

Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado

Máster Universitario en Ingeniería Industrial

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :

**Tecnología de Sistemas de Energía Solar
(2022 - 2023)**

1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Tecnología de Sistemas de Energía Solar	Código: 335662394
<ul style="list-style-type: none">- Centro: Escuela de Doctorado y Estudios de Postgrado- Lugar de impartición: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología. Sección de Ingeniería Industrial- Titulación: Máster Universitario en Ingeniería Industrial- Plan de Estudios: 2017 (Publicado en 2017-07-31)- Rama de conocimiento: Ingeniería y Arquitectura- Itinerario / Intensificación:- Departamento/s: Ingeniería Industrial- Área/s de conocimiento: Ingeniería Eléctrica Máquinas y Motores Térmicos- Curso: 2- Carácter: Optativa- Duración: Segundo cuatrimestre- Créditos ECTS: 3,0- Modalidad de impartición: Presencial- Horario: Enlace al horario- Dirección web de la asignatura: http://www.campusvirtual.ull.es- Idioma: Castellano e Inglés (Decreto 168/2008: un 5% será impartido en Inglés)	

2. Requisitos para cursar la asignatura

No se han establecido

3. Profesorado que imparte la asignatura

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

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	12:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - Módulo B - AN.4A ESIT	P2.087
Todo el cuatrimestre		Jueves	09:00	12:00	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		Jueves	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. Cuando no le sea posible asistir en el horario establecido podrá ser atendido por el profesor fuera del mismo si bien para ello debe acordarse previamente la cita a través del correo electrónico.

Profesor/a: JULIAN MONEDERO ANDRES

- Grupo: **PA101, TU101, 1**

<p>General</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: JULIAN - Apellido: MONEDERO ANDRES - Departamento: Ingeniería Industrial - Área de conocimiento: Ingeniería Eléctrica 						
<p>Contacto</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teléfono 1: - Teléfono 2: - Correo electrónico: jmoneder@ull.es - Correo alternativo: jmoneder@ull.edu.es - Web: http://www.campusvirtual.ull.es 						
<p>Tutorías primer cuatrimestre:</p>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Miércoles	08:00	12:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P3.046
Todo el cuatrimestre		Miércoles	12:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P3.046
<p>Observaciones: Confirmar cita previamente por correo electrónico. Las tutorías pueden ser de forma presencial u online, "Las tutorías de los miércoles de 12:00 a 14:00, serán en línea. Para llevar a cabo la tutoría en línea, se hará uso del Google Meet, con la dirección del correo jmonedero@ull.edu.es". El lugar y horario de tutorías pueden sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma.</p>						
<p>Tutorías segundo cuatrimestre:</p>						
Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Miércoles	08:00	12:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P3.046
Todo el cuatrimestre		Miércoles	12:00	14:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P3.046

Observaciones: Confirmar cita previamente por correo electrónico. Las tutorías pueden ser de forma presencial u online, "Las tutorías de los miércoles de 12:00 a 14:00, serán en línea. Para llevar a cabo la tutoría en línea, se hará uso del Google Meet, con la dirección del correo jmonedero@ull.edu.es". El lugar y horario de tutorías pueden sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma.

4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Tecnología Electromecánica**
Perfil profesional: **Ingeniería Industrial**

5. Competencias

Específicas: Gestión y Organización Industrial

G8 - Capacidad para la gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación tecnológica.

Específicas: Instalaciones, plantas y construcciones complementarias

IP4 - Conocimiento y capacidades para proyectar y diseñar instalaciones eléctricas y de fluidos, iluminación, climatización y ventilación, ahorro y eficiencia energética, acústica, comunicaciones, domótica y edificios inteligentes e instalaciones de seguridad

IP7 - Conocimientos y capacidades para realizar certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes.

Específicas: Tecnologías industriales

T11 - Conocimiento y capacidad para el análisis y diseño de sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica.

T16 - Conocimientos y capacidades que permitan comprender, analizar, explotar y gestionar las distintas fuentes de energía.

Específicas: Tecnología electromecánica

TEM7 - Capacidad para el diseño de sistemas de energía solar.

Generales

CG1 - Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc

CG2 - Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos, instalaciones y plantas.

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.

6. Contenidos de la asignatura

Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

Bloque I: Recurso solar y energía solar térmica y termosolar

Profesor: Dr. Agustín M. Delgado Torres

Tema 1. Caracterización de recurso solar. Irradiancia solar directa y difusa. Medida y modelos para su estimación. Fuentes de información sobre el recurso solar.

Tema 2. Tecnología de captadores solares térmicos estáticos y de concentración.

Tema 3. Instalaciones solares térmicas: agua caliente sanitaria, climatización y refrigeración solar. Otras aplicaciones.

Tema 4. Tecnología solar termoeléctrica. Estado actual. Tipos de centrales. Ciclo de potencia. Almacenamiento térmico. Hibridación.

Bloque II: Instalaciones solares fotovoltaicas

Profesor: Julián Monedero Andrés

Tema 5.- Módulos fotovoltaicos. Componentes y fabricación de módulos fotovoltaicos. Caracterización del módulo fotovoltaico. Curvas I-V. Variaciones de la curva I-V. Eficiencia del módulo. Tipos de módulos fotovoltaicos. Normas de ensayo y homologación.

Tema 6.- Sistemas fotovoltaicos. Componentes del sistema. Sistemas autónomos y conectados a red (generación régimen especial, autoconsumo instantáneo y balance neto). Cálculo y dimensionado de sistemas fotovoltaicos. Sistemas de seguimiento solar. Sistemas de concentración fotovoltaicos. Acondicionamiento de potencia. Aplicaciones. Ejercicios Prácticos: Dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos en generación de régimen especial, autoconsumo instantáneo y balance neto.

Actividades a desarrollar en otro idioma

En cumplimiento de la normativa autonómica el 5% de las actividades docentes se impartirá en Inglés.

- Se utilizará documentación en inglés, cuyo uso que será necesario para responder a preguntas o resolver ejercicios, de manera escrita, que formen parte de la evaluación de la asignatura

7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

Descripción

La metodología presencial en el aula consiste básicamente en la exposición de contenidos teóricos en clases magistrales y la realización de problemas tipo de aplicación de esos 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 planteado. En paralelo a las clases de aula el alumno irá desarrollando el trabajo sobre el que tendrá que presentar un informe.

Finalmente, el desarrollo de la asignatura se complementa y apoya mediante un aula 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	15,00	0,00	15,0	[CB8], [CB6], [CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4], [G8]
Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	10,00	0,00	10,0	[CB10], [CB7], [CB6], [CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4]
Realización de seminarios u otras actividades complementarias	3,00	0,00	3,0	[CB10], [CB7], [CB6], [CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4]
Realización de trabajos (individual/grupal)	0,00	10,00	10,0	[CB10], [CB9], [CB7], [CB6], [CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	15,00	15,0	[CB10], [CB7], [CG2], [CG1], [IP7], [IP4]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	10,00	10,0	[CB10], [CB7], [CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4]

Preparación de exámenes	0,00	10,00	10,0	[CB10], [CB9], [CB7], [CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4]
Realización de exámenes	1,00	0,00	1,0	[CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4]
Asistencia a tutorías	1,00	0,00	1,0	[CB6], [CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4]
Total horas	30,00	45,00	75,00	
		Total ECTS	3,00	

8. Bibliografía / Recursos

Bibliografía Básica

- Material suministrado por el profesor.
- Duffie, J. A., Beckman, W. A. Solar Engineering of Thermal Processes. John Wiley and Sons. Disponible a través del Punto Q de la ULL: Safari Books Online y ProQuest ebrary .
- 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.
- Enrique Alcor Cabrerizo, Instalaciones solares fotovoltaicas, Edición: 3ª ed, Editorial: Sevilla : PROGENSA, 2002.
- Eduardo Lorenzo. Electricidad Solar. Ingeniería de los Sistemas Fotovoltaicos. Editorial: ProgenSA. ISBN 84 86505 45 3.
- José Javier García-Badell Lapetra, Cálculo de la Energía Solar. Editorial: Bellisco. ISBN 84 95279 72 X.

Bibliografía Complementaria

- Rabl, Ari. Active solar collectors and their applications. Editorial: New York : Oxford University Press, 1985. ISBN: 0195035461.
- Antonio Luque, Steve Hegedus. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering. Editorial: John Wiley & Sons Ltd. ISBN 0 471 49196 9

Otros Recursos

- Mapa Solar de Canarias
- Base de datos meteorológicos Meteonorm.
- Libro web sobre energía solar: Power From the Sun (www.powerfromthesun.net)
- PV GIS.
- System Advisor Model (SAM).

9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

SISTEMA DE EVALUACIÓN

El siguiente sistema de evaluación se rige por el Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna aprobado en Consejo de Gobierno el 21 de junio de 2022 (BOULL del 23 de junio de 2022), o el que la Universidad tenga vigente, además de por lo establecido en la Memoria de Modificación vigente de la titulación.

Conforme al Reglamento vigente en la asignatura se establecen dos modalidades de evaluación: continua y única.

EVALUACIÓN CONTINUA (EC)

Las actividades que forman la EC de la asignatura se detallan a continuación junto con sus ponderaciones sobre la calificación final de la asignatura:

- EC1. Trabajo en grupo relativo al Bloque I (Recurso solar y energía solar térmica y termosolar) sobre el que se tendrá que realizar un informe. Peso sobre la calificación final de la asignatura: 25%. En el informe se evaluarán dos aspectos: 1) la estructura formal del informe y presentación del documento, aspecto éste que representará un 30% de la calificación global del informe y 2) contenido del informe, el cual representará el 70% restante de la calificación global del informe. La calificación del informe podrá ser grupal o individual. El informe deberá ser entregado en torno a las semanas 8-9 del cuatrimestre. La no presentación a esta prueba contribuirá con una calificación de cero (0,0) al cálculo de la calificación final.

- EC2. Trabajo en grupo relativo al Bloque II (Instalaciones solares fotovoltaicas) sobre el que se tendrá que realizar un informe. Peso sobre la calificación final de la asignatura: 25%. En el informe se evaluarán dos aspectos: 1) la estructura formal del informe y presentación del documento, aspecto éste que representará un 30% de la calificación global del informe y 2) contenido del informe, el cual representará el 70% restante de la calificación global del informe. La calificación del informe será individual. El informe deberá ser entregado en torno a las semanas 12-13 del cuatrimestre. La no presentación a esta prueba contribuirá con una calificación de cero (0,0) al cálculo de la calificación final.

- EC3. Examen escrito sobre todos los contenidos tratados en clase de aula. Peso sobre la calificación final de la asignatura: 50%. Esta prueba se realizará en las fechas, horario y lugar establecidos previamente por el Centro dentro del periodo de exámenes de la primera convocatoria.

La primera convocatoria en la modalidad de evaluación continua de la asignatura quedará agotada desde el momento en que concurra cualquiera de las siguientes situaciones:

- Desde el momento en el que el/la estudiante haya entregado los informes relativos a EC1 y EC2 (ambos).
- Desde el momento en el que el/la estudiante se haya presentado a la actividad EC3.
- En cualquier caso, desde el momento en el que el/la estudiante se haya presentado a un conjunto de pruebas tal que su cómputo conjunto sobre la calificación global de la asignatura sea igual o superior al 50%.

Como requisito para proceder al cálculo de la calificación final de la asignatura en la modalidad de evaluación continua teniendo en cuenta las calificaciones de todas las actividades de evaluación (EC1, EC2, EC3) debe alcanzarse una calificación igual o superior a 3,0 en EC3.

Cuando el requisito anterior no se cumpla la calificación final de la asignatura será de Suspenso con una calificación numérica igual al valor de EC3.

Cuando el requisito anterior sí se cumpla se procederá al cálculo de la calificación final de la asignatura mediante el promedio ponderado correspondiente de las calificaciones de todas las actividades de EC. Si ese promedio ponderado es inferior a 5,0 la calificación de la asignatura será de Suspenso con una calificación numérica igual al valor de dicho promedio

ponderado.

La modalidad de evaluación continua (EC) se mantendrá en la segunda convocatoria, es decir, en la segunda convocatoria también será de aplicación la modalidad de evaluación continua, además de la única (EU). El alumnado que desee mantenerse en EC deberá comunicarlo al profesorado de la asignatura antes del inicio del periodo de exámenes de la segunda convocatoria.

EVALUACIÓN ÚNICA (EU) (de acuerdo al artículo 5 del Reglamento de Evaluación y Calificación)

La modalidad de EU será de aplicación a todo el alumnado en la segunda convocatoria de la asignatura. También podrá ser de aplicación en la primera convocatoria según lo previsto en los artículos 4.4, 5.4 y 5.5 del Reglamento de Evaluación y Calificación.

Las actividades que forman la EU de la asignatura se detallan a continuación junto con sus ponderaciones sobre la calificación final de la asignatura:

EU1. Examen escrito sobre todos los contenidos tratados en la asignatura. Peso sobre la calificación global de la asignatura: 100%.

Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas de desarrollo	[CB9], [CB7], [CB6], [CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4]	Se refiere al examen. Dominio de todos los contenidos tratados en la asignatura.	70,00 %
Trabajos y proyectos	[CB10], [CB9], [CB8], [CB6], [CG2], [CG1], [TEM7], [TI6], [TI1], [IP7], [IP4], [G8]	Se refiere a los trabajos de cada uno de los bloques. Se valorarán tanto aspectos formales del informe como sus contenidos.	30,00 %

10. Resultados de Aprendizaje

El alumno, una vez superada esta asignatura, deberá ser capaz de:

- RA1. Determinar la irradiancia solar directa y difusa y las irradiaciones asociadas en una determinada localización.
- RA2. Manejar modelos sencillos y fuentes de información para la estimación de la irradiancia solar.
- RA3. Describir los diferentes tipos de captadores solares térmicos.
- RA4. Determinar el rendimiento y la producción de un captador solar térmico.
- RA5. Describir una instalación solar térmica, dimensionarla y determinar sus parámetros más importantes.
- RA6. Describir los diferentes tipos de centrales solares termoeléctricas y su funcionamiento.
- RA7. Determinar los parámetros básicos de una central solar termoeléctrica.
- RA8. Comprender y conocer el vocabulario específico en el idioma inglés dentro del ámbito de la energía solar térmica
- RA9. Describir los diferentes tipos de módulos fotovoltaicos y su rendimiento.
- RA10. Dimensionar una instalación solar fotovoltaica.
- RA11. Identificar los diferentes tipos de instalaciones fotovoltaicas.
- RA12. Comprender y conocer el vocabulario específico en el idioma inglés dentro del ámbito de la energía solar fotovoltaica.

11. Cronograma / calendario de la asignatura

Descripción

La asignatura está compuesta por dos bloques bien diferenciados, el primero relativo a energía solar térmica y el segundo a energía solar fotovoltaica. Al inicio del primer de ellos se dedicará la primera semana a tratar los aspectos básicos de radiación solar con el objetivo de poder determinar la irradiancia y la irradiación solar sobre cualquier plano en el espacio. Este primer aspecto será posteriormente empleado en el resto del bloque I y también en el bloque II. A partir de ahí, las siguientes dos semanas se dedicarán a la descripción de los principales tipos de captadores solares térmicos y al cálculo de su producción y rendimiento. Hecho lo anterior, las cuatro semanas siguientes se dedicarán a describir las instalaciones solares térmicas más habituales. En cuanto al trabajo relativo a este bloque, será asignado durante la segunda semana del cuatrimestre. La estrategia dentro del bloque II de la asignatura es similar al anterior. Entre las semanas 8 y 10 se estudiarán los módulos fotovoltaicos y se asignará el trabajo a realizar sobre este bloque. El resto de semanas se dedicarán al estudio de instalaciones en las que se emplean éstos.

* La distribución de los temas por semana es orientativo, puede sufrir cambios según las necesidades de organización docente.

Segundo cuatrimestre

Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	Tema 1.	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación.	2.00	2.00	4.00
Semana 2:	Tema 2.	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Asignación de trabajos a realizar sobre el bloque I (EC1).	2.00	3.00	5.00
Semana 3:	Tema 2.	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Realización del trabajo relativo al bloque I.	2.00	3.00	5.00
Semana 4:	Tema 3.	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Realización del trabajo relativo al bloque I.	2.00	3.00	5.00
Semana 5:	Tema 3.	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Realización del trabajo relativo al bloque I.	2.00	3.00	5.00
Semana 6:	Tema 4.	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Realización del trabajo relativo al bloque I.	2.00	3.00	5.00

Semana 7:	Tema 4.	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Realización del trabajo relativo al bloque I.	2.00	3.00	5.00
Semana 8:	Tema 5	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Entrega trabajo asociado a EC1.	2.00	3.00	5.00
Semana 9:	Tema 5	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Asignación de trabajos a realizar sobre el bloque II (EC2).	2.00	3.00	5.00
Semana 10:	Tema 5	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Realización del trabajo relativo al bloque II.	2.00	3.00	5.00
Semana 11:	Tema 6	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Realización del trabajo relativo al bloque II.	2.00	3.00	5.00
Semana 12:	Tema 6	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Realización del trabajo relativo al bloque II.	2.00	3.00	5.00
Semana 13:	Tema 6	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Entrega del trabajo relativo al bloque II (EC2).	2.00	3.00	5.00
Semana 14:	Tema 6	Asistencia a clases teóricas y prácticas y su estudio y preparación. Realización del trabajo relativo al bloque II.	2.00	3.00	5.00
Semana 15:		Evaluación y trabajo autónomo del alumnado	2.00	4.00	6.00
Semana 16 a 18:			0.00	0.00	0.00
Total			30.00	45.00	75.00