

## 25222 - Tecnologías limpias. Energías renovables

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2022/23

**Asignatura:** 25222 - Tecnologías limpias. Energías renovables

**Centro académico:** 201 - Escuela Politécnica Superior

**Titulación:** 571 - Graduado en Ciencias Ambientales

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 3

**Periodo de impartición:** Segundo cuatrimestre

**Clase de asignatura:** Obligatoria

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

Se pretende introducir al alumnado en la problemática energética para que, durante el ejercicio de su futura actividad profesional, sea capaz de identificar (y en algunos casos, cuantificar) los efectos ambientales inherentes a una tecnología energética concreta. A su vez, también se pretende que el alumnado sea capaz de comparar alternativas tecnológicas y proponer medidas correctoras para reducir el impacto ambiental y/o mejorar la eficiencia de un determinado sistema de transformación energética.

Para alcanzar los objetivos planteados, se programarán actividades de aprendizaje que tratarán los contenidos siguientes: contexto y planificación energética, efectos ambientales de los sistemas de generación de energía a partir de recursos fósiles y renovables, y estrategias orientadas a la mejora de la eficiencia energética de los sistemas de transformación.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>) y determinadas metas concretas:

- **OBJETIVO 4:** Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.
  - *Meta 4.7 De aquí a 2030, asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible.*
- **OBJETIVO 7:** Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna.
  - *Meta 7.2 De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas.*

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Tecnologías Limpias. Energías Renovables se sirve básicamente de las siguientes asignaturas correspondientes al 1<sup>er</sup> y 2<sup>o</sup> curso del Grado: Bases Químicas, Fundamentos Matemáticos, Bases Físicas, Medio Ambiente y Sostenibilidad, Meteorología y Climatología, y Bases de la Ingeniería Ambiental. En esta última, el alumnado ya ha tratado problemas de balances de materia y energía con y sin reacción química, que es una herramienta muy importante a la hora de estimar las emisiones de contaminantes en procesos térmicos. Además, los contenidos de la misma están estrechamente relacionados con otras asignaturas obligatorias: Contaminación Atmosférica (en la que se estudia la dispersión de los contaminantes generados en los procesos

de transformación energética, entre otros) y Gestión, Tratamiento y Recuperación de Residuos (ya que una de las posibles vías de valorización de residuos es la aplicación de procesos térmicos de combustión o gasificación). Por último, la presente asignatura aporta conocimientos y destrezas que serán útiles a la hora de cursar la asignatura Evaluación del Impacto Ambiental y a la hora de realizar el Trabajo Fin de Grado.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Disponer de conocimientos de Matemáticas, Física, Química, Meteorología e Ingeniería Ambiental ayudará al alumnado a realizar un seguimiento más cómodo de la asignatura. En consecuencia, es recomendable que el alumnado haya cursado y superado las asignaturas previas siguientes: Bases Físicas del Medio Ambiente, Bases Químicas del Medio Ambiente, Fundamentos Matemáticos para el Estudio del Medio Ambiente, Meteorología y Climatología, y Bases de la Ingeniería Ambiental.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

**Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para:**

#### Competencias generales

- **CG 1:** comprender y dominar los conocimientos fundamentales del área de estudio y la capacidad de aplicación de esos conocimientos fundamentales a las tareas específicas de un profesional del medio ambiente.
- **CG 2:** comunicar y argumentar, oralmente y por escrito, posiciones y conclusiones a públicos especializados o de divulgación e informar a públicos no especializados.
- **CG 3:** resolver problemas mediante la interpretación y el análisis de los datos y evidencias relevantes, la emisión de evaluaciones, juicios, reflexiones y diagnósticos pertinentes, con la consideración apropiada de los aspectos científicos, éticos o sociales.
- **CG 4:** Tomar decisiones de manera consecuente.
- **CG 5:** razonar críticamente mediante análisis, síntesis y evaluación.
- **CG 6:** aplicar los conocimientos teóricos al análisis de situaciones.
- **CG 7:** dominar aplicaciones informáticas relativas al ámbito de estudio, así como utilizar internet adecuadamente como medio de comunicación y fuente de información.
- **CG 8:** organizar y planificar autónomamente la carga de trabajo y la gestión de la información.
- **CG 9:** trabajar en equipo, en particular en equipos de naturaleza interdisciplinar e internacional característicos del trabajo en este campo.
- **CG 10:** liderar y organizar equipos de trabajo, así como desarrollar habilidades fundamentales de relación interpersonal.
- **CG 13:** aprender de manera autónoma y ser capaz de autoevaluarse.

#### Competencias específicas

- **CE 2:** saber realizar un análisis multidisciplinar de los indicadores y evidencias de un problema o situación ambiental, con capacidad de interpretación cualitativa y cuantitativa de datos procedentes de especialidades diversas, capacidad de relación del análisis con los modelos teóricos y conciencia de las dimensiones temporales y espaciales de los procesos ambientales implicados.
- **CE 3:** dominar los procedimientos, lenguajes y técnicas necesarios para la interpretación, el análisis y la evaluación del medio. Ello implica el conocimiento, entre otros, de fundamentos matemáticos y bases de la ingeniería ambiental.
- **CE 6:** establecer prospectivamente un escenario de evolución futura de una situación actual diagnosticada y proponer las medidas correctivas pertinentes.
- **CE 7:** elaborar y presentar los informes correspondientes al diagnóstico realizado.
- **CE 9:** dominar los criterios, normativas, procedimientos y técnicas de los sistemas de gestión medioambiental y de calidad. Ello incluye la capacidad para la optimización energética con utilización de tecnologías limpias y renovables, así como la gestión de la calidad del aire y depuración de emisiones atmosféricas.

### 2.2. Resultados de aprendizaje

## El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes

### resultados:

1. Es capaz de identificar los aspectos más importantes relativos a la problemática energética y concretar los problemas ambientales propios de cada tecnología energética estudiada.
2. Es capaz de identificar las variables de operación que más afectan al proceso de combustión de carbón (o biomasa) y de sintetizar las características más importantes de las distintas tipologías de combustores.
3. Es capaz de resolver cuestiones o problemas relativos a la emisión de gases contaminantes ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , etc) que tienen lugar en un proceso de conversión térmica.
4. Es capaz de analizar y evaluar la información sobre distintos sistemas energéticos teniendo en cuenta la situación geográfica.
5. Es capaz de dimensionar procesos de generación de energía a partir de recursos fósiles y renovables, y de plantear estrategias de eficiencia energética de dichos procesos.
6. Es capaz de elaborar y exponer oralmente los informes correspondientes a los trabajos asignados en régimen colaborativo.

Los resultados de aprendizaje 1 a 6 están alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 4 y 7, indicados en los objetivos de la asignatura. Al superar los resultados de aprendizaje indicados el alumnado habrá adquirido los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible en relación al aumento considerable de la proporción de energía renovable en el conjunto de las fuentes energéticas.

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

Las competencias adquiridas en el conjunto de las asignaturas del Módulo 2 (Evaluación ambiental), al que pertenece Tecnologías Limpias, capacita al estudiante para el perfil profesional de evaluación ambiental, con un ámbito de inserción laboral centrado en la consultoría y la evaluación de impacto ambiental y de riesgos naturales. Este perfil profesional es competente en la elaboración de trabajos, estudios, informes y asistencias técnicas en general; que suelen responder a la necesidad de cumplir con las normativas existentes en materia medioambiental.

Por otra parte, el fortalecimiento de ciertas competencias genéricas o transversales (capacidad de análisis y síntesis, comunicación oral y escrita, habilidades de gestión de la información, trabajo en equipo, destreza en la utilización de las TIC, capacidad de aprendizaje autónomo y habilidades de compromiso personal) contribuirán, junto con el resto de asignaturas, a la formación integral de futuros Graduados en Ciencias Ambientales.

## 3. Evaluación

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**NOTA:** La asignatura se evaluará mediante el sistema de prueba global, aunque se ofrece al estudiantado la posibilidad de ser evaluado parcialmente del trabajo en régimen cooperativo (actividad 2), con anterioridad a la fecha establecida para la prueba global (según el calendario de exámenes aprobado por la Junta de Escuela).

1. **Prueba escrita de evaluación**, que constará de dos partes: teoría y práctica, de acuerdo a los contenidos del programa. La prueba de teoría consistirá en la formulación de varias cuestiones de tipo test (respuesta simple). Por su parte, la prueba práctica consistirá en la resolución de dos problemas (según pautas y formatos seguidos en las sesiones de problemas). La calificación de la prueba escrita se determinará como la media ponderada de las calificaciones obtenidas en las pruebas de teoría (40%) y práctica (60%). Para poder promediar las dos partes, se requerirá un mínimo de 3 (sobre 10) en cada una de ellas. A su vez, la calificación de la prueba escrita no podrá ser inferior a 4 puntos (sobre 10) para poder ser compensada por el resto de las actividades objeto de evaluación. La superación de la prueba escrita acreditará en parte el logro de los resultados de aprendizaje 1, 2, 3 y 5. Asimismo, la superación de la prueba escrita por parte del alumnado acreditará la adquisición de ciertos conocimientos teóricos y prácticos necesarios para la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 4 y 7. **La calificación de la prueba escrita supondrá el 70% de la calificación final de la asignatura.** Asimismo, se podrá mantener la calificación de una de las dos partes de la prueba escrita hasta la 2ª convocatoria (del mismo curso académico), siempre y cuando esta calificación sea igual o superior a 5 puntos (sobre 10).
2. **Memoria escrita y presentación oral correspondiente a un trabajo que se realizará a lo largo del**

**curso en régimen colaborativo** (grupos de 3 alumnos). El trabajo podrá presentarse oralmente en horario presencial, es decir, en una fecha anterior a la convocatoria oficial (que será en horario de sesiones de problemas). La calificación de cada uno de los trabajos se determinará en función de la calidad de la memoria escrita y de la presentación oral (que realizará un miembro del grupo elegido al azar por el equipo docente unos minutos antes de la presentación). La calificación se calculará teniendo en cuenta los pesos siguientes: 50% contenidos, 30% presentación y defensa, y 20% aspectos formales del trabajo. La superación de esta prueba acreditará el logro de los resultados de aprendizaje 1-6. El profesorado calificará el trabajo con una nota global para todo el grupo (cuyo valor máximo será  $10n$ , siendo  $n$  el número de integrantes del grupo). Los propios integrantes del grupo en cuestión deberán asignarse su calificación individual, respetando que el sumatorio de las notas individuales sea igual a la nota global del grupo. De este modo, se obliga al alumnado a autoevaluarse y a evaluar la tarea de sus compañeros. La calificación obtenida en esta prueba no podrá ser inferior a 4 puntos (sobre 10) para poder ser compensada por el resto de las actividades objeto de evaluación. **La calificación obtenida en esta actividad supondrá el 30% de la calificación final de la asignatura** y se mantendrá para las convocatorias del mismo curso académico (2ª convocatoria), siempre y cuando esta calificación sea igual o superior a 5 puntos (sobre 10). Esta actividad es útil para evaluar la consecución de las competencias ligadas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible 4 y 7. Concretamente, se evaluarán los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos por parte del alumnado para promover el desarrollo sostenible en relación al aumento considerable de la proporción de energía renovable en el conjunto de las fuentes energéticas.

En el caso de que alguna de las calificaciones (prueba escrita ó trabajo) sea inferior a 4 puntos, la **calificación final** se obtendrá de la manera siguiente:

1. Si  $CF \geq 4$ , la calificación final será de Suspenso (4,0).
2. Si  $CF < 4$ , la calificación final será: Suspenso (CF)

Pruebas para estudiantes no evaluados en la actividad 2 que se presenten en primera o segunda convocatoria.

Aquellos estudiantes que no hayan sido evaluados de la actividad 2, y se presenten a la prueba escrita, ya sea en primera o segunda convocatoria, podrán:

- Entregar una memoria correspondiente a un trabajo, cuya temática se elegirá de entre una serie de propuestas que se plantearán al inicio del curso, y realizar la correspondiente presentación oral. El trabajo deberá realizarse en grupos de un mínimo de 2 integrantes. En casos justificados, se aceptarán trabajos individuales. La presentación de la memoria se realizará a través de Moodle en la fecha de la convocatoria oficial y la exposición oral se llevará a cabo el mismo día.

La calificación final de la asignatura se determinará con los mismos pesos atribuidos a cada actividad de evaluación: 70% (prueba escrita) y 30% (trabajo). Para poder promediar las calificaciones obtenidas en las distintas actividades de evaluación será necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos (sobre 10) en cada una de ellas.

Tasas de éxito en cursos anteriores

2018/19	2019/20	2020/21
64,29%	64,29%	63,41%

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

1. La **lección magistral participativa** será el método utilizado durante el desarrollo de las **clases teóricas**. Con este método, se pretende fomentar la participación activa del alumnado mediante la formulación de cuestiones y/o ejercicios que ayuden a romper el ritmo monótono de las sesiones. Las clases de teoría se llevarán a cabo con el grupo completo. Durante el desarrollo de las clases teóricas, se hará hincapié en relacionar los temas abordados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 4 y 7.
2. En las **sesiones prácticas de resolución de problemas** se plantearán y resolverán problemas relacionados con los contenidos teóricos. Durante el desarrollo de las mismas, se fomentará la participación del alumnado y el trabajo cooperativo.

3. La **visita técnica** servirá para que el alumnado adquiriera una visión práctica y real de los contenidos teóricos y prácticos realizados a lo largo del curso. Se contempla realizar una visita, que se realizaría una vez se hayan expuesto los contenidos temáticos correspondientes en las sesiones de clases teóricas.
4. Como **estudio y trabajo cooperativo**, se propondrá al alumnado la realización de un trabajo en el cual el alumnado mostrará las capacidades adquiridas durante la realización de la asignatura. Este trabajo se realizará en grupos de tres integrantes. Se ofertará la posibilidad que el trabajo sirva como base para los futuros trabajos a realizar en el marco de aquellas asignaturas obligatorias de cuarto curso que programen esta modalidad de aprendizaje.

## 4.2. Actividades de aprendizaje

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades:**

- **Clases teóricas.** Actividad presencial en la cual se desarrollarán los contenidos de los temas propuestos. La duración total de esta actividad a lo largo del curso será de 30 horas (15 sesiones).
- **Sesiones prácticas.** Actividad presencial en la cual se resolverán problemas relacionados con los contenidos de la asignatura, se definirá el trabajo en régimen cooperativo a realizar y se llevará la presentación de los mismos. Se llevarán a cabo en el aula informática, en grupos de 20 alumnos, con una dedicación total de 20 horas (10 sesiones de 2 horas).
- **Visita técnica.** Actividad presencial que contempla la visita a una instalación de transformación y/o generación de energía, o bien, a algún organismo de investigación relacionado con las energías renovables y la eficiencia energética.
- **Estudio y trabajo cooperativo.** Esta actividad no presencial se centrará en la realización del trabajo, que se llevará a cabo en grupos de tres integrantes. También se llevarán a cabo dos sesiones presenciales (de 2 h de duración por sesión) para el seguimiento del trabajo a lo largo del curso.
- **Estudio y trabajo autónomo.** Durante esta actividad no presencial, el alumnado se dedicará al estudio personal. Esta modalidad también incluye la participación del estudiante en actividades propias de la página Web de la asignatura en moodle, tales como la realización de ejercicios y cuestionarios, así como la interacción con otros estudiantes para consultas y/o intercambios de información.
- **Tutorías.** Podrán ser presenciales (en el despacho del profesor) o virtuales (mediante el uso de la plataforma moodle). Las tutorías podrán ser individuales (relacionadas con el estudio y trabajo autónomo) o en grupo (para los trabajos dirigidos a realizar por grupos de tres integrantes).

## 4.3. Programa

### **Programa de teoría**

1. **Introducción:** conceptos básicos de energía, contexto energético actual y planificación energética.
2. **Energía Solar Fotovoltaica:** los semiconductores, el panel fotovoltaico, subsistemas de acumulación, regulación y adaptación de potencia, dimensionado de sistemas fotovoltaicos.
3. **Energía Solar Térmica:** aplicaciones de la energía solar térmica, colectores cilindro-parabólicos, parámetros característicos, centrales solares de torre.
4. **Energía Eólica:** recursos eólicos, potencia producida por un aerogenerador, máquinas eólicas, componentes de un aerogenerador, aplicaciones e impacto ambiental.
5. **Mecanismos de transmisión de calor (TC):** coeficiente global de TC, intercambiadores de calor, cuantificación de pérdidas de calor.
6. **Energía y cambio climático:** emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)
7. **Generación de energía a partir de recursos fósiles:** combustión de carbón, tipos de combustores, ciclos de vapor y ciclos combinados, control de emisiones de contaminantes, tecnologías limpias del carbón.
8. **La biomasa como fuente de energía renovable:** conversión térmica (combustión, pirólisis y gasificación), biocombustibles.

### **Programa de prácticas**

Se realizarán 10 sesiones de problemas y/o casos prácticos en aula informática.

#### 4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Se estima que un estudiante medio debe dedicar a esta asignatura, de 6 ECTS, un total de 150 horas que deben englobar tanto las actividades presenciales como las no presenciales. La dedicación a la misma debe procurarse que se reparta de forma equilibrada a lo largo del semestre. A continuación se presenta el calendario previsto de la asignatura:

Semana	Clases de Teoría	Sesiones prácticas	Otras actividades
1	2 h	Trabajo cooperativo (2 h)	
2	4 h	Sesión 1 (2 h)	
3	4 h	Sesión 2 (2 h)	
4	4 h	Sesión 3 (2 h)	
5	2 h	Sesión 4 (2 h)	
6	2 h	Sesión 5 (2 h)	
7	2 h	Trabajo cooperativo (2 h)	
8	2 h		
9	2 h	Sesión 6 (2 h)	
10	Semana Santa		
11	2 h	Sesión 7 (2 h)	
12	2 h	Sesión 8 (2 h)	
13		Sesión 9 (2 h)	
14	2 h	Sesión 10 (2 h)	Visita técnica (3 h)
15			Presentación trabajos (6 h; 15 min p grupo)

#### Volumen de trabajo

La propuesta de la distribución de la carga de trabajo del alumnado se presenta en la tabla siguiente:

Actividad	Horas presenciales	Factor	Horas no presenciales
Clases teóricas	30	1,5	45
Sesiones prácticas	20	1,25	25
Realización del trabajo en régimen cooperativo	4	-	20
Visitas técnicas	3	-	-
Evaluación	3		
HORAS TOTALES	60		90
<b>CARGA DE TRABAJO TOTAL</b>	<b>150 horas</b>		

#### 4.5. Bibliografía y recursos recomendados

- BB** Çengel, Yunus A. Termodinámica / Yunus A. Çengel, Michael A. Boles ; revisión técnica, Sofía Faddeeva Sknarin. 6ª ed. Mexico [etc.] : McGraw-Hill Interamericana, cop. 2009
- BC** Cengel, Yunus A. Transferencia de calor y masa : un enfoque práctico / Yunus A. Cengel ; revisor técnico Sofía Faddeeva. 3ª ed. México D.F. : McGraw-Hill Interamericana, cop. 2007
- BC** González Velasco, Jaime. Energías renovables / Jaime González Velasco. Barcelona [etc.] : Reverté, D.L. 2009
- BC** Quaschnig, Volker. Understanding Renewable Energy Systems / Volker Quaschnig. 1st. ed. repr. London : Earthscan, 2005 (reimp. 2010)
- BC** Twidell, John. Renewable energy resources / John Twidell and Tony Weir. 2nd ed. reimp. London ; New York : Taylor & Francis, 2006 (reimp. 2009)

#### LISTADO DE URLs:

Comisión Europea (energía)  
[\[https://ec.europa.eu/info/policies/energy\\_es\]](https://ec.europa.eu/info/policies/energy_es)

Comisión Europea (portal energía)  
[\[https://ec.europa.eu/info/policies/energy\\_es\]](https://ec.europa.eu/info/policies/energy_es)

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE  
[\[https://www.idae.es/\]](https://www.idae.es/)

National Renewable Energy Laboratory, NREL  
[\[http://www.nrel.gov/\]](http://www.nrel.gov/)

Página de la Comisión Europea sobre política energética  
[\[https://ec.europa.eu/info/policies/energy\\_es\]](https://ec.europa.eu/info/policies/energy_es)

Portal de las Energías Renovables, CIEMAT  
[\[http://www.ciemat.es/\]](http://www.ciemat.es/)

La bibliografía actualizada de la asignatura se consulta a través de la página web:  
<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=25222>