

Clave de la Propuesta	PPI- - -		
Puntos a considerar	Si	No	Observaciones/Comentarios
¿Se incluyen los datos de la Portada (licenciatura, título, modalidad, versión, declaratoria, firmas, etc.)?			
¿La extensión del Título es adecuada y sin abreviaturas?			
¿El Título refleja de forma clara lo que se trabajará en el proyecto?			
¿La Introducción describe en forma concisa el área de aplicación del proyecto?			
¿Los Antecedentes sitúan el proyecto propuesto respecto a otros trabajos?			
¿La Justificación describe la razón, relevancia o necesidad que origina el proyecto?			
¿El Objetivo General es claro y tiene relación directa con el proyecto a realizar?			
¿Los Objetivos Particulares se engloban en el objetivo general?			
¿La secuencia de actividades que se presenta en la Metodología es congruente con los objetivos y permite que se alcancen éstos?			
¿La Descripción Técnica presenta las especificaciones generales y particulares (materiales, dimensiones, normas, etc.), así como la explicación funcional de cada uno de los bloques del sistema a desarrollar?			
¿La Normatividad mencionada da un marco a la propuesta?			
¿El Cronograma de Actividades señala con claridad las tareas a realizar para alcanzar los objetivos del proyecto?			
¿El proyecto es realizable en el tiempo propuesto?			
¿Se encuentran indicados los Entregables dentro de la propuesta? ¿Se incluye explícitamente la entrega del Reporte Final ?			
¿Se incluyeron las Referencias Bibliográficas y estas cumplen con el formato solicitado?			
¿La Terminología específica del proyecto, que no es del conocimiento general en Ingeniería Mecánica, está claramente explicada?			
¿Se indican instalaciones, equipos y materiales que se requieren para realizar el proyecto?			
¿La propuesta tiene una redacción clara y sin faltas ortográficas?			
¿El enfoque del trabajo corresponde a un proyecto de Ingeniería Mecánica?			
Observaciones			
Estado de la propuesta			
() Autorizada () Revisada () No autorizada		Comité de Estudios de Ingeniería Mecánica	

**Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Azcapotzalco
División de Ciencias Básicas e Ingeniería**

Licenciatura: Ingeniería Mecánica.

Nombre del Proyecto de Integración (PI): Diseño y Construcción de un Calentador Solar Tipo CPC con la Integración de un Banco de Pruebas.

Modalidad: Proyecto Tecnológico.

Versión: Segunda.

Trimestre Lectivo: 24-P

Nombre: González Silva Fabián

Matrícula: 2193041675

Correo electrónico: al2193041675@azc.uam.mx

Firma: _____



Nombre: Vilchis Bernal Osvaldo

Matrícula: 2193042761

Correo electrónico: al2193042761@azc.uam.mx

Firma: _____



Asesor: Dr. Hilario Terres Peña.

Categoría: Titular.

Departamento de adscripción:

Energía.

Teléfono: 5530521392.

Correo electrónico: tph@azc.uam.mx

Firma: _____

Co-asesor: M. en C. René Rodríguez Rivera.

Categoría: Asistente.

Departamento de adscripción:

Energía.

Teléfono: 7737369335.

Correo electrónico: rerori@azc.uam.mx

Firma: _____

Fecha: 19/09/2024

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

González Silva Fabián

Vilchis Bernal Osvaldo

Dr. Hilario Terres Peña

M. en C. René Rodríguez Rivera

1. Introducción.

La energía solar es un recurso ilimitado y renovable, que ofrece una alternativa limpia al uso de los combustibles fósiles. Gracias a los avances tecnológicos, es posible captar y convertir la energía solar en otras formas de energía, por ejemplo: energía eléctrica o térmica [1]. La energía solar térmica se utiliza para obtener agua caliente, facilitando numerosas actividades cotidianas y los calentadores solares son la principal tecnología utilizada para calentar agua de manera efectiva.

En países con alta radiación solar, como México, ubicado entre 15° y 35° de latitud, se recibe diariamente un promedio de 5.5 kWh/m² de radiación solar. Este alto potencial permite que el desarrollo solar sea especialmente significativo para su implementación continua [2].

Los concentradores parabólicos compuestos (CPC) son un tipo de calentador solar que concentran la radiación solar en un punto determinado, alcanzando temperaturas de hasta 400°C [3]. Los CPC son muy eficientes con la radiación solar directa y generalmente incorporan seguidores solares para optimizar su funcionamiento.

A pesar de que existe una gran variedad de calentadores, el laboratorio de energía solar de la UAM presenta ciertas limitaciones de equipos que dificultan la realización de prácticas que se requieren en este curso. Implementar un calentador solar CPC en el laboratorio permite obtener una fuente sostenible de agua caliente. Este equipo permitirá realizar experimentos prácticos y llevar a cabo investigaciones más completas en el área de energía solar.

En este proyecto se pretende diseñar y construir un calentador solar por concentración incorporando un banco de pruebas para operar el dispositivo. El banco estará formado por una estructura que permita la orientación manual del calentador a 15°, 30° y 45° según la posición del sol; dos depósitos de lámina de acero inoxidable con capacidad de 100 litros cada uno, destinados al suministro y descarga de agua destilada, una base ajustable en tres alturas, con un límite máximo de 2 metros para facilitar la circulación del sistema mediante la influencia de la gravedad. Se utilizarán termopares tipo K para registrar las temperaturas en diferentes puntos del dispositivo y se añadirá una base para colocar equipos auxiliares como el piranómetro que ayudará a medir la radiación solar (el diseño preliminar del calentador se muestra en la figura 1).

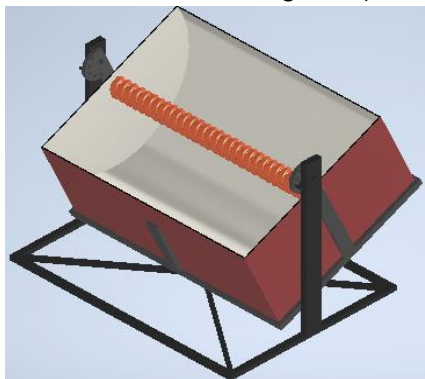


Figura 1. Prototipo de calentador tipo CPC. Imagen propia.

2. Antecedentes.

En 2016, Gómez *et al* [4], rediseñaron y evaluaron un concentrador solar parabólico para diversas aplicaciones. Este proyecto se toma como referencia para comprender la composición de los sistemas de concentración solar.

En 2018, Sánchez y Díaz [5], realizaron el proyecto “Diseño, construcción y simulación de un calentador solar de agua tipo canal parabólico para enseñanza en la UEA de Taller de Procesos de Manufactura I”. Este proyecto se toma como una guía para la construcción del concentrador de tipo CPC, al igual que sirve como referencia para el análisis de los materiales a implementar.

En 1988, García Noriega [6], realizó el proyecto “Diseño y fabricación de dos calentadores solares autocontenidos y un destilador solar”. Este proyecto se toma como base en el análisis de especificaciones respecto a la radiación solar en México, así como consideraciones al diseñar y construir prototipos que aprovechen dicha energía para una mayor eficiencia y funcionamiento.

3. Justificación.

El Laboratorio de Energía Solar Aplicada de la Universidad Autónoma Metropolitana presenta ciertas limitaciones de equipos que dificultan la realización de experimentos y prácticas que se requieren en este curso. Actualmente, el laboratorio no cuenta con calentadores solares, por lo que en este proyecto se busca cubrir dicha necesidad mediante el diseño y construcción de un calentador solar de tipo CPC. Con este equipo se podrán realizar pruebas de eficiencia térmica en el suministro de agua caliente bajo diferentes condiciones de operación. Además, el banco de pruebas estará equipado con sensores, como termopares para medir la temperatura en diferentes puntos del sistema, depósitos de agua y una base para un piranómetro que registrará la radiación solar, lo que facilitará el análisis y estudio del calentador. El banco de pruebas será desmontable para permitir su fácil manejo y almacenamiento en el laboratorio.

4. Objetivos.

Objetivo general.

Diseñar y construir un calentador solar de tipo CPC integrado en un banco de pruebas para su implementación en el laboratorio de energía solar.

Objetivos particulares.

Diseñar y construir un calentador solar tipo CPC que integre un serpentín de cobre.

Diseñar y construir un banco de pruebas desmontable para el montaje y operación del calentador solar.

Realizar el manual de usuario del dispositivo.

Evaluar experimentalmente el calentador bajo diferentes condiciones de operación.

5. Descripción técnica.

El calentador solar contará con un Concentrador Parabólico Compuesto (CPC) y un serpentín de cobre, integrados en una caja de madera que se posicionará sobre una base ajustable, mediante la cual se pretende calentar el agua durante su paso por el serpentín.

Calentador solar tipo CPC:

El calentador solar tendrá una caja de madera con las siguientes dimensiones aproximadas: 90 cm de longitud, 70 cm de ancho y 50 cm de alto, con una cubierta de vidrio en la parte superior.

Se colocará un Concentrador Parabólico Compuesto hecho de lámina de acero, calibre 26 acabado espejo.

El serpentín de cobre se fabricará con tubo de cobre flexible de 5/16".

Banco de pruebas:

Se construirán dos depósitos, uno para el suministro y otro para la descarga del fluido, cada uno con una capacidad de 100 litros. Ambos estarán fabricados en lámina de acero inoxidable.

Los depósitos integrarán válvulas de paso en la entrada y la salida del calentador para controlar el flujo de agua.

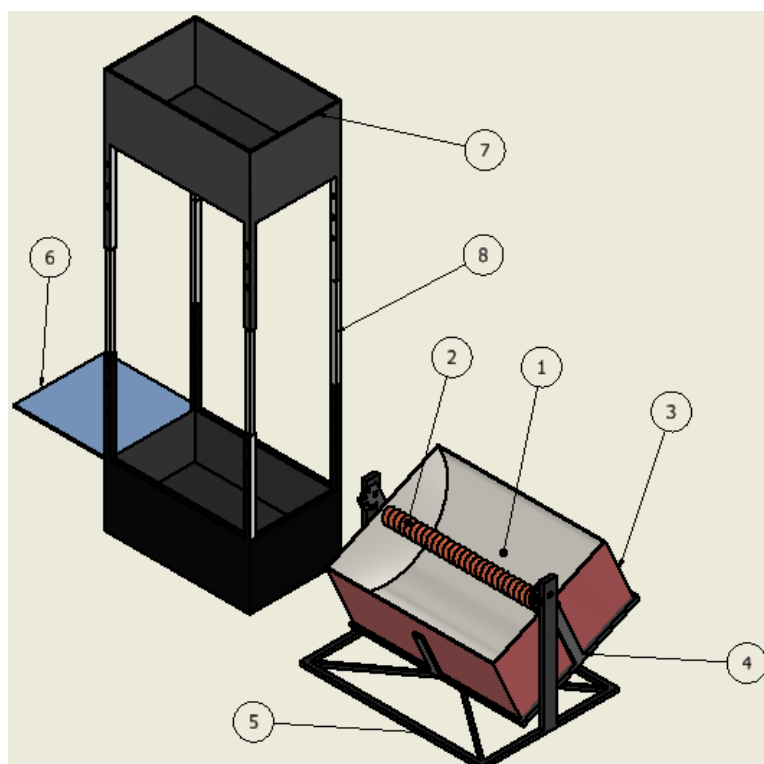
La estructura donde se ubican los depósitos de agua tendrá una altura máxima de 2 metros y estará armada con perfil PTR de 1" a 1 1/2 ".

Las tres distancias de ajuste de los depósitos tendrán una separación de 15 cm entre centros.

La base ajustable tendrá barrenos para su sujeción con pernos a la base fija, según la inclinación que se pretenda dar considerando ángulos de 15°, 30° y 45° como máximo.

Se integrarán termopares de sonda tipo K, ubicados en el interior de los depósitos de agua para los registros de temperatura del fluido y en los elementos que integran el calentador solar.

La figura 2 muestra los componentes principales del calentador solar, así como el banco de pruebas, incluyendo el concentrador parabólico compuesto, los depósitos de agua y la base ajustable que permite la orientación respecto a la posición del sol.



ITEM	Cantidad	Nombre de la pieza
1	1	CPC.
2	1	Serpentín de cobre.
3	1	Caja de madera.
4	1	Columpio para CPC.
5	1	Base del columpio para CPC.
6	1	Placa auxiliar.
7	2	Depósitos de agua.
8	4	Barras extensoras.

Figura 2. Prototipo del calentador solar y banco de pruebas con su lista de partes. Imagen propia.

6. Normatividad.

La Norma Oficial Mexicana NOM-027-ENER/SCFI-2018, “Rendimiento térmico, ahorro de gas y requisitos de seguridad”. Proporciona los requisitos de seguridad necesarios para calentadores solares con capacidad máxima de 500 L [7].

La Norma Mexicana NMX-ES-004-NORMEX-2010, “Evaluación Térmica de los Sistemas”. Proporciona el procedimiento de prueba para evaluar y comparar el rendimiento térmico de los sistemas de calentamiento de agua solar, específicamente para uso doméstico, con una capacidad máxima de 500 litros y una temperatura máxima de 90°C [8].

La Norma Oficial Mexicana NMX-ES-001-NORMEX-2005, “Energía solar-rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento de agua-métodos de prueba y etiquetado”. Se proporcionan los métodos de prueba para determinar tanto el rendimiento térmico como las características funcionales de los colectores solares que emplean agua como fluido de trabajo y circulación natural [9].

7. Cronograma de actividades.

UEA para las que se solicita autorización:

- Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.

TRIMESTRE 24-O		SEMANA											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Definir el diseño y dimensiones finales del dispositivo.	■	■										
2	Obtener los costos de los materiales.	■	■	■									
3	Diseñar y construir la caja de madera que contendrá el CPC y el serpentín.			■	■	■							
4	Diseñar y construir la parábola del CPC.					■	■	■					
5	Diseñar y construir el serpentín de cobre							■	■	■			
6	Diseñar y construir la base que permita orientar el calentador solar según la posición del sol manualmente.									■	■	■	
7	Diseñar y construir el banco de pruebas desmontable.										■	■	■

TRIMESTRE 25-I		SEMANA											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Ensamblar y aplicar acabados finales (pintura, conexiones, etc.).	■	■	■									
2	Realizar el manual de usuario del dispositivo.		■	■	■	■	■	■					
3	Realizar hojas de proceso para los elementos del dispositivo.					■	■	■	■	■			
4	Realizar 6 pruebas de funcionamiento bajo diferentes condiciones de operación, 3 pruebas por semana.										■	■	
5	Redactar y entregar el reporte final.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

8. Entregables.

Calentador solar tipo CPC con serpentín de cobre integrado.

Hoja de procesos para el calentador solar tipo CPC con serpentín de cobre.

Banco de pruebas.

Hoja de procesos para el banco de pruebas.

Manual de usuario.

Reporte final.

9. Referencias bibliográficas.

- [1] Gasca, C. y Arancibia, C. 2010, "Las energías renovables: La energía solar y sus aplicaciones", Revista Digital Universitaria, vol. 11, no. 8, págs. 18-26.
- [2] Secretaría de Energía, 2012, "Prospectiva de energías renovables 2013 2027", de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/284342/Prospectiva_de_Energias_Renovables_2017.pdf.
- [3] Alcubierre, D. 2019. "CEMAER". Disponible en: <https://www.cemaer.org/tipos-de-calentadores-solares/#comment-8965>.

- [4] Gómez, A., López, D. y Mayorga, J. 2016, “Rediseño y evaluación de un concentrador solar parabólico para diversas aplicaciones de uso”, Proyecto de Integración, Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco.
- [5] Sánchez, J. y Díaz, D, 2018, “Diseño e implementación de los procesos de manufactura de un calentador solar parabólico didáctico”, Proyecto de Integración, Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco.
- [6] García Noriega, F. 1988. *Diseño y fabricación de dos calentadores solares autocontenidos y un destilador solar*. Primera Edición. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.
- [7] Norma Mexicana, 2018, “Rendimiento térmico, ahorro de gas y requisitos de seguridad de los calentadores de agua solares”, NOM-027-ENER/SCFI-2018.
- [8] Norma Mexicana, 2010, “Energía solar – evaluación térmica de sistemas solares para calentamiento de agua – método de prueba”, nmx-es-004-normex-2010.
- [9] Norma mexicana, 2005, “Energía solar-rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento de agua-métodos de prueba y etiquetado”. NMX-ES-001-NORMEX-2005.

10. Terminología.

No es necesaria.

11. Infraestructura.

El proyecto será financiado por el Dr. Hilario Terres Peña.

Taller de Mecánica de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

Taller de Fundición de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

Laboratorio de Energía Solar de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

Software de dibujo (Autodesk Inventor).

12. Asesoría complementaria.

No es necesaria.

13. Publicación o difusión de resultados.

No se tiene la intención de publicar.

COMENTARIO DEL CEIM		ACCIÓN REALIZADA EN LA PPI	
Pág. Expo.	Comentario del CEIM en archivo E2. Cuestionado en la exposición.	Pág. Expo.	Breve descripción del cambio realizado o justificación del cambio realizado.
Pág. 1 Expo.	Agregar el nombre de la institución y división.	Pág. 1 Expo.	Se agregó el nombre de la institución y división.
Pág. 1 Expo.	El Título refleja de forma clara lo que se trabajará en el proyecto.	Pág.1 Expo.	Se realizó el cambio en el título del proyecto para definir claramente el enfoque del trabajo a desarrollar.
Pág. 3 Expo.	No se tiene información sobre las dimensiones y capacidades generales, así como los materiales que podrían usar. Se cuestionó con qué fluido se trabajará y como se realizará la alimentación del dispositivo, ya sea por medio de bombas o algún otro elemento.	Pág. 3 Expo.	Se implemento una breve descripción de los materiales, capacidades y elementos que integraran el calentador y el banco de pruebas. Se respondió y que se trabajará con agua destilada y la alimentación del dispositivo será por influencia de la gravedad debido al diseño de la base de los contenedores con una altura superior a la del calentador. Se agrego el antecedente en la introducción.
Pág. 3 Expo.	Mejorar la figura, que permita entender la ubicación de los componentes. Se cuestionó qué repercusiones podría tener en el funcionamiento si se realiza un ajuste manual.	Pág. 3 Expo.	Se amplió la imagen para una mejor observación de los elementos y se complementó con su integración en la base ajustable. Se dio una respuesta extensa sobre varias consideraciones; no obstante, se considera que el ajuste manual del seguimiento del sol en diferentes

			posiciones 15°, 30° y 45° beneficiará al calentador para una mejor incidencia dentro del CPC.
Pág. 4	<p>Falto una coma para separar la fecha del texto.</p> <p>Rauda no corresponde a la referencia 4.</p> <p>En la referencia tiene a Sánchez y Diaz. Sin embargo, aquí cita a otros.</p> <p>En el texto, las referencias solo llevan los apellidos, sin nombres, ni abreviaturas de ellos.</p> <p>Eliminar Nombre.</p> <p>Falta de acentuación de la palabra "Realizó"</p> <p>En la justificación, se sugiere cambiar el conector "de" por "en".</p> <p>En los objetivos se hace el cuestionamiento: ¿qué es esto y porqué es diferente a lo anterior?</p> <p>Se cuestionó si realizará la construcción de los elementos y si se tendrán las consideraciones para que quedaran bien.</p>	Pág. 4	<p>Se agrego las comas para separar las fechas de los textos en todos los antecedentes.</p> <p>Se revisaron las referencias y se modificó la redacción de los antecedentes para hacer corresponder las menciones de forma adecuada con respecto a las citas. También se quitaron los nombres, dejando solo apellidos de los miembros mencionados en los proyectos que se tomaron como referencia.</p> <p>Se corrigió la redacción, agregando la acentuación indicada.</p> <p>Ajuste de redacción cambiando el conector para dar congruencia a lo descrito.</p> <p>Se reformularon los objetivos para incluir el banco de pruebas, los componentes asociados y la redacción del manual de usuario.</p> <p>Se atendió al comentario que se construirán los elementos del proyecto, y se tendrá en cuenta que se solicitará ayuda de los técnicos para realizar los procesos de forma correcta, reduciendo así los posibles defectos que pudieran surgir durante el desarrollo del proyecto y que no se vea afectado.</p>
Expo.		Expo.	

<p>Pág. 5</p> <p>Expo.</p>	<p>Incluir un esquema general del sistema completo.</p> <p>No se ha descrito qué es.</p> <p>Falta un objetivo que contemple estas actividades.</p>	<p>Pág. 6</p> <p>Pág. 3</p> <p>Pág. 4</p> <p>Expo.</p>	<p>Se agrego un bosquejo del diseño completo para su análisis con respecto a lo descrito.</p> <p>Se agrego una descripción breve del banco de pruebas y lo que integra en la introducción.</p> <p>Se reformularon y agregaron los objetivos correspondientes a las partes señaladas.</p>
<p>Pág. 7</p> <p>Expo.</p>	<p>Incluir un objetivo.</p>	<p>Pág. 4</p> <p>Expo.</p>	<p>Se agregó el objetivo de la elaboración del manual de usuario del dispositivo.</p>
<p>Pág. 8</p> <p>Expo.</p>	<p>Agregar conector “es”</p>	<p>Pág. 9</p> <p>Expo.</p>	<p>Se agregó el conector sugerido para dar congruencia a la redacción.</p>