



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA

# GUIA DOCENTE

CURSO 2022-23

## GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

### DATOS DE LA ASIGNATURA

**Nombre:**

MÁQUINAS HIDRÁULICAS

**Denominación en Inglés:**

Hydraulic Machines

**Código:**

606410214

**Tipo Docencia:**

Presencial

**Carácter:**

Obligatoria

**Horas:**

	<b>Totales</b>	<b>Presenciales</b>	<b>No Presenciales</b>
<b>Trabajo Estimado</b>	150	60	90

**Créditos:**

<b>Grupos Grandes</b>	<b>Grupos Reducidos</b>			
	<b>Aula estándar</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Prácticas de campo</b>	<b>Aula de informática</b>
4.2	0	1.8	0	0

**Departamentos:**

CIENCIAS AGROFORESTALES

**Áreas de Conocimiento:**

MECANICA DE FLUIDOS

**Curso:**

3º - Tercero

**Cuatrimestre**

Primer cuatrimestre

## DATOS DEL PROFESORADO (\*Profesorado coordinador de la asignatura)

Nombre:	E-mail:	Teléfono:
* Urbano Jesus Sanchez Dominguez	urbano.sanchez@dcaf.uhu.es	959 217 565

### Datos adicionales del profesorado (Tutorías, Horarios, Despachos, etc... )

Tutorías primer cuatrimestre: lunes 8:30-10 horas y 11:30-13:30 horas, miércoles 8:30-10 horas y 11:30-12.30 horas

Tutorías segundo cuatrimestre: lunes y miércoles 10-13 horas.

Despacho: Facultas Ciencias Experimentales, módulo 6, planta 4, despacho 5.

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### 1. Descripción de Contenidos:

#### 1.1 Breve descripción (en Castellano):

Conocimiento aplicado de los fundamentos de los sistemas y máquinas fluidomecánicas. Ampliación de Mecánica de

Fluidos, Máquinas Hidráulicas, Instalaciones Hidráulicas, Aplicaciones Industriales.

La Máquinas Hidráulicas constituyen una de las aplicaciones más importantes de la Mecánica de Fluidos que, como parte

integrante de la Física en general y de la Mecánica en particular, completa y desarrolla los conocimientos de dichas

disciplinas en el campo específico de los fluidos. Concretamente, con los fundamentos adquiridos en la asignatura Ingeniería

Fluidomecánica de segundo curso se introduce a los alumnos en el campo específico de las Máquinas Hidráulicas y sus

conocimientos tanto teóricos como prácticos.

#### 1.2 Breve descripción (en Inglés):

Applied knowledge of the basics of the systems and fluidmechanic machines. Expansion of Fluid Mechanics, Hydraulic

Machines, Hydraulic Instalations, Industrial Applications.

The Hydraulic Machines are one of the most important applications of fluid mechanics, as an integral part of general physics

and mechanics in particular, complete and develop the skills of these disciplines in the specific field of fluids. Specifically, with

the fundamentals acquired in the subject Fluidmechanic Engineering in second course, the students are introduced in the

specific field of Hydraulic Machines and their theoretical and practical knowledge.

### 2. Situación de la asignatura:

#### 2.1 Contexto dentro de la titulación:

La Máquinas Hidráulicas constituyen una de las aplicaciones más importantes de la Mecánica de Fluidos que, como parte

integrante de la Física en general y de la Mecánica en particular, completa y desarrolla los conocimientos de dichas

disciplinas en el campo específico de los fluidos. Concretamente, con los fundamentos adquiridos en la asignatura Ingeniería

Fluidomecánica de segundo curso se introduce a los alumnos en el campo específico de las Máquinas Hidráulicas y sus

conocimientos tanto teóricos como prácticos.

## 2.2 Recomendaciones

Recomendaciones: Haber superado las asignaturas Ingeniería Fluidomecánica, Física I y II, Matemáticas I, II, III y IV

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

Dotar a los futuros graduados en Ingeniería Mecánica de los conocimientos específicos -tanto teóricos como prácticos- de

las Máquinas Hidráulicas y de las herramientas necesarias en este campo que les sean de utilidad por una parte en el

ejercicio de su profesión y por otra parte como apoyo para otras asignaturas, como pueden ser Diseño de Máquinas,

Fuentes Alternativas de Energía, etc.

## 4. Competencias a adquirir por los estudiantes

### 4.1 Competencias específicas:

**E06:** Conocimiento aplicado de los fundamentos de los sistemas y máquinas fluidomecánicas.

### 4.2 Competencias básicas, generales o transversales:

**G01:** Capacidad para la resolución de problemas.

**G04:** Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

**G05:** Capacidad para trabajar en equipo.

**G07:** Capacidad de análisis y síntesis.

**G09:** Creatividad y espíritu inventivo en la resolución de problemas científicotécnicos.

**G02:** Capacidad para tomar de decisiones

**TC2:** Desarrollo de una actitud crítica en relación con la capacidad de análisis y síntesis.

## 5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

### 5.1 Actividades formativas:

- Sesiones de teoría sobre los contenidos del programa.
- Sesiones de resolución de problemas.
- Sesiones prácticas en laboratorios especializados o en aulas de informática.
- Actividades Académicamente Dirigidas por el profesorado: seminarios, conferencias, desarrollo de trabajos, debates, tutorías colectivas, actividades de evaluación y autoevaluación....
- Trabajo individual/autónomo del estudiante.

### 5.2 Metodologías Docentes:

- Clase magistral participativa.
- Desarrollo de prácticas en laboratorios especializados o aulas de informática en grupos reducidos.
- Resolución de problemas y ejercicios prácticos.
- Tutorías individuales o colectivas. Interacción directa profesorado-estudiantes.

### 5.3 Desarrollo y Justificación:

#### **Sesiones académicas de teoría**

Exposiciones teóricas de los temas a tratar en la materia, destacando los aspectos más relevantes de los mismos, su

importancia en el contexto de la materia y su aplicación el mundo profesional. Como apoyo a la exposición de los temas se

utilizarán técnicas tales como la proyección de transparencias, complementadas con el uso de la pizarra. ( competencias

G07 y CT2).

#### **Sesiones académicas de problemas**

Se resolverán numerosos problemas de cada tema, como aplicación de los conceptos teóricos

utilizados, como medio para

fijar los conocimientos expuestos en sesiones de teoría y como aplicación a situaciones reales en la práctica profesional. (

competencias G01, G04, G09).

### **Sesiones prácticas de laboratorio**

Desarrollo de prácticas con los equipos de laboratorio en las que los alumnos desarrollarán diversas técnicas en el manejo

de equipos que podrán serles útiles en el desarrollo de su profesión, así como se fomentará el trabajo en equipo , la

observación y el espíritu crítico. (Competencias G05).

### **Resolución y entrega de problemas**

Se proporcionará a los alumnos unos boletines de problemas que deberán entregar resueltos antes de la realización del

examen final. (Competencias G01, G04, G05).

### **Resolución y entrega de cuestiones teórico-prácticas**

Se proporcionará a los alumnos una relación de cuestiones teóricas y prácticas que deberán entregar resuelta antes de la

realización del examen final. (Competencias G05, CT2).

### **Tutorías Colectivas**

A lo largo del cuatrimestre se impartirán varias tutorías colectivas en las que se atenderán dudas y aclaraciones de los

alumnos y se resolverán problemas (competencias G01,G05)

## **6. Temario Desarrollado**

TEMA 1: Introducción a las Máquinas Hidráulicas

1.1. Definición y generalidades

1.2. Visión Histórica

1.3. Clasificación

1.4. Utilización y aplicaciones de las máquinas hidráulicas

TEMA 2: Aplicación del análisis dimensional y relaciones fundamentales de las turbomáquinas

2.1. Introducción y relaciones adimensionales

2.2. Relaciones adimensionales características de las turbinas

2.3. Relación de los parámetros adimensionales  $p_Q$  y  $p_H$  con las características geométricas y cinemáticas del rotor

2.4. Velocidad específica

2.5. Influencia del número de Reynolds y de la rugosidad en los ensayos a escala

TEMA 3: Funcionamiento de una turbomáquina. Teorema de Euler

3.1. Introducción y fundamento de una turbomáquina

3.2. Clasificación de las turbomáquinas

3.3. Funcionamiento de las turbomáquinas

3.4. Potencias y rendimientos

Potencia útil  $P$

Potencia interna en el eje  $P_i$

Potencia interior teórica en el eje  $P_{it}$

Potencia exterior en el eje  $P_e$

Rendimiento volumétrico

Rendimiento mecánico

Rendimiento total

3.5. Descripción y funcionamiento de una bomba centrífuga

3.6. Teorema de Euler

3.7. Formas alternativas de la Ecuación de Euler

3.8. Grado de reacción

3.9. Recomendaciones para el arranque, parada y funcionamiento de una bomba centrífuga

Puesta en marcha de una bomba centrífuga

Parada de una bomba centrífuga

Comprobación de una bomba centrífuga en funcionamiento

Incidencias

TEMA 4: Teoría Unidimensional

4.1. Flujo unidimensional

4.2. Curvas características teóricas

4.3. Curvas características reales

4.4. Colinas de rendimiento

4.5. Influencia de algunos parámetros y variables en las curvas características

4.5.1. Influencia de las fugas y de las pérdidas mecánicas en las curvas características

4.5.2. Influencia del ángulo de salida de los álabes del rotor en las curvas características y en el grado de reacción

4.5.3. Influencia de la velocidad específica en las curvas características

TEMA 5: Cálculo de la desviación de la corriente a la salida del rotor

5.1. Introducción

5.2. Método de Stodola

5.3. Método de Pfeleiderer

5.4. Solución de Buseman

TEMA 6: Cavitación, extensión de las reglas de semejanza

6.1. Generalidades sobre cavitación

6.2. Altura de aspiración

6.3. Medida de la NPSH requerida; funcionamiento con cavitación

6.4. Causas de la cavitación y medidas para evitarla

6.5. Extensión de las reglas de semejanza para incluir la cavitación

6.6. Características de funcionamiento de la aspiración

Métodos para aumentar la NPSHd

Métodos para reducir la NPSHr

TEMA 7: Acoplamiento de bombas a la red

7.1. Característica resistente de la red. Punto de funcionamiento

7.2. Llenado de más de un depósito

7.3. Redes de distribución

7.4. Bombas en serie y en paralelo



7.4.1. Bombas en paralelo

7.4.2. Bombas en serie

7.4.3. elección de la instalación en serie o en paralelo

7.5. Estabilidad del punto de funcionamiento

7.5.1. Algunos casos particulares de inestabilidad

Rápido crecimiento del consumo

Disminución rápida del caudal suministrado por la bomba

Disminución rápida del consumo

Incremento rápido del caudal proporcionado por la bomba

7.5.2. Interpretación del funcionamiento de una bomba centrífuga en el segundo y el cuarto cuadrante

7.6. Adaptación del rotor

7.7. Regulación del caudal

7.7.1. Variación de la característica de la red actuando sobre la válvula de impulsión

7.7.2. Variación de la velocidad de la bomba

7.7.3. Depósito regulador

TEMA 8: Diseño de turbomáquinas

8.1. Diseño del rotor

8.1.1. Número de escalonamientos

8.1.2. Diámetro del eje y del cubo

8.1.3. Diámetro de la aspiración

8.1.4. Diámetro del rotor a la entrada

8.1.5. Diámetro del rotor a la salida

8.1.6. Velocidades radiales a la entrada y salida del rotor

8.1.7. Ángulos de entrada y salida de los álabes del rotor

8.1.8. Anchura del rotor a la entrada y a la salida

8.1.9. Número de álabes

8.1.10. Diseño de los álabes del rotor

## 8.2. Diseño de volutas o cámaras espirales

### TEMA 9: Turbomáquinas axiales

#### 9.1. Introducción

#### 9.2. Movimiento bidimensional a través de una cascada fija de álabes

#### 9.3. Movimiento relativo bidimensional en el rotor

#### 9.4. Conjunto rotor-estator. Grado de reacción

#### 9.5. Equilibrio radial en una turbomáquina axial

#### 9.6. Triángulos de velocidades de una bomba axial

#### 9.7. Curvas características de una bomba axial

### TEMA 10: Máquinas de desplazamiento positivo o volumétricas

#### 10.1. Introducción

#### 10.2. Clasificación

#### 10.3. Máquinas alternativas

##### 10.3.1. Bombas de pistón o de émbolo

##### 10.3.2. Bombas de diafragma o de membrana

#### 10.4. Máquinas rotativas

##### 10.4.1. Bombas de paletas deslizantes

##### 10.4.2. Bombas de engranajes

##### 10.4.3. Bombas de tornillo o helicoidales

##### 10.4.4. Bombas de émbolos radiales

##### 10.4.5. Bombas de émbolos axiales

##### 10.4.6. Otras bombas rotativas

#### 10.5. Motores hidráulicos

##### 10.5.1. Transmisiones hidráulicas

###### 10.5.1.1. Acoplamientos hidráulicos

###### 10.5.1.2. Convertidores de par

### TEMA 11: Introducción a las turbinas hidráulicas

#### 11.1. Definición y generalidades

11.2. Clasificación

11.3. Utilización de las turbinas hidráulicas

TEMA 12: Parámetros y curvas características de las turbinas

12.1. Introducción

12.2. Funcionamiento teórico de una bomba centrífuga funcionando como turbina centrípeta

12.3. Distribución de presiones y pérdidas en el interior de una turbina. Rendimientos

12.4. Funcionamiento de una turbina centrípeta a régimen variable

12.5. Semejanza en turbinas hidráulicas

12.5.1. Coeficientes de velocidad

12.6. Ensayos de turbinas

12.7. Cavitación en turbinas

TEMA 13: Turbinas de acción

13.1. Generalidades

13.2. Turbina Pelton

13.2.1. El inyector

13.2.2. La pantalla deflectora

13.2.3. El rotor

13.2.4. Triángulos de velocidades

13.2.5. Rendimiento hidráulico

13.2.6. Rendimiento de una rueda Pelton

13.2.7. Potencia y par motor teóricos

13.2.8. Par motor, potencia y rendimiento reales

13.2.9. Cálculo elemental y dimensiones principales del rotor

13.2.10. Velocidad específica de las turbinas Pelton

13.2.11. Velocidad de embalamiento

13.3. Turbina Michell-Banki

13.3.1. Principio de funcionamiento

13.3.2. Diámetro y velocidad de giro

13.3.3. Número de álabes del rotor

13.3.4. Anchura del rotor

13.3.5. Diseño del rotor

13.4. Turbina Turgo

13.4.1. Funcionamiento

TEMA 14: Turbinas de reacción

14.1. Introducción

14.2. Turbina Francis

14.2.1. La cámara espiral

14.2.2. El distribuidor

14.2.3. El rotor

14.2.3.1. Triángulos de velocidades

14.2.4. El tubo difusor

14.2.5. Rendimiento hidráulico y condiciones de diseño

14.2.6. Funcionamiento a velocidad angular variable

14.2.7. Funcionamiento a velocidad angular constante

14.3. Turbina Hélice

14.4. Turbina Kaplan

14.4.1. Triángulos de velocidades

14.4.2. Álabes del rotor y relación del cubo

14.4.3. Mecanismo de regulación

14.4.4. Par hidráulico

14.5. Turbina Dériaz

14.6. Turbina Bulbo

14.7. Turbina Straflo

14.8. Centrales de acumulación por bombeo

14.8.1. Grupos ternarios

14.8.1.1. Características de las máquinas que integran un grupo ternario

14.8.2. Turbino-bomba

14.8.3. Centrales separadas para bombeo y generación

14.8.4. Cálculos globales

14.8.4.1. Energía acumulada y energía útil

14.8.4.2. Volumen del embalse superior

14.8.4.3. Coste de la central

14.8.4.4. Factores a considerar en la valoración de la rentabilidad de la central

14.8.4.5. Rendimiento global de la central de acumulación por bombeo

## 7. Bibliografía

### 7.1 Bibliografía básica:

- AYERS, A. T. 1990: Hydraulic and Compressible Flow Turbomachines, McGraw Hill.
- CARNICER ROYO, E. y MAINAR HASTA C. 1995: Bombas Centrífugas, Ed. Paraninfo, Madrid.
- CHERKASSKI, V. M. 1986: Bombas, Ventiladores y Compresores, Mir, Moscú.
- CHILDS, D. 1993: Turbomachinery Rotodynamics: Phenomena, modelling and analysis, John Wiley and sons, Nueva York
- FERNÁNDEZ GARCÍA-NAVAS, A. 1977: Apuntes de Máquinas Hidráulicas, E.T.S.I.I. Sevilla.
- LAMADRID MARTÍNEZ, A. 1986: Máquinas Hidráulicas: Turbinas Pelton, Bombas Centrífugas, Univ. Politec. De Madrid.
- LAMBECK, R. P. 1983: Hydraulic Pumps and Motors, Marcel Dekker, New York.
- LOGAN, E. Jr. 1993: Turbomachinery. Basic Theory and Applications, 2ª ed., Marcel Dekker, Nueva York.
- MATAIX, C. 1975: Turbomáquinas Hidráulicas, Ed. ICAI, Madrid.
- POLO ENCINAS, M. 1989: Turbomáquinas Hidráulicas, Ed. Limusa, México.
- SANCHEZ DOMINGUEZ U. J. 2012: Máquinas Hidráulicas, Editorial Club Universitario (ECU), Alicante.
- SANTO SABRAS, F. 1994: Apuntes de Máquinas Hidráulicas, 1ª parte, E.S.I.I. Universidad de Navarra.
- TURTON, R. K. 1984: Principles of Turbomachinery, E. & F. N. Spon, Londres.
- VIEDMA ROBLES, A. y ZAMORA PARRA, B. 2000: Teoría y Problemas de Máquinas Hidráulicas, Ed.

Universidad de

Cartagena.

· VIVIER, L. 1986: Turbines Hydrauliques, Albin Michel.

## 7.2 Bibliografía complementaria:

· ADDISON, H. 1966: Centrifugal and Other Rotodynamic Pumps, Chapman and Hall, Londres.

. ADOLPH, M. 1970: Turbomáquinas, Eapsa, Madrid.

· ALLEN, A. E. 1960: Using Centrifugal Pumps, Oxford University Press, Londres.

· AYERS, A. T. 1990: Hydraulic and Compressible Flow Turbomachines, McGraw Hill.

· Association generale des hygienistes et techniciens municipaux 1982: Les Stations De Pompage D'Eau, Technique Et

Documentation, Paris.

. BALJE, O. E. 1981: Turbomachines, a Guide to Design, Selection and Theory, John Wiley and sons, New York.

· BRENNEN, C. E. 1994: Hydrodynamics of Pumps, Concepts ETI&Oxford U.P.

· BOREL, L. 1968: Chiffres Caractéristiques Adimensionels en turbo-machines, Payot, Lausana.

· CARNICER ROYO, E. y MAINAR HASTA C. 1995: Bombas Centrífugas, Ed. Paraninfo, Madrid.

· CHERKASSKI, V. M. 1986: Bombas, Ventiladores y Compresores, Mir, Moscú.

· CHERKASSKY, V. 1980: Pumps, Fans and Compressors, Ed. Mir, Moscú.

· CHICHA, M. 1971: Les Pompes Centrifuges. Fonctionnement, Calcul Et Sèlection Des pompes Centrifuges Et Des

Systèmes De Pompes, Presses de L'Université de Montreal, Montreal.

. CHILDS, D. 1993: Turbomachinery Rotodynamics: Phenomena, modelling and analysis, John Wiley and sons, Nueva York

· CHURCH, A. H. 1953: Centrifugal Pumps and Blowers, John Wiley, Nueva York.

· CROUSE, W. H. 1955: Automotive Transmissions and Power Trains, Mc Graw-Hill, Nueva York.

· CSANADY, G. T. 1964: Theory of Turbomachines, Mc Graw-Hill, Nueva York.

· ECK, B. 1962: Ventilatoren, Springer, Berlín.

· FERNÁNDEZ GARCÍA-NAVAS, A. 1977: Apuntes de Máquinas Hidráulicas, E.T.S.I.I. Sevilla.

· FOCKE, R. J. 1952: Bombas Rotativas, Ediciones Librería del Colegio, Buenos Aires.

- FUCHSLOCHER, S. 1964: Bombas, ed. Labor.
- FUCHSLOCHER, S. y SCHULZ, H. 1967: Die Pumpen, Springer, Berlin.
- GINOCCHIO, R. 1978: L'énergie Hydraulique, Eyrolles.
- GRAHAM, F. D. 1948: Pumps, Hydraulics, Air Compressors, Th. Audel and Co., 1949.
- HADEKEL, R. 1951: Displacement, Pumps and Motors, Pitman, Londres.
- HELDT, P. M. 1955: Torque Converters or Transmissions, Chilton Co., Filadelfia.
- HENRY, P. 1992: Turbomachines Hydrauliques choix Illustré de Réalisations Marquantes, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Paris
- HICKS, T. G. 1986: Bombas: su Selección y Aplicación, Compañía Editorial Continental, México.
- JAEGER, CH. 1977: Fluid Transients in Hydroelectric Engineering Practice, Blackien and Sons Limited, Glasgow.
- JAPIKSE, D. Y BAINES, N. C. 1994: Introduction to Turbomachinery, Concepts ETI & Oxford.
- KNAPP, R., DAILY, J. W. y HAMMIT, F. G. 1970: Cavitation, Mc Graw-Hill, Nueva York.
- KAPLAN, V. y LECHNER, A. 1931: Theorie Und Bau Von Turbinen-Schnellläufern, Verlag von R. Oldenburg, Munich.
- Karassik, I. 1964: Engineer'S Guide To Centrifugal Pumps, Mc Graw-Hill, Nueva York.
- Karassik, I. 1976: Manual de Bombas, Ed. Mc Graw Hill, México.
- KARASSIK, I. y CARTER, R. 1960: Centrifugal Pumps, Mc Graw Hill.
- KARASSIK, I. y CARTER, R. 1980: Bombas Centrífugas; Selección, Operación y Mantenimiento, Ed. Ceca.
- KIRILLOV, I. I. 1972: Teorija Turbomasin, Masinostroenie, Leningrado.
- KOVATS, A. y DESMUR, G., 1953: Pompes, Ventilateurs, Compresseurs, Dunod, Paris.
- KRISTAL, E.: 1953: Pumps, Mc Graw-Hill, Nueva York.
- LAMADRID MARTÍNEZ, A. 1976: Máquinas Hidráulicas 3, Bombas Centrífugas, Univ. Polit. De Madrid.
- LAMADRID MARTÍNEZ, A. 1986: Máquinas Hidráulicas: Turbinas Pelton, Bombas Centrífugas, Univ. Politec. De Madrid.
- LAMBECK, R. P. 1983: Hydraulic Pumps and Motors, Marcel Dekker, New York.
- LEFORT, P. 1969: Les Turbomachines, Presses Universitaires de France, Paris.
- LEWIS, R. I. 1996: Turbomachinery Perfomance Analysis, Arnold, Londres.

- LOGAN, E. Jr. 1993: Turbomachinery. Basic Theory and Applications, 2º ed., Marcel Dekker, Nueva York.
- MATAIX, C. 1975: Turbomáquinas Hidráulicas, Ed. ICAI, Madrid.
- McINTYRE, A. J. 1987: Bombas e Instalações de Bombeamento, Ed. Guanabara.
- McNAUGHTON, K. 1987: Bombas: Selección, Uso y Mantenimiento, McGraw Hill México
- MODE, F. 1972: Ventilatorenanlagen, Walter de Gruyter, Berlín.
- NECHLEBA, M. 1957: Hydraulic Turbines, Artia, Praga.
- NEKRASOV, B. 1968: Hidráulica, Ed. Mir, Moscú.
- NEUMANN, B. 1991: The interaction between Geometry and Performance of a Centrifugal Pump, Mechanical Engineering

Publication.

- PACHECO BERTOT, P. 1987: Bombas, Ventiladores y Compresores, Ediciones ISPJAM, Santiago de Cuba.
- PARRA, I. y LIÑÁN, A. 1982: Comportamiento No Estacionario de las Chimeneas de Equilibrio en Centrales

Hidroeléctricas, Anales de Ingeniería Mecánica, año 1, Nº 1.

- PARRA, I. y RODRÍGUEZ, M. 1983: Transitorios en el Sistema de Alimentación de Turbinas Hidráulicas, Anales de

Ingeniería Mecánica, año 2, Nº 2.

- PERNIK, A. D. 1963: Problemi Kavitacii, Gosudarstvennoe Sojuznoe Izdatel'ou'stvo, Leningrado.
- PFLEIDERER, C. 1929: Les Pompes Centrifuges, Dunod, Paris.
- PFLEIDERER, C. 1947: Die Wasserturbinen, Wolfenbütteler Verlaganstalt, Hannover.
- PFLEIDERER, C. 1960: Bombas Centrifugas y Turbocompresores, Ed. Labor, Barcelona.
- PFLEIDERER, C. y PETERMANN, H. 1972: Strömungsmaschinen, Springer, Berlín.
- POLO ENCINAS, M. 1989: Turbomáquinas Hidráulicas, Ed. Limusa, México.
- POHLENZ, W. 1970: Pumpen Fur Flüssigkeiten, Veb, Berlín.
- PLÖTTNER, W. 1969: Pumpen, Technisches Handbuch, Veb, Berlín.
- RADHA KRISHNA, H. C. 1997: Ed. Hydraulic Design of Hydraulic Machinery, Avebury.
- ROSICH y RUBIERA 1956: Motores Térmicos e Hidráulicos, Ediciones Spes, Barcelona.
- SALGADO, M. 1974: Obras Hidráulicas, Tomo III, Maquinaria E.T.S.I.C.C. y P. Madrid.



- SANTO SABRAS, F. 1994: Apuntes de Máquinas Hidráulicas, 1ª parte, E.S.I.I. Universidad de Navarra.
- AYERS, A. T. 1990: Hydraulic and Compressible Flow Turbomachines, McGraw Hill.
- SEDILLE, M. 1967: Turbomachines Hydrauliques et Thermiques, Tomo II, Masson and Cie., Paris.
- SEMIDYBERSKIJ, M. S. 1961: Nasosy, Kompresory, Ventiljatory, Vissaja Skola, Moscú.
- SHEPHERD, D. G.: 1956 Principles of Turbomachinery, Mc Millan Co., Nueva York.
- STEPANOFF, A. J. 1957: Centrifugal and Axial Flow Pumps, Wiley, Nueva York.
- STEPHANOFF, A. J. 1961: Pompes Centrifuges et Pompes Helices, Dunod.
- STEPHANOFF, A. J. 1992: Centrifugal and Axial Flow Pumps: Theory, Design and Application, Krieger, Florida.
- TENOT, A. 1930: Turbines Hydrauliques et Regulateurs Automatiques de Vitesse, Liv. De L'enseign. Tech., Paris.
- THIN, D. 1955: Les Pompes et Leurs Applications, Eyrolles, Paris.
- THIO y RODES, L. 1944: Ensayo de Máquinas Hidráulicas en Ensayo Reducido, Escuela de Ingenieros Industriales, Barcelona.
- TURTON, R. K. 1984: Principles of Turbomachinery, E. & F. N. Spon, Londres.
- TURTON, R. K. 1994: Rotodynamic Pump Design, Ed. Cambridge University Press.
- VIVIER, L. 1986: Turbines Hydrauliques, Albin Michel.
- VOITH 1970: Hydrodynamische Getriebe, Kupplungen, Bremsen, Otto Krausskopf, Mainz.
- WHITFIELD, A. y BAINES, N. C. 1990: Design of Radial Turbomachines, Longman Scientific & Technical, Essex.
- WISLICENUS, G. T. 1965: Fluid Mechanics of Turbomachinery, Dover, Nueva York.
- ZU-YAN, M. 1991: Ed. Mechanical Design and Manufacturing of Hydraulic Machinery, Avebury.

## 8. Sistemas y criterios de evaluación

### 8.1 Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas.
- Defensa de Prácticas.
- Defensa de Trabajos e Informes Escritos.

### 8.2 Criterios de evaluación relativos a cada convocatoria:

#### 8.2.1 Convocatoria I:

Los criterios de evaluación y calificación siguen la normativa vigente de la Universidad de Huelva y se realizarán con las

siguientes reglas:

#### EVALUACION CONTINUA

Se realizará un examen al final del cuatrimestre. Cada examen constará de dos bloques: Bloque de Cuestiones y

Fundamentos Teóricos y Prácticos y Bloque de Problemas. Cada bloque se puntuará de cero a diez puntos. El alumno que

saque menos de cuatro puntos en el Bloque de Cuestiones y Fundamentos Teóricos y Prácticos tendrá suspensa la

asignatura y la calificación global será la obtenida en dicho bloque. El alumno que saque cuatro o más puntos en el

mencionado bloque tendrá una calificación en el examen igual a la media ponderada de la puntuación de ambos bloques,

con una ponderación de un tercio para el Bloque de Cuestiones y Fundamentos Teóricos y Prácticos y una ponderación de

dos tercios para el Bloque de Problemas. No se permitirá en los exámenes la utilización de formulario ni apuntes y cada

alumno debe mostrar algún documento oficial identificativo en lugar visible de la mesa.

Este examen tendrá una ponderación del 90 % de la calificación final de la asignatura y mediante el mismo se comprobará la

adquisición por parte de los alumnos de las competencias E06, G01, G04..

Para aprobar la asignatura es también condición necesaria pero no suficiente obtener la calificación de apto en las prácticas

de laboratorio. Se realizarán un determinado número de prácticas, con el objeto de aplicar en casos

reales los conocimientos

adquiridos. Los grupos y fechas de realización de las mismas se comunicarán con suficiente antelación, en función del

número de alumnos matriculados.

Para obtener la calificación de apto (imprescindible para aprobar la asignatura) habrá que asistir y participar activamente en

todas las prácticas, realizarlas correctamente, entregar las memorias relativas a las mismas y realizar una defensa

presencial. (Ponderación del 3 % de la calificación final de la asignatura). El alumno que no pueda asistir a alguna práctica

por causa justificada, realizará un examen práctico de la misma en fecha a acordar con el profesor-coordinador de la

asignatura. Mediante estas prácticas se comprobará la adquisición de las competencias G02, G05, G07.

Asimismo, los alumnos deberán entregar al profesor (antes del examen final) el boletín de problemas (que éste les

proporcionará al principio del curso) resuelto, la relación de cuestiones teóricas y prácticas (que también se les

proporcionará al principio del curso) resuelta (ponderación del 7 % de la calificación final de la asignatura). Por tanto la nota

obtenida en estos trabajos incrementará la nota del examen final en un máximo de hasta 1 punto y la no entrega de estos

trabajos disminuirá dicha nota en 1 punto. Mediante estas actividades se comprobará la adquisición de las competencias

G02, G04, G09, T02.

CALIFICACIÓN GLOBAL DEL CURSO = NOTA DEL EXAMEN (90 %) + NOTA OBTENIDA EN PRÁCTICAS DE

LABORATORIO, EN EL BOLETÍN DE PROBLEMAS, EN LA RELACIÓN DE CUESTIONES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS (10

%).

(SOLO EN EL CASO DE HABER OBTENIDO MAS DE 4 PUNTOS EN EL BLOQUE DE FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y

PRÁCTICOS DEL EXAMEN)

Quien no obtenga una calificación global igual o mayor de 5 puntos deberá examinarse en Septiembre de la totalidad de la

asignatura.

### 8.2.2 Convocatoria II:

Los criterios de evaluación y calificación siguen la normativa vigente de la Universidad de Huelva y se realizarán con las

siguientes reglas:

#### EVALUACION CONTINUA

Se realizará un examen al final del cuatrimestre. Cada examen constará de dos bloques: Bloque de Cuestiones y

Fundamentos Teóricos y Prácticos y Bloque de Problemas. Cada bloque se puntuará de cero a diez puntos. El alumno que

saque menos de cuatro puntos en el Bloque de Cuestiones y Fundamentos Teóricos y Prácticos tendrá suspensa la

asignatura y la calificación global será la obtenida en dicho bloque. El alumno que saque cuatro o más puntos en el

mencionado bloque tendrá una calificación en el examen igual a la media ponderada de la puntuación de ambos bloques,

con una ponderación de un tercio para el Bloque de Cuestiones y Fundamentos Teóricos y Prácticos y una ponderación de

dos tercios para el Bloque de Problemas. No se permitirá en los exámenes la utilización de formulario ni apuntes y cada

alumno debe mostrar algún documento oficial identificativo en lugar visible de la mesa.

Este examen tendrá una ponderación del 90 % de la calificación final de la asignatura y mediante el mismo se comprobará la

adquisición por parte de los alumnos de las competencias E06, G01, G04..

Para aprobar la asignatura es también condición necesaria pero no suficiente obtener la calificación de apto en las prácticas

de laboratorio. Se realizarán un determinado número de prácticas, con el objeto de aplicar en casos reales los conocimientos

adquiridos. Los grupos y fechas de realización de las mismas se comunicarán con suficiente antelación, en función del

número de alumnos matriculados.

Para obtener la calificación de apto (imprescindible para aprobar la asignatura) habrá que asistir y participar activamente en

todas las prácticas, realizarlas correctamente, entregar las memorias relativas a las mismas y realizar una defensa

presencial. (Ponderación del 3 % de la calificación final de la asignatura). El alumno que no pueda asistir a alguna práctica

por causa justificada, realizará un examen práctico de la misma en fecha a acordar con el profesor-coordinador de la

asignatura. Mediante estas prácticas se comprobará la adquisición de las competencias G02, G05, G07.

Asimismo, los alumnos deberán entregar al profesor (antes del examen final) el boletín de problemas (que éste les

proporcionará al principio del curso) resuelto, la relación de cuestiones teóricas y prácticas (que también se les

proporcionará al principio del curso) resuelta (ponderación del 7 % de la calificación final de la asignatura). Por tanto la nota

obtenida en estos trabajos incrementará la nota del examen final en un máximo de hasta 1 punto y la no entrega de estos

trabajos disminuirá dicha nota en 1 punto. Mediante estas actividades se comprobará la adquisición de las competencias

G02, G04, G09, T02.

CALIFICACIÓN GLOBAL DEL CURSO = NOTA DEL EXAMEN (90 %) + NOTA OBTENIDA EN PRÁCTICAS DE

LABORATORIO, EN EL BOLETÍN DE PROBLEMAS, EN LA RELACIÓN DE CUESTIONES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS (10

%).

(SOLO EN EL CASO DE HABER OBTENIDO MAS DE 4 PUNTOS EN EL BLOQUE DE FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y

PRÁCTICOS DEL EXAMEN)

Quien no obtenga una calificación global igual o mayor de 5 puntos deberá examinarse en Septiembre de la totalidad de la

asignatura.

### 8.2.3 Convocatoria III:

Los criterios de evaluación y calificación siguen la normativa vigente de la Universidad de Huelva y se realizarán con las

siguientes reglas:

## EVALUACION CONTINUA

Se realizará un examen al final del cuatrimestre. Cada examen constará de dos bloques: Bloque de Cuestiones y

Fundamentos Teóricos y Prácticos y Bloque de Problemas. Cada bloque se puntuará de cero a diez puntos. El alumno que

saque menos de cuatro puntos en el Bloque de Cuestiones y Fundamentos Teóricos y Prácticos tendrá suspenso la

asignatura y la calificación global será la obtenida en dicho bloque. El alumno que saque cuatro o más puntos en el

mencionado bloque tendrá una calificación en el examen igual a la media ponderada de la puntuación de ambos bloques,

con una ponderación de un tercio para el Bloque de Cuestiones y Fundamentos Teóricos y Prácticos y una ponderación de

dos tercios para el Bloque de Problemas. No se permitirá en los exámenes la utilización de formulario ni apuntes y cada

alumno debe mostrar algún documento oficial identificativo en lugar visible de la mesa.

Este examen tendrá una ponderación del 90 % de la calificación final de la asignatura y mediante el mismo se comprobará la

adquisición por parte de los alumnos de las competencias E06, G01, G04..

Para aprobar la asignatura es también condición necesaria pero no suficiente obtener la calificación de apto en las prácticas

de laboratorio. Se realizarán un determinado número de prácticas, con el objeto de aplicar en casos reales los conocimientos

adquiridos. Los grupos y fechas de realización de las mismas se comunicarán con suficiente antelación, en función del

número de alumnos matriculados.

Para obtener la calificación de apto (imprescindible para aprobar la asignatura) habrá que asistir y participar activamente en

todas las prácticas, realizarlas correctamente, entregar las memorias relativas a las mismas y realizar una defensa

presencial. (Ponderación del 3 % de la calificación final de la asignatura). El alumno que no pueda asistir a alguna práctica

por causa justificada, realizará un examen práctico de la misma en fecha a acordar con el profesor-coordinador de la

asignatura. Mediante estas prácticas se comprobará la adquisición de las competencias G02, G05,

G07.

Asimismo, los alumnos deberán entregar al profesor (antes del examen final) el boletín de problemas (que éste les

proporcionará al principio del curso) resuelto, la relación de cuestiones teóricas y prácticas (que también se les

proporcionará al principio del curso) resuelta (ponderación del 7 % de la calificación final de la asignatura). Por tanto la nota

obtenida en estos trabajos incrementará la nota del examen final en un máximo de hasta 1 punto y la no entrega de estos

trabajos disminuirá dicha nota en 1 punto. Mediante estas actividades se comprobará la adquisición de las competencias

G02, G04, G09, T02.

CALIFICACIÓN GLOBAL DEL CURSO = NOTA DEL EXAMEN (90 %) + NOTA OBTENIDA EN PRÁCTICAS DE

LABORATORIO, EN EL BOLETÍN DE PROBLEMAS, EN LA RELACIÓN DE CUESTIONES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS (10

%).

(SOLO EN EL CASO DE HABER OBTENIDO MAS DE 4 PUNTOS EN EL BLOQUE DE FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y

PRÁCTICOS DEL EXAMEN)

Quien no obtenga una calificación global igual o mayor de 5 puntos deberá examinarse en Septiembre de la totalidad de la

asignatura.

#### 8.2.4 Convocatoria extraordinaria:

Los criterios de evaluación y calificación siguen la normativa vigente de la Universidad de Huelva y se realizarán con las

siguientes reglas:

#### EVALUACION CONTINUA

Se realizará un examen al final del cuatrimestre. Cada examen constará de dos bloques: Bloque de Cuestiones y

Fundamentos Teóricos y Prácticos y Bloque de Problemas. Cada bloque se puntuará de cero a diez puntos. El alumno que

saque menos de cuatro puntos en el Bloque de Cuestiones y Fundamentos Teóricos y Prácticos

tendrá suspensa la

asignatura y la calificación global será la obtenida en dicho bloque. El alumno que saque cuatro o más puntos en el

mencionado bloque tendrá una calificación en el examen igual a la media ponderada de la puntuación de ambos bloques,

con una ponderación de un tercio para el Bloque de Cuestiones y Fundamentos Teóricos y Prácticos y una ponderación de

dos tercios para el Bloque de Problemas. No se permitirá en los exámenes la utilización de formulario ni apuntes y cada

alumno debe mostrar algún documento oficial identificativo en lugar visible de la mesa.

Este examen tendrá una ponderación del 90 % de la calificación final de la asignatura y mediante el mismo se comprobará la

adquisición por parte de los alumnos de las competencias E06, G01, G04..

Para aprobar la asignatura es también condición necesaria pero no suficiente obtener la calificación de apto en las prácticas

de laboratorio. Se realizarán un determinado número de prácticas, con el objeto de aplicar en casos reales los conocimientos

adquiridos. Los grupos y fechas de realización de las mismas se comunicarán con suficiente antelación, en función del

número de alumnos matriculados.

Para obtener la calificación de apto (imprescindible para aprobar la asignatura) habrá que asistir y participar activamente en

todas las prácticas, realizarlas correctamente, entregar las memorias relativas a las mismas y realizar una defensa

presencial. (Ponderación del 3 % de la calificación final de la asignatura). El alumno que no pueda asistir a alguna práctica

por causa justificada, realizará un examen práctico de la misma en fecha a acordar con el profesor-coordinador de la

asignatura. Mediante estas prácticas se comprobará la adquisición de las competencias G02, G05, G07.

Asimismo, los alumnos deberán entregar al profesor (antes del examen final) el boletín de problemas (que éste les

proporcionará al principio del curso) resuelto, la relación de cuestiones teóricas y prácticas (que también se les

proporcionará al principio del curso) resuelta (ponderación del 7 % de la calificación final de la



asignatura). Por tanto la nota

obtenida en estos trabajos incrementará la nota del examen final en un máximo de hasta 1 punto y la no entrega de estos

trabajos disminuirá dicha nota en 1 punto. Mediante estas actividades se comprobará la adquisición de las competencias

G02, G04, G09, T02.

CALIFICACIÓN GLOBAL DEL CURSO = NOTA DEL EXAMEN (90 %) + NOTA OBTENIDA EN PRÁCTICAS DE

LABORATORIO, EN EL BOLETÍN DE PROBLEMAS, EN LA RELACIÓN DE CUESTIONES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS (10

%).

(SOLO EN EL CASO DE HABER OBTENIDO MAS DE 4 PUNTOS EN EL BLOQUE DE FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y

PRÁCTICOS DEL EXAMEN)

Quien no obtenga una calificación global igual o mayor de 5 puntos deberá examinarse en Septiembre de la totalidad de la

asignatura.

### 8.3 Evaluación única final:

#### 8.3.1 Convocatoria I:

Los alumnos podrán optar voluntariamente por una EVALUACIÓN ÚNICA FINAL fuera de periodo de docencia

según se contempla en la normativa de la Universidad de Huelva, consistente en un examen final con un valor de la nota del

100 % y con una estructura, condiciones y valoración idéntica a la descrita anteriormente

Aquellos alumnos que lleven a cabo alguna actividad evaluable en la Evaluación Continua se presupone que han optado por

este tipo de evaluación y por tanto no se les podrá evaluar como NO PRESENTADO en las actas aunque no se presenten al

examen de la asignatura.

#### 8.3.2 Convocatoria II:

Los alumnos podrán optar voluntariamente por una EVALUACIÓN ÚNICA FINAL fuera de periodo de docencia

según se contempla en la normativa de la Universidad de Huelva, consistente en un examen final con un valor de la nota del

100 % y con una estructura, condiciones y valoración idéntica a la descrita anteriormente

Aquellos alumnos que lleven a cabo alguna actividad evaluable en la Evaluación Continua se presupone que han optado por

este tipo de evaluación y por tanto no se les podrá evaluar como NO PRESENTADO en las actas aunque no se presenten al

examen de la asignatura.

#### 8.3.3 Convocatoria III:

Los alumnos podrán optar voluntariamente por una EVALUACIÓN ÚNICA FINAL fuera de periodo de docencia

según se contempla en la normativa de la Universidad de Huelva, consistente en un examen final con un valor de la nota del

100 % y con una estructura, condiciones y valoración idéntica a la descrita anteriormente

Aquellos alumnos que lleven a cabo alguna actividad evaluable en la Evaluación Continua se presupone que han optado por

este tipo de evaluación y por tanto no se les podrá evaluar como NO PRESENTADO en las actas aunque no se presenten al

examen de la asignatura.

#### 8.3.4 Convocatoria Extraordinaria:

Los alumnos podrán optar voluntariamente por una EVALUACIÓN ÚNICA FINAL fuera de periodo de docencia

según se contempla en la normativa de la Universidad de Huelva, consistente en un examen final con un valor de la nota del

100 % y con una estructura, condiciones y valoración idéntica a la descrita anteriormente

Aquellos alumnos que lleven a cabo alguna actividad evaluable en la Evaluación Continua se presupone que han optado por

este tipo de evaluación y por tanto no se les podrá evaluar como NO PRESENTADO en las actas aunque no se presenten al

examen de la asignatura.

**9. Organización docente semanal orientativa:**

Fecha	Grupos Grandes	G. Reducidos				Pruebas y/o act. evaluables	Contenido desarrollado
		Aul. Est.	Lab.	P. Camp	Aul. Inf.		
19-09-2022	1	0	0	0	0	T1	
26-09-2022	2	0	0	0	0	T1 y T2	
03-10-2022	3	0	0	0	0	T3	
10-10-2022	3	0	0	0	0	T4 y LAB.	
17-10-2022	3	0	4	0	0	T5 y ALB.	
24-10-2022	3	0	0	0	0	T6	
31-10-2022	3	0	0	0	0	T7	
07-11-2022	3	0	0	0	0	T8	
14-11-2022	3	0	4	0	0	T9 y LAB	
21-11-2022	3	0	0	0	0	T10	
28-11-2022	3	0	0	0	0	T11	
05-12-2022	3	0	3	0	0	T12	
12-12-2022	3	0	0	0	0	T13	
19-12-2022	3	0	4	0	0	T14 y LAB	
09-01-2023	3	0	3	0	0	T14	

**TOTAL            42            0            18            0            0**