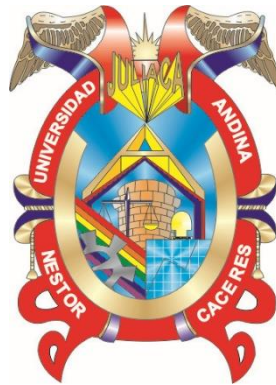




UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**DISEÑO DE UN COLECTOR SOLAR TÉRMICO PARA
CALENTAR AGUA SANITARIA DE UNA VIVIENDA
DE LA COMUNIDAD DE OCONGATE
SICUANI, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DANTE SERRANO FARFAN

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

JULIACA - PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

**DISEÑO DE UN COLECTOR SOLAR TÉRMICO PARA
CALENTAR AGUA SANITARIA DE UNA VIVIENDA
DE LA COMUNIDAD DE OCONGATE
SICUANI, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DANTE SERRANO FARFAN

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE


: _____
Dr. BENJAMÍN CHUQUIMAMANI QUINTO

PRIMER MIEMBRO


: _____
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

SEGUNDO MIEMBRO


: _____
Ing. CARLOS ALEJANDRO CÁCERES VARGAS

ASESOR DE TESIS


: _____
Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1531-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 18 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 11581 presentado por el (la) Bachiller: DANTE SERRANO FARFAN estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. DANTE SERRANO FARFAN, quien solicita NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN de la Tesis Titulada: DISEÑO DE UN COLECTOR SOLAR TÉRMICO PARA CALENTAR AGUA SANITARIA DE UNA VIVIENDA DE LA COMUNIDAD DE OCONGATE SICUANI, 2024, la misma que pertenece a la línea de investigación TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la NOMINACIÓN DE JURADOS integrado por los siguientes docentes:

- * Presidente : Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
* 1er Miembro : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
* 2do Miembro : Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS de él (la) bachiller: DANTE SERRANO FARFAN; del informe final de la investigación (tesis) titulada: DISEÑO DE UN COLECTOR SOLAR TÉRMICO PARA CALENTAR AGUA SANITARIA DE UNA VIVIENDA DE LA COMUNIDAD DE OCONGATE SICUANI, 2024 para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista. de acuerdo al siguiente detalle:

- * FECHA : jueves 27 de noviembre del 2025
* HORA : 08:00 horas
* LUGAR : Aula 204 - EPIME

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA DECANO (e) CIP: 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza DIRECTOR UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc. Archivo interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1394-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 17 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-C-2396 por el señor (a): DANTE SERRANO FARFAN quien solicita REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis), el PROVEIDO - N° 890-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) formato N° 034 - 2025 del integrante del comité de investigación 1304 de la facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): DANTE SERRANO FARFAN, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) titulada: **DISEÑO DE UN COLECTOR SOLAR TÉRMICO PARA CALENTAR AGUA SANITARIA DE UNA VIVIENDA DE LA COMUNIDAD DE OCONGATE SICUANI, 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Salvador Teodoro Valdívica Cardenas de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 034 - 2025 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **DISEÑO DE UN COLECTOR SOLAR TÉRMICO PARA CALENTAR AGUA SANITARIA DE UNA VIVIENDA DE LA COMUNIDAD DE OCONGATE SICUANI, 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): DANTE SERRANO FARFAN, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulada: **DISEÑO DE UN COLECTOR SOLAR TÉRMICO PARA CALENTAR AGUA SANITARIA DE UNA VIVIENDA DE LA COMUNIDAD DE OCONGATE SICUANI, 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARBON.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS

L. OSCAR VILLONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730

cc:
Señalado
información (a)



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



RESOLUCIÓN DECANAL N° 860-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 14 de agosto del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 1674, presentado por el señor (a) DANTE SERRANO FARFAN solicitando CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN, el Proveído del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la RESOLUCIÓN DECANAL N° 914-2024-D-UI-FICP-UANCV Aprobación de la PROPUESTA DE INVESSTIGACIÓN, para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): DANTE SERRANO FARFAN ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulado: DISEÑO DE UN COLECTOR SOLAR TÉRMICO PARA CALENTAR AGUA SANITARIA DE UNA VIVIENDA DE LA COMUNIDAD DE OCONGATE SICUANI, 2024, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor MSc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la RESOLUCIÓN DECANAL N° 914-2024-D-UI-FICP-UANCV Aprobación de la PROPUESTA DE INVESSTIGACIÓN .

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación Dr. Fritz Willy Mamani Apaza de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulado: DISEÑO DE UN COLECTOR SOLAR TÉRMICO PARA CALENTAR AGUA SANITARIA DE UNA VIVIENDA DE LA COMUNIDAD DE OCONGATE SICUANI, 2024.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACION, designado al señor (a): DANTE SERRANO FARFAN, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulado: DISEÑO DE UN COLECTOR SOLAR TÉRMICO PARA CALENTAR AGUA SANITARIA DE UNA VIVIENDA DE LA COMUNIDAD DE OCONGATE SICUANI, 2024 correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA, se le asigna como:

ASESOR: Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como ASESOR DE INVESTIGACIÓN al (a la) docente Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc. Archivo 2025 Interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA DECANO (e) CIP. 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza DIRECTOR UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



RESOLUCIÓN DECANAL N° 914-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 29 de agosto del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-9862, presentado el señor (a) DANTE SERRANO FARFAN solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 760 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 019 -2024 del integrante del comité de investigación EPIME de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): DANTE SERRANO FARFAN ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **DISEÑO DE UN COLECTOR SOLAR TÉRMICO PARA CALENTAR AGUA SANITARIA DE UNA VIVIENDA DE LA COMUNIDAD DE OCONGATE SICUANI, 2024**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Benjamin Chuquimamani Quinto de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 019 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **DISEÑO DE UN COLECTOR SOLAR TÉRMICO PARA CALENTAR AGUA SANITARIA DE UNA VIVIENDA DE LA COMUNIDAD DE OCONGATE SICUANI, 2024**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): DANTE SERRANO FARFAN, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulado: **DISEÑO DE UN COLECTOR SOLAR TÉRMICO PARA CALENTAR AGUA SANITARIA DE UNA VIVIENDA DE LA COMUNIDAD DE OCONGATE SICUANI, 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **M.Sc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. ALTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Dr. Efraín Parillo Rosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 14% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 11% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos complementarios - UANCV

Título de la Tesis	
DISEÑO DE UN COLECTOR SOLAR TÉRMICO PARA CALENTAR AGUA SANITARIA DE UNA VIVIENDA DE LA COMUNIDAD DE OCONGATE SICUANI, 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	DANTE SERRANO FARFAN
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	48221205
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-4873-0101
Datos del asesor	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SÁNCHEZ CARREÓN
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02064066
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8065-6533
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02406088
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	29591476

Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>Departamento: CUSCO Provincia: QUISPECANCHI Distrito: ACONGATE Longitud oeste: -14.271992 Latitud sur: -71.228743</p> <p>URL: https://maps.app.goo.gl/qUVbg4aUcZsdBR7NA</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	OCTUBRE 2024 – OCTUBRE 2025
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00 Mecánica aplicada https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.02
- Librería	

DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo DANTE SERRANO FARFAN, identificado con DNI Nro. 48221205, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
- Programa de Segunda Especialidad,**
- Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

DISEÑO DE UN COLECTOR SOLAR TÉRMICO PARA CALENTAR AGUA SANITARIA DE UNA VIVIENDA DE LA COMUNIDAD DE OCONGATE SICUANI, 2024

Asesorado por: Ing. ADWAR RANULFO SÁNCHEZ CARREÓN

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 15 de **DICIEMBRE** del **2025**

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Agradezco profundamente a mis padres, quienes con su guía y valores han sido pilares fundamentales en la formación de la persona que soy hoy. Cada meta alcanzada lleva implícita parte de su esfuerzo y amor, y compartir mis logros con ellos es motivo de inmenso orgullo y felicidad.

Dedico también este paso importante a mi hija, Alisson Dayana, quien ha sido mi mayor fuente de inspiración. Su presencia me impulsa a seguir adelante, a no rendirme nunca, y a convertirme en el mejor ejemplo que pueda ofrecerle a través de la educación y la perseverancia.



AGRADECIMIENTO

Mi mayor gratitud es para Dios, por haber sido mi guía constante y por brindarme la fortaleza necesaria en cada etapa de este camino.

Agradezco de corazón a mi familia, por su comprensión inquebrantable y por ser ese motor constante de ánimo y apoyo durante todo el proceso de formación académica.

Extiendo también mi reconocimiento a todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la realización de este trabajo. Su ayuda ha sido valiosa y significativa en esta etapa de mi vida.



ÍNDICE

DEDICATORIA..... i

AGRADECIMIENTOS ii

ÍNDICEiii

ÍNDICE DE TABLAS vi

ÍNDICE DE FIGURASvii

RESUMENviii

ABSTRACT ix

INTRODUCCIÓN x

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problemaxii

1.2. Formulación del problemaxiii

 1.2.1. Pregunta Generalxiii

 1.2.2. Preguntas Especificasxiii

1.3. Justificaciónxiii

1.4. Objetivosxiv

 1.4.1. Objetivo General.....xiv

 1.4.2. Objetivos específicos.....xiv

1.5. Hipótesisxiv

 1.5.1. Hipótesis Generalxiv

 1.5.2. Hipótesis Especificas..... xv

1.6. Operacionalización de variables..... 16

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... 17

 2.1.1. Antecedentes internacionales 17

 2.1.2. Antecedentes nacionales 18



2.1.3.	Antecedentes locales	20
2.2.	Bases teóricas	21
2.2.1.	Fundamento de energía solar térmica	21
2.2.2.	Tipos de colectores solares térmicos	22
2.2.3.	Principios físicos aplicados	22
2.2.4.	Colectores solares térmicos: diseño y funcionamiento	23
2.2.5.	Tipos de colectores solares térmicos	23
2.2.6.	Eficiencia térmica	26
2.2.7.	Aplicaciones del calentamiento solar de agua	26
2.2.8.	Beneficios del uso de calentadores solares	27
2.2.9.	Limitaciones o desventajas	28
2.2.10.	Sostenibilidad y Energías Renovables	28
2.2.11.	Energías renovables y cambio climático	29
2.2.12.	Rol de la energía renovable en el desarrollo rural	29
2.2.13.	Sostenibilidad en la transición energética	30
2.2.14.	Transferencia de calor	30
2.3.	Definición de términos	33

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	36
3.2.	Tipo de investigación	36
3.3.	Enfoque de investigación	36
3.4.	Nivel de investigación	36
3.5.	Diseño de investigación.....	37
3.6.	Ámbito de investigación.....	37
3.7.	Población	37
3.8.	Muestra	38
3.9.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
3.10.	Recogida de datos.....	38
3.10.1.	Datos registrados de la radiación solar según NASA	38



3.10.2. Inclinación óptima del colector solar..... 39

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS 41
 4.1.1. La demanda de agua caliente 41
CONCLUSIONES..... 55
RECOMENDACIONES 56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 57
ANEXOS..... 60
ANEXO 1. Matriz de consistencia 61
ANEXO 2. DIAGRAMA DE SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA64



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	16
Tabla 2. Irradiación solar promedio mensual del año 2024	39
Tabla 3. Relación de consumo/agua caliente sanitaria.....	40
Tabla 4. Características técnicas de los tubos al vacío	43
Tabla 5. Tipo y espesor de aislamiento.....	46
Tabla 6. Coeficiente de conductividad térmica de los materiales	48
Tabla 7. Temperatura mínima durante el año 2024 de la comunidad de Ocongate.....	48
Tabla 8. Coeficiente de convección.....	49
Tabla 9. Parámetros calculados del colector solar térmico.....	50
Tabla 10. Ahorro de energía eléctrica del colector solar térmico.....	51
Tabla 11. Gasto de la energía eléctrica del calentador eléctrico en un periodo de 20 años.....	52
Tabla 12. Costo aproximado del colector solar térmico	53



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Colector solar de plano 24

Figura 2. Colector solar de tubos evacuados (esquema) 25

Figura 3. Mecanismo de calor por conducción 31

Figura 4. Mecanismo de transferencia de calor por radiación 33

Figura 5. Ubicación de la comunidad de Ocongate 37

Figura 6. Gráfico de radiación / consumo de agua caliente sanitaria..... 40

Figura 7. Esquema del termotanque para calculo del espesor 46



RESUMEN

El objetivo general es diseñar de un colector solar térmico para calentar agua sanitaria de una vivienda de la comunidad de Ocongate Sicuani, 2024. Para lo cual se ejecutó la determinación de la radiación solar teniendo como data la información brindada por la NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio) donde se obtuvo una radiación promedio durante el año 2024 de 4.80 (kW h/m²/día), luego se estableció la demanda de agua caliente sanitaria que se requiere en una vivienda de la comunidad de Ocongate para satisfacer sus necesidades; se consideró un aproximado de 30 litros por persona en este caso la vivienda cuenta con 10 personas aproximadamente. Esto accedió ejecutar el dimensionamiento del colector solar térmico que resulto con una capacidad de 345 litros y el análisis económico en comparación con una terma eléctrica; resultando el colector solar térmico más económica

Palabras Claves: diseño, colector solar; agua sanitaria



ABSTRACT

The overall objective of this study was to construct a solar thermal collector to heat domestic water for a home in the Ocongate Sicuani community in 2024. Solar radiation was determined using information provided by NASA (National Aeronautics and Space Administration), which showed an average radiation of 4.80 kWh/m²/day for the year 2024. The demand for domestic hot water required by a home in the Ocongate community to meet its needs was then determined; an approximate consumption of 30 liters per person was considered. In this case, the home has approximately 10 people. This allowed for the sizing of the solar thermal collector, resulting in a capacity of 345 liters, and an economic analysis was carried out in comparison to an electric water heater. The solar thermal collector was found to be more economical.

Keywords: design, solar collector, domestic hot water



INTRODUCCIÓN

Un colector solar es un dispositivo cuyo propósito es captar la energía del sol para calentar agua, permitiendo su uso en distintas aplicaciones. Su funcionamiento se basa en el efecto invernadero, un proceso natural mediante el cual ciertos gases en la atmósfera como el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso atrapan parte del calor que la Tierra irradia después de recibir la luz solar. Esto contribuye a mantener condiciones adecuadas para la vida en el planeta. No obstante, la intervención humana ha incrementado la presencia de estos gases, acelerando el calentamiento global. Los colectores solares pueden utilizarse en diversas áreas, entre ellas la obtención de agua caliente, la climatización de espacios, procesos industriales e incluso en sistemas energéticos combinados.

En nuestro país, aunque todavía estamos en las primeras etapas del desarrollo y uso de energías renovables, varias instituciones están trabajando con mucho compromiso para promoverlas y mostrar sus beneficios. Perú tiene un gran potencial energético gracias a sus recursos naturales, como la energía solar, eólica, hidráulica, mareomotriz y geotérmica.

En las zonas de baja temperatura donde presentan problemas del uso de agua fría; por ello se utiliza energía eléctrica para calentamiento de agua esto presenta un costo, El propósito de la tesis es reducir costo de energía eléctrica para calentamiento de agua

Este estudio está conformada por 4 capítulos:

Capítulo I. Aspectos generales: objetivos, hipótesis, justificación y variables. Capítulo II. Fundamento teórico: se realiza los antecedentes; bases



teóricas. Capítulo III. Metodología: se ejecuta el método, población y muestra, técnicas e instrumentos y recogida de datos. Capítulo IV. Análisis de resultados y discusión: se realiza la exposición; análisis de resultados y discusión.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema

A nivel mundial existen zonas donde se tiene temperaturas bajas por debajo de los 0°C , en donde no se puede utilizar el agua ya que puede causar enfermedades como el resfrió, tos, neumonía. Debido a esto se suma también el problema de la falta de acceso a la energía eléctrica por los bajos recursos económicos de la zona.

En el Perú existen ciudades que se encuentran a altitudes mayores de 3000 msnm donde el problema es las temperaturas bajas, este dificulta el uso de agua sanitaria y además que en las zonas rurales no se cuenta con acceso a la energía eléctrica.

En la comunidad de Ocongate Sicuani las temperaturas son desde -1°C a una temperatura máxima de 9°C , siendo ellas una causa de resfrió de los pobladores de esa zona debido a las bajas temperaturas.



1.2. Formulación del problema

1.2.1. Pregunta General

PG.- ¿De qué manera se puede diseñar un colector solar térmico para calentar agua sanitaria de una vivienda de la comunidad de Ocongate Sicuani, 2024?

1.2.2. Preguntas Especificas

PE1.- ¿Cuánto será la demanda para calentar agua sanitaria de una vivienda de la comunidad de Ocongate Sicuani, 2024?

PE2.- ¿Cómo se puede realizar los cálculos del colector solar térmico para calentar agua sanitaria?

PE3.- ¿Cómo se puede realizar el análisis de costo del colector solar térmico para calentar agua sanitaria de una vivienda de la comunidad de Ocongate Sicuani, 2024?

1.3. Justificación

Justificación técnica: Esta investigación se realiza porque se tiene zonas donde las temperaturas son bajas, y ello trae como consecuencia enfermedades para los pobladores

Justificación económica: Se sustenta en el aprovechamiento de la energía solar, una fuente renovable y gratuita, para el calentamiento de agua destinada al uso sanitario. Al implementar este recurso, se logra una disminución significativa en el consumo de electricidad y la reducción de los costos energéticos a largo plazo.



Justificación social: Esto se realiza con el fin de evitar que los habitantes de la zona se enfermen y además se aprovecha el recurso solar fomentando así una sensibilización al medio ambiente

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

OG.- Diseñar un colector solar térmico para calentar agua sanitaria de una vivienda de la comunidad de Ocongate Sicuani, 2024

1.4.2. Objetivos específicos

OE1.- Determinar la demanda para calentar agua sanitaria de una vivienda de la comunidad de Ocongate Sicuani, 2024

OE2.- Realizar los cálculos del colector solar térmico para calentar agua sanitaria

OE3.- Realizar el análisis de costo del colector solar térmico para calentar agua sanitaria de una vivienda de la comunidad de Ocongate Sicuani, 2024

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

HG.- Si se diseña un colector solar térmico entonces se tendrá agua caliente de uso sanitario de una vivienda de la comunidad de Ocongate Sicuani



1.5.2. Hipótesis Específicas

HE1.- Si se determina la demanda de agua para calentar entonces se podrá dimensionar el colector solar térmico

HE2.- Si se realiza los cálculos del colector solar térmico entonces se dimensionará para la demanda determinada

HE3.- Si se realiza el análisis económico del colector solar térmico entonces se podrá conocer la factibilidad



1.6. Operacionalización de variables

Tabla 1.

Tipo de variables	Variables	Dimensión	Indicador	Índice
Independiente	Diseño de un colector solar térmico	Área del colector	Área del colector	m ²
		Capacidad del termotanque	Capacidad del termotanque	litros
		Temperatura de entrada y salida del agua	Temperatura de entrada y salida del agua	°C
		Tipo de material	Tipo de material	---
Dependiente	Agua caliente para uso sanitario	Consumo actual del agua	Consumo actual del agua	Litros/día
		Incremento térmico	Diferencia de temperatura entre entrada y salida	°C
		Temperatura ambiente del agua	Temperatura ambiente del agua	°C
		Temperatura final del agua	Temperatura en la salida del colector	°C



CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes internacionales

(Chisaguano & Valdivieso, 2021). Ejecuto su trabajo de tesis en la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador cuyo título es "Diseño y construcción de un prototipo de colector solar para el calentamiento de agua con material reciclable para una vivienda". Se partió del diseño original del colector solar, al cual se le realizaron modificaciones que dieron lugar a tres prototipos distintos. La prueba experimental, en un horario comprendido entre las 9:00 a.m. y la 1:00 p.m. Durante ese período, se registraron datos cada 10 minutos para evaluar el desempeño de cada modelo. En cuanto al prototipo 1, construido con botellas de PET, se registró un valor de 94,38 Wh y una temperatura máxima de 30,1 °C. Por su parte, el prototipo 3, que utilizó una cubierta plástica, presentó un rendimiento de 93,41 Wh y una temperatura de 32,6 °C.

(Quinteros, 2008). En la tesis titulada "Colector Solar Parabólico para Generación de Energía Eléctrica", se desarrolla un receptor ubicado en el punto focal del sistema, diseñado para registrar la temperatura y estimar la radiación solar incidente. Esto permite comparar directamente los datos experimentales con los resultados teóricos. Los análisis demostraron que la energía requerida



para ejecutar el rastreo del sol no supera los 20 Wh por día, lo que representa menos del 1% de la energía diaria aproximadamente 2500 Wh que puede generar un equipo con una potencia nominal de 500 W. Además, las curvas de temperatura y radiación obtenidas durante las pruebas coinciden con las proyecciones teóricas, validando así la confiabilidad del modelo para predecir estos parámetros en distintas condiciones.

(Roldan, 2013). En la tesis titulada "Determinación de la eficiencia térmica global de un colector térmico solar", se plantea que, para lograr una adopción generalizada de sistemas de captación solar por parte de las familias, es fundamental que estos sean económicamente accesibles. Por ello, se propone la fabricación de calentadores solares de placa plana utilizando materiales locales, lo que permitiría reducir significativamente los costos y facilitar su implementación a gran escala. Además, se busca que estos dispositivos ofrezcan un rendimiento térmico competitivo frente a los modelos comerciales actuales. Esta investigación tiene como objetivo precisamente demostrar que es posible alcanzar esa eficiencia sin elevar los costos de producción.

2.1.2. Antecedentes nacionales

(Lazaro y otros, 2020). En su estudio "Colector solar térmico de aire para optimizar el confort térmico en viviendas altoandinas Junín", se concluye que la energía térmica suministrada por el sistema permitió alcanzar niveles de temperatura ambiental que cumplen con los estándares determinados por el Reglamento Nacional de Edificación. Durante la etapa experimental, se logró mantener el interior del espacio doméstico dentro de un rango de confort térmico



de entre 17 °C y 22 °C, con una variación de temperatura de aproximadamente 5 °C y una media registrada cercana a los 20 °C.

(Santos, 2020). En la tesis titulada "Diseño de un colector solar térmico para calentamiento de agua sanitaria en la I.E. Juan Velasco, Cajamarca – Perú", se calculó la demanda de agua caliente sanitaria en la institución, lo que permitió definir las dimensiones adecuadas del sistema, incluyendo el colector solar de tubos de vacío, el termotanque. A continuación, se efectuó una valoración económica del proyecto, la cual arrojó que por cada sol invertido se podría obtener una ganancia estimada de S/. 6,26. Además, se realizó una comparación con un sistema convencional de terma eléctrica para analizar su viabilidad y eficiencia.

(Prado & Vivar, 2014). En la tesis titulada "Estudio energético de los colectores solares para el calentamiento de agua en el servicio hotelero, Chimbote - Perú", se analizó el consumo de agua caliente en establecimientos turísticos de la zona. El estudio reveló que, en promedio, los hostales requieren alrededor de 46,171 litros anuales de agua caliente, mientras que en los hoteles el consumo estimado es de 19,248 litros al año. Con base en estos datos, se determinó que los hostales necesitan aproximadamente 9 colectores solares, acompañados de un tanque de almacenamiento con una capacidad de 1993 litros, un diámetro de 1,33 metros y 1,43 metros de altura. En el caso de los hoteles, se estimó que serían necesarios en promedio 11 colectores solares junto con un sistema de almacenamiento adecuado a sus requerimientos.



2.1.3. Antecedentes locales

(Flores, 2018). En su estudio titulada "Diseño de una terma solar de tubos al vacío para la condición ambiental de Puno", se desarrolló un sistema orientado a cubrir las necesidades de agua caliente de una familia de cinco integrantes. El diseño del termotanque contempló una capacidad de 153 litros. Para el sistema de captación, con el objetivo de elevar la temperatura del agua hasta los 40 °C.

(Arhuire & Hanco, 2020). En la tesis titulada "Determinación de la radiación solar en Puno para el diseño de un sistema térmico solar de agua caliente sanitaria para un hotel de 50 individuos", se determinó que el nivel de radiación solar en la capital alcanza un valor de 4434 Wh/m². Con base en este análisis, se propuso un sistema térmico compuesto por cuatro unidades independientes. Cada una de estas incluye un colector solar con 16 tubos de vacío de tipo termosifónico, así como un termotanque con una longitud de 1,40 metros, un diámetro de 0,60 metros, con una capacidad total de 400 litros de ACS.

(Jauregui, 2014). En la tesis titulada "Diseño y uso de un colector solar de aire como instrumento de calefacción de una vivienda rural de San Román", se evaluaron dos sistemas diferentes. Para el colector de placa plana, los resultados mostraron una temperatura promedio de salida del flujo de 26 °C en febrero y 21 °C en julio. En cuanto al sistema de almacenamiento con lecho de rocas, se registraron temperaturas de 21 °C en febrero y 15 °C en julio. Ambos diseños alcanzaron un rendimiento promedio aproximado del 80 %, y los análisis estadísticos arrojaron un coeficiente de determinación cercano a uno, lo que respalda la confiabilidad de los datos logrados.



2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Fundamento de energía solar térmica*

Es una forma de tecnología que maneja la radiación solar para producir calor aprovechable, siendo sus aplicaciones más comunes el calentamiento de agua y el clima del ambiente. A través de dispositivos llamados colectores solares térmicos, esta energía se convierte en calor que luego puede ser utilizada en diversas aplicaciones domésticas o industriales (Duffie & Beckman, 2013).

En contextos rurales como Ocongate (Sicuaní) lugar de la investigación, donde el acceso a sistemas energéticos convencionales puede ser limitado o costoso, esta tecnología representa una solución sostenible y accesible para optimizar la calidad de vida, permitiendo calentar agua sanitaria de forma limpia y económica.

funcionamiento

Un sistema de energía solar térmica opera capturando la radiación solar que incide sobre una superficie absorbente, usualmente de color oscuro para maximizar la absorción. Esta energía solar se convierte en calor y se traslada a un fluido térmico que puede ser agua o una mezcla con propiedades anticongelantes. Dicho fluido circula por una red de tubos metálicos y transporta el calor hacia un tanque de almacenamiento, donde queda disponible para su uso posterior según las necesidades. (Kalogirou, 2009).

Este principio básico se mantiene constante, aunque la eficiencia puede variar según el diseño del colector, el clima y la orientación del sistema.



2.2.2. Tipos de colectores solares térmicos

Entre los cuales destacan:

Colectores planos: son los más comunes para uso doméstico. Están compuestos por una placa absorbente encerrada en una caja con una cubierta transparente (vidrio o policarbonato). Son adecuados para zonas con radiación solar moderada a alta (Duffie & Beckman, 2013).

Colectores de tubos al vacío: poseen mejor aislamiento térmico gracias al vacío entre dos tubos concéntricos, lo cual reduce la pérdida de calor. Son más eficientemente en climas fríos o con variaciones extremas de temperatura (Kalogirou, 2009).

Colectores de concentración: manejan lentes o espejos para enfocar la luz solar en un punto y alcanzar temperaturas muy altas. Aunque eficaces, requieren seguimiento solar y no son los más apropiados para instalaciones residenciales rurales.

2.2.3. Principios físicos aplicados

Radiación solar: es la fuente primaria de energía. El colector convierte la energía radiante en energía térmica.

Absorción térmica: la superficie absorbente capta la radiación solar y se calienta.

Transferencia de calor: el calor generado se transfiere al fluido por conducción (a través de los tubos), convección (movimiento del fluido) y algo de radiación interna.



Aislamiento térmico: reduce las pérdidas de calor al ambiente, maximizando la eficiencia del sistema (Duffie & Beckman, 2013).

2.2.4. Colectores solares térmicos: diseño y funcionamiento

Los colectores solares térmicos son equipos diseñados para transformar la energía solar en calor aprovechable, a través del calentamiento de un fluido, como el agua. Estos dispositivos juegan un papel clave en aplicación como la calefacción, la producción de agua caliente sanitaria y en diversos procesos dentro del sector industrial. (Duffie & Beckman, 2013).

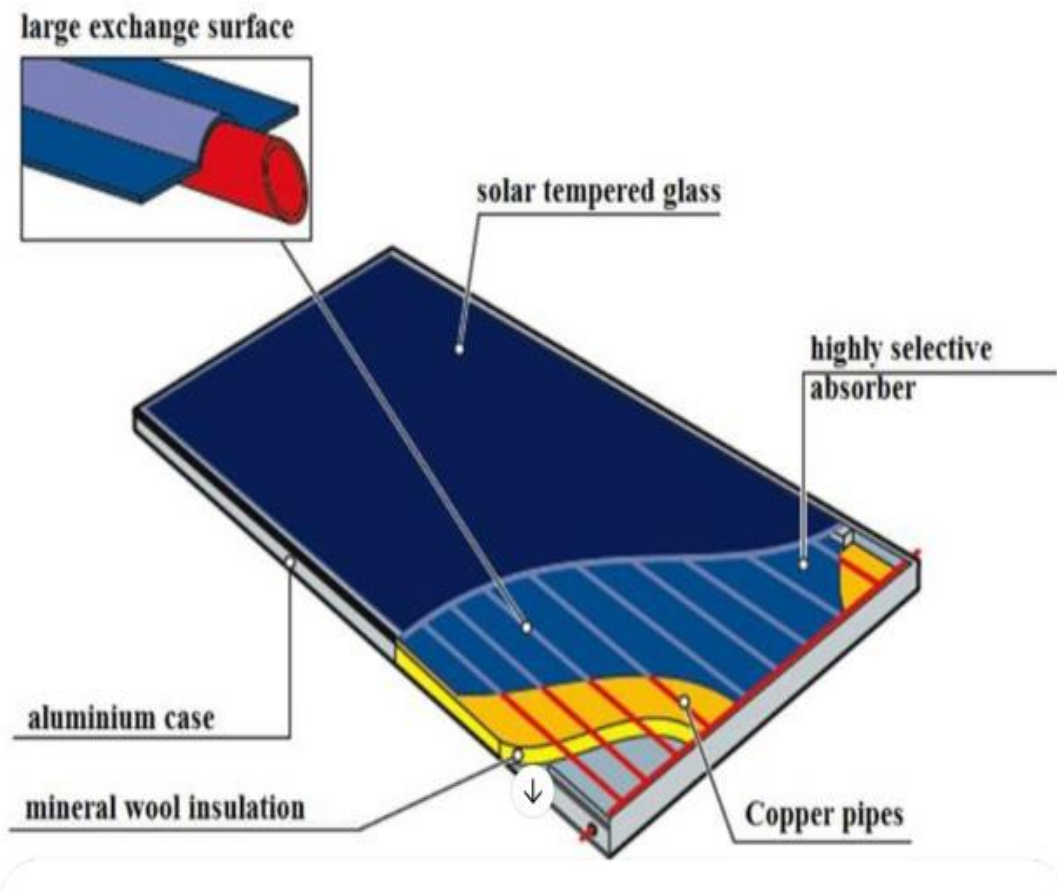
2.2.5. Tipos de colectores solares térmicos

Colectores planos

Están formados por una placa absorbente metálica (cobre o aluminio) con pintura selectiva, cubierta con vidrio templado y aislada térmicamente. Funcionan eficientemente hasta temperaturas de $\sim 80^{\circ}\text{C}$ y son económicos y fáciles de mantener (Duffie & Beckman, 2013). Se recomiendan en climas soleados moderados.

Figura 1.

Colector solar de plano



Fuente: Greco et al. (2020)

Colectores de tubos al vacío

Están formados por tubos individuales de vidrio concéntrico, con un vacío entre las capas que actúa como aislante térmico excepcional (Shukla et al., 2013).

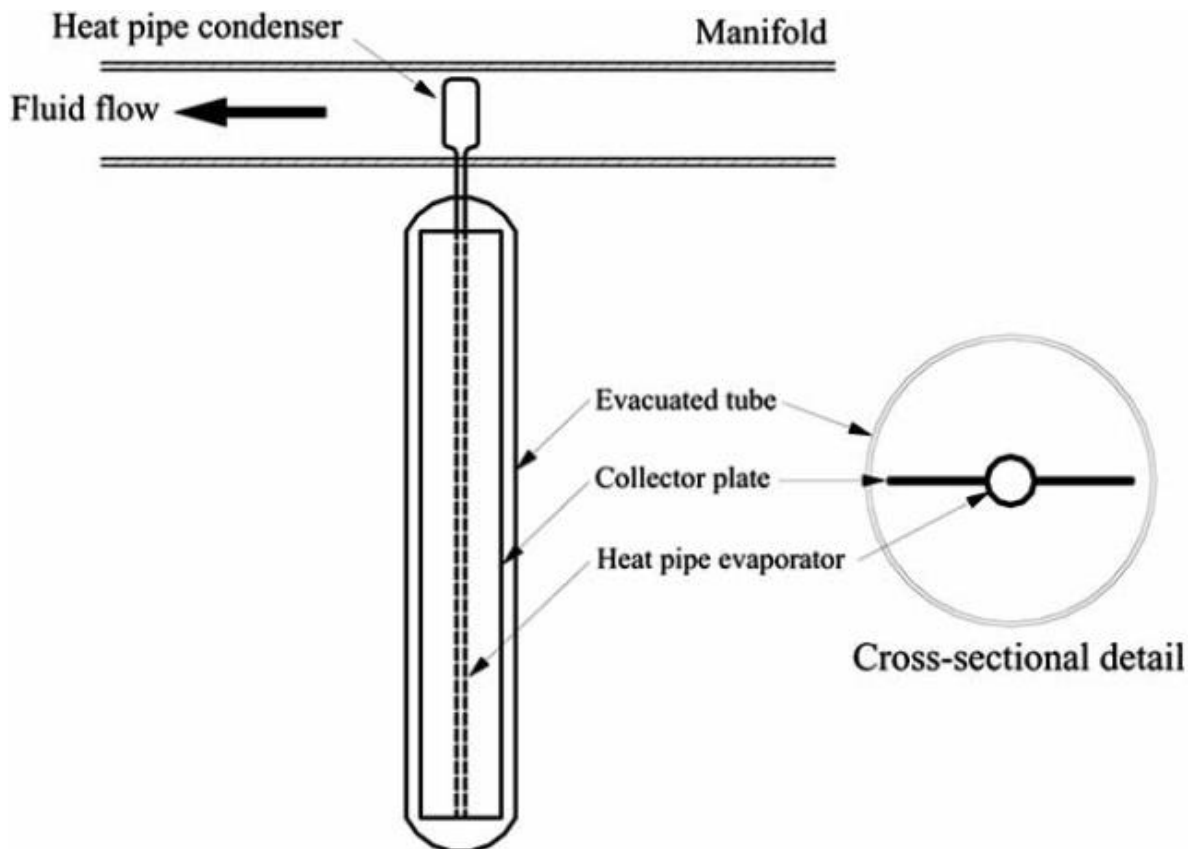
Cada tubo contiene un absorbedor recubierto con material selectivo que maximiza la absorción solar.

El calor se transfiere mediante un heat pipe (tubo con fluido evaporante), que lleva el calor al manifold donde circula el fluido (agua) del sistema.

Mantienen alta eficiencia incluso con temperaturas exteriores bajas o en condiciones de viento o nubosidad (Good et al., 2021) .

Figura 2.

Colector solar de tubos evacuados (esquema)



Fuente: Kalogirou (2007).

Materiales usados

El rendimiento depende de materiales con alta conductividad y resistencia:

Tubos de vidrio borosilicatado, resistentes a transmisión térmica y choque térmico.

Revestimientos selectivos (aluminio–nitrógeno u óxido metálico) optimizan la absorción y reducen la emisión térmica.



Heat pipe de cobre, eficiente en la transferencia sin mover el agua.

Manifold en cobre o acero inoxidable, para ductos y conexiones locales.

Aislamiento de espuma o fibra detrás del manifold para minimizar pérdidas

(Zhai et al., 2011)

2.2.6. Eficiencia térmica

Los colectores planos alcanzan alrededor del 50–70 % de eficiencia bajo condiciones óptimas.

En contraste, los de tubos al vacío pueden lograr eficiencias del 60–80 %, incluso en temperaturas frías (Kalogirou, 2009; Shukla et al., 2013)

El estudio de campo en Noruega documentó eficiencia real aproximada de 62 %, comparado al 48 % de los planos en entorno frío (Good et al., 2021)

2.2.7. Aplicaciones del calentamiento solar de agua

La tecnología de calentamiento solar de agua utiliza la energía proveniente del sol para realzar la temperatura del agua a través de colectores térmicos. Estos sistemas pueden funcionar por medio de la circulación natural del agua (gravedad) o mediante el uso de una bomba que facilita el movimiento del fluido dentro del sistema. Estos colectores atraen la radiación solar y la trasladan al agua, que se almacena en tanques térmicos para su uso posterior. Existen distintas configuraciones, como sistemas activos o pasivos, que se eligen según el tipo de vivienda, presupuesto y clima (Al-Azzeh et al., 2023).

Este tipo de tecnología es considerada una solución energética limpia y confiable, ideal para zonas con buena exposición solar (Kalogirou, 2009).



Aplicaciones en el hogar

En el ámbito doméstico, los calentadores solares se usan principalmente para proporcionar agua caliente para actividades cotidianas como ducharse, lavar ropa o limpiar utensilios. Dependiendo del nivel de radiación solar disponible, estos sistemas pueden suplir entre el 60 % y el 80 % del consumo anual de agua caliente de una vivienda (IEA, 2022).

En algunos hogares también se utilizan para calefacción interior, conectados a radiadores o sistemas de piso radiante, aunque esto requiere equipos más avanzados. Además, otra aplicación común es el calentamiento de piscinas, lo cual permite mantener temperaturas agradables sin aumentar el consumo eléctrico (El-Mallah & El-Dessouky, 2023).

2.2.8. Beneficios del uso de calentadores solares

Uno de los principales beneficios es la posibilidad de reducir el gasto en energía. Por ejemplo, en regiones como Medio Oriente, los estudios demuestran que los usuarios pueden recuperar la inversión inicial en un plazo de 4 a 14 años, dependiendo del uso y el tamaño del sistema (El-Mallah & El-Dessouky, 2023). También se observa un ahorro significativo en la factura de electricidad o gas.

En cuanto al impacto ambiental, el uso de estos sistemas contribuye a disminuir la huella de carbono, ya que reducen la emisión de gases contaminantes. Se estima que un sistema residencial puede evitar entre 0.2 y 0.5 toneladas de CO₂ al año (Al-Azzeh et al., 2023).

Además, los calentadores solares bien instalados tienen una vida útil larga, superior a los 20 años, y requieren poco mantenimiento. Basta con hacer



revisiones periódicas, limpiar los colectores y verificar que no existan fugas (Kalogirou, 2009).

2.2.9. Limitaciones o desventajas

A pesar de sus ventajas, hay algunas limitaciones que deben considerarse. La primera es que estos sistemas dependen directamente de la radiación solar, por lo que su rendimiento baja en días nublados o en invierno. En esos casos, se necesita un sistema de respaldo como un calentador eléctrico o a gas (IEA, 2022).

Otra desventaja es el costo inicial, ya que, aunque el sistema se paga solo con el tiempo, la inversión puede ser elevada para algunas familias. También es necesario contar con un techo bien orientado y con espacio suficiente para instalar los paneles solares.

Por último, aunque el mantenimiento es sencillo, si no se hace adecuadamente, pueden presentarse problemas como obstrucciones por sarro, corrosión o fallas en las válvulas de seguridad (El-Mallah & El-Dessouky, 2023).

2.2.10. Sostenibilidad y Energías Renovables

La sostenibilidad es un concepto que promueve atender la necesidad actual sin poner en riesgo el suceso de que las próximas generaciones puedan satisfacer las suyas. Para lograrlo, es fundamental mantener un equilibrio entre el crecimiento económico, el bienestar de la sociedad y la conservación del entorno natural. (Brundtland, 1987).

Dentro de este panorama, las fuentes de energía renovable adquieren un papel fundamental, ya que ayudan a reducir la dependencia del combustible fósil



y ayudan a minimizar los efectos negativos sobre el medio ambiente, fundamentalmente las emisiones de gases que provocan el efecto invernadero. (IPCC, 2022).

2.2.11. Energías renovables y cambio climático

El uso de fuentes renovables como la solar, eólica, hidráulica, biomasa y geotérmica representa una alternativa viable para enfrentar el cambio climático. Estas tecnologías emiten poca o ninguna cantidad de CO₂ durante su operación, lo cual las hace fundamentales para cumplir con los propósitos del Acuerdo de París y los compromisos de reducción de emisiones (IPCC, 2022).

Además, los avances tecnológicos han hecho que muchas de estas fuentes sean más accesibles y competitivas frente a las tradicionales (REN21, 2023).

2.2.12. Rol de la energía renovable en el desarrollo rural

En áreas rurales, la escasa disponibilidad de energía eléctrica representa una barrera significativa que limita tanto el progreso económico como el bienestar social de sus habitantes. La implementación de sistemas basados en energías renovables como paneles solares, turbinas eólicas o biodigestores ha demostrado ser una solución efectiva para electrificar comunidades aisladas, impulsar actividades productivas y optimizar la calidad de vida (FAO, 2021).

Por ejemplo, la energía solar ha permitido que muchas familias rurales cuenten con iluminación, refrigeración de alimentos o acceso a tecnologías de comunicación, lo cual contribuye a reducir la pobreza energética y la migración hacia zonas urbanas (IRENA, 2022).

2.2.13. Sostenibilidad en la transición energética

Incorporar energías renovables en zonas rurales no solo tiene beneficios ambientales, sino también sociales y económicos. Promueve la autosuficiencia energética, genera empleo local y fortalece el tejido comunitario. Sin embargo, para que esta transición sea realmente sostenible, es necesario acompañar los proyectos con educación, financiamiento accesible, participación comunitaria y políticas públicas adecuadas (REN21, 2023).

Las fuentes de energía renovable tienen un rol crucial en la mitigación del cambio climático y en la promoción de un desarrollo rural más equitativo, inclusivo y sostenible. Su implementación no solo permite disminuir las emisiones contaminantes.

2.2.14. Transferencia de calor

Se refiere al proceso mediante el cual un cuerpo se mueve hacia otro debido al cambio de temperatura. Esta dada por la siguiente ecuación:

$$Q = m c_p \Delta T$$

Donde:

Q: Transferencia de calor J

m: Masa del cuerpo en kg

c_p: Calor específico en J/kg °K

ΔT: Variación de temperatura en °C o °K

Mecanismos de calor

Conducción:

Es la transferencia de calor entre un cuerpo sólido, sin la existencia de movimiento. Dado por la siguiente:

$$Q = k A \frac{dT}{dx}$$

Donde:

Q : Flujo de calor en W

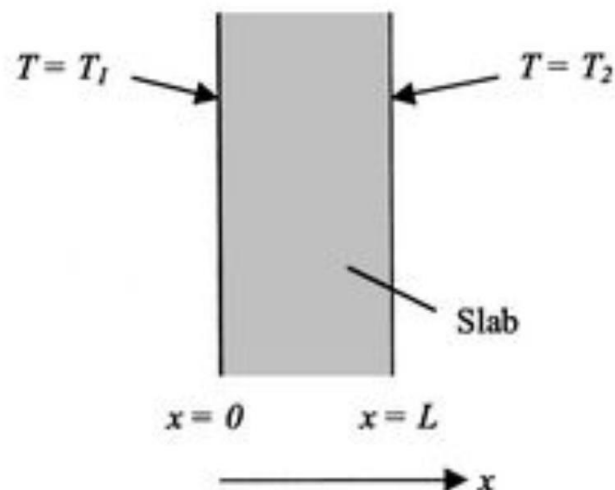
A : Area de transferencia en m^2

k : Conductividad térmica en $\frac{W}{m \cdot ^\circ K}$

$\frac{dT}{dx}$: Gradiente de temperatura

Figura 3.

Mecanismo de calor por conducción



Fuente: (Çengel & Ghajar, 2014)

Convección:



Es la transferencia de calor entre un cuerpo y un fluido en movimiento.

Existen dos tipos:

Convección forzada: Son movimientos del fluido que se produce debido a un ventilador, bomba.

Convección natural: Son movimientos del fluido que se produce de manera natural intercambiando densidades

Dado por la siguiente ecuación:

$$Q = h A (T_s - T_f)$$

Donde:

Q: Flujo de calor en *W*

h: Coeficiente de calor por conveccion en $\frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ K}$

A: Area de transferencia en m^2

T_s: temperatura de la superficie en $^\circ C$ o $^\circ K$

T_f: Temperatura del fluido en $^\circ C$ o $^\circ K$

Radiación:

Es la transferencia de calor mediante ondas magnéticas. Dada por la siguiente ecuación:

$$Q = \varepsilon \sigma A (T_s^4 - T_{entorno}^4)$$

Donde:

Q: Flujo de calor en *W*

ε : Emisividad del cuerpo

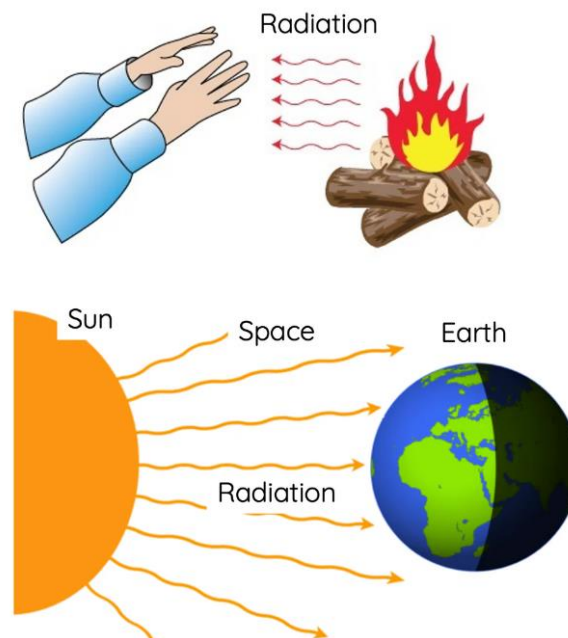
σ : Constante de Stefan Boltzmann en $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K^4}$

A : Area en m^2

$T_s, T_{entorno}$: Temperaturas absolutas en $^\circ K$

Figura 4.

Mecanismo de transferencia de calor por radiación



Fuente: (Incropera & DeWitt, 1996)

2.3. Definición de términos

Colector solar térmico:

Se trata de un equipo diseñado para captar la energía del sol y transformarla en calor, el cual se transfiere a un fluido para su posterior uso.

Radiación solar:

Es emitida por el sol que llega a la tierra





Fluido caloportador:

Un líquido o gas que se utiliza para transportar e calor desde el colector solar hasta el punto de uso

Tanque de almacenamiento:

Un recipiente que almacena el agua caliente producida por le colector solar para su suso posterior

Transferencia de calor por conducción:

Es el proceso de transferencia de calor que ocurre cuando las partículas de un cuerpo, o de cuerpos en contacto, interactúan directamente, permitiendo que la energía térmica se propague de una zona de mayor temperatura a otra de menor temperatura.

Transferencia de calor por convección:

El calor se transfiere a través del movimiento de un fluido, ya sea líquido o gas, que transporta la energía térmica de un lugar a otro.

Agua sanitaria caliente:

Utilizada para uso doméstico como: higiene personal, limpieza y cocina



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.2. Tipo de investigación

(Murillo, 2024). La investigación aplicada, también conocida como investigación empírica o práctica, se determina por su orientación hacia la aplicación de conocimientos previamente logrados y la organización sistemática de la experiencia. El estudio se centra en diseñar e implementar soluciones concretas que permitan el uso eficiente de colectores solares térmicos en la comunidad de Ocongate.

3.3. Enfoque de investigación

Según (Hernandez y otros, 2006). Muestra que en el enfoque cuantitativo se parte de la identificación y formulación de un problema, seguido de una revisión de literatura y la construcción de un marco teórico, para luego formular hipótesis.

3.4. Nivel de investigación

De acuerdo con Sampieri et al. (2014), el enfoque descriptivo se utiliza cuando el objetivo es detallar las cualidades, atributos y perfiles de individuos, colectivos, comunidades o procesos que están siendo objeto de estudio. El nivel de investigación es descriptivo-aplicado, porque se describe el comportamiento

térmico del colector solar bajo las condiciones climáticas de la comunidad de Ocongate, Sicuani.

3.5. Diseño de investigación

Según (Gomez, 2019) el diseño es no experimental, debido a que no se manipulan las variables. Además, sigue la secuencia metodológica propia del diseño de ingeniería: diagnóstico, dimensionamiento, construcción, prueba y evaluación del prototipo

3.6. Ámbito de investigación

Figura 5.

Ubicación de la comunidad de Ocongate



Fuente: <https://maps.app.goo.gl/HqFtcQZEUbjPNm99>

3.7. Población

La población es las viviendas de la comunidad de Ocongate ubicado en el departamento de Cusco

3.8. Muestra

La muestra es una vivienda típica de la comunidad de Ocongate para el diseño del colector solar térmico

3.9. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Fueron los siguientes:

- En el software Microsoft Excel
- Portal web del Proyecto Prediction of Worldwide Energy Resources (POWER) de la NASA (National Aeronautics and Space Administration)

3.10. Recogida de datos

3.10.1. Datos registrados de la radiación solar según NASA

Para determinar la radiación solar se considera los datos que se obtuvieron de la NASA que muestran el promedio mensual en (kW h / m² / día); las coordenadas de la comunidad de Ocongate es latitud: -136275 y longitud: -71.3872

Tabla 2.

Irradiación solar promedio mensual del año 2024

Mes	Irradiación solar (kW h/m ² /día)
Enero	4.7
Febrero	4.42
Marzo	4.47
Abril	4.84
Mayo	4.63
Junio	4.56
Julio	5.08
Agosto	5.28
Setiembre	4.81
Octubre	5.17
Noviembre	4.82
Diciembre	4.84
PROMEDIO	4.80

Fuente: Data base NASA

3.10.2. *Inclinación óptima del colector solar*

Para la determinación de ángulo de inclinación optimiza del colector solar se utiliza la formula:

$$\beta_{\text{opt}} = 3.7 + 0.69 |\phi| \quad \dots (1)$$

Donde:

β_{opt} : Ángulo de inclinación óptima

$|\phi|$: Latitud del lugar, sin signo

$$\beta_{\text{opt}} = 3.7 + 0.69 * |-13.6275|$$

$$\beta_{opt} = 13.10^\circ$$

Relación consumo/agua caliente sanitaria

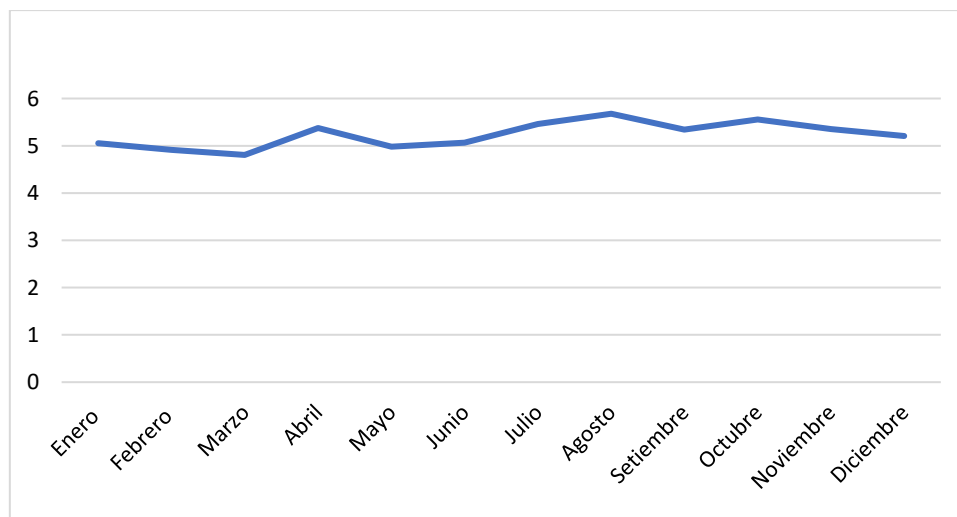
Tabla 3.

Relación de consumo/agua caliente sanitaria

Mes	Irradiación solar (kW h/m ² /día)	cantidad de personas	N° de días	litros/día	Consumo (litros)	Relación rad/consumo (Wh/m ² L)
Enero	4.7	10	31	30	930	5.05
Febrero	4.42	10	30	30	900	4.91
Marzo	4.47	10	31	30	930	4.81
Abril	4.84	10	30	30	900	5.38
Mayo	4.63	10	31	30	930	4.98
Junio	4.56	10	30	30	900	5.07
Julio	5.08	10	31	30	930	5.46
Agosto	5.28	10	31	30	930	5.68
Setiembre	4.81	10	30	30	900	5.34
Octubre	5.17	10	31	30	930	5.56
Noviembre	4.82	10	30	30	900	5.36
Diciembre	4.84	10	31	30	930	5.20

Figura 6.

Gráfico de radiación / consumo de agua caliente sanitaria





CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

Se desarrollo los resultados del estudio de acuerdo con los objetivos específicos planteados

4.1.1. La demanda de agua caliente

Para la determinación de la demanda de agua caliente se utiliza la siguiente ecuación:

$$\rho_{\text{agua}} = \frac{M}{V_p}$$

Despejando la masa:

$$M = n V_p \rho_{\text{agua}} \quad \dots (2)$$

Donde:

M: Masa de agua $\left(\frac{\text{kg}}{\text{dia}}\right)$

n: Numero de alumnos

V_p : volumen de agua $\left(\frac{\text{L}}{\text{persona}}\right)$

ρ_{agua} : Densidad del agua $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$



$$M = 10 * 30 * 1000$$

$$M = 300 \frac{\text{kg}}{\text{dia}}$$

Dimensionamiento del colector solar

Demanda energética

$$E = M C_p (T_{\text{sal}} - T_{\text{ent}}) \quad \dots (3)$$

Donde:

E: Demanda energética $\left(\frac{\text{J}}{\text{dia}}\right)$

M: Masa de agua $\left(\frac{\text{kg}}{\text{dia}}\right)$

C_p : Calor del agua = $4.18 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}}$

T_{ent} : Temperatura del agua fria

T_{sal} : Temperatura de consumo de agua

$$E = 300 * 4.18 * (38 - 15)$$

$$E = 28842 \text{ KJ}$$

Colector solar de tubos al vacío

$$\alpha_s = \frac{\tau \alpha}{1 - (1 - \alpha)\rho_d} < 1 \quad \dots (4)$$

Donde:

α : Absortividad de los tubos recubiertos de nitrato de aluminio y su emisividad de ϵ
= 0.1

τ : Transmitividad de los tubos de vidrio de boro silicato con emisividad de $\epsilon=0.88$

ρ_d : Reflectancia difusa de los tubos de vacío

$$\alpha_s = \frac{\tau \alpha}{1 - (1 - \alpha)\rho_d}$$
$$\alpha_s = \frac{0.74 * 0.99}{1 - (1 - 0.99) * 0.16}$$
$$\alpha_s = 0.733$$

números de tubos al vacío del colector solar

Los tubos de vacío termosifónicos son estándares teniendo las siguientes características técnicas:

Tabla 4.

Características técnicas de los tubos al vacío

Características	Valor
Espesor	3 mm
Diámetro exterior	58 mm
Diámetro interior	50 mm
Longitud	1800 mm
Longitud útil	1700 mm (50 mm se insertan en el termostanque)

Área de captación solar

$$A_{cs} = \frac{E}{H \alpha_s} \dots (5)$$

Donde:

E: Demanda energética (KJ)

H: Radiación solar (kWh/m²/día)



α_s : Factores de correccion del tubo al vacio

$$A_{cs} = \frac{28842}{4.42 * 0.733}$$

$$A_{cs} = 2.61 \text{ m}^2$$

Área de suceso de cada tubo

$$A_t = \frac{d_e \pi L}{2}$$

Donde:

d_e : 0.058 m (dimaetro exterior

L: 1.75 m (longitud util)

$$A_t = \frac{0.058 * 3.1416 * 1.75}{2}$$

$$A_t = 0.16 \text{ m}^2$$

Numero de tubos al vacio

$$n_t = \frac{A_{cs} F_s}{A_t} \quad \dots (7)$$

Donde:

n_t : Numero de tubos

F_s : Factor de seguridad (1 – 1.5)

A_{cs} : Área de captación (m^2)

A_t : Area de un tub al vacio (m^2)

$$n_t = \frac{2.61 * 1}{0.16}$$

$$n_t = 16 \text{ tubos al vacio}$$



Dimensionamiento del termotanque

El cálculo del volumen del termotanque considera un 15 % adicional sobre la masa de agua que se requiere almacenar diariamente, estimando un aumento de temperatura de 35 °C según criterios de diseño. Por otro lado, en el sistema continuo, se añade un 20 % a la masa de agua diaria, considerando un incremento térmico de 20 °C.

Ecuación de temperatura equivalente:

$$T_{eq} = T_i + 35 = 15 + 35 = 50^{\circ}\text{C} \quad \dots (8)$$

Volumen del termotanque

$$V_{dep} = 1.15 M \quad \dots (9)$$

Donde:

V_{dep} : Volumen del termotanque (litros)

M: Masa del almacenamiento de agua $\left(\frac{\text{litros}}{\text{día}}\right)$

$$V_{dep} = 1.15 * 300$$

$$V_{dep} = 345 \text{ L}$$

En consecuencia, obtenemos:

$$V_{dep} = 345 \text{ L} = 0.345 \text{ m}^3$$

Longitud de almacenamiento tanque

Fundamento un diámetro del cilindro de 500mm; determinado por la ecuación siguiente:

$$V_{cil} = \frac{\pi D^2 L}{4}$$

Donde:

$$V_{cil} = V_{dep} = 0.345 \text{ m}^3$$

$$D = 0.500 \text{ m}$$

$$0.345 = \frac{\pi * 0.500^2 * L}{4}$$

$$L = 1.75 \text{ m}$$

Elección del tipo y espesor de aislamiento del depósito de almacenamiento

Tabla 5.

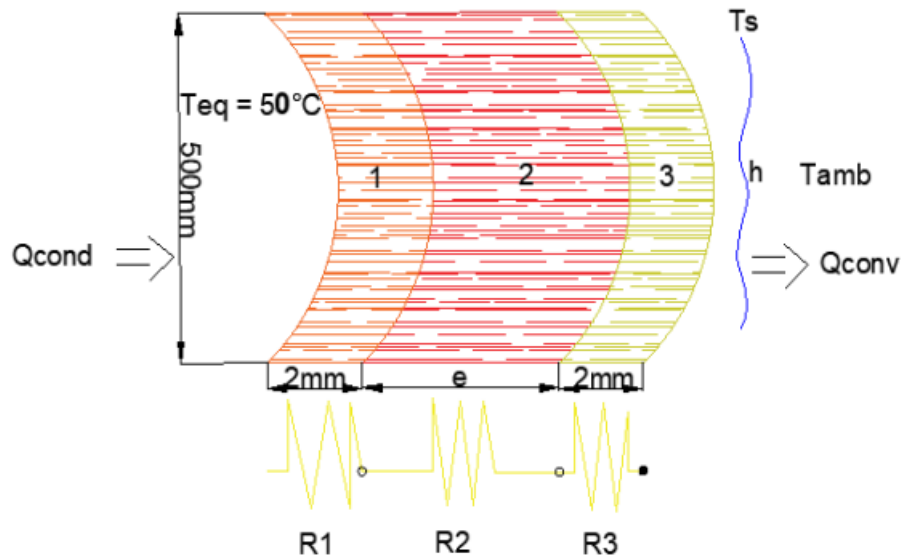
Tipo y espesor de aislamiento

Tipo de aislamiento	Espesor recomendado		Conductividad térmica (W/m °C)
	Sistema puntual	Sistema continuo	
Algodón	50	75	0.059
Asbesto	75	125	0.174
Lana o fibra de vidrio	35	50	0.038
Paja	50	100	0.09

Espesor de aislamiento de agua caliente de termotanque

Figura 7.

Esquema del termotanque para cálculo del espesor



Pérdida por conducción en la superficie cilíndrica del termotanque

$$Q_{\text{conduc}} = \frac{T_{\text{eq}} - T_{\text{amb}}}{R_{\text{total}}} \dots (11)$$

Donde:

T_{amb} : Temperatura del ambiente

T_{eq} : Temperatura en el interior del tanque

R_{total} : Suma de resistencia por conduccion en cada una de las capas del tanque

La resistencia total esta dada por la siguiente formula:

$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + R_3 \dots (12)$$

$$R_{1,2,3} = \frac{\ln\left(\frac{D_e}{D_i}\right)}{2 \pi L K} \dots (13)$$

Donde:

D_i : Diametro menor de la capa

L: Longitud del cilindro

D_e : Diametro mayor de la capa que se esta tabulado

K: Coeficiente de conductividad térmica de los materiales

Tabla 6.

Coeficiente de conductividad térmica del material

Material	Coeficiente conductividad térmica "K" (Wm/°C)
Plancha de acero inoxidable	15.75 (R1)
Aislante fibra de vidrio	0.038 (R2)
Plancha negra acero dulce	58600 (R3)

Tabla 7.

Temperatura mínima durante el año 2024 de la comunidad de Ocongate

Mes	Temperatura minima (°C)
Enero	6.19
Febrero	5.23
Marzo	4.94
Abril	5.36
Mayo	3.45
Junio	3.04
Julio	1.14
Agosto	2.53
Setiembre	4.84
Octubre	5.74
Noviembre	3.22
Diciembre	5.71
Promedio	4.2825

Calor por convección esta dado por la siguiente formula:

$$Q_{conv} = h A_s (T_s - T_{amb}) \quad \dots (15)$$

Según el principio de conservación de la energía se tiene:

$$Q_{conduc} = Q_{conveccion} \quad \dots (14)$$



Donde:

A_s : Area superficial del tanque

h : Coeficiente de transferencia de calor

T_{amb} : Temperatura de ambiente

T_s : Temperatura superficial

Para el cálculo del área superficial tenemos la siguiente ecuación:

$$A_s = \pi D_e L \dots (16)$$

Tabla 8.

Coeficiente de convección

Proceso	(W/h m ² °C)
Conveccion Natural	
Gases	2 - 5
Liquidos	50 - 1000
Conveccion Forzada	
Gases	25 - 250
Liquidos	50 - 20000

Calculamos la R_{total}

$$R_{total} = \frac{1}{2 \pi r_1 L h_i} + \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2 \pi L k_1} + \frac{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)}{2 \pi L k_2} + \frac{1}{2 \pi r_3 L h_o}$$

$$R_{total} = 0.039 \frac{^{\circ}C}{W}$$

$$Q_{conduc} = \frac{T_{eq} - T_{amb}}{R_{total}}$$

$$Q_{conduc} = \frac{50 - 4.3}{0.0386} = 1182 \text{ W}$$

$$A_s = \pi * 0.5 * 1.75$$

$$A_s = 2.74 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{conv}} = 20 * 2.74 * (25.8 - 4.3) = 1182 \text{ W}$$

El espesor de aislamiento es de 0.018 m es decir 18 mm

Tabla 9.

Parámetros calculados del colector solar térmico

Parámetros	Calculo	Unidad
espesor	0.018	m
teq	50	°C
tamb	4.3	°C
r1	0.23	m
r2	0.248	m
r3	0.25	m
hi	500	W/m ² °C
h0	20	W/m ² °C
L	1.75	m
k1	15.75	W/m °C
k2	0.038	W/m °C
k3	58.6	W/m °C
As	2.7489	m ²
Ts	25.8	°C

Ahorro eléctrico

Costo de un colector solar térmico

Datos:

M = 300 litros seran calentados desde 15°C a 38°C

V_{dep} = 345 litros de capacidad del termotanque

E = 28842 KJ

$$28842 \text{ KJ} * \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} = 8.011 \text{ kWh}$$



Al mes se tiene un consumo de

$$8.011 \text{ kWh} * 30 = 240.35 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

Costo por mes

$$\text{Costo} = E * 0.5817$$

$$\text{Costo} = 240.35 * 0.5817$$

$$\text{Costo} = 139.81 \text{ soles/mes}$$

Tabla 10.

Ahorro de energía eléctrica del colector solar térmico

Año	Energía (kWh/mes)	Tiempo (mes)	Costo (S./ kWh)	Ahorro
2024	240.35	12	0.5817	1677.74
2025	240.35	12	0.5817	1677.74
2026	240.35	12	0.5817	1677.74
2027	240.35	12	0.5817	1677.74
2028	240.35	12	0.5817	1677.74
2029	240.35	12	0.5817	1677.74
2030	240.35	12	0.5817	1677.74
2031	240.35	12	0.5817	1677.74
2032	240.35	12	0.5817	1677.74
2033	240.35	12	0.5817	1677.74
2034	240.35	12	0.5817	1677.74
2035	240.35	12	0.5817	1677.74
2036	240.35	12	0.5817	1677.74
2037	240.35	12	0.5817	1677.74
2038	240.35	12	0.5817	1677.74
2039	240.35	12	0.5817	1677.74
2040	240.35	12	0.5817	1677.74
Ahorro total				28521.57



Especificaciones técnicas del calentador eléctrico

Marca: Sole

Modelo: vertical / piso

Capacidad: 450 L

Potencia: 4500 kW

Alto: 155.5 cm

Ancho/diámetro: 71.5 cm

Tipo de energía: eléctrica

Precio: S/. 6745.00

Tabla 11.

Gasto de la energía eléctrica del calentador eléctrico en un periodo de 20 años

Año	Potencia al mes (kW)	Tiempo (h/año)	Costo (S/ kWh)	Gastos
2024	4.5	1800	0.5817	4711.77
2025	4.5	1800	0.5817	4711.77
2026	4.5	1800	0.5817	4711.77
2027	4.5	1800	0.5817	4711.77
2028	4.5	1800	0.5817	4711.77
2029	4.5	1800	0.5817	4711.77
2030	4.5	1800	0.5817	4711.77
2031	4.5	1800	0.5817	4711.77
2032	4.5	1800	0.5817	4711.77
2033	4.5	1800	0.5817	4711.77
2034	4.5	1800	0.5817	4711.77
2035	4.5	1800	0.5817	4711.77
2036	4.5	1800	0.5817	4711.77
2037	4.5	1800	0.5817	4711.77
2038	4.5	1800	0.5817	4711.77



2039	4.5	1800	0.5817	4711.77
2040	4.5	1800	0.5817	4711.77
Gasto total				80100.09

Tabla 12.

Costo aproximado del colector solar térmico

Materiales	Unidad	Precio unitario (\$)	Conversión (\$)	Costo (S/.)
Tubos al vacío	16	3	3.7	S/ 177.60
Tinaco	1	161.2	3.7	S/ 596.44
Termotanque	1	350	3.7	S/ 1,295.00
Aislamiento	1	100	3.7	S/ 370.00
Válvula antirretorno	1	50	3.7	S/ 185.00
Válvula de drenado	1	50	3.7	S/ 185.00
Válvula de alivio de presión	1	20	3.7	S/ 74.00
Tubería de PVC	10	6	3.7	S/ 222.00
Tuercas unión	3	1	3.7	S/ 11.10
Tubo de cobre	1	49	3.7	S/ 181.30
Válvula mezcladora	1	49	3.7	S/ 181.30
Estructura de soporte	1	120	3.7	S/ 444.00
Tubería CPVC	8	14	3.7	S/ 414.40
Válculas de paso	3	5	3.7	S/ 55.50
Accesorios	1	50	3.7	S/ 185.00
TOTAL				S/ 4,577.64



Discusión de resultados

En la presente tesis se estableció un ángulo de inclinación óptima de 13.10° y un consumo de 10 litros de agua caliente por individuo teniendo un consumo de 345 litros/día a 38°C . (Santos, 2020). Indica un ángulo de inclinación óptima de 5° y un consumo de 3 litros de agua por individuo teniendo una demanda de 540 litros/día a 40°C , esto es para una institución educativa de 180 alumnos.



CONCLUSIONES

PRIMERA: Se realizó el diseño de un colector solar térmico de tipo tubos al vacío, con material acero inoxidable resistentes a la corrosión, humedad y cambios térmicos; para el calentamiento de agua sanitaria a una temperatura de 38°C en la comunidad de Ocongote

SEGUNDA: La demanda de agua sanitaria caliente es 30 litros por persona; si se considera un promedio de 10 habitantes en la vivienda se estima una demanda de 300 litros/día

TERCERA: Según los cálculos realizados se tiene una capacidad del termotanque de 345 litros de 16 tubos al vacío; una longitud de 1.7m y un diámetro de 0.5m con un espesor de aislamiento de 18 mm

CUARTA: Se realizó el análisis económico resultando la fabricación del colector solar térmico un costo aproximado de S/. 4577.64. Asimismo, se proyectó el ahorro del consumo de energía eléctrica por un periodo de 20 años. Resultando el colector solar térmico viable



RECOMENDACIONES

PRIMERA: Es importante verificar que el lugar de instalación cuente con el espacio adecuado y esté libre de sombras que puedan afectar el rendimiento del sistema.

SEGUNDA: Se sugiere que la orientación ideal del colector solar térmico sea en dirección norte-sur, con el termotanque ubicado hacia el norte y los tubos de vacío hacia el sur. Para garantizar una correcta alineación, es indispensable el uso de una brújula. Además, la inclinación del colector debe ajustarse de acuerdo con la latitud del sitio de instalación para optimizar su rendimiento.

TERCERA: Sería altamente recomendable que, en la realización de este tipo de proyectos, las municipalidades brinden apoyo e incentiven a estudiantes tesistas en el diseño y desarrollo de colectores solares destinados a diversas instituciones. Estos sistemas no solo deberían enfocarse en el calentamiento de agua para fines sanitarios, sino también contemplar su uso en duchas y consumo directo, ampliando así su impacto y utilidad.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, J. A. (2013). *Colector Solar Plano Didáctico*. Centro de investigación en materiales avanzados, s.c.
- Arhuire, I., & Hanco, L. C. (2020). *Caracterización de la radiación solar en puno para el diseño de un sistema térmico solar de agua caliente sanitaria para un hotel de 50 personas*. UNA.
- Chisaguano, R. A., & Valdivieso, A. M. (2021). *Diseño y construcción de un prototipo de colector solar para el calentamiento de agua con materiales reciclables para una vivienda*. Universidad Politecnica Salesiana .
- Colque, O. A., & Condori, A. H. (2016). *Determinación de la eficiencia térmica de una terma solar de tubos al vacío en Puno*.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación* . McGraw-Hill. <https://doi.org/ISBN 970-10-5753-8>
- Lazaro, R., Sacha, R. C., & Zapana, M. (2020). *Optimización de un colector solar térmico de aire para mejorar el confort térmico en viviendas alto andinas de la región Junín*. Universidad Continental .
- Lobato, G. R. (2019). *Evaluación de la eficiencia de una terma solar con colector de cobre y colector de CPVC*. Universidad Nacional del Centro del Perú .
- Murillo, W. J. (2024). *monografias* . la investigación científica : <https://www.monografias.com/trabajos15/invest-cientifica/invest-cientifica>
- Paras, F. U. (2011). *Colectores Solares de Placa Plana: Análisis y Métodos de Prueba*. Tecnológico de Monterrey.
- Prado, R. A., & Vivar, E. J. (2014). *Estudio energético de los colectores solares para el calentamiento de agua en el servicio hotelero, chimbote-perú*.



- Quinteros, J. (2008). *Estudio Teórico y Experimental de Colector Solar Parabólico para Generación de Energía Eléctrica*. Universidad de Chile .
- Roldan, V. (2013). *Determinación de la eficiencia térmica global de un colector térmico solar de placa plana*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Santos, E. (2020). *Diseño de un colector solar térmico para calentamiento de agua sanitaria en la Institución Educativa Juan Velasco Alvarado, San Ignacio, Cajamarca - Perú*.
- Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). *Solar Engineering of Thermal Processes* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Kalogirou, S. A. (2009). *Solar Energy Engineering: Processes and Systems*. Academic Press.
- Shukla, A., Chandel, S. S., & Agrawal, S. (2013). *Review of solar air heaters and thermal energy storage*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, 541–551. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.10.018>
- Zhai, X. Q., Wang, R. Z., & Dai, Y. J. (2011). *A review of renewable energy utilization in solar thermal systems*.
- Good, C., Thyholdt, S., & Andresen, I. (2021). *Field study on the thermal performance of vacuum tube solar collectors in the climate conditions of western Norway*. *Energies*, 14(10), 2745.
- Al-Azzeh, J. S., Mohammad, A. T., & Al Omari, A. (2023). *Review on solar water heating technology: Types, applications, and performance evaluation*. *Bulletin of the National Research Centre*, 47(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s42269-024-01187-1>



- El-Mallah, A. A., & El-Dessouky, M. I. (2023). *Environmental and economic analysis of solar water heating systems in Lebanon. International Journal of Thermofluids*, 20, 100299. <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2023.100299>
- International Energy Agency. (2022). *Solar heating and cooling: Technology and applications*. <https://www.iea-shc.org/>
- Brundtland, G. H. (1987). *Our Common Future. World Commission on Environment and Development*. Oxford University Press.
- FAO. (2021). *Energy access and renewable energy solutions in rural areas. Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <https://www.fao.org/>
- IRENA. (2022). *Renewable Energy: A Key to Rural Development. International Renewable Energy Agency*. <https://www.irena.org/>
- REN21. (2023). *Renewables 2023 Global Status Report. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century*. <https://www.ren21.net/>
- Greco, A., Gundabattini, E., Solomon, D. G., & Masselli, C. (2020). *A comparative study on the performances of flat-plate and evacuated tube collectors deployable in domestic solar water heating areas*. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/342188930>
- Kalogirou, S. A. (2007). *Schematic diagram of an evacuated tube collector. En Recent patents in solar energy collectors and applications [Figura]*. ResearchGate.



ANEXOS



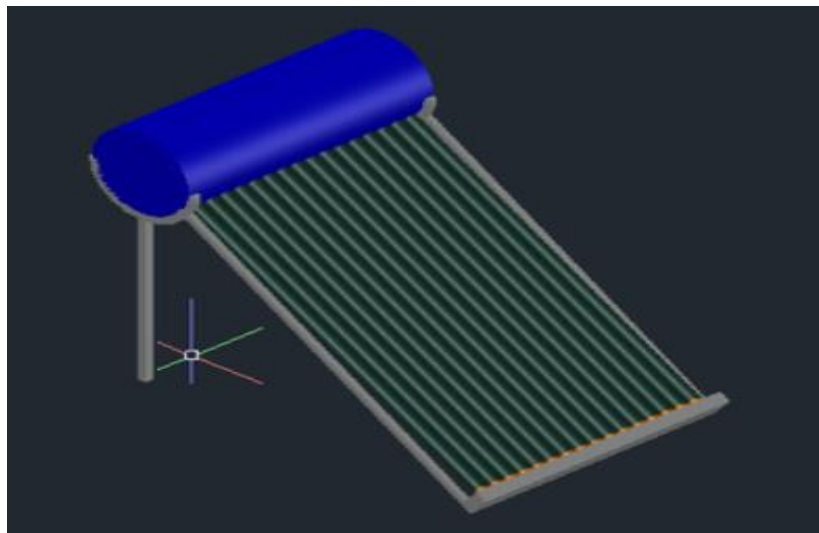
ANEXO 1.

Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Justificación	hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema general: ¿De qué manera se puede diseñar un colector solar térmico para calentar agua sanitaria de una vivienda de la comunidad de Ocongate Sicuani, 2024?</p>	<p>Objetivo general Diseñar un colector solar térmico para calentar agua sanitaria de una vivienda de la comunidad de Ocongate Sicuani, 2024</p>	<p>Justificación técnica: Esta investigación se realiza porque se tiene zonas donde las temperaturas son bajas, y ello trae como consecuencia enfermedades para los pobladores</p>	<p>Hipótesis general Si se diseña un colector solar térmico entonces se tendrá agua caliente de uso sanitario de una vivienda de la comunidad de Ocongate Sicuani</p>	<p>Independiente: Diseño de colector solar térmico</p> <p>Dependiente: Agua caliente para uso sanitario</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Enfoque de investigación: Cuantitativo</p> <p>Ámbito de investigación Comunidad de Ocongate, departamento de Cusco</p> <p>Población y muestra La población es las viviendas de la comunidad de Ocongate ubicado en el departamento de Cusco</p> <p>La muestra es una vivienda típica de la comunidad de Ocongate para el diseño del colector solar térmico</p>
<p>Problemas específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Cuánto será la demanda para calentar agua sanitaria de una vivienda de la comunidad de Ocongate Sicuani, 2024? ¿Cómo se puede realizar los cálculos del colector solar térmico para calentar agua sanitaria? ¿Cómo se puede realizar el análisis de costo del colector solar térmico para calentar agua sanitaria de una vivienda de la comunidad de Ocongate Sicuani, 2024? 	<p>Objetivos específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> Determinar la demanda para calentar agua sanitaria de una vivienda de la comunidad de Ocongate Sicuani, 2024 Realizar los cálculos del colector solar térmico para calentar agua sanitaria realizar el análisis de costo del colector solar térmico para calentar agua sanitaria de una vivienda de la comunidad de Ocongate Sicuani, 2024 	<p>Justificación económica: Esta investigación se justifica económicamente porque se utiliza la radiación solar una fuente de energía renovable para el calentamiento de agua sanitaria, reduciendo costos por energía eléctrica</p> <p>Justificación social: Esto se realiza con el fin de evitar que los habitantes de la zona se enfermen y además se aprovecha el recurso solar fomentando así una sensibilización al medio ambiente</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <ol style="list-style-type: none"> Si se determina la demanda de agua para calentar entonces se podrá dimensionar el colector solar térmico Si se realiza los cálculos del colector solar térmico entonces se dimensionará para la demanda determinada Si se realiza el análisis económico del colector solar térmico entonces se podrá conocer la factibilidad 		



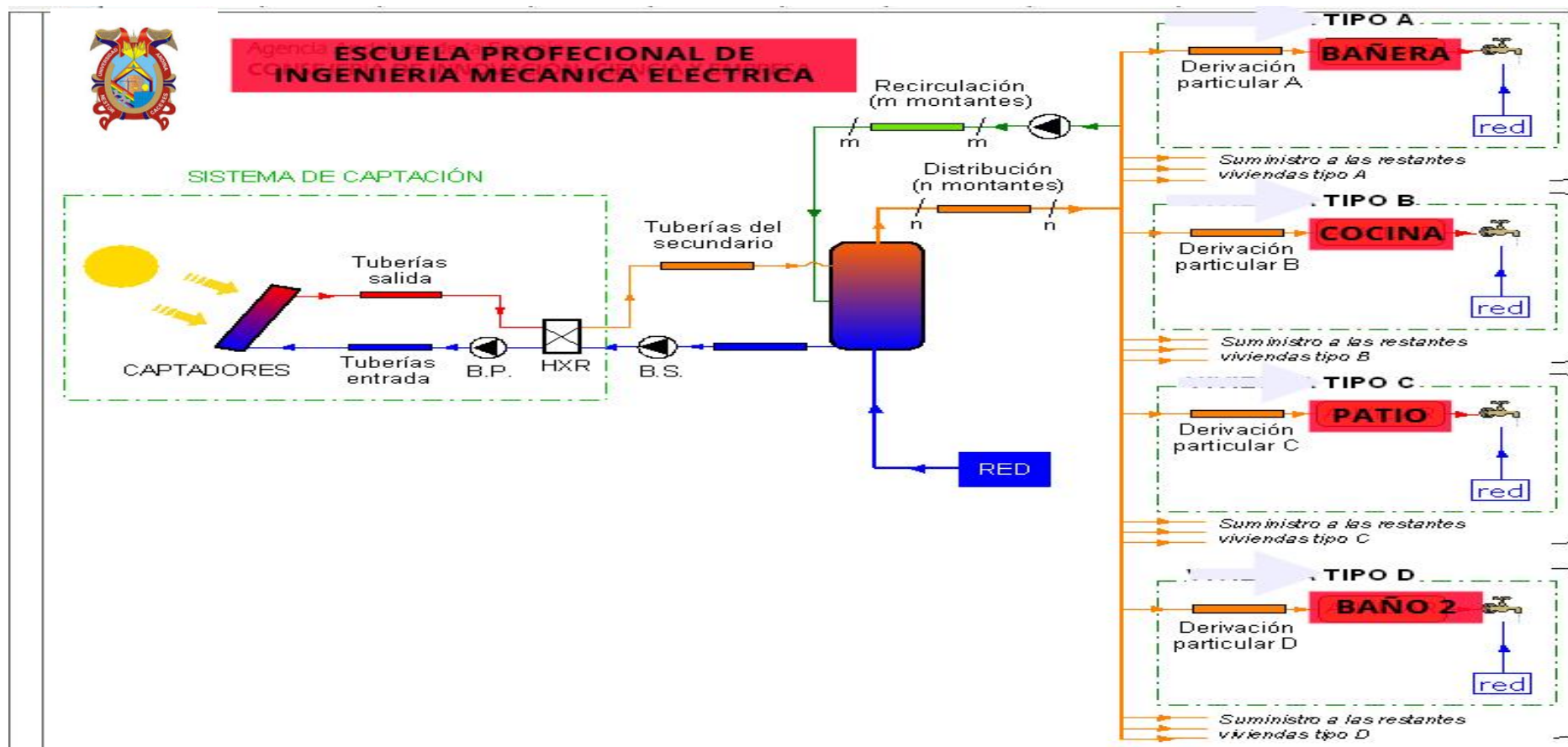
Esquema de colector solar térmico con 16 tubos al vacío





ANEXO.2

Sistema de captación





- 1.1 Donde la red de agua sanitaria llega al tanque para la distribución de agua fría vista en la imagen del anexo 2
- 1.2 Del tanque lleva agua fría pasando por las llaves de paso 1 y 2 a la tubería de entrada de la terma solar o captador de agua sanitaria
- 1.3 Al llegar Alos captadores entra 300 litros de agua fría de de 15°C al llegar la máxima temperatura de calor de 25°C logra calentar 38°C durante 8 horas promedio
- 1.4 De la cual el agua caliente sale de los captadores a una temperatura de 38°C pasa a las tuberías de salida llegando al tanque de almacenamiento de agua sanitaria que se muestra en la imagen del anexo 2
- 1.5 Al llegar al tanque el agua caliente y fría no se mezclan de inmediato porque tienen densidades diferentes: el agua caliente es menos densa (más ligera) y flota sobre el agua fría (más densa),
- 1.6 De la cual el agua temperada sale a las distribuciones correspondientes de la vivienda
- 1.7 TIPO A BAÑERA la cual llega a las duchas y lava manos de se encuentra en el dormitorio 1
- 1.8 TIPO B COCINA la llega a las distribuciones de los lavatorios de cocina y lavandería
- 1.9 TIPO C PATIO llega agua caliente a los patios de la vivienda para el uso de lavamanos
- 1.10 TIPO D BAÑO 2 la cual está compuesta por un baño y lavatorio en el patio principal



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital [X]

Fecha de entrega: 15/12/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: DANTE SERRANO FARFAN

Dirección: Jr. san jacinto mz z lot 6

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 48221205

Teléfono: 958747488 email: Serranodante5@gmail.com

Nombres y Apellidos:

Dirección:

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:

Teléfono: email:

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

Asesor: Ing. ADWAR RANULFO SÁNCHEZ CARREÓN

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación [] Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [] Trabajo Académico []

Título: DISEÑO DE UN COLECTOR SOLAR TÉRMICO PARA CALENTAR AGUA SANITARIA DE UNA VIVIENDA DE LA COMUNIDAD DE OCONGATE SICUANI, 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): diseño, colector solar; agua sanitaria, térmico, vivienda

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV 1,2?

1

1 Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

2 Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18



Firma de Autor



huella digital

15 de DICIEMBRE del 2025

Fecha