

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Sistemas Termosolares y Eficiencia Energética.
Clave de la asignatura:	EEF-2004
SATCA¹	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en Energías Renovables

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

2. Presentación

Caracterización de la asignatura.
<p>Esta asignatura aporta al perfil de egreso del Ingeniero en Energías Renovables la capacidad de comprender los fundamentos y generalidades de los sistemas solares térmicos desde un enfoque integral que permita atender las necesidades científicas, técnicas, y socioeconómicas particulares de la industria termosolar en la actualidad, abarcando el panorama completo de sus tres variedades de operación (baja, media y alta temperatura), así como los campos relacionados del almacenamiento de energía térmica y la climatización de edificios, bajo la perspectiva general de la eficiencia energética en el contexto de la sustentabilidad. Para ello, la asignatura proporciona un marco de referencia que permite enlazar los conceptos termodinámicos, de transferencia de calor, y de sistemas térmicos y solares adquiridos en la formación básica, con el análisis y caracterización física de los sistemas termosolares en específico, así como de la eficiencia de los procesos térmicos que involucran, poniendo de manifiesto la interrelación que hay entre los aspectos técnicos y los aspectos económicos, sociales y medioambientales que están involucrados en sus aplicaciones más importantes, a fin de que el egresado cuente con las herramientas necesarias para abordar el diseño, la implementación y el mantenimiento de estos sistemas durante su experiencia profesional.</p>
Intención didáctica
<p>El contenido de la asignatura está distribuido en 5 temas. El tema 1 supone un repaso de los conceptos termodinámicos básicos de energía, trabajo, potencia, así como de las transformaciones energéticas (primera ley) y su eficiencia (segunda ley), además de aportar un contexto de la energía en el universo y de sus transformaciones, de su densidad y de los tiempos de transformación, enfocándose en las transformaciones de la energía solar en las distintas fuentes renovables y no renovables. Este tema establece además un panorama general sobre la situación de cada una de las fuentes de energía terrestres, y de la clasificación de la energía de acuerdo con su cadena de transformaciones (primaria, secundaria, etc.) hasta estar disponible para su uso humano directo, considerando las generalidades de las plantas de generación de energía y la</p>

relación de su operación con la demanda de consumo, incluyendo el impacto del almacenamiento de energía y de los ciclos combinados en la generación en la eficiencia de la planta, relacionando este último aspecto con las medidas de mitigación de los efectos perniciosos al medio ambiente, tales como la deforestación, las emisiones de CO₂ y el calentamiento global, concluyendo con un acercamiento a los conceptos de los costos internos, externos y globales de la energía, y su variabilidad. El tema 2 continúa con una recapitulación de las generalidades de la energía solar térmica y de su disponibilidad (recurso solar), su medición, y las variaciones que muestra con la fecha, la hora y la localización geográfica, que son necesarias para el entendimiento básico de los sistemas solares en general, para posteriormente abordar la clasificación de las tecnologías pasivas y activas de los sistemas termosolares en particular, así como sus características y componentes principales generales, dando paso al estudio específico de cada uno de los sistemas termosolares de acuerdo con sus tres rangos de operación térmica (baja, media y alta temperatura), considerando también las aplicaciones de éstos en la obtención de combustibles solares y en otros procesos industriales, además del panorama general de su costo económico y de su impacto ecológico. El tema 3 recupera entonces los conceptos generales de los sistemas térmicos para analizar el potencial energético de una fuente térmica (incluyendo los combustibles renovables y no renovables), y las particularidades de sus aplicaciones más comunes en instalaciones de calefacción y producción de Agua Caliente y Sanitaria (ACS), redes de transporte y equipos terminales de calefacción, atendiendo al concepto fundamental de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas en general, y su contextualización a los sistemas termosolares, haciendo una revisión de la normatividad vigente para su caracterización en el país y en el extranjero. El tema 4 extiende estas aplicaciones al campo de los sistemas de almacenamiento térmico empleando los conocimientos básicos de transferencia de calor, aportando su clasificación de acuerdo con las distintas estrategias de almacenaje de calor y de los materiales utilizados en las tecnologías de almacenamiento más comunes, para posteriormente abordar el aspecto de la refrigeración solar, y su aplicación al acondicionamiento climático de edificios de forma activa y pasiva, así como de la normatividad vigente para la caracterización de su eficiencia, concluyendo con una revisión de la importancia de este tema en las plantas de generación eléctrica termosolar de media y alta temperatura, y en las aplicaciones a los sistemas termosolares de baja temperatura. Finalmente, el tema 5 contempla los aspectos generales del diseño, la instalación y el mantenimiento de los sistemas termosolares, poniendo especial atención en el dimensionamiento de los sistemas de acuerdo con las necesidades específicas de su aplicación, y de los costos involucrados en el proyecto, desde su fabricación hasta su operación.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de La Laguna. Agosto 2020.	Dr. Lúar Moreno Álvarez	Diseño y actualización de la especialidad de Energía Eólico-Solar del programa de: Ingeniería en Energías Renovables. Dando un

		<p>enfoque integral que permita al egresado especializar sus conocimientos en las necesidades científicas, técnicas, y socioeconómicas de la industria termosolar actual, así como los campos de almacenamiento de energía y climatización de edificios, bajo el enfoque de eficiencia energética en el contexto de la sustentabilidad.</p>
--	--	---

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> • Relaciona los conceptos básicos de la termodinámica con la realidad energética mundial, y comprende su importancia en la elaboración de estrategias de aprovechamiento sustentable de la energía. • Identifica los principales elementos de los sistemas termosolares y sus rangos de operación térmica. • Determina la eficiencia energética de los sistemas térmicos en general y de los sistemas termosolares y de almacenamiento térmico en particular. • Conoce y comprende las normativas vigentes nacionales e internacionales relacionadas con la certificación energética en los sectores residencial e industrial. • Identifica las necesidades específicas de una aplicación termosolar y selecciona el tipo de sistema más adecuado para satisfacerlas. • Conoce y comprende las fases del proceso de implementación de un sistema termosolar.

5. Competencias Previas

Competencias adquiridas en las asignaturas de: Introducción a las energías renovables, Termodinámica, Transferencia de calor, Sistemas Térmicos, Sistemas solares fotovoltaicos y térmicos.

6. Temario

No	Temas	Subtemas
1	Fundamentos técnicos, económicos y medioambientales de los recursos energéticos y su aprovechamiento.	<p>1.1. Energía y la eficiencia de sus transformaciones.</p> <p>1.2. Recursos energéticos terrestres y su consumo global.</p> <p>1.3. Situación energética mundial.</p> <p>1.4. Proceso general de explotación, transformación y transporte de la energía.</p> <p>1.5. Centrales energéticas, almacenamiento energético y el binomio producción-demanda.</p> <p>1.6. Eficiencia de las transformaciones energéticas.</p> <p>1.7. Repercusiones medioambientales de la explotación de las fuentes energéticas y las medidas para su mitigación.</p> <p>1.8. Costos de la energía.</p>
2	Sistemas termosolares	<p>2.1. La energía solar térmica: su potencial, su medición, y sus cambios temporales y espaciales.</p> <p>2.2. Tecnologías termosolares pasivas y activas.</p> <p>2.3. Características y componentes de los sistemas termosolares.</p> <p>2.3.1. Sistemas de baja temperatura.</p> <p>2.3.2. Sistemas de media temperatura.</p> <p>2.3.3. Sistemas de alta temperatura.</p> <p>2.4 Aplicaciones en combustibles solares y otros procesos industriales.</p> <p>2.5 Panorama general, costos e impacto ecológico de los sistemas termosolares.</p>
3	Eficiencia energética de los sistemas térmicos y su aplicación en sistemas termosolares.	<p>3.1. Potencial energético de la fuente. Combustibles.</p> <p>3.2. Instalaciones de calefacción y producción de Agua Caliente y Sanitaria (ACS) y redes de transporte.</p>

		<p>3.3. Equipos terminales de calefacción.</p> <p>3.4. Eficiencia energética de las instalaciones térmicas.</p> <p>3.5. Aplicaciones a sistemas termosolares.</p> <p>3.6. Normatividad.</p>
4	Almacenamiento de energía térmica y climatización solar de edificios.	<p>4.1. Sistemas de almacenamiento térmico.</p> <p>4.1.1. Clasificación.</p> <p>4.1.2. Materiales.</p> <p>4.2. Refrigeración solar.</p> <p>4.3. Aplicaciones a acondicionamiento climático de edificios.</p> <p>4.4. Eficiencia de las tecnologías de acondicionamiento climático y la normatividad de su caracterización.</p> <p>4.5. Aplicaciones en plantas de generación y en sistemas termosolares.</p>
5	Diseño, implementación y mantenimiento de sistemas termosolares.	<p>5.1. Diseño de los sistemas termosolares.</p> <p>5.1.1. Dimensionamiento.</p> <p>5.1.2. Costos.</p> <p>5.2. Instalación.</p> <p>5.3. Mantenimiento.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1.	
Fundamentos técnicos, económicos y medioambientales de los recursos energéticos y su aprovechamiento.	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Relaciona los conceptos básicos de la termodinámica con la realidad energética mundial, y comprende su importancia en la elaboración de 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar investigaciones documentales. Elaboración de cuadros sinópticos. Exposiciones en clase.

<p>estrategias de aprovechamiento sustentable de la energía.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Manejo de herramientas de acceso a la información. • Habilidades de investigación documental. • Habilidad para trabajar en forma autónoma y grupal. 	.
<p>Tema 2.</p> <p>Sistemas termosolares</p>	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifica los principales elementos de los sistemas termosolares y sus rangos de operación térmica. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidad en el uso de instrumentos de medición. • Habilidad en la construcción de prototipos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de cuadros sinópticos • Elaboración de prácticas. • Resolución de problemas teóricos.
<p>Tema 3.</p> <p>Eficiencia energética de los sistemas térmicos y su aplicación en sistemas termosolares.</p>	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determina la eficiencia energética de los sistemas térmicos en 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de cuadros sinópticos • Elaboración de prácticas. • Resolución de problemas teóricos.

<p>general y de los sistemas termosolares en particular.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Conoce y comprende las normativas vigentes nacionales e internacionales relacionadas con la certificación energética en los sectores residencial e industrial. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad de análisis y síntesis. ● Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. ● Habilidad en el uso de instrumentos de medición. ● Habilidad en la construcción de prototipos. 	
<p>Tema 4.</p> <p>Almacenamiento de energía térmica y climatización solar de edificios.</p>	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Determina la eficiencia energética de los sistemas térmicos en general y de los sistemas de almacenamiento térmico en particular. ● Conoce y comprende las normativas vigentes nacionales e internacionales relacionadas con la certificación energética en los sectores residencial e industrial. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Capacidad de análisis y síntesis. ● Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. ● Habilidad en el uso de instrumentos de medición. ● Habilidad en la construcción de prototipos. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Elaboración de cuadros sinópticos ● Elaboración de prácticas. ● Resolución de problemas teóricos.

Tema 5.	
Diseño, implementación y mantenimiento de sistemas termosolares.	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p>Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Identifica las necesidades específicas de una aplicación termosolar y selecciona el tipo de sistema más adecuado para satisfacerlas. Conoce y comprende las fases del proceso de implementación de un sistema termosolar. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de análisis y síntesis. Manejo de herramientas de acceso a la información. Habilidades de investigación documental. Habilidad para trabajar en forma autónoma y grupal. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar investigaciones documentales. Elaboración de cuadros sinópticos. Exposiciones en clase. Resolución de problemas teóricos. Proyecto de la asignatura.

8. Prácticas

- Fabricación y caracterización térmica de un colector solar de baja temperatura.
- Caracterización de un sistema termosolar de concentración de media temperatura.
- Fabricación de un modelo a escala de una planta de torre central CSP.
- Pruebas de eficiencia de estrategias de almacenamiento y/o aislamiento térmico para climatización de edificaciones.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo

que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.

- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

- Observación del desempeño del alumno durante la realización trabajos e investigaciones.
- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Reportes escritos de las prácticas experimentales.
- Desarrollo de prototipos funcionales donde se muestren los diferentes tipos de generación de energías renovables.
- Portafolio de evidencias.

11. Fuentes de información

1. Carta González J.A., Calero Pérez R., Colmenar Santos A., Castro Gil M-A., “Centrales de energías renovables: generación eléctrica con energías renovables”, Pearson Educación, S.A., Madrid, 2009.
2. Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie, “Planning and Installing Solar Thermal Systems: A guide for installers, architects and engineers” 2nd edition. Earthscan Ltd, UK, 2010.
3. Illán Gómez F., “Eficiencia energética en las instalaciones de calefacción y ACS en edificios”, Cano Pina, SL, Madrid, 2015.
4. Frazzica A., Cabeza Luisa F. (Eds.), “Recent Advancements in Materials and Systems for Thermal Energy Storage: An Introduction to Experimental Characterization Methods”, Springer, Switzerland, 2019.
5. Cabeza Luisa F. (ed), “Advances in Thermal Energy Storage Systems: Methods and Applications”, Elsevier-Woodhead Publishing, UK, 2015.
6. García Valladares O., Pilatowsky Figueroa I., “Aplicaciones térmicas de la energía solar en los sectores residencial, de servicios e industrial”, UNAM-IER, México, 2017.
7. NMX-ES-001-NORMEX-2005 “Energía Solar-Rendimiento Térmico y Funcionalidad de Colectores Solares para Calentamiento de Agua-Métodos de Prueba y Etiquetado”, México, 2005.
8. NMX-ES-004-NORMEX-2010 “Energía Solar —Evaluación térmica de sistemas solares para calentamiento de agua— Método de prueba”, México, 2010.
9. NOM-020-ENER-2010 “Eficiencia energética en edificaciones. envolvente de edificios para uso habitacional”. DOF, México, 2010.