



*Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos y de Ingeniería de Minas*


UPCT



Guía docente de la asignatura:

Energía Solar

Titulación: Grado en Ingeniería de Recursos Minerales y Energía

CSV:	H11xlosjYpClzEZ8ieoAfjdFp		Fecha:	16/01/2019 13:13:55	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/H11xlosjYpClzEZ8ieoAfjdFp		Página:	1/13	

1. Datos de la asignatura

Nombre	Energía Solar (Solar Energy)				
Materia*	Optativa				
Módulo*	Materias optativas (módulo V)				
Código	517109003				
Titulación	Grado en Ingeniería de Recursos Minerales y Energía				
Plan de estudios	2010				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y de Ingeniería de Minas				
Tipo	Optativa				
Periodo lectivo	Cuatrimestral	Cuatrimestre	2	Curso	4º
Idioma	Español-Inglés				
ECTS	3	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	90

* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	Francisco Javier Sánchez Velasco		
Departamento	Ingeniería Térmica y Fluidos		
Área de conocimiento	Máquinas y Motores Térmicos		
Ubicación del despacho	3ª Planta de ETSI Industriales Hospital de Marina. Despacho 3023.		
Teléfono	968 325 306	Fax	968 325 999
Correo electrónico	fjavier.sanchez@upct.es		
URL / WEB	www.upct.es/~ditf/mste/		
Horario de atención / Tutorías	Aula virtual		
Ubicación durante las tutorías	Despacho		

Perfil Docente e investigador	Doctor Ingeniero Industrial. Profesor Ayudante Doctor.
Experiencia docente	Docencia en el Área de Máquinas y Motores Térmicos y en Mecánica de Fluidos desde enero 2009
Líneas de Investigación	Ingeniería Térmica y de Fluidos.
Experiencia profesional	7 años de experiencia como Ingeniero Industrial en el campo de la energía y en centros de investigación del área de la energía.
Otros temas de interés	-

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura “Energía Solar” es una asignatura optativa que se imparte en el Grado en Ingeniería de Recursos Minerales y Energía. El perfil de los alumnos a los que va dirigida esta asignatura es para alumnos que tengan un especial interés en las fuentes de energía de origen renovable.

El objetivo de esta asignatura es obtener la formación necesaria relacionada con el aprovechamiento del recurso solar, su utilización desde el punto de vista térmico y fotovoltaico, su conversión en electricidad en el caso de térmica de alta temperatura y de fotovoltaica, los tipos de instalaciones asociadas y la normativa que llevan consigo. Los alumnos tras cursar la asignatura deben ser capaces de aplicar los conocimientos adquiridos para la realización de proyectos de aprovechamiento térmico y fotovoltaico de la energía solar y de esta forma afrontar y saber utilizar las competencias adquiridas por esta asignatura y en general por grado mencionado.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La asignatura capacita en un futuro a los alumnos en actuaciones profesionales tales como:

- Radiación solar.
- Geometría solar.
- Sistemas e instalaciones solares térmicas de baja, media y alta temperatura.
- Cálculo y diseño de instalaciones solares térmicas de baja temperatura.
- Normativa de aplicación. Generación de frío con el apoyo de la energía solar térmica.
- Sistemas e instalaciones fotovoltaicas. Diseño de instalaciones solares fotovoltaicas.
- Normativa de aplicación.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura es optativa y se cursa en cuarto curso. Se espera que el alumno haya conseguido adquirir muchas de las competencias ligadas al Grado en Ingeniería de Recursos Minerales y Energía.

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen.

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Para el correcto desarrollo de la asignatura es recomendable que los alumnos tengan conocimientos en las siguientes materias:

- Termodinámica aplicada y fenómenos de transporte.
- Mecánica de fluidos.
- Tecnología eléctrica.
- Energías alternativas.
- Gestión y logística energética.

3.6. Medidas especiales previstas

No se prevén medidas especiales, si bien si para el correcto afronte de las competencias buscadas por esta asignatura en casos especiales se pueden hacer sesiones de tutorías grupales y sesiones de aula especiales.

El estudiante que, por sus circunstancias, pueda necesitar de medidas especiales de este tipo, debe comunicárselo al profesor al principio del cuatrimestre. Asimismo, los estudiantes extranjeros que puedan tener dificultades con el idioma deben comunicárselo al profesor. Las pruebas de evaluación pueden desarrollarse en inglés.

4. Competencias y resultados del aprendizaje

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

-

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CG01 - Capacitación científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Minas y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación.

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

La competencia específica para esta asignatura es: Tener una aproximación a los conceptos fundamentales de la energía solar térmica. Conocer la radiación solar. Calcular la irradiancia en un determinado lugar geográfico y las condiciones estándar. Ser capaz de diseñar una instalación de energía solar térmica sencilla. Conocer algunos de los modelos de los distintos componentes que se encuentran en los sistemas de refrigeración por compresión y absorción incluyendo la utilización de energía solar como sistema de apoyo para la generación de frío. Ser capaz de diseñar una instalación de energía solar fotovoltaica sencilla.

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

-

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

Al finalizar la asignatura el estudiante debe de ser capaz de:

1. Aplicar la transmisión de calor por radiación y la geometría solar a la caracterización del recurso solar.
2. Cuantificar técnica y económicamente las ventajas e inconvenientes de este tipo de energía renovable.
3. Conocer los sistemas de aprovechamiento térmico de la energía solar; es decir, los tipos de instalaciones de baja, media y alta temperatura.
4. Evaluar y aplicar las distintas metodologías existentes para estimar la superficie de colectores solares.
5. Comprender y aplicar la normativa existente para el diseño de instalaciones solar térmicas.

6. Conocer los sistemas de aprovechamiento fotovoltaico de la energía solar.
7. Comprender y aplicar la normativa existente para el diseño de instalaciones solar fotovoltaica.

**** Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Radiación solar. Geometría solar. Sistemas e instalaciones solares térmicas de baja, media y alta temperatura. Cálculo y diseño de instalaciones solares térmicas de baja temperatura. Normativa de aplicación. Generación de frío con el apoyo de la energía solar térmica. Sistemas e instalaciones fotovoltaicas. Diseño de instalaciones solares fotovoltaicas. Normativa de aplicación

La asignatura se divide en tres unidades didácticas. La primera es introductoria. Profundiza en la transmisión de calor por radiación, prestando especial atención a aspectos ligado con la energía solar. Se plantea la evaluación del recurso solar y se analiza los sistemas de generación de frío ligándolos con el caso particular en que éstos son asistidos por energía solar. El segundo bloque se centra en los sistemas de captación y aprovechamiento de la energía solar térmica, en su aplicación para la generación de energía térmica y eléctrica en el caso de los de concentración. Por último en el tercer bloque se estudian los sistemas de aprovechamiento fotovoltaico de la energía solar para la generación de energía eléctrica.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas (UD) y temas (T))

UD 1.- INTRODUCCIÓN

T1. Geometría solar y radiación solar.

UD 2.- INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

T2. Energía solar térmica de baja temperatura. El colector plano.

T3. Instalaciones solares térmicas de baja temperatura.

T4. Cálculo y diseño de instalaciones solares térmicas de baja temperatura.

T5. Normativa aplicable a las instalaciones solares térmicas de baja temperatura.

T6. Energía solar térmica de media y alta temperatura.

UD 3.- INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

T7. Cálculo y diseño de instalaciones solares fotovoltaicas.

T8. Normativa aplicable a las instalaciones solares fotovoltaicas.

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

Práctica 1. Estudio de la inclinación óptima de un sistema (P1), 2 horas.

Se realiza en el aula de informática y se plantea un caso práctico de un sistema de captación solar.

Práctica 2. Dimensionado de una instalación solar térmica mediante método simplificado basado en el rendimiento del colector (P2). 2 horas.

Se realiza en el aula de informática y se plantea un caso práctico para dimensionar

una instalación solar a base de colectores planos para el abastecimiento de ACS de una vivienda en un lugar caracterizado por su latitud.

Práctica 3. Cálculo de Cargas Térmicas mediante software comercial (P3). 2 horas.

Se realiza en el aula de informática y se plantea un caso práctico de una vivienda para calcular las cargas térmicas de aire acondicionado y calefacción.

Práctica 4. Dimensionado de una Instalación solar térmica mediante el método del f-Chart (P4). 2 horas.

Se realiza en el aula de informática y se plantea de una instalación solar térmica

Práctica 5. Visita a una instalación solar (P5). 2 horas.

Se realiza una visita a una instalación solar térmica en funcionamiento.

Práctica 6. Diseño de la instalación hidráulica (P6). 2 horas.

Se realiza en el aula de informática y se plantea un caso práctico de una instalación hidráulica de un sistema solar de baja temperatura.

Práctica 7. Diseño y selección de equipos de una Instalación Solar Fotovoltaica en cubierta de edificio conectada a red (P7). 2 horas

Práctica 8. Desarrollo de un proyecto de instalación solar térmica (P8). 2 horas.

Se realiza en el aula de informática y se plantea un caso práctico de una instalación solar térmica, siguiendo las normativas aplicables, además se tendrá en cuenta algunos de los datos manejados en prácticas anteriores.

La asistencia al 90 % de las sesiones de prácticas de laboratorio e informática es condición imprescindible para poder presentarse el trabajo final de investigación en convocatoria ordinaria. En el resto de convocatorias si no se han hecho las prácticas se hará un examen de prácticas.


Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un “Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos” que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

CSV:	H11xlosjYpClzEZ8ieoAfjdFp		Fecha:	16/01/2019 13:13:55	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/H11xlosjYpClzEZ8ieoAfjdFp		Página:	7/13	

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

Didactic Units (DU)

DU 1. INTRODUCTION

T1. Solar geometry and solar radiation.

DU 2. INSTALLATIONS OF USE OF THERMAL SOLAR ENERGY

T2. Thermal solar energy of low temperature. The flat plate collector.

T3. Thermal Solar installations of low temperature.

T4. Calculation and design of thermal solar systems for low temperature.

T5. Regulations applicable to thermal solar installations for low temperature.

T6. Thermal solar energy of medium and high temperature.

DU 3. INSTALLATIONS OF USE OF PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY

T7. Calculation and design of photovoltaic solar installations.

T8. Regulations applicable to photovoltaic solar installations.

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Los contenidos de la asignatura se han agrupado en tres unidades didácticas:

Unidad didáctica I. INTRODUCCION.

En esta unidad se profundiza en la transmisión de calor por radiación, prestando especial atención a aspectos ligados con la energía solar. Se plantea la evaluación del recurso solar y se analiza los sistemas de generación de frío ligándolos con el caso particular en que éstos son asistidos por energía solar.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Familiarizar a los estudiantes con los conceptos básicos de la energía solar, geometría y radiación solar.
- Mostrarles a los estudiantes los conceptos básicos sobre los ciclos de refrigeración.

Unidad didáctica II. INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.

Se explican los fundamentos en los sistemas de captación y aprovechamiento de la energía solar térmica. Se estudian su aplicación para la generación de energía térmica y eléctrica en el caso de los de concentración.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Presentar a los estudiantes los conceptos de energía solar térmica de baja temperatura, los diferentes tipos de colectores planos para la captación solar.
- Mostrar a los estudiantes cómo están formadas las instalaciones solares térmicas de baja temperatura.
- Enseñarles a los estudiantes cómo se calculan y diseñan las instalaciones solares térmicas de baja temperatura.
- Familiarizar a los estudiantes las normativas aplicables al diseño de las instalaciones solares térmicas de baja temperatura.
- Mostrarles a los estudiantes los conceptos básicos y como están formadas las instalaciones de energía solar térmica de media y de alta temperatura.


Unidad didáctica III. INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.

Se estudian los sistemas de aprovechamiento fotovoltaico de la energía solar para la

generación de energía eléctrica.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Presentar a los estudiantes los conceptos de energía solar fotovoltaica.
- Enseñarles a los estudiantes como se calculan y diseñan las instalaciones solares fotovoltaicas.
- Familiarizar a los estudiantes con las normativas aplicables al diseño de las instalaciones solares fotovoltaicas.

CSV:	H11xlosjYpClzEZ8ieoAfjdFp	Fecha:	16/01/2019 13:13:55	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/H11xlosjYpClzEZ8ieoAfjdFp	Página:	9/13	

6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*

Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría.	Clase expositiva utilizando técnicas de aprendizaje cooperativo informal de corta duración. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes. Se tratarán los temas de mayor complejidad y los aspectos más relevantes.	<u>Presencial</u> : Toma de apuntes y revisión con el compañero. Planteamiento de dudas individualmente o por parejas.	12
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	12
Clase de problemas. Resolución de problemas tipo y casos prácticos.	Se resolverán problemas tipo y se analizarán casos prácticos. Se enfatizará el trabajo en plantear métodos de resolución y no en los resultados. Se plantearán problemas y/o casos prácticos similares para que los alumnos lo vayan resolviendo individualmente o por parejas, siendo guiados paso a paso por el profesor.	<u>Presencial</u> : Participación activa. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas	3
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	3
Clase de Prácticas. Sesiones de laboratorio y aula de informática.	Las sesiones prácticas de laboratorio son fundamentales para acercar el entorno de trabajo industrial al alumno y permiten enlazar contenidos teóricos y prácticos de forma directa. Mediante las sesiones de aula de informática se pretende que los alumnos adquieran habilidades básicas computacionales y manejen programas y herramientas de cálculo y simulación profesionales.	<u>Presencial</u> : Manejo de instrumentación. Desarrollo de competencias en expresión oral y escrita con la presentación de informes de prácticas por los alumnos con apoyo del profesor	15
		<u>No presencial</u> : Elaboración de los informes de prácticas en grupo y siguiendo criterios de calidad establecidos	15
Tutorías individuales y de grupo.	Las tutorías serán individuales o de grupo con objeto de realizar un seguimiento individualizado y/o grupal del aprendizaje. Revisión de exámenes por grupos y motivación por el aprendizaje.	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	3
		<u>No presencial</u> :	
Realización de trabajos de investigación en grupo y presentación oral.	Se realizará un proyecto de instalación en equipo durante el curso. Los alumnos deberán realizar un informe técnico en base a criterios de calidad establecidos y hacer una presentación visual de los resultados más significativos.	<u>Presencial</u> : Planteamiento del trabajo y tutorías de control y orientación por grupos. Exposición oral	6
		<u>No presencial</u> : Búsqueda y síntesis de información. Trabajo en grupo. Elaboración del informe técnico y preparación de la presentación del trabajo	21
			90

6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1) (opcional)

Resultados del aprendizaje (4.5)									
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Clase de teoría	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2. Clase de problemas. Resolución de problemas tipo y casos prácticos.	X	X	X	X	X		X		X
3. Clase de Prácticas. Sesiones de laboratorio y aula de informática.	X	X	X	X	X		X		X
4. Tutorías individuales y de grupo.	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5. Realización de trabajos de investigación en grupo y presentación oral.	X	X	X	X	X		X	X	X

2. 7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Informes y trabajos de prácticas ⁽¹⁾.	X		Laboratorio: Si se requiere, se realizarán exposiciones orales durante las sesiones prácticas de laboratorio sobre el trabajo realizado y los objetivos marcados. Informes trabajos de prácticas: Se realizará una memoria de cada uno de los trabajos prácticos desarrollados.	10 %	1,2,3,4,5,6,7,8,9
Trabajo de diseño de una instalación o de investigación individual o en grupo ⁽²⁾.	X		Se propondrá un trabajo de investigación para realizar en de forma individual o en grupo. Se deberá redactar un informe técnico y presentar los aspectos más relevantes del trabajo mediante una presentación visual.	90 %	1,2,3,4,5,6,7,8,9
(1). Deberán cumplir con las rúbricas/criterios de calidad previamente establecidos. (1). La asistencia al 90 % de las sesiones de prácticas de laboratorio e informática es condición imprescindible para poder presentar el trabajo final de investigación. (1), (2) La realización de las prácticas e informes, y la entrega de los trabajos de investigación son obligatoria para la evaluación de la asignatura. Su realización y aprobado son condición necesaria para aprobar. (1) En caso de no ser aprobadas en convocatoria ordinaria se podrán aprobar con un examen de prácticas. (2) En caso de no ser aprobadas en convocatoria ordinaria se podrá aprobar volviendo entregar el trabajo de investigación corregido de forma individual.					

Tal como prevé el artículo 5.4 del Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades:

- Supervisión durante las sesiones de trabajo individual o en equipo presencial de problemas, prácticas y revisión de problemas propuestos para ser realizados individualmente o en equipo (no presencial).
- Entrega de partes del trabajo/proyecto a realizar de forma individual a lo largo de la asignatura.
- Tutorías.

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

- Cañada Ribera, J., Salvador García, D. *“Radiación Solar”*, SPUPV-97.665, 1997.
- Junta de Andalucía, Instalaciones Solares Térmicas, Manual para uso de instaladores, fabricantes, proyectistas, ingenieros y arquitectos, Instituciones de Enseñanza e Investigación, Edita SODEAN, SA, 2004.
- IDAE, Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica, Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a red, 2011.
- Reglamento E. de Baja Tensión. RD 842/2002 de 2 de agosto que establece las instrucciones técnicas para instalaciones de baja tensión.
- Gas Natural, Manual de cálculo y diseño de instalaciones de producción de ACS en edificaciones de viviendas mediante energía solar y apoyo individual a gas natural, 2004.
- Gas Natural, Manual de cálculo y diseño de instalaciones de producción de ACS en edificaciones de viviendas mediante energía solar y apoyo individual a gas natural, Casos Prácticos, 2004.

8.2. Bibliografía complementaria*

- Vicente Quiles P. (coordinador) et al. , *“Fundamentos de Energía Solar para ACS y climatización. Buenas prácticas”*. Edita ATECYR, ISBN 978-84-95010-54-4, 2015.
- IDAE, Energía solar fotovoltaica, Manuales de Energías Renovables (nº 4), 2006.
- Duffie JA, Beckman WA, *“Solar Engineering of Thermal Processes”*, 3rd Edition, 2006.
- Henning HM, *“Solar-Assisted Air-Conditioning in Buildings, A handbook for planners”*, SpringerWien New York, 2004.

8.3. Recursos en red y otros recursos

Aula Virtual.
<http://www.idae.es>
Servicio de documentación/Biblioteca digital de la UPCT
<http://www.bib.upct.es>