



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53001206 - Maquinas Hidraulicas y Eolicas**

### PLAN DE ESTUDIOS

05AZ - Master Universitario en Ingenieria Industrial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	5
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53001206 - Maquinas Hidraulicas y Eolicas
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05AZ - Master Universitario en Ingenieria Industrial
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2020-21

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Pascual De Dios Pleite	1	pascual.dedios@upm.es	L - 17:30 - 19:30 M - 17:30 - 19:30 Consultar previamente con el profesor vía mail
Juan Luis Prieto Ortiz (Coordinador/a)	2	juanluis.prieto@upm.es	L - 12:30 - 15:30 L - 16:30 - 19:30 Consultar previamente con el profesor vía mail

Jorge Muñoz Paniagua	5	le.munoz@upm.es	L - 08:00 - 10:00 L - 17:30 - 19:30 V - 08:00 - 10:00 Consultar previamente con el profesor vía mail
Jaime Carpio Huertas	9	jaime.carpio@upm.es	L - 12:00 - 14:00 M - 12:00 - 14:00 X - 12:00 - 14:00 Consultar previamente con el profesor vía mail

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

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Industrial no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Mecánica de fluidos II
- Mecánica de fluidos I

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

(a) - APLICA. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería.

(c) - DISEÑA. Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que alcance los requisitos deseados teniendo en cuenta restricciones realistas tales como las económicas, medioambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, de fabricación y de sostenibilidad.

(d) - TRABAJA EN EQUIPO. Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.

(e) - RESUELVE. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

(h) - ENTIENDE LOS IMPACTOS. Educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social global.

(i) - SE ACTUALIZA. Reconocimiento de la necesidad y la habilidad para comprometerse al aprendizaje continuo.

(j) - CONOCE. Conocimiento de los temas contemporáneos.

(k) - USA HERRAMIENTAS. Habilidad para usar las técnicas, destrezas y herramientas ingenieriles modernas necesarias para la práctica de la ingeniería.

CB06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB07 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios

CB08 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CE05 - Conocimientos y capacidades para el diseño y análisis de máquinas y motores térmicos, máquinas hidráulicas e instalaciones de calor y frío industrial.

CE06 - Conocimientos y capacidades que permitan comprender, analizar, explotar y gestionar las distintas fuentes de energía.

CG01 - Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc.

CG02 - Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos, instalaciones y plantas.

CG03 - Dirigir, planificar y supervisar equipos multidisciplinares.

CG08 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.

CG09 - Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CG11 - Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando de un modo autodirigido o autónomo.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA33 - Máquinas hidráulicas

RA31 - Bombas centrífugas

RA32 - Turbinas hidráulicas

RA30 - Energía eólica

RA34 - Semejanza en máquinas hidráulicas

RA35 - Cavitación en máquinas hidráulicas

RA36 - Regulación de máquinas hidráulicas

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura se divide en tres grandes bloques o módulos, comenzando con un primer módulo común tanto a las máquinas hidráulicas como eólicas, y continuando con dos módulos específicos para cada caso.

Al inicio del curso, se incluye un módulo 0, correspondiente a la Información general de la asignatura, con un tema 0 asociado, en el que se incluye brevemente nociones básicas de otras asignaturas que pueden servir de apoyo en el transcurso de la asignatura.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. 1. MODULO 1: Fundamentos de las máquinas hidráulicas y eólicas
  - 1.1. Tema 1: Clasificación y descripción de las máquinas hidráulicas y eólicas
  - 1.2. Tema 2: Análisis dimensional aplicado a las máquinas hidráulicas y eólicas
2. MODULO 2: Turbomáquinas hidráulicas
  - 2.1. Tema 3: Conceptos esenciales
  - 2.2. Tema 4: Teorema de Euler
  - 2.3. Tema 5: Bombas centrífugas: curvas características y semejanza
  - 2.4. Tema 6: Instalaciones hidráulicas: pérdidas y regulación
  - 2.5. Tema 7: Cavitación
  - 2.6. Tema 8: Generación hidroeléctrica. Turbina Pelton
3. MODULO 3: Máquinas eólicas
  - 3.1. Tema 9: Aerodinámica. Teoría Unidimensional del Disco Actuador
  - 3.2. Tema 10: Teoría del elemento de pala

3.2.1. Curvas características, sistemas de control y cargas

3.2.2. Diseño de aeroturbinas



## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Información general de la asignatura</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas  <b>Clasificación y descripción de las máquinas hidráulicas y eólicas</b> Duración: 01:50 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Teoría.</b> Duración: 00:03 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Problemas.</b> Duración: 00:02 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
2	<b>Clasificación y descripción de las máquinas hidráulicas y eólicas</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Análisis dimensional aplicado a las máquinas hidráulicas y eólicas</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Análisis dimensional aplicado las máquinas hidráulicas y eólicas</b> Duración: 00:15 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		<b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Teoría.</b> Duración: 00:03 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Problemas.</b> Duración: 00:02 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
3	<b>Análisis dimensional aplicado las máquinas hidráulicas y eólicas</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Conceptos esenciales en turbomáquinas hidráulicas</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Teoría.</b> Duración: 00:03 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Problemas.</b> Duración: 00:02 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
4	<b>Conceptos esenciales en turbomáquinas hidráulicas</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Teorema de Euler</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Teoría.</b> Duración: 00:03 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Problemas.</b> Duración: 00:02 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
5	<b>Teorema de Euler</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Teoría.</b> Duración: 00:03 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Problemas.</b> Duración: 00:02 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	

6	<p><b>Teorema de Euler</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Teoría.</b> Duración: 00:03 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Problemas.</b> Duración: 00:02 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
7	<p><b>Bombas centrífugas: curvas características y semejanza</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Teoría.</b> Duración: 00:03 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Problemas.</b> Duración: 00:02 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
8	<p><b>Bombas centrífugas: curvas características y semejanza</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Instalaciones hidráulicas: pérdidas y regulación</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Teoría.</b> Duración: 00:03 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Problemas.</b> Duración: 00:02 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Práctica de laboratorio</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 02:30</p>
9	<p><b>Instalaciones hidráulicas: pérdidas y regulación</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Instalaciones hidráulicas: pérdidas y regulación</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Teoría.</b> Duración: 00:03 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Problemas.</b> Duración: 00:02 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Trabajo del alumno</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:30</p>
10	<p><b>Instalaciones hidráulicas: pérdidas y regulación</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Cavitación</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Teoría.</b> Duración: 00:03 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Problemas.</b> Duración: 00:02 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
11	<p><b>Cavitación</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Cavitación</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Teoría.</b> Duración: 00:03 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Problemas.</b> Duración: 00:02 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	

12	<p><b>Aerodinámica. Teoría Unidimensional del Disco Actuador</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Generación hidroeléctrica. Turbina Pelton</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Generación hidroeléctrica. Turbina Pelton</b> Duración: 00:15 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Teoría.</b> Duración: 00:03 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Problemas.</b> Duración: 00:02 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
13	<p><b>Aerodinámica. Teoría Unidimensional del Disco Actuador</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Aerodinámica. Teoría Unidimensional del Disco Actuador</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Teoría.</b> Duración: 00:03 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Problemas.</b> Duración: 00:02 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
14	<p><b>Teoría del elemento de pala</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Curvas características, sistemas de control y carga</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Diseño de aeroturbinas</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Teoría.</b> Duración: 00:03 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Docencia a distancia como plan de emergencia. Problemas.</b> Duración: 00:02 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
15				
16				
17				<p><b>Examen final Evaluación final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:30</p> <p><b>Examen final Evaluación Continua</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
8	Práctica de laboratorio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	02:30	15%	5 / 10	CB08 CG11 (d) (k) CG01 (a)
9	Trabajo del alumno	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:30	5%	5 / 10	CE05 (e) (k) CG01 (a) (i) (j)
17	Examen final Evaluación Continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	80%	4 / 10	

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final Evaluación final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	100%	5 / 10	CB08 (i) (j) CE05 CG11 (d) (e) (k) CG01 (a)

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

### Procedimiento de evaluación

Para los alumnos que se acojan a la evaluación continua, se ponderará la nota adquirida por este procedimiento de la siguiente

forma:

- 80% de la nota final: Examen final de la asignatura.. La nota mínima exigible 4/10.
- 15% de la nota final: Trabajo a realizar por el alumno, pudiéndose enfocar a actividades prácticas de laboratorio, de investigación o cálculo numérico. El trabajo se entregará en formato .pdf siguiendo las indicaciones del profesor en concepto de extensión, estructura y contenido. Dichas indicaciones se comunicarán al alumno en el aula o vía Moodle.
- 5% de la nota final: Resolución de problemas de máquinas hidráulicas y eólicas o test periódicos realizados en clase. Existe libertad en la aplicación de este porcentaje para cada profesor.

La opción de evaluación continua, que requiere un esfuerzo y participación activa por parte del alumno, sólo es posible si se cumplen las dos condiciones siguientes:

1. El alumno ha solicitado, en un plazo de 15 días desde la fecha de inicio del cuatrimestre (independientemente del día en el que tenga lugar la primera clase de la asignatura), acogerse a la evaluación continua. Dicha solicitud se realizará a través de la aplicación Moodle de la asignatura, donde el alumno tendrá disponible un evento para subir un archivo .txt, .doc o .pdf en el cual se indique, de forma explícita, su deseo de acogerse a dicho método de evaluación, acompañando tal intención con sus datos personales (nombre, apellidos, DNI y número de matrícula).
2. El alumno que solicita la evaluación continua se acoge al procedimiento de evaluación anteriormente detallado y, por tanto, debe entregar todos los problemas propuestos por el profesor así como el trabajo asignado al alumno.

En el caso en que no se verifique alguna de las condiciones anteriores, el alumno automáticamente pasa a la opción de evaluación final, en el que todos los conocimientos mostrados a lo largo del curso son exigibles en un único examen final. El aprobado se obtiene, en este caso, con una nota igual o superior a 5/10.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes de Máquinas Hidráulicas y Eólicas	Bibliografía	Apuntes de la asignatura redactados por Juan Luis Prieto Ortiz, profesor del Dpto. Ing. Energética
Bancos de bombas hidráulicas	Equipamiento	Banco (x2) de bombas hidráulicas para el estudio de las curvas características de máquinas acopladas en serie y paralelo
Banco de turbina Pelton	Equipamiento	Banco de prácticas para el estudio de turbina Pelton acoplada a dinamofreno
Banco de ensayo de turbinas Francis y Kaplan	Equipamiento	Instalación de escala industrial para el estudio y ensayo de turbinas Francis y Kaplan
Banco de turbina Hélice	Equipamiento	Banco de prácticas para el estudio de turbina Hélice acoplada a dinamofreno
Equipo de aeroturbinas	Equipamiento	Modelo (x2) a escala reducida de aeroturbina conectada a red eléctrica para estudio de curvas de potencia

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

#### Bibliografía

- *Mecánica de Fluidos*, Crespo, A., Editorial Thomson, 2006
- *Wind Energy Handbook*, Burton, T., Sharpe, D., Jenkins, N., Bossanyi, E., Editorial John Wiley & Sons, Ltd, 2001
- *Wind Energy Explained*, Manwell, J. F., McGowan, J. G., Rogers, A. L., Editorial John Wiley & Sons, Ltd, 2010
- *Hydrodynamics of Pumps*, Brennen, C. E., Editorial Oxford Science Publications, 1994
- *Teoría y Problemas de Máquinas Hidráulicas*, Viedma Robles, A. , Zamora Parra, B. 2002
- *Theoretical Aerodynamics*, Milne-Thomson, L. M., Editorial Dover, 1958
- *Aerodynamics of Wind Turbines*, Hansen, M. O. L., Editorial Earthscan, 2008
- *Turbomáquinas Hidráulicas*, Mataix, C., Editorial ICAI, 2011
- *Problemas de Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas*, Hernández, J., Crespo A., Editorial UNED, 1996
- *Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery*, Dixon, S. L., Editorial Elsevier, 2010
- *Hydraulic Machines: Turbines and Pumps*, Krivechenko G., Editorial CRC Press, 1994