



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Industriales

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

53002016 - Energía Solar Térmica De Alta Temperatura

PLAN DE ESTUDIOS

05BK - Máster Universitario En Ingeniería De La Energía

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	12

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	53002016 - Energía Solar Térmica de Alta Temperatura
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05BK - Máster Universitario en Ingeniería de la Energía
Centro responsable de la titulación	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
Curso académico	2022-23

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Javier Muñoz Anton (Coordinador/a)		javier.munoz.anton@upm.es	- -
Luis Francisco Gonzalez Portillo		lf.gonzalez@upm.es	Sin horario. Contactar profesor
Andres Sebastian Herrera		andres.sebastian@upm.es	Sin horario. Contactar profesor

Ruben Abbas Camara		ruben.abbas@upm.es	Sin horario. Contactar profesor
--------------------	--	--------------------	------------------------------------

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Máster Universitario en Ingeniería de la Energía no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Capacidad para la identificación y tratamiento de fenómenos de transferencia térmica
- Capacidad para el diseño de circuitos de fluidos
- Conocimiento de balances energéticos de sistemas solares térmicos básicos
- Capacidad de comprensión de los fundamentos de la ingeniería térmica y de fluidos

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

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.

CE1 - Ser capaz de aplicar conocimientos y capacidades a estudiar, analizar y auditar programas de optimización energética en los diferentes sectores industriales, residenciales, domésticos, plantas de potencia y a la industria térmica y de fluidos en general, en los ámbitos de la eficiencia, la diversificación y la reducción de su impacto en el medio ambiente.

CE10 - Evaluar el potencial energético de las fuentes de energía renovable: radiación solar, recurso eólico, recurso hidráulico, potencial energético de la biomasa, recurso energético marino, geotérmico, etc.; a partir de las bases de datos meteorológicas y recursos naturales.

CE11 - Analizar el comportamiento energético y control de los sistemas de energías renovables determinando y aplicando criterios innovadores de optimización energética, económica y ambiental, aplicando metodologías de diseño, simulación y análisis de los componentes y sistemas de energías renovables: solares, eólicos, hidráulicos, de biomasa, de energías marinas, geotérmicas y otras energías renovables; para contribuir a su desarrollo tecnológico y a su competitividad con otras tecnologías energéticas.

CE18 - Entender la optimización de costes en una empresa: coste marginal, coste medio, coste hundido, coste de oportunidad, aplicados al sector de la energía. Analizar costes en el sector de la energía.

CE8 - Disponer de habilidades, criterios y conocimientos para investigar, desarrollar e innovar en el campo de la energía: tecnologías renovables y no renovables, almacenamiento, vectores energéticos, en un contexto de decarbonización del sistema.

CG1 - Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica profesional o investigadora de la Ingeniería Energética.

CG2 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos energéticos, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales avanzadas.

CG8 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas avanzadas de la Ingeniería Energética en sus actividades profesionales o investigadoras.

CT1 - Aplica. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería.

CT2 - Experimenta. Habilidad para diseñar y realizar experimentos, así como analizar e interpretar datos.

CT4 - Trabaja en equipo. Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.

CT7 - Comunica. Habilidad para comunicar eficazmente.

CT8 - Entiende los impactos. Educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social global.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA260 - Aplicar metodologías de diseño de centrales solares de concentración

RA261 - Diseñar a alto nivel los componentes de una central de energía solar de concentración teniendo cuenta la interacción entre los mismos

RA262 - Explicar las consecuencias ambientales que suponen la construcción de una planta de energía solar de concentración y la reducción de emisiones de CO₂ que ello supone

RA263 - Propone soluciones innovadoras para el uso de la energía solar térmica de alta temperatura

RA264 - Optimizar a nivel energético y/o económico una planta de energía solar de concentración

RA259 - Aplicar herramientas software avanzadas para el diseño y análisis de sistemas solares de concentración

RA265 - Evaluar el potencial de una localización para construir una planta de energía solar de concentración en función de su recurso solar

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura tiene como objetivo asimilar la tecnología aplicada para la utilización de energía solar térmica de media y alta temperatura, tanto para la generación de electricidad como para otros procesos industriales, como la generación de hidrógeno o la desalación de agua de mar. Se hace un repaso a las principales tecnologías existentes de campo solar, de sistemas de almacenamiento y gestión de energía de origen solar, así como de cualquier otro aspecto de interés en tecnología solar de alta temperatura. El alumno deberá estar familiarizado con las diversas opciones tecnológicas y la situación del mercado relacionados con esta tecnología para su aplicación y desarrollo en entornos tecnológicos y empresariales del sector de la energía solar.

5.2. Temario de la asignatura

1. Ingeniería solar térmica de alta temperatura
 - 1.1. Introducción
 - 1.2. Recurso solar
 - 1.3. Balance termo-energético
2. Diseño de plantas termosolares
 - 2.1. Campos solar
 - 2.2. Almacenamiento de energía térmica
 - 2.3. Bloque de potencia
 - 2.4. Ingeniería de centrales solares termoeléctricas
 - 2.5. Instrumentación y control
 - 2.6. Análisis técnico-económico
3. Otros usos de la energía termosolar de concentración
 - 3.1. Calor de proceso
 - 3.2. Refrigeración solar
 - 3.3. Hibridación
 - 3.4. Generación de Hidrógeno
 - 3.5. Desalación solar

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Introducción a la asignatura Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
	Introducción a la Ingeniería Solar Térmica de Alta Temperatura Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Introducción a la Ingeniería Solar Térmica de Alta Temperatura Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Recurso solar Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	Balance termo-energético de sistema solares de alta temperatura Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
	Diseño de campo solar Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	Diseño de plantas termosolares con SAM Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	Análisis técnico-económico de centrales termosolares Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
	Análisis técnico-económico de centrales termosolares Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
7	Avance de trabajos de de grupos. Seguimiento intermedio. Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
8	Ingeniería de centrales solares termoeléctricas Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

9	Almacenamiento de energía térmica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	Bloque de potencia en centrales termosolares Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	Calor de proceso / Refrigeración solar Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Sistemas de control en centrales termosolares Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	Desalación solar. Duración: 00:40 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Hibridación Duración: 00:40 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Generación de Hidrógeno mediante energía solar térmica Duración: 00:40 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	Tendencias I+D Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	Presentación de resultados preliminares de trabajos de grupo. Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			Evaluación presentación de resultados preliminares. PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
15				Participación en clase OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00
16				
17				Revisión final trabajo en grupo TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00 Evaluación final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso

derivadas de la situación creada por la COVID-19.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
14	Evaluación presentación de resultados preliminares.	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	01:00	40%	0 / 10	CT7 CT8 CE10 CE11 CE18 CG1 CG2 CB10 CT2 CT4 CE1 CE8 CG8 CT1
15	Participación en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	20%	0 / 10	
17	Revisión final trabajo en grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	40%	0 / 10	CT7 CT8 CE10 CE11 CE18 CG1 CG2 CB10 CT2 CT4 CE1 CE8 CG8 CT1

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Evaluación final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CE10 CE11 CE18 CT7 CT8 CG1 CG2 CB10 CT2 CT4 CE1 CE8 CG8 CT1

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

La evaluación se basa fundamentalmente en el resultado de los trabajos en grupo que realizan los alumnos a lo largo del curso. Ese trabajo está relacionado con un problema de aplicación de ingeniería solar de alta temperatura, como una planta de producción eléctrica o una aplicación a un proceso industrial. Los trabajos se realizan por equipos en los que hay asignados una función determinada a cada alumno. El trabajo se evalúa de forma continua tras una presentación de seguimiento, y otra de resultados preliminares, y la redacción de un documento final. Además, se valora la participación en clase mediante asistencia, Kahoots y preguntas en clase.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Fuente de referencia	Bibliografía	Duffie, Beckman. Solar Engineering of thermal processes. Wiley Interscience.
Fuente de referencia 2	Bibliografía	D. Y. Goswami, F. Kreith, J.K. Kreider. Principles of Solar Engineering. Taylor & Francis.
Balance de energía	Bibliografía	S.D. Odeh, G.L. Morrison and M. Behnia. Modelling of Parabolic trough direct steam generation solar collectors. Solar Energy 62 (1998) 395-406
Fuente de referencia 3	Bibliografía	C. J. Winter, R.L. Sizmann, L.L. Vant- Hull. Solar Power Plants. Fundamentals, Technology, Systems, Economics. Springer- Verlag

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se relaciona con el ODS7 y el ODS9 Dado el carácter evolutivo de esta tecnología, su programación anual y contenidos está condicionada por los avances tecnológicos que se vayan produciendo. Se adapta el contenido a la evolución tecnológica que se produce en el sector.