

## PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA<sup>1</sup>

Curso académico: 2022/2023

| Identificación y características de la asignatura   |  |                  |             |
|---|--|------------------|-------------|
| Código <sup>2</sup>   | 402058   | Créditos ECTS    | 3           |
| Denominación (español)  | Instalaciones de generación con biomasa y otras energías renovables          |                  |             |
| Denominación (inglés)   | Installations for the generation from biomass and other renewable resources  |                  |             |
| Titulaciones <sup>3</sup>   | Máster Universitario en Energías Renovables, Gestión y Eficiencia Energética |                  |             |
| Centro <sup>4</sup>   | Escuela de Ingenierías Industriales  |                  |             |
| Semestre  | 2  | Carácter         | Obligatoria |
| Módulo  | Generación con Energías Renovables   |                  |             |
| Materia   | Generación con biomasa   |                  |             |
| Profesor/es   |  |                  |             |
| Nombre  | Despacho   | Correo-e         | Página web  |
| José Gañán Gómez  | B.1.5  | jogomez@unex.es  |             |
| José Ignacio Arranz Barriga   | B.2.10   | jiarranz@unex.es |             |
| Silvia Román Suero  | B.1.1  | sroman@unex.es   |             |
| Área de conocimiento  | Física Aplicada/ Máquinas y Motores Térmicos                                 |                  |             |
| Departamento  | Física Aplicada<br>Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales       |                  |             |
| Profesor coordinador <sup>5</sup><br>(si hay más de uno)  | Silvia Román Suero   |                  |             |
| <b>Competencias<sup>6</sup></b> (ver tabla en <a href="http://bit.ly/competenciasMUERGyEE">http://bit.ly/competenciasMUERGyEE</a> ) |  |                  |             |

<sup>1</sup> En los casos de planes conjuntos, coordinados, intercentros, pceos, etc., debe recogerse la información de todos los títulos y todos los centros en una única ficha.

<sup>2</sup> Si hay más de un código para la misma asignatura, ponerlos todos.

<sup>3</sup> Si la asignatura se imparte en más de una titulación, consignarlas todas, incluidos los PCEOs.

<sup>4</sup> Si la asignatura se imparte en más de un centro, incluirlos todos

<sup>5</sup> En el caso de asignaturas intercentro, debe rellenarse el nombre del responsable intercentro de cada asignatura

<sup>6</sup> Deben ajustarse a lo recogido en la memoria verificada del título.

| Competencias Básicas | Marcar "X" | Competencias Generales | Marcar "X" | Competencias Transversales | Marcar "X" | Competencias CEPE y CETF | Marcar "X" | Competencias CES | Marcar "X" | Competencias CEG | Marcar "X" | Competencias CEGI | Marcar "X" | Competencias CEN | Marcar "X" |
|----------------------|------------|------------------------|------------|----------------------------|------------|--------------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|-------------------|------------|------------------|------------|
| CB6                  | X          | CG1                    |            | CT1                        | X          | CEPE                     |            | CES1             |            | CEG1             |            | CEGI1             |            | CEN1             |            |
| CB7                  | X          | CG2                    |            | CT2                        | X          | CETF                     |            | CES2             | X          | CEG2             |            | CEGI2             |            | CEN2             |            |
| CB8                  | X          | CG3                    | X          | CT3                        | X          |                          |            | CES3             |            | CEG3             | X          | CEGI3             |            |                  |            |
| CB9                  | X          | CG4                    |            | CT4                        | X          |                          |            | CES4             |            | CEG4             | X          | CEGI4             |            |                  |            |
| CB10                 | X          | CG5                    | X          | CT5                        | X          |                          |            | CES5             |            | CEG5             | X          | CEGI5             |            |                  |            |
|                      |            | CG6                    | X          | CT6                        | X          |                          |            | CES6             |            | CEG6             | X          | CEGI6             |            |                  |            |
|                      |            | CG7                    | X          | CT7                        | X          |                          |            |                  |            | CEG7             | X          |                   |            |                  |            |
|                      |            | CG8                    | X          | CT8                        | X          |                          |            |                  |            |                  |            |                   |            |                  |            |
|                      |            | CG9                    | X          | CT9                        | X          |                          |            |                  |            |                  |            |                   |            |                  |            |
|                      |            | CG10                   | X          | CT10                       | X          |                          |            |                  |            |                  |            |                   |            |                  |            |
|                      |            |                        |            | CT11                       | X          |                          |            |                  |            |                  |            |                   |            |                  |            |
|                      |            |                        |            | CT12                       | X          |                          |            |                  |            |                  |            |                   |            |                  |            |
|                      |            |                        |            | CT13                       | x          |                          |            |                  |            |                  |            |                   |            |                  |            |

CEPE: Competencia específica prácticas en empresas  
 CETF: Competencia específica de trabajo fin de máster  
 CES: Competencias Específicas de Sistemas de Gestión de Energía  
 CEG: Competencias Específicas de Generación con Energías Renovables  
 CEGI: Competencias Específicas de Gestor Instalaciones y Edificios de Consumo Cero  
 CEN: Competencias Específicas de Normativa

## Contenidos

### Breve descripción del contenido<sup>6</sup>

Evaluación del Recurso Biomásico y Otros Recursos Renovables. Abastecimiento, almacenamiento y utilización de biomasa. Componentes de una planta de generación de energía térmica y/o eléctrica con biomasa. Diseño y cálculo de una planta de generación con biomasa. Herramientas de cálculo para el dimensionado de una planta de generación con biomasa. Criterios técnicos y económicos para la selección de los diferentes componentes de una planta de generación con biomasa. Medidas de mitigación del Impacto Ambiental de una planta de generación con biomasa. Operación y mantenimiento de una planta de generación con biomasa. Otras energías renovables. Avances tecnológicos en Generación con Biomasa y otras ER.

### Temario de la asignatura

Denominación del tema 1: La biomasa como fuente energética.  
 Contenidos del tema 1: Caracterización de biomasa. Principales métodos de aprovechamiento termoquímico. Problemática. Tratamientos para su adecuación. Legislación aplicable.  
 Descripción de las actividades prácticas del tema 1:  
 Actividad práctica 1: Práctica de caracterización de biomásas empleando diversas técnicas (análisis inmediato, elemental, TGA...). Problemática y adecuación para diferentes tratamientos (2h)  
 Actividad práctica 2: Pretratamientos de biomasa: triturado y tamización, peletización, secado (2h)

Denominación del tema 2: La generación eléctrica a partir de biomasa (1h).  
 Contenidos del tema 2:  
 Descripción general de una planta de biomasa. Modos de funcionamiento. Parámetros característicos. Sistemas que componen la planta de biomasa. El ciclo agua-vapor.  
 Descripción de las actividades prácticas del tema 2:  
 Actividad práctica 1: Diseño de una planta de biomasa para producción de electricidad con posibilidad de cogeneración (2h).  
 Visita planta termoeléctrica de biomasa (2h).

Denominación del tema 3: Sistemas auxiliares de una planta de biomasa. Impacto ambiental y gestión de residuos (1h)  
 Contenidos del tema 3: Sistemas de refrigeración. Planta de tratamiento de agua. Planta de tratamiento de efluentes. Análisis de impacto ambiental.  
 Descripción de las actividades prácticas del tema 3:

Actividad práctica 1: Análisis de la huella ambiental de una central de biomasa (1h).  
 Denominación del tema 4: Procesos de gasificación de biomasa para la generación de energía eléctrica (1h).  
 Contenidos del tema 4: Sistemas de gasificación. Variables del proceso. Sistemas de limpieza de gases. Nuevas tecnologías  
 Descripción de las actividades prácticas del tema 4:  
 Actividad práctica 1: Esquema tecnológico de diferentes plantas de gasificación: comparación entre sistemas y criterios de selección (2h).  
 Actividad práctica 2: Diseño de una planta de gasificación para la producción de electricidad (2 h)

Denominación del tema 5: Uso térmico de la biomasa en instalaciones domésticas (1h)  
 Contenidos del tema 5: Uso doméstico de biomasa. Análisis de los sistemas. Criterios de selección.  
 Descripción de las actividades prácticas del tema 5:  
 Actividad práctica 1: Diseño de una instalación térmica doméstica alimentada con biomasa (2h)  
 Actividad práctica 2: Producción de frío partir de biomasa mediante sistemas de absorción (2h)

Denominación del tema 6: Otras formas de aprovechamiento de biomasa (1h)  
 Contenidos del tema 6: Biodigestión. Biocombustibles. Hidrógeno a partir de biomasa. Carbón activo.  
 Descripción de las actividades prácticas del tema 6:  
 Actividad práctica 1: Análisis equipos y parámetros característicos en el biodiesel y bioetanol (1h).  
 Actividad práctica 2: Diseño de una planta de biodigestión (1h)  
 Actividad práctica 3: Producción de carbón activo, caracterización y aplicaciones (2h)

Denominación del tema 7: Otras energías renovables  
 Contenidos del tema 7: Energía minihidráulica. Geotermia. Aerotermia  
 Descripción de las actividades prácticas del tema 7:  
 Actividad práctica 1: Diseño preliminar de instalación minihidráulica (1h).  
 Actividad práctica 2: Diseño preliminar de instalación de bomba de calor mediante geotermia/aerotermia (2h).

### Actividades formativas<sup>7</sup>

| Horas de trabajo del alumno por tema |       | Horas Gran grupo | Presentación de Trabajos | Actividades prácticas |     |     | Actividad de seguimiento | No presencial |
|--------------------------------------|-------|------------------|--------------------------|-----------------------|-----|-----|--------------------------|---------------|
| Tema                                 | Total |                  |                          | Lab                   | Ord | Sem |                          |               |
| 1                                    | 8     |                  |                          | 4                     |     |     |                          | 4             |
| 2                                    | 13    | 1                |                          | 4                     |     |     |                          | 6             |
| 3                                    | 10    | 1                |                          | 1                     |     |     |                          | 6             |
| 4                                    | 13    | 1                |                          | 4                     |     |     |                          | 4             |
| 5                                    | 11    | 1                |                          | 4                     |     |     |                          | 4             |
| 6                                    | 11    | 1                |                          | 4                     |     |     |                          | 4             |
| 7                                    | 9     |                  |                          | 3                     |     |     |                          | 6             |
| <b>Evaluación<sup>8</sup></b>        |       | 1                |                          |                       |     |     |                          | 6             |
| <b>Prueba Final</b>                  |       | 1                |                          |                       |     |     |                          | 5             |
| <b>TOTAL</b>                         |       | 75               | 6                        | 0                     | 24  | 0   | 0                        | 45            |

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).

<sup>7</sup> Esta tabla debe coincidir exactamente con lo establecido en la ficha 12c de la asignatura.

<sup>8</sup> Indicar el número total de horas de evaluación de esta asignatura.

PCH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)  
 LAB: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)  
 ORD: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (30 estudiantes)  
 SEM: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).  
 TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).  
 EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

### Metodologías docentes<sup>6</sup>

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

| Metodologías docentes   | Se indican con una "X" las utilizadas |
|---|---------------------------------------|
| 1. Clase magistral. Exposición de contenidos por parte del profesor.  | X                                     |
| 2. Seminario/Laboratorio: Sesiones de trabajo utilizando metodología basada en proyectos.   | X                                     |
| 3. Sesiones de trabajo en el aula para la resolución de ejercicios.   | X                                     |
| 4. Desarrollo de prácticas en espacios con equipamiento especializado (laboratorios, aulas de informática, trabajo de campo).   | X                                     |
| 5. Visitas técnicas a instalaciones.  | X                                     |
| 6. Desarrollo, redacción y análisis, individualmente o en grupo, de trabajos, memorias, ejercicios, problemas, y estudios de caso, sobre contenidos y técnicas, teóricos y prácticos, relacionados con la materia.  | X                                     |
| 7. Pruebas, exámenes, defensas de trabajos, prácticas, etc. Pudiendo ser orales o escritas e individuales o en grupo.   | X                                     |
| 8. Prácticas externas en empresas. Esta actividad es fundamental y obligatoria para los objetivos planteados en este Máster, dado su carácter eminentemente práctico.   |                                       |
| 9. Formación en TICs y desarrollo de habilidades comunicativas (orales, escritas, multimedia).  | X                                     |
| 10. Aprendizaje fuera del aula, basado en la vinculación entre formación académica y experiencias empresariales o profesionales.  | X                                     |
| 11. Aprendizaje supervisado y tutelado por el profesor para, a través de la interacción individual entre alumno y tutor, detectar posibles problemas del proceso formativo, conocer los resultados del aprendizaje fuera del escenario del aula y programar los procesos de trabajo del alumno en actividades no presenciales como memorias, trabajo fin de master, preparación de la defensa del mismo, etc. | X                                     |

### Resultados de aprendizaje<sup>6</sup>

Capacidad para aplicar los nuevos avances sobre tecnologías de energías renovables (fotovoltaica, termosolar, eólica, biomasa, geotermia, mini-hidráulica, etc.) en proyectos y en sistemas de gestión de energía para su integración en instalaciones industriales y edificios.

Capacidad para determinar y discutir los criterios técnicos y económicos de selección de los componentes eléctricos, mecánicos y de control en plantas fotovoltaicas, termosolares, eólica, de biomasa y otras energías renovables para su correcta selección.

Capacidad para describir los elementos integrantes de plantas de generación termosolar, eólica, de biomasa y otras energías renovables dimensionarlos con tecnología de actualidad para cubrir la demanda energética en proyecto real.

Capacidad para diseñar programas de mantenimiento de las instalaciones de generación con energías renovables y preparar informes del protocolo de mantenimiento y operación de las mismas.

Capacidad para diseñar medidas de mitigación del impacto medioambiental en instalaciones de generación con energías renovables para hacerlos compatibles con el entorno en el que están ubicadas.

Capacidad para programar el abastecimiento, almacenamiento y utilización del recurso biomásico en plantas de biomasa para garantizar la producción de energía.

### **Sistemas de evaluación<sup>6</sup>**

#### **Criterios de evaluación**

Identificar los parámetros de interés en la biomasa de cara a su posterior aprovechamiento en función del producto final deseado. CB6-CB10, CT1-CT13, CG3, CG5-CG10, CEG3-CEG7, CES2.

Conocer sistemas principales y funcionamiento de instalaciones termoeléctricas de biomasa. CB6-CB10, CT1-CT13, CG3, CG5-CG10, CEG3-CEG7, CES2.

Conocer las tecnologías de gasificación y su empleo en el caso de biomasa. CB6-CB10, CT1-CT13, CG3, CG5-CG10, CEG3-CEG7, CES2.

Ser capaz de realizar el análisis y dimensionado preliminar de instalaciones domésticas para generación de calor y frío a partir de biomasa. CB6-CB10, CT1-CT13, CG3, CG5-CG10, CEG3-CEG7, CES2.

Identificar otras tecnologías que permitan convertir la biomasa en productos de valor y vectores energéticos. CB6-CB10, CT1-CT13, CG3, CG5-CG10, CEG3-CEG7, CES2.

Realizar el dimensionado preliminar de otras instalaciones basadas en energías renovables como la minihidráulica, la geotermia o la aerotermia. CB6-CB10, CT1-CT13, CG3, CG5-CG10, CEG3-CEG7, CES2.

#### **Actividades de evaluación**

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

|  | <b>Rango establecido</b> | <b>Convocatoria ordinaria</b> | <b>Convocatoria extraordinaria</b> | <b>Evaluación global</b> |
|--|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1. Exámenes. Se realizará un examen parcial y un examen final donde se evaluarán los conocimientos planteados en la materia. Se considera la parte de evaluación fundamentalmente teórica.   | 0%-80%                   | 20                            | 20                                 | 20                       |
| 2. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos...). Se evaluarán los entregables relacionados con los proyectos planteados relacionados en la materia, de forma individual y en grupo. Se considera la parte de evaluación práctica. | 0%-80%                   | 70                            | 70                                 | 70                       |

|  |        |    |    |  |
|--|--------|----|----|--|
| 3. Asistencia y aprovechamiento, en las clases, prácticas y otras actividades presenciales. Se valorará la participación activa y positiva del estudiante en las actividades formativas de la materia. | 0%-20% | 10 | 10 |  |
|--|--------|----|----|--|

### **Descripción de las actividades de evaluación**

#### **AE1. PRUEBA ESCRITA**

Se realizará una prueba escrita en el período destinado para exámenes oficiales, teniendo una aportación a la nota final de la asignatura del 20% en la convocatoria ordinaria. En el **examen final teórico/práctico** debe obtenerse una calificación de al menos 4 sobre 10 para considerar el resto de actividades de evaluación.

#### **AE2. APROVECHAMIENTO DE SESIONES PRÁCTICAS EVALUADO MEDIANTE ENTREGABLES**

El alumno deberá preparar una memoria de los temas abordados en las sesiones prácticas. Esta actividad tendrá un peso de un 70% en la nota final del alumno, tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria, siendo por tanto RECUPERABLE.

#### **AE3. ASISTENCIA Y APROVECHAMIENTO**

La asistencia y participación en clases, seminarios y prácticas de laboratorio será valorada con un 10% de la calificación final. Esta actividad está clasificada como NO RECUPERABLE.

La asignatura puede ser superada en convocatoria extraordinaria ya que tanto el examen final como el/los trabajos pueden ser realizados en convocatoria extraordinaria y suponen el 90% de la calificación de la asignatura.

\* También se tendrá en cuenta en esta convocatoria la calificación obtenida en el resto de instrumentos de evaluación siempre que haya sido obtenida durante el curso, ya que son actividades no recuperables.

La **evaluación global** tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la E.II.II. Constará de las siguientes pruebas:

- Parte escrita: constará de un examen de carácter similar a la actividad AE1. En el **examen final teórico/práctico** debe obtenerse una calificación de al menos 4 sobre 10 para considerar el resto de actividades de evaluación. Esta parte tendrá un peso del 20% de la calificación final.

- Parte de memorias y trabajos propuestos: se propondrán una serie de cuestiones y ejercicios adicionales, relacionadas con los trabajos propuestos a lo largo de la asignatura. Se realizarán de manera escrita en el examen final. A esta parte se le asigna un 80% de la nota final.

### **Bibliografía (básica y complementaria)**

#### **Bibliografía Básica:**

Apuntes de la asignatura.

S. García Garrido, Centrales Termoeléctricas de biomasa. Ediciones Renovetec, 2020.

The handbook of biomass combustion and co-firing. Sjaak van Loo. Routledge. 2007  
Minicentrales Hidroeléctricas. IDAE. 2006  
Guía de la energía geotérmica. Guillermo Llopis, Vicente Rodrigo. Dirección General de Industria, Energía y Minas.

### Otros recursos y materiales docentes complementarios

[www.agenex.org](http://www.agenex.org). Agencia Extremeña de la Energía.  
[www.idae.es](http://www.idae.es). Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía  
[www.appa.es](http://www.appa.es). Asociación de productores de energías renovables  
[www.iea.org](http://www.iea.org). International Energy Agency  
[www.energiasrenovables.ciemat.es](http://www.energiasrenovables.ciemat.es) CIEMAT, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas