ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

Implementación de un prototipo de calentador solar para evaluar las variaciones de temperatura producidas en el interior de un cuarto de estudio en la ciudad de Loja

Implementation of a solar heater prototype to evaluate temperature variations inside a study room in the city of Loja

[1] Gustavo Manuel Benítez Guarnizo https://orcid.org/0009-0006-9190-7194
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.
Maestría en Construcciones con mención en la Administración de la Construcción Sustentable
gustavo.benitez.56@est.ucacue.edu.ec

[2] Jorge Fernando Toledo Toledo https://orcid.org/0000-0003-0007-7510
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.
Maestría en Construcciones con mención en la Administración de la Construcción Sustentable
jftoledot@ucacue.edu.ec

[3] Laura Lidia Martínez Ochoa https://orcid.org/0009-0001-0484-3158
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.
Maestría en Construcciones con mención en la Administración de la Construcción Sustentable
laura.martinez@ucacue.edu.ec

Artículo de Investigación Científica y Tecnológica
Enviado: 13/02/2025
Revisado: 18/03/2025
Aceptado: 29/04/2025
Publicado:30/05/2025
DOI: **https://doi.org/10.33262/ap.v7i2.1.613**

Cítese:

Benítez Guarnizo, G. M., Toledo Toledo, J. F., & Martínez Ochoa, L. L. (2025). Implementación de un prototipo de calentador solar para evaluar las variaciones de temperatura producidas en el interior de un cuarto de estudio en la ciudad de Loja. *AlfaPublicaciones*, *7*(2.1), 122–149. https://doi.org/10.33262/ap.v7i2.1.613

ALFA PUBLICACIONES, *es* una revista multidisciplinar, t**rimestral,** que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. https://alfapublicaciones.com
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

Palabras claves:
Energía solar, calentador solar térmico, tubo de calor, temperatura interior, transferencia de calor.

Resumen

Introducción. Ecuador, así como las regiones de tercer mundo, sostienen la necesidad de incentivar la culturización del uso de energías renovables, la energía solar térmica se utiliza para calentar agua de uso doméstico, este articulo explora su aplicación en la calefacción. **Objetivo.** El presente estudio tiene como objetivo evaluar las variaciones de temperatura inducidas por un prototipo de calentador solar al emplear agua y aceite como fluidos térmicos, con el fin de determinar la temperatura en el interior de una caja - maqueta experimental instalada en un cuarto de estudio. **Metodología.** Estudio de enfoque cuantitativo, se elabora y se instala un prototipo de calentador solar, que consiste en una caja del calentador y un circuito cerrado de tubería de acero de ½ pulgada de diámetro tipo serpentín, que calienta un fluido térmico agua o aceite y son transportadores de calor, desde la caja del calentador solar hasta la caja experimental instalada en el cuarto de estudio en una vivienda de la urbe de Loja. Las mediciones de las variaciones de temperatura, se las realizan mediante un registrador de temperatura marca testo, modelo 174H y un multímetro, con medidor de temperatura en un periodo de 24 días. **Resultados.** Luego de analizar los datos obtenidos se presenta un aumento de temperaturas de 6.72 °C con agua y de 1.92 °C con aceite en el interior de la caja experimental instalada en el cuarto de estudio. **Conclusión.** Una vez desarrollada la investigación se concluye que la temperatura en el interior de la caja – maqueta experimental instalada en el cuarto de estudio, se incrementa al utilizar el prototipo de calentador solar empleando tanto agua y aceite como fluidos térmicos. **Área de estudio general:** Arquitectura Sustentable. **Área de estudio especifica:** Energías Renovables en Edificaciones. **Tipo de estudio:** Articulo original.

Keywords:
Solar energy, solar thermal heater, heat pipe, indoor temperature, heat transfer.

Abstract

Introduction. Ecuador, like many regions in the developing world, faces the need to promote awareness and adoption of renewable energy sources. Solar thermal energy is commonly used for heating domestic water; however, this article explores its application in space heating. **Objective.** This study aims to evaluate the temperature variations induced by a solar heater

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

prototype using water and oil as thermal fluids, to determine the temperature inside an experimental model box installed in a study room. **Methodology.** This is a quantitative study. A solar heater prototype was designed and installed, consisting of a heater box and a closed-loop circuit of ½-inch steel coiled tubing. This system heats a thermal fluid—either water or oil—which acts as a heat carrier from the solar heater box to the experimental box installed in a study room of a residential home in the city of Loja. Temperature variations were measured using a Testo 174H temperature logger and a multimeter with a temperature probe over a period of 24 days. **Results.** After analyzing the data collected, an increase of 6.72 °C was observed when using water, and 1.92 °C when using oil, inside the experimental box installed in the study room. **Conclusion.** Once the research was completed, it was concluded that the temperature inside the experimental model box installed in the study room increased when using the solar heater prototype with both water and oil as thermal fluids. **General Area of Study:** Sustainable Architecture. **Specific area of study:** Renewable Energy in Buildings. **Type of study:** Original.

1. Introducción

Actualmente, el consumo de energía en el mundo afecta directamente a los recursos naturales del planeta, originando la contaminación del aire a partir de fuentes fósiles que producen gases contaminantes que retienen el calor en el ambiente, los cuales son responsables del calentamiento global (Chilbule & Dhole, 2022). La matriz energética del Ecuador se compone en un 72% de fuentes hidroeléctricas, lo que históricamente ha representado una ventaja en términos de sostenibilidad y costos de generación. No obstante, en la actualidad, esta alta dependencia de la energía hidroeléctrica se ha convertido en un desafío debido al fenómeno de estiaje que afecta el caudal de los ríos y la capacidad de los embalses, comprometiendo así la estabilidad del suministro eléctrico. Esta situación resalta la necesidad de diversificar la matriz energética para garantizar la resiliencia del sistema frente a variaciones climáticas y asegurar un abastecimiento energético sostenible (Ministerio de Energía y Minas, 2024).

Al sur del Ecuador se sitúa la población de Loja, la cual cuenta con dos centrales eólicas, una termoeléctrica y una central hidroeléctrica, actualmente esa energía está

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

conectada al sistema nacional interconectado, lo cual genera problemas de abastecimiento para el consumo de energía de sus habitantes (Crónica, 2024). Frente a esto, es importante utilizar energías renovables de otro tipo de origen, como es el calor proveniente del sol, para aprovecharla como fuente de energía limpia (Chilbule & Dhole, 2022).

El sector de la construcción de viviendas alrededor del mundo tiene una meta muy importante, que es lograr un acondicionamiento térmico confortable de las viviendas para las personas que las habitan, ahorrando consigo el consumo de energía (Chen et al., 2024; Iannelli & Gil, 2022). En el actual momento que vive el mundo, las personas realizan sus actividades en espacios interiores de sus casas, pues después de la pandemia Covid–19 esta opción de trabajo tuvo gran acogida, requiriendo espacios interiores confortables (Iannelli & Gil, 2022). Teniendo en cuenta, que muchas veces un usuario permanece hasta 22 horas en la vivienda, ya sea para descansar o debido a condiciones meteorológicas poco propicias y por trabajo, el 14% de los ecuatorianos trabaja en su hogar. Por ende, lo importante es buscar las condiciones de comodidad adecuadas para que los habitantes de una vivienda se sientan bien mental y físicamente (El comercio, 2021).

Dentro del acondicionamiento térmico para una vivienda, existen diferentes características o condiciones de confort en interiores como: vestimenta de los ocupantes, actividad de las personas, calor o frio radiante de las paredes, ligereza del viento, número de ocupantes, características de la envolvente, diseños adecuados de la construcción, temperaturas externas, porcentaje de humedad y temperatura del aire interior (Iannelli & Gil, 2022). Pero estas, no son abordadas de una manera proyectual desde lo climático por parte del sector de la construcción. La localidad de Loja tiene una elevación de 2.060 msnm y 15°C de temperatura media al año. En este núcleo urbano, el sector de la construcción no diseña ni construye viviendas térmicamente confortables (Aquino, 2019). Es decir no se consideran aspectos básicos de diseño bioclimático, como la incidencia del sol, materiales que guarden el calor térmico dentro de la vivienda y estrategias pasivas en la apuesta por las energías renovables (Ratache et al., 2021). Ya sea por desconocimiento de los profesionales o dueños.

Una vez planificada y construida la vivienda sin criterios de diseño bioclimático, se originan espacios fríos y no confortables. Es el caso del cuarto de estudio que se aborda en la presente investigación, que consta de la siguiente composición arquitectónica constructiva: piso de cerámica lo cual irradia sensación de frio, paredes de bloque de filo las cuales son paredes finas que no guardan calor, cielo raso de PVC, una puerta y una ventana por donde también existen perdidas de calor, con una temperatura interior media de 19°C en gran parte del día. Además la ubicación y diseño de la vivienda no se adapta para que pueda aprovechar los recursos naturales directos para la entrada del sol, es decir no le llega el sol directamente ya que sale de este a oeste y las ventanas de la vivienda está en el norte, lo cual hace que se tenga que implementar calefacción eléctrica, para aumentar la temperatura interior, generando un gasto adicional en las

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

planillas eléctricas. Actualmente la irregularidad en la dotación del servicio eléctrico en el Ecuador y particularmente en la ciudad de Loja hace que no se pueda utilizar la calefacción eléctrica.

Ante la escasez de energía eléctrica, resulta imperativo diversificar las fuentes energéticas con alternativas sostenibles y ambientalmente amigables. Una de las opciones más viables para la generación de calor y calefacción en un entorno doméstico o de estudio es la energía solar térmica (Abdulghafor et al., 2024). En la presente investigación, se usa la energía solar en la aplicación de un prototipo de calentador solar, el cual es un dispositivo encargado de transformar la energía solar en térmica (Gonzales et al., 2024). Está compuesto por una caja del calentador, un circuito cerrado tipo serpentín de tubería de acero, que en su interior se prueba con dos fluidos térmicos como el agua y aceite y una cubierta de vidrio. Para finalmente, instalarlo en el cuarto de estudio de la vivienda mediante una caja - maqueta experimental, con el afán de incrementar su temperatura interior. Y así disminuir el consumo de energía eléctrica, ahorrar en las planillas de luz y reducir los gases de efecto invernadero.

Luego se realiza el análisis de temperatura dentro de la caja del calentador solar con los dos fluidos térmicos agua y aceite, así como el análisis de la temperatura dentro de una caja de madera experimental en el interior del cuarto de estudio para la toma de datos y finalmente sintetizarlos en la presentación y discusión de resultados. El uso de materiales en la elaboración del prototipo del calentador solar es de uso convencional, de fácil adquisición, económicamente accesibles para que las personas lo puedan implementar en sus viviendas. Para el progreso del prototipo del calentador solar y su puesta en marcha, se muestran los métodos y materiales empleados a seguir.

Por lo tanto mediante una investigación cuasiexperimental de enfoque cuantitativo se definirá una pregunta de investigación, que permita responder al problema de calefacción del cuarto de estudio de una vivienda residencial. ¿Cuáles son las variaciones de temperatura inducidas por un prototipo de calentador solar al emplear agua y aceite como fluidos térmicos, con el fin de determinar la temperatura en el interior de una caja – maqueta experimental instalada en un cuarto de estudio?

La investigación, se realiza por el interés que hay en el mundo en estos últimos años la utilización de energías renovables, las cuales se regeneran naturalmente y son inagotables, contribuyendo con el medio ambiente, contrarrestando el calentamiento global y protegiendo a la salud humana (Eufracio et al., 2019). Una energía originaria de fuente natural es la solar, la más utilizada para la calefacción y es gratis (Quiñonez, 2019).

Adicionalmente, el estudio aporta a la necesidad de tratar el tema de confort térmico, dentro de una vivienda o espacio determinado, utilizando la radiación solar como medio de calefacción (Uwa & Pourvahidi, 2024). Siendo necesario experimentar, conocer, divulgar y transferir tecnologías apropiadas a nuestra realidad social, con la generación

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

de nuevo conocimiento, utilizando tecnologías sencillas con materiales que el ser humano tiene a la mano (Iannelli & Gil, 2022).

El presente estudio tiene como objetivo evaluar las variaciones de temperatura inducidas por un prototipo de calentador solar al emplear agua y aceite como fluidos térmicos, con el fin de determinar la temperatura en el interior de una caja - maqueta experimental instalada en un cuarto de estudio (Ifrim et al., 2022). Para lo cual se desarrollan los siguientes objetivos específicos: elaborar e instalar el prototipo de calentador solar con materiales convencionales, monitorear las variaciones de temperatura inducidas por el calentador solar con los dos fluidos térmicos agua y aceite y determinar las mejores condiciones de funcionamiento del prototipo de calentador solar (Ismoilov et al., 2024).

1.1. Marco Teórico

Una energía proveniente de una fuente renovable como el sol llama mucho la atención, ya que es de libre acceso y ayuda a generar calor. Usándose para la calefacción de agua caliente en viviendas, generación de calor en piscinas y en la calefacción de espacios, ayudando con el ahorro en el consumo energético (Abur et al., 2021). Además la energía de la radicación solar se utiliza para obtener calor a través de los colectores solares (Eufracio et al., 2019).

En la presente investigación, se realiza pruebas cuasi experimentales del prototipo de calentador solar, instalado en el cuarto de estudio de la vivienda. El calentador solar de placa plana consta de una caja del calentador, un circuito cerrado tipo serpentín de tubería de acero, que en su interior se prueba con dos fluidos térmicos, como el agua y aceite para la calefacción o generación de calor y una cubierta de vidrio (Juanicó & González, 2018).

Los calentadores solares térmicos, son elementos que captura la energía solar y posteriormente la convierte en calor, utilizándose para aumentar la temperatura del aire o agua de un espacio arquitectónico, muchas veces aumentando su temperatura unos grados ya que se puede llegar a obtener temperaturas en el calentador solar que superan los 70°C siendo inferior a los 100°C (Gonzales et al., 2024).

1.2. Marco Referencial

Dentro de los diferentes tipos de colectores solares, los más usuales son los de placa plana y dentro de sus aplicaciones está la calefacción de espacios, demostrando la viabilidad de la tecnología ya que es respetuosa con el planeta y con la energía que se economiza, generando un beneficio financiero para los usuarios (Chopra et al., 2021). Asimismo la investigación de revisión de sistemas y aplicaciones solares térmicos integrados con tubos de calor, manifiestan que el uso de tubos de calor en aplicaciones solares resulta beneficioso debido a su respuesta rápida, mejor conductividad térmica, alta transferencia de calor y capacidad de trabajar con baja radiación solar (Chilbule & Dhole, 2022).

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

La temperatura interior de una estructura de radiador se incrementa acorde pasa el tiempo. La temperatura interna promedio de un sistema de radiadores es de 15°C y conforme pasa el tiempo, en una hora incrementa 5°C, esperando una temperatura mayor en el interior del sistema como 20°C (Madrigal et al., 2023). Asimismo la evaluación experimental de un procedimiento de calefacción proveniente del sol en un día manifiesta un incremento de temperatura de 3.5°C, durante un lapso de 3 horas de trabajo de nueve de la mañana a doce del mediodía (Vargas et al., 2016).

Al hablar de convección natural con un alto nivel de eficiencia, un calentador solar experimental de aire de doble flujo, un punto importante es la temperatura máxima que sale del colector solar que es de 95.7°C, eso es en días despejados (Quiñonez, 2019). Asimismo los sistemas de calefacción con tubo de calor integrado, para edificios establecen que el radiador de calefacción, que tiene integrado el tubo de calor, puede utilizar agua o refrigerante como fuente de calor obteniendo una uniformidad de temperatura superficial de 1,4 a 5, 4 °C/m (Dong et al., 2024). Igualmente los sistemas combinados de calefacción solar para casas residenciales sostienen que el aire interior de la casa es de 18°C a 30°C con un numero de radiación solar de 7.96 MJ a 17.96 MJ/m2*día y con una temperatura exterior media de 0°C a 14.1°C (Khamraev, 2023).

La eficiencia del colector solar es menor, cuando la viscosidad en los nano fluidos es alta y viceversa, este fenómeno se observa en sistemas de termosifón, que se reduce debido a la reducción del caudal a alta viscosidad (Wole-osho et al., 2020). Por otra parte, las estimaciones que se hacen en una investigación de temperatura interior, se considera una ganancia de temperatura relativamente pequeña en el interior de las viviendas (Chávez, 2019).

2. Metodología

El presente estudio tiene el un enfoque cuantitativo, el tipo de investigación científica es explorativo y el diseño cuantitativo es cuasi experimental. La presente investigación se llevó a cabo a través de una indagación destacada del asunto a investigar, mediante exploración de fuentes bibliográficas, con la búsqueda de palabras claves como: energía solar térmica, colector solar, transferencia de calor, confort térmico y temperatura interior en artículos científicos, libros y otras bases digitales e impresos. Posteriormente a esto, se desarrolló el cuasi experimento, en donde se realiza la elaboración e instalación del prototipo de calentador solar térmico en el cuarto de estudio de la vivienda, para poder captar la energía solar como recurso renovable con el fin de poder aumentar su temperatura interior.

2.1. *Materiales e instrumentos de medición*

Data logger testo 174 H – Registrador de temperatura: Es un instrumento para medir la temperatura, se compone de una pantalla digital y un sensor que se basa en termistores, funciona por medio de pilas de zinc - carbono. (Ureña et al., 2019) Son de fácil manejo, portátiles y entrega la medición de temperatura en grados centígrados para esta

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

investigación. Además, se utiliza el multímetro con medidor de temperatura: es un instrumento que permite medir la temperatura en grados centígrados y Fahrenheit mediante sondas térmicas, resultando útil por su versatilidad y por ofrecer datos en tiempo real, lo que facilito el seguimiento continuo del comportamiento térmico del calentador solar durante las diferentes etapas de prueba.

2.2. Fluidos térmicos de trabajo (2 tipos)

- Agua: En la calefacción de espacios arquitectónicos mediante colectores solares térmicos, el agua es el fluido térmico más utilizado (Rodríguez et al., 2023).
- Aceite: Se planteó el uso de este fluido por sus propiedades de buena resistencia a la oxidación, posee un alto coeficiente de transferencia de calor, elevada estabilidad térmica y prolongada vida útil (Chávez, 2019).

Tubería de acero tipo serpentín: se utiliza este elemento dispuesto en forma de S en espiral, el diámetro del tubo es de ½ pulgada y se seleccionó en base a la disponibilidad del material y pruebas prácticas. La longitud y número de vueltas del serpentín se ajustó de acuerdo con las dimensiones de la caja del calentador solar 0.8 m x 2.44 m con un numero de 4 vueltas, el espacio entre los tubos es de 0.15 m ya que se utilizó una dobladora manual. En conjunto el diseño del serpentín busco un equilibrio entre funcional, eficiencia térmica y facilidad de construcción para tener la mayor área posible y captar la radiación solar.

2.3. Diseño del prototipo

El prototipo de calentador solar consta de una caja, un circuito y se estructura mediante cinco componentes: base de madera OSB de 15mm, marco de madera melamina de 36mm, circuito de serpentín de tubería de acero de ½ pulgada, fluido térmico de trabajo en este caso de investigación agua y aceite y vidrio de 6mm. El calentador solar es una caja de madera de forma rectangular de 0.8 m x 2.44 m que se ajustó a la medida de la cubierta del cerramiento de la vivienda. En su interior está pintada de color negro con pintura anticorrosiva para que pueda absorber el calor y mantenerlo dentro de la caja, como se muestra en la **Figura 1**.

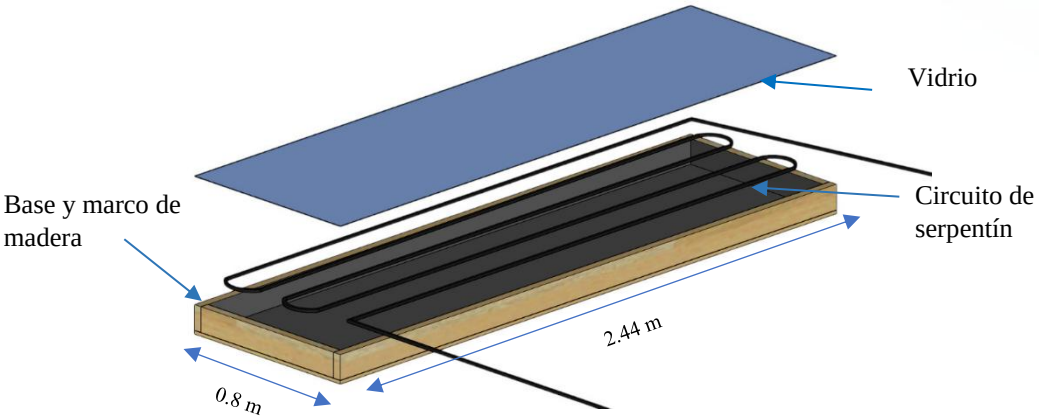
Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

Figura 1

Calentador solar



Nota: Principales componentes del calentador solar.

Inicialmente, se procedió a armar las paredes de la caja mediante las tiras de melanina de 36 mm, como se muestra en la **Figura 2**(a), luego se cortó una plancha OSB de 15mm para que sirva de base y se ajustó a la caja con tornillos de 2 pulgadas, como se muestra en la **Figura 2**(b). Posterior a esto, se pintó por la parte interior de la caja de color negro para que se eleve la temperatura con la radicación solar, como se muestra en la **Figura 2**(c). También se utilizaron herramientas menores como: soldadora, taladro.

Figura 2

Forma y uso de los materiales utilizados en la elaboración del prototipo de calentador solar: (a) armado de las paredes de la caja, (b) base de la caja y (c) pintado de la base interna de la caja

(a) (b) (c)

Nota: La construcción fue hecha con madera prefabricada. **Fuente:** Elaboración propia.

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

Posteriormente, se procedió al doblado y soldadura de la tubería de acero de ½ pulgada, conformando un serpentín en forma de S que constituye el circuito cerrado del sistema, Este diseño permite una construcción sencilla y accesible, fácil de fabricar, como se muestra en la **Figura 3**(a-b). Además, el serpentín fue pintado con pintura anticorrosiva de color negro, lo cual favorece la absorción de la radiación solar y al mismo tiempo protege al material de la corrosión.

El serpentín fue instalado dentro del calentador solar, que cuenta con una entrada y una salida para el circuito cerrado de circulación natural de tubería de acero, que en su interior pasa el agua o aceite permitiendo su circulación con facilidad, como se muestra en la **Figura 3**(c). También, para asegurar una mayor eficiencia y evitar pérdidas térmicas se prescindió del uso de uniones en el circuito cerrado, garantizando así una trayectoria continua de los fluidos. Luego, se tapó el cajón del calentador con un vidrio de 6mm de espesor, está cubierta permite el ingreso de la radiación solar al interior del cajón del calentador solar, facilitando así el aprovechamiento de la energía solar directa. La radiación solar atraviesa el vidrio y es absorbida por las superficies internas oscuras produciéndose el efecto invernadero en su interior, así como la transferencia de calor.

Figura 3

Construcción de la tubería de acero tipo serpentín: (a) Doblaje de tubería, (b) soldadura, armado de tubería y (c) pintado de tubería

(a) (b) (c)

Nota: La construcción fue hecha 4 con tubos negros. **Fuente:** Elaboración propia.

La ubicación del cuarto de estudio en la vivienda para la instalación del circuito cerrado se muestra en la **Figura 4**.

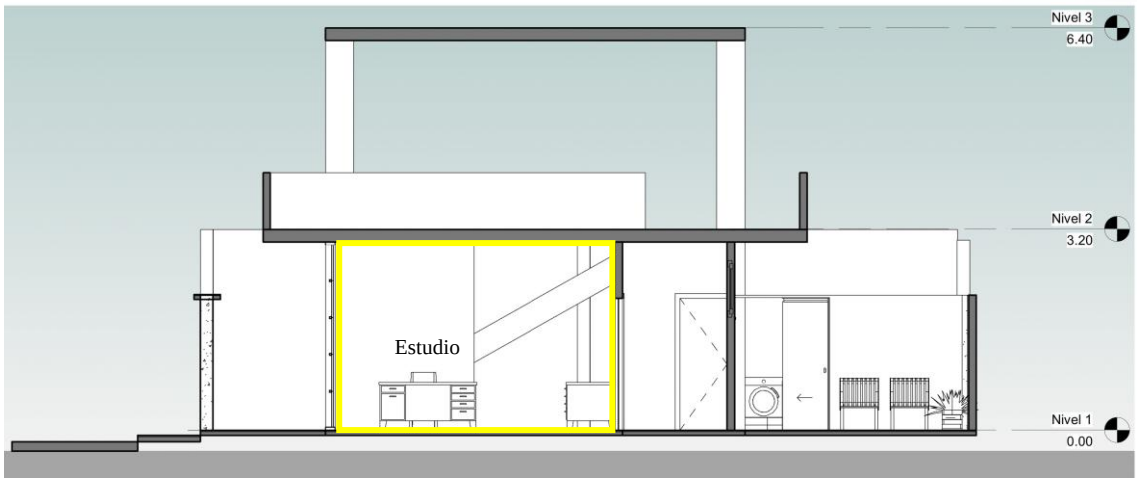
Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

Figura 4

Ubicación del cuarto de estudio en la vivienda

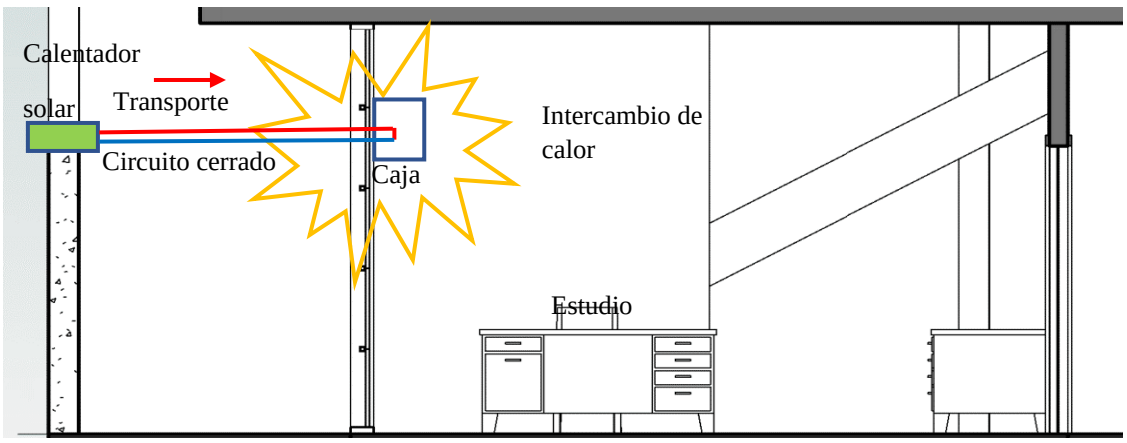


Nota: La construcción de la vivienda es de hormigón armado y ladrillo. **Fuente:** Elaboración propia.

La tubería de acero o circuito cerrado tipo serpentín utilizado es de ½ pulgada que sale del cajón caliente, está expuesto a la radiación solar, y transporta agua o aceite caliente al interior de la caja – maqueta experimental de 0,30 m x 0,30 m x 0,30 m instalada en el cuarto de estudio trasmitiendo e intercambiando energía térmica a través de la distribución de la tubería de forma recta, como se muestra en la **Figura 5**. Esta tubería entra y sale del cuarto de estudio para que se pueda incorporar la entrada del aire caliente - salida del aire frío y en lo posterior calentarse otra vez en el cajón de vidrio – calentador solar, haciéndose un ciclo repetitivo.

Figura 5

Intercambiador de calor del circuito cerrado (serpentín) a la caja experimental instalada en el cuarto de estudio - instalación del prototipo



Nota: La altura de la instalación del prototipo fue de 2.25 m.

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

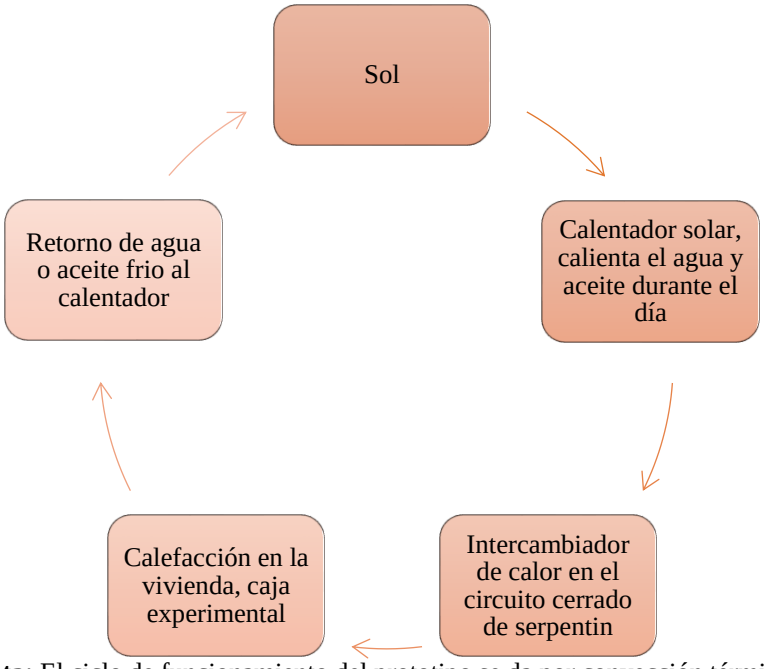
2.4. Funcionamiento

El funcionamiento del prototipo se basa en el aprovechamiento del calor generado por el efecto invernadero dentro del calentador solar de placa plana, el cual constituye el principio fundamental de su operación. Este fenómeno ocurre principalmente debido a la propagación de la radiación solar que al incidir sobre una superficie material puede ser absorbida parcial o totalmente, reflejada en cierto porcentaje o transmitida a través del elemento en cuestión. En este caso la mayor parte de la radiación solar que atraviesa el vidrio del calentador solar es absorbida por las superficies pintadas de negro. La energía absorbida se convierte en calor, contribuyendo así a la eficiencia térmica del sistema y permitiendo su aplicación en procesos de transferencia de calor para calefacción de espacios interiores. El vidrio del calentador solar es el cuerpo transparente que deja pasar la radiación solar. Además se conforma de un absorbedor tipo serpentín como circuito cerrado de tubería metálica, es aquí donde se da la transformación de la energía solar en térmica.

Una característica principal del calentador solar es la integración del tubo de calor, el cual mediante un líquido puede transferir calor continuamente de un lugar a otro, a través del fluido térmico de trabajo como es el agua y el aceite, sin utilizar nada para su movimiento (Dong et al., 2024). Es decir siempre actúa como un sistema pasivo de transferencia de calor de recirculación no forzada, como se muestra en la **Figura 6**, el sistema representa una alternativa sustentable y de bajo mantenimiento para aplicaciones térmicas en viviendas aprovechando las condiciones climáticas locales.

Figura 6

Funcionamiento del calentador solar



Nota: El ciclo de funcionamiento del prototipo se da por convección térmica.

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

2.5. Procedimiento cuasi experimental para evaluar las variaciones de temperatura obtenidas por el prototipo de calentador solar empleando agua y aceite como fluidos térmicos

El prototipo fue instalado en el exterior con el objetivo de funcionar como un dispositivo de climatización o estrategia pasiva. Su ubicación fue determinada en función de la exposición a la radiación solar, asegurando una captación directa de la energía solar. Para ello, se colocó sobre el cerramiento frontal de la vivienda en una disposición horizontal, sin ángulo de inclinación, a una altura aproximada de 2,25 metros sobre el nivel del suelo. Además, en el interior del cuarto de estudio se instaló una caja de madera - maqueta experimental con dimensiones de 0,30 m × 0,3 m × 0,30 m. Esta estructura permitió la recolección de datos sin que se produjera una dispersión significativa del calor acumulado o transferido dentro del espacio de estudio de la vivienda unifamiliar de un solo nivel. El registro de datos se llevó a cabo bajo diferentes condiciones climáticas, incluyendo cielos despejados y nublados, durante un período de 24 días en el mes de noviembre de 2024.

Se procedió a tomar datos de temperatura exterior del ambiente (como dato adicional referencial) y a la misma vez se instala el registrador de temperatura testo 174 H en el interior del cuarto de estudio sin el prototipo de calentador solar durante un periodo de tiempo de 8 días. Luego de la fabricación e instalación del prototipo de calentador solar se empleó agua como fluido térmico en el circuito cerrado - serpentín y se midió la temperatura dentro del calentador solar a través de un multímetro con medidor de temperatura y se continuó midiendo la temperatura en el interior de la caja – maqueta experimental instalada en el cuarto de estudio durante un periodo de 8 días más. Posteriormente, se sacó el agua del circuito cerrado mediante aire a presión. Después, se empleó aceite como fluido térmico y se continuó midiendo la temperatura dentro del calentador solar y la temperatura en el interior de la caja – maqueta experimental instalada en el cuarto de estudio durante un periodo de 8 días. Dándonos un periodo de tiempo de 24 días. La toma datos se realizó en intervalos de tiempo de 1 hora desde las 06:00 am hasta las 20:00 pm.

Las temperaturas medidas en la investigación fueron:

- Temperatura exterior del ambiente (como dato adicional) y temperatura interior del cuarto de estudio sin el prototipo de calentador solar (8 días).
- Temperatura dentro del calentador solar y la temperatura en el interior de la caja – maqueta experimental instalada en el cuarto de estudio empleando agua como fluido térmico (8 días).

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

- Temperatura dentro del calentador solar y la temperatura en el interior de la caja – maqueta experimental instalada en el cuarto de estudio empleando aceite como fluido térmico (8 días).

Estas temperaturas permitieron analizar el comportamiento térmico del prototipo y su impacto en la climatización pasiva del espacio en estudio. Para la obtención de resultados se tiene en cuenta las horas con más incidencia o radiación del sol, tanto con agua como con aceite y son las siguientes horas del día: nueve de la mañana, doce del mediodía y tres de la tarde, obteniendo los promedios. Las variables cuantitativas son la temperatura y el tiempo. Los datos obtenidos mediante la investigación fueron procesados a través de la hoja de cálculo Microsoft Excel, en donde se genera los gráficos para mostrar los resultados obtenidos.

La presente investigación, al ser cuasi experimental, considera un prototipo de calentador solar térmico, lo cual representaría una simulación de métodos y estrategias pasivas, para la calefacción de un ambiente delimitado dentro de una vivienda, en este caso en un cuarto de estudio, en donde se utiliza la energía solar térmica. Los resultados a obtener en esta investigación evidenciaran el nivel de cumplimiento de lo supuesto y efectividad como alternativa sustentable en contextos residenciales.

3. Resultados

Los resultados presentados en esta investigación se obtienen principalmente a través del registro fotográfico del proceso de elaboración e instalación del prototipo de calentador solar, así como mediante la recopilación y análisis de datos experimentales. Estos datos permiten evaluar el desempeño térmico del sistema, como se muestran en la **Figura 7a**, **Figura 7b, Figura 7c**, proporcionando evidencia visual y cuantitativa del funcionamiento y eficiencia del prototipo.

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

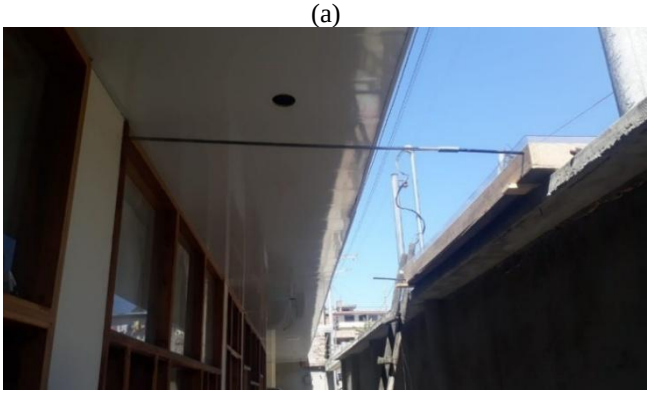
ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

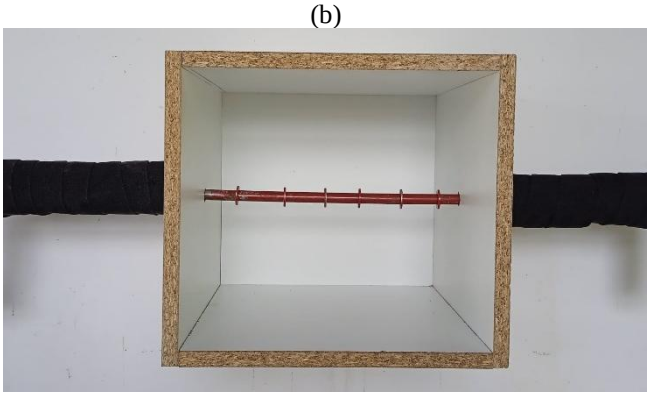
Figura 7

Instalación del prototipo: (a) vista aérea y (b) vista lateral del calentador solar sobre el cerramiento de la vivienda, (c) caja – maqueta experimental instalada en el cuarto de estudio

(a)



(b)



(c)

Nota: El prototipo de calentador solar fue orientado para la máxima captación solar, la tubería que llega a la caja - maqueta fue aislada térmicamente con lana de roca.

A partir de la cuasi experimentación, se evidencian variaciones en la temperatura en función de las condiciones ambientales y del uso del prototipo de calentador solar. Estas fluctuaciones térmicas permiten evaluar la eficiencia del sistema en la climatización pasiva del espacio en estudio, facilitando la interpretación del comportamiento térmico

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

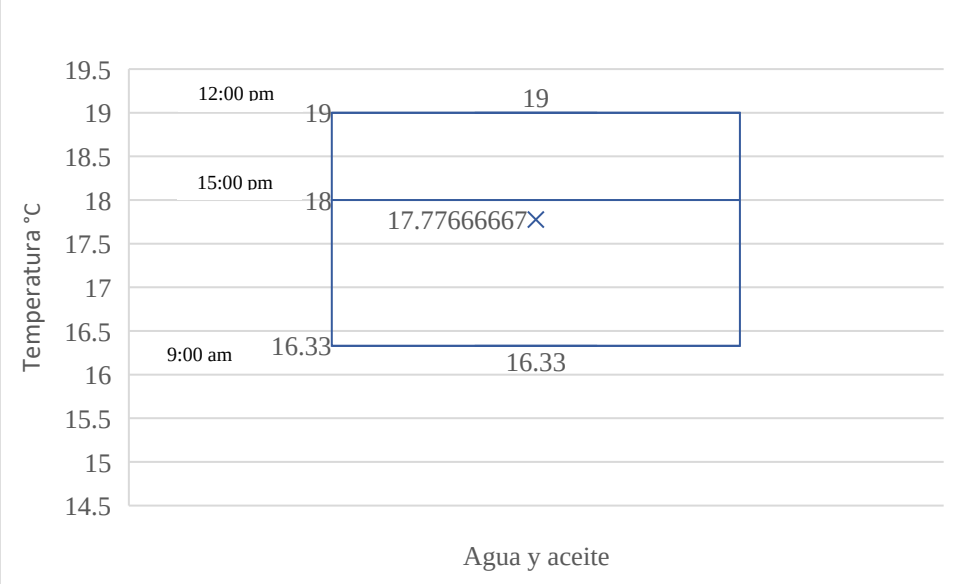
ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

del prototipo en distintas condiciones operativas. Las variaciones de temperatura exterior del ambiente alcanzo un promedio de 17.77°C, como se muestra en la **Figura 8**.

Figura 8

Temperatura exterior del ambiente

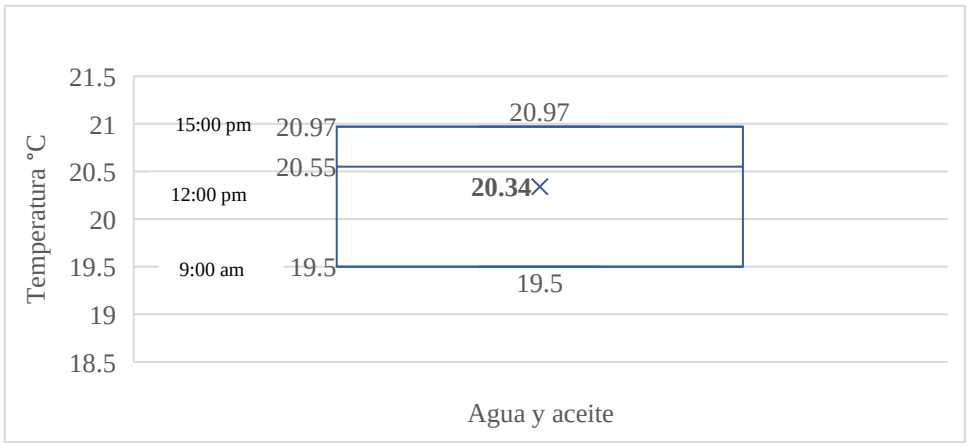


Nota: Los bigotes no son visibles porque los valores mínimo y máximo están dentro del rango intercuartílico.

También, las variaciones de temperatura interior del cuarto de estudio sin el calentador solar presentan un promedio de 20.34°C, como se muestra en la **Figura 9**.

Figura 9

Temperatura interior del cuarto de estudio sin el calentador solar



Nota: Se muestran valores mínimos de 19.5°C y máximo de 20.97°C.

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

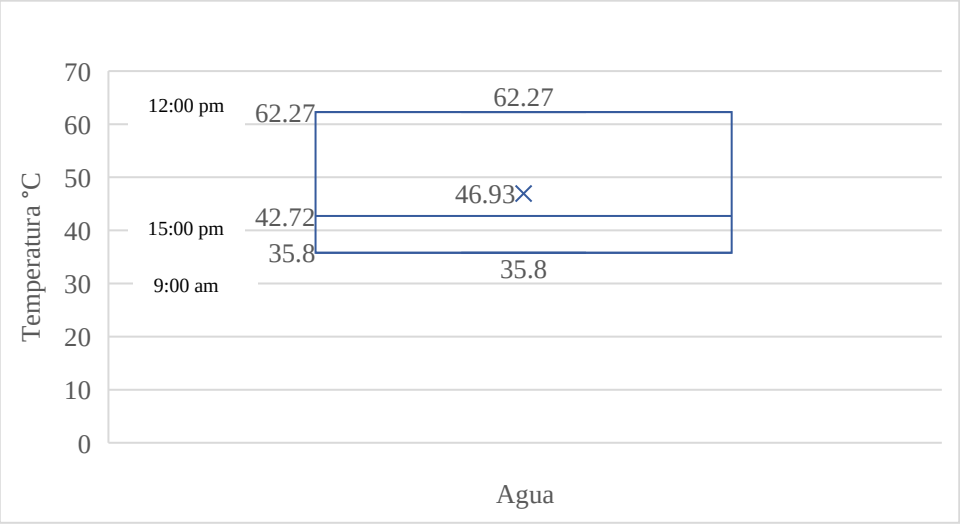
ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

Asimismo, las variaciones de temperatura dentro del calentador solar con agua presentan un promedio de 46.93°C, como se muestra en la **Figura 10**.

Figura 10

Temperatura dentro del calentador solar con agua

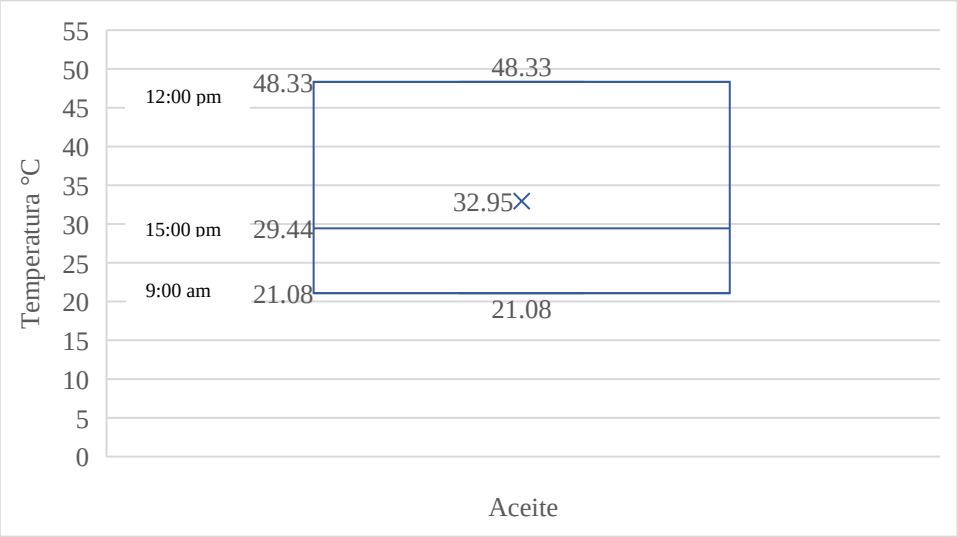


Nota: Se muestran valores mínimos de 35.8°C y máximo de 62.27°C.

De la misma forma, las variaciones de temperatura dentro del calentador solar con aceite presentan un promedio de 32.95°C, como se muestra en la **Figura 11**.

Figura 11

Temperatura dentro del calentador solar con aceite



Nota: Se muestran valores mínimos de 21.08°C y máximo de 48.33°C.

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

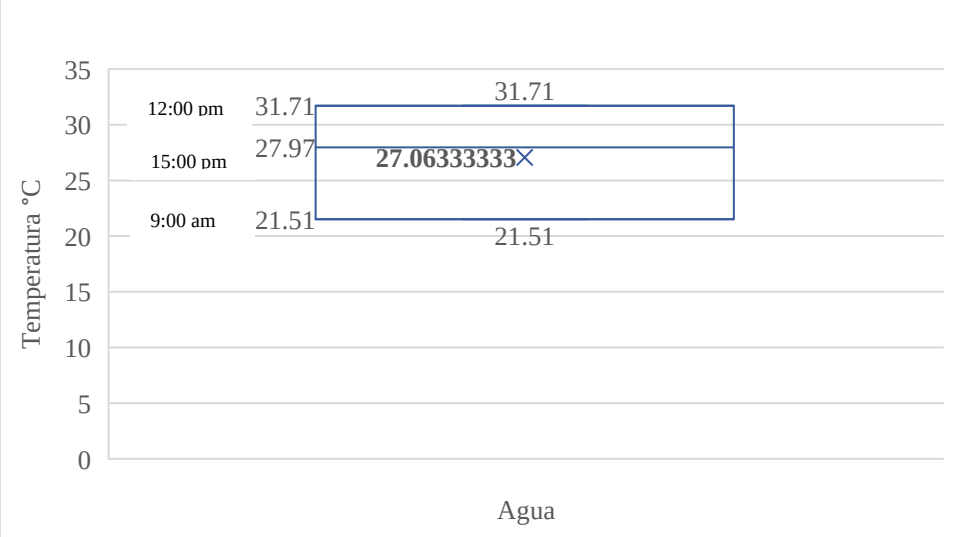
ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

La temperatura en el interior de la caja – maqueta experimental con el calentador solar con agua presenta un promedio de 27.06°C, como se muestra en la **Figura 12**.

Figura 12

Temperatura interior de la caja - maqueta con el calentador solar con agua

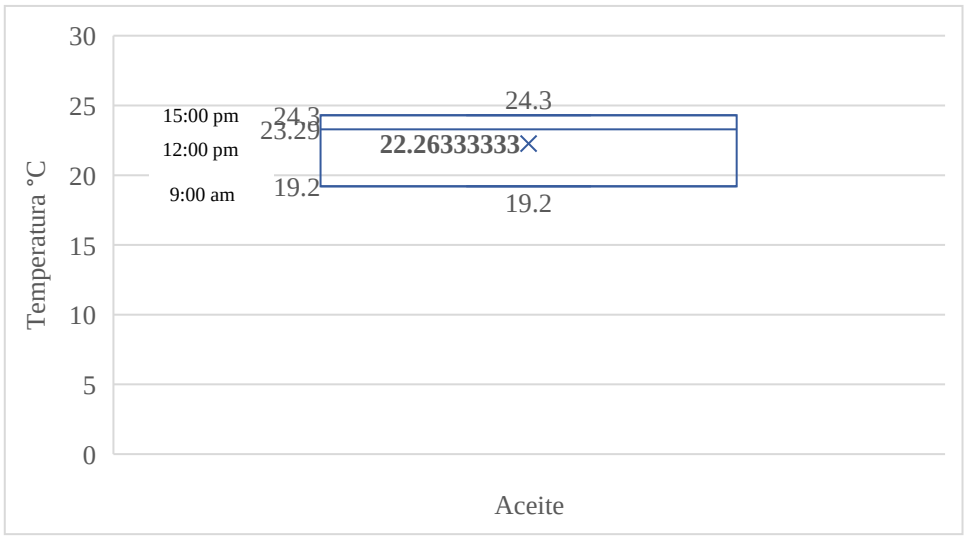


Nota: Se muestran valores mínimos de 21.51°C y máximo de 31.71°C.

La temperatura en el interior de caja – maqueta experimental con el calentador solar con aceite, presenta un promedio de 22.26°C, como se muestra en la **Figura 13**.

Figura 13

Temperatura interior de la caja - maqueta con el calentador solar con aceite



Nota: Se muestran valores mínimos de 19.20°C y máximo de 24.3°C.

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

Para la obtención de resultados de las variaciones de temperatura inducidas por el prototipo de calentador solar al emplear agua y aceite como fluidos térmicos se tiene en cuenta las horas con más incidencia o radiación del sol. Por lo tanto, al emplear agua como fluido térmico en el prototipo, se observaron incrementos significativos de temperatura en el interior de la caja – maqueta experimental con el calentador solar en comparación con la temperatura interior del cuarto de estudio sin el calentador solar. A las 9:00 am, como hora de control, la temperatura interior del cuarto de estudio sin el calentador solar fue de 19.50°C, mientras que la temperatura interior de la caja – maqueta con el calentador solar fue de 21.51°C, lo que representa una ganancia térmica de 2.01°C. Posteriormente, a las 12:00 pm, cuando la radicación solar es más intensa, la temperatura interior del cuarto de estudio sin el calentador solar fue de 20.55°C, en tanto que la temperatura interior de la caja – maqueta con el calentador solar alcanzo los 31.71°C, generando un incremento de temperatura de 11.16°C. Finalmente, a las 15:00 pm, la temperatura interior del cuarto de estudio sin el calentador solar fue de 20.97°C, mientras que la temperatura interior de la caja – maqueta con el calentador solar fue de 27.97°C, dando un aumento de temperatura de 7°C.

De manera similar, al emplear aceite como fluido térmico en el prototipo de calentador solar se obtuvieron variaciones térmicas en diferentes horas del día. A las 9:00 am, la temperatura interior del cuarto de estudio sin el calentador solar fue de 19.50°C, mientras que la temperatura interior de la caja – maqueta con el calentador solar fue de 19.20°C, reflejando una diferencia negativa de -0.30°C. A las 12:00 pm, con mayor radiación solar, la temperatura interior del cuarto de estudio sin el calentador solar fue de 20.55°C, en tanto que la temperatura interior de la caja – maqueta con el calentador solar alcanzo los 23.29°C, dando un incremento de temperatura de 2.74°C. Finalmente, a las 15:00 pm, la temperatura interior del cuarto de estudio sin el calentador solar fue de 20.97°C, mientras que la temperatura interior de la caja – maqueta con el calentador solar se registraron 24.30°C, generando un aumento de temperatura de 3.33°C. Se determina que existe un aumento de temperatura al emplear el agua y aceite como fluidos térmicos en el interior de la caja – maqueta experimental en el cuarto de estudio. Los promedios obtenidos y sus comparaciones, se muestra en la **Tabla 1**.

Se comparó el promedio de la temperatura interior del cuarto de estudio sin el uso del calentador solar, que fue de 20.34 °C, con el promedio obtenido de la temperatura interior de la caja – maqueta experimental utilizando el calentador solar con agua que fue de 27.06°C, generando como resultado una diferencia de 6.72°C. Existiendo una ganancia de calor o incremento de temperatura en el interior de la caja – maqueta experimental en el cuarto de estudio, demostrando que puede ayudar en la calefacción de espacios. Así también, se compara el promedio de la temperatura interior del cuarto de estudio sin el calentador solar que fue de 20.34 °C, con el promedio de la temperatura interior de la caja – maqueta experimental utilizando el calentador solar con

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

aceite que alcanzó los 22.26°C, generando como resultado una diferencia de 1.92°C. Existiendo una ganancia de calor o incremento de temperatura en el interior de la caja - maqueta experimental en el cuarto de estudio, que también ayuda en la calefacción de espacios en menor proporción que el agua. Se determina que existe un aumento de temperatura al emplear el agua y aceite como fluidos térmicos en el interior de la caja – maqueta experimental en el cuarto de estudio y se representan los promedios, como se muestra en la **Tabla 1**.

Tabla 1

Variaciones de temperatura inducidas por el prototipo de calentador solar al emplear agua y aceite como fluidos térmicos

Fluido térmico	Hora de control	Temperatura exterior del ambiente (adicional °C)	Temperatura interior del cuarto de estudio sin el calentador solar (°C)	Temperatura dentro del calentador solar (°C)	Temperatura interior de la caja – maqueta con el calentador solar (°C)	Diferencia entre la temperatura interior sin y con el calentador solar (°C)
Agua	9:00 am	16.33	19.50	35.80	21.51	2.01
Agua	12:00 pm	19	20.55	62.27	31.71	11.16
Agua	15:00 pm	18	20.97	42.72	27.97	7.00
Agua	**Promedio**	17.77	**20.34**	46.93	**27.06**	**6.72**
Aceite	9:00 am	16.33	19.50	21.08	19.20	-0.30
Aceite	12:00 pm	19	20.55	48.33	23.29	2.74
Aceite	15:00 pm	18	20.97	29.44	24.30	3.33
Aceite	**Promedio**	17.77	**20.34**	32.95	**22.26**	**1.92**

A través de estos resultados, se facilita la interpretación detallada del comportamiento térmico del prototipo de calentador solar bajo distintas condiciones operativas, tanto en términos de variación de temperatura como en transferencia de calor, la comparación entre los diferentes escenarios de uso con agua y con aceite como fluidos térmicos identifico la respuesta térmica del sistema. Esta información resulta fundamental para evaluar el potencial del prototipo como una estrategia pasiva de calefacción.

4. Discusión

La elaboración del prototipo de calentador solar se construye con materiales convencionales económicamente de bajo costo, de fácil acceso para las personas, instalándose una caja – maqueta experimental en el cuarto de estudio para la calefacción. Las investigaciones de colectores solares de placa plana de Chopra et al. (2021) y Abdelmaksoud (2024) manifiestan que dentro de sus aplicaciones es la calefacción de espacios para lograr un confort térmico, demostrando la viabilidad de la

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

tecnología ya que genera un beneficio financiero para los usuarios y siendo respetuosa con el medio ambiente ahorrando energía y aprovechamiento de la energía solar.

Los resultados de la elaboración e instalación del prototipo de calentador solar indican que las temperaturas se incrementaron hasta un promedio de 6.72°C utilizando agua como fluido térmico de trabajo, así como 1.92°C utilizando aceite, demostrando que estos dos fluidos ayudan en la ganancia de calor. El marco referencial evidencio en la investigación de Vargas et al. (2016) en donde se evalúa experimentalmente un procedimiento de calefacción proveniente del sol en un día, existiendo un incremento de temperatura de 3.5°C durante un lapso de 3 horas de trabajo, de nueve de la mañana a doce del mediodía. Asimismo en la investigación de (Madrigal et al., 2023) concluye que los radiadores incrementan la temperatura interior en una hora, incrementase 5°C comprobándose que el uso del calentador solar mediante la energía solar aumenta la temperatura en el confort térmico, cabe recalcar que en estas investigaciones se hacen con agua como fluido térmico de trabajo (Abelardo & Montes, 2019).

Comparando con la investigación de Dong et al. (2024) de sistemas de calefacción con tubo de calor integrado para edificios puede utilizar agua o refrigerante como fuente de calor obteniendo una temperatura superficial de 1,4°C a 5,4°C. De la misma forma las variaciones de temperatura obtenidos con el uso del prototipo de calentador solar se encuentran alrededor de dichos rangos utilizando agua y aceite, es por eso por lo que se demuestra que es eficiente y aceptable el desarrollo del prototipo.

Los resultados obtenidos al utilizar aceite como fluido térmico en el prototipo de calentador solar indican un menor incremento de temperatura en comparación con otros fluidos térmicos. En la presente investigación, se registró un aumento de temperatura de 1.92°C al emplear aceite como medio de almacenamiento y transferencia de calor. Este comportamiento puede estar relacionado con las propiedades térmicas del aceite, como su mayor capacidad calorífica y menor conductividad térmica en comparación con el agua, lo que influye en la eficiencia del sistema para la acumulación y disipación del calor. La investigación de Wole-osho et al. (2020) concluye que la eficiencia del colector solar es menor cuando la viscosidad en los nano fluidos es alta, este fenómeno se observa en sistemas de termosifón que se reduce debido a la reducción del caudal a alta viscosidad. Demostrando que el aceite incrementa la temperatura interior en una menor cantidad.

Una vez instalado el prototipo de calentador solar en el cuarto de estudio, se procedió a la recopilación de datos de temperatura en una caja - maqueta de madera experimental. Esto se debió a que el cuarto de estudio posee dimensiones considerablemente mayores, lo que implicaría una ganancia de calor relativamente baja en todo el espacio. En línea con estos resultados, la investigación de Chávez (2019) también reporta una ganancia térmica relativamente baja en el interior de las viviendas, lo que sugiere que la

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

eficiencia del sistema para incrementar la temperatura interior depende de la cantidad de calentadores solares instalados. Esto demuestra que, para mejorar el desempeño térmico y lograr un impacto significativo en la climatización pasiva de un espacio más amplio, es necesario aumentar el número de calentadores solares empleados en el sistema. (Mejía et al., 2020)

5. Conclusiones

- Se logra determinar que la temperatura en el interior de la caja - maqueta experimental instalada en el cuarto de estudio se incrementa al utilizar el prototipo de calentador solar empleando agua y aceite como fluidos térmicos. De hecho, esto se dio a que el circuito cerrado tipo serpentín expuesto a la radiación solar desde el cajón del colector hasta la caja – maqueta experimental transmite e intercambia energía térmica a través de la distribución de la tubería de acero en todo momento con los dos fluidos térmicos. Por lo tanto, se pudo demostrar que la construcción del prototipo de calentador solar resulta útil y eficaz al momento de la calefacción de un espacio ayudando al confort térmico y aportando evidencia experimental como una alternativa sustentable de estrategias pasivas en la Arquitectura.
- La construcción del prototipo de calentador solar con materiales convencionales, como la madera prefabricada con sus diferentes grosores y la tubería de acero de ½ pulgada aislada térmicamente, funcionaron de manera eficiente durante las pruebas realizadas con los dos fluidos térmicos agua y aceite. Convirtiéndose, en un proceso constructivo fácil para que las personas lo puedan llevar a cabo. Además, la instalación sobre el cerramiento de la vivienda en el exterior y la instalación de la caja – maqueta experimental dentro del cuarto de estudio permitió evaluar su desempeño en un entorno controlado, comprobando su capacidad de transferencia de calor con los dos fluidos térmicos aportando una base sólida para futuras mejoras y aplicaciones del sistema en viviendas y diseños sostenibles.
- El monitoreo de las variaciones de temperatura en las horas con más incidencia del sol permitió, demostrar el comportamiento térmico del sistema con ambos fluidos. Por lo que, el agua alcanzo temperaturas mayores a las del aceite dentro del calentador solar, así como en el interior de caja - maqueta experimental dentro del cuarto de estudio. Validando el incremento de temperatura con ambos fluidos.
- Las condiciones de funcionamiento del prototipo de calentador solar identifican, que el espacio para la instalación del prototipo debe ser una superficie plana con el fin de captar energía solar, libre de sombras para que pueda funcionar la transferencia de calor mediante los dos fluidos térmicos y poder considerada como una estrategia pasiva en la calefacción de las viviendas. Por otra parte, la

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

investigación se realiza en tiempos de mayor fuerza del sol que atraviesa el Ecuador en fechas de sequía, por lo cual el prototipo de calentador solar podría ser analizado en épocas de invierno

- Para futuras investigaciones, se sugiere profundizar en el análisis de almacenamiento de energía térmica con el fin de posibilitar su aprovechamiento durante la noche. Asimismo, es pertinente estudiar el efecto de la variación en el diámetro de la tubería de acero utilizada en el circuito cerrado tipo serpentín. También, se recomienda evaluar la eficiencia del prototipo de calentador solar considerando diversos factores, tales como las condiciones geométricas del sistema, su desempeño bajo diferentes condiciones climáticas, la radiación solar disponible, la incidencia solar sobre el colector, los mecanismos en la transferencia de calor en el serpentín y el balance energético del sistema. Además, resulta relevante investigar el uso de otros fluidos térmicos que puedan mejorar la generación de calor, siempre bajo un enfoque orientado a la sustentabilidad y protección del medio ambiente.

5.1. Agradecimiento

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría en Construcción con mención en Administración de la Construcción Sustentable de Universidad Católica de Cuenca, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente y Tecnología (CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitectónicas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

De igual agradecemos a Laboratorio de Robótica, Automatización, Sistemas Inteligentes y Embebidos (RobLab), por la colaboración e información brindada.

6. Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el articulo presentado.

7. Declaración de contribución de los autores

Todos los actores contribuyeron significativamente en la elaboración de este artículo.

8. Costos de financiamiento

El presente estudio de investigación fue financiado exclusivamente con fondos propios de los autores.

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

9. Referencias bibliográficas

Abdelmaksoud, W. A. (2024). Solar energy utilization for underfloor heating systems in residential buildings. *Energy Reports*, 12, 979–987. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2024.07.006

Abdulghafor, I. A., Ali, S. A., Kadhim, S. A., Al-Mrayatee, H. M., & Hammoodi, K. A. (2024). Exergy analysis of a solar heating system in indoor spaces. *International Journal of Heat and Technology Association*, 42(5), 1551–1558. https://doi.org/10.18280/ijht.420508

Abelardo, C., & Montes, E. (2019). *Sistema de calefacción solar para reducir el friaje en viviendas altoandinas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú]. http://hdl.handle.net/20.500.12894/1165

Abur, B. T., Caleb, N. N., Oguche, E., & Zwalnan, S. (2021). Flat plate solar collectors for process heat: a review. *International Journal of Research Publication and Reviews, 2*(8), 1402-1407. https://www.researchgate.net/publication/358197999

Aquino Larico, E. R. (2019). Implementación de un sistema de calefacción solar para un aula universitaria de la Universidad Nacional de Juliaca. *Ñawparisun – Revista de Investigación Científica*, *1*(3), 81-86. https://www.researchgate.net/publication/339434992

Chávez Oblitas, G. (2019). *Almacenamiento de energía solar térmica para diferentes aplicaciones*. Academia. https://www.academia.edu/15217725/ALMACENAMIENTO_DE_ENERG%C3%8DA_SOLAR_T%C3%89RMICA_PARA_DIFERENTES_APLICACIONES

Chen, S., Ma, X., & Han, C. (2024). Experimental study on heat transfer characteristics of radiant cooling and heating. *Energies*, 17(13), 3304. https://doi.org/10.3390/en17133304

Chilbule, P. V., & Dhole, L. P. (2022). Heat pipe integrated solar thermal systems and applications: a review. *Materials Today: Proceedings*, 60(part 3), 1491–1496. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.563

Chopra, K., Pathak, P. K., Samykano, M., Tyagi, V. V, & Pandey, A. K. (2021). Recent advancements in the design of flat plate solar collectors. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1127(1), 012007. https://doi.org/10.1088/1757-899x/1127/1/012007

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

Crónica. (2024). *Generación eléctrica en Loja es reducida y no cubre la demanda*. https://cronica.com.ec/2024/10/09/generacion-electrica-en-loja-es-reducida-y-no-cubre-la-demanda/

Dong, S., Chen, J., Lv, C., Yuan, T., Liu, Y., Huang, X., & Liu, Z. (2024). A Review of the Building Heating System Integrated with the Heat Pipe. *Processes*, 12(10), 2218. https://doi.org/10.3390/pr12102218

El Comercio. (2021). *Confort basado en estrategias bioclimáticas*. https://www.elcomercio.com/tendencias/confort-basado-estrategias-bioclimaticas.html

Eufracio Arias, W. E., Abregú Rodríguez, N. I., & Rodríguez Espinoza, D. (2019). Evaluación experimental de la eficiencia de un colector solar de tubos evacuados sin y con tubo de calor. *Revista Fuentes: El Reventón Energético*, 17(1), 7–17. https://doi.org/10.18273/revfue.v17n1-2019001

Gonzales Vega, A. A., Chica Tambaco, A. J., Álava Vélez, C. E., Montaño Roldan, V. L., & Ortiz Caicedo, P. L. (2024). Energía solar en aplicaciones mecánicas. *Ibero-American Journal of Engineering & Technology Studies*, *4*(1), 22–30. https://doi.org/10.56183/iberotecs.v4i1.638

Iannelli, L., & Gil, S. (2022). Acondicionamiento térmico de interiores Medidas de bajo costo para períodos estivales. https://www.researchgate.net/publication/365447847_Acondicionamiento_termico_de_interiores_-_Climatization_y_refrigeracion_en_verano

Ifrim, V.-C., Milici, L.-D., & Bejenar, C. (2022). Review on solar air heater hybrid systems thermal performances. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1254(1), 012013. https://doi.org/10.1088/1757-899x/1254/1/012013

Ismoilov, M., Xatamova, Z., Rustamov, I., Xolmatov, S., Arabboyev, X., & Ibragimov, N. (2024). Increasing the efficiency of solar water heating installations with flat-flat collectors: optimization of circuit solutions and mode parameters. *E3S Web of Conferences*, 592(01006), 10. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202459201006

Juanicó, L. E., & González, A. D. (2018). Calefacción solar en edificaciones con acumulación en gran reservorio de agua. *Revista INVI*, *33*(93). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-83582018000200153

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Khamraev, S. I. (2023). Study of the combined solar heating system of residential houses. *BIO Web of Conferences, 71*(02017), 8. https://doi.org/10.1051/bioconf/20237102017

Madrigal Cardiel, M. Á., Maldonado Paleo, J., & Velázquez Roque, S. (2023). Diseño y simulación de un sistema de calefacción solar para incrementar la temperatura en una habitación de 100 m3. *South Florida Journal of Development*, *4*(10), 3995–4008. https://doi.org/10.46932/sfjdv4n10-021

Mejía Flores, M. A., Morales Chacha, K. M., & Chacha Borja, D. R. (2020). Sistema de ventilación para labores subterráneas de la empresa PRODUMIN S.A.. *ConcienciaDigital*, *3*(2.2), 154-168. https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i2.2.1253

Ministerio de Energía y Minas. (2024). *La matriz energética del Ecuador depende de un 72% de agua; el Ministro de Energía y Minas detalló algunas de las medidas implementadas para evitar un impacto mayor en el sistema energético*. https://www.recursosyenergia.gob.ec/la-matriz-energetica-del-ecuador-depende-en-un-72-del-agua-el-ministro-de-energia-y-minas-detallo-algunas-de-las-medidas-implementadas-para-evitar-un-impacto-mayor-en-el-sistema-energetico/

Quiñonez Choquecota, J. (2019). Investigación experimental de un calentador solar de aire de doble flujo de convección natural de alta eficiencia. *Revista de Investigaciones Altoandinas, 21(*4), 274–282. https://doi.org/10.18271/ria.2019.504

Ratache Rojas, P. R., Rivasplata Cabanillas, C. E., Horn Mutschler, M., & Gómez León, M. M. (2021). Simulación del consumo energético para la calefacción de un módulo de vivienda experimental ubicado a 4500 msnm. *TECNIA*, *31*(1), 35–41. https://doi.org/10.21754/tecnia.v21i1.1083

Rodríguez Muñoz, J. L., Valencia Castillo, C. M., Pacheco Cedeño, J. S., Noh Pat, F., & Borja Soto, C. E. (2023). Análisis de correlaciones para propiedades termodinámicas del agua saturada y vapor sobrecalentado aplicado a ciclos de refrigeración por absorción. *Revista de Ciencias Tecnológicas*, *6*(4), e263. https://doi.org/10.37636/recit.v6n4e263

Ureña Moreno, J. E., Renato Chávez, C., & Parra León, V. (2019). La estera andina como aislante para la rehabilitación energética de viviendas rurales en el páramo ecuatoriano.. Ciencia Digital, 3(3.2), 24-37. https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.2.713

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

Uwa, J. N., & Pourvahidi, P. (2024). An overview of the effects of passive solar strategies on thermal comfort. *Journal of Mediterranean Cities*, 4(1). https://doi.org/10.38027/mediterranean-cities_vol4no1_2

Vargas Bautista, J. P., Yampasi Espejo, P., Tirado Villarroel, X., & Patzi, A. (2016). Implementación de un sistema de calefacción solar térmico: análisis energético y económico. *Investigación & Desarrollo, 1*(16). http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-44312016000100005

Wole-osho, I., Okonkwo, E. C., Abbasoglu, S., & Kavaz, D. (2020). Nanofluids in solar thermal collectors: review and limitations. *International Journal of Thermophysics*, *41*(157). https://doi.org/10.1007/s10765-020-02737-1

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2773-7330**
Vol. 7 No. 2.1 pp. 122 – 149. abril - mayo 2025
Revista multidisciplinar
Artículo original

www.alfapublicaciones.com

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Alfa Publicaciones.**

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Alfa Publicaciones.**

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/