

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
SECCIÓN DE FÍSICA



INFORME FINAL DE CURSO DE ESPECIALIZACIÓN:

ENERGÍAS RENOVABLES

TÍTULO DEL INFORME FINAL:

CONSTRUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA COCINA SOLAR TIPO HORNO

PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE:

LICENCIATURA EN FÍSICA

PRESENTADO POR:

GLENDALIZETH MARTÍNEZ ARGUETA N° CARNÉ MA16019

MARTINA GUADALUPE VENTURA GARCÍA N° CARNÉ VG15920

DOCENTE ASESOR:

LICDA. ASTRID PATRICIA ALFARO DE SERMEÑO

OCTUBRE DE 2023

SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES



MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO
RECTOR

DR. RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ
VICERRECTOR ACADÉMICO

DR. RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

ING. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA
SECRETARIO GENERAL

LUIS ANTONIO MEJÍA LIPE
DEFENSOR DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIO

LIC. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN
FISCAL GENERAL

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

AUTORIDADES



LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ
DECANO

LIC. OSCAR VILLALOBOS
VICEDECANO

LIC. ISRAEL LÓPEZ MIRANDA
SECRETARIO

JORGE PASTOR FUENTES CABRERA
DIRECTOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

MTRA. KARLA MARÍA MEJÍA ORTIZ
JEFE DE DEPARTAMENTO

LIC. YIMI JOSUÉ PERLA ROSA
COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a Dios por darme la vida, fortaleza, inteligencia, y perseverancia con lo que he podido culminar este proceso de formación.

A aquellas personas que han sido el motor de mi vida; Mis padres; Emilio Martínez y Marleny Argueta. Gracias por ser fuente de motivación, amor y constante apoyo.

A mi novio, Igmer Reyes quien me ha apoyado y motivado a creer en mis capacidades y habilidades, por su ayuda a lograr parte de mis proyectos a pesar de las dificultades.

A mi compañera y amiga Guadalupe Ventura, por su amistad, compañerismo, cariño y motivación para continuar y finalizar este proyecto.

También expreso mi más sincero agradecimiento a todos los profesores y maestros que he tenido a lo largo de mi proceso de formación académica, quienes me han guiado, enseñado con paciencia y dedicación; Licda. Astrid Alfaro, Licda. Blanca Mirian Ramos, Lic. Raúl Alfaro, Lic. Yimi Josué Perla, Lic. Herbert castillo y Lic. Juan Gómez. Gracias por compartir tan valiosos conocimientos.

Y por último y no menos importante, a mis amigos y amigas dentro y fuera de la universidad, por su apoyo incondicional y compañía durante este proceso, quienes han sido la roca en momentos difíciles, de lo cual aprendí mucho.

GLENDALIZETH MARTINEZ ARGUETA.

DEDICATORIA

A Dios, por darme la paciencia, sabiduría y por ser mi guía en todos los procesos de mi vida.

A mi familia: Francisco Ventura, mi padre; Guadalupe García, mi madre; Francisco Isaac Ventura, mi hermano y Kenia Ventura, mi hermana; por brindarme su amor, confianza y por representar mi principal fuente de inspiración y motivación para materializar todos los objetivos que me he propuesto.

A mi madrina Maribel Reyes, por su cariño, apoyo moral, por motivarme y orientarme en los diferentes ámbitos de mi vida.

A mi compañera Glenda Lizeth Martínez Argueta, por su amistad y apoyo a lo largo de nuestra formación académica.

A la Licda. Astrid Patricia Alfaro, responsable de nuestro proceso de grado, a los docentes Licda. Blanca Miriam Ramos, Licdo. Raúl Alfaro, Licdo. Yimi Perla, Licdo. Juan Gómez y Licdo. Herbert Castillo por su constante aporte a mi proceso de formación durante los años de estudio.

MARTINA GUADALUPE VENTURA GARCÍA

“Construcción y Caracterización de una Cocina Solar Tipo Horno”

Glenda L. Martínez, ma16019@ues.edu.sv.

M. Guadalupe Ventura, vg15920@ues.edu.sv.

Resumen

Esta investigación tiene por objetivo mostrar la construcción y caracterización de una cocina solar tipo horno, la cual se elaboró de materiales de alta calidad para evaluar su comportamiento térmico, realizando medidas de temperaturas interna con y sin muestra, temperatura de la muestra y la temperatura de la placa absorbente; así también de variables climáticas e irradiación. La cocina solar alcanzó una temperatura interna máxima de 63 °C sin muestra (agua), y 74 °C con muestra, para la placa absorbente se logró una temperatura máxima de 98 °C. Finalmente se calculó la eficiencia para las pruebas realizadas los días 3,4, y 5 de julio, obteniéndose valores de 2.10%, 2.60% y 1.70% respectivamente.

Palabras Clave: construcción; caracterización; comportamiento térmico; irradiación; eficiencia.

Abstract

This research aims to show the construction and characterization of an oven-type solar cooker, which was made of high quality materials to evaluate its thermal behavior, measuring internal temperatures with and without sample, sample temperature and the temperature of the absorbent plate; as well as climatic variables and irradiation. The solar cooker reached a maximum internal temperature of 63 °C without sample (water), and 74 °C with sample, for the absorbent plate a maximum temperature of 98 °C was achieved. Finally, the efficiency was calculated for the tests carried out on July 3, 4, and 5, obtaining values of 2.10%, 2.60% and 1.70% respectively.

Key Words: construction; characterization; thermal behavior; irradiation; efficiency.

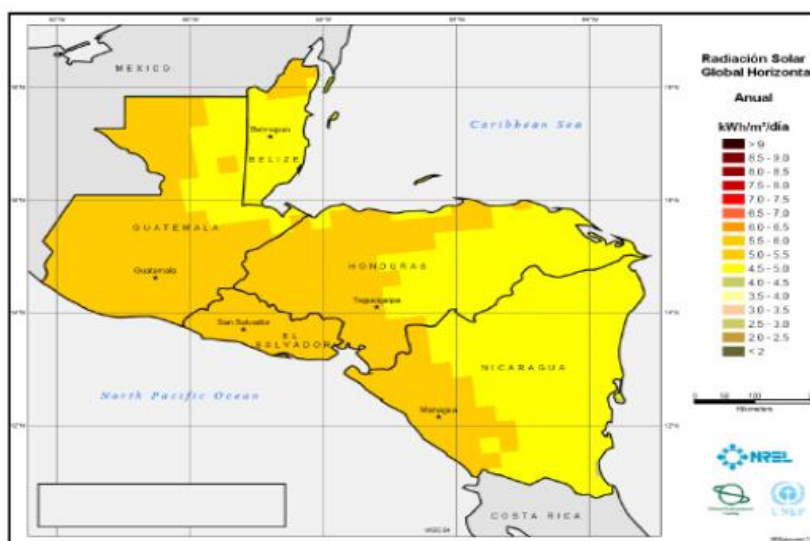
1. Introducción.

La energía solar es una fuente de energía de origen renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol. La radiación solar es una fuente de energía renovable que puede ser aprovechada en el sector doméstico de forma simple como intensidad luminosa o calor. Actualmente existen dispositivos que aprovechan la radiación solar para tareas específicas como calentamiento de agua, deshidratación de alimentos, generación de electricidad, refrigeración y cocción de alimentos.

El Salvador cuenta con un gran potencial energético en lo que ha radiación solar se refiere. La radiación solar en horas del mediodía solar en El Salvador tiene un valor que oscila en el intervalo de 700 KWh/m^2 y 900 KWh/m^2 , lo que lo hace el país con las mayores posibilidades de desarrollo de esta energía renovable a nivel de Centroamérica (MARN, s.f.).

Figura 1.

Radiación solar global horizontal anual en Centroamérica



Nota: En la figura se presenta la irradiación global horizontal media recibida en superficie, expresada en kWh/m^2 por día para Latinoamérica, oscilando entre los valores más altos de radiación a nivel del suelo entre 7.0 y 7.2 kWh/m^2 por día (1999-2018). Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Las diferentes tecnologías solares se clasifican en pasivas o activas según cómo capturan, convierten y distribuyen la energía solar. Las tecnologías activas incluyen el uso de paneles fotovoltaicos y colectores térmicos para recolectar la energía. Entre las técnicas pasivas, se encuentran diferentes técnicas enmarcadas en la arquitectura bioclimática: la orientación de los edificios al Sol, la selección de materiales con una masa térmica favorable o que tengan propiedades para la dispersión de luz, así como el diseño de espacios con ventilación natural (Astronomía Moderna: El Sol, 2017).

Las cocinas solares son dispositivos que permiten cocinar alimentos usando la radiación solar como fuente de energía. Por lo general, estos sistemas son semi-estacionarios, porque requieren orientación continua hacia el Sol, para tener mejor aprovechamiento de la energía solar. Son una alternativa para la cocción de alimentos y aunque no cubren por completo la necesidad, por ejemplo, hacer tortillas, ni cocinar en días nublados, su uso representa un ahorro en el consumo de leña y gas licuado (ECOTEC, 2023). Las cocinas solares son aparatos que nos permiten cocinar los alimentos utilizando el Sol como fuente de energía, donde la radiación es dirigida hacia la superficie absorbente. Estas cocinas pueden generar altas temperaturas y se pueden utilizar para cocinar frutas, cereales, legumbres y muchos otros alimentos como pan y repostería funcionando de manera similar a una cocina de gas.

Cocinar con energía solar permite además de aprender sobre desarrollo sostenible, ahorrar diariamente gas, carbón, leña y/o electricidad e influir en la conciencia ambiental de las personas. Es por esto, que la construcción y caracterización de una cocina solar tipo horno permite evidenciar que el uso de estas es viable para contribuir con la sostenibilidad.

Existen varios tipos de cocinas solares, estas se clasifican en:

- *De concentración.* Se basan en concentración de la radiación solar en un punto, típicamente a través de un reflector parabólico. En dicho punto se coloca la olla que cocinará los alimentos. Generan altas temperaturas y permiten freír alimentos o hervir agua. Son particularmente peligrosas al usuario si no se tiene cuidado y si no se usa el tipo de protección necesario.

- *Horno o caja*. El horno o caja solar es una caja térmicamente aislada, diseñada para capturar la energía solar y mantener caliente su interior. Los materiales generalmente son de baja conducción de calor, lo que reduce el riesgo de quemaduras a los usuarios y evita la posibilidad de incendio tanto de la cocina como en el lugar en el que se utiliza. Además, los alimentos no se queman ni se pasan conservando así su sabor y valor nutritivo.

Dentro de la familia de las cocinas solares, la clasificación que se utiliza divide a estos dispositivos en tres grandes grupos y que son los tres principales modelos de cocina que están actualmente más desarrollados y en mayor uso. Estos modelos, son la cocina CookIt, el horno solar y la cocina parabólica. A su vez, estas se ven diferenciadas por otros factores que no son ni su diseño ni los materiales utilizados en su construcción, y que es la forma que tienen de captar y transformar la radiación procedente del Sol en energía suficiente para el calentamiento y la cocción de alimentos. La forma de captación de calor de los hornos solares y las cocinas parabólicas son diferentes, el horno solar capta calor medio de la acumulación de radiación infrarroja y las cocinas parabólicas captan el calor por medio de la concentración de la luz directa en un punto

Las cocinas solares son también llamadas ecotécnicas, es decir tecnologías ecológicas porque satisfacen una necesidad energéticamente primaria, son tecnologías económicamente rentables, ecológicamente viables y socialmente aceptables. (Luis B. López, 2014)

Entre las ventajas de la cocina solar se encuentran su bajo costo, su sostenibilidad ambiental y su capacidad para cocinar alimentos de manera saludable sin necesidad de combustibles fósiles. Sin embargo, también existen algunas desventajas, como la necesidad de un clima soleado y despejado para su funcionamiento óptimo y el tiempo adicional que puede requerir para cocinar los alimentos en comparación con las cocinas convencionales.

Almacenamiento y pérdidas de calor.

El buen almacenamiento de calor dentro de la caja se debe a los materiales con los cuales se ha construido la cocina solar, principalmente el aislante térmico, el cual evitará las pérdidas de calor por las paredes y la parte inferior de la caja; asimismo, se puede colocar dos vidrios en lugar de uno solo para reducir las pérdidas de calor por convección. La Segunda Ley de la Termodinámica plantea que el calor siempre se transfiere de un cuerpo o sustancia caliente a otra más fría. El calor dentro de una cocina solar se pierde por tres mecanismos físicos que son:

Conducción, el calor dentro de una cocina solar se pierde cuando viaja a través de las moléculas de las hojas de aluminio, el vidrio, el cartón, el aire y el aislamiento, hacia el aire fuera de la caja. La placa absorbente calentada por el sol conduce el calor a la parte inferior de las cacerolas. Para prevenir la pérdida de este calor vía conducción a través de la parte inferior de la cocina, la placa absorbente se eleva de la parte inferior utilizando pequeños espaciadores aislantes.

Radiación, todo cuerpo que se encuentra a una determinada temperatura, emite radiación en el rango del Infrarrojo, este calor se propaga a través del aire. La mayor parte del calor radiante que se despiden de las ollas calientes dentro de una cocina solar se refleja desde el papel de aluminio y del cristal nuevamente a las ollas y a la bandeja inferior. Aunque los vidrios son opacos a la radiación infrarroja, un poco de ésta escapa al exterior.

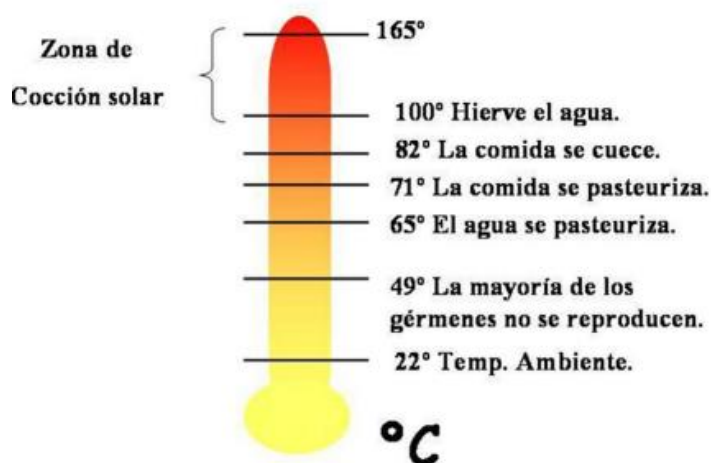
Convección, se pierde calor en las cocinas solares cuando el aire más frío que el vidrio de la ventana caliente pasa sobre ella y arrastra el calor de las moléculas de aire en contacto directo con el vidrio o, simplemente, estas moléculas de aire caliente se elevan al disminuir su densidad y son reemplazadas por otras más frías.

Para los alimentos, se va a necesitar tiempo y temperatura para estar preparados. La temperatura que se alcanza tiene que ser la necesaria, según se muestra en la figura 2, para que dichos alimentos estén libres de microbios y su consumo sea seguro.

Por este motivo, todas las cocinas solares, por muy rudimentarias que sean, tienen que llegar siempre al intervalo de temperatura óptimo y seguro.

Figura 2.

Temperatura de cocción de alimentos.



Nota: En la figura se muestran las diferentes temperaturas de operación de una cocina solar. Fuente: <http://www.gastronomiasolar.es/p/cocina-solar.html>

Análisis de comportamiento energético de cocina solar tipo horno.

El comportamiento energético de una cocina solar puede ser estudiado mediante un balance de energía global, esto es, a partir de los flujos de energías que ingresan y abandonan el equipo. Luego, si se considera estado estacionario durante un breve intervalo de tiempo y se realiza la hipótesis que la energía cinética y potencial son despreciables, el balance de energía puede escribirse como:

Flujo de energía perdida = Flujo de Energía entrante (E_i) – Flujo de Energía saliente (E_o)

La energía por unidad de tiempo que ingresa a la cocina E_i [W], es la radiación solar global que incide sobre el plano de la superficie absorbente, la que puede escribirse como:

$$E_i = I a_{sc} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde, I , es la radiación solar global sobre superficie horizontal [W/m²], y a_{sc} el área de la superficie absorbente de la cocina [m²]. La energía ganada por el agua, por unidad de tiempo, es considerada el flujo de energía saliente E_o [W]. El cálculo de la ganancia de calor sensible está basado en el aumento de temperatura de la masa de agua

contenida en el recipiente m_w [Kg] y su capacidad calorífica C_{pw} [J/K Kg]. Luego, dividiendo por el intervalo de tiempo considerado Δt [s], se obtiene la expresión para el flujo de energía saliente en watts:

$$E_0 = \frac{m_w c_{pw} (T_{wf} - T_{wi})}{\Delta t} \quad (\text{Ec. 2})$$

Con T_{wi} y T_{wf} , las temperaturas del agua de la olla al comienzo y al final del intervalo de tiempo considerado, respectivamente [°K]. La eficiencia energética instantánea de la cocina solar η [adimensional], se define como el cociente entre los flujos de las energías entrante y saliente:

$$\eta_{en} = \frac{\text{Energía saliente}}{\text{Energía entrante}} = \frac{E_0}{E_i} \quad (\text{Ec. 3})$$

Una cocina solar eficiente maximiza la captación y conversión de energía solar en calor, lo que permite una mayor velocidad y eficacia en la cocción de los alimentos. No hay un porcentaje de eficiencia ideal establecido, ya que puede variar en función del diseño y los materiales utilizados. Sin embargo, se considera que una cocina solar eficiente puede tener una eficiencia cercana al 50%. Esto significa que se aprovecha la mitad de la energía solar incidente para calentar los alimentos. Sin embargo, algunos diseños más avanzados y sofisticados pueden lograr eficiencias aún mayores, superando el 50%. Es relevante destacar que el rendimiento de una cocina solar también puede verse influenciado por condiciones climáticas variables, como la radiación solar, la temperatura ambiente y la humedad.

2. Metodología.

2.1 Material y Equipo.

Materiales	Equipo
- Madera de pino.	- Multímetro modelo Simpson 50123.
- Un pliego de plywood de $\frac{1}{4}$.	- Recolector de datos con Bluetooth.
- Clavos, tornillos y tuercas.	- Solarímetro modelo SP 505.
- Cinta métrica y lápiz.	- Estación meteorológica modelo Krestel
- Aserrín y estopas de coco.	4000.
- Sierra eléctrica.	- Computadora.
- Taladro y martillo.	- Cronómetro.
- Vidrio de 34 x 46 cm y 3 mm de espesor.	- Muestra de agua (250 mL).
- Silicón.	- Bitácora.
- Pintura negro mate termorresistente.	- Termómetro.
- Lámina galvanizada calibre 32.	

2.2 Procedimiento Experimental.

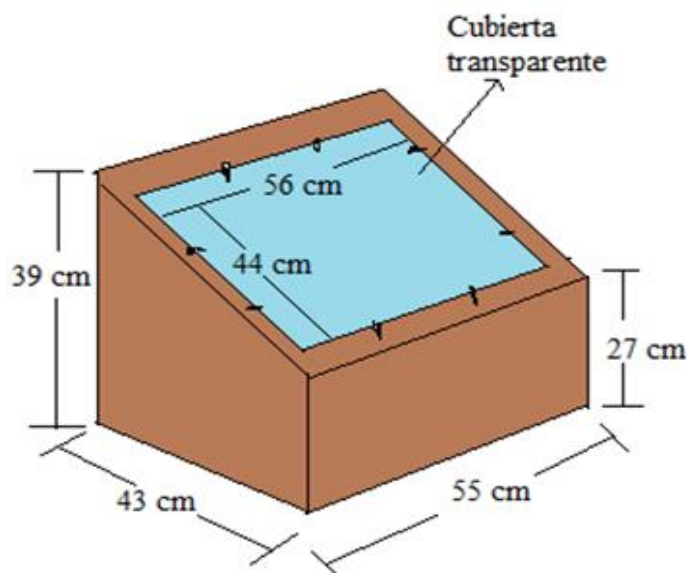
2.2.1 Construcción de la cocina.

Para la cocina solar tipo horno de madera; haciendo uso de cinta métrica, lápiz y sierra eléctrica se construyeron 5 formas rectangulares tipos “marcos o recuadros” de madera de pino con dimensiones de $(3 \times 5) \text{ cm}$, el largo y alto dependió de cada parte de la cocina; para la base las medidas fueron $(46 \times 56) \text{ cm}$, se cortó plywood para poner la primera cara, se agregó el aislante, y por último se puso la otra cara pegada con lámina galvanizada como placa absorbente pintada con pintura termoresistente. Después se realizaron de la misma forma la parte frontal con medidas de $(33 \times 50) \text{ cm}$, los laterales $(37 \times 27 \times 39 \times 39) \text{ cm}$ agregándole lámina como reflectante. Cada parte o cara elaborada se ensambló con clavos. Se construyó la parte trasera con medidas de $(55 \times 39) \text{ cm}$ en donde se realizó una puerta de acceso de $(30 \times 22) \text{ cm}$ a la que se le colocó 2 chapas y pasador. Todo se unió con clavos y silicón para evitar fugas, por último, se cortó madera de pino en forma de rectángulo con medidas $(44 \times 65) \text{ cm}$ que sirvió de

soporte para la ubicación del vidrio templado sujeto con prensadores, tal como se muestra en la figura 3. Así mismo, en la tabla 2 de anexos se presenta un registro fotográfico de la construcción de la cocina. Cabe destacar que el material utilizado como aislante fue estopa de coco y aserrín; y el material utilizado como medio transparente fue vidrio templado.

Figura 3.

Medidas y montaje de construcción de cocina solar tipo horno de madera.



2.2.2 Pruebas de funcionamiento.

Las pruebas se realizaron en el Cantón La Montaña, Osicala, Morazán con coordenadas: Latitud: 13.8167 Longitud: -88.1667, y altitud aproximada de 625 metros. Para la medición de temperaturas en su interior sin muestra, se realizó lo siguiente: Se ubicó la cocina en un espacio libre de sombra, luego el termopar del multímetro se introdujo en su interior (con puerta cerrada) donde el multímetro estaba conectado al recolector de datos por bluetooth, de esta manera se realizaron medidas de temperatura los días 9,10 y 11 de junio, cada 10 minutos de 8:00 a 14:00 horas, tal como se muestra en la figura 4.a

Para la medición de temperaturas de funcionamiento con muestra, se realizó lo siguiente: Se colocó la cocina en un lugar libre de sombra, se introdujo una muestra de agua de

250 mL en el interior de la cocina y se procedió a tomar la temperatura ambiente, de la muestra, la placa absorbente y del interior de la cocina. Se realizaron las pruebas de funcionamiento los días 3 y 5 de julio, iniciando a las 08:00 y finalizando a las 14:00 horas. Se tomaron las medidas de temperatura en intervalos de 15 minutos en ese periodo de tiempo. Las variables climáticas y la radiación se midieron cada 30 minutos.

Figura 4.

Montaje experimental para cocina solar de madera.



a. Toma de temperatura interna (sin muestra)



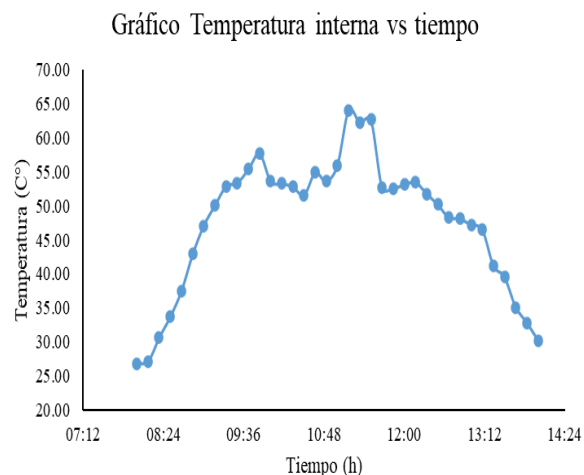
b. Pruebas de funcionamiento (con muestra)

3. Resultados y discusión.

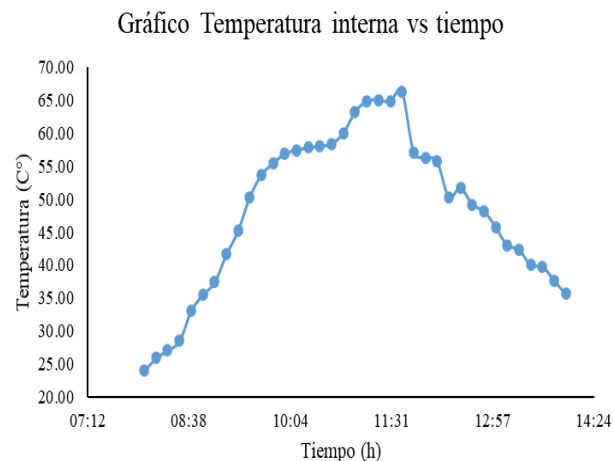
A partir de los registros de temperatura del interior de la cocina solar se construyeron las gráficas que se presentan a continuación.

Figura 5.

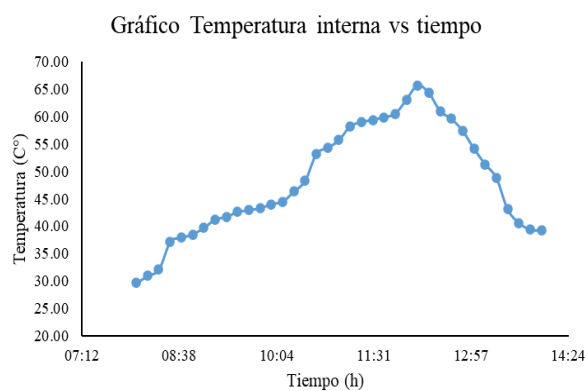
Gráficos temperatura del interior de la cocina vs tiempo.



a) Día 9/06/2023.



b) Día 10/06/2023.



c) Día 11/06/2023.

- a) En la figura se aprecia una disminución y aumento en la temperatura en diferentes tiempos, esto debido a que este día se presencié un ambiente nublado causando altas y bajas temperaturas, siendo la máxima de 64.10°C a las 11:10 horas, luego

empezó a descender hasta alcanzar la temperatura de estancamiento hasta las 14:00 horas.

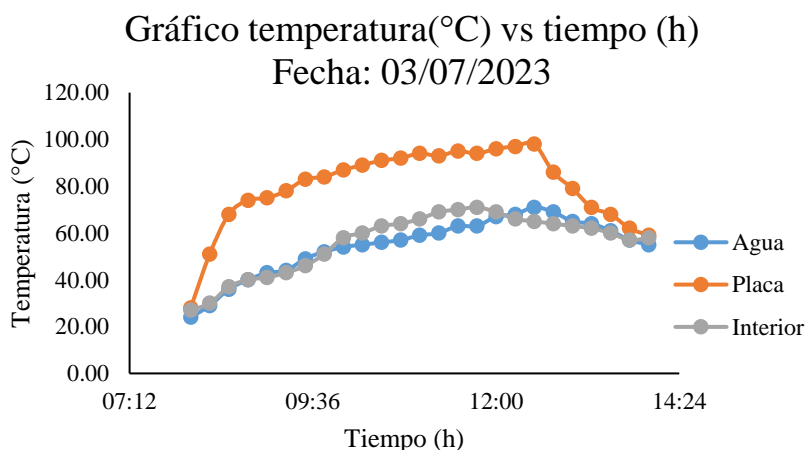
b) En la figura se aprecia un aumento de las temperaturas hasta alcanzar un máximo a las 11:40 horas como resultado de 66.30 °C, posteriormente esta empezó a descender hasta alcanzar la temperatura de estancamiento a las 14:00 horas.

c) En la figura se aprecia un aumento de las temperaturas hasta alcanzar un máximo a las 12:10 horas con 65.70 °C, posteriormente empezó a descender hasta alcanzar la temperatura de estancamiento a las 14:00 horas.

A partir de los datos obtenidos en el registro de las temperaturas de funcionamiento de la cocina solar se presentan los gráficos que muestran el comportamiento de la temperatura del interior de la cocina, de la muestra y de la placa absorbente en función del tiempo.

Figura 6.

Temperaturas de trabajo de la cocina solar día 3/07/2023.

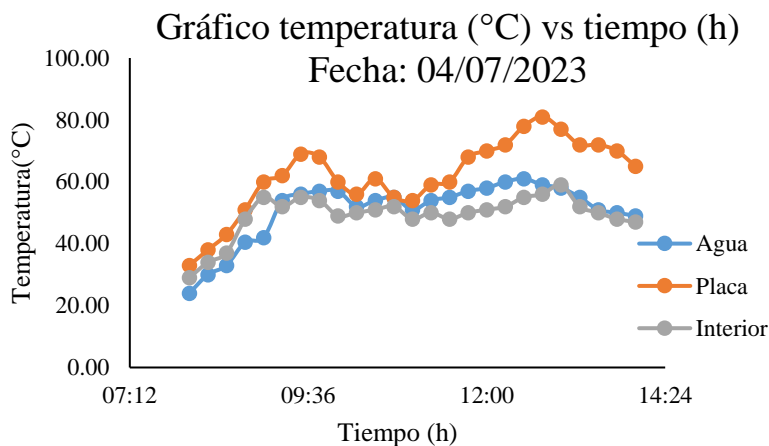


En la figura 6 se observan, la temperatura de la muestra (agua), de la placa absorbente y del interior de la cocina en función del tiempo. Inicialmente, se visualiza que la mínima temperatura registrada corresponde a la muestra de agua debido a su capacidad calórica, mientras que la placa y el interior de la cocina se encontraban a temperatura ambiente. Se aprecia que las temperaturas según la exposición al Sol, hasta

alcanzar temperaturas máximas de 71 °C de agua, 98°C en la placa y 71°C la temperatura interior, posteriormente experimentaron un descenso hasta alcanzar el punto de estancamiento a las 14:00 horas.

Figura 7.

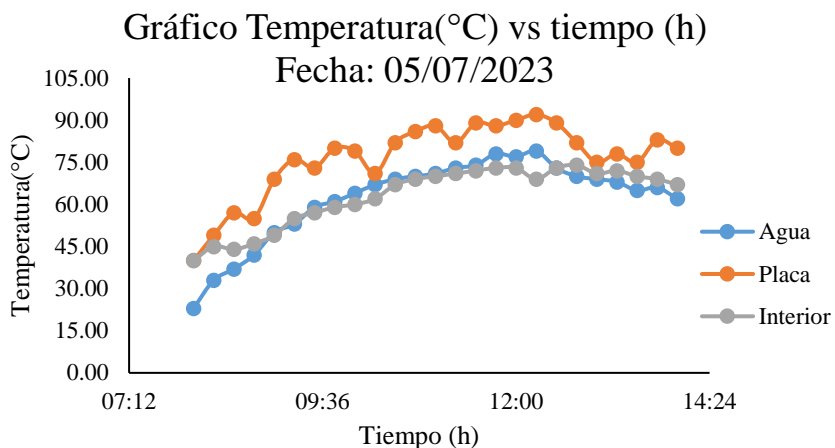
Temperaturas de trabajo de la cocina solar día 4/07/2023.



La figura 7 muestra la temperatura de la muestra (agua), de la placa absorbente y del interior de la cocina en función del tiempo. Inicialmente, se observa que la mínima temperatura registrada corresponde a la muestra, mientras que la placa y el interior de la cocina se encontraban a temperatura ambiente, se observa que las diferentes temperaturas aumentaron en cada hora de exposición, sin embargo, en el lapso de las 10:00 hasta las 11:30 horas hubo presencia de nubes y amenaza de lluvias asimismo, se observó una disminución en los de radiación (tabla 4.5), luego, las temperaturas experimentaron un aumento hasta las 12:45 horas, como resultado las temperaturas máximas para el agua fue de 61 °C, en la placa de 81°C y temperatura interior de 59 °C, finalmente disminuyeron hasta llegar a la temperatura de estancamiento a las 14:00 horas.

Figura 8.

Temperaturas de trabajo de la cocina solar día 5/07/2023.



La figura 8 muestra la temperatura de la muestra (agua), de la placa absorbente y del interior de la cocina en función del tiempo. Inicialmente, se aprecia que la mínima temperatura registrada corresponde a la muestra, mientras que la placa y el interior de la cocina se encontraban a temperatura ambiente, se visualiza que las diferentes temperaturas aumentaron en cada hora de exposición al Sol hasta alcanzar temperaturas máximas de 79 °C para el agua, 92°C para la placa y 74°C en la temperatura interior, posteriormente experimentaron un descenso hasta alcanzar el punto de estancamiento a las 14:00 horas.

Por medio del análisis termodinámico del comportamiento de la temperatura de la muestra de agua, y de los valores medidos de la irradiación, fue posible determinar la eficiencia de la cocina solar, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 1

Eficiencia térmica de la cocina solar.

Fecha	3/07/2023	4/07/2023	5/07/2023
η	0.021	0.026	0.017

Posterior al análisis de comportamiento de la cocina, se realizó el procedimiento de cocción de diferentes alimentos para verificar funcionamiento, tal como se muestra en la tabla 3 de anexos. Es importante destacar que los alimentos se cocinaron con un buen sabor, una buena consistencia y en tiempos aceptables.

4. Conclusiones.

La construcción de una cocina solar tipo horno a partir de materiales resistentes logró una temperatura interna máxima de 66.30 °C sin muestra, y temperatura interna máxima de 74°C con muestra, en ese caso 0.237 kg de agua. Además, se obtuvo una temperatura máxima de placa absorbente fue 98°C y temperatura máxima del agua resultó de 71°C demostrando ser eficiente para la cocción de alimentos.

El periodo de exposición para cocinar alimentos varía según el tipo de alimento y contenido de agua.

Se observó que el rango de máximas temperaturas se presentó desde 10:00 horas a 14:00 horas el periodo de altas temperaturas.

A pesar de probabilidades de lluvia o presencia de nubes es posible utilizar la cocina solar, con la peculiaridad que sería por más tiempo.

La cocina solar tipo horno realizada en esta experimentación obtuvo eficiencias de 2.10, 2.60 y 1.70 respectivamente.

5. Referencias bibliográficas.

Astronomía Moderna. (17 de febrero de 2017). *Astronomía Moderna*. Obtenido de <http://feinstein.com.ar/EISol.html> febrero de 2017). Obtenido de <http://feinstein.com.ar/EISol.html>

Duffie Jhon A. , B. (2013). *Solar Engineering of Termal Procceses*.

ECOTEC. (2023). Obtenido de <https://ecotec.unam.mx/ecoteca/cocinas-solares>

García Chavez J., L. (1995). *Comportamiento y caracterización de un Horno Solar*. México.

Luis B. López. (2014). *Sabermás*. Obtenido de <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/tecnologia/237-numero-27/424-cocinas-solares-tecnologia-ecologica.html>

MARN. (s.f.). Obtenido de Dirección General de Observatorio de Amenazas y Recusos Naturales: <http://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/clima+en+el+salvador/>

Moreira García, J. (2021). *Construccion y caracterizacion de una cocina solar térmica modelo Funnel*. Valladolid. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/48747>

Solar Cooking. (s.f.). *Solar Cooking Archive*. Obtenido de <http://solarcooking.org/espanol/>

ANEXOS.

Tabla 2

Proceso de construcción de cocina solar.

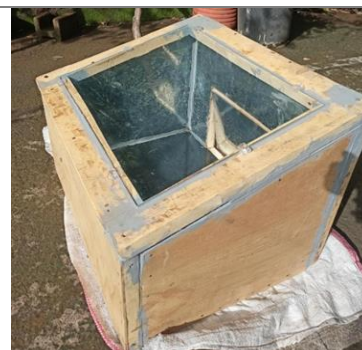
Material aislante

Material utilizado como reflectante



Aplicación de pintura termorresistente





Relleno con material aislante



Colocación de placa absorbente

Cocina solar (resultado final)

Tabla 3*Cocción de alimentos.*

Fecha	Alimento	Hora de inicio (h)	Hora de finalización (h)	Tiempo de cocción (h)	Observaciones	Resultado
4/8/2023	Huevo	09:35	11:40	01:10	Buena consistencia y buen sabor, cocción completa.	
4/8/2023	Plátanos	12:35	14:00	01:25	Consistencia suave, sabor dulce y cocción completa	
7/8/2023	Pan para pastel	08:00	11:10	03:10	Textura esponjosa y buen sabor y buena cocción.	
6/9/2023	Carne	8:15	11:05	02:80	Excelente sabor y consistencia blanda.	
12/9/2023	Pollo	9:10	11:25	02:15	Consistencia blanda y buen sabor.	