

# **Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado**

## **Máster Universitario en Energías Renovables**

**GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA (ESCENARIO 1):**

**Tecnología Solar Térmica y Termoeléctrica  
(2021 - 2022)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

<b>Asignatura: Tecnología Solar Térmica y Termoeléctrica</b>	<b>Código: 835922105</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Centro: <b>Escuela de Doctorado y Estudios de Postgrado</b></li><li>- Lugar de impartición: <b>Facultad de Ciencias. Sección de Física</b></li><li>- Titulación: <b>Máster Universitario en Energías Renovables</b></li><li>- Plan de Estudios: <b>2018 (Publicado en 2018-06-04)</b></li><li>- Rama de conocimiento: <b>Ingeniería y Arquitectura</b></li><li>- Itinerario / Intensificación:</li><li>- Departamento/s: <b>Ingeniería Industrial</b></li><li>- Área/s de conocimiento: <b>Ingeniería Mecánica</b> <b>Máquinas y Motores Térmicos</b></li><li>- Curso: <b>2</b></li><li>- Carácter: <b>Obligatorio</b></li><li>- Duración: <b>Primer cuatrimestre</b></li><li>- Créditos ECTS: <b>3,0</b></li><li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li><li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li><li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li><li>- Idioma: <b>Castellano e Inglés (0,15 ECTS en Inglés)</b></li></ul>	

## 2. Requisitos para cursar la asignatura

No

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

<b>Profesor/a Coordinador/a: AGUSTIN MANUEL DELGADO TORRES</b>
- Grupo: <b>1, PA101, TU101</b>
<b>General</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre: <b>AGUSTIN MANUEL</b></li><li>- Apellido: <b>DELGADO TORRES</b></li><li>- Departamento: <b>Ingeniería Industrial</b></li><li>- Área de conocimiento: <b>Máquinas y Motores Térmicos</b></li></ul>

**Contacto**

- Teléfono 1: **922 316502 Ext.6045**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **amdelga@ull.es**
- Correo alternativo:
- Web: **<http://www.campusvirtual.ull.es>**

**Tutorías primer cuatrimestre:**

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	09:00	11:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	P2.087
Todo el cuatrimestre		Miércoles	09:00	13:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	P2.087

Observaciones: Las tutorías se imparten en el despacho P2.087 del Módulo B de la ESIT. También es posible ser atendido por el profesor fuera de los días y horarios indicados si bien para ello debe acordarse previamente la cita a través del correo electrónico.

**Tutorías segundo cuatrimestre:**

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	11:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	P2.087
Todo el cuatrimestre		Jueves	11:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	P2.087

Observaciones: Las tutorías se imparten en el despacho P2.087 del Módulo B de la ESIT. También es posible ser atendido por el profesor fuera de los días y horarios indicados si bien para ello debe acordarse previamente la cita a través del correo electrónico.

#### 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Obligatoria**  
Perfil profesional:

#### 5. Competencias

##### Competencias Generales

- G1** - Dominar el lenguaje científico-técnico de las energías renovables, y los conocimientos y razones últimas que lo sustentan a públicos especializados y no especializado de una forma clara y sin ambigüedades
- G2** - Realizar investigación y desarrollo de forma independiente en el ámbito de las energías renovables
- G3** - Trabajar en equipos multidisciplinares y/o internacionales en el ámbito de las energías renovables, empleando herramientas colaborativas

##### Competencias Básicas

- CB6** - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
- CB7** - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
- CB8** - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
- CB9** - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
- CB10** - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

##### Competencias Específicas

- E1** - Evaluar las ventajas e inconvenientes de cada una de las distintas fuentes de energía renovable.
- E6** - Aplicar los aspectos legislativos y fiscales que afectan al sector energético.

#### 6. Contenidos de la asignatura

##### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

Contenidos genéricos:

TÉRMICA: sistemas de alta, media y baja temperatura, panel solar térmico (fabricación, curvas de rendimiento, tipos, normas de ensayo), sistemas solares térmicos para ACS, balance energético y rendimiento del colector, circuito primario y secundario, producción de frío solar, control, operación y mantenimiento, normativa, aplicaciones, retribuciones, evaluación de impacto ambiental, costes;

TERMOELÉCTRICA: tecnologías cilindro-parabólica, de torre, de disco y Fresnel, componentes e instalaciones, bloque de potencia, retribuciones, evaluación de impacto ambiental. sistemas híbridos con gas natural.

ALMACENAMIENTO TÉRMICO: agua, hielo, cambio de fase, ciclos termoquímicos. prácticas de laboratorio.

Temario

Tema 1. Tecnología de captadores solares térmicos estáticos y de concentración.

Tema 2. Instalaciones solares térmicas. Producción de ACS y frío solar. Normativa e impacto ambiental.

Tema 3. Tecnología solar termoeléctrica. Estado actual, normativa e impacto ambiental. Tipos de centrales. Ciclo de potencia. Almacenamiento térmico. Hibridación.

Tema 4. Almacenamiento térmico en instalaciones solares térmicas y termoeléctricas.

Práctica: Simulación de una instalación solar térmica y termoeléctrica.

#### Actividades a desarrollar en otro idioma

- Informes y trabajos

- Lecturas obligatorias de artículos de interés proporcionados por el profesor

## 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

### Descripción

La docencia de la asignatura se desarrollará en condiciones de presencialidad adaptada. Esto significa que la docencia se impartirá de manera presencial en las aulas con los horarios establecidos, pero estando el aforo limitado. Por este motivo, **para realizar el seguimiento de la asignatura será necesario también un dispositivo con conexión a internet (que posea cámara y micrófono) con el objetivo de visualizar las clases por videoconferencia y/o vídeos explicativos consecuencia de la limitación de los aforos si fuera el caso.**

La metodología a desarrollar en las clases teóricas o prácticas de aula consiste básicamente en la exposición de contenidos teóricos y la realización de problemas tipo de aplicación o casos prácticos de dichos contenidos. No obstante, dado el carácter aplicado de la asignatura, también se utilizará puntualmente una metodología en la que parte de los contenidos teóricos se irán exponiendo durante la resolución de un problema o caso práctico planteado. Según se avance en la asignatura, las clases expositivas se irán complementando con actividades más prácticas, como resolución de casos prácticos o ejemplos de aplicación concretos.

Finalmente, el desarrollo de la asignatura se complementa y apoya mediante un aula virtual en la se dispone de material relativo a cada uno de los temas de la asignatura.

### Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	20,00	0,00	20,0	[E6], [E1], [CB10 ], [CB9], [CB8 ], [CB7], [CB6 ], [G2], [G1]

Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	2,00	0,00	2,0	[E6], [E1], [CB10 ], [CB8 ], [CB6 ], [G3], [G2], [G1]
Realización de trabajos (individual/grupal)	2,00	0,00	2,0	[E6], [E1], [CB10 ], [CB9], [CB8 ], [CB7], [CB6 ], [G3], [G2], [G1]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	17,00	17,0	[E6], [E1], [CB10 ], [CB9], [CB8 ], [CB6 ], [G2]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	7,00	7,0	[E6], [E1], [CB10 ], [CB7], [CB6 ], [G2], [G1]
Preparación de exámenes	0,00	9,00	9,0	[E6], [E1], [CB10 ], [CB9], [CB8 ], [CB7], [CB6 ], [G3], [G2], [G1]
Realización de exámenes	3,00	0,00	3,0	[E6], [E1], [CB10 ], [CB9], [CB8 ], [CB7], [CB6 ], [G3], [G2], [G1]
Asistencia a tutorías	3,00	0,00	3,0	[E6], [E1], [CB10 ], [CB8 ], [CB6 ], [G3], [G2], [G1]
Preparación de trabajos	0,00	12,00	12,0	[E6], [E1], [CB7], [G3], [G2], [G1]
Total horas	30,00	45,00	75,00	
		Total ECTS	3,00	

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

- .- John A. Duffie, William A. Beckman. Solar engineering of thermal processes. Editorial: New York [etc.] : John Wiley. ISBN: 0-471-51056-4. Disponible a través del Punto Q del Servicio de Biblioteca.
- .- Soteris A. Kalogirou. Solar Energy Engineering. Editorial: Academic Press. ISBN: 978-0-12-397256-9. 2013. Disponible a través del Punto Q del Servicio de Biblioteca.
- .- D. Yogi Goswami, Frank Kreith, Jan F. Kreider. Principles of solar engineering. Editorial: Philadelphia, [etc.] : Taylor and Francis, 1999. ISBN: 1-56032-714-6.
- .- Rabl, Ari. Active solar collectors and their applications. Editorial: New York : Oxford University Press, 1985. ISBN: 0195035461. Disponible a través del Punto Q del Servicio de Biblioteca.

### Bibliografía Complementaria

- Peuser, Felix A. Solar thermal systems: successful planning and construction. Editorial: Berlin: Solarpraxis, 2002. ISBN: 3934595243. German Solar Energy Society (DGS).
- Planning and installing solar thermal systems: a guide for installers, architects, and engineers. Editorial: London ; Sterling, VA : Earthscan, cop. 2005. ISBN: 1-84407-125-1.

#### Otros Recursos

- Mapa Solar de Canarias
- Base de datos meteorológicos Meteonorm.
- Libro web sobre energía solar: Power From the Sun ([www.powerfromthesun.net](http://www.powerfromthesun.net))

## 9. Sistema de evaluación y calificación

### Descripción

La evaluación de la asignatura se llevará a cabo según el Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna, o el reglamento vigente en cada momento.

La **EVALUACIÓN CONTINUA** del alumnado se realizará de acuerdo a los siguientes apartados:

Por norma general la evaluación será continua, para lo cual el alumnado deberá acreditar al menos un 80% de asistencia a las clases y la realización del 100% de las actividades programadas e incluyendo las pruebas finales programadas para el final del cuatrimestre.

La evaluación final se realizará de acuerdo a los siguientes porcentajes:

- C1 Trabajos y proyectos: 40%.
- C2 Actividades en el aula de docencia virtual: 20%
- C3 Examen final: 40%
  - o C3.1 Cuestionario tipo test: 20%.
  - o C3.2 Problemas y/o casos prácticos: 20%.

La evaluación de los trabajos y proyectos se hará mediante la realización de uno o varios informes por parte del alumnado, en inglés al menos en un 50% (podrá elevarse al 100% a criterio del profesor) en el que profundice en relación a los contenidos impartidos por el profesor dentro de la asignatura. El informe podrá ser sometido a exposición por parte del alumnado, y preferentemente en inglés (a criterio del profesor).

Un 20% de la calificación final se asignará en función de la participación y realización de distintas actividades a través Unidad de Docencia Virtual dentro del proceso de evaluación continua. Si el alumnado no participa en la evaluación continua, dicho 20% se sumará al porcentaje de la calificación final que supone el examen tipo test, de forma que éste alcanzará el 40% de la calificación final.

Para poder superar la asignatura será necesario contestar correctamente, al menos, 2/3 de las preguntas del apartado C3.1

y obtener al menos una calificación de 3.5 sobre 10 en el apartado C3.2.

#### **EVALUACIÓN ALTERNATIVA** a la continua.

El alumnado tendrá derecho a una evaluación alternativa a la continua. La contribución a la calificación final de los diferentes apartados será la siguiente:

- A1 Trabajos y proyectos: 40%.
- A2 Examen final: 60%
  - o A3.1 Cuestionario tipo test: 40%.
  - o A3.2 Problemas y/o casos prácticos: 20%.

Los trabajos y proyectos deberán entregarse como plazo máximo el día del examen. La estructura del examen será la misma añadiendo una parte adicional en el examen tipo test correspondiente a las actividades de la docencia virtual. Los mínimos de puntuación establecidos en la evaluación alternativa para la parte A3.1 y A3.2 serán los mismos que los exigidos en la evaluación continua (2/3 de las preguntas tipo test y al menos un 3.5 sobre 10 en A3.2).

En el caso de que el alumnado quiera evaluarse de la asignatura durante el año académico en el que la misma no se imparte, al tratarse de un máster con carácter bienal, deberá comunicar mediante correo electrónico al profesor responsable que figure en de la guía docente, en un plazo no inferior a 7 días naturales anteriores a la fecha de la convocatoria a la que piensa y/o tiene la intención de presentarse. Se recuerda, además que en dichos años académicos la asignatura no tiene convocatoria en septiembre.

#### **CONVOCATORIAS EXTRAORDINARIAS (QUINTA Y SEXTA)**

Según el artículo 4.1 del REGLAMENTO DE EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA: "De conformidad con lo establecido en los Estatutos de la Universidad de La Laguna y su normativa de desarrollo, el alumnado que se encuentre en quinta o sexta convocatoria o convocatoria adicional de una determinada asignatura podrá renunciar a ser evaluado y calificado por un tribunal constituido al efecto. Dicha solicitud deberá realizarse con una antelación, al menos de diez días hábiles a la celebración del examen o en el plazo máximo que el calendario académico permita".

Con carácter general, la evaluación en estas convocatorias extraordinarias consistirá en la realización de un examen escrito sobre los CONOCIMIENTOS TEÓRICOS; un examen escrito y práctico para valorar los CONOCIMIENTOS PRÁCTICOS; y un examen escrito para evaluar OTROS CONOCIMIENTOS. Estos dos últimos exámenes sólo deberán realizarlos aquellos alumnos que hubieran obtenido una calificación inferior a 5 en la valoración continua realizada durante el curso. La ponderación de cada uno de ellos coincide con la descrita anteriormente.

#### **Estrategia Evaluativa**

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas objetivas	[E6], [E1], [CB7], [CB6] ]	Contestar un mínimo de 2/3 de las preguntas correctamente para poder superar el examen escrito. En Evaluación Alternativa su peso sería del 40%.	20,00 %

Pruebas de desarrollo	[E1], [CB10 ], [CB9], [CB7], [CB6 ], [G1]	Máxima calificación cuando los resultados de los cálculos sean correctos y la explicación del procedimiento de cálculo sea clara y precisa.	20,00 %
Trabajos y proyectos	[E6], [E1], [CB10 ], [CB9], [CB8 ], [CB7], [CB6 ], [G3], [G2], [G1]	Máxima calificación cuando sean entregados en los plazos establecidos, con los contenidos correctos y con el formato y presentación adecuado	40,00 %
Actividades en el aula de docencia virtual	[E6], [E1], [CB10 ], [CB8 ], [CB7], [CB6 ], [G3], [G2], [G1]	Máxima calificación cuando se presenten en tiempo y forma y se realicen correctamente todas las actividades. En Evaluación Alternativa representaría un 0%.	20,00 %

## 10. Resultados de Aprendizaje

En esta sección se enumeran los resultados del aprendizaje esperados en cada estudiante tras superar la asignatura conforme a lo establecido en la correspondiente Memoria de Verificación o Modificación del Título. De acuerdo con los anterior, el o la estudiante, una vez superada la asignatura, deberá ser capaz de:

-. Saber diseñar instalaciones solares térmicas y termoeléctricas.

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

### Descripción

El cronograma de la asignatura es orientativo

Primer cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	Tema 1. Tecnología de captadores solares térmicos estáticos y de concentración.	Clases teóricas y su estudio y preparación	2.00	2.00	4.00
Semana 2:	Tema 1. Tecnología de captadores solares térmicos estáticos y de concentración.	Clases teóricas y su estudio y preparación	2.00	2.00	4.00

Semana 3:	Tema 1. Tecnología de captadores solares térmicos estáticos y de concentración.	Clases teóricas y su estudio y preparación	2.00	2.00	4.00
Semana 4:	Tema 1. Tecnología de captadores solares térmicos estáticos y de concentración.	Clases teóricas y su estudio y preparación	2.00	2.00	4.00
Semana 5:	Tema 2. Instalaciones solares térmicas. Producción de ACS y frío solar. Normativa e impacto ambiental.	Clases teóricas y su estudio y preparación	2.00	2.00	4.00
Semana 6:	Tema 2. Instalaciones solares térmicas. Producción de ACS y frío solar. Normativa e impacto ambiental.	Clases teóricas y su estudio y preparación	2.00	2.00	4.00
Semana 7:	Tema 2. Instalaciones solares térmicas. Producción de ACS y frío solar. Normativa e impacto ambiental.	Clases teóricas y su estudio y preparación	2.00	2.00	4.00
Semana 8:	Tema 3. Tecnología solar termoeléctrica. Estado actual, normativa e impacto ambiental. Tipos de centrales. Ciclo de potencia. Almacenamiento térmico. Hibridación.	Clases teóricas y su estudio y preparación	2.00	2.00	4.00

Semana 9:	Tema 3. Tecnología solar termoeléctrica. Estado actual, normativa e impacto ambiental. Tipos de centrales. Ciclo de potencia. Almacenamiento térmico. Hibridación.	Clases teóricas y su estudio y preparación. Estudio y preparación de clase práctica	2.00	2.00	4.00
Semana 10:	Tema 3. Tecnología solar termoeléctrica. Estado actual, normativa e impacto ambiental. Tipos de centrales. Ciclo de potencia. Almacenamiento térmico. Hibridación.	Clase práctica y su estudio y preparación.	2.00	2.00	4.00
Semana 11:	Tema 3. Tecnología solar termoeléctrica. Estado actual, normativa e impacto ambiental. Tipos de centrales. Ciclo de potencia. Almacenamiento térmico. Hibridación.	Clases teóricas y su estudio y preparación. Preparación de trabajos.	2.00	4.00	6.00
Semana 12:	Tema 4. Almacenamiento térmico en instalaciones solares térmicas y termoeléctricas.	Clases teóricas y su estudio y preparación. Preparación de trabajos.	2.00	4.00	6.00
Semana 13:	Tema 4. Almacenamiento térmico en instalaciones solares térmicas y termoeléctricas.	Clases teóricas y su estudio y preparación. Preparación de trabajos.	1.00	4.00	5.00

Semana 14:	Tema 4. Almacenamiento térmico en instalaciones solares térmicas y termoeléctricas.	Clases teóricas y su estudio y preparación. Preparación de trabajos.	1.00	4.00	5.00
Semana 15:	Tema 4. Almacenamiento térmico en instalaciones solares térmicas y termoeléctricas.		1.00	5.00	6.00
Semana 16 a 18:		Preparación de exámenes, Evaluación y trabajo autónomo del alumnado (Preparación de exámenes).	3.00	4.00	7.00
Total			30.00	45.00	75.00