



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de Minas y  
Energía

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**65004055 - Tecnicas De Aprovechamiento De Energias Renovables**

### PLAN DE ESTUDIOS

06IE - Grado En Ingenieria De La Energia

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	11

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	65004055 - Tecnicas de Aprovechamiento de Energias Renovables
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	06IE - Grado en Ingenieria de la Energia
<b>Centro responsable de la titulación</b>	06 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Minas Y Energía
<b>Curso académico</b>	2023-24

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Jose Manuel Buron Caballero (Coordinador/a)		josemanuel.buron@upm.es	- -
Emilio Migoya Valor		emilio.migoya@upm.es	Sin horario.
Luis Francisco Gonzalez Portillo		lf.gonzalez@upm.es	Sin horario.

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

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

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

- Termodinamica
- Mecanica De Fluidos E Hidraulica
- Calor Y Frio Industrial
- Maquinas E Instalaciones Hidraulicas
- Maquinas Y Motores Volumetricos
- Tecnologia De Las Turbomaquinas
- Tecnologia Energetica

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

El plan de estudios Grado en Ingeniería de la Energía no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE20 - Comprender los conceptos de la termodinámica y aplicarlos en la Ingeniería de la Energía.

CE23 - Aplicar los conceptos básicos de la transferencia de calor y materia en la Ingeniería de la Energía.

CE44 - Aplicar los principios del aprovechamiento de las energías alternativas.

CE48 - Comprender el aprovechamiento, transformación y gestión de los recursos energéticos.

CE51 - Conocer y aplicar las técnicas de utilización de Energía Solar, Eólica, Biomasa en la generación de Energía Eléctrica y Térmica.

CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería de la Energía.

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinarios.

CG4 - Comprender el impacto de la ingeniería energética en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.

CG5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, tanto de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA228 - Realizar cálculos de estimación de prestaciones de instalaciones basadas en recursos naturales.

RA226 - Comprender los principios de funcionamiento de sistemas energéticos basados en energías renovables y su integración con otras energías.

RA227 - Acometer trabajos de ingeniería relativos al aprovechamiento y aplicación de las energías solar, eólica y de la biomasa para generación de energías eléctricas, térmicas, etc. ,

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura pretende mostrar a los alumnos las aplicaciones de las energías renovables de mayor presencia en la actualidad: Biomasa, Energía eólica y Energía solar, planteando las ventajas e inconvenientes de su aprovechamiento en relación con las instalaciones más convencionales (centrales térmicas y nucleares). Así, se explican las tecnologías y las técnicas disponibles para la obtención de energía tanto térmica como eléctrica utilizando como energía primaria estos tres tipos de energías renovables, de modo que sean capaces, no sólo de elegir la tecnología más adecuada, sino de planificar y diseñar instalaciones apropiadas según los recursos disponibles, el emplazamiento de la instalación y el criterio de diseño existente.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Técnicas de aprovechamiento energético de la biomasa
  - 1.1. Definición de Biomasa energética
  - 1.2. Situación actual de aprovechamiento de la biomasa
  - 1.3. Tipos tradicionales de biomasa
  - 1.4. Biocombustibles
  - 1.5. Biogás
  - 1.6. Residuos sólidos urbanos
  - 1.7. Motores térmicos para el aprovechamiento de la biomasa
  - 1.8. Características especiales de los ciclos de potencia con energías renovables
  - 1.9. Otras tecnologías para el aprovechamiento de la biomasa: Pirólisis, Gasificación
  - 1.10. Aspectos económicos, medioambientales y legislativos
2. Técnicas de aprovechamiento de la energía eólica
  - 2.1. Descripción de los aerogeneradores
  - 2.2. Características generales del viento
  - 2.3. Aerodinámica y curva de potencia
  - 2.4. Modelos de recurso eólico.
  - 2.5. Cálculo energético
  - 2.6. Programas comerciales de estimación de recurso
3. Técnicas de aprovechamiento de la energía solar
  - 3.1. Introducción: Recurso solar, Estado actual de la tecnología solar
  - 3.2. Sistemas de aprovechamiento de baja temperatura: Introducción a los sistemas sin concentración, Aprovechamiento en climatización de piscinas, Aprovechamiento en climatización de viviendas y edificios
  - 3.3. Sistemas de aprovechamiento de media temperatura: Introducción a los sistemas con concentración, Sistemas para aprovechamiento en procesos industriales
  - 3.4. Sistemas de aprovechamiento de alta temperatura: configuraciones y aplicaciones

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Descripción de los aerogeneradores</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Definición de Biomasa energética.</b> <b>Situación actual de aprovechamiento de la biomasa</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Varios exámenes tipo test con cuestiones teórico prácticas SIN AVISAR</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
2	<p><b>Descripción de los aerogeneradores</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Definición de Biomasa energética.</b> <b>Situación actual de aprovechamiento de la biomasa</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica: Medición de la velocidad del viento</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
3	<p><b>Características generales del viento</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tipos tradicionales de biomasa. Biocombustibles. Biogás. Residuos sólidos urbanos (RSU).</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica: Potencia de un aerogenerador</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Programas comerciales de estimación de recurso.</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>		<p><b>Trabajo: Estimación de la densidad de potencia</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 03:00</p>
4	<p><b>Aerodinámica y curva de potencia</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>El efecto invernadero: presentaciones y discusión</b> Duración: 01:30 AIV: Aula invertida</p>			
5	<p><b>Aerodinámica y curva de potencia</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Otras tecnologías para el aprovechamiento de la biomasa: Pirólisis, Gasificación. Aspectos económicos, medioambientales y legislativos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tipos tradicionales de biomasa. Biocombustibles. Biogás. Residuos sólidos urbanos (RSU).</b></p>	<p><b>Práctica: Curvas características</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Trabajo: Diseño de estructura para viento extremo</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 03:00</p>

	<p>Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
6	<p><b>Modelos de recurso eólico.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tipos tradicionales de biomasa. Biocombustibles. Biogás. Residuos sólidos urbanos (RSU).</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica: Potencia de salida de un aerogenerador</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Trabajo: Optimización de un parque eólico</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 03:00</p> <p><b>Análisis de dos parámetros de una planta fotovoltaica (PV) o de energía solar de concentración (CSP)</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 06:00</p>
7	<p><b>Cálculo energético</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Motores térmicos para el aprovechamiento de la biomasa. Características especiales de los ciclos de potencia con energías renovables</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica: Curva del coeficiente de potencia</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Trabajo: Cálculo de la energía producida por dos aerogeneradores en llano</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 03:00</p> <p><b>Examen final evaluación progresiva Eólica</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
8	<p><b>Introducción: Recurso solar, Estado actual de la tecnología solar</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Otras tecnologías para el aprovechamiento de la biomasa: Pirólisis, Gasificación. Aspectos económicos, medioambientales y legislativos</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
9	<p><b>Sistemas de aprovechamiento de baja temperatura</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Casos prácticos: Biomasa tradicional, RSU y biogás</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Análisis de dos parámetros de una planta fotovoltaica (PV) o de energía solar de concentración (CSP)</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 06:00</p>
10	<p><b>Sistemas de aprovechamiento de baja temperatura</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Casos prácticos: Biomasa tradicional, RSU y biogás</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			



11	<p><b>Sistemas de aprovechamiento de baja temperatura</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Caso práctico: Digestión anaerobia de lodos industriales</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Trabajo: Planificación de una instalación para el aprovechamiento energético de biomasa</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 04:00</p>
12	<p><b>Sistemas de aprovechamiento de media temperatura</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Caso práctico: Digestión anaerobia de residuos ganaderos</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p><b>Sistemas de aprovechamiento de media temperatura</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Caso práctico: Digestión anaerobia de residuos ganaderos</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
14	<p><b>Sistemas de aprovechamiento de media temperatura</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Caso práctico: Digestión anaerobia de residuos ganaderos</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
15	<p><b>Sistemas de aprovechamiento de alta temperatura</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Casos prácticos: Biomasa tradicional, RSU y biogás</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Examen final evaluación progresiva solar</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
16	<p><b>Sistemas de aprovechamiento de alta temperatura</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Examen final evaluación progresiva Biomasa</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
17				<p><b>Examen Final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00</p>

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

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Varios exámenes tipo test con cuestiones teórico prácticas SIN AVISAR	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	15%	3.5 / 10	CG5 CE20 CE23 CE44 CE48 CG1 CG4 CE51
3	Trabajo: Estimación de la densidad de potencia	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	4%	5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CE44 CE48 CE51
5	Trabajo: Diseño de estructura para viento extremo	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	4%	5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CE44 CE48 CE51
6	Trabajo: Optimización de un parque eólico	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	4%	5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CE44 CE48 CE51
6	Análisis de dos parámetros de una planta fotovoltaica (PV) o de energía solar de concentración (CSP)	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	06:00	35%	5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CE20 CE23 CE44 CE48 CE51

7	Trabajo: Cálculo de la energía producida por dos aerogeneradores en llano	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	4%	5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CE44 CE48 CE51
7	Examen final evaluación progresiva Eólica	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	65%	3.5 / 10	CG5 CE20 CE23 CE44 CE48 CE51 CG1 CG4
9	Análisis de dos parámetros de una planta fotovoltaica (PV) o de energía solar de concentración (CSP)	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	06:00	35%	5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CE20 CE23 CE44 CE48 CE51
11	Trabajo: Planificación de una instalación para el aprovechamiento energético de biomasa	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	8%	5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CE20 CE23 CE44 CE48 CE51
15	Examen final evaluación progresiva solar	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	65%	3.5 / 10	CG5 CE20 CE23 CG1 CG4 CE44 CE48 CE51
16	Examen final evaluación progresiva Biomasa	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	50%	3.5 / 10	

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CE20 CE23 CE44 CE48 CE51

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

La asignatura tiene tres bloques bien diferenciados: Biomasa, Energía Eólica y Energía Solar. La nota final es la media de las notas obtenidas en cada bloque, siempre y cuando sean iguales o mayores de 5 sobre 10.

El bloque de energía Eólica se evalúa a través de ejercicios de clase (15%), ejercicio con WasP (10%), prácticas (10%) y una prueba final de evaluación progresiva (65%).

El bloque Solar se evalúa a través del trabajo con SAM (35%) y una prueba final de evaluación progresiva (65%).

El bloque de Biomasa se evalúa a través de 4 exámenes sin avisar (50%) y una prueba final de evaluación progresiva (50%).

Los bloques son liberatorios para los finales de la evaluación ordinaria y extraordinaria.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Diapositivas del bloque de Energía Solar	Recursos web	Diapositivas empleadas para impartir este bloque
Programas informáticos del bloque de Energía Solar	Recursos web	Programas informáticos para diversos cálculos
Diapositivas del bloque Biomasa	Recursos web	Diapositivas empleadas en la impartición de las clases del bloque de biomasa
Casos prácticos Biomasa	Recursos web	Casos prácticos resueltos de distintas instalaciones para el aprovechamiento energético de la biomasa
Diapositivas del bloque Energía Eólica	Recursos web	Diapositivas empleadas en las clases de Energía Eólica
Guiones de prácticas de Energía Eólica	Recursos web	Guiones descriptivos de las prácticas de Energía Eólica
Programas informáticos de Energía Eólica	Otros	Explicación y manejo de programas informáticos para cálculos sobre Energía Eólica (WAsP)
Material para prácticas de Energía Eólica	Equipamiento	Material necesario para la realización de las prácticas de Energía Eólica ubicado en el laboratorio de Mecánica de Fluidos
Guiones para los trabajos sobre Energía Eólica	Recursos web	
Guión para el trabajo de Biomasa	Recursos web	