

Estudio Propio: **MÁSTER EN ENERGÍAS RENOVABLES Y PROYECTOS ENERGÉTICOS**

Código Plan de Estudios: **EN35**

Año Académico: **2018-2019**

### ESTRUCTURA GENERAL DEL PLAN DE ESTUDIOS:

CURSO	Obligatorios		Optativos		Prácticas Externas	Memoria/ Proyecto	Créditos
	Créditos	Nº Asignaturas	Créditos	Nº Asignaturas	Créditos	Créditos	
1º	54	9				6	60
2º							
3º							
<b>ECTS TOTALES</b>	<b>54</b>	<b>9</b>				<b>6</b>	<b>60</b>

### PROGRAMA TEMÁTICO:

#### ASIGNATURAS OBLIGATORIAS

Código Asignatura	Curso	Denominación	Carácter OB/OP	Créditos
704944	1	ENTORNO ENERGÉTICO	OB	4
704945	1	ENERGÍA EÓLICA	OB	8
704946	1	ENERGÍA HIDRÁULICA	OB	7
704947	1	ENERGÍA DE LA BIOMASA	OB	8
704948	1	ENERGÍA SOLAR TÉRMICA	OB	7
704949	1	ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	OB	6
704950	1	ENERGÍAS RENOVABLES EMERGENTES	OB	6
704951	1	MARCO DE DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES	OB	4
704952	1	GESTIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DE PROYECTOS ENERGÉTICOS	OB	4
MEMORIA /PROYECTO				
Código Asignatura	Curso	Denominación	Carácter OB/OP	Créditos
704953	1	MEMORIA DE FIN DE MÁSTER	OB	6

Carácter: OB - Obligatoria; OP – Optativa

## GUÍA DOCENTE

Año académico	2018-2019	
Estudio	Máster en Energías Renovables y Proyectos Energéticos (EN35)	
Nombre de la asignatura	ENTORNO ENERGÉTICO	
Carácter (Obligatoria/Optativa)	OB	
Créditos (1 ECTS=25 horas)	4	
Modalidad (elegir una opción)	<input type="checkbox"/>	Presencial
	<input type="checkbox"/>	Semipresencial
	<input checked="" type="checkbox"/>	On-line
Profesor responsable	Juan Hernández	
Idioma en el que se imparte	Español	

### DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS (especificar en horas)

Número de horas presenciales/on-line asistencia profesor	28
Número de horas de trabajo personal del estudiante	72
Total horas	100

### CONTENIDOS (Temario)

#### UNIDAD 1. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE ENERGÍA

- 1.1. CONCEPTOS BÁSICOS DE LA ENERGÍA
  - 1.1.1. ¿QUÉ ES LA ENERGÍA?
  - 1.1.2. VARIABLES ELÉCTRICAS Y ENERGÉTICAS
  - 1.1.3. CLASIFICACIÓN DE LA ENERGÍA
    - 1.1.3.1. QUÉ ES LA ELECTRICIDAD
    - 1.1.3.2. TERMINOLOGÍA UTILIZADA EN LA INDUSTRIA ELÉCTRICA
    - 1.1.3.3. PÉRDIDAS EN CONDUCTORES
    - 1.1.3.4. TRANSFORMADORES
    - 1.1.3.5. ENERGÍA REACTIVA
    - 1.1.3.6. CALIDAD DE POTENCIA
    - 1.1.3.7. TRASMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA
- 1.2. EL PODER MEDIÁTICO DE LA ENERGÍA
- 1.3. EJEMPLO DE CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CALOR A TRAVÉS DE UN MURO
- 1.4. EJERCICIO DE CÁLCULO DE DEMANDAS ELÉCTRICAS
- 1.5. RESUMEN

#### UNIDAD 2. FÍSICA APLICADA A LAS TECNOLOGÍAS DE ENERGÍAS RENOVABLES

- 2.1. FUNDAMENTOS DE TERMODINÁMICA
  - 2.1.1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES
  - 2.1.2. TRANSFERENCIA DE CALOR
  - 2.1.3. LEYES DE LA TERMODINÁMICA
- 2.2. FUNDAMENTOS DE ÓPTICA
  - 2.2.1. REFLEXIÓN
  - 2.2.2. REFRACCIÓN

- 2.2.3. CONCENTRACIÓN
- 2.3. FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD
  - 2.3.1. CORRIENTE ELÉCTRICA
  - 2.3.2. TIPOS DE CORRIENTE
  - 2.3.3. LA LEY DE OHM
  - 2.3.4. MAGNITUDES ELÉCTRICAS
  - 2.3.5. ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS
  - 2.3.6. ASOCIACIÓN DE CIRCUITOS
    - 2.3.6.1. ¿ES VENTAJOSA LA CONEXIÓN EN PARALELO?
    - 2.3.6.2. ¿ES VENTAJOSA LA CONEXIÓN EN SERIE?
  - 2.3.7. ASOCIACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
  - 2.3.8. PROTECCIÓN DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS
    - 2.3.8.1. SOBRECARGAS
    - 2.3.8.2. CORTOCIRCUITOS
- 2.4. FUNDAMENTOS DE HIDRÁULICA
  - 2.4.1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES
  - 2.4.2. HIDROSTÁTICA
  - 2.4.3. HIDRODINÁMICA
  - 2.4.4. CONCEPTOS FUNDAMENTALES PARA EL DISEÑO
- 2.5. CENTRALES Y MINICENTRALES HIDRÁULICAS
- 2.6. RESUMEN

### **UNIDAD 3. GEOMETRÍA SOLAR Y RADIACIÓN**

- 3.1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL SOL-TIERRA
  - 3.1.1. DISTANCIA SOL-TIERRA
  - 3.1.2. DECLINACIÓN
- 3.2. RADIACIÓN SOLAR
  - 3.2.1. DISTRIBUCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR
  - 3.2.2. NATURALEZA DE LA RADIACIÓN SOLAR
  - 3.2.3. FUENTES DE DATOS DE RADIACIÓN
- 3.3. RESUMEN

### **UNIDAD 4. HISTORIA DE LA ENERGÍA**

- 4.1. HISTORIA DE LA UTILIZACIÓN DE LAS FUENTES ENERGÉTICAS
- 4.2. QUÉ ES LA ELECTRICIDAD
- 4.3. ORIGEN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES
- 4.4. TIPOS DE ENERGÍAS CONVENCIONALES Y DE ENERGÍAS RENOVABLES
  - 4.4.1. CENTRALES HIDRÁULICAS, ENERGÍA CONVENCIONAL Y RENOVABLE
  - 4.4.2. CENTRALES TÉRMICAS, ENERGÍA CONVENCIONAL Y CONTAMINANTE (CARBÓN, GASÓLEO, FUELÓLEO Y GAS NATURAL)
  - 4.4.3. CENTRALES NUCLEARES, ENERGÍA CONVENCIONAL
  - 4.4.4. CENTRAL MAREOMOTRIZ, ENERGÍA ALTERNATIVA Y RENOVABLE
  - 4.4.5. ENERGÍA DE LAS OLAS, ENERGÍA ALTERNATIVA Y RENOVABLE
  - 4.4.6. CENTRAL GEOTÉRMICA, ENERGÍA ALTERNATIVA Y RENOVABLE
  - 4.4.7. CENTRALES EÓLICAS, ENERGÍA ALTERNATIVA Y RENOVABLE
  - 4.4.8. CENTRALES SOLARES, ENERGÍA ALTERNATIVA Y RENOVABLE
  - 4.4.9. CENTRALES MAREMOTÉRMICAS, ENERGÍA ALTERNATIVA Y RENOVABLE
  - 4.4.10. BIOMASA, ENERGÍA ALTERNATIVA Y RENOVABLE
- 4.5. VENTAJAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES FRENTE A LAS ENERGÍAS CONVENCIONALES
- 4.6. RESUMEN
  - 4.6.1. HIDRÁULICA, ENERGÍA CONVENCIONAL Y RENOVABLE
  - 4.6.2. TÉRMICA, CASO GASÓLEO, ENERGÍA CONVENCIONAL Y CONTAMINANTE

- 4.6.3. TÉRMICA, CASO CARBÓN, ENERGÍA CONVENCIONAL Y CONTAMINANTE
- 4.6.4. TÉRMICA, CASO GAS NATURAL, ENERGÍA CONVENCIONAL Y CONTAMINANTE
- 4.6.5. NUCLEAR, ENERGÍA CONVENCIONAL
- 4.6.6. MAREOMOTRIZ, ENERGÍA ALTERNATIVA Y RENOVABLE
- 4.6.7. ENERGÍA DE LAS OLAS, ENERGÍA ALTERNATIVA Y RENOVABLE
- 4.6.8. GEOTÉRMICA, ENERGÍA ALTERNATIVA Y RENOVABLE
- 4.6.9. EÓLICA, ENERGÍA ALTERNATIVA Y RENOVABLE
- 4.6.10. SOLAR TÉRMICA DE ALTA TEMPERATURA, ENERGÍA ALTERNATIVA Y RENOVABLE
- 4.6.11. SOLAR FOTOVOLTAICA, ENERGÍA ALTERNATIVA Y RENOVABLE
- 4.6.12. SOLAR TÉRMICA DE BAJA TEMPERATURA, ENERGÍA ALTERNATIVA Y RENOVABLE
- 4.6.13. MAREMOTÉRMICAS, ENERGÍA ALTERNATIVA Y RENOVABLE
- 4.6.14. BIOMASA, ENERGÍA ALTERNATIVA Y RENOVABLE

### EVALUACIÓN

La asignatura es evaluada a través de:

**Actividades individuales**, las cuales suponen el 90% de la calificación final:

- Casos prácticos a desarrollar. Estas actividades suponen un mayor porcentaje en la nota final (80%), puesto que se trata de un ejercicio de reflexión, con el objetivo de aplicar los conocimientos adquiridos de forma práctica.
- Exámenes online (20%)

**Actividades colaborativas** a través de la participación en los foros de debate (10% de la calificación final)

### BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Internacional de la energía-OCDE. Competition in Electricity Markets. París; 2001.
- Álvarez Pelegry E. Economía Industrial del sector eléctrico. Editorial Civitas; 1997.
- Aplicaciones típicas de la energía solar fotovoltaica. Editorial RBI.
- Bermúdez V et ál. Tecnología Energética. Servicio de Publicaciones de Universidad Politécnica de Valencia.
- Caro R et ál. Tecnologías Energéticas e Impacto Ambiental. CIEMAT; 2002.
- Comisión Nacional del Sistema Eléctrico (CNSE). (2000). El funcionamiento del mercado eléctrico en el año 1998.
- Decher R. Energy Conversion. New Cork: Oxford University Press; 1994.
- Efecto invernadero y cambio climático (II). Editorial RBI.
- El apoyo legislativo facilita el despegue de los proyectos en España. Editorial Alarcón, Barreto y As.
- El libro de energías renovables. Cetisa Editores.
- El sistema eléctrico español. REE. 2014.
- Energías renovables para el desarrollo. Editorial Thomson. Paraninfo; 2003.
- EURELECTRIC. Security of Electricity Suply. 2004.
- Fernández E. Guía de los problemas de competencia en el sector energético. Anuario de la Competencia del ICO. 2004.
- Howell JR et ál. Solar-Thermal Energy Systems. New York: McGraw-Hill; 1982.
- Instituto para la diversificación y ahorro de la energía IDAE. Manuales de Energías. Madrid; 1996.
- Jarabo Friedrichi F et al. Energías Renovables. Madrid: S.A.P.T.; 2 000.
- Kukn KU, Machado M. Market Power and Vertical Integration in the Spanish Mar- ket. Universidad de Michigan, CEPR y Universidad Carlos III de Madrid. Mimeo. 2003.
- León A, Rubia A. Comportamiento del precio y volatilidad en el pool eléctrico español, trabajo presentado en Jornadas de Economía Industrial. Barcelona; 2001.
- López J. El Problema del Déficit Tarifario en el Sector Eléctrico Español. Boletín ICE Económico nº 2744. 2003. Lorenzo E. Electricidad solar. Ingeniería de los Sistemas Fotovoltaicos. Sevilla: ProgenSA; 1994.
- Ortega Rodríguez M. Energías Renovables. Madrid: Paraninfo D.L.; 2001.
- Tippens P. Física, conceptos y aplicaciones. 6ª ed. McGraw-Hill; 2001.

- Vázquez abeledo M. La historia del Sol y del cambio climático. Serie McGraw Hill de Divulgación Científica. McGraw Hill Interamericana de España; 1998.

#### Enlaces de interés

- Actualizaciones de los artículos del REBT: [http://www.f2i2.net/legislacionseguri-dadindustrial/rebt\\_guia.aspx](http://www.f2i2.net/legislacionseguri-dadindustrial/rebt_guia.aspx)
- AEMET: [http://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/datosclimato-logicos/atlas\\_radiacion\\_solar/atlas\\_de\\_radiacion\\_24042012.pdf](http://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/datosclimato-logicos/atlas_radiacion_solar/atlas_de_radiacion_24042012.pdf)
- Asociación de productores de energías renovables: <http://www.appa.es>
- Bases de datos de radiación solar: <http://solardat.uoregon.edu/SunChartProgram.php> y <http://solarbeam.sourceforge.net/index.php>
- HELIOCLIM: <http://www.soda-is.com/eng/helioclim/Helioclim-3> y [http://www.sodais.com/eng/helioclim/helioclim3\\_eng.html](http://www.sodais.com/eng/helioclim/helioclim3_eng.html)
- IDAE: <http://www.idae.es/index.php/id.28/remenu.326/mod.pags/mem.detalle>
- Instituto para la diversidad y ahorro de la energía, IDAE: <http://www.idae.es>
- METEONORM: <http://meteonorm.com/>
- NASA-SSE (Superficie de meteorología y del programa de energía solar): <https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/RETScreen/>
- PVGIS: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

GUÍA DOCENTE

Año académico	2018-2019	
Estudio	Máster en Energías Renovables y Proyectos Energéticos (EN35)	
Nombre de la asignatura	ENERGÍA EÓLICA	
Carácter (Obligatoria/Optativa)	OB	
Créditos (1 ECTS=25 horas)	8	
Modalidad (elegir una opción)	<input type="checkbox"/>	Presencial
	<input type="checkbox"/>	Semipresencial
	<input checked="" type="checkbox"/>	On-line
Profesor responsable	Juan Hernández	
Idioma en el que se imparte	Español	

**DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS (especificar en horas)**

Número de horas presenciales/on-line asistencia profesor	56
Número de horas de trabajo personal del estudiante	144
Total horas	200

**CONTENIDOS (Temario)**

**UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA EÓLICA**

- 1.1. LA ENERGÍA EÓLICA
- 1.2. HISTORIA DE LA ENERGÍA EÓLICA
- 1.3. APLICACIONES DE LA ENERGÍA EÓLICA
  - 1.3.1. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD EN GRANDES PARQUES EÓLICOS
  - 1.3.2. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD EN INSTALACIONES AISLADAS
  - 1.3.3. BOMBEO DE AGUA
  - 1.3.4. CENTRALES HÍBRIDAS DE BOMBEO, HIDROELÉCTRICO-EÓLICAS
  - 1.3.5. OTRAS FORMAS DE ALMACENAMIENTO DE LA ENERGÍA EÓLICA
  - 1.3.6. DESALACIÓN MEDIANTE AEROGENERADORES MARINOS
  - 1.3.7. ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN BATERÍAS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS
    - 1.3.7.1. BENEFICIOS DE LA INTRODUCCIÓN DE VE
    - 1.3.7.2. RETOS PARA LA INTEGRACIÓN DE LOS VE
  - 1.3.8. OTRAS APLICACIONES
- 1.4. RESUMEN

**UNIDAD 2. RECURSO EÓLICO**

- 2.1. CIRCULACIÓN GENERAL DE LA ATMÓSFERA 2.2. COMPORTAMIENTO LOCAL DEL VIENTO
  - 2.2.1. BRISAS DE MONTAÑA Y BRISAS MARINAS
  - 2.2.2. VARIACIÓN DEL VIENTO CON LA ALTURA
  - 2.2.3. VARIACIONES TEMPORALES DEL VIENTO 2.3. CLASIFICACIÓN DEL VIENTO
- 2.4. EL RECURSO EÓLICO EN NUESTRO PLANETA 2.5. EL VIENTO EN ESPAÑA
- 2.6. MEDIDA DEL RECURSO EÓLICO
- 2.7. PREDICCIÓN DEL VIENTO
- 2.8. RESUMEN

### **UNIDAD 3. FUNDAMENTOS DE AEROGENERADORES**

#### 3.1. CLASIFICACIÓN DE AEROGENERADORES

##### 3.1.1. AEROGENERADORES DE EJE HORIZONTAL

##### 3.1.2. AEROGENERADORES DE EJE VERTICAL

#### 3.2. ESTRUCTURA DE UN AEROGENERADOR

#### 3.3. ENERGÍA CAPTADA POR UN AEROGENERADOR. COEFICIENTE DE POTENCIA

##### 3.3.1. POTENCIA REAL CAPTADA POR UN AEROGENERADOR

#### 3.4. VARIACIÓN DEL COEFICIENTE DE POTENCIA CON LA VELOCIDAD. EL LÍMITE DE BETZ

##### 3.4.1. VELOCIDAD ESPECÍFICA Y COEFICIENTE DE POTENCIA

#### 3.5. RENDIMIENTO DE CONVERSIÓN DE UNA TURBINA EÓLICA

#### 3.6. LA CURVA DE POTENCIA DE UN AEROGENERADOR

##### 3.6.1. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE UN AEROGENERADOR A PARTIR DE LA CURVA DE POTENCIA

#### 3.7. EL FACTOR DE CARGA

#### 3.8. RESUMEN

### **UNIDAD 4. SISTEMAS DE REGULACIÓN Y CONTROL DE AEROGENERADORES**

#### 4.1. FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE UN AEROGENERADOR

#### 4.2. NECESIDAD DE LOS SISTEMAS DE REGULACIÓN Y CONTROL

#### 4.3. CLASIFICACIÓN DE AEROGENERADORES EN CUANTO A SUS SISTEMAS DE REGULACIÓN Y CONTROL DE POTENCIA

##### 4.3.1. CLASIFICACIÓN DE AEROGENERADORES EN CUANTO A SUS SISTEMAS DE CONTROL DE POTENCIA

##### 4.3.2. CLASIFICACIÓN DE AEROGENERADORES EN CUANTO A SUS SISTEMAS DE REGULACIÓN DE VELOCIDAD

#### 4.4. SISTEMAS DE CONTROL DE POTENCIA EN AEROGENERADORES

##### 4.4.1. AEROGENERADORES DE PASO FIJO

##### 4.4.2. AEROGENERADORES DE PASO VARIABLE

##### 4.4.3. AEROGENERADORES DE REGULACIÓN ACTIVA POR PÉRDIDA AERODINÁMICA

##### 4.4.4. OTROS MÉTODOS DE CONTROL DE POTENCIA

#### 4.5. SISTEMAS DE REGULACIÓN DE VELOCIDAD EN AEROGENERADORES

##### 4.5.1. AEROGENERADORES DE VELOCIDAD FIJA

##### 4.5.2. SISTEMAS DE VELOCIDAD VARIABLE

##### 4.5.3. AEROGENERADORES DE DOS VELOCIDADES

#### 4.6. COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE AEROGENERADORES

#### 4.7. GENERADORES ELÉCTRICOS

##### 4.7.1. PRODUCCIÓN DE CORRIENTES ALTERNAS MEDIANTE FENÓMENOS DE INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

##### 4.7.2. GENERADORES SÍNCRONOS

##### 4.7.3. GENERADORES DE CORRIENTE CONTINUA O DINAMOS

##### 4.7.4. GENERADORES ASÍNCRONOS O DE INDUCCIÓN

#### 4.8. AEROGENERADORES ACTUALES

#### 4.9. PEQUEÑOS AEROGENERADORES: MINIEÓLICA Y SISTEMAS AISLADOS

#### 4.10. RESUMEN

### **UNIDAD 5. DESARROLLO DE PROYECTOS DE ENERGÍA EÓLICA**

#### 5.1. ESQUEMA DE UN PARQUE EÓLICO

#### 5.2. DESARROLLO DE UN PARQUE EÓLICO

##### 5.2.1. FASES DE PUESTA EN MARCHA UN PARQUE EÓLICO

##### 5.2.2. HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS (SOFTWARE) PARA EL DISEÑO DE PARQUES EÓLICOS

- 5.3. SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO
- 5.4. CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE UN PARQUE EÓLICO
  - 5.4.1. DISPOSICIÓN DE LOS AEROGENERADORES
  - 5.4.2. EL EFECTO DE LAS ESTELAS EN LA DISTANCIA ENTRE LAS TURBINAS EÓLICAS
  - 5.4.3. EQUIPAMIENTO DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN: LÍNEA DE MEDIA Y SUBESTACIÓN
- 5.5. ASPECTOS ECONÓMICOS Y DE NEGOCIO DE UN PARQUE EÓLICO
  - 5.5.1. ESTIMACIÓN DEL COSTE DE INVERSIÓN DE UN PARQUE EÓLICO
  - 5.5.2. COSTES DE EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO
  - 5.5.3. EVOLUCIÓN DE LAS HORAS DE FUNCIONAMIENTO EQUIVALENTES EN EL PARQUE EÓLICO
  - 5.5.4. EL PRECIO DE VENTA DEL KILOVATIO-HORA ELÉCTRICO GENERADO EN EXPLOTACIONES EÓLICAS
  - 5.5.5. FINANCIACIÓN DE INSTALACIONES EÓLICAS: PROGRAMAS DE SUBVENCIÓN
  - 5.5.6. LA RENTABILIDAD ESTIMADA DE LOS PARQUES EÓLICOS

## EVALUACIÓN

La asignatura es evaluada a través de:

**Actividades individuales**, las cuales suponen el 90% de la calificación final:

- Casos prácticos a desarrollar. Estas actividades suponen un mayor porcentaje en la nota final, puesto que se trata de un ejercicio de reflexión, con el objetivo de aplicar los conocimientos adquiridos de forma práctica.
- Exámenes online

**Actividades colaborativas** a través de la participación en los foros de debate (10% de la calificación final)

## BIBLIOGRAFÍA

- Abott IH, Von Doenhoff AE. Theory of Wing Sections. New York: Dover Publications, Inc; 1959.
- Agencia Internacional de la Energía, IEA (1990-2007).
- IEA R&D Wind Energy. Annual Reports; 2007.
- Archer CL, Jacobson MZ. Evaluation of global wind power. Journal of Geophysical Research 2005; 110.
- Asociación Empresarial Eólica. Anuario de la Asociación Empresarial Eólica; 2009.
- Burton T, Sharpe D, Jenkins N, Bossanyi E. Wind Energy Handbook. West Sussex, England: John Wiley & Sons; 2003.
- Cádiz JC. Historia de las máquinas eólicas. Madrid: Tabapress; 1992.
- Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas. Principios de Conversión de Energía eólica. España: CIEMAT; 2004.
- Cruz J, CASTRO M. Energía Eólica. España: PROGENSA; 1997.
- European Renewable Energy Council, EREC. Energy 4 Cohesion. Renewable Energy and Energy Efficiency projects within Structural Funds in the context of the Lisbon Agenda. EREC. Bruselas; 2006.
- European Renewable Energy Council, EREC. Renewable Energy Target for Europe. 20% by 2020. EREC. Bruselas; 2007.
- European Renewable Energy Council, EREC. Renewable Energy Technology Road-map. Up to 2020. EREC. Bruselas; 2007.
- European Wind Energy Association, EWEA. Wind Energy in Europe—The Facts. Executive Summary; 2009.
- Fernández Díez P. Energía eólica. Universidad de Cantabria. Disponible online: <http://es.pfernandezdiez.es/libro/?id=6>
- García Ortega JL, Cantero A. Renovables 2050. Un informe sobre el potencial de las energías renovables en la España peninsular. Madrid: Greenpeace; 2005.
- Greenpeace, GWEC. Perspectivas globales de la energía eólica; 2009. Hansen OL. Aerodynamics of Wind Turbines, Rotors, Loads and Structure. London: James & James Ltd.; 2000.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE. Energía Eólica. Disponible online: [www.idae.es](http://www.idae.es); 2006.
- Katz J, Plotkin A. Low-Speed Aerodynamics. New York: Cambridge University Press; 2001.
- Lecuona Neumann A. La Energía eólica. Principios básicos y tecnología. Madrid: Universidad Carlos III; 2002.
- Munson BR, Young DF, Okiishi TH. Fundamentals of Fluid Mechanics. New York: John Wiley & Sons Inc.; 1994.



- Offshore Wind Collaborative Organizing Group. A Framework for Offshore Wind Energy Development in the United States; 2005.
- Rodríguez Amenedo JL, Burgos JC, Arnalte S. Sistemas Eólicos de producción de energía eléctrica. Madrid: Editorial Rueda; 2003.
- Troen I, Lundtang E. El Atlas Eólico Europeo. Dinamarca: Risoe National Laboratory; 1991.
- Enlaces de interés
- AEE: <http://www.aeeolica.org>
- AENOR: <http://www.aenor.es/aenor/normas>
- AEOLIS: <http://www.windknowhow.com>
- Asociación de Productores de Energía Renovable: <http://www.appa.es>
- BOE: <http://www.boe.es>
- CENER: <http://www.globalwindmap.com>
- ENAIR: <http://www.enair.es>

GUÍA DOCENTE

Año académico	2018-2019	
Estudio	Máster en Energías Renovables y Proyectos Energéticos (EN35)	
Nombre de la asignatura	ENERGÍA HIDRÁULICA	
Carácter (Obligatoria/Optativa)	OB	
Créditos (1 ECTS=25 horas)	7	
Modalidad (elegir una opción)		Presencial
		Semipresencial
	X	On-line
Profesor responsable	Mónica Baptista	
Idioma en el que se imparte	Español	

**DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS (especificar en horas)**

Número de horas presenciales/on-line asistencia profesor	49
Número de horas de trabajo personal del estudiante	126
Total horas	175

**CONTENIDOS (Temario)**

**UNIDAD 1. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS**

- 1.1. INTRODUCCIÓN
  - 1.1.1. EL CICLO DEL AGUA Y EL APROVECHAMIENTO HIDRÁULICO
- 1.2. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS
  - 1.2.1. TIPOS DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS
    - 1.2.1.1. CENTRAL FLUYENTE
    - 1.2.1.2. CENTRAL DE PIE DE PRESA
    - 1.2.1.3. CENTRAL HIDROELÉCTRICA EN CANAL DE RIEGO
    - 1.2.1.4. CENTRALES DE BOMBEO
    - 1.2.1.5. CENTRALES DE CAUDAL ECOLÓGICO
- 1.3. DISEÑO DE UN APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO
  - 1.3.1. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE EQUIPAMIENTO
  - 1.3.2. DETERMINACIÓN DEL SALTO NETO
  - 1.3.3. POTENCIA A INSTALAR Y PRODUCCIÓN
- 1.4. INSTALACIONES DE OBRA CIVIL
  - 1.4.1. SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO HÍDRICO
    - 1.4.1.1. AZUD
    - 1.4.1.2. PRESAS
    - 1.4.1.3. ALVIADEROS, COMPUERTAS Y VÁLVULAS
    - 1.4.1.4. CÁMARA DE CARGA
    - 1.4.1.5. TUBERÍA FORZADA
  - 1.4.2. EDIFICIO DE LA CENTRAL
  - 1.4.3. ELEMENTOS DE CIERRE Y REGULACIÓN
  - 1.4.4. TURBINAS HIDRÁULICAS
    - 1.4.4.1. TURBINAS DE ACCIÓN
    - 1.4.4.2. TURBINAS DE REACCIÓN
    - 1.4.4.3. TURBINAS MICROHIDRÁULICAS

- 1.4.4.4. CRITERIOS DE INSTALACIÓN DE LAS DIVERSAS TURBINAS
- 1.4.5. EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO
- 1.4.6. EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO
  - 1.4.6.1. GENERADOR
  - 1.4.6.2. AUXILIARES ELÉCTRICOS
- 1.4.7. REGULACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA
- 1.4.8. AUTOMATIZACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA
- 1.4.9. SISTEMAS AUXILIARES
- 1.5. UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA
- 1.6. RESUMEN

## **UNIDAD 2. PROMOCIÓN E INSTALACIONES**

- 2.1. INTRODUCCIÓN
- 2.2. ADMINISTRACIÓN Y LEGISLACIÓN
  - 2.2.1. TRAMITACIÓN DE CONCESIONES PARA CENTRALES HIDRÁULICAS
  - 2.2.2. APROVECHAMIENTOS DE INFRAESTRUCTURAS DEL ESTADO
  - 2.2.3. AUTORIZACIÓN PARA EQUIPOS Y LÍNEAS ELÉCTRICAS
  - 2.2.4. RÉGIMEN RETRIBUTIVO ESPECÍFICO
  - 2.2.5. DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
  - 2.2.6. ASPECTOS ECONÓMICOS DE LAS CENTRALES HIDRÁULICAS
- 2.3. VENTAJAS DE LAS MINICENTRALES HIDROELÉCTRICAS
  - 2.3.1. BENEFICIOS AMBIENTALES
- 2.4. INSTALACIONES HIDRÁULICAS EN ESPAÑA
  - 2.4.1. LAS MINICENTRALES EN ESPAÑA
  - 2.4.2. EJEMPLO DE MINICENTRAL EN ESPAÑA
    - 2.4.2.1. CENTRAL HIDROELÉCTRICA HUESNA
    - 2.4.2.2. CENTRAL HIDROELÉCTRICA LOS HURONES
  - 2.4.3. LAS GRANDES HIDRÁULICAS EN ESPAÑA
- 2.5. DESARROLLO DE LAS CENTRALES MINIHIDRÁULICAS
  - 2.5.1. RESULTADOS PER 2005-2010
  - 2.5.2. PER 2011-2020
    - 2.5.2.1. EVALUACIÓN TECNOLÓGICA
    - 2.5.2.2. DIFICULTADES DE LA PROMOCIÓN MINIHIDRÁULICA
    - 2.5.2.3. ACTUACIONES PROPUESTAS
- 2.6. EJEMPLO DE PROYECTO DE CENTRAL MINIHIDRÁULICA
  - 2.6.1. INTRODUCCIÓN
  - 2.6.2. EMPLAZAMIENTO
    - 2.6.2.1. FACTORES AFECTADOS POR EL EMPLAZAMIENTO
    - 2.6.2.2. IMPACTOS FAVORABLES
    - 2.6.2.3. CARACTERÍSTICAS DEL EMPLAZAMIENTO
    - 2.6.2.4. DATOS DEL APROVECHAMIENTO
    - 2.6.2.5. EVACUACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA
  - 2.6.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MINICENTRAL
    - 2.6.3.1. INTRODUCCIÓN
    - 2.6.3.2. DATOS PRINCIPALES DE LA MINICENTRAL
  - 2.6.4. FUNCIONAMIENTO PREVISTO
  - 2.6.5. MEDIOAMBIENTE
    - 2.6.5.1. INTRODUCCIÓN
    - 2.6.5.2. FASE DE CONSTRUCCIÓN
    - 2.6.5.3. FASE DE EXPLOTACIÓN
    - 2.6.5.4. VALORACIÓN GLOBAL DEL IMPACTO AMBIENTAL
  - 2.6.6. EIA. NORMATIVA Y ALCANCE
  - 2.6.7. FOTOGRAFÍAS

## 2.7. RESUMEN

### UNIDAD 3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

#### 3.2. MANTENIMIENTO

##### 3.2.1. EQUIPOS PRINCIPALES. TURBINA-GENERADOR

###### 3.2.1.1. INTRODUCCIÓN

###### 3.2.1.2. RENDIMIENTO DE UNA TURBINA

###### 3.2.1.3. RECEPCIÓN DE UNA TURBINA

###### 3.2.1.4. PLAN DE MANTENIMIENTO

###### 3.2.1.5. MANTENIMIENTO DE LA TURBINA

##### 3.2.2. EQUIPOS PRINCIPALES. TRANSFORMADOR

###### 3.2.2.1. MANTENIMIENTO PREDICTIVO

###### 3.2.2.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

###### 3.2.2.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

#### 3.3. OPERACIÓN DE LA CENTRAL

##### 3.3.1. TRANSDUCTORES DE CAUDAL

##### 3.3.2. REGULADORES DE VELOCIDAD

##### 3.3.3. SONDAS O CAPTADORES DE VIBRACIÓN

##### 3.3.4. SONDAS DE PRESIÓN

##### 3.3.5. INDICADORES DE TEMPERATURA

##### 3.3.6. VÁLVULAS

#### 3.4. CASO PRÁCTICO: OPERATIVA DE UNA CENTRAL

##### 3.4.1. SELECCIÓN DE PARÁMETROS

##### 3.4.2. OBJETO DEL PROYECTO

##### 3.4.3. EQUIPAMIENTO NECESARIO

###### 3.4.3.1. SONDAS

###### 3.4.3.2. HARDWARE

###### 3.4.3.3. SOFTWARE

##### 3.4.4. EXPERIENCIAS OPERATIVAS

##### 3.4.5. VENTAJAS GENERALES DEL SISTEMA

##### 3.4.6. CONCLUSIONES

#### 3.5. GESTIÓN DE UNA CENTRAL

##### 3.5.1. CENTRAL HIDROELÉCTRICA ( $P > 50$ MW)

##### 3.5.2. CENTRAL HIDROELÉCTRICA ( $10 < P < 50$ )

##### 3.5.3. CENTRAL MINIHIDRÁULICA ( $P < 10$ MW)

#### 3.6. RESUMEN

## EVALUACIÓN

La asignatura es evaluada a través de:

**Actividades individuales**, las cuales suponen el 90% de la calificación final:

- Casos prácticos a desarrollar. Estas actividades suponen un mayor porcentaje en la nota final, puesto que se trata de un ejercicio de reflexión, con el objetivo de aplicar los conocimientos adquiridos de forma práctica.
- Exámenes online

**Actividades colaborativas** a través de la participación en los foros de debate (10% de la calificación final)

## BIBLIOGRAFÍA

- AUMA. Impactos ambientales de la producción eléctrica: análisis del ciclo de vida de ocho tecnologías de generación eléctrica. Madrid: IDAE; 2000.
- Castro Gil MA, Sánchez Naranjo C. Energía Hidráulica. Monografías técnicas de energías renovables; 2. Madrid: Progensa; 1997.
- Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI). Pequeñas centrales hidroeléctricas. Madrid: Ministerio de Industria y Energía.
- Comisión Europea. Energía para el futuro: fuentes de energía renovables. Libro blanco para una estrategia y un plan de acción [comunitarios.COM](#) 599 final. Luxemburgo; 1997.
- European Small Hydropower Association (ESHA). Layman's guidebook on how to develop a small hydro site. Estudio realizado para la Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas: ESHA; 1995.
- Greenpeace. Informe Renovables 2050; 2005.
- Gulliver JS. REA. Hydropower Engineering Handbook. Nueva York: McGraw-Hill; 1991.
- Heinrich D, Hergt M. Atlas de ecología. Versión española de P. Aguayo Ortiz de Lejarazu y F. González-Fierro Marcilla. Madrid: Alianza Editorial; 1997.
- IDAE. Eficiencia energética y energías renovables. Boletín nº 6. Madrid: IDAE; 2004.
- IDAE. Guía práctica de la energía: consumo eficiente y responsable. Madrid: IDAE; 2004.
- IDAE. Manual de Energías Renovables. Minicentrales Hidroeléctricas (documento electrónico). Madrid: IDAE; 2006.
- IDAE. Manual de minicentrales hidroeléctricas. Manuales de Energías Renovables. Madrid: Cinco Días; 1996.
- IDAE. Plan de Energías Renovables 2011-2020 (documento electrónico). Madrid: IDAE; 2011.
- IDAE. Plan de Energías Renovables en España 2005-2010 (documento electrónico). Madrid: IDAE; 2005.
- IDAE. Renewable energy yearbook 93:100 representative projects in the European Communities. Estudio realizado para la Comisión de las Comunidades Europeas. Madrid: IDAE; 1994.
- Mataix C. Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas. Madrid: Ediciones del Castillo; 1973.
- Merino L. Las energías renovables. Revista Energías Renovables (Energías renovables para todos). Madrid; 2003.
- Soria E. Energía hidráulica. Revista Energías Renovables (Energías renovables para todos). Madrid; 2003.
- Villarroya Aldea C. La actuación administrativa y ambiental en los aprovechamientos hidroeléctricos. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente; 2005.
- VVAA. Infopower: actualidad y tecnología de producción y uso eficiente de energía (2004-2005). Madrid: InformaNews Iberia; 2005.

### Páginas web recomendadas

- APPA: <http://www.appa.es>
- Baliño, S.A.: <http://www.balino.com/index.php/es>
- Comisión Nacional de la Energía: <http://www.cne.es>
- Coste inversión centrales minihidráulicas y otros datos PER 2011 – 2020: [http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos/11227\\_per\\_2011-2020\\_def\\_93c624ab.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos/11227_per_2011-2020_def_93c624ab.pdf)
- Dinero destinado a las nuevas retribuciones, informe de la CNMC: [http://www.cnmc.es/Portals/0/Ficheros/Energia/Informes/140403\\_Informe\\_Renovables\\_pdf.pdf](http://www.cnmc.es/Portals/0/Ficheros/Energia/Informes/140403_Informe_Renovables_pdf.pdf)
- Empleos generados con energías renovables: [http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos/11227\\_e5\\_empleo\\_A08df7cbc.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos/11227_e5_empleo_A08df7cbc.pdf)
- Empresas sector hidroeléctrico: <http://www.appa.es/index.php>
- EurObserv'er: <http://www.eurobserv-er.org/>
- Mercados energéticos y legislación del sector eléctrico en general: <http://www.enervia.es>

- Minihidráulica en Europa: [http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat-baro/barobilan/barobilan14\\_EN.pdf](http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat-baro/barobilan/barobilan14_EN.pdf) (2014); <http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat-baro/barobilan/barobilan13-gb.pdf> (2013)
  - Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: <http://www.magrama.gob.es/es/>
  - Ministerio de Industria, Energía y Turismo: <http://www.minetur.gob.es/es-ES/Paginas/index.aspx>
  - OMIE (Mercado Eléctrico Español): <http://www.omie.es/inicio>
  - Operador del sistema: <http://www.omel.es>
  - Potencia hidroeléctrica instalada: [http://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/inf\\_sis\\_elec\\_ree\\_2014.pdf](http://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/inf_sis_elec_ree_2014.pdf)
  - Preguntas frecuentes RD 413/2014: <http://www.minetur.gob.es/energia/electricidad/energias-renovables/Paginas/preguntas-frecuentes.aspx>
  - REE: <http://www.ree.es>
  - SEPREM: <http://www.seprem.es>
  - Técnicas y servicios de ingeniería: <http://www.tsisl.es>
  - The European Small Hydropower Association (ESHA): <http://www.esha.be>; <http://www.eurobserv-er.org>
  - Trelleborg Sealing Solutions: <http://www.tss.trelleborg.com/es/es/homepage/homepage.html>
  - valoración recursos hidráulicos España: [http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos\\_11227\\_per\\_2011-2020\\_def\\_93c624ab.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_11227_per_2011-2020_def_93c624ab.pdf)
  - IDAE: <http://www.idae.es>
- Legislación**
- Ley de Aguas <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2001-14276>
  - Ley Evaluación Ambiental 21/2013
  - Ley Patrimonio Natural y la Biodiversidad [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2007-21490](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2007-21490)
  - Ley Sector eléctrico 21/2013: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-13645](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-13645)
  - Leyes Evaluación Ambiental de las distintas Comunidades Autónomas: <http://www.boe.es/legislacion/codigos/codigo.php?id=111&nota=1&tab=2>
  - Orden IET/1045/2014 (parámetros retributivos fuentes de energía renovables): [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-6495](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-6495)
  - Orden IET/1168/2014 (inscripción automática en el Régimen Retributivo Específico): <http://www.boe.es/boe/dias/2014/07/07/pdfs/BOE-A-2014-7113.pdf>
  - Orden Ministerial de 05/09/85: [http://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-1985-19384](http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1985-19384)
  - RD 916/1985: [http://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-1985-11860](http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1985-11860)
  - RD 1955/2000: [http://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2000-24019](http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2000-24019)
  - RD 413/2014: [http://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-6123](http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-6123)
  - D 661/2007: <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-10556>
  - RD 849/1986 (Reglamento Dominio Público Hidráulico): [http://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-1986-106](http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1986-106)

E

R

## GUÍA DOCENTE

Año académico	2018-2019	
Estudio	Máster en Energías Renovables y Proyectos Energéticos (EN35)	
Nombre de la asignatura	ENERGÍA DE LA BIOMASA	
Carácter (Obligatoria/Optativa)	OB	
Créditos (1 ECTS=25 horas)	8	
Modalidad (elegir una opción)	<input type="checkbox"/>	Presencial
	<input type="checkbox"/>	Semipresencial
	<input checked="" type="checkbox"/>	On-line
Profesor responsable	Mónica Baptista	
Idioma en el que se imparte	Español	

### DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS (especificar en horas)

Número de horas presenciales/on-line asistencia profesor	56
Número de horas de trabajo personal del estudiante	144
Total horas	200

### CONTENIDOS (Temario)

#### **UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN**

- 1.1. CONCEPTO
- 1.2. ORIGEN DE LA BIOMASA
- 1.3. CONCEPTOS
- 1.4. CLASIFICACIÓN DE LA BIOMASA
- 1.5. VENTAJAS E INCOVENIENTES DE LA BIOMASA
  - 1.5.1. SOCIOECONÓMICAS
  - 1.5.2. ESTRATÉGICAS Y DE BALANZA DE PAGOS
  - 1.5.3. MEDIOAMBIENTALES
- 1.6. FUENTES DE BIOMASA
- 1.7. CARACTERÍSTICAS DE LA BIOMASA
  - 1.7.1. PROPIEDADES FÍSICAS
  - 1.7.2. ANÁLISIS DEL COMBUSTIBLE
  - 1.7.3. ANÁLISIS DE LAS CENIZAS
- 1.8. RESUMEN

#### **UNIDAD 2. TIPOS DE BIOMASA**

- 2.1. INTRODUCCIÓN
- 2.2. BIOMASA NATURAL
- 2.3. BIOMASA RESIDUAL
  - 2.3.1. RESIDUOS AGRARIOS
    - 2.3.1.1. RESIDUOS AGRÍCOLAS
      - 2.3.1.1.1. HERBÁCEOS
      - 2.3.1.1.2. LEÑOSOS
    - 2.3.1.2. RESIDUOS GANADEROS
      - 2.3.1.2.1. INTRODUCCIÓN
      - 2.3.1.2.2. GENERALIDADES

- 2.3.1.2.3. CLASIFICACIÓN
- 2.3.1.2.4. TIPOS DE ESTIÉRCOLES
- 2.3.1.2.5. CALIDAD Y CANTIDAD
- 2.3.1.2.6. CARACTERÍSTICAS
- 2.3.1.3. RESIDUOS FORESTALES
- 2.3.1.3.1. INTRODUCCIÓN
- 2.3.1.3.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES
- 2.3.1.3.3. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN
- 2.3.1.3.4. METODOLOGÍAS A GRAN ESCALA
- 2.3.2. RESIDUOS INDUSTRIALES
- 2.3.2.1. AGRÍCOLAS
- 2.3.2.2. GANADERAS
- 2.3.2.3. FORESTALES
- 2.3.3. RESIDUOS ANTROPOGÉNICOS
- 2.3.3.1. LODOS DE DEPURADORA
- 2.3.3.1.1. URBANAS
- 2.3.3.1.2. INDUSTRIALES
- 2.3.3.2. RSU
- 2.3.3.2.1. COMPOSICIÓN
- 2.3.3.2.2. PRODUCCIÓN
- 2.3.3.2.3. PROPIEDADES
- 2.4. EXCEDENTES AGRÍCOLAS
- 2.5. CULTIVOS ENERGÉTICOS
- 2.5.1. CYNARA CARDUNCULUS L. (CARDO)
- 2.5.1.1. GENERALIDADES
- 2.5.1.2. CICLO DE CULTIVO
- 2.5.1.3. LABORES A REALIZAR
- 2.5.2. BRASSICA NAPUS L. (COLZA)
- 2.5.2.1. GENERALIDADES
- 2.5.2.2. CICLO DE CULTIV
- 2.5.2.3. LABORES A REALIZAR
- 2.5.3. BRASSICA CARINATA L. (COLZA ETÍOPE)
- 2.5.4. HELIANTHUS TUBEROSUS L. (PATACA)
- 2.5.4.1. GENERALIDADES
- 2.5.4.2. CICLO DE CULTIVO
- 2.5.4.3. LABORES A REALIZAR
- 2.5.5. SORGHUM BICOLOR L. MOENCH (SORGO AZUCARERO)
- 2.5.5.1. GENERALIDADES
- 2.5.5.2. LABORES A REALIZAR
- 2.5.6. LINUM USITATISSIMUM L. (LINO OLEAGINOSO)
- 2.5.7. POPULUS SP. (CHOPO)
- 2.5.8. JATROPHA CURCAS
- 2.6. USOS ENERGÉTICOS DE LAS ALGAS
- 2.7. RESUMEN

### **UNIDAD 3. TRANSFORMACIONES DE LA BIOMASA**

- 3.1. INTRODUCCIÓN
- 3.2. CONVERSIONES
- 3.2.1. CLASIFICACIONES
- 3.2.1.1. HUMEDAD
- 3.2.1.2. ENERGÍA OBTENIDA
- 3.2.1.3. AGENTE
- 3.2.2. PROCESOS FÍSICOS



- 3.2.2.1. TRANSPORTE
- 3.2.2.2. ALMACENAMIENTO
- 3.2.2.3. SECADO
- 3.2.2.4. RECOLECCIÓN O RECOGIDA
  - 3.2.2.4.1. BIOMASA AGRARIA (RESIDUAL O NO)
  - 3.2.2.4.2. BIOMASA RESIDUAL AGROINDUSTRIAL Y FORESTAL
  - 3.2.2.4.3. BIOMASA RESIDUAL ANTROPOGÉNICA
- 3.2.2.5. DISGREGACIÓN
- 3.2.2.6. ASTILLADO
- 3.2.2.7. TRITURADO
- 3.2.2.8. MOLIENDA
- 3.2.2.9. CRIBADO Y TAMIZADO
- 3.2.2.10. RETENCIÓN
- 3.2.2.11. DENSIFICACIÓN
- 3.2.3. PROCESOS QUÍMICOS
  - 3.2.3.1. HIDRÓLISIS
  - 3.2.3.2. EXTRACCIÓN
  - 3.2.3.3. TRANSESTERIFICACIÓN
- 3.2.4. PROCESOS TERMOQUÍMICOS
  - 3.2.4.1. COMBUSTIÓN
  - 3.2.4.2. GASIFICACIÓN
    - 3.2.4.2.1. INTRODUCCIÓN
    - 3.2.4.2.2. CLASIFICACIÓN
    - 3.2.4.2.3. FACTORES
    - 3.2.4.2.4. BARRERAS DE LA GASIFICACIÓN
  - 3.2.4.3. PIRÓLISIS
    - 3.2.4.3.1. DEFINICIÓN
    - 3.2.4.3.2. CLASIFICACIÓN
    - 3.2.4.3.3. PROCESO PIROLÍTICO
- 3.2.5. PROCESOS BIOLÓGICOS
  - 3.2.5.1. HIDRÓLISIS
  - 3.2.5.2. FERMENTACIÓN
    - 3.2.5.2.1. FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA
    - 3.2.5.2.2. FERMENTACIÓN ANAERÓBICA (DIGESTIÓN ANAERÓBICA)

### 3.3. RESUMEN

## **UNIDAD 4. BIOCOMBUSTIBLES**

- 4.1. INTRODUCCIÓN
- 4.2. BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS
  - 4.2.1. LEÑAS
    - 4.2.1.1. DEFINICIÓN Y ORIGEN
    - 4.2.1.2. CARACTERÍSTICAS
    - 4.2.1.3. MERCADO
  - 4.2.2. ASTILLAS
    - 4.2.2.1. DEFINICIÓN Y ORIGEN
    - 4.2.2.2. CARACTERÍSTICAS
    - 4.2.2.3. MERCADO
  - 4.2.3. PELLETS
    - 4.2.3.1. DEFINICIÓN Y ORIGEN
    - 4.2.3.2. CARACTERÍSTICAS
    - 4.2.3.3. MERCADO
  - 4.2.4. BRIQUETAS
    - 4.2.4.1. DEFINICIÓN Y ORIGEN

- 4.2.4.2. CARACTERÍSTICAS
- 4.2.4.3. MERCADO
- 4.2.5. CARBÓN VEGETAL
  - 4.2.5.1. DEFINICIÓN Y ORIGEN
  - 4.2.5.2. CARACTERÍSTICAS
  - 4.2.5.3. TECNOLOGÍAS DE CARBONIZACIÓN
  - 4.2.5.4. MERCADO
- 4.2.6. OTROS BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS
- 4.3. BIOCOMBUSTIBLES LÍQUIDOS
  - 4.3.1. BIOETANOL
  - 4.3.2. BIODIÉSEL
  - 4.3.3. ACEITE PIROLÍTICO
- 4.4. BIOCOMBUSTIBLES GASEOSOS
  - 4.4.1. BIOGÁS
    - 4.4.1.1. GAS DE VERTEDERO
    - 4.4.1.2. BIOGÁS POR DIGESTIÓN ANAEROBIA
  - 4.4.2. GAS DE GASIFICACIÓN O PIRÓLISIS
    - 4.4.2.1. GAS DE GASIFICACIÓN
    - 4.4.2.2. GAS DE PIRÓLISIS
- 4.5. RESUMEN

## ANEXO

- 1. INTRODUCCIÓN
- 2. RESIDUOS AGRÍCOLAS
  - 2.1. GENERALIDADES
  - 2.2. SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE
  - 2.3. GENERACIÓN ELÉCTRICA
  - 2.4. SISTEMAS AUXILIARES
- 3. RESIDUOS GANADEROS
  - 3.1. GENERALIDADES
  - 3.2. PROCESO INTEGRAL
- 4. RESIDUOS FORESTALES
  - 4.1. CENTRAL TÉRMICA DE BIOMASA MEDIANTE CICLO COMBINADO EN ALBUIXECH (VALENCIA)
  - 4.2. CALEFACCIÓN CENTRALIZADA EN CUÉLLAR (SEGOVIA)
    - 4.2.1. GENERALIDADES
    - 4.2.2. SISTEMAS DE GENERACIÓN
    - 4.2.3. PROCESO ENERGÉTICO
    - 4.2.4. CONEXIONES CON USUARIOS
- UNIDAD 5. RESIDUOS DE INDUSTRIAS AGROALIMENTARIAS**
  - 5.1. INDUSTRIA CAFETERA
    - 5.1.1. GENERALIDADES
    - 5.1.2. INSTALACIÓN DE COMBUSTIÓN
    - 5.1.3. EQUIPOS PRINCIPALES
  - 5.2. PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL A PARTIR DE ACEITES USADOS
    - 5.2.1. GENERALIDADES
    - 5.2.2. PROCESO DE OBTENCIÓN
  - 5.3. PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE ALPERUJO EN PALENCIANA (CÓRDOBA)
    - 5.3.1. GENERALIDADES
    - 5.3.2. GENERACIÓN ELÉCTRICA Y DEPURACIÓN DE GASES
  - 5.4. PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE ORUJILLO EN LUCENA (CÓRDOBA)
    - 5.4.1. GENERALIDADES
    - 5.4.2. GENERACIÓN ELÉCTRICA Y DEPURACIÓN DE GASES
    - 5.4.3. SISTEMAS AUXILIARES

5.5. PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE CÁSCARA DE ALMENDRA EN PINOSO (ALICANTE)

5.5.1. GENERALIDADES

5.5.2. GENERACIÓN ELÉCTRICA Y EMISIÓN DE GASES

5.5.3. SISTEMAS AUXILIARIES

5.6. PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE CASCARILLA DE ARROZ EN ALMÁCERA (VALENCIA)

5.6.1. GENERALIDADES

5.6.2. GENERACIÓN DE ENERGÍA

5.6.3. VALORACIÓN

#### **UNIDAD 6. RESIDUOS INDUSTRIAS FORESTALES**

6.1. PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA EN INDUSTRIA FORESTAL EN UTIEL (VALENCIA) 6.2.

PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA EN INDUSTRIA FORESTAL EN TAVERNES DE VALLDIGNA (VALENCIA)

#### **UNIDAD 7. AGUAS RESIDUALES**

7.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

7.2. LÍNEA DE AGUA

7.2.1. PRETRATAMIENTO Y DESBASTE

7.2.2. TRATAMIENTO PRIMARIO

7.2.3. TRATAMIENTO BIOLÓGICO AVANZADO

7.3. LÍNEA DE FANGOS

7.3.1. BOMBEO DE FANGOS

7.3.2. ESPESAMIENTO DE FANGOS

7.3.3. DIGESTIÓN ANAEROBIA

7.3.4. DESHIDRATACIÓN DE FANGOS

7.3.5. TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO DE SOBRENADANTES

7.3.6. LÍNEA DE GAS

7.3.7. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

#### **UNIDAD 8. RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**

8.1. DESGASIFICACIÓN Y VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DEL BIOGÁS EN EL VERTEDERO DE COLMENAR VIEJO (MADRID)

8.1.1. GENERALIDADES

8.1.2. VERTEDERO

8.1.3. DESGASIFICACIÓN Y TRATAMIENTO DEL BIOGÁS

8.1.4. VALORIZACIÓN ENERGÉTICA

8.2. TRATAMIENTO INTEGRAL DE LOS RSU EN LA ISLA DE MALLORCA

8.2.1. GENERALIDADES

8.2.2. PLANTA DE SELECCIÓN DE ENVASES LIGEROS

8.2.3. PLANTA DE BIOMETANIZACIÓN

8.2.4. PLANTAS DE COMPOSTAJE

8.2.5. PLANTA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA

8.2.6. PLANTA DE TRATAMIENTO DE ESCORIAS

8.3. VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE LOS RSU EN ZABALGARBI (BILBAO)

8.3.1. GENERALIDADES

8.3.2. TRATAMIENTO

8.3.3. GENERACIÓN ENERGÉTICA

8.3.4. EMISIONES A LA ATMÓSFERA

8.4. PLANTA DE BIOMETANIZACIÓN DE LA FRACCIÓN ORGÁNICA DE LOS RSU EN TUDELA (NAVARRA)

8.4.1. GENERALIDADES

8.4.2. RECEPCIÓN

8.4.3. PRETRATAMIENTO

8.4.4. BIOMETANIZACIÓN

8.4.5. COMPOSTAJE

8.4.6. COGENERACIÓN

8.4.7. TRATAMIENTO EFLUENTES LÍQUIDOS

**UNIDAD 9. CULTIVOS ENERGÉTICOS**

9.1. PLANTA INTEGRAL DE OBTENCIÓN DE BIODIÉSEL DE LA COOPERATIVA ACOR EN OLMEDO (VALLADOLID)

**EVALUACIÓN**

La asignatura es evaluada a través de:

**Actividades individuales**, las cuales suponen el 90% de la calificación final:

- Casos prácticos a desarrollar. Estas actividades suponen un mayor porcentaje en la nota final, puesto que se trata de un ejercicio de reflexión, con el objetivo de aplicar los conocimientos adquiridos de forma práctica.
- Exámenes online

**Actividades colaborativas** a través de la participación en los foros de debate (10% de la calificación final)

**BIBLIOGRAFÍA**

- Alonso Mateos JJ. La biomasa y su aprovechamiento energético en la Comunidad de Madrid. Madrid: Caja de Madrid; 2004.
- Alonso Mateos JJ. Los fertilizantes orgánicos animales. Campo regional. Valladolid: Asaja Castilla y León; 2004.
- Álvarez Jiménez M. Programa de experimentación en cultivos de patata y de remolacha azucarera para la obtención de bioetanol en VVAA. El aprovechamiento energético de los cultivos en Castilla y León. León: Junta de Castilla y León; 1998.
- Antolín Giraldo G. Combustión de biomasa VVAA. La biomasa: fuente de energía y productos para la agricultura y la industria. Madrid: CIEMAT; 1996.
- Antolín Giraldo G. Producción de biodiesel a partir de semillas oleaginosas VVAA. El aprovechamiento energético de los cultivos en Castilla y León. León: Junta de Castilla y León; 1998.
- APPA, Price Water House Coopers. Una estrategia de biocarburantes para España (2005-2010). Adaptación a los objetivos de la Directiva 2003/30/CE. Madrid: APPA; 2005.
- Arauzo Pérez JM. Pirólisis de la biomasa VVAA. La biomasa: fuente de energía y productos para la agricultura y la industria. Madrid: CIEMAT; 1996.
- Arauzo Pérez JM. Transformación termoquímica: pirolisis. VVAA. Máster de Energías Renovables y Eficiencia Energética. Zaragoza: CIRCE; 2002.
- Área de biomasa. Potencial y aprovechamiento energético de la biomasa del olivar en Andalucía. Sevilla: SODEAN; 1999.
- Ballesteros Perdices I. Biocombustibles líquidos: bioetanol y ETBE. VVAA. Situación actual y futuro de la biomasa como recurso energético. Madrid: CIEMAT; 2003.
- Ballesteros Perdices M. Biocarburantes: fuentes, cultivos y PAC. Producciones. Aspectos legislativos. VVAA. Máster de Energías Renovables y Eficiencia Energética. Zaragoza: CIRCE; 2002.
- Ballesteros Perdices M. Bioetanol y ETBE. VVAA. Situación actual y futuro de la biomasa. Madrid: CIEMAT; 2003.
- Ballesteros Perdices M. Fermentaciones en estado líquido. Fermentación alcohólica. VVAA. La biomasa: fuente de energía y productos para la agricultura y la industria. Madrid: CIEMAT; 1996.
- Cabanillas Cabanillas A. Gasificación de la biomasa. ICADE-ICAI. Documento sin publicar. Madrid; 2007.
- Camps Michelena M, Marcos Martín F. Los biocombustibles. Madrid: Mundiprensa; 2002.
- Carrasco García J. et. Al. Norma experimental UNE 164001 EX. Biocombustibles sólidos: método para la determinación del poder calorífico. Elaboración y comentarios a la Norma. Madrid: AENOR; 2005.
- Carrasco García J. La biomasa como recurso renovable para la producción de calor y electricidad. García Ybarra PL (coord.). Tecnologías energéticas e impacto ambiental. Madrid: McGraw Hill;

2001.

- Carrasco García J. Producción y utilización de los biocombustibles líquidos. VVAA. La biomasa: fuente de energía y productos para la agricultura y la industria. Madrid: CIEMAT; 1996.
- Carrasco García J. Tecnologías de transformación de la biomasa para usos no alimentarios. VVAA. La biomasa: fuente de energía y productos para la agricultura y la industria. Madrid: CIEMAT; 1996.
- Carrasco García J. Tecnologías para el aprovechamiento energético de los cultivos de biomasa. VVAA. El aprovechamiento energético de los cultivos en Castilla y León. León: Junta de Castilla y León; 1998.
- Carreras Arroyo N. Biomasa residual seca (sólidos urbanos) y húmeda (ganadera, agroindustrial y aguas residuales). Recursos. VVAA. La biomasa: fuente de energía y productos para la agricultura y la industria. Madrid: CIEMAT; 1996.
- Carreras Arroyo N. Digestión anaerobia. VVAA. La biomasa: fuente de energía y productos para la agricultura y la industria. Madrid: CIEMAT; 1996.
- Carreras Arroyo N. Gestión de residuos sólidos urbanos. VVAA. La biomasa: fuente de energía y productos para la agricultura y la industria. Madrid: CIEMAT; 1996.
- Esteban Pascual LS, Ciria Ciria P. Biomasa residual forestal: tipos, métodos de evaluación. VVAA. Curso Situación actual y futuro de la biomasa. Madrid: CIEMAT; 2003.
- Esteban Pascual LS. Biomasa de origen residual: Evaluación de recursos VVAA. Curso Situación actual y futuro de la biomasa. Madrid: CIEMAT; 2003.
- Esteban Pascual LS. Recursos de biomasa. Tipos, origen y evaluación. VVAA. Máster de Energías Renovables y Eficiencia Energética. Zaragoza: CIRCE; 2002.
- Fernández González J. Cultivos energéticos para Castilla y León. VVAA. El aprovechamiento energético de los cultivos en Castilla y León. León: Junta de Castilla y León; 1998.
- Fernández González J. Cultivos energéticos para el área mediterránea. VVAA. Energía de la biomasa: realidades y perspectivas. Córdoba: Universidad de Córdoba; 1998.
- Fernández González J. El cardo como cultivo energético. VVAA. Curso Situación actual y futuro de la biomasa. Madrid: CIEMAT; 2003.
- Fernández González J. Producción y utilización de biogás. VVAA. Situación actual y futuro de la biomasa. Madrid: CIEMAT; 2003.
- Fernández González J. Energía de la biomasa. En: De Juana Sardón JM (coord.). Energías renovables para el desarrollo. Madrid: Thomson Paraninfo; 2003.
- García Camus JM, García Laborda JA. Biocarburantes líquidos: biodiesel y bioetanol. Madrid: Confederación Empresarial de Madrid; 2006.
- Gil J. El problema de los alquitranes en la gasificación de la biomasa. Revista Energética XXI. Edición julio. Madrid; 2005.
- González Izquierdo E. Biomasa residual seca (forestal, agrícola e industrial). Recursos. VVAA. La biomasa: fuente de energía y productos para la agricultura y la industria. Madrid: CIEMAT; 1996.
- Guerreo García A. Cultivos herbáceos extensivos. 6ª edición. Madrid: Mundiprensa; 1999.
- IDAE. Biocarburantes en el transporte. IDAE. Madrid; 2006.
- IDAE. Energía de la biomasa. IDAE. Madrid; 2007.
- IDAE. Instalación de producción de energía eléctrica con biomasa en Maicerías Españolas. Proyecto en una industria del sector alimentario. IDAE, nº 63. Madrid; 2002.
- IDAE. Manual de energías renovables, 3. Energía de la biomasa. Madrid: IDAE; 1996.
- IDAE. Red de calefacción centralizada alimentada con biomasa en Cuéllar (Segovia). Documento IDAE nº 30. Madrid; 1999.
- INFOENVIRO Planta de desgasificación y valorización energética de biogás en el vertedero de Colmenar Viejo (Madrid). Abril. Madrid; 2006.
- INFOENVIRO. Biocarburantes Castilla y León. Planta localizada en Babilafuente (Salamanca), diseñada para una producción anual de 200 millones de litros de bioetanol y 166.000 t de DDGS. Plant Report. Julio-agosto. Madrid; 2006.
- INFOENVIRO. BIONET Europa. Planta para la producción de biodiésel en Reus (Tarragona). Marzo-abril. Madrid; 2005.
- INFOENVIRO. Complejo TIRME. Tratamiento Integral de Residuos Urbanos en la Isla de Mallorca.

- Plant Report. Junio. Madrid; 2005.
- INFOENVIRO. Estación Depuradora de Aguas Residuales de La Gavia (Madrid). Plant Report. Febrero. Madrid; 2005.
  - INFOENVIRO. Planta de biometanización de Tudela. Planta de tratamiento de la fracción orgánica de los residuos urbanos. Plant Report. Febrero. Madrid; 2006.
  - INFOENVIRO. Planta de producción de biodiesel en Caparros (Navarra) promovida por EHN. Marzo-abril. Madrid; 2005.
  - INFOENVIRO. Planta de Zabalgarbi. Valorización energética de RSU. Plant Report. Enero. Madrid; 2005.
  - INFOPOWER. Planta de Vetejar. Generación eléctrica a partir de alperujo. Septiembre. Madrid, 1999.
  - Itoiz C et ál. Planta de 25 MW en Sangüesa: una referencia en generación eléctrica a partir de biomasa. Infopower. Junio. Madrid; 2001.
  - Lafarga A et ál. Brassica como cultivo energético VVAA. Curso Situación actual y futuro de la biomasa. Madrid: CIEMAT; 2003.
  - Lars Nikolaisen et ál. Straw for energy production. Technology, environment, economy. Danish Energy Agency. 2nd edition. Copenhagen; 1998.
  - Lechón Y et ál. Análisis de ciclo de vida de combustibles alternativos para el transporte. Fase I. Análisis de ciclo de vida comparativo del etanol de cereales y de la gasolina. Energía y Cambio Climático. Madrid: CIEMAT, Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Educación y Ciencia; 2005.
  - Lechón Y et ál. Análisis de ciclo de vida de combustibles alternativos para el transporte. Fase II. Análisis de ciclo de vida comparativo del biodiésel y del diésel. Energía y Cambio Climático. Madrid: CIEMAT, Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Educación y Ciencia; 2006.
  - Lomas Esteban JM et ál. Valorización de la biomasa en el País Vasco. Bilbao: EVE (Ente Vasco de la Energía); 2001.
  - López Bellido L. Cultivos herbáceos: cereales. 1ª ed. Madrid: Mundiprensa; 1991.
  - Manzanares Secades P. Aceites vegetales y ésteres metílicos. VVAA. Situación actual y futuro de la biomasa. Madrid: CIEMAT; 2003.
  - Marcos Martín F. Biocombustibles sólidos de origen forestal. Madrid: AENOR; 2001.
  - INFOENVIRO. Valoración energética del residuo en la industria Report. Noviembre. Madrid; 2004.
  - INFOPOWER Central térmica para aprovechamiento de orujilla cafetera. Planta en la industria extractora Hermanos Santamaría Muñoz e Hijos, S.L. en Lucena (Córdoba). Mayo. Madrid; 2000.
  - INFOPOWER Planta de tratamiento integral de purines en Ágreda (Soria). Julio-agosto. Madrid; 2000. Madrid: CIEMAT; 2003.
  - Martínez García JM. La combustión de productos vegetales VVAA. El aprovechamiento energético de los cultivos en Castilla y León. León: Junta de Castilla y León; 1998.
  - Mínguez JL et ál. Criterios de valoración de las briquetas combustibles Pineda M, Cabello P (ed.). Energía de la biomasa: realidades y perspectivas. Córdoba: Universidad de Córdoba; 1998.
  - Moreno F. Biocarburantes: utilización en motores. VVAA. Máster de Energías Renovables y Eficiencia Energética. Zaragoza: CIRCE; 2002.
  - Muñoz Rodríguez M. Tecnologías de transformación y utilización VVAA. Máster de Energías Renovables y Eficiencia Energética. Zaragoza: CIRCE; 2002.
  - Narváz Jiménez-Laiglesia J. Planta Integral de biodiesel de la Cooperativa de ACOR en Olmedo, Valladolid. INFOENVIRO. Julio-agosto. Madrid; 2006.
  - Nieto J. La promoción de la biomasa en Andalucía en VVAA Jornada sobre la biomasa en España. Oportunidades de negocio y posibilidades de mercado. Madrid: IDAE; 2000.
  - Observer et al. The state of renewable energies in Europe. 9th EurObserv'ER Report. Observ'ER. París; 2009.
  - Ordás Badía R. La promoción de la biomasa en Galicia VVAA Jornada sobre la biomasa en España. Oportunidades de negocio y posibilidades de mercado. Madrid: IDAE; 2000.
  - Ordóñez M. La promoción de la biomasa en Castilla y León. VVAA. Jornada sobre la biomasa en España. Oportunidades de negocio y posibilidades de mercado. Madrid: IDAE; 2000.

- Oteiza Fernández-Llebrera JM. Uso de lodos de depuradora. Infoenviro. Septiembre; 2005.
- Repsol-YPF. Utilización de biocombustibles líquidos en motores. La experiencia de Repsol-YPF con bioetanol. VVAA. Situación actual y futuro de la biomasa. Madrid: CIEMAT; 2003.
- Riva G, Márquez L. Utilización energética de la producción agrícola comunitaria con especial referencia a las oleaginosas. VVAA. Los cultivos no alimentarios como alternativa al abandono de tierras. Agrícola-Española. Madrid; 1994.
- Sánchez Macías JI et ál. Desarrollo agroindustrial de biocombustibles en Castilla y León. Valladolid: Consejo Económico y Social de Castilla y León; 2006.
- Sebastián Nogués F. Pretratamientos. VVAA. Máster de Energías Renovables y Eficiencia Energética. Zaragoza: CIRCE; 2002.
- Silva A. Tratamiento de aguas residuales urbanas. VVAA. Máster de Energías Renovables y eficiencia energética. Zaragoza: CIRCE; 2002.
- Tejero Sanz J. Participación de Europa 2000 en la experiencia del cultivo de cardo (*Cynara cardunculus* L.) en la provincia de Valladolid. VVAA. El aprovechamiento energético de los cultivos en Castilla y León. León; 1998.
- Velilla Lomba J. Combustión de biomasa. Máster Europeo en Energías Renovables y Eficiencia Energética. Zaragoza: CIRCE; 2002.
- Villarías Moradillo JL. Problemática del cultivo de la *Cynara cardunculus* en Castilla y León. VVAA. El aprovechamiento energético de los cultivos en Castilla y León. León; 1998.
- Ortiz Torres L. Compactación de biomasa VVAA. La biomasa: fuente de energía y productos para la agricultura y la industria. Madrid: CIEMAT; 1996.
- Ortiz Torres L. Densificación. VVAA. Situación actual y futuro de la biomasa. Madrid: CIEMAT; 2003.
- Ortiz Torres L. Pretratamiento de la biomasa. VVAA. La biomasa: fuente de energía y productos para la agricultura y la industria. Madrid: CIEMAT; 1996.
- Ortiz Torres L. Recolección, astillado y secado natural de la biomasa. VVAA. La biomasa: fuente de energía y productos para la agricultura y la industria. Madrid: CIEMAT; 1996.
- VVAA. Tierras de Castilla y León. Nº 111. Ed. Gestora de Comunicaciones de Castilla y León; 2005.
- VVAA. Tierras de Castilla y León. Nº 122. Ed. Gestora de Comunicaciones de Castilla y León; 2006.

#### **Páginas web recomendadas**

- AENOR-Asociación Española de Normalización y Certificación: <http://www.aenor.es/aenor/normas>
- Agencia Valenciana de la Energía: <http://www.aven.es>
- Área de Energías Renovables del CIEMAT: <http://www.energiasrenovables.ciemat.es>
- Asociación de Productores de Energía Renovable: <http://www.appa.es>
- Asociación de Productores de Energías Renovables: <http://www.appa.es>
- BOE-Boletín Oficial del Estado: <http://www.boe.es>
- Centro Nacional de Energía Renovables: <http://www.cener.com/es/energia-bioma-sa>
- Comisión Nacional de la Energía de España: <http://www.cne.es>
- Empresa alemana de tecnología de digestión anaerobia de residuos agrarios: <http://www.biogas-nord.com>
- Empresa alemana fabricante de calderas de pellets y de astillas: <http://www.pelletsworld.com>
- Empresa alemana fabricante de equipos de pelletizado: <http://www.akahl.de>
- Empresa austriaca que se dedica a la fabricación y venta de calderas y sistemas de almacenamiento de biomasa: <http://www.oekofen.com>
- Empresa brasileña que fabrica e instala calderas de biomasa: <http://www.bio-chamm.com.br>
- Empresa italiana dedicada a la fabricación y venta de equipos que tratan la biomasa sólida: <http://www.pezzolato.it>
- Fabricante finlandés de maquinaria para tratamientos forestales: <http://www.kesh.com>
- Greenpeace España: <http://www.greenpeace.es>
- IDEA-Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía: <http://www.idae.es>
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía: <http://www.idae.es>
- La Asociación Europea de la Biomasa: <http://www.aebiom.org>
- Ministerio de Medio Ambiente de España: <http://www.mma.es>

- Plataforma tecnológica Española de la biomasa: <http://www.bioplat.org>
- REE-Red eléctrica de España: <http://www.ree.es>
- Revista digital donde encontrarás todo tipo de noticias de biomasa: <http://www.bioenergyinternational.es>
- Unión Europea: <http://europa.eu/pol/ener/index.es.htm>; <http://europa.eu/pol/env/index.es.htm>; <http://europa.eu/scadplus/leg.es>; <http://europa.eu.int>
- WWF-Fondo Mundial para la Naturaleza: <http://www.wwf.es>



GUÍA DOCENTE

Año académico	2018-2019	
Estudio	Máster en Energías Renovables y Proyectos Energéticos (EN35)	
Nombre de la asignatura	ENERGÍA SOLAR TÉRMICA	
Carácter (Obligatoria/Optativa)	OB	
Créditos (1 ECTS=25 horas)	7	
Modalidad (elegir una opción)		Presencial
		Semipresencial
	X	On-line
Profesor responsable	Juan Hernández	
Idioma en el que se imparte	Español	

**DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS (especificar en horas)**

Número de horas presenciales/on-line asistencia profesor	49
Número de horas de trabajo personal del estudiante	126
Total horas	175

**CONTENIDOS (Temario)**

**UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

- 1.1. INTRODUCCIÓN
- 1.2. APLICACIONES DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA
  - 1.2.1. INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS A BAJA TEMPERATURA
  - 1.2.2. APLICACIONES SOLARES TÉRMICAS A MEDIA Y ALTA TEMPERATURA
- 1.3. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL APROVECHAMIENTO SOLAR TÉRMICO
- 1.4. RESUMEN

**UNIDAD 2. INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA DE BAJA TEMPERATURA**

- 2.1. INTRODUCCIÓN
- 2.2. MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR
- 2.3. FUNDAMENTOS DE LAS INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS PARA APLICACIONES EN BAJA TEMPERATURA
- 2.4. TIPOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES
  - 2.4.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PRINCIPIO DE CIRCULACIÓN
    - 2.4.1.1. SISTEMAS CON CIRCULACIÓN POR CONVECCIÓN NATURAL O TERMOSIFÓN
    - 2.4.1.2. SISTEMAS CON CIRCULACIÓN FORZADA
  - 2.4.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL SISTEMA DE INTERCAMBIO
    - 2.4.2.1. SISTEMAS INDIRECTOS
  - 2.4.3. CLASIFICACIÓN SEGÚN LA DISTRIBUCIÓN DE LOS COMPONENTES
  - 2.4.4. CLASIFICACIÓN SEGÚN LA UBICACIÓN DEL SISTEMA DE GENERACIÓN AUXILIAR
    - 2.4.4.1. SISTEMA AUXILIAR EN LÍNEA O INSTANTÁNEO (MODULANTE)
    - 2.4.4.2. SISTEMA AUXILIAR EN ACUMULADOR SECUNDARIO
    - 2.4.4.3. SISTEMA AUXILIAR EN ACUMULADOR SOLAR
  - 2.4.5. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL GRADO DE DESCENTRALIZACIÓN EN EDIFICIOS RESIDENCIALES MULTIFAMILIARES
    - 2.4.5.1. ACUMULACIÓN CENTRALIZADA Y SISTEMA AUXILIAR CENTRALIZADO

- 2.4.5.2. ACUMULACIÓN CENTRALIZADA Y SISTEMA AUXILIAR DISTRIBUIDO
- 2.4.5.3. ACUMULACIÓN DISTRIBUIDA Y SISTEMA AUXILIAR DISTRIBUIDO
- 2.4.5.4. ACUMULACIÓN SOLAR MIXTA (CENTRAL+DISTRIBUIDA) CON SISTEMA AUXILIAR DESCENTRALIZADO
- 2.5. CAPTADOR SOLAR TÉRMICO
  - 2.5.1. CONSTITUCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL CAPTADOR SOLAR PLANO
    - 2.5.1.1. ABSORBEDOR
    - 2.5.1.2. CUBIERTA TRANSPARENTE
    - 2.5.1.3. AISLANTE TÉRMICO Y JUNTAS
    - 2.5.1.4. BASTIDOR
  - 2.5.2. CONSTITUCIÓN BÁSICA DEL CAPTADOR DE TUBOS DE VACÍO
    - 2.5.2.1. TUBOS DE VACÍO DE FLUJO DIRECTO
    - 2.5.2.2. TIPO HEATPIPE (TUBO DE CALOR)
    - 2.5.2.3. CAPTADORES TIPO SYDNEY
  - 2.5.3. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CAPTADOR
    - 2.5.3.1. BALANCE DE ENERGÍA EN EL CAPTADOR SOLAR TÉRMICO
    - 2.5.3.2. RENDIMIENTO DEL CAPTADOR SOLAR TÉRMICO
    - 2.5.3.3. OTROS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RENDIMIENTO
    - 2.5.3.4. TEMPERATURA DE ESTANCAMIENTO DEL CAPTADOR
    - 2.5.3.5. ÁREA DEL CAPTADOR
    - 2.5.3.6. EJEMPLOS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CAPTADORES SOLARES
  - 2.5.4. CAPTADOR SOLAR ABIERTO
- 2.6. SISTEMA DE ACUMULACIÓN
  - 2.6.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES
  - 2.6.2. TIPOS DE ACUMULADORES
    - 2.6.2.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN APLICACIÓN DEL ACUMULADOR
    - 2.6.2.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN INTEGRACIÓN DEL INTERCAMBIADOR EN EL DEPÓSITO
- 2.7. INTERCAMBIADORES DE CALOR
  - 2.7.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS
  - 2.7.2. TIPOS DE INTERCAMBIADORES
    - 2.7.2.1. INTERCAMBIADORES DE CALOR INTERNOS
    - 2.7.2.2. INTERCAMBIADORES DE CALOR EXTERNOS
- 2.8. CIRCUITOS HIDRÁULICOS
  - 2.8.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES
  - 2.8.2. FLUIDO DE TRABAJO
  - 2.8.3. CONEXIONADO DE CAPTADORES
    - 2.8.3.1. CONEXIONADO EN PARALELO
    - 2.8.3.2. CONEXIONADO EN SERIE
    - 2.8.3.3. CONEXIONADO EN SERIE-PARALELO
  - 2.8.4. TUBERÍAS Y AISLAMIENTO
  - 2.8.5. BOMBAS DE CIRCULACIÓN
  - 2.8.6. VÁLVULAS
  - 2.8.7. VASOS DE EXPANSIÓN
  - 2.8.8. PURGA DE AIRE
  - 2.8.9. SISTEMA DE LLENADO
- 2.9. SISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE LA INSTALACIÓN
- 2.10. RESUMEN

### **UNIDAD 3. DISEÑO Y OPERACIÓN DE INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS**

- 3.1. INTRODUCCIÓN
- 3.2. CONDICIONES GENERALES DEL PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA
  - 3.2.1. LA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA EN LA EDIFICACIÓN
  - 3.2.2. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA EN EL CTE

- 3.2.3. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA CALORÍFICA
  - 3.2.3.1. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE ACS
  - 3.2.3.2. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA POR CONSUMO DE ACS
  - 3.2.3.3. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA PARA CLIMATIZACIÓN DE PISCINA CUBIERTA (CTE HE-4 2.1 CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA, APARTADO 3)
- 3.2.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS
  - 3.2.4.1. RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE
  - 3.2.4.2. TEMPERATURA AMBIENTE
- 3.2.5. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA APORTADA
- 3.3. DIMENSIONADO Y DISEÑO DE LAS INSTALACIONES
  - 3.3.1. CRITERIOS GENERALES
  - 3.3.2. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CAPTADORES Y DEL VOLUMEN DE ACUMULACIÓN: MÉTODO F-CHART
  - 3.3.3. PÉRDIDAS DE POSICIÓN Y POR SOMBREADO
    - 3.3.3.1. ASPECTOS GENERALES
    - 3.3.3.2. ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN
    - 3.3.3.3. ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS POR SOMBREADO
  - 3.3.4. DISTANCIA ENTRE FILAS DE CAPTADORES
  - 3.3.5. CONDICIONES DE DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR
  - 3.3.6. CONDICIONES DE DISEÑO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO
  - 3.3.7. CONDICIONES DE DISEÑO DE LA BOMBA
  - 3.3.8. DIMENSIONADO DEL VASO DE EXPANSIÓN
- 3.4.1. PLAN DE VIGILANCIA
- 3.4.2. PLAN DE MANTENIMIENTO
- 3.5. CASO PRÁCTICO I: VIVIENDA UNIFAMILIAR
- 3.6. CASO PRÁCTICO II: EDIFICIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR
- 3.7. OTRAS APLICACIONES
  - 3.7.1. INSTALACIÓN SOLAR PARA SUMINISTRO DE ACS Y APOYO A CALEFACCIÓN
  - 3.7.2. INSTALACIÓN SOLAR PARA CLIMATIZACIÓN DE PISCINA AL AIRE LIBRE
- 3.8. RESUMEN

#### **UNIDAD 4. APLICACIONES SOLARES TÉRMICAS DE MEDIA Y ALTA TEMPERATURA**

- 4.1. INTRODUCCIÓN
- 4.2. ESTRUCTURA DE UN SISTEMA SOLAR TERMOELÉCTRICO
- 4.3. LÍMITES DE EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS TERMOELÉCTRICOS
- 4.4. RADIACIÓN DISPONIBLE PARA LOS SISTEMAS TERMOELÉCTRICOS
- 4.5. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS TERMOELÉCTRICOS
- 4.6. DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR TERMOELÉCTRICA
  - 4.6.1. ORIGEN DE LOS SISTEMAS TERMOELÉCTRICOS
  - 4.6.2. EL DESARROLLO DE LAS PRIMERAS CENTRALES TERMOELÉCTRICAS
  - 4.6.3. LA ENERGÍA SOLAR TERMOELÉCTRICA A ESCALA COMERCIAL
  - 4.6.4. DESARROLLO ACTUAL DE LOS SISTEMAS TERMOELÉCTRICOS
  - 4.6.5. LA ENERGÍA SOLAR TERMOELÉCTRICA EN ESPAÑA
- 4.7. SISTEMAS DE COLECTORES CILINDROPARABÓLICOS (CCPS)
  - 4.7.1. REFLECTORES
  - 4.7.2. EL TUBO ABSORBEDOR
  - 4.7.3. SISTEMAS DE SEGUIMIENTO O TRACKING
  - 4.7.4. ESTRUCTURA DE SOPORTE
  - 4.7.5. FLUIDO CALOPORTADOR
  - 4.7.6. LAS PLANTAS DE GENERACIÓN DIRECTA DE VAPOR (DSG, DIRECT STEAM GENERATION)
- 4.8. SISTEMAS DE TORRE CENTRAL
  - 4.8.1. LA PLANTA PS10 DE ABENGOA SOLAR
- 4.9. SISTEMAS DE DISCO PARABÓLICO
- 4.10. CHIMENEAS SOLARES

- 4.11. ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN SISTEMAS TERMOELÉCTRICOS
- 4.12. OTRAS APLICACIONES DE LA ENERGÍA SOLAR DE MEDIA Y ALTA TEMPERATURA
  - 4.12.1. OBTENCIÓN DE CALOR DE PROCESO PARA APLICACIONES INDUSTRIALES
  - 4.12.2. DESTOXIFICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, SUELOS CONTAMINADOS O GASES TÓXICOS
  - 4.12.3. OBTENCIÓN DE AGUA POTABLE A PARTIR DEL AGUA DEL MAR MEDIANTE DESALACIÓN
- 4.13. ASPECTOS NORMATIVOS Y ECONÓMICOS DE LOS SISTEMAS TERMOELÉCTRICOS
  - 4.13.1. INTRODUCCIÓN
  - 4.13.2. CONTEXTO ENERGÉTICO ACTUAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA
  - 4.13.3. ESCENARIOS ENERGÉTICOS EN EL HORIZONTE DE 2020
  - 4.13.4. ANÁLISIS DE LA ENERGÍA TERMOELÉCTRICA
  - 4.13.5. OBJETIVOS ENERGÉTICOS DEL PER 2011-2020
  - 4.13.6. PROPUESTAS CONTEMPLADAS EN EL PLAN
- 4.14. PERSPECTIVAS DE FUTURO
  - 4.14.1. EL ESTUDIO “PASOS FIRMES CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO”, DE GREENPEACE Y ESTIA
  - 4.14.2. EL ESTUDIO “RENOVABLES 2050”, DE GREENPEACE Y LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS

### EVALUACIÓN

La asignatura es evaluada a través de:

**Actividades individuales**, las cuales suponen el 90% de la calificación final:

- Casos prácticos a desarrollar. Estas actividades suponen un mayor porcentaje en la nota final, puesto que se trata de un ejercicio de reflexión, con el objetivo de aplicar los conocimientos adquiridos de forma práctica.
- Exámenes online

**Actividades colaborativas** a través de la participación en los foros de debate (10% de la calificación final)

### BIBLIOGRAFÍA

- Beckman W, Klein S, Duffie J. Solar heating design: by the f-chart method. John Wiley & Sons Inc.; 1977.
- Brakmann G, Aringhoff R, Teske S. Energía solar termoelectrica. 2020: Pasos firmes contra el cambio climático. Birmingham: Greenpeace; 2005.
- Butti K, Perlin J. A golden thread: 2500 years of solar architecture and technology. Van Nostrand Reinhold; 1980.
- Chapman AJ. Transmisión de calor. 3ª ed. Madrid: Ed. Bellisco; 1990.
- Comisión Europea. Energía para el futuro: fuentes de energía renovables. Libro blanco para una estrategia y un plan comunitarios. Bruselas; 1997.
- Comisión Europea. Libro verde: estrategia europea para una energía sostenible, competitiva y segura. Bruselas; 2006.
- CTE. Boletín Oficial del Estado, 28 marzo 2006.
- Department Of Energy (DOE). Overview of Solar Thermal Technologies. Department of Energy's Concentrating Solar Power Program. EUA.
- European Renewable Energy Council (EREC). Key issues for renewable heat in Europe K4RES-H. EREC. Bruselas; 2007.
- European Renewable Energy Council (EREC). Renewable Energy Target for Euro-pe. 20% by 2020. EREC. Bruselas; 2007.
- European Renewable Energy Council (EREC). Renewable Energy Technology Roadmap: Up to 2020. EREC. Bruselas; 2007.
- Fernández Salgado JM. Guía completa de la Energía Solar Térmica. Madrid Ediciones; 2007.
- García Casals X. La energía solar térmica de alta temperatura como alternativa a las centrales térmicas convencionales y nucleares. Madrid: Universidad Pontificia de Comillas; 2001.
- Osuna González-Aguilar R, Fernández V, Romero M, Marcos MJ. PS10: A 10 MW solar tower power plant for southern Spain. Proceedings of the 8th International Energy Forum. Las Vegas; 2000.
- Osuna González-Aguilar R, Geyer M et al. Concentrating solar power, from research to implementation. European Commission, Luxemburgo; 2007.

- Pereda P. Proyecto y Cálculo de Instalaciones Solares Térmicas. COAM; 2006.
  - PEUSER FA, REMMERS KH, SCHNAUSS, M. Sistemas solares térmicos: diseño e instalación. Sevilla: Solarpraxis AG y ProgenSA; 2005.
  - Plan de Energías Renovables 2005-2010 (2005). Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, 2005.
  - Plan de Fomento de las Energías Renovables en España 2000-2010 (1999). Ministerio de Industria.
  - Pliego de Condiciones Técnicas de las Instalaciones Solares Térmicas (2002). Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (IDAE).
  - Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE). RD 1027/2007. BOE, 29 agosto de 2007.
  - Renovalia. Situación de las energías renovables en España. Cener, Socintec, F2I2, MEC; 2005.
  - Romero Álvarez M. Energía solar termoeléctrica. Plataforma Solar de Almería, Almería; 2001.
  - Ruiz V, Silva M, Blanco M. Las centrales energéticas termosolares. Energía 1999; 6(25):47-55.
  - Solar Thermal Barometer. EurOBServ'ER, Comisión Europea; 2007.
  - Stine W, Diver RB. A Compendium of Solar Dish/Stirling Technology, informe SAND93-7026. Sandia National Laboratories, Albuquerque, New Mexico; 1994.
  - World Energy Outlook. International Energy Agency (IEA); 2006.
- Páginas web recomendadas
- Abengoa Solar: [www.solucar.es](http://www.solucar.es)
  - Abengoa: [www.abengoa.es](http://www.abengoa.es)
  - AENOR-Asociación Española de Normalización y Certificación: <http://www.aenor.es/aenor/normas>
  - ASIT-Asociación solar de la industria térmica: <http://www.asit-solar.com>
  - Asociación Española de la Industria Solar Térmica (ASIT): [www.asit-solar.com](http://www.asit-solar.com)
  - Asociación Europea de la Industria Solar Térmica (ESTIF, de European Solar Thermal Industry): [www.estif.org](http://www.estif.org)
  - BOE-Boletín Oficial del Estado: <http://www.boe.es>
  - California Solar Center: <http://www.californiasolarcenter.org>
  - Centro de Estudios de la Energía Solar (CENSOLAR): [www.censolar.es](http://www.censolar.es)
  - Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas: [www.cimat.es](http://www.cimat.es)
  - CTE-Código Técnico de la Edificación: <http://www.codigotecnico.org/web/recur-sos/documentos>
  - Departamento de Energía de los Estados Unidos: [www.doe.gov](http://www.doe.gov)
  - Fagor: [www.fagor.com/es](http://www.fagor.com/es)
  - Federación de la Industria Solar Térmica Europea, ESTIF (European Solar Thermal Industry Federation): <http://www.estif.org>
  - Greenpeace: [www.greenpeace.org/espana](http://www.greenpeace.org/espana)
  - IDAE: [www.idae.es](http://www.idae.es)
  - Instituto Nacional de Meteorología: [www.inm.es](http://www.inm.es)
  - Instituto nacional de Técnica Aeroespacial (INTA): [www.inta.es](http://www.inta.es)
  - Instituto Tecnológico de Canarias S.A. (ITC): [www.itc.org](http://www.itc.org)
  - Isofotón: [www.isofoton.es](http://www.isofoton.es)
  - Joint Research Center, JRC: <http://re.jrc.ec.europa.eu/solarec/index.htm>
  - Junkers: [www.junkers.com](http://www.junkers.com)
  - Laboratorio Nacional de Energías Renovables del Departamento de Energía de los Estados Unidos: [www.nrel.gov](http://www.nrel.gov)
  - Lumelco: [www.lumelco.es](http://www.lumelco.es)
  - Observatorio de la electricidad de WWF/Adena: <http://www.wwf.es/cambioclimatico/cambioclimaticoobservatorio.php>
  - Página web de la agencia aeroespacial del Gobierno de los Estados Unidos: [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)
  - Plataforma Solar de Almería: [www.psa.es](http://www.psa.es)
  - Programa sobre Calentamiento y Refrigeración Solar (SHC) de la Agencia Internacional de la Energía (IEA): <http://www.iea-shc.org>
  - Publicación anual de la Agencia Internacional de la Energía (International Energy Agency, IEA): <http://www.worldenergyoutlook.org>
  - Recientes instalaciones fotovoltaicas en todo el mundo: [www.pvresources.com](http://www.pvresources.com)
  - REE-Red eléctrica de España: <http://www.ree.es>

- Revista Energías Renovables: [www.energias-renovables.com](http://www.energias-renovables.com)
- Saclima: [www.saclima.com](http://www.saclima.com)
- Schott: [www.schott.com/iberica/spanish/index.html](http://www.schott.com/iberica/spanish/index.html)
- Sociedad para el Desarrollo Energético de Andalucía, que a través de la Agencia Andaluza de la Energía: [www.sodean.es](http://www.sodean.es)
- Soluciones Energéticas, S.A.: [www.solener.com](http://www.solener.com)
- Termicol Energía Solar, S.L.: [www.termicol.es](http://www.termicol.es)
- Tyforop Chemie GmbH: [www.tyfo.de](http://www.tyfo.de)
- Vaillant: [www.vaillant.es](http://www.vaillant.es)
- Viessmann: [www.viessmann.es](http://www.viessmann.es)
- WWF-Fondo Mundial para la Naturaleza: <http://www.wwf.es>

GUÍA DOCENTE

Año académico	2018-2019	
Estudio	Máster en Energías Renovables y Proyectos Energéticos (EN35)	
Nombre de la asignatura	ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	
Carácter (Obligatoria/Optativa)	OB	
Créditos (1 ECTS=25 horas)	6	
Modalidad (elegir una opción)		Presencial
		Semipresencial
	X	On-line
Profesor responsable	Juan Hernández	
Idioma en el que se imparte	Español	

**DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS (especificar en horas)**

Número de horas presenciales/on-line asistencia profesor	42
Número de horas de trabajo personal del estudiante	108
Total horas	150

**CONTENIDOS (Temario)**

**UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**

- 1.1. INTRODUCCIÓN
- 1.2. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y ENERGÍAS RENOVABLES: CARACTERÍSTICAS BÁSICAS
  - 1.2.1. RÉGIMEN ORDINARIO FRENTE A RÉGIMEN ESPECIAL
  - 1.2.2. ENERGÍAS RENOVABLES FRENTE A ENERGÍAS NO RENOVABLES
  - 1.2.3. ENERGÍAS ALTERNATIVAS FRENTE A ENERGÍAS CONVENCIONALES
  - 1.2.4. ENERGÍAS CON ELEVADO IMPACTO MEDIOAMBIENTAL FRENTE A ENERGÍAS “LIMPIAS”
  - 1.2.5. ENERGÍAS GESTIONABLES FRENTE A ENERGÍAS NO GESTIONABLES
- 1.3. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL CONTEXTO ENERGÉTICO ACTUAL
- 1.4. EL SECTOR FOTOVOLTAICO
- 1.5. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA
  - 1.5.1. LOS INICIOS: AVANCES CIENTÍFICOS Y PRIMEROS DISPOSITIVOS
  - 1.5.2. LAS PRIMERAS APLICACIONES PRÁCTICAS
  - 1.5.3. EVOLUCIÓN: INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO. APLICACIONES
- 1.6. APLICACIONES DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA
  - 1.6.1. APLICACIONES AISLADAS DE LA RED
    - 1.6.1.1. APLICACIONES ESPACIALES
    - 1.6.1.2. ELECTRIFICACIÓN RURAL CON SISTEMAS INDIVIDUALES
    - 1.6.1.3. ILUMINACIÓN PÚBLICA
    - 1.6.1.4. MINICENTRALES FOTOVOLTAICAS
    - 1.6.1.5. BOMBEO DE AGUA
    - 1.6.1.6. TELEFONÍA RURAL Y DE EMERGENCIA, TELECOMUNICACIONES
    - 1.6.1.7. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CATÓDICA
    - 1.6.1.8. OTRAS APLICACIONES
  - 1.6.2. APLICACIONES EN CONEXIÓN A RED
    - 1.6.2.1. INSTALACIONES EN CAMPO ABIERTO
    - 1.6.2.2. INSTALACIONES EN EDIFICIOS

1.6.2.3. OTRAS APLICACIONES EN CONEXIÓN A RED

1.7. RESUMEN

## **UNIDAD 2. LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA**

2.1. INTRODUCCIÓN

2.2. CÉLULA SOLAR

2.2.1. LA CÉLULA SOLAR

2.2.2. TIPOS DE CÉLULAS SOLARES, POR TECNOLOGÍAS

2.3. MÓDULO FOTOVOLTAICO: DESCRIPCIÓN Y TECNOLOGÍAS

2.3.1. CONFIGURACIÓN DE UN PANEL FOTOVOLTAICO

2.3.2. COMPORTAMIENTO ELÉCTRICO DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

2.3.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL FABRICANTE

2.4. RETORNO ENERGÉTICO DE LA TECNOLOGÍA SOLAR

2.5. RESUMEN

## **UNIDAD 3. INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS EN CONEXIÓN A RED**

3.1. INTRODUCCIÓN

3.1.1. INTRODUCCIÓN. SITUACIÓN ACTUAL. MORATORIA RENOVABLE

3.2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y TIPOS DE INSTALACIONES

3.3. COMPONENTES DE LAS SINTELACIONES EN CONEXIÓN A RED

3.3.1. EL GENERADOR FOTOVOLTAICO

3.3.1.1. DISPERSIÓN DE CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS PANELES

3.3.1.2. DISPERSIÓN DE CONDICIONES DE OPERACIÓN

3.3.1.3. EFECTO DE LA TEMPERATURA DE CÉLULA

3.3.1.4. EFECTOS DEL ÁNGULO DE INCIDENCIA Y DE LA SUCIEDAD

3.3.1.5. INTERCONEXIONADO DE PANELES

3.3.1.6. PÉRDIDAS POR SOMBREADO

3.3.2. ESTRUCTURAS SOPORTE

3.3.3. SEGUIDORES SOLARES

3.3.3.1. SEGUIMIENTO EN UN EJE HORIZONTAL, NORTE-SUR

3.3.3.2. SEGUIMIENTO EN UN EJE ACIMUTAL (VERTICAL)

3.3.3.3. SEGUIMIENTO EN UN EJE INCLINADO (POLAR)

3.3.3.4. SEGUIMIENTO EN DOS EJES

3.3.4. EL INVERSOR

3.4. DISEÑO Y DIMENSIONADO DE INSTALACIONES

3.4.1. EMPLAZAMIENTOS DE CARÁCTER GENERAL (NO APARECEN INCLUIDOS EN LA ACTUALIZACIÓN DEL CTE-DB HE5, 2013)

3.4.2. APROVECHAMIENTO DE LA SUPERFICIE

3.4.2.1. DISTANCIA MÍNIMA ENTRE MÓDULOS FIJOS CON ORIENTACIÓN SUR

3.4.2.2. DISTANCIA MÍNIMA ENTRE GENERADORES EN SISTEMAS CON SEGUIMIENTO A 2 EJES

3.4.3. CONFIGURACIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO Y DEL INVERSOR

3.4.4. PROTECCIONES Y CABLEADO ELÉCTRICO

3.5. MONTAJE, PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

3.5.1. MONTAJE DE LA INSTALACIÓN

3.5.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

3.5.3. OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE FALLOS

3.6. ANÁLISIS ENERGÉTICO

3.6.1. CÁLCULO DEL PR

3.6.1.1. FACTORES DE CORRECCIÓN EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTE

3.6.2. CÁLCULO DE LA ENERGÍA GENERADA

3.7. PROYECTO DE CENTRAL FOTOVOLTAICA

3.7.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA EN CONEXIÓN A RED

3.8. SISTEMAS DE CONCENTRACIÓN



- 3.8.1. COMPONENTES DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN CONCENTRACIÓN
- 3.8.1.1. RECEPTOR SOLAR
- 3.8.1.2. DISIPADOR DE CALOR
- 3.8.1.3. CONCENTRADORES
- 3.8.1.4. SISTEMAS DE SEGUIMIENTO
- 3.8.2. EL SECTOR FOTOVOLTAICO DE CONCENTRACIÓN
- 3.9. INSTALACIONES DE AUTOCONSUMO
- 3.10 RESUMEN

#### **UNIDAD 4. INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS AUTÓNOMAS**

- 4.1. INTRODUCCIÓN
- 4.2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LOS SISTEMAS AUTÓNOMOS
- 4.3. COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES AUTÓNOMAS
- 4.3.1. GENERADOR FOTOVOLTAICO
- 4.3.2. ESTRUCTURA SOPORTE
- 4.3.3. ACUMULADOR DE ENERGÍA
- 4.3.3.1. BATERÍA DE PLOMO-ÁCIDO: CONSTITUCIÓN BÁSICA
- 4.3.3.2. PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO
- 4.3.3.3. PROCESOS DE CARGA Y DESCARGA
- 4.3.3.4. OTROS FENÓMENOS EN OPERACIÓN REAL
- 4.3.3.5. EFECTO DE LA TEMPERATURA
- 4.3.3.6. TIPOS DE BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO. REQUISITOS BATERÍA FOTOVOLTAICA
- 4.3.3.7 MONITORIZACIÓN DE BATERÍAS
- 4.3.4. CONTROLADOR DE CARGA
- 4.3.4.1. CONSTITUCIÓN BÁSICA Y PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL REGULADOR DE CARGA
- 4.3.4.2. DESCRIPCIÓN OPERATIVA: SISTEMA REGULADOR-BATERÍA
- 4.3.5. INVERSOR
- 4.3.6. CONVERTIDORES DC/DC
- 4.3.7. EQUIPAMIENTO DE CONSUMO
- 4.3.8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA GENERAL
- 4.3.8.1. LÍNEAS ELÉCTRICAS
- 4.4. DISEÑO DE INSTALACIONES AUTÓNOMAS
- 4.4.1. DATOS DE PARTIDA
- 4.4.1.1. RADIACIÓN SOLAR
- 4.4.1.2. ESTIMACIÓN DEL CONSUMO MEDIO DIARIO
- 4.4.2. DISEÑO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO
- 4.4.2.1. ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA NOMINAL DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO
- 4.4.2.2. CONFIGURACIÓN DEL GENERADOR
- 4.4.3. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD NOMINAL DE BATERÍA
- 4.4.4. VALORES OPERATIVOS DEL SISTEMA
- 4.4.4.1. ELECCIÓN DEL CONTROLADOR DE CARGA
- 4.4.4.2. ELECCIÓN DEL INVERSOR
- 4.4.4.3. SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES
- 4.5. CASO PRÁCTICO: DISEÑO BÁSICO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AUTÓNOMA PARA SUMINISTRO ELÉCTRICO
- 4.5.1. RECURSO SOLAR
- 4.5.2. CONSUMO ELÉCTRICO
- 4.5.3. DIMENSIONADO INICIAL DE LA INSTALACIÓN
- 4.5.4. DISEÑO DEL SISTEMA Y SELECCIÓN DE COMPONENTES
- 4.5.4.1. GENERADOR FOTOVOLTAICO
- 4.5.4.2. BATERÍA
- 4.5.4.3. CONTROLADOR DE CARGA

- 4.5.4.4. INVERSOR
- 4.5.4.5. CABLEADO ELÉCTRICO
- 4.6. INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES
  - 4.6.1. INSTALACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO
  - 4.6.2. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO
- 4.7. ANÁLISIS OPERATIVO Y FIABILIDAD DE LAS INSTALACIONES
- 4.8. MINICENTRALES FOTOVOLTAICAS E HÍBRIDAS FV/DIÉSEL
- 4.9. INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS DE BOMBEO DE AGUA
  - 4.9.1. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES Y APLICACIONES
  - 4.9.2. COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE BOMBEO

## EVALUACIÓN

La asignatura es evaluada a través de:

**Actividades individuales**, las cuales suponen el 90% de la calificación final:

- Casos prácticos a desarrollar. Estas actividades suponen un mayor porcentaje en la nota final, puesto que se trata de un ejercicio de reflexión, con el objetivo de aplicar los conocimientos adquiridos de forma práctica.
- Exámenes online

**Actividades colaborativas** a través de la participación en los foros de debate (10% de la calificación final)

## BIBLIOGRAFÍA

### Páginas web recomendadas

- Acciona-Energía: <http://www.acciona-energia.com>
- AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación: <http://www.aenor.es/aenor/normas/>
- Agencia Aeroespacial del Gobierno de los Estados Unidos: <http://www.nasa.gov>
- Agencia Internacional de la Energía: <http://www.worldenergyoutlook.org/>
- Asociación de Empresas de Energías Renovables: <http://www.appa.es/257>
- Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF): <http://www.asif.org>
- Asociación de la Industria Fotovoltaica Europea, EPIA: <http://www2.epia.org>
- Asociación de la Industria Fotovoltaica Europea: <http://www.epia.org/>
- Atersa: <http://www.atersa.com>
- BOE-Boletín Oficial del Estado: <http://www.boe.es/>
- Central fotovoltaica de 1 MW de Toledo: <http://www.toledopv.com>
- Centro de Estudios de la Energía Solar (CENSOLAR): <http://www.censolar.es>
- Comisión Nacional de la Energía: <http://www.cne.es>
- CTE-Código Técnico de la Edificación: <http://www.codigotecnico.org/web/recur-sos/documentos/>
- IDAE-Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía: <http://www.idae.es/>
- Instalaciones fotovoltaicas en todo el mundo: <http://www.pvresources.com>
- Instituto de Energía Solar de la Universidad Politécnica de Madrid: <http://www.ies.upm.es>
- Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético: <http://www.idae.es>
- Isofotón: <http://www.isofoton.es>
- Joint Research Center, JRC: <http://re.jrc.ec.europa.eu/solarec/index.htm>
- Observatorio de la electricidad de WWF/Adena: [http://www.wwf.es/cambioclimatico/cambioclimatico\\_observatorio.php](http://www.wwf.es/cambioclimatico/cambioclimatico_observatorio.php)

### Bibliografía

- Alonso Abella M, Chenlo F. Estimación de la energía generada por un sistema fotovoltaico conectado a red. Era Solar; 2006.
- Alsema EA, Nieuwlaar E. Energy Viability of Photovoltaic Systems. Energy Policy 2000; 28:999-1.010.
- Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF). Sistemas de energía fotovoltaica. Manual del instalador. Sevilla: ProgenSA; 2005.
- Caamaño-Martín E, Lorenzo E, Zilles R. Cuaderno de campo de la electrificación

- Photon Internacional: <http://www.photon-magazine.com>
- Producción eléctrica de sistemas fotovoltaicos en conexión a red instalados en Europa:  
<http://www.sonnenertrag.eu>
- Red Eléctrica de España: <http://www.ree.es>
- REE-Red Eléctrica de España: <http://www.ree.es/>
- REN21: <http://www.ren21.net/>
- Sección solar de BP en España: <http://www.bp.com/solar>
- Unión Fotovoltaica Española: <http://unef.es/>
- Universidad de Jaén: <http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/index.htm>
- WWF-Fondo Mundial para la Naturaleza: <http://www.wwf.es/>

GUÍA DOCENTE

Año académico	2018-2019	
Estudio	Máster en Energías Renovables y Proyectos Energéticos (EN35)	
Nombre de la asignatura	ENERGÍAS RENOVABLES EMERGENTES	
Carácter (Obligatoria/Optativa)	OB	
Créditos (1 ECTS=25 horas)	6	
Modalidad (elegir una opción)		Presencial
		Semipresencial
	X	On-line
Profesor responsable	Cristina Rodríguez	
Idioma en el que se imparte	Español	

**DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS (especificar en horas)**

Número de horas presenciales/on-line asistencia profesor	42
Número de horas de trabajo personal del estudiante	108
Total horas	150

**CONTENIDOS (Temario)**

**UNIDAD 1.ENERGÍA GEOTÉRMICA**

- 1.1. INTRODUCCIÓN
- 1.2. CONCEPTO
- 1.3. EL INTERIOR DE LA TIERRA
- 1.4. HISTORIA
- 1.5. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE YACIMIENTOS
- 1.6. POTENCIAL GEOTÉRMICO
  - 1.6.1. ANÁLISIS DE EMPLAZAMIENTOS
  - 1.6.2. EVALUACIÓN
    - 1.6.2.1. TÉCNICAS GEOLÓGICAS
    - 1.6.2.2. TÉCNICAS GEOQUÍMICAS
    - 1.6.2.3. GEOTERMOMETRÍA QUÍMICA
    - 1.6.2.4. TÉCNICAS GEOFÍSICAS
  - 1.6.3. EXPLORACIÓN
  - 1.6.4. EXPLOTACIÓN
- 1.7. APLICACIONES
  - 1.7.1. GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD
    - 1.7.1.1. CENTRALES DE VAPOR SECO
    - 1.7.1.2. CENTRALES DE FLASH SIMPLE
    - 1.7.1.3. CENTRALES DE FLASH DOBLE
    - 1.7.1.4. CENTRALES DE CICLO BINARIO
    - 1.7.1.5. CENTRALES DE CICLO HÍBRIDO
  - 1.7.2. GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA
    - 1.7.2.1. SECTOR INDUSTRIAL
    - 1.7.2.2. SECTOR RESIDENCIAL Y SERVICIOS
- 1.8. INSTALACIONES

1.9. IMPACTO AMBIENTAL

1.10. RESUMEN

**UNIDAD 2. ENERGÍA MARINA**

2.1. INTRODUCCIÓN

2.2. CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN

2.3. ENERGÍA UNDIMOTRIZ, OLEOMOTRIZ, MAREMOTRIZ O DE LAS OLAS

2.3.1. CONCEPTO

2.3.2. HISTORIA

2.3.3. VENTAJAS E INCONVENIENTES

2.3.4. REGISTROS

2.3.5. PARÁMETROS A CONSIDERAR

2.3.6. CLASIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS

2.3.7. ENERGÍA DE LAS OLAS

2.3.7.1. FÓRMULA GENERAL

2.3.7.2. PARA SISTEMAS COLECTORES DE OLAS

2.3.7.3. DISPOSITIVOS FLOTANTES

2.3.8. TECNOLOGÍAS Y PATENTES

2.3.9. PROYECTOS 2.3.10. TECNOLOGÍA EN ESPAÑA

2.3.10.1. PROYECTO OCEANTEC (PSE-MAR)

2.3.10.2. TECNOLOGÍAS Y PATENTES ESPAÑOLAS

2.3.10.3. PROYECTOS EN ESPAÑA

2.3.11. EVALUACIÓN DEL USO Y POTENCIAL DE LA ENERGÍA UNDIMOTRIZ

2.3.11.1. GENERALIDADES

2.3.11.2. LA SITUACIÓN EN EL MUNDO

2.3.11.3. LA SITUACIÓN EN EUROPA

2.3.11.4. LA SITUACIÓN EN ESPAÑA

2.4. ENERGÍA MAREMOTRIZ O DE LAS MAREAS

2.4.1. CONCEPTO

2.4.2. HISTORIA

2.4.3. VENTAJAS E INCONVENIENTES

2.4.4. CLASIFICACIÓN DE LAS MAREAS

2.4.5. ENERGÍA DE LAS MAREAS

2.4.6. APROVECHAMIENTO DE LAS MAREAS

2.4.6.1. CICLO DE SIMPLE EFECTO

2.4.6.2. CICLO DE DOBLE EFECTO

2.4.6.3. CICLO DE ACUMULACIÓN POR BOMBEO

2.4.6.4. CICLOS MÚLTIPLES

2.4.7. SISTEMAS GENERADORES: TURBINAS

2.4.8. PROYECTOS

2.4.8.1. GENERALIDADES

2.4.8.2. INSTALACIONES

2.4.9. EVALUACIÓN DEL USO Y POTENCIAL DE LA ENERGÍA MAREMOTRIZ

2.5. ENERGÍA DE LAS CORRIENTES MARINAS

2.5.1. CONCEPTO

2.5.2. HISTORIA

2.5.3. VENTAJAS E INCONVENIENTES

2.5.4. ENERGÍA DE LAS CORRIENTES

2.5.5. TECNOLOGÍA DE APROVECHAMIENTO DE LAS CORRIENTES

2.5.6. PROYECTOS

2.5.7. EVALUACIÓN DEL USO Y POTENCIAL DE LA ENERGÍA DE LAS CORRIENTES MARINAS

2.6. ENERGÍA TERMOMARINA, TERMOMOTRIZ, MAREMOTÉRMICA, DEL GRADIENTE TÉRMICO O

## TÉRMICA OCEÁNICA

### 2.6.1. CONCEPTO

### 2.6.2. HISTORIA

### 2.6.3. VENTAJAS E INCONVENIENTES

### 2.6.4. ENERGÍA DE LOS GRADIENTES TÉRMICOS

### 2.6.5. APROVECHAMIENTO TÉRMICO MARINO

### 2.6.6. PROYECTOS

### 2.6.7. EVALUACIÓN DEL USO Y POTENCIAL DE LA ENERGÍA

## MAREMOTÉRMICA

### 2.7. RESUMEN

## **UNIDAD 3. HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE**

### 3.1. INTRODUCCIÓN

### 3.2. GENERALIDADES DEL HIDRÓGENO

### 3.3. HISTORIA

### 3.4. VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL HIDRÓGENO

### 3.5. LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO

### 3.6. HIDRÓGENO FRENTE A ENERGÍAS CONVENCIONALES

#### 3.6.1. REFORMADO DE GAS NATURAL CON VAPOR DE AGUA

#### 3.6.2. REFORMADO DE ALCOHOLES

#### 3.6.3. OXIDACIÓN PARCIAL DE HIDROCARBUROS

#### 3.6.4. REFORMADO AUTOTÉRMICO DE GAS NATURAL

#### 3.6.5. PIROLISIS DE UN COMBUSTIBLE SÓLIDO

#### 3.6.6. GASIFICACIÓN DE UN COMBUSTIBLE SÓLIDO

#### 3.6.7. OXIDACIÓN PARCIAL DE CARBÓN

#### 3.6.8. ELECTROLISIS DEL AGUA

#### 3.6.9. PRODUCCIÓN TERMOLÍTICA A ALTA TEMPERATURA

##### 3.6.9.1. CLASE I

##### 3.6.9.2. CLASE II

##### 3.6.9.3. CLASE III

### 3.7. HIDRÓGENO FRENTE A ENERGÍAS RENOVABLES

#### 3.7.1. BIOMASA

##### 3.7.1.1. GAS DE VERTEDERO, BIOGÁS Y GAS DE SÍNTESIS

##### 3.7.1.2. BIOMETANOL

##### 3.7.1.3. BIOETANOL

##### 3.7.1.4. ELECTRICIDAD

#### 3.7.2. EÓLICA

#### 3.7.3. SOLAR

#### 3.7.4. HIDRÁULICA

#### 3.7.5. GEOTÉRMICA

#### 3.7.6. MARINA

#### 3.7.7. OTROS PROCESOS RENOVABLES

### 3.8. CAPTURA, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE DIÓXIDO DE CARBONO

#### 3.8.1. INTRODUCCIÓN

#### 3.8.2. CAPTURA DE DIÓXIDO DE CARBONO

#### 3.8.3. TRANSPORTE DE DIÓXIDO DE CARBONO

#### 3.8.4. ALMACENAMIENTO DE DIÓXIDO DE CARBONO

##### 3.8.4.1. ALMACENAMIENTO GEOLÓGICO

##### 3.8.4.2. ALMACENAMIENTO OCEÁNICO

##### 3.8.4.3. CARBONATACIÓN MINERAL Y USOS INDUSTRIALES

#### 3.9. COSTES DE PRODUCCIÓN DEL HIDRÓGENO

#### 3.10. ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO

- 3.10.1. INTRODUCCIÓN
- 3.10.2. CLASIFICACIÓN
  - 3.10.2.1. SÓLIDO
  - 3.10.2.2. LÍQUIDO
  - 3.10.2.3. GASEOSO
- 3.10.3. OTRAS FORMAS
- 3.11. TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE HIDRÓGENO
- 3.12. LA UTILIZACIÓN DIRECTA DEL HIDRÓGENO COMO COMBUSTIBLE
  - 3.12.1. INTRODUCCIÓN
  - 3.12.2. COMBUSTIÓN EN MOTORES
  - 3.12.3. TURBINAS DE GAS

### EVALUACIÓN

La asignatura es evaluada a través de:

**Actividades individuales**, las cuales suponen el 90% de la calificación final:

- Casos prácticos a desarrollar. Estas actividades suponen un mayor porcentaje en la nota final, puesto que se trata de un ejercicio de reflexión, con el objetivo de aplicar los conocimientos adquiridos de forma práctica.
- Exámenes online

**Actividades colaborativas** a través de la participación en los foros de debate (10% de la calificación final)

### BIBLIOGRAFÍA

- Creus Solé A. Energías renovables. Barcelona: CEYSA; 2004.
- Cuéllar Antequera J. El hidrógeno como combustible ecológico. Ramos Castellanos P et ál. Energías y Medio Ambiente. Salamanca: Universidad de Salamanca; 2004.
- Aguer Hortal M, Miranda Barreras AL. El hidrógeno. Fundamentos de un futuro equilibrado. Una introducción al estudio del hidrógeno como vector energético. Madrid: Díaz de Santos; 2005.
- Alonso González L et ál. Islandia: la alternativa es posible. Ramos Castellanos P et al. Energías y medio ambiente. Salamanca: Universidad de Salamanca; 2004.
- Ballesteros Aparicio JC. Captura y almacenamiento geológico profundo de CO<sub>2</sub>. Documento sin publicar. Madrid: Universidad Pontificia de Comillas; 2007.
- Barros R. Pelamis: from concept to commercial stage. 2 Jornada Internacional sobre energía marina. Bilbao: Ente Vasco de la Energía; 2007.
- BREY JJ. Producción de hidrógeno: bioetanol. Documento sin publicar. Madrid; 2007.
- Cabrera JA, Azcárate G. Hidrógeno y pilas de combustible. Estudio de prospectiva. OPTI (Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial) y Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Madrid; 2006.
- Cabrera Jiménez JA, Cuesta Santianes MJ, Pérez Martínez M. Hidrógeno y Pilas de Combustible. Actores del sector. Madrid: Fundación OPTI y CIEMAT; 2006.
- Calvo Martín FJ. La energía de las mareas en Ramos Castellanos P et al. Energías y Medio Ambiente. Salamanca: Universidad de Salamanca; 2004.
- CENER. Las energías renovables en España. Diagnóstico y perspectivas. Barcelona: Fundación Gas Natural; 2006.
- Centre For Renewable Energy Sources Cres. Wave energy utilization in Europe. Current status and perspectives. Grecia: Comisión Europea; 2002
- Christensen L. Wave Dragon: principles, development history, prototypes and projects. 2 Jornada Internacional de energía marina. Bilbao: Ente Vasco de la Energía; 2007
- CRES. Ocean Energy Conversion in Europe. Recent advancements and prospects. Grecia: Comisión Europea; 2006.

- Daza Bertrand L, Hontañón Lavín E. Pilas de combustible. García Ybarra PL et ál. Tecnologías energéticas e impacto ambiental. Madrid: CIEMAT; 2001
- Des Mcguiness. The Pelamis Wave Energy converter. 2 Jornada Internacional de energía marina. Bilbao: Ente Vasco de la Energía; 2007.
- Dickson MH, Fanelli M. ¿Qué es la energía geotérmica? Instituto di Geoscienze e Georisorse. Pisa. Traducción de Alfredo Lahseu. Chile: Universidad de Santiago de Chile; 2007.
- Dirección General de Investigación y Dirección General de Energía y Transportes. La energía del hidrógeno y las pilas de combustible. Una visión para nuestro futuro. Bruselas: Comisión Europea; 2003.
- Directorate-General for Research and Directorate for Sustainable Energy Systems. European Fuel Cell and Hydrogen Projects 2002-2006. Bruselas: Comisión Europea; 2006.
- Directorate-General for Research and Directorate for Sustainable Energy Systems. Introducing hydrogen as an energy carrier. Safety, regulatory and public acceptance issues. Bruselas: Comisión Europea; 2006.
- Domínguez Gómez JA. Energías alternativas. Sevilla: Equipo Sirius; 2004.
- Eguiluz LI. Máquina eléctrica oscilante. Explotación directa de la energía del oleaje. Santander: Universidad de Cantabria; 2005.
- Elías Castells X, Jurado de Gracia L. El hidrógeno y las pilas de combustible. Elías Castells X et al. Tratamiento y valorización energética de residuos. Madrid: Díaz de Santos; 2006.
- EREC. Future investment. A sustainable Investment Plan for the power sector to save the climate. Bruselas: European Renewable Energy Council; 2007.
- EREC. Renewable Energy Scenario to 2040. Half of the global energy supply from renewables in 2040. Bruselas: European Renewable Energy Council; 2007
- EREC. Renewable Energy target for Europe by 2020. Bruselas: European Renewable Energy Council; 2007
- EREC. Renewable Energy Technology Roadmap. Up to 2020. Bruselas: European Renewable Energy Council; 2007.
- EurObserv´Er et al. The state of renewable energies in Europe. 9th EurObserv´ER Report. Observ´ER. París; 2009.
- EurObserv´Er. Geothermal Energy Barometer. Bruselas: European Renewable Energy Council; 2007.
- Fernández Díaz P. Energía maremotérmica. Centrales CETO. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética. Santander: Universidad de Cantabria.
- Fernández Díaz P. Energía maremotriz. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética. Santander: Universidad de Cantabria.
- Folley M. Estado del arte de las tecnologías de aprovechamiento de energía del oleaje. 2 Jornada Internacional sobre energía marina. Bilbao: Ente Vasco de la Energía; 2007.
- Folley M. Evaluación de recursos y potencialidades de la energía del oleaje. 2 Jornada Internacional sobre energía marina. Bilbao: Ente Vasco de la Energía; 2007.
- Folley M. Oyster: un sistema prometedor de aprovechamiento de la energía de las olas. 2 Jornada Internacional sobre energía marina. Bilbao: Ente Vasco de la Energía; 2007.
- García Casals X. Renovables 2050. Un informe sobre el potencial de las energías renovables en la España Peninsular. Madrid: Greenpeace; 2005.
- García Peña F. Producción de hidrógeno por gasificación de carbón. Documento sin publicar. Madrid: Universidad Pontificia de Comillas; 2007.
- Gato LM, Falcao A. Wave energy utilization: a review and research work in Portugal. Instituto Superior Tecnológico de Portugal. 2 Jornada Internacional sobre energía marina. Bilbao: Ente Vasco de la Energía; 2007.
- González García-Conde A. Hacia la economía del hidrógeno. Documento sin publicar. Madrid; 2004.
- González M, Liria P. Energía marina y sus posibilidades a nivel mundial. Disponibilidad de recursos y posibilidades de la costa Vasca. 2 Jornada Internacional sobre energía marina. Ente Vasco de la Energía; 2007.
- Ibáñez Ereño P. La energía marina. Situación actual y perspectivas. Workshop Red de Pilas de Combustible, Baterías e Hidrógeno. Sevilla; 2006.
- IEA. Hydrogen & Fuel Cells. Review of National R&D Programs. París: Agencia Internacional de la Energía; 2004.
- IEA. Prospects for CO2 capture and storage. París: Agencia Internacional de la Energía; 2004.



- IEA. Prospects for hydrogen and fuel cells. París: Agencia Internacional de la Energía; 2005
- Labein-Tecnalia. Guía Básica de la Generación Distribuida. Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid. Madrid; 2007.
- Langston D. Wave energy from active breakwaters. 2 Jornada Internacional sobre energía marina. Ente Vasco de la Energía; 2007.
- Legaz Poignon R. Energía marina. Desarrollo de una planta de energía de las olas en el Cantábrico. 2 Jornada Internacional sobre energía marina. Ente Vasco de la Energía; 2007.
- Linares Hurtado JI, Moratilla Soria BY (coord.). Captura y almacenamiento de dióxido de carbono. Madrid: Universidad Pontificia de Comillas e Instituto de la Ingeniería de España; 2007.
- Linares Hurtado JI, Moratilla Soria BY (coord.). El hidrógeno y la energía. Madrid: Universidad Pontificia de Comillas y Asociación Nacional de Ingenieros del ICAI; 2007.
- Llopis Trillo G, Rodrigo Angulo V. Guía de la Energía Geotérmica. Madrid: Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid y Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Consejería de Economía y Consumo; 2008.
- Marqués J. Actuaciones EVE en el campo de la energía marina. Proyecto Mutriku. Ente Vasco de la Energía. 1 Jornada Internacional sobre energía marina. Ente Vasco de la Energía; 2005.
- Mertz Bert et ál. La captación y el almacenamiento de dióxido de carbono. Resumen para responsables de políticas y resumen técnico. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Suiza; 2005.
- Metcalf I. Desarrollo de pilas de combustible. Ramos Castellanos P, et al. Energías y medio ambiente. Salamanca: Universidad de Salamanca; 2004.
- Molina Igartua G. European Commission actions related to Ocean Energy. 2 Jornada Internacional sobre energía marina. Ente Vasco de la Energía; 2007.
- Pardo Abad C J. Las fuentes de energía. Madrid: Síntesis; 1993.
- Pons J, Jutglar LL. Energía geotérmica. Barcelona: CEAC; 2004.
- Programa de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente (PNUMA). “¿Puede el almacenamiento del dióxido de carbono contribuir a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero?”. Guía simplificada del Informe Especial sobre captura y almacenamiento de dióxido de carbono del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático. Suiza; 2006
- Rifkin J. La economía del hidrógeno. La creación de la red energética mundial y la redistribución del poder en la Tierra. Barcelona: Paidós; 2002.
- Robotiker. Tecnologías emergentes: energía del mar. Documento sin publicar. Zamudio (Vizcaya); 2005.
- Ruiz Hernández V. El reto energético. Opciones de futuro para la energía. Córdoba: Almuzara; 2006.
- Ruiz Minguela JP. Aprovechamiento de la energía de las olas. 2 Jornada Internacional sobre energía marina. Ente Vasco de la Energía; 2007.
- Teske S et al. Energy revolution. A sustainable world energy outlook. Bruselas y Ámsterdam: EREC y Greenpeace; 2007.
- Valero Capilla A et al. Hidrógeno y pilas de combustible: estado de la técnica y posibilidades en Aragón. Zaragoza: Departamento de Industria, Comercio y Turismo del Gobierno de Aragón; 2003.
- Van Breugel H. The AWS, a utility scale wave energy system. 2 Jornada Internacional de energía marina. Ente Vasco de la Energía; 2007.
- Vidal A. Hidrógeno solar: viabilidad y proyectos. VVAA. Curso sobre sistemas solares térmicas de concentración. Madrid: CIEMAT; 2007.
- Vidal Pascual C. Evaluación del flujo de energía del oleaje. Aplicación a la costa del País Vasco. Santander: Universidad de Cantabria; 2007.
  - VVAA. Definición de los parámetros básicos naturales para el aprovechamiento de la energía de las olas. Proyecto europeo Plan de Desarrollo Regional para el uso de la energía proveniente del oleaje Atlántico. Wavenergy; 2007.

GUÍA DOCENTE

Año académico	2018-2019	
Estudio	Máster en Energías Renovables y Proyectos Energéticos (EN35)	
Nombre de la asignatura	MARCO DE DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES	
Carácter (Obligatoria/Optativa)	OB	
Créditos (1 ECTS=25 horas)	4	
Modalidad (elegir una opción)	<input type="checkbox"/>	Presencial
	<input type="checkbox"/>	Semipresencial
	<input checked="" type="checkbox"/>	On-line
Profesor responsable	Mónica Baptista	
Idioma en el que se imparte	Español	

**DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS (especificar en horas)**

Número de horas presenciales/on-line asistencia profesor	28
Número de horas de trabajo personal del estudiante	72
Total horas	100

**CONTENIDOS (Temario)**

**UNIDAD 1. CONTEXTO ENERGÉTICO E INTEGRACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL MERCADO ENERGÉTICO**

- 1.1. INTRODUCCIÓN
- 1.2. GESTIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL
- 1.3. ASPECTOS CLAVES DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA
- 1.4. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES DESDE LA PERSPECTIVA ELÉCTRICA
- 1.5. PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES 2011-2020 (PER 2011-2020)
- 1.6. RESUMEN

**UNIDAD 2. SISTEMA ELÉCTRICO Y MERCADO ENERGÉTICO EN ESPAÑA**

- 2.1. INTRODUCCIÓN
- 2.2. EL SISTEMA ELÉCTRICO EN ESPAÑA
- 2.3. ESTRUCTURA DEL SECTOR ELÉCTRICO
  - 2.3.1. GENERACIÓN
  - 2.3.2. TRANSPORTE
  - 2.3.3. DISTRIBUCIÓN
  - 2.3.4. COMERCIALIZACIÓN
- 2.4. EL MERCADO ELECTRÓNICO EN ESPAÑA
  - 2.4.1. AGENTES DEL SISTEMA ELÉCTRICO
  - 2.4.2. LOS ORGANISMOS DE GESTIÓN DE MIE
    - 2.4.2.1. OPERADOR DEL MERCADO
    - 2.4.2.2. EL OPERADOR DEL SISTEMA
  - 2.4.3. COMISIÓN NACIONAL DE LOS MERCADOS Y LA COMPETENCIA (CNMC)
- 2.5. ORGANIZACIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO

- 2.5.1. EL MERCADO DIARIO
- 2.5.2. EL MERCADO INTRADIARIO
- 2.5.3. CONTRATOS BILATERALES
- 2.5.4. MERCADO DE SERVICIOS DE AJUSTE
- 2.5.5. MERCADOS DE SERVICIOS COMPLEMENTARIOS
- 2.5.6. GESTIÓN DE DESVÍOS
- 2.5.7. FORMACIÓN DE PRECIOS EN EL MERCADO MAYORISTA DIARIO DE ELECTRICIDAD
  - 2.5.7.1. AGREGACIÓN DE OFERTAS DE VENTA: LA CURVA DE OFERTA
  - 2.5.7.2. LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL MERCADO DIARIO
  - 2.5.7.3. EL PRECIO DE CASACIÓN
- 2.5.8. FORMACIÓN DE PRECIOS EN EL MERCADO MAYORISTA A PLAZO DE ELECTRICIDAD
- 2.6. OPERACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO
  - 2.6.1. CENTRO DE CONTROL ELÉCTRICO (CECOEL)
  - 2.6.2. GESTIÓN DE DEMANDA
  - 2.6.3. SERVICIO DE INTERRUMPIBILIDAD
  - 2.6.4. MEDIDAS ELÉCTRICAS
  - 2.6.5. INTERCONEXIONES INTERNACIONALES
- 2.7. RESUMEN

### **UNIDAD 3. MARCO LEGAL COMUNITARIO, NACIONAL Y AUTONÓMICO**

- 3.1. INTRODUCCIÓN
- 3.2. MARCO LEGAL COMUNITARIO
- 3.3. MARCO LEGAL NACIONAL
  - 3.3.1. PEAJES DE ACCESO Y DÉFICIT TARIFARIO
  - 3.3.2. NORMATIVA NACIONAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES
- 3.4. MARCO LEGAL AUTONÓMICO
- 3.5. RESUMEN

### **UNIDAD 4. LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN**

- 4.1. INTRODUCCIÓN
- 4.2. EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN
- 4.3. DOCUMENTO BÁSICO DE AHORRO DE ENERGÍA
- 4.4. SECCIÓN HE4. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA SEGÚN CTE
  - 4.4.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN
  - 4.4.2. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS
    - 4.4.2.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECALENTAMIENTOS
    - 4.4.2.2. PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN, INCLINACIÓN Y SOMBRAS
    - 4.4.2.3. SISTEMAS DE MEDIDA DE ENERGÍA SUMINISTRADA
    - 4.4.2.4. SISTEMAS DE ACUMULACIÓN SOLAR Y CONEXIÓN DE SISTEMA DE GENERACIÓN AUXILIAR
  - 4.4.3. VERIFICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA
  - 4.4.4. CÁLCULO
  - 4.4.5. MANTENIMIENTO
- 4.5. SECCIÓN HE5. CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
  - 4.5.1. GENERALIDADES
  - 4.5.2. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA
  - 4.5.3. VERIFICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA
  - 4.5.4. CÁLCULO
  - 4.5.5. CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN
    - 4.5.5.1. SISTEMA GENERADOR FOTOVOLTAICO
    - 4.5.5.2. INVERSOR
    - 4.5.5.3. PROTECCIONES Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD

4.5.5.4. MANTENIMIENTO

4.6. RESUMEN

#### **UNIDAD 5. LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL CONCEPTO DE SMART CITIES**

5.1. INTRODUCCIÓN

5.2. QUÉ ES UNA SMART CITY

5.3. PLAN NACIONAL DE CIUDADES INTELIGENTES

5.3.1. OBJETIVOS DEL PLAN

5.3.2. ESTRUCTURA DEL PLAN

5.3.3. PRINCIPALES ÁREAS DE ACTUACIÓN

5.3.4. PASOS A SEGUIR EN UN PROYECTO DE UNA SMART CITY

5.4. ENERGÍA INTELIGENTE

5.5. PROYECTOS ACTUALES

5.5.1. PROYECTO SMART CITY MÁLAGA

5.5.2. PROYECTO SMART CITY VALLADOLID-PALENCIA

5.5.3. PROYECTO SONG DO INTERNATIONAL BUSINESS DISTRICT

5.6. CAPITAL VERDE EUROPEA (EUROPEAN GREEN CAPITAL)

5.6.1. VITORIA-GASTEIZ

5.7. RESUMEN

#### **UNIDAD 6. HIBRIDACIÓN DE VARIAS ENERGÍAS RENOVABLES**

6.1. INTRODUCCIÓN

6.2. SISTEMAS HÍBRIDOS

6.3. COGENERACIÓN

6.4. TRIGENERACIÓN

6.5. RESUMEN

#### **UNIDAD 7. DATOS Y ESTADÍSTICAS POR TECNOLOGÍAS**

7.1. INTRODUCCIÓN

7.2. EÓLICA

7.2.1. EN ESPAÑA

7.2.2. EÓLICA EN EUROPA

7.2.3. EN EL MUNDO

7.3. OFFSHORE

7.3.1. OFFSHORE EN ESPAÑA

7.3.2. OFFSHORE EN EUROPA

7.3.3. OFFSHORE A NIVEL MUNDIAL

7.4. HIDRÁULICA

7.4.1. EN ESPAÑA

7.4.2. EN EUROPA

7.4.2.1. CONTRIBUCIÓN GLOBAL DE LA ENERGÍA HIDRÁULICA EN EUROPA

7.4.3. EN EL MUNDO

7.5. BIOMASA Y BIOCMBUSTIBLES

7.5.1. BIOMASA EN ESPAÑA

7.5.2. BIOMASA EN EUROPA

7.5.3. BIOMASA A NIVEL MUNDIAL

7.5.4. BIOCMBURANTES A NIVEL NACIONAL

7.5.5. BIOCMBURANTES A NIVEL EUROPEO

7.5.6. BIOCMBURANTES A NIVEL MUNDIAL

7.6. SOLAR TÉRMICA

7.6.1. SOLAR TÉRMICA DE BAJA TEMPERATURA EN ESPAÑA

- 7.6.2. SOLAR TÉRMICA DE BAJA TEMPERATURA EN EUROPA
- 7.6.3. ENERGÍA TERMOELÉCTRICA EN ESPAÑA
- 7.6.4. ENERGÍA TERMOELÉCTRICA EN EUROPA
- 7.6.5. ENERGÍA TERMOELÉCTRICA EN EL MUNDO
- 7.7. FOTOVOLTAICA
  - 7.7.1. EN ESPAÑA
  - 7.7.2. EN EUROPA
  - 7.7.3. EN EL MUNDO
- 7.8. ENERGÍAS EMERGENTES
  - 7.8.1. GEOTÉRMICA
    - 7.8.1.1. EN ESPAÑA
      - 7.8.1.1.1. PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES (PER 2011-2020)
      - 7.8.1.1.2. EN EUROPA
        - 7.8.1.1.2.1. INICIOS
        - 7.8.1.1.2.2. LIBRO BLANCO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES
        - 7.8.1.1.2.3. LIBRO VERDE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES
        - 7.8.1.1.2.4. SITUACIÓN ACTUAL
        - 7.8.1.1.2.5. PREVISIBLE SITUACIÓN FUTURA
      - 7.8.1.1.3. EN EL MUNDO
        - 7.8.1.1.3.1. SITUACIÓN ACTUAL

#### EVALUACIÓN

La asignatura es evaluada a través de:

**Actividades individuales**, las cuales suponen el 90% de la calificación final:

- Casos prácticos a desarrollar. Estas actividades suponen un mayor porcentaje en la nota final, puesto que se trata de un ejercicio de reflexión, con el objetivo de aplicar los conocimientos adquiridos de forma práctica.
- Exámenes online

**Actividades colaborativas** a través de la participación en los foros de debate (10% de la calificación final)

#### BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Internacional de la Energía, IEA (1990-2007). IEA R&D Wind Energy. Annual Reports; 2007.
- Asociación Empresarial Eólica. Anuario de la Asociación Empresarial Eólica; 2009.
- European Renewable Energy Council, EREC. Energy 4 Cohesion. Renewable Energy and Energy Efficiency projects within Structural Funds in the context of the Lisbon Agenda. EREC. Bruselas; 2006.
- European Renewable Energy Council, EREC. Renewable Energy Target for Europe. 20% by 2020. EREC. Bruselas; 2007.
- European Renewable Energy Council, EREC. Renewable Energy Technology Road-map. Up to 2020. EREC. Bruselas; 2007.
- Demanda y producción en tiempo real REE: <https://demanda.ree.es/demanda.html>
- Digital Agenda for Europe: <http://ec.europa.eu/digital-agenda>
- Directiva 2009/28/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE: <http://www.boe.es/doue/2009/140/L00016-00062.pdf>
- Edificio LUCIA: <http://edificio-lucia.blogspot.com.es>
- El futuro y el desarrollo de los edificios inteligentes se basa en los pilares extraídos de: [http://ec.europa.eu/information\\_society/activities/sustainable\\_growth/docs/sb\\_publications/smartbuildings-ld.pdf](http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/docs/sb_publications/smartbuildings-ld.pdf)
- European Green Capital: <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/winning-cities/index.html>
- European Photovoltaic Industry Association: <http://www.epia.org/home>
- European technology platform for the electricity networks of the future: <http://www.smartgrids.eu>

## Enlaces de interés

- Agencias Regionales y Locales de la Energía: <http://www.idae.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/relcategoria.1055/id.102/relmenu>
- Asociación Empresarial Eólica: <http://www.aeeolica.org>
- Asociación Solar de la Industria Térmica: <http://www.asit-solar.com>
- Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMET-SAT: <http://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/datosclimatologi-cos/atlas radiación solar/atlas de radiación 24042012.pdf>
- CECOEL de REE: <http://www.ree.es/es/actividades/operacion-del-sistema-electrico/centro-de-control-electrico>
- Central Geotérmica en Nesjavellir, en la zona volcánica de Hengill (Islandia): [www.redes-cepalcala.org](http://www.redes-cepalcala.org)
- Código Técnico de la Edificación: <http://www.codigotecnico.org>
- Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (Antigua CNE): <http://www.cnmc.es>
- Global Wind Council: <http://www.gwec.net>
- Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética: <https://www.boe.es/boe/dias/2012/12/28/pdfs/BOE-A-2012-15649.pdf>
- Ley 2/2011, de 4 de marzo, de economía sostenible (LES): <http://www.boe.es/boe/dias/2011/03/05/pdfs/BOE-A-2011-4117.pdf>
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector eléctrico: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-13645](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-13645)
- Ministerio de Industria, Energía y Turismo: MINETUR: <http://www.minetur.gob.es/energia/electricidad/Paginas/sectorElectrico.aspx>
- Objetivos iniciales de las Smart City según el SETIS: Strategic Energy Technologies Information System: <http://setis.ec.europa.eu/about-setis/technology-road-map/european-initiative-on-smart-cities>
- Operador del Mercado: OMIE: <http://www.omie.es/inicio>
- Operador del sistema: REE: <http://www.ree.es/es>
- Orden IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos: <http://www.boe.es/boe/dias/2014/06/20/pdfs/BOE-A-2014-6495.pdf>
- Parlamento Europeo: <http://www.europarl.europa.eu/aboutparliament/es/displayFtu.html?ftuid=FTU5.7.4.html>
- PER 2011-2020: <http://www.idae.es/index.php/id.670/relmenu.303/mod.pags/mem.detalle>
- Plan Nacional de Ciudades Inteligentes: <http://www.agendadigital.gob.es/planes-actuaciones/Paginas/plan-nacional-ciudades-inteligentes.aspx>
- Portal Energía y Sociedad: <http://www.energiaysociedad.es>
- Prieto E. ¿Quién es quién en el sistema eléctrico español? (II Actores económicos) [Mensaje en un blog]; 2013. Disponible en: <http://blog.gesternova.com/quien-es-quien-en-el-sistema-electrico-espanol-ii>
- Proyecto real decreto por el que se establece la regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y producción con autoconsumo: <http://www.minetur.gob.es/energia/es-ES/Participacion/Paginas/Cerradas/proyecto-real-decreto-tra-mite-audiencia.aspx>
- Proyecto Song Do International Business District: <http://www.songdo.com/#>
- RD 1003/2010, de 5 de agosto, por el que se regula la liquidación de la prima equivalente a las instalaciones de producción de energía eléctrica de tecnología foto-voltaica en régimen especial: <http://www.boe.es/boe/dias/2010/08/06/pdfs/BOE-A-2010-12622.pdf>
- RD 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del RD 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología: <http://www.boe.es/boe/dias/2008/09/27/pdfs/A39117-39125.pdf>
- RD 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia: <http://www.boe.es/boe/dias/2011/12/08/pdfs/BOE-A-2011->

19242.pdf

·RD 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos:

<http://www.boe.es/boe/dias/2014/06/10/pdfs/BOE-A-2014-6123.pdf>

·RDL 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de co-generación, fuentes de EERR y residuos:

<http://www.boe.es/boe/dias/2012/01/28/pdfs/BOE-A-2012-1310.pdf>

·RDL 13/2012, de 30 de marzo, por el que se transponen directivas en materia de mercados interiores de electricidad y gas y en materia de comunicaciones electrónicas, y por el que se adoptan medidas para la corrección de las desviaciones por desajustes entre los costes e ingresos de los sectores eléctrico y gasista:

<http://www.boe.es/boe/dias/2012/03/31/pdfs/BOE-A-2012-4442.pdf>

·RDL 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico: <http://www.boe.es/boe/dias/2010/12/24/pdfs/BOE-A-2010-19757.pdf>

·RDL 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero:

<http://www.boe.es/boe/dias/2013/02/02/pdfs/BOE-A-2013-1117.pdf>

·RDL 29/2012, de 28 de diciembre, de mejora de gestión y protección social en el Sistema Especial para Empleados de Hogar y otras medidas de carácter económico y social:

<http://www.boe.es/boe/dias/2012/12/31/pdfs/BOE-A-2012-15764.pdf>

·RDL 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social: <http://www.boe.es/boe/dias/2009/05/07/pdfs/BOE-A-2009-7581.pdf>

·RDL 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico: <http://www.boe.es/boe/dias/2013/07/13/pdfs/BOE-A-2013-7705.pdf>

·Resolución del 23 de Julio de 2012 de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se aprueban las reglas de funcionamiento del mercado diario e intradiario de producción de energía eléctrica:

<http://www.boe.es/boe/dias/2012/08/02/pdfs/BOE-A-2012-10386.pdf>

·Resultados del Mercado, OMIE: <http://www.omie.es/files/flash/ResultadosMercado.swf>

·Smart Buildings Institute: <http://www.smartbuildingsinstitute.org/TSBI.html>

·Smart City Málaga: <http://www.smartcitymalaga.com>

·Smart City Valladolid-Palencia: <http://www.smartcity-vyp.es>

·Unión Española Fotovoltaica: <http://unef.es>

·Vitoria: European Green Capital 2012: <http://ec.europa.eu/environment/european-greencapital/winning-cities/2012-vitoria-gasteiz/index.html>

GUÍA DOCENTE

Año académico	2018-2019	
Estudio	Máster en Energías Renovables y Proyectos Energéticos (EN35)	
Nombre de la asignatura	GESTIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DE PROYECTOS ENERGÉTICOS	
Carácter (Obligatoria/Optativa)	OB	
Créditos (1 ECTS=25 horas)	4	
Modalidad (elegir una opción)	<input type="checkbox"/>	Presencial
	<input type="checkbox"/>	Semipresencial
	<input checked="" type="checkbox"/>	On-line
Profesor responsable	Mónica Baptista	
Idioma en el que se imparte	Español	

**DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS (especificar en horas)**

Número de horas presenciales/on-line asistencia profesor	28
Número de horas de trabajo personal del estudiante	72
Total horas	100

**CONTENIDOS (Temario)**

**UNIDAD 1. PLANIFICACIÓN, EJECUCIÓN Y FINANCIACIÓN DE PROYECTOS ENERGÉTICOS**

- 1.1. INTRODUCCIÓN
- 1.2. CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO
- 1.3. PLANIFICACIÓN
  - 1.3.1. ETAPAS PRINCIPALES DE LA PLANIFICACIÓN
- 1.4. EJECUCIÓN
- 1.5. FINANCIACIÓN
  - 1.5.1. AYUDAS PARA LA FINANCIACIÓN DE PROYECTOS ENERGÉTICOS
- 1.6. RESUMEN

**UNIDAD 2. ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS**

- 2.1. INTRODUCCIÓN
- 2.2. ANÁLISIS ECONÓMICO DE UN PROYECTO
  - 2.2.1. FLUJOS DE CAJA O CASH FLOW
  - 2.2.2. VAN
  - 2.2.3. TIR
  - 2.2.4. PAYBACK O PERIODO DE RECUPERACIÓN DEL CAPITAL
  - 2.2.5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD
  - 2.2.6. EBITDA (EARNINGS BEFORE INTEREST, TAXES, DEPRECIATION AND AMORTIZATION) O CASH FLOW OPERATIVO
  - 2.2.7. EBIT O BAI (EARNINGS BEFORE INTEREST AND TAXES)
  - 2.2.8. BAI (BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS)
  - 2.2.9. BENEFICIO NETO
- 2.3. ANÁLISIS DEL COSTE DEL CICLO DE VIDA
- 2.4. TIPOS DE COSTES DE UN PROYECTO ENERGÉTICO
  - 2.4.1. CLASIFICACIÓN DE LOS COSTES
- 2.5. RESUMEN



### UNIDAD 3. ASPECTOS CONTRACTUALES Y ADMINISTRATIVOS

- 3.1. INTRODUCCIÓN
- 3.2. EMPRESAS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS
- 3.3. ASPECTOS CLAVE DE LOS CONTRATOS ENERGÉTICOS
- 3.4. MODALIDADES CONTRACTUALES
  - 3.4.1. CONTRATO DE PRESTACIONES ENERGÉTICAS O ENERGY PERFORMANCE CONTRACT (EPC)
  - 3.4.2. CONTRATO DE VENTA DE ENERGÍA Y GESTIÓN ENERGÉTICA, ENERGY SUPPLY CONTRACT (ESC)
  - 3.4.3. MODELO 5PS
- 3.5. CONTRATOS LLAVE EN MANO O EPC
- 3.6. CONTRATACIÓN DE LOS PROYECTOS
  - 3.6.1. CONTRATOS CON PRECIO FIJO
  - 3.6.2. CONTRATOS CON PRECIO VARIABLE
- 3.7. DURACIÓN DEL CONTRATO
- 3.8. AGENTES DE UN CONTRATO ENERGÉTICO
- 3.9. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES
  - 3.9.1. TIPOS DE MANTENIMIENTO
- 3.10. AYUDAS PARA LA REALIZACIÓN DE PROYECTOS ENERGÉTICOS
- 3.11. RESUMEN

### UNIDAD 4. DOCUMENTACIÓN Y ESTRUCTURA DE PROYECTOS ENERGÉTICOS

- 4.1. INTRODUCCIÓN
- 4.2. EL ANTEPROYECTO
- 4.3. DOCUMENTOS DE UN PROYECTO
  - 4.3.1. ASPECTOS GENERALES
  - 4.3.2. ÍNDICE GENERAL
  - 4.3.3. MEMORIA
  - 4.3.4. ANEXOS
  - 4.3.5. PLANOS
  - 4.3.6. PLIEGO DE CONDICIONES
  - 4.3.7. ESTADO DE MEDICIONES
  - 4.3.8. PRESUPUESTO
  - 4.3.9. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA
- 4.4. FASES DE UN PROYECTO DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA
  - 4.4.1. AUDITORÍA ENERGÉTICA
  - 4.4.2. DISEÑO DEL PROYECTO Y ESTABLECIMIENTO DE GARANTÍAS DE AHORRO
  - 4.4.3. IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO
  - 4.4.4. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO
  - 4.4.5. CONTROL PERIÓDICO, MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN
- 4.5. EJEMPLOS DE PROYECTOS ENERGÉTICOS
- 4.6. FASES DE UN PROYECTO ENERRGÉTICO CON ENERGÍAS RENOVABLES
- 4.7. RESUMEN

### EVALUACIÓN

La asignatura es evaluada a través de:

**Actividades individuales**, las cuales suponen el 90% de la calificación final:

- Casos prácticos a desarrollar. Estas actividades suponen un mayor porcentaje en la nota final, puesto que se trata de un ejercicio de reflexión, con el objetivo de aplicar los conocimientos adquiridos de forma práctica.
- Exámenes online

**Actividades colaborativas** a través de la participación en los foros de debate (10% de la calificación final)

## BIBLIOGRAFÍA

### Publicaciones

- De Cos Castillo M. Teoría general de proyectos. Vol. I: Dirección de proyectos. Editorial Síntesis.
- De Cos Castillo M. Teoría general de proyectos. Vol. II: Ingeniería de proyectos. Editorial Síntesis.
- VVAA. Apuntes Departamento de Proyectos Energéticos y Mineros. Universidad de Cantabria.
- VVAA. Apuntes Departamento de Proyectos. UNED.
- VVAA. Apuntes Departamento de Proyectos. Universidad Complutense de Madrid.

### Enlaces de interés

- Directiva 2012/27/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE:

<http://www.lamoncloa.gob.es/espana/eh15/industriayturismo/documentos/directiva%20eficiencia%20energ%C3%A9tica.pdf>

- RDL 6/2010, de 9 de abril, de medidas para el impulso de la recuperación económica y el empleo:  
<https://www.boe.es/boe/dias/2010/04/13/pdfs/BOE-A-2010-5879.pdf>

## GUÍA DOCENTE

Año académico	2018-2019	
Estudio	Máster en Energías Renovables y Proyectos Energéticos (EN35)	
Nombre de la asignatura	MEMORIA DE FIN DE MÁSTER	
Carácter (Obligatoria/Optativa)	OB	
Créditos (1 ECTS=25 horas)	6	
Modalidad (elegir una opción)	<input type="checkbox"/>	Presencial
	<input type="checkbox"/>	Semipresencial
	<input checked="" type="checkbox"/>	On-line
Profesor responsable	Yago Blázquez	
Idioma en el que se imparte	Español	

### DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS (especificar en horas)

Número de horas presenciales/on-line asistencia profesor	42
Número de horas de trabajo personal del estudiante	108
Total horas	150

### CONTENIDOS (Temario)

Redacción, bajo la supervisión de un tutor, de una memoria que relacione lo estudiado durante el Máster con el contexto profesional / social del alumno.

### EVALUACIÓN

La asignatura es evaluada por el tutor responsable y el coordinador del Máster a través del grado de consecución de los objetivos marcados.

### BIBLIOGRAFÍA