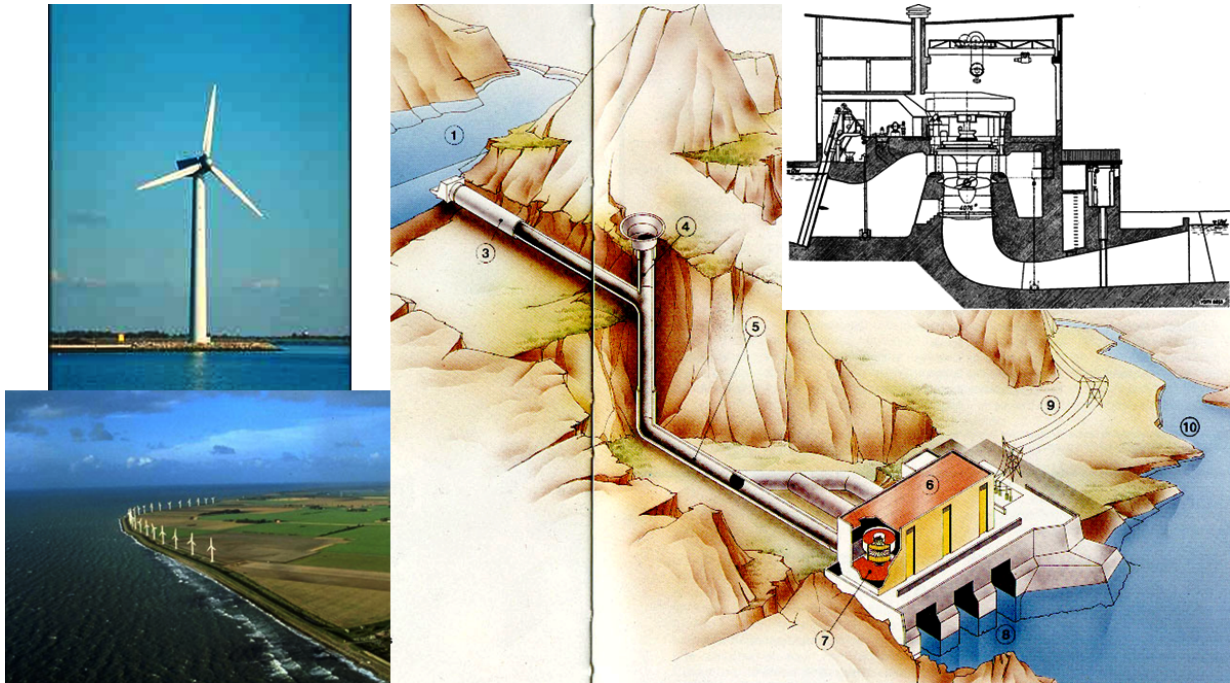




ETS. de Ingeniería de
Caminos, Canales y Puertos y
de Ingeniería de Minas
Universidad Politécnica
de Cartagena



Guía docente de la asignatura: Aprovechamientos hidroeléctricos



Titulación: Máster Universitario en Ingeniería de
Caminos, Canales y Puertos

CSV:	ux4f5HifA5fCJit6ezGke8ism	Fecha:	29/01/2019 23:08:24	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ux4f5HifA5fCJit6ezGke8ism	Página:	1/11	

1. Datos de la asignatura

Nombre	Aprovechamientos Hidroeléctricos (Hydropower Engineering)				
Materia*	Optativas – Bloque Hidráulica				
Módulo*	Módulo V: Optativas				
Código	213101017				
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos				
Plan de estudios	2010				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y de Ingeniería de Minas				
Tipo	Optativa				
Periodo lectivo	Cuatrimestral	Cuatrimestre	2º	Curso	2º
Idioma	Castellano / Inglés				
ECTS	4,5	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	135

* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:
<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

2. Datos del profesorado

Profesor	Antonio Vigueras Rodríguez		
Departamento	Ingeniería Civil		
Área de conocimiento	Ingeniería Hidráulica		
Ubicación del despacho	Anexo de la Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos y de Ingeniería de Minas. Primera planta - Despacho A.1.09		
Teléfono	968 32 7071	Fax	968 32 5653
Correo electrónico	avigueras.rodriguez@upct.es		
URL / WEB	www.upct.es/~ingcivil www.upct.es/hidrom		
Horario de atención / Tutorías	Publicado en el Aula Virtual		
Ubicación durante las tutorías	Despacho A.1.09		

Titulación	Doctor Ingeniero Industrial
Vinculación con la UPCT	Profesor Contratado Doctor
Año de ingreso en la UPCT	2012
Nº de quinquenios (si procede)	1
Líneas de investigación (si procede)	Grupo de I+D+i en Ingeniería Hidráulica, Marítima y Medio Ambiental (Hidr@m)
Nº de sexenios (si procede)	2
Experiencia profesional (si procede)	Múltiples contratos con empresas en proyectos de I+D+i
Otros temas de interés	

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

La finalidad de la asignatura de Aprovechamientos Hidroeléctricos es que el alumno conozca las distintas tipologías del aprovechamiento hidroeléctrico, otorgando cierta relevancia a las centrales reversibles y el rol que éstas pueden desempeñar en la integración de fuentes renovables no gestionables como la energía eólica.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La asignatura permitirá al alumno adquirir los conocimientos necesarios para dimensionar, proyectar, gestionar o rehabilitar aprovechamientos hidroeléctricos de distintas tipologías. Para ello el alumno será capaz de evaluar e identificar las mejores ubicaciones para la implantación de centrales hidroeléctricas, su funcionamiento e integración en el mercado eléctrico. Dimensionar y seleccionar equipamiento (turbinas, alternadores), y diseñar y calcular componentes (obras de toma, conducción, chimeneas de equilibrio, casa de máquinas). Asimismo, se introducirán los conceptos básicos de los aprovechamientos eólicos.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura continúa el bloque sobre de Centrales Hidroeléctricas contenido en la asignatura de Aprovechamientos Hidráulicos.

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se recomienda revisar el material de las asignaturas de Obras y Aprovechamientos Hidráulicos (Grado en Ing. Civil).

3.6. Medidas especiales previstas

El alumno que, por sus circunstancias, pueda necesitar de medidas especiales debe comunicarlo al profesor al principio del cuatrimestre.

4. Competencias y resultados del aprendizaje

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

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

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

G06 - Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

OP01 - Capacidad para proyectar, dimensionar, construir y gestionar los aprovechamientos hidroeléctricos

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Innovación y carácter emprendedor (Nivel 3)

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

1. Aprender de forma autónoma
2. Saber determinar el funcionamiento bajo distintas condiciones de turbinas hidráulicas.
3. Estimar el funcionamiento reversible de máquinas hidráulicas, con aplicación a centrales reversibles binarias.
4. Conocer el funcionamiento básico de los aprovechamientos eólicos.
5. Identificar posibles dificultades y buscar alternativas. Por ejemplo, en el ámbito del uso de los aprovechamientos hidroeléctricos en coordinación con otras fuentes de energía, como la energía eólica.
6. Saber proyectar, dimensionar, construir y gestionar los aprovechamientos hidroeléctricos.

**** Véase también la Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje, de ANECA:**

http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Potencia y energía. El mercado eléctrico. Aprovechamiento integral de una cuenca. Tipología de centrales: centrales exteriores y subterráneas. Centrales reversibles. Integración con centrales eólicas. Minicentrales. Obras de toma y conducción. Golpe de ariete y medidas de protección. Chimeneas de equilibrio. Equipo hidromecánico. Dimensionamiento y selección de turbinas. Alternadores.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

Unidad didáctica I. Turbinas hidráulicas

Análisis dimensional y semejanza física, tipos de turbinas, análisis energético, ecuación de Euler, cavitación y dimensionamiento

Unidad didáctica II. Aprovechamientos eólicos

Origen del viento, capa límite atmosférica, tecnología de los aerogeneradores, evaluación de recursos de energía eólica, eólica marina, integración de la energía eólica.

Unidad didáctica III. Centrales hidráulicas

Obras de toma y conducción, regulación, centrales reversibles, dimensionamiento, minicentrales, equipos y sistemas auxiliares. Integración de la energía eólica mediante centrales hidráulicas reversibles.

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

Caracterización de turbinas. Variación de caudal y/o velocidad (L)
Regulación de una central hidráulica (L/PC)
Dimensionamiento y selección de una turbina (PC)
Estimación de recurso eólico, vientos extremos (PC)
Gestión de centrales hidráulicas reversibles e integración de parques eólicos (PC)
Recuperación energética en redes de abastecimiento (PC)
Visita a aprovechamiento hidroeléctrico (OPC)

Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un “Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos” que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

- I. Hydro Turbines
- II. Wind Turbines, Wind Power Integration through Pumped-storage Hydropower
- III. Hydro Power Plants

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

- Unidad didáctica I.**
Aplicar el análisis dimensional y semejanza física a turbinas. Afianzar el conocimiento del funcionamiento y sobre el dimensionamiento de los distintos tipos de turbinas.
Estimar el funcionamiento reversible de máquinas hidráulicas, con aplicación a centrales reversibles binarias.
Aprender de forma autónoma.
- Unidad didáctica II.**
Saber el funcionamiento básico de los aprovechamientos eólicos.
Integración de la energía eólica: regulación mediante centrales hidráulicas reversibles.
Ser capaces de aplicar las capacidades técnicas en actividades de I+D+i.
Aprender de forma autónoma.
- Unidad didáctica III.**
Dimensionamiento y cálculo de obras de toma y conducción, regulación, centrales reversibles, minicentrales, equipos y sistemas auxiliares.
Saber proyectar, dimensionar, construir y gestionar los aprovechamientos hidroeléctricos.
Aprender de forma autónoma.

6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad	Técnica docente	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva empleando el método de la lección. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes	Presencial: Toma de apuntes. Planteamiento de dudas.	27
		No presencial: Estudio de la materia	27
Clase de problemas. Resolución problemas y casos prácticos	Se resolverán problemas y se analizarán casos prácticos. Se enfatizará el planteamiento y los métodos de resolución. Se dispondrá de algún tiempo para que el estudiante intente resolverlo, con posibilidad de participación activa a través de estudiantes voluntarios. Se propondrán problemas y/o casos prácticos similares.	Presencial: Participación activa. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas.	12,6
		No presencial: Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor. Dependiendo de la tarea, se podrán fijar entregas en clase o mediante el campus virtual.	27
Clases de Prácticas. Sesiones de laboratorio y aula informática	Las sesiones prácticas de laboratorio acercan el entorno de trabajo industrial al alumno y permiten enlazar contenidos teóricos y prácticos de forma directa. Mediante las sesiones de aula de informática se pretende que los alumnos manejen programas y herramientas de cálculo y simulación profesionales.	Presencial: Manejo de instrumentación y/o software. Desarrollo de competencias personales, sistémicas y transversales. Discusión de dudas y análisis crítico.	12
		No presencial: Desarrollo de diferentes trabajos individuales y/o colectivos, elaboración de los informes de prácticas.	14,1
Seminarios y defensa de trabajos	Trabajo en grupos para el estudio de temas específicos. Defensa de los mismos.	Presencial: Resolución de problemas o profundización de un tema, explicación a los compañeros. Discusión de dudas y puesta en común del trabajo realizado. Exposición de trabajos	4,5
Visita técnica	Visita a instalaciones relacionadas con los contenidos de la asignatura	Presencial: Asistencia a la visita, planteamiento de dudas	6
Tutorías	Resolución de dudas sobre teoría y ejercicios.	Presencial: Planteamiento de dudas en horario de tutorías	3
Exámenes	Evaluación escrita (examen oficial)	Presencial: Asistencia al examen oficial	1,8
			135

6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

Resultados del aprendizaje (4.5)						
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6
Clase de teoría		X	X	X	X	
Clase de problemas. Resolución problemas tipo y casos prácticos	X	X	X	X	X	X
Clases de prácticas. Sesiones de laboratorio y aula informática	X	X	X	X	X	X
Seminarios y defensa de trabajos	X	X	X	X	X	X
Visita técnica	X			X		X

7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba de teoría y problemas bloque I	x		Evalúan conocimientos teóricos, adaptación a nuevas situaciones y ejercicios similares a los resueltos y propuestos. Examen que se llevará a cabo en el aula informática para poder contar con apoyo del ordenador para la realización de algunos cálculos.	25	2, 3
Prueba de teoría y problemas bloque II	x		Evalúan conocimientos teóricos, adaptación a nuevas situaciones y ejercicios similares a los resueltos y propuestos. Entrega, y en su caso defensa, de un trabajo correspondiente principalmente al bloque II	20	1, 3, 5, 6
Prueba de teoría y problemas bloque III	x		Evalúan conocimientos teóricos, adaptación a nuevas situaciones y ejercicios similares a los resueltos y propuestos. Entrega, y en su caso defensa, de un trabajo correspondiente principalmente al bloque III	20	1, 4, 5
Entrega de trabajos y memoria de prácticas	x	x	Resolución de ejercicios prácticos planteados en tanto clase como en las sesiones de prácticas.	35	1-6
Resolución de problemas en clase		x	Control de la realización de los cálculos hasta que sean correctos.	-	1-6
Sesiones de prácticas en el aula de informática o en el laboratorio		x	Resolución de ejercicios propuestos. Control de la realización de los cálculos hasta que sean correctos. Control asistencial (asistencia obligatorias).	-	1-6
Evaluación de seminarios y visitas a emplazamientos		x	Control asistencial.	-	6

Para superar la asignatura, además de obtener un mínimo de 5 en la puntuación global.

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

- Se realizará un seguimiento personalizado del aprendizaje basado en el desarrollo de las prácticas, así como en la entrega y calificación de las tareas. Este seguimiento se reforzará mediante las tutorías grupales.

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica *

[1] **Leif Vinogg & Ivar Elstad (2003).** Hydropower Development 12 Mechanical Equipment. NTNU, Norway.

[2] **Cuesta, L. y Vallarino, E. (2000).** Aprovechamientos hidroeléctricos (tomos I y II). Colección Señor nº 19. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. España.

[3] **Castillo Elsitdié, Luís G. (2009).** Apuntes de Obras y Aprovechamientos Hidráulicos: Aprovechamientos Hidroeléctricos. Reprografía de la UPCT. España

[4] **Warnick CC et al (1984).** Hydropower Engineering. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. ISBN 0-13-448498-3. New Jersey (USA).

[5] **Normativa ISO IEC 61400.** IEC. Switzerland.

[6] **Burton T, et al (2011).** Wind Energy Handbook. Wiley. Reino Unido.

[7] **Viedma Robles, A. y Zamora Parra, B. (2002).** Teoría y problemas de máquinas hidráulicas. Ed. Horacio Escarbajal. España

[8] **Dixon, S.L. (1998).** Fluid Mechanics, Thermodynamics of Turbomachinery. Butterworth-Heinemann (Reed elsevier plc group). Reino Unido.

•

[9] **Amenedo, JL et al (2003).** Sistemas eólicos de producción de energía eléctrica. Ed Rueda. España

8.2. Bibliografía complementaria *

[10] **Leif Vinogg & Ivar Elstad (2003).** Hydropower Development 8 Hydraulic Design. NTNU, Norway.

[11] **Mataix Claudio (1986).** Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas 2ª Ed. Ediciones del Castillo. España

[12] **Martínez, G. y Serrano, M. (2004).** Minicentrales hidroeléctricas. Mercado eléctrico, aspectos técnicos y viabilidad económica de las inversiones. Energética. Ed. Bellisco. España.

[13] **Davies y Soerensen (1969).** Handbook of Applied Hydraulics. McGraw-Hill. EEUU

[14] **Sánchez Kaiser, A. y Viedma A. (2003).** Energía Eólica 2ªEd. Ed. Horacio Escarbajal. España

[15] **Hansen, Martin OL (2008).** Aerodynamics of Wind Turbines. Earthscan/Routledge. Reino Unido.

8.3. Recursos en red y otros recursos

- Grupo de I+D+i en Ingeniería Hidráulica, Marítima y Medio Ambiental [Hidr@m: www.upct.es/hidrom](mailto:Hidr@m:www.upct.es/hidrom)
- Red de Laboratorios de Hidráulica de España RLHE: www.rlhe.es/
- Asociación Internacional de Ingeniería Hidráulica e Investigación IAHR: <http://www.iahr.net/site/index.html>
- Red Eléctrica Española: www.ree.es
- Agencia Internacional de la Energía: www.iea.org, www.ieahydro.org
- [AENOR AEN/CTN 206/SC 4 - Turbinas Hidráulicas](#)
- [AENOR AEN/CTN 206/SC 88 - Turbinas eólicas \(aerogeneradores\)](#)