <p>Las pruebas estarán relacionadas con los distintos bloques de contenidos de la asignatura y podrán requerir la utilización de herramientas de modelado y simulación mediante EES.</p> <p>Se valorará especialmente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• el planteamiento físico del problema,</li><li>• la coherencia del procedimiento,</li><li>• la correcta utilización de unidades y magnitudes,</li><li>• y la interpretación técnica de los resultados.</li></ul> <p>La calificación mínima exigida en este apartado será de 5,0 sobre 10.</p> |       |
| <p>Realización de trabajos y evaluación de actividades prácticas. (40%)</p> <p>Este apartado evaluará el desarrollo práctico del proyecto integrador realizado individualmente a lo largo del semestre. La actividad se basará en el modelado, análisis y simulación progresiva de un sistema fluido-mecánico, incorporando de forma incremental los contenidos trabajados en la asignatura y favoreciendo la integración aplicada de los distintos bloques temáticos de la Ingeniería Fluidomecánica.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |



La evaluación tendrá en cuenta el seguimiento continuo, la evolución técnica y la coherencia global del proyecto desarrollado, valorándose especialmente:

- el seguimiento y evolución progresiva del proyecto;
- la integración de los distintos modelos físicos;
- la calidad técnica de la implementación desarrollada mediante EES;
- la capacidad de análisis, interpretación y validación de resultados;
- la documentación técnica presentada;
- y la integración coherente de los contenidos desarrollados a lo largo del curso.

Asimismo, se valorará:

- la capacidad de trabajo en equipo;
- la organización y planificación del trabajo;
- la comunicación técnica;
- y el uso adecuado, crítico y fundamentado de herramientas digitales de apoyo al aprendizaje.

Cada entrega parcial deberá reflejar una evolución real y progresiva del modelo desarrollado. Con el fin de garantizar la trazabilidad del aprendizaje, la coherencia del proceso de trabajo y la incorporación incremental de contenidos, el profesorado podrá realizar una revisión comparativa de las distintas versiones entregadas a lo largo del semestre, verificando tanto la progresión técnica del proyecto como la autoría efectiva del desarrollo realizado.

Dado el carácter formativo, aplicado y progresivo de esta actividad, la evaluación no se limitará al resultado final del proyecto, sino que considerará de manera integrada el proceso de desarrollo, la capacidad de revisión técnica, la mejora iterativa del modelo y la comprensión efectiva de los sistemas fluido-mecánicos analizados.

Dada la naturaleza progresiva, integradora y colaborativa del proyecto desarrollado en evaluación continua, la actividad correspondiente al proyecto integrador en equipo no será reproducible en evaluación excepcional en las mismas condiciones metodológicas y temporales. Por ello, las actividades prácticas individuales establecidas en esta modalidad tendrán como finalidad evaluar de forma equivalente las competencias técnicas y aplicadas asociadas a dicha actividad.

En la segunda convocatoria, el alumnado deberá realizar únicamente aquellas pruebas o actividades no superadas en la primera convocatoria, manteniéndose en todos los casos las calificaciones mínimas establecidas en la guía docente.

La calificación correspondiente al proyecto integrador desarrollado en equipo durante el semestre no será recuperable en segunda convocatoria.

Esta consideración se fundamenta en la naturaleza formativa, progresiva e integradora



de dicha actividad, basada en el seguimiento continuo, el trabajo colaborativo, la retroalimentación periódica y el desarrollo incremental de competencias prácticas y transversales a lo largo del curso.

Dado que estas competencias y resultados de aprendizaje se adquieren mediante un proceso continuado de trabajo, integración y revisión técnica desarrollado durante el semestre, no resulta posible reproducir en una única prueba o actividad extraordinaria las condiciones académicas y metodológicas asociadas a dicha evaluación.

La calificación obtenida en el proyecto integrador durante la primera convocatoria se conservará para la segunda convocatoria.

Se conservarán las calificaciones correspondientes a los procedimientos superados en la primera convocatoria.

La estructura, criterios de evaluación y ponderaciones de la segunda convocatoria serán equivalentes a los establecidos para la primera convocatoria de evaluación excepcional.

No se permitirá la mejora de calificación al alumnado que haya superado la asignatura en la primera convocatoria.

En el caso de que un/a estudiante obtenga una calificación global igual o superior a 5,0, pero no alcance la calificación mínima exigida en alguno de los procedimientos de evaluación definidos en la guía docente, la calificación final de la asignatura será de 4,9

#### EXCEPTIONAL ASSESSMENT

Students who, for duly justified reasons and in accordance with the University of Burgos Assessment Regulations, have been granted the exceptional assessment modality must complete the tests and activities established by the teaching staff in order to demonstrate the acquisition of the competencies and learning outcomes associated with the course.

The structure, assessment criteria, and academic requirements of exceptional assessment shall maintain equivalence with the procedures established for continuous assessment, ensuring full compliance with the educational objectives of the course.

#### FIRST EXAMINATION PERIOD

Exceptional assessment in the first examination period will be organised according to the following distribution:

| Assessment Procedure                              | Weight |
|---------------------------------------------------|--------|
| Problem solving tests and practical case studies. | 30%    |



|                                                  |      |
|--------------------------------------------------|------|
| Knowledge tests and theoretical questions.       | 30%  |
| Coursework or assessment of practical activities | 40%  |
| Total                                            | 100% |

### 1. KNOWLEDGE TESTS AND THEORETICAL QUESTIONS (30%)

These will consist of individual theoretical-practical tests aimed at assessing:

- Understanding of the fundamental principles of Fluid Mechanics Engineering;
- Technical analysis skills;
- Application of the physical and mathematical principles of the course.

The tests may include:

- Theoretical questions;
- Problem-solving exercises;
- Interpretation of results;
- Use of EES (Engineering Equation Solver) software.

The minimum required mark for this component will be 5.0 out of 10.

### 2. PROBLEM-SOLVING TESTS OR PRACTICAL CASE STUDIES (30%)

This component will assess students' individual ability to:

- Correctly formulate technical problems;
- Develop coherent solution procedures;
- Apply physical and mathematical models;
- Technically validate the results obtained.

These tests will be related to the different thematic blocks of the course and may require the use of modelling and simulation tools through EES.

Particular emphasis will be placed on:

- Physical formulation of the problem;
- Coherence of the procedure;
- Correct use of units and magnitudes;
- Technical interpretation of results.

The minimum required mark for this component will be 5.0 out of 10.

### 3. COURSEWORK OR ASSESSMENT OF PRACTICAL ACTIVITIES (40%)

This component will assess the practical development of an individual integrative project carried out progressively throughout the semester.

The activity will be based on the modelling, analysis, and progressive simulation of a fluid-mechanical system, incrementally incorporating the content developed throughout the course and promoting the applied integration of the different thematic areas of Fluid Mechanics Engineering.

Assessment will consider continuous monitoring, technical progression, and the overall coherence of the project, with particular emphasis on:

- Continuous monitoring and progressive development of the project;
- Integration of different physical models;



- Technical quality of the implementation developed using EES;
  - Capacity for analysis, interpretation, and validation of results;
  - Quality of technical documentation submitted;
  - Coherent integration of the course content developed throughout the semester.
- Additionally, the following aspects will also be assessed:
- Teamwork and collaboration skills;
  - Work organisation and planning;
  - Technical communication;
  - Appropriate, critical, and well-founded use of digital tools to support learning.
- Each partial submission must demonstrate genuine and progressive development of the model.

To ensure traceability of learning, consistency of the work process, and the incremental incorporation of content, the teaching staff may conduct a comparative review of the different versions submitted throughout the semester, verifying both the technical progression of the project and the effective authorship of the work produced. Given the formative, applied, and progressive nature of this activity, assessment will not be limited to the final project outcome, but will also consider the development process, technical revision capacity, iterative improvement of the model, and effective understanding of the fluid-mechanical systems analysed.

Since the team-based integrative project developed under continuous assessment is progressive, integrative, and collaborative in nature, it cannot be reproduced under identical methodological and temporal conditions within exceptional assessment. Therefore, the individual practical activities established under this modality are intended to assess, in an equivalent manner, the technical and applied competencies associated with this activity.

#### SECOND EXAMINATION PERIOD

In the second examination period, students will only be required to complete those tests or activities not successfully passed during the first examination period, while maintaining in all cases the minimum marks established in the course guide.

The grades corresponding to procedures successfully passed in the first examination period shall be retained.

The structure, assessment criteria, and weighting of the second examination period shall be equivalent to those established for the first exceptional assessment period.

#### INTEGRATIVE PROJECT IN THE SECOND EXAMINATION PERIOD

The grade corresponding to the team-based integrative project completed during the semester will not be recoverable in the second examination period.

This is justified by the formative, progressive, and integrative nature of the activity, which is based on continuous monitoring, collaborative work, periodic feedback, and the incremental development of practical and transversal competencies throughout the course.



As these competencies and learning outcomes are acquired through a continuous process of work, integration, and technical review carried out during the semester, it is not possible to reproduce the academic and methodological conditions associated with this assessment through a single extraordinary test or activity.

The mark obtained in the integrative project during the first examination period shall therefore be retained for the second examination period.

#### FINAL PROVISIONS

- Grades obtained in assessment procedures successfully passed during the first examination period shall be preserved.
- Students who have already passed the course in the first examination period will not be allowed to improve their final grade.
- If a student obtains an overall course grade equal to or higher than 5.0, but fails to meet the minimum required mark in any of the assessment procedures established in the course guide, the final recorded course grade will be 4.9.

### 13. Recursos de aprendizaje y apoyo tutorial:

La asignatura contará con diferentes recursos docentes y herramientas de apoyo orientadas a facilitar el aprendizaje autónomo, la resolución de problemas y el desarrollo de actividades prácticas relacionadas con la Ingeniería Fluidomecánica.

#### Recursos materiales y tecnológicos

El alumnado dispondrá de:

- aulas equipadas con medios de proyección audiovisual,
- software de cálculo y modelado técnico EES (Engineering Equation Solver),
- plataforma docente UBUVirtual para la distribución de materiales, actividades y seguimiento académico,
- y recursos digitales complementarios de apoyo al aprendizaje.

Asimismo, se utilizarán:

- materiales docentes elaborados por el profesorado,
- colecciones de problemas y casos prácticos,
- simulaciones y aplicaciones interactivas,
- vídeos formativos y recursos multimedia en castellano e inglés,
- y bibliografía especializada disponible a través de la Biblioteca de la Universidad de Burgos y del sistema Leganto.

The course will make use of a range of teaching resources and support tools aimed at facilitating autonomous learning, problem-solving, and the development of practical activities related to Fluid Mechanics Engineering.

#### Material and Technological Resources

Students will have access to:



- Classrooms equipped with audiovisual projection facilities;
- EES (Engineering Equation Solver) software for technical calculation and modelling;
- The UBUVirtual learning platform for the distribution of course materials, activities, and academic monitoring;
- Additional digital resources to support learning.

In addition, the following resources will be used:

- Teaching materials developed by the academic staff;
- Problem sets and practical case studies;
- Simulations and interactive applications;
- Educational videos and multimedia resources in Spanish and English;
- Specialised bibliography available through the University of Burgos Library and the Leganto system.

#### **14. Calendarios y horarios:**

El calendario aprobado por la Junta de Escuela de la Escuela Politécnica Superior y los horarios publicados en los tablones oficiales de la E.P.S.

The calendar approved by the School Board of the Higher Polytechnic School and the schedules published on the official boards of the E.P.S.

#### **15. Idioma en que se imparte:**

Castellano e inglés -Spanish and English