

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**“Utilización de unidades termo-modulares de vivienda para combatir  
el friaje extremo con materiales oriundos de Tayabamba - La Libertad  
– 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**Autores:**

Bach. Cárdenas Cristobal, Junior Miguel

Bach. Espinoza Ramírez, Karito

**Asesor:**

Dr. León Bobadilla, Abner Itamar

**ORCID: 0000-0003-2949-6591**

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**

**2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**“Utilización de unidades termo-modulares de vivienda para combatir  
el friaje extremo con materiales oriundos de Tayabamba - La Libertad  
– 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**REVISADO Y APROBADO POR:**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Abner B', is positioned above a horizontal line.

**Dr. León Bobadilla, Abner Itamar**

**Asesor**

**DNI: 32942184**

**ORCID: 0000-0003-2949-6591**

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**

**2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

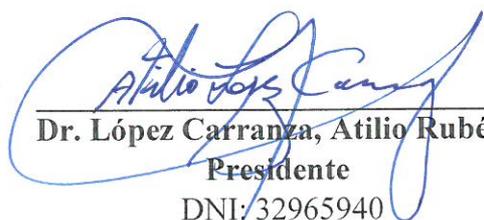


**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**“Utilización de unidades termo-modulares de vivienda para combatir el friaje extremo con materiales oriundos de Tayabamba - La Libertad – 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**REVISADO Y APROBADO POR LOS SIGUIENTES JURADOS:**

  
**Dr. López Carranza, Atilio Rubén**  
**Presidente**  
DNI: 32965940  
ORCID: 0000-0002-3631-2001

  
**Ms. Alvarez Asto, Luz Esther**  
**Secretario**  
DNI: 32968961  
ORCID: 0000-0001-6491-6569

  
**Dr. León Bobadilla, Abner Itamar**  
**Integrante**  
DNI: 32942184  
ORCID: 0000-0003-2949-6591

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**

**2024**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

# FACULTAD DE INGENIERÍA

## Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- EPIC -

### ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 23 días del mes de septiembre del año dos mil veinticuatro, siendo las 16: 00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 517-2024-UNS-CFI, con fecha 15.08.2024, integrado por los siguientes docentes: Ms. María Jesús Estela Díaz Hernández (Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretaria), Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Integrante), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Accesitario) en base a la Resolución Decanal N° 577-2024-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "UTILIZACIÓN DE UNIDADES TERMO-MODULARES DE VIVIENDA PARA COMBATIR EL FRIAJE EXTREMO CON MATERIALES ORIUNDOS DE TAYABAMBA-LA LIBERTAD-2021", presentado por los Bachilleres: CÁRDENAS CRISTOBAL JUNIOR MIGUEL con cód. N° 0201413012 y ESPINOZA RAMÍREZ KARITO con cód. 0201413018, quienes fueron asesorados por el docente Dr. Abner Itamar León Bobadilla según lo establece la T. Resolución Decanal N° 042 -2021-UNS-FI, de fecha 03.02.2021.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
CÁRDENAS CRISTOBAL JUNIOR MIGUEL	17	BUENO

Siendo las 17.00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 23 de septiembre de 2024.

  
Dr. Atilio Rubén López Carranza  
Presidente

  
Ms. Luz Esther Álvarez Asto  
Secretaria

  
Dr. Abner Itamar León Bobadilla  
Integrante



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

# FACULTAD DE INGENIERÍA

## Escuela Profesional de Ingeniería Civil

### - EPIC -

### ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 23 días del mes de septiembre del año dos mil veinticuatro, siendo las 16: 00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 517-2024-UNS-CFI, con fecha 15.08.2024, integrado por los siguientes docentes: Ms. María Jesús Estela Díaz Hernández (Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretaria), Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Integrante), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Accesitario) en base a la Resolución Decanal N° 577-2024-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "UTILIZACIÓN DE UNIDADES TERMO-MODULARES DE VIVIENDA PARA COMBATIR EL FRIAJE EXTREMO CON MATERIALES ORIUNDOS DE TAYABAMBA-LA LIBERTAD-2021", presentado por los Bachilleres: CÁRDENAS CRISTOBAL JUNIOR MIGUEL con cód. N° 0201413012 y ESPINOZA RAMÍREZ KARITO con cód. 0201413018, quienes fueron asesorados por el docente Dr. Abner Itamar León Bobadilla según lo establece la T. Resolución Decanal N° 042 -2021-UNS-FI, de fecha 03.02.2021.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
ESPINOZA RAMIREZ KARITO	17	BUENO

Siendo las 17.00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 23 de septiembre de 2024.

  
Dr. Atilio Rubén López Carranza  
Presidente

  
Ms. Luz Esther Álvarez Asto  
Secretaria

  
Dr. Abner Itamar León Bobadilla  
Integrante



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: **Abner Leon Bobadilla**  
Título del ejercicio: **Informe de tesis**  
Título de la entrega: **Mitigacion del friaje extremo-corregido241024.docx**  
Nombre del archivo: **Mitigacion\_del\_friaje\_extremo-corregido241024.docx**  
Tamaño del archivo: **6.44M**  
Total páginas: **156**  
Total de palabras: **29,578**  
Total de caracteres: **173,774**  
Fecha de entrega: **05-nov.-2024 11:39a. m. (UTC-0500)**  
Identificador de la entrega... **2509389929**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UTILIZACIÓN DE UNIDADES TERMO-MODULARES DE VIVIENDA PARA  
COMBATIR EL FRIAJE EXTREMO CON MATERIALES ORIUNDOS DE  
TAYABAMBA - LA LIBERTAD - 2021  
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**AUTORES:**

Bach. CÁRDENAS CRISTÓBAL, Junior  
Código ORCID: 0009-0005-2037-3407  
Bach. ESPINOZA RAMÍREZ, Karito  
Código ORCID: 0009-0005-2037-3407

**ASESOR:**

Dr. Ing. Abner Itamar León Bobadilla  
Código ORCID: 0000-0003-2949-6591

NUEVO CHIMBOTE - PERÚ

2023

# Mitigacion del friaje extremo-correcto241024.docx

## INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="https://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	<1%
5	<a href="https://www.indeci.gob.pe">www.indeci.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="https://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="https://repositorio.unu.edu.pe">repositorio.unu.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="https://repositorio.continental.edu.pe">repositorio.continental.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%

## DEDICATORIA

El trabajo actual se dedica a Dios. Como guía  
en mi vida, Dios ha demostrado en mi vida,  
bendiciones y al darme el poder de continuar  
con mi objetivo sin flaquear.

Gracias a mis padres por su amor, trabajo y  
sacrificio a lo largo de los años, gracias a  
ustedes pude estar aquí y ser quien soy ahora.  
Es un orgullo y honor ser su hijo, son los  
mejores padres.

Gracias a mis padres por su amor, trabajo y  
sacrificio a lo largo de los años, gracias a  
ustedes pude estar aquí y ser quien soy ahora.  
Es un orgullo y honor ser su hijo, son los  
mejores padres.

Gracias a mis hermanos, por estar presentes en  
esta etapa de mi vida, por brindarme su apoyo  
espiritual.

A mi compañera de vida, por su apoyo  
incondicional en este arduo camino, por  
compartir conmigo momentos de alegrías,  
fracasos y demostrarme que siempre podré  
contar con ella.

**Junior Cárdenas**

---

## DEDICATORIA

A Dios, por darme la posibilidad de vivir y guiarme en este largo camino lleno de retos, por darme fuerzas para continuar durante momentos de debilidad, fortaleciendo mi corazón e iluminando mi mente. Por permitirme llegar a obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres Manuel y Beatriz, por darme la vida, por el apoyo constante que me brindaron en cada momento de mi vida, por los valores inculcados, sus consejos, la confianza, por hacer de mi un ser de bien, pero más que nada, por su gran amor. Con admiración y respeto.

A mis hermanos Karin, Enmer y Alex, por estar conmigo y apoyarme siempre, además de ser la motivación para cada día ser mejor persona.

A mi pareja Derianne, por su apoyo incondicional en este arduo camino, por compartir conmigo momentos de alegrías, fracasos y demostrarme que siempre poder contar con él.

**Karito Espinoza**

---

## AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestra gratitud a Dios, quien nos llena siempre con su bendición, nos acompaña y guía en el transcurso de nuestras vidas, brindándonos sabiduría y paciencia para culminar con éxito nuestras metas propuestas.

Gracias a nuestros padres y hermanas, y a quienes participaron en este trabajo, nos han brindado el apoyo suficiente para que no fallemos en todas las situaciones aparentemente complicadas e imposibles.

Gracias a nuestro Asesor por su asesoramiento y apoyo, pudimos completar este trabajo. Gracias a los ingenieros de la Facultad de Ingeniería Civil, que con su guía nos inspiraron a convertirnos en talentos y profesionales de la Universidad Nacional Santa con su conocimiento, sabiduría y apoyo.

**Junior Cárdenas y Karito Espinoza**

---

## Índice general

DEDICATORIA .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iii
Índice general.....	v
Índice de tablas .....	ix
Índice de figuras.....	x
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
Capítulo I: INTRODUCCIÓN .....	15
1.1. Descripción del problema .....	15
1.2. Formulación del problema .....	19
1.2.1. Problema general .....	19
1.2.2. Problemas específicos.....	20
1.3. Objetivos.....	20
1.3.1. Objetivo general.....	20
1.3.2. Objetivos específicos .....	20
1.4. Formulación de la hipótesis .....	21
1.5. Justificación e importancia .....	21
Capítulo II: MARCO TEÓRICO .....	24

---

2.1.	Antecedentes de la investigación .....	24
2.1.1.	Internacionales .....	24
2.1.2.	Nacionales.....	25
2.2.	Marco Conceptual.....	28
2.2.1.	Unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba .....	28
2.2.2.	Friaje extremo .....	35
Capítulo III: METODOLOGÍA .....		37
3.1.	Enfoque de la investigación .....	37
3.2.	Método de investigación .....	37
3.2.1.	Población.....	38
3.2.2.	Muestra .....	39
3.3.	Diseño de investigación .....	40
3.4.	Operacionalización o categorización de variables de estudio.....	41
3.5.	Técnica e Instrumentos de recolección de datos.....	45
3.6.	Técnicas de análisis de resultados.....	46
Capítulo IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		48
4.1.	Interpretación de resultados .....	48
4.2.	Discusión.....	69
Capítulo V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		76
5.1.	Conclusiones .....	76

---

---

5.2. Recomendaciones .....	79
Capítulo VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	82
Capítulo VII: ANEXOS .....	98
Anexo 01 – Ficha documental- Lana de oveja .....	98
Anexo 02 – Ficha documental- Ichu .....	103
Anexo 03 – Ficha documental- Paja de trigo .....	108
Anexo 04 – Ficha documental- Fibra de vidrio.....	113
Anexo 05 –Ficha de observación para medir la temperatura – prototipo con unidades termo- modulares de vivienda con fibra de vidrio .....	118
Anexo 06 –Ficha de observación para medir la temperatura – prototipo con unidades termo- modulares de vivienda con lana de oveja.....	119
Anexo 07 –Ficha de observación para medir la temperatura – prototipo con unidades termo- modulares de vivienda con ichu.....	121
Anexo 08 –Ficha de observación para medir la temperatura – prototipo con unidades termo- modulares de vivienda con paja de trigo .....	123
Anexo 09 – Certificado de calibración del equipo utilizado.....	125
Anexo 10 –Presupuesto de las unidades termo-modulares de vivienda con fibra de vidrio. .....	126
Anexo 11 –Presupuesto de las unidades termo-modulares de vivienda con lana de oveja. .....	130
Anexo 12 –Presupuesto de las unidades termo-modulares de vivienda con ichu.....	133
Anexo 13 –Presupuesto de las unidades termo-modulares de vivienda con paja de trigo.	137

---

---

Anexo 14 – Resultado de prueba estadística por SPSS.....	141
Anexo 15 – Panel fotográfico.....	145
Anexo 16 – Planos.....	150

---

## Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de la variable independiente.....	43
Tabla 2. Operacionalización de la variable dependiente.....	44
Tabla 3. Valor de conductividad térmica de tres tipos de materiales oriundos de la ciudad de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y fibra de vidrio.....	48
Tabla 4. Cuadro de áreas de los ambientes de la vivienda con unidades termo -modulares.....	51
Tabla 5. Cuadro resumen de la temperatura exterior y temperatura interior del prototipo de unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio).....	56
Tabla 6. Anova – Temperatura interior.....	67
Tabla 7. Tukey – Temperatura interior.....	68

---

## Índice de figuras

Figura 1. Esquema del diseño de investigación – Cuasi experimental .....	41
Figura 2. Planta de la vivienda con unidades termo modulares.....	50
Figura 3. Distribución de los ambientes la vivienda con unidades termo- modulares .....	51
Figura 4. Estructura de la vivienda con unidades termo modulares .....	52
Figura 5. Detalle de la cimentación de la vivienda con unidades termo modulares.....	53
Figura 6. Acabados de la vivienda con unidades termo modulares.....	54
Figura 7. Temperatura interior promedio del prototipo de unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio) – Grado suave.....	58
Figura 8. Temperatura interior promedio del prototipo de unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio) – Grado Moderado. ....	59
Figura 9. Temperatura interior promedio del prototipo de unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio) – Grado Fuerte.....	60
Figura 10. Temperatura interior promedio del prototipo de unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio) – Grado Muy Fuerte. ....	61
Figura 11. Temperatura interior promedio del prototipo de unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio) – Grado Severo.....	62
Figura 12. Temperatura interior promedio del prototipo de unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio) – Grado Muy Severo. ....	64

---

Figura 13. Costo total del módulo con unidades termo-modulares de vivienda.....	65
Figura 14. Armado de estructura del prototipo con unidades termo-modulares de vivienda	145
Figura 15. Armado y pegado de estructura del prototipo con unidades termo-modulares de vivienda.....	145
Figura 16. Colocación de plástico a la estructura del prototipo con unidades termo-modulares de vivienda. ....	146
Figura 17. Armado del panel lateral de la estructura del prototipo con unidades termo-modulares de vivienda. ....	146
Figura 18. Estructura del prototipo con unidades termo-modulares de vivienda .....	147
Figura 19. Estructura armada del prototipo con unidades termo-modulares de vivienda ....	147
Figura 20. Pintado del prototipo con unidades termo-modulares de vivienda .....	148
Figura 21. Colocación de la lana de oveja al prototipo con unidades termo-modulares de vivienda.....	148
Figura 22. Colocación del ichu al prototipo con unidades termo-modulares de vivienda....	149
Figura 23. Colocación de la paja de trigo al prototipo con unidades termo-modulares de vivienda.....	149
Figura 24. Equipo utilizado para medir la temperatura dentro del prototipo con unidades termo-modulares de vivienda.....	150

---

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como propósito utilizar unidades termo-modulares de vivienda construidas con materiales locales para combatir el friaje extremo en Tayabamba, La Libertad. Se desarrolló un estudio aplicado con diseño cuasi-experimental, evaluando la conductividad térmica de lana de oveja, ichu, paja de trigo y fibra de vidrio, y diseñando unidades termo-modulares con estos materiales. Se realizaron pruebas de rendimiento en condiciones de friaje extremo. Los resultados revelaron que la lana de oveja fue el material más eficiente en aislamiento térmico, gracias a su baja conductividad, alta higroscopicidad y resistencia a hongos e insectos. El ichu, aunque ligeramente menos eficaz, ofreció un buen rendimiento térmico y ventajas económicas y ambientales. La paja de trigo presentó propiedades térmicas intermedias, siendo renovable y compostable, lo que la hace una alternativa sostenible. En contraste, la fibra de vidrio mostró una eficacia insuficiente en mantener temperaturas interiores adecuadas. El diseño de las unidades termo-modulares, utilizando lana de oveja, ichu, paja de trigo y fibra de vidrio, demostró ser eficiente y estéticamente agradable, optimizando el espacio habitable y cumpliendo con los requisitos estructurales y de confort. Además, el costo total de construcción con fibra de vidrio fue de S/ 31,930.00, mientras que los módulos con lana de oveja, ichu y paja de trigo costaron S/ 30,700.42, S/ 30,622.93 y S/ 30,545.44, respectivamente. La lana de oveja representó el 96.15% del costo de la fibra de vidrio, el ichu el 95.91%, y la paja de trigo el 95.66%. Por lo tanto, el uso de materiales locales no solo mejoró el confort térmico y la sostenibilidad, sino que también redujo significativamente los costos de construcción, haciendo estas soluciones más accesibles y viables para las regiones afectadas por el friaje extremo.

***Palabras claves:*** Termo, Modular, Confort, Friaje.

---

## ABSTRACT

The purpose of this research was to use thermo-modular housing units built with local materials to combat extreme cold in Tayabamba, La Libertad. An applied study with a quasi-experimental design was developed, evaluating the thermal conductivity of sheep wool, ichu, wheat straw and fiberglass, and designing thermo-modular units with these materials. Performance tests were carried out in extreme cold conditions. The results revealed that sheep wool was the most efficient material in thermal insulation, thanks to its low conductivity, high hygroscopicity and resistance to fungi and insects. The ichu, although slightly less efficient, offered good thermal performance and economic and environmental advantages. Wheat straw presented intermediate thermal properties, being renewable and compostable, which makes it a sustainable alternative. In contrast, fiberglass showed insufficient effectiveness in maintaining adequate interior temperatures. The design of the thermo-modular units, using sheep wool, ichu, wheat straw and fiberglass, proved to be efficient and aesthetically pleasing, optimizing the living space and meeting structural and comfort requirements. In addition, the total cost of construction with fiberglass was S/ 31,930.00, while the modules with sheep wool, ichu and wheat straw cost S/ 30,700.43, S/ 30,622.93 and S/ 30,545.44, respectively. Therefore, the use of local materials not only improved thermal comfort and sustainability, but also significantly reduced construction costs, making these solutions more accessible and viable for regions affected by extreme cold.

***Keywords:*** Thermo, Modular, Comfort, Cold.

# **CAPITULO I: INTRODUCCIÓN**

---

## **Capítulo I: INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Descripción del problema**

Según Herrera (2019), a nivel global, los continentes exhiben una amplia gama de temperaturas, que varían desde los climas más cálidos hasta el frío extremo. En este espectro, la ciudad de Yakutsk, situada en Rusia, ostenta el título de la ciudad más fría del mundo. Esta urbe es el hogar de más de 210,000 habitantes que se han adaptado a vivir en condiciones de permafrost, un estado permanente de congelación del suelo. Durante el invierno, Yakutsk enfrenta temperaturas que pueden describirse como catastrófica y casi insoportables para cualquier estándar humano, con promedios que alcanzan los  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Este clima extremo trae consigo un montón de retos en la vida cotidiana, pero también muestra la increíble resiliencia y capacidad de adaptación de la gente que vive allí, enfrentándose a uno de los ambientes más duros del planeta.

En el municipio de Toca, Colombia, se ha hecho un análisis que ha mostrado una situación bastante preocupante en varias viviendas rurales. Según Daza (2021), se han encontrado temperaturas muy bajas de manera crónica, falta de ventilación adecuada y también una escasez notable de luz natural en al menos tres hogares. Esto ha sido una fuente de preocupación constante para los vecinos, especialmente para los adultos mayores, que han estado compartiendo sus inquietudes sobre estas condiciones de vida desfavorables desde hace tiempo. Frente a esta problemática, se ha sugerido desarrollar e implementar estrategias que ayuden a mejorar las condiciones de estas viviendas. Estas medidas no solo buscan solucionar los problemas de temperatura, ventilación e iluminación que ya existen, sino que además están pensadas para adaptarse a las casas tal como son, sin necesidad de hacer grandes cambios en las estructuras.

---

Además, la Cordillera Central de Colombia se caracteriza por sus fuertes vientos y temperaturas frías, que oscilan entre 0 y 20 °C. También es común que haya heladas en las mañanas, junto con una alta humedad y unas precipitaciones anuales que rondan los 1,000 mm. Todo esto genera un importante malestar térmico para quienes viven allí. Frente a este panorama, Sánchez y García (2020) propusieron desarrollar unos prototipos de vivienda rural que integran parámetros bioclimáticos de manera pasiva. Este enfoque tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de los residentes, ofreciendo soluciones habitacionales que se adaptan a las duras condiciones climáticas de la región y, de esa manera, mejorar la comodidad térmica de forma sostenible y eficiente.

Perú, en su condición de país en vías de desarrollo, ha implementado una política económica nacional que le ha permitido manejar la crisis económica mundial de manera efectiva. Los organismos internacionales han reconocido el esfuerzo de naciones como Perú, especialmente en épocas de bajas temperaturas donde fenómenos como las heladas y el friaje se hacen presentes, exacerbando la vulnerabilidad de las comunidades ubicadas en zonas rurales. Estas comunidades, ya afectadas por condiciones de pobreza extrema, enfrentan una mayor adversidad debido a su ubicación territorial, que complica significativamente la intervención del Estado. Ante esta realidad, Gonzales (2018) destaca la urgencia de implementar acciones de preparación y respuesta ante posibles emergencias. Estas medidas, concebidas como parámetros de prevención y reducción de riesgo, son esenciales para mitigar los impactos negativos del friaje y las heladas en las poblaciones más vulnerables del Perú.

Según Gonzales (2018), en Perú, la situación es particularmente grave debido a la combinación de extrema pobreza y condiciones climáticas severas, como el friaje extremo. Según un informe de la Dirección General de Epidemiología, entre 2010 y 2016, 2116 personas fallecieron a causa de neumonía en todo el país, de las cuales un alarmante 65% eran niños. Esta dramática

---

situación llevó al gobierno a declarar en estado de emergencia las zonas situadas por encima de los 3,000 metros sobre el nivel del mar. Esta medida buscaba no solo reconocer la dura realidad que enfrentan las comunidades de la serranía peruana ante las bajas temperaturas extremas y las consecuencias del friaje, sino también impulsar acciones concretas para combatir estas condiciones. Sin embargo, a pesar de la declaración de emergencia, las acciones efectivas para abordar y mitigar las consecuencias de estas temperaturas extremas han sido insuficientes, dejando a estas comunidades en una situación de vulnerabilidad continua.

Según Prieto (2021), cada invierno, los habitantes del Asentamiento Humano Ciudad de Gosen en Villa María del Triunfo se ven afectados por recurrentes problemas de salud, un dilema directamente vinculado a la deficiente envolvente térmica de sus viviendas. Este persistente problema ha impulsado la búsqueda urgente de soluciones efectivas que mejoren el aislamiento térmico de sus hogares, en un intento por salvaguardar su bienestar. En este contexto, emerge la propuesta de evaluar el Tetra Brik como un potencial componente para la renovación de los techos, elegido por sus destacadas cualidades de resistencia térmica y su accesibilidad económica. La iniciativa busca, por tanto, determinar la viabilidad de este material reciclado como una solución sostenible y económica que pueda mitigar los riesgos para la salud asociados a las bajas temperaturas, resaltando la urgencia de abordar la problemática de la envolvente térmica en estas viviendas.

Los cambios climáticos generan fenómenos naturales como El Fenómeno El Niño, el cual genera un incremento en la temperatura superficial del agua. Este evento natural provocó intensas lluvias, que activaron quebradas, aumentando el caudal de los ríos, provocando inundaciones, huaycos, deslizamientos, derrumbes, etc. Este evento causó daños a la población, viviendas, servicios básicos, infraestructura vial y paralización de actividades económicas en la ciudad de Tayabamba y muchas otras ciudades del país (Gonzales ,2018).

---

En particular, la población de Tayabamba se enfrenta a severas condiciones climáticas, en especial al intenso frío provocado por las heladas. Este fenómeno climático ha llevado a un alarmante incremento en las tasas de infecciones respiratorias y casos de neumonía, enfermedades que han resultado en el lamentable fallecimiento de numerosos habitantes de la zona. Los más afectados por esta crítica situación son, en su mayoría, niños y ancianos, quienes constituyen los grupos más vulnerables de la comunidad. La adversidad climática en Tayabamba subraya la urgente necesidad de implementar medidas de prevención y atención sanitaria específicas para proteger a estos sectores poblacionales frente a los riesgos que el friaje extremo representa para su salud (Gonzales ,2018).

Las causas del problema en Tayabamba son diversas y complejas. En primer lugar, las condiciones climáticas severas, con heladas y friaje extremo, son un factor determinante. A esto se suma la extrema pobreza de la población, que incrementa su vulnerabilidad socioeconómica. Además, las deficiencias en la infraestructura habitacional, con viviendas que no cuentan con envolventes térmicas adecuadas, agravan la situación. Finalmente, la falta de una respuesta efectiva del estado, manifestada en la omisión de alertas de friaje y en la ausencia de medidas adecuadas, completa este panorama adverso. Estas causas interrelacionadas generan un ciclo de vulnerabilidad que es difícil de romper sin intervenciones integrales y sostenibles.

Los efectos del problema en Tayabamba son evidentes y preocupantes. La salud de los habitantes se deteriora considerablemente, con un aumento de infecciones respiratorias y casos de neumonía, especialmente entre niños y ancianos. Esta situación ha llevado a una mortalidad elevada, con numerosos fallecimientos debido a las condiciones climáticas extremas. Además, la calidad de vida de la población se ve disminuida, ya que las condiciones habitacionales precarias afectan el bienestar general de los habitantes. La educación y las actividades

---

económicas también se ven afectadas, ya que las condiciones extremas limitan la movilidad y el acceso a recursos esenciales, exacerbando la pobreza y perpetuando la exclusión social.

Ante esta problemática, se propone la implementación de unidades termo-modulares de vivienda utilizando materiales oriundos de Tayabamba. Estas unidades están diseñadas para proporcionar una envolvente térmica adecuada, mejorando la resistencia al frío extremo y mitigando los efectos negativos del friaje sobre la salud y la calidad de vida de los habitantes. La utilización de materiales locales no solo garantiza la sostenibilidad de la solución, sino que también promueve la economía local y la autogestión comunitaria. Además, estas viviendas termo-modulares pueden ser adaptadas a las necesidades específicas de las familias, ofreciendo una solución flexible y escalable.

El objetivo principal de esta propuesta es utilizar unidades termo-modulares de vivienda elaborados con materiales oriundos de la zona para combatir el friaje extremo que se presenta la ciudad de Tayabamba del departamento de la Libertad. De esta manera, se busca mejorar las condiciones habitacionales y reducir la vulnerabilidad de la población frente a las condiciones climáticas adversas, contribuyendo así a una mejor calidad de vida para los residentes de esta región. Este objetivo se centra en crear un entorno más seguro y saludable, donde las familias puedan prosperar y desarrollarse plenamente, minimizando los riesgos asociados al friaje y fomentando una mayor resiliencia comunitaria.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. *Problema general***

De acuerdo con lo mencionado anteriormente se formuló la siguiente pregunta de investigación:

---

¿Cómo pueden las unidades termo-modulares de vivienda, construidas con materiales oriundos de Tayabamba del departamento la Libertad, reducir efectivamente el impacto del friaje extremo en la calidad de vida de sus habitantes?

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿Cuál es la conductividad térmica de 3 tipos de materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, el ichu y la paja de trigo) y fibra de vidrio?

¿Cómo se pueden diseñar prototipos de unidades termo-modulares de vivienda integrando 3 tipos de materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu y paja de trigo) y fibra de vidrio?

¿Cómo se desempeñan las unidades termo-modulares de vivienda construidas con 3 tipos de materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu y paja de trigo) y fibra de vidrio en términos de aislamiento térmico bajo condiciones de friaje extremo?

¿Cuál es el costo total de construcción de unidades termo-modulares de vivienda utilizando 3 tipos de materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu y paja de trigo) y fibra de vidrio?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Utilizar unidades termo-modulares de vivienda elaborados con materiales oriundos de la zona para combatir el friaje extremo que se presenta la ciudad de Tayabamba del departamento de la Libertad.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar la conductividad térmica de tres tipos de materiales oriundos de la ciudad de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y fibra de vidrio utilizados en la construcción de unidades termo-modulares de vivienda.
- Diseñar unidades termo-modulares de vivienda de utilizando los tres tipos de materiales

---

oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y fibra de vidrio.

- Realizar pruebas de rendimiento en condiciones de friaje extremo de las unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y fibra de vidrio.
- Determinar del costo de la unidad termo-modulares de vivienda para combatir el friaje elaborado con materiales de la ciudad de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y fibra de vidrio.

#### **1.4. Formulación de la hipótesis**

La utilización de unidades termo-modulares de vivienda elaboradas con materiales oriundos de Tayabamba, como lana de oveja, ichu y paja de trigo, se postula como una solución efectiva para crear espacios con mejor confort térmico, contribuyendo así a combatir el friaje extremo en la zona.

#### **1.5. Justificación e importancia**

La ciudad de Tayabamba, situada en el departamento de La Libertad, enfrentó condiciones climáticas extremas que afectaron gravemente la calidad de vida de sus habitantes. Las bajas temperaturas, especialmente durante el friaje, incrementaron la incidencia de enfermedades respiratorias, afectando en mayor medida a los grupos más vulnerables como niños y ancianos.

La implementación de unidades termo-modulares de vivienda construidas con materiales locales como la lana de oveja, el ichu y la paja de trigo, no solo proporcionó un mejor aislamiento térmico, sino que también mejoró la salud y el bienestar de la comunidad. Estas viviendas permitieron a los residentes vivir en condiciones más confortables y saludables, reduciendo así los riesgos asociados al friaje extremo.

La investigación y desarrollo de unidades termo-modulares utilizando materiales oriundos de Tayabamba tuvo un impacto económico significativo. Primero, al utilizar materiales locales como la lana de oveja, el ichu y la paja de trigo, se promovió la economía local y se generaron

oportunidades de empleo. Además, las viviendas construidas con estos materiales pudieron ser más económicas que las construidas con materiales convencionales, reduciendo los costos de construcción para las familias. Finalmente, al mejorar la eficiencia energética de las viviendas y proporcionar un mejor aislamiento térmico, se redujeron los costos de calefacción y mantenimiento a largo plazo, lo que representó un ahorro importante para las familias en Tayabamba.

Desde una perspectiva académica, esta investigación contribuyó al conocimiento sobre el uso de materiales naturales y locales en la construcción sostenible. Evaluar las propiedades térmicas y mecánicas de la lana de oveja, el ichu y la paja de trigo, y su aplicación en unidades termo-modulares, proporcionó datos valiosos que pueden ser utilizados en futuros estudios y proyectos. Además, la investigación fomentó el desarrollo de soluciones innovadoras y sostenibles para problemas específicos de regiones con climas extremos. Este estudio también pudo servir como referencia para otras regiones del mundo que enfrentan desafíos similares, promoviendo así la transferencia de conocimientos y tecnologías sostenibles.

# **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

---

## Capítulo II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Internacionales

San Martín (2022), en la investigación titulada "Materiales Aislantes Alternativos en la Ingeniería Civil", tuvo como objetivo principal conocer la importancia de los materiales aislantes alternativos en la ingeniería civil. La metodología fue de tipo no experimental, basada en la observación y recopilación documental de investigaciones previas sobre el uso de materiales como tierra, paja, cáñamo, madera, piedra, corcho, caña guadua, poliestireno expandido (EPS), lana de vidrio, mezclas geopoliméricas y ecoladrillos. La muestra se centró en estudios y documentos sobre estos materiales sostenibles elaborados por profesionales de la ingeniería civil. El método empleado consistió en la observación pura y la recopilación documental para analizar el uso de materiales alternativos en proyectos de construcción. El resultado principal indicó que los materiales corcho, cáñamo y paja presentaron las mejores características aislantes, destacándose por su baja conductividad térmica, capacidad para mantener la temperatura interior y su bajo impacto ambiental. La conclusión principal señaló que los materiales aislantes alternativos representaron una solución viable y ecoamigable para la ingeniería civil, ofreciendo beneficios tanto económicos como medioambientales.

Iregui (2020), en la investigación “Evaluación térmica por medio de simulación computacional de las viviendas de interés social modelo, construidas con paneles de fibrocemento mediante el Sistema Celular, por ETERNIT® en 3 climas de Colombia y valoración económica, para su implementación como solución al déficit de vivienda de interés social rural, en el país”, utilizó un enfoque experimental y cuantitativo. El estudio evaluó las propiedades térmicas de estas viviendas mediante el software IESVE 2019, buscando determinar su viabilidad como solución al déficit de vivienda de interés social rural en el país. Se halló que, en climas fríos como

---

Rionegro, las viviendas presentaban temperaturas interiores alineadas con el confort térmico, aunque la conducción de calor a través del suelo era un problema debido a la baja capacidad de aislamiento del concreto. El estudio concluyó que la eficacia térmica de las viviendas varía según el clima, recomendando mejorar el aislamiento en climas fríos y adaptar los diseños y materiales a cada zona climática para garantizar confort y viabilidad económica.

Moreno et al. (2020), en su artículo "Use of recycled plastics to design a thermally resilient emergency shelter prototype" publicado en International Journal of Disaster Risk Reduction, realizaron una investigación experimental con enfoque cuantitativo. El estudio se centró en el diseño y evaluación de un prototipo de refugio de emergencia hecho con módulos fabricados a partir de plásticos reciclados, analizando su eficacia en términos de confort térmico mediante pruebas controladas. Los resultados mostraron que los plásticos reciclados tienen alta resiliencia frente a diversas condiciones climáticas, lo que los hace adecuados para la construcción de refugios de emergencia. La investigación concluyó que los plásticos reciclados representan una alternativa viable y sostenible, destacando su capacidad para enfrentar diversas condiciones climáticas y subrayando la importancia de materiales reciclados en soluciones habitacionales temporales.

### **2.1.2. Nacionales**

Delgado y Inga (2021), en su tesis “Modelamiento estructural para la construcción de viviendas térmicas en la localidad de Huancas, Chachapoyas, Amazonas, 2021”, esta investigación fue de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo. La metodología empleada incluyó inspecciones en campo y la recolección de datos climatológicos de repositorios para analizar las condiciones térmicas de una casa individual situada en una región de alta altitud con condiciones climáticas frías. Se utilizó una simulación para evaluar el rendimiento térmico de la vivienda bajo condiciones de friaje. El objetivo de la investigación fue desarrollar un modelo estructural para

---

la construcción de viviendas térmicas adecuadas para la localidad de Huancas, con el fin de mejorar el confort térmico dentro de estas durante los periodos de friaje. La simulación inicial mostró temperaturas interiores de 13 °C, por debajo del umbral de confort térmico. A través de ajustes en la orientación de la vivienda y la inclusión de materiales aislantes como poliestireno expandido y lana de vidrio, se logró elevar la temperatura interna a 18 °C. El uso de materiales locales, como madera de pino y cascarilla de arroz, también contribuyó a alcanzar temperaturas internas de hasta 18 °C. Concluyeron que, mediante ajustes en el diseño estructural y la integración de materiales aislantes específicos, es posible mejorar significativamente el confort térmico en viviendas situadas en regiones de alta altitud y climas fríos. La investigación destacó la importancia de la orientación de la vivienda y la selección de materiales, tanto convencionales como locales, para optimizar el rendimiento térmico de las construcciones en áreas similares a Huancas.

Oyola y Herrera (2020), en la investigación “Propuesta de diseño general e implementación del uso de materiales eficientes en la construcción de un módulo de vivienda sostenible en Sondorillo - Huancabamba - Piura”, esta investigación es descriptiva y presenta un enfoque cualitativo, tiene como población y muestra al módulo de vivienda sostenible realizada en la ciudad de Sondorillo-Piura. Tiene como técnica de investigación a la observación y a instrumentos a las fichas de observación. El propósito de este estudio es elaborar un plan para el diseño general de una vivienda segura que utilice materiales energéticamente eficientes y de fácil acceso en la localidad de Sondorillo, ubicada en la ciudad de Piura. Además, el investigador elaborará un diseño arquitectónico y un diseño estructural de una vivienda segura que sea sostenible de acuerdo con los parámetros establecidos en el reglamento nacional de construcción de viviendas, para luego ponerlos en práctica. Se llegó a la conclusión que en climas cálidos como el de Sondorillo, se determinó que un revestimiento de fibra de barro y paja es la mejor apuesta para el confort térmico de los residentes. Por otro lado, Es bien sabido

---

que la rigidez y ductilidad de las paredes de quincha y la transmisión de cargas a la cimentación de las casas prefabricadas de quincha son responsables de su resistencia sísmica y que los paneles de quincha tienen una transmitancia térmica de 2,64 W/m<sup>2</sup>K.

Chávez y Cueva (2020), en la investigación “Propuesta de vivienda modular sostenible mediante la utilización de paneles de quincha prefabricada para atención de las demandas de refugio en Sondorillo, Huancabamba, Piura”, esta investigación es descriptiva y presenta un enfoque cualitativo, tiene como población y muestra a la vivienda modular sostenible con paneles de quincha prefabricada, tiene como técnica a la observación y como instrumentos a fichas de observación. Utilizando paneles prefabricados de pared de quincha, este estudio pretende proporcionar una vivienda modular sostenible para hacer frente a la acuciante necesidad de refugio de emergencia en Huancabamba, Piura, con el fin de estandarizar los procedimientos de construcción de la casa modular, se desarrolló una metodología de construcción luego de una evaluación de la viabilidad de la disponibilidad de materiales de Piura para la producción de paneles de quincha. Comparando el Proyecto Modular de Vivienda Sostenible con otras propuestas estatales, encontramos que es más factible y viable financieramente que otras propuestas de construcción como las "Casas Catón" y un proyecto de albañilería.

---

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1. *Unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba***

Según Romero et al. (2023), las unidades termo-modulares se refieren a sistemas de construcción modular que emplean materiales de bajo impacto ambiental y tecnologías avanzadas para proporcionar soluciones habitacionales sostenibles. Estos sistemas están hechos para disminuir el consumo de energía y mejorar la eficiencia térmica, gracias al uso de aislantes térmicos y la incorporación de energías renovables, como los paneles solares. Además, su diseño modular hace que la construcción sea rápida y eficiente, lo cual es ideal para proyectos de vivienda tanto en áreas rurales como urbanas que necesitan ser implementados con urgencia.

Según Beatini et al. (2022), las unidades termo-modulares son estructuras prefabricadas que emplean principios de diseño modular y técnicas de origami para crear viviendas compactas y fáciles de desplegar. Estas unidades han sido diseñadas para ser bien eficientes en el uso de energía. Para lograrlo, se utilizan materiales que tienen propiedades térmicas especiales, lo que ayuda a mantener el interior a temperaturas agradables, sin que eso haga que pesen más o que el costo de transporte se dispare. Además, es bastante común que se integren tecnologías de calefacción pasiva y paneles solares en estos diseños, todo con el objetivo de maximizar la eficiencia energética y fomentar la sostenibilidad.

---

### **2.2.1.1. Materiales oriundos de Tayabamba utilizados para la elaboración termo-modulares de vivienda.**

**2.2.1.1.1. Lana de Oveja.** Según Romero et al. (2023), es un material de construcción con bajo impacto ambiental, ampliamente utilizado en sistemas de construcción modular. Este aislante térmico natural es conocido por su durabilidad y capacidad para regular la humedad, lo que ayuda a mantener un ambiente interior saludable. En las unidades termo-modulares, la lana de oveja no solo mejora la eficiencia energética, sino que también contribuye a la sostenibilidad del proyecto al utilizar un recurso natural y renovable. La lana de oveja es un material súper eficiente que se utiliza en las unidades termo-modulares como aislante, ya que sus propiedades térmicas ayudan a que las casas sean más cómodas. Además, este recurso natural está disponible en muchas áreas rurales, por lo que es una opción sostenible y ecológica que ayuda a disminuir el consumo de energía. La lana de oveja se adapta muy bien a las técnicas de construcción prefabricada, lo que la convierte en una solución práctica y efectiva para mejorar el aislamiento térmico en los hogares (Fernández, 2022).

---

**2.2.1.1.2. Ichu.** Según García (2021), el ichu es un material de construcción localmente disponible, utilizado en las unidades termo-modulares por sus excelentes propiedades aislantes. Este recurso natural es ligero, resistente y biodegradable, lo que lo convierte en una opción ecológica y económica para la construcción sostenible. En las viviendas modulares, el ichu ayuda a mantener temperaturas interiores estables, reduciendo la necesidad de sistemas de calefacción adicionales y contribuyendo a la eficiencia energética general de las estructuras. En las unidades termo-modulares, el ichu es un material aislante ligero y súper eficiente. Sus fibras naturales retienen el calor de maravilla, lo que ayuda a que las viviendas modulares sean más eficientes en cuanto a energía. Aparte de eso, el ichu es fácil de trabajar y se puede integrar en estructuras plegables, lo que lo hace realmente práctico y efectivo para esos diseños modulares que necesitan materiales flexibles y sostenibles (Beatini et al., 2022).

**2.2.1.1.3. Paja de Trigo.** Según Beatini et al. (2022), en las unidades termo-modulares, la paja de trigo es utilizada como un material aislante ligero y eficiente. Sus propiedades naturales de retención de calor contribuyen significativamente a la eficiencia energética de las viviendas modulares. Además, la paja de trigo es fácil de manejar e integrar en estructuras modulares plegables, lo que la convierte en una opción práctica y sostenible para diseños que requieren materiales flexibles y ecológicos. La paja de trigo es un recurso natural que tiene un impacto ambiental bastante bajo y se utiliza mucho en sistemas de construcción modular sostenibles. Este material no solo ofrece buenas propiedades de aislamiento, sino que también es duradero y resistente a diferentes tipos de clima. En las unidades termo-modulares, la paja de trigo mejora el aislamiento térmico y, además, ayuda a que el proyecto sea más sostenible, ya que aprovecha un recurso renovable y que se encuentra disponible a nivel local (Romero et al., 2023).

---

**2.2.1.1.4. Fibra de Vidrio.** Según García (2021), la fibra de vidrio es un material sintético de construcción utilizado en las unidades termo-modulares por sus excelentes propiedades aislantes. Este material es ligero, resistente y no combustible, lo que lo convierte en una opción segura y eficaz para el aislamiento térmico. En las viviendas modulares, la fibra de vidrio ayuda a mantener temperaturas interiores estables y a reducir la necesidad de sistemas de calefacción y refrigeración adicionales, mejorando la eficiencia energética general de las estructuras. En las unidades termo-modulares, la fibra de vidrio se valora mucho por su habilidad para ofrecer un aislamiento térmico que realmente funcione y dure. Este material sintético es resistente a la humedad, lo que lo convierte en una opción perfecta para diferentes tipos de clima. Además, la fibra de vidrio es bastante sostenible y ecológica, ya que se puede reciclar y reutilizar, lo que ayuda a reducir el impacto ambiental en la construcción de viviendas modulares (Fernández, 2022).

---

**2.2.1.2. Diseño de unidad termo modular de vivienda** Según Beatini et al. (2022), el diseño de una unidad modular combina principios de ingeniería y arquitectura para crear estructuras que son fáciles de transportar, ensamblar y adaptar a diferentes necesidades. Según Beatini et al., el uso de técnicas de origami en el diseño modular permite crear unidades que pueden plegarse y desplegarse rápidamente, lo que es especialmente útil en situaciones de emergencia. El diseño modular también se centra en la eficiencia energética, utilizando materiales aislantes y tecnologías renovables para reducir el consumo de energía. Una unidad modular de vivienda es una estructura habitacional diseñada para ser construida mediante el ensamblaje de módulos prefabricados. Este método ofrece una forma rápida, flexible y económica de construir, lo que es perfecto para hacer frente a la demanda de viviendas urgentes y sostenibles. Las casas modulares están pensadas para ser eficientes en cuanto a energía, utilizando materiales reciclados y tecnologías renovables que ayudan a disminuir el consumo energético y el impacto en el medio ambiente. Además, su diseño adaptable permite que se ajusten sin problemas a distintas condiciones climáticas y geográficas (García, 2021).

---

**2.2.1.3. Propiedades térmicas** Las propiedades térmicas se refieren a la manera en que un material responde al calor, incluyendo su capacidad aislante, conductividad térmica y resistencia al calor. En las unidades termo-modulares, materiales como el ichu y la lana de oveja son seleccionados por sus excelentes propiedades térmicas, que permiten mantener un ambiente interior confortable al reducir la pérdida de calor en climas fríos. Estos materiales contribuyen significativamente a la sostenibilidad y eficiencia energética de las viviendas (Fernández ,2022). Según García (2021), las propiedades térmicas de un material se refieren a su habilidad para manejar el calor, incluyendo su conductividad térmica, capacidad calorífica y resistencia térmica. En el diseño de unidades modulares de vivienda, es esencial seleccionar materiales con propiedades térmicas adecuadas para garantizar un aislamiento eficiente y un consumo energético reducido. Materiales reciclados y locales que poseen buenas propiedades térmicas son utilizados para mejorar la eficiencia energética y la sostenibilidad de las viviendas.

**2.2.1.3.1. Conductividad térmica.** La conductividad térmica se refiere a la tasa a la cual el calor pasa a través de un material. En las unidades modulares, materiales con baja conductividad térmica, como ciertos aislantes naturales y sintéticos, son esenciales para asegurar que las viviendas sean energéticamente eficientes. Esta propiedad se evalúa mediante pruebas en laboratorios especializados y es un factor determinante en el diseño de construcciones sostenibles (Beatini et al., 2022). La conductividad térmica de un material describe su capacidad para transmitir calor. En el diseño de sistemas de construcción modular, esta propiedad es fundamental para seleccionar materiales que mejoren la eficiencia energética y el confort térmico de las viviendas. Los materiales con baja conductividad térmica, como la lana de oveja y el ichu, son ideales para mantener temperaturas interiores estables (Romero et al., 2023)

---

**2.2.1.4. Costo del material** Según Peralta (2022), el costo de un material se refiere al precio total necesario para adquirir y utilizar un material específico en un proyecto de construcción. Este costo incluye el precio del material en sí, los costos de transporte, mano de obra, y cualquier tratamiento adicional necesario para su instalación.

**2.2.1.4.1. Precios unitarios** El precio unitario es el costo asociado a una unidad específica de un material o actividad dentro de un proyecto de construcción. Se calcula dividiendo el costo total de una partida por la cantidad de unidades de esa partida. El precio unitario permite una comparación precisa de los costos de diferentes materiales o actividades en términos de su eficiencia económica (Ramos Salazar, 2015, p. 129). Según Ramos (2015), El metrado es uno de los documentos más importantes que compone el Expediente Técnico de Obra. Se refiere al proceso de medición y cuantificación de todas las partidas de una obra con el objetivo de calcular las cantidades de trabajo necesarias y su respectivo costo.

**2.2.1.4.2. Presupuesto.** Según Ramos (2015), el presupuesto es una estimación detallada de los costos asociados a un proyecto de construcción. Incluye el cálculo de todas las partidas necesarias para llevar a cabo la obra, desde materiales y mano de obra hasta gastos indirectos. El presupuesto se utiliza para planificar, controlar y gestionar los recursos financieros durante la ejecución del proyecto

---

### **2.2.2. Friaje extremo**

Según INDECI(2020), consta en un fenómeno caracterizado por la llegada de aire frío a la selva, ingresando por la selva sur (Madre de Dios), desplazándose hacia la selva central y norte de acuerdo con la intensidad de este evento. Además, este friaje se produce por un ingreso de aire frío que proviene de la Antártida, trasladándose de sur a norte en Sudamérica y pasa por Argentina, Paraguay, Uruguay, Brasil y también ingresa a Perú por la selva sur.

**2.2.2.1. Temperatura** Según Beatini et al. (2022), La temperatura es una propiedad física que se refiere a la cantidad de calor en un cuerpo, objeto o ambiente. Se mide en grados Celsius (°C), Fahrenheit (°F) o Kelvin (K) y es fundamental para el análisis de confort térmico en edificaciones, así como en la evaluación del rendimiento de materiales aislantes térmicos.

# **CAPITULO III: METODOLOGÍA**

---

---

## **Capítulo III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Enfoque de la investigación**

Mehdi et al. (2020), definen el enfoque cuantitativo como la recolección de datos numéricos para probar hipótesis y analizar patrones mediante herramientas estadísticas, permitiendo probar teorías y establecer comportamientos.

Esta investigación adoptó un enfoque cuantitativo porque se centró en la recolección de datos numéricos y la medición precisa de variables como la conductividad térmica de diversos materiales (lana de oveja, ichu, paja de trigo y fibra de vidrio) utilizados en la elaboración de unidades termo - modulares de viviendas. Se realizaron pruebas en condiciones controladas, midiendo las temperaturas interiores y exteriores mediante el uso de herramientas especializadas. Este enfoque permitió analizar, cuantificar y comparar los resultados para evaluar la efectividad de los materiales en mejorar el aislamiento térmico en contextos de friaje extremo. Además, se realizó la prueba de hipótesis mediante un análisis de varianza (ANOVA), lo que permitió determinar si existían diferencias significativas entre los materiales en términos de su eficacia para mantener una temperatura interior adecuada.

### **3.2. Método de investigación**

La investigación aplicada busca resolver problemas prácticos y específicos mediante el uso de conocimientos científicos, enfocándose en la implementación de soluciones concretas que generen mejoras directas y sostenibles en contextos reales y diversos (Mehdi et al., 2020).

Esta investigación se consideró aplicada, ya que su objetivo fue resolver un problema práctico y específico: Utilizar unidades termo-modulares de vivienda elaborados con materiales oriundos de la zona para combatir el friaje extremo que se presenta la ciudad de Tayabamba del departamento de la Libertad. Se enfocó en implementar soluciones concretas utilizando materiales locales como lana de oveja, ichu y paja de trigo para diseñar y construir viviendas termo-modulares, mejorando

---

el aislamiento térmico y el confort de los habitantes. Además, este enfoque tuvo un impacto directo en la mejora de las condiciones de vida de las personas afectadas, lo que refuerza su carácter aplicado.

El nivel de investigación explicativo se enfoca en identificar las causas y efectos de un fenómeno, buscando entender las relaciones entre variables mediante el análisis profundo de cómo y por qué ocurren ciertos eventos o comportamientos (Mehdi et al., 2020).

Esta investigación presentó un nivel explicativo porque se centró en analizar la relación de causa y efecto entre la variable independiente (las unidades termo-modulares de vivienda construidas con materiales oriundos de Tayabamba, como lana de oveja, ichu, paja de trigo y fibra de vidrio) y la variable dependiente (la mitigación del friaje extremo). El objetivo principal fue explicar cómo el uso de estos materiales en las unidades termo-modulares de vivienda afectó la capacidad de las viviendas para mitigar el friaje extremo. A través de pruebas de rendimiento y el diseño de las unidades termo-modulares, se demostró cómo las propiedades térmicas de los materiales seleccionados influyeron directamente en la eficacia de las viviendas para resistir y contrarrestar las bajas temperaturas características del friaje extremo, lo que evidenció el efecto causal entre los materiales utilizados y la capacidad de las viviendas para mejorar el confort térmico en condiciones adversas.

### **3.2.1. Población**

Según Mehdi et al. (2020), la población de investigación es el conjunto total de individuos, objetos o elementos que comparten características comunes y relevantes para un estudio, sobre los cuales se pretende obtener conclusiones y resultados mediante el análisis de una muestra representativa.

---

La población de esta investigación incluyó todas las unidades termo-modulares fabricadas con todos los materiales existentes y disponibles en la ciudad de Tayabamba. Esta población abarcó cualquier tipo de unidad construida, ya sea con materiales locales o convencionales utilizados en la región.

### **3.2.2. Muestra**

La muestra de investigación es un subconjunto representativo de la población, seleccionado para ser estudiado, con el fin de generalizar los resultados obtenidos hacia toda la población objetivo de manera más eficiente y manejable (Mehdi et al, 2020).

La muestra seleccionada se compuso de unidades termo-modulares específicas que se construyeron con tres tipos de materiales oriundos de Tayabamba y unidades modulares construidas sin estos materiales, utilizando fibra de vidrio como aislante. Dentro de la muestra, se distinguieron dos grupos:

- Grupo A (Experimental): Este grupo incluyó prototipos de unidades termo-modulares construidas con materiales locales:

- Lana de oveja: Un prototipo de unidad termo-modular utilizando lana de oveja.

- Ichu: Un prototipo de unidad termo-modular utilizando ichu.

- Paja de trigo: Un prototipo de unidad termo-modular utilizando paja de trigo.

- Grupo B (Control): Este grupo comprendió un prototipo de unidad termo-modular construida utilizando fibra de vidrio como aislante, sin la intervención de los materiales oriundos de Tayabamba. Este grupo sirvió como base de comparación para evaluar la efectividad de los materiales locales en mejorar el rendimiento térmico de las unidades.

---

El muestreo por conveniencia es una técnica de selección de muestra en la que los participantes se eligen por su fácil acceso, disponibilidad o criterio del investigador y asesor, sin seguir criterios aleatorios, lo que puede limitar la representatividad de los resultados (Mehdi et al, 2020).

La técnica de muestreo empleada en esta investigación fue el muestreo por conveniencia. Este método se justificó debido a la disponibilidad y accesibilidad de los materiales y unidades necesarios para el estudio. La elección de esta técnica facilitó una recolección de datos eficiente y práctica, considerando las limitaciones de recursos y tiempo. Al seleccionar materiales que ya estaban disponibles o planificados para su uso, se garantizó que los prototipos fueran representativos de las prácticas de construcción en Tayabamba.

### **3.3. Diseño de investigación**

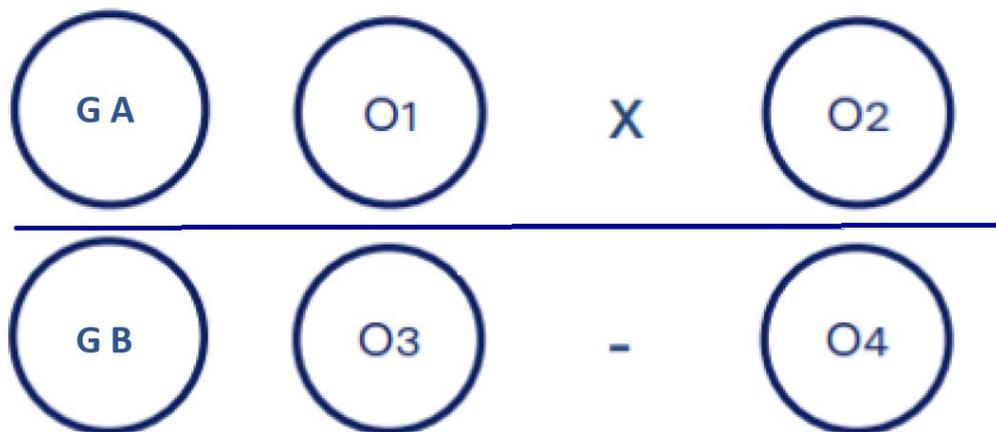
Según Mehdi et al. (2020), la investigación cuasi experimental es un tipo de investigación empírica en la que el investigador manipula una o más variables independientes para observar su efecto en una o más variables dependientes, pero no asigna aleatoriamente a los sujetos a los grupos de tratamiento y control. Esta metodología se utiliza cuando la asignación aleatoria no es posible o ética.

La presente investigación adoptó un diseño cuasiexperimental, estructurado en dos grupos: el Grupo A (Experimental) y el Grupo B (Control), lo que permitió el uso de materiales oriundos de TayaBamba y convencionales en la elaboración de unidades termo-modulares de vivienda para mitigar el friaje extremo de la zona. En el Grupo A, se utilizaron unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos (lana de oveja, ichu y paja de trigo), seleccionados por sus propiedades de aislamiento térmico, mientras que el Grupo B consistió en unidades termo-modulares de vivienda construidas con materiales convencionales (Fibra de vidrio), lo que facilitó una comparación directa entre ambos tipos de materiales. Cabe destacar

que la característica central de este diseño fue la ausencia de asignación aleatoria de las unidades a los grupos, ya que se trabajó con grupos preexistentes seleccionados por sus características intrínsecas.

### Figura 1

*Esquema del diseño de investigación – Cuasi experimental*



**Donde:**

**GA:** grupo experimental

**GB:** grupo control

**X:** estímulo

**O1 y O3:** observaciones de la variable dependiente pre estímulo

**O2 y O4:** observaciones de la variable dependiente post estímulo

### 3.4. Operacionalización o categorización de variables de estudio

La variable Independiente : Unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu y paja de trigo).

La variable dependiente : Friaje extremo.

En la tabla 01 y tabla 02, se exhibió la operacionalización de las variables de estudio, donde se indicaron las dimensiones e indicadores para cada variable, además de la escala de cada indicador junto con su instrumento.

**Tabla 1**

*Operacionalización de la variable independiente*

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
Unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu y paja de trigo)	Las unidades termo-modulares de vivienda son construcciones diseñadas para proporcionar un aislamiento térmico eficiente mediante el uso de materiales específicos que mejoran la retención de calor y reducen las pérdidas energéticas. Estos materiales incluyen lana de oveja, ichu y paja de trigo, que son recursos locales de Tayabamba, utilizados por sus propiedades aislantes (Romero et al., 2023)	En la presente investigación, se construyeron y evaluaron prototipos de unidades termo-modulares de vivienda utilizando lana de oveja, ichu y paja de trigo como materiales aislantes. Estos prototipos fueron comparados con unidades modulares que utilizan fibra de vidrio como aislante, con el fin de medir y analizar sus propiedades térmicas y costos asociados	Material oriundo de la zona	Tipo	Ficha técnica	Nominal
				Cantidad	Ficha técnica	Numérica
			Unidad Modular	Diseño	Ficha de observación	Numérica
			Propiedad térmica	Conductividad Termica	Ficha Documental	Numérica
			Costo	Precios unitarios Metrado	Ficha de observación	Numérica
				Presupuesto	Ficha de observación	Numérica

**Tabla 2**

*Operacionalización de la variable dependiente*

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Escala de medición</b>
Friaje Extremo	El friaje extremo se refiere a períodos prolongados de bajas temperaturas que pueden afectar significativamente las condiciones de vida y la salud de las personas. Este fenómeno climático puede causar graves impactos en la infraestructura, incluyendo viviendas, y aumentar el riesgo de enfermedades relacionadas con el frío (INDECI,2020).	En esta investigación, el friaje extremo se evaluará mediante la medición de la temperatura interna y externa de las unidades termo-modulares construidas con materiales oriundos de Tayabamba, comparadas con unidades modulares que utilizan fibra de vidrio como aislante.	Temperatura	Temperatura interna de las unidades termo-modulares durante períodos de friaje extremo	Ficha de registro de temperatura	Numérica
				Temperatura externa registrada durante la simulación de los períodos de friaje extremo	Ficha de registro de temperatura	Numérica

### **3.5. Técnica e Instrumentos de recolección de datos**

En esta investigación, cuyo objetivo general fue utilizar unidades termo-modulares de vivienda elaboradas con materiales oriundos de Tayabamba para combatir el friaje extremo en dicha localidad, se implementaron diversas técnicas e instrumentos para recolectar y analizar datos relevantes.

En la investigación, se utilizaron técnicas de análisis documental y observación directa, aplicando instrumentos como fichas técnicas, fichas de observación y fichas de registro de temperatura. Estos instrumentos permitieron recolectar y organizar los datos necesarios para evaluar el rendimiento de las unidades termo-modulares construidas con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu y paja de trigo), así como de las unidades de control construidas con materiales convencionales (fibra de vidrio). El análisis documental se empleó para evaluar las propiedades térmicas de los materiales, registrando sus características a través de fichas documentales, lo que permitió compararlas con estudios previos y resultados de investigaciones similares. La observación directa, a través de las fichas de observación, permitió documentar los detalles del diseño y la construcción de las unidades, además de registrar los costos asociados tanto a los materiales oriundos como a los convencionales. Por último, las fichas de registro de temperatura se utilizaron para medir las variaciones térmicas internas y externas de las unidades durante las pruebas de rendimiento bajo condiciones simuladas de friaje extremo.

La validez y confiabilidad de los datos recolectados en esta investigación se garantizaron mediante un proceso de validación por juicio de expertos. Los instrumentos utilizados, como las fichas técnicas, fichas de observación y fichas de registro de temperatura, fueron revisados minuciosamente por profesionales con experiencia en el área. Este proceso permitió asegurar que los instrumentos midieran adecuadamente las variables en estudio, garantizando la validez del contenido. Asimismo, la confiabilidad se verificó a través de la consistencia en las

mediciones, asegurando que los resultados fueran replicables y precisos en las distintas fases de la investigación. De este modo, los datos obtenidos a lo largo de las pruebas de rendimiento térmico, el diseño de las unidades termo-modulares y la evaluación de costos fueron confiables, permitiendo alcanzar conclusiones sólidas sobre la utilización de unidades termo-modulares de vivienda construidas con materiales oriundos de Tayabamba para combatir el friaje extremo de manera efectiva, proporcionando una solución sostenible y eficiente para mejorar las condiciones de vida en zonas afectadas por temperaturas bajas.

### **3.6. Técnicas de análisis de resultados**

Dado que la investigación adoptó un enfoque cuantitativo, se utilizaron técnicas de análisis de datos centradas en métodos estadísticos, empleando Microsoft Excel y SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) como herramientas principales para el procesamiento y análisis de la información.

Las técnicas incluyeron un análisis estadístico descriptivo para evaluar la conductividad térmica de los materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y la fibra de vidrio, proporcionando una visión general de su rendimiento. Para identificar diferencias significativas entre los materiales en términos de su rendimiento térmico bajo condiciones de friaje extremo, se aplicó la prueba de hipótesis mediante ANOVA, una técnica de análisis estadístico inferencial, que permitió determinar si las diferencias observadas entre los materiales eran estadísticamente significativas, basándose en los datos recolectados. Además, se realizó un análisis comparativo de costos para evaluar la viabilidad económica de las unidades termo-modulares construidas con materiales locales frente a aquellas construidas con materiales convencionales, analizando la relación costo-beneficio de las diferentes opciones.

**CAPITULO IV:  
RESULTADOS Y  
DISCUSIÓN**

## Capítulo IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Interpretación de resultados

#### 4.1.1. Evaluación de la conductividad térmica de tres tipos de materiales oriundos de la ciudad de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y fibra de vidrio utilizados en la construcción de unidades termo-modulares de vivienda.

La revisión de documentos permitió evaluar la conductividad térmica de tres tipos de materiales oriundos de la ciudad de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y fibra de vidrio utilizados en la construcción de unidades termo-modulares de vivienda. A continuación, se presenta un cuadro comparativo con los datos relevantes extraídos de las fichas documentales:

**Tabla 3**

*Valor de conductividad térmica de tres tipos de materiales oriundos de la ciudad de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y fibra de vidrio*

Material	Valor de Conductividad Térmica (W/mK)	Aplicaciones Reportadas	Comentarios Adicionales
Lana de oveja	0.0324 - 0.0436	Aislamiento térmico en paredes, techos y suelos	Alta higroscopicidad, resistencia a hongos e insectos, material renovable y reciclable
Ichu	0.1078	Sistemas de construcción en seco para envolventes de viviendas	Comparable a la fibra de vidrio en propiedades térmicas, beneficios en impacto ambiental y costos económicos
Paja de trigo	0.045 - 0.060	Aislamiento térmico y acústico en paredes, techos y suelos	Material natural, renovable y compostable, excelentes propiedades térmicas, alternativa sostenible para edificios verdes
Fibra de vidrio	0.035	Aislamiento térmico y acústico en paredes, techos y suelos	Incombustible, ecológica, resistente al fuego, contribuye a la reducción de emisiones de CO <sub>2</sub>

La lana de oveja presentó el rango más bajo de conductividad térmica, oscilando entre 0.0324 y 0.0436 W/mK, lo que la posicionó como el material más eficiente en términos de aislamiento térmico. Además, se caracterizó por ser altamente higroscópico, resistente a hongos e insectos, y por su naturaleza renovable y reciclable, lo que favoreció su uso en paredes, techos y suelos.

En cambio, el ichu mostró una conductividad térmica de 0.1078 W/mK, siendo el material con la menor eficiencia térmica en la tabla. Sin embargo, su desempeño se demostró comparable al de la fibra de vidrio, especialmente en propiedades térmicas, lo que lo convirtió en una opción viable para construcciones en seco y envolventes de viviendas, dado su bajo impacto ambiental y su costo accesible.

La paja de trigo, por su parte, exhibió un rango de conductividad térmica entre 0,045 y 0,060 W/mK, lo que indicó un rendimiento intermedio en términos de aislamiento térmico. No obstante, se destacó por ser un material natural, renovable y compostable, con una buena eficiencia tanto térmica como acústica, lo cual la posicionó como una opción sostenible para edificaciones verdes.

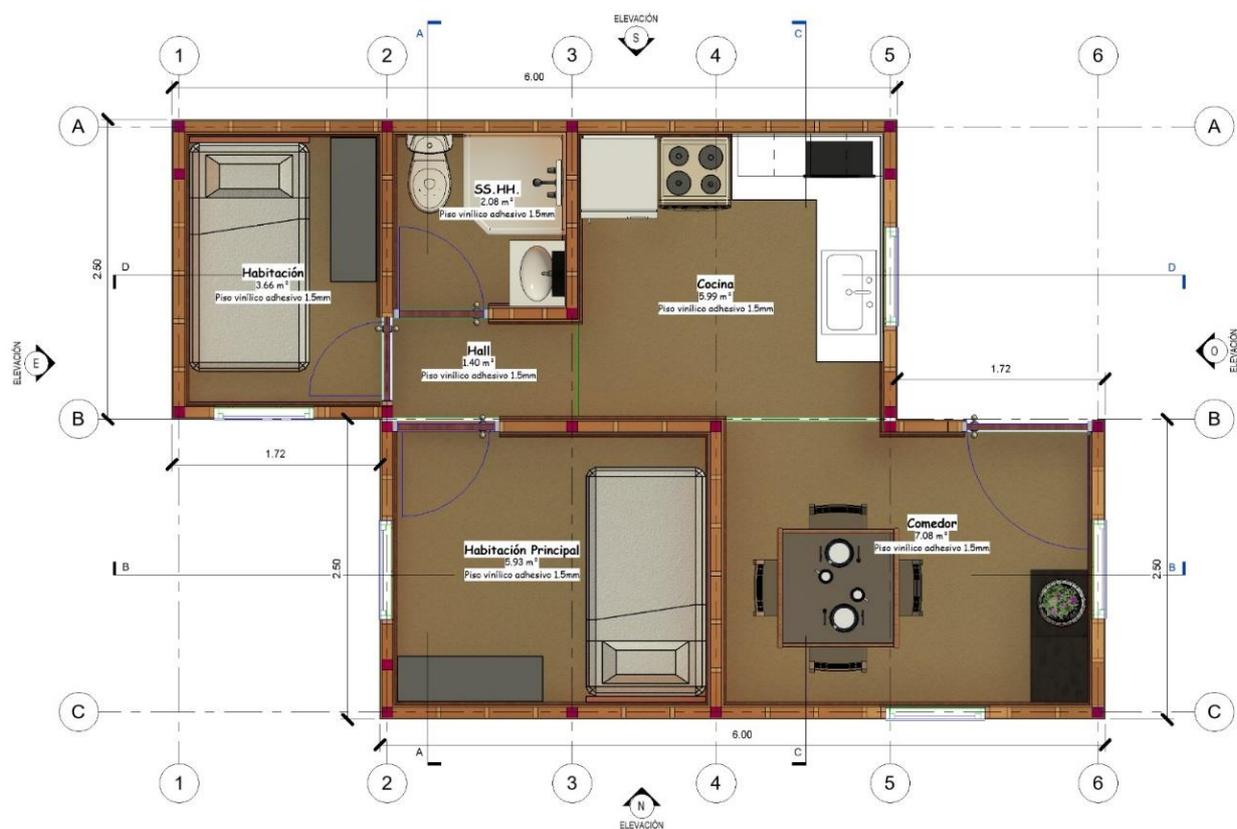
Finalmente, la fibra de vidrio mostró una conductividad térmica de 0,035 W/mK, situándose como el segundo material más eficiente en aislamiento térmico, después de la lana de oveja. Además, se caracterizó por ser incombustible y resistente al fuego, contribuyendo a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, lo que reforzó su idoneidad para aplicaciones en paredes, techos y suelos

**4.1.2. Diseño de las unidades termo-modulares de vivienda de utilizando los tres tipos de materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y fibra de vidrio.**

La figura 2 mostró la planta de una vivienda construida con unidades termo modulares y cada unidad fue diseñada para optimizar el espacio, proporcionando las condiciones necesarias para un entorno habitable.

**Figura 2**

*Planta de la vivienda con unidades termo modulares*



Cada unidad modular fue diseñada para brindar las condiciones necesarias. Las medidas y el área de cada módulo son las siguientes: las dimensiones (L x A) son de 6.00m x 2.50m por módulo, y el área techada es de 15 m<sup>2</sup> por módulo.

La figura 3 presentó la distribución de los ambientes en la vivienda con unidades termo-modulares. Esta disposición incluyó una habitación principal, una habitación secundaria, un baño, un hall, una cocina y un comedor, cada uno con su respectiva área y función, proporcionando una organización eficiente y funcional para el uso diario.

**Figura 3**

*Distribución de los ambientes la vivienda con unidades termo- modulares*



Además, para tener una visión más clara de la distribución de ambientes, en la tabla 2 se exhibieron las áreas que presenta la vivienda.

**Tabla 4**

*Cuadro de áreas de los ambientes de la vivienda con unidades termo -modulares*

Descripción	Cantidad	Área/m2
Comedor	01	7.08
Cocina	01	5.99
SSH	01	2.08
Habitación Principal	01	5.93
Habitación	01	3.66
Hall	01	1.40

La tabla mostró el cuadro de áreas de los ambientes de la vivienda con unidades termo modulares detallando cada espacio con su respectiva superficie; el comedor tuvo un área de 7.08 m<sup>2</sup> mientras que la cocina ocupó 5.99 m<sup>2</sup> y el SS.HH. abarcó 2.08 m<sup>2</sup>; la habitación principal contó con un área de 5.93 m<sup>2</sup> en tanto que la habitación secundaria tuvo 3.66 m<sup>2</sup> y el hall dispuso de 1.40 m<sup>2</sup>; este desglose permitió una comprensión clara y detallada de la distribución del espacio dentro de la vivienda facilitando el análisis de la funcionalidad y la eficiencia del diseño de cada ambiente.

Seguidamente , la figura 4 mostró la estructura de una vivienda construida con unidades termo modulares. Cada módulo fue diseñado con una estructura de madera que proporcionaba solidez y aislamiento térmico. Esta configuración permitió una construcción eficiente y adaptable a diferentes necesidades habitacionales.

#### **Figura 4**

*Estructura de la vivienda con unidades termo modulares*



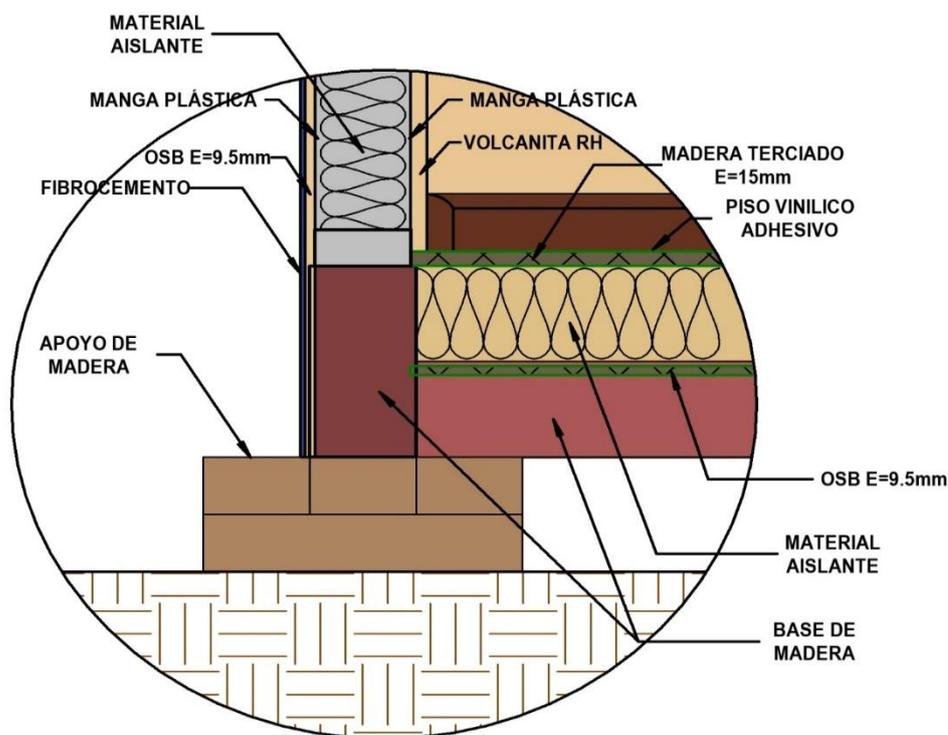
La cimentación de las unidades modulares estuvo constituida sobre apoyos de madera de 300mm x 300mm x 120mm sobre un terreno previamente nivelado y compactado. Los pisos presentaron una estructura compuesta por una base y un marco con perfiles de madera de

eucalipto, además de un aislamiento térmico hecho con fibra de vidrio, lana de oveja, paja de trigo o ichu. Los muros y tabiques se construyeron con paneles de estructura de madera que incluían pilares y soleras de madera de eucalipto de 42mm x 90mm, distribuidos cada 406.6mm, con aislamiento térmico compuesto de fibra de vidrio, lana de oveja, paja de trigo o ichu. El techo tenía una pendiente del 2.1% y se estructuró con madera de eucalipto, utilizando vigas de 42mm x 140mm cada 406.6mm, también con aislamiento térmico hecho de fibra de vidrio, lana de oveja, paja de trigo o ichu.

La figura 5 presentó el detalle de la cimentación de la vivienda con unidades termo modulares, mostrando los diversos materiales utilizados en su construcción. Estos incluían apoyos de madera, fibrocemento, materiales aislantes, OSB, y pisos vinílicos adhesivos, proporcionando una base sólida y eficiente para la estructura de la vivienda.

### Figura 5

*Detalle de la cimentación de la vivienda con unidades termo modulares*



Se utilizaron apoyos de madera y fibrocemento para proporcionar una base sólida; además, se incluyeron materiales aislantes, OSB de 9.5mm y madera terciado de 15mm para mejorar el aislamiento térmico; el piso se cubrió con vinílico adhesivo y se usaron mangas plásticas y Volcanita RH para asegurar la durabilidad y resistencia de la estructura; este diseño permitió crear una cimentación eficiente y bien aislada, garantizando la estabilidad y comodidad de la vivienda.

La figura 6 mostró los acabados finales de la vivienda con unidades termo modulares, destacando el revestimiento exterior con pintura oleosintética resistente a la humedad y el techo cubierto con planchas de polipropileno de color rojo; estos elementos aseguraron tanto la durabilidad como la estética de la construcción, proporcionando una solución habitacional eficiente y visualmente agradable.

### **Figura 6**

*Acabados de la vivienda con unidades termo modulares*



Los acabados de la vivienda incluyeron varias capas de materiales para asegurar durabilidad y estética; los pisos se revistieron con madera OSB de 9.5mm en el exterior y madera terciada de 1.5mm hacia el interior; además, se utilizó vinílico adhesivo en rollo de 1.5mm de espesor y contrazócalos de madera para el revestimiento final; los muros interiores se cubrieron con placas de Volcanita RH de 15mm, mientras que los muros exteriores se revistieron con paneles de madera OSB de 9.5mm; como revestimiento final, se utilizó fibrocemento de 8mm de espesor, el cual recibió un acabado con pintura oleosintética resistente a la humedad; el techo en su parte exterior fue forrado con madera OSB de 9.5mm y cubierto con planchas de polipropileno de 0.9mm de espesor de color rojo; por dentro, el techo fue cubierto con Volcanita de 15mm, lo cual aseguró una buena protección y aislamiento para la vivienda.

**4.1.3. Realización de las pruebas de rendimiento en condiciones de friaje extremo de las unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio).**

A continuación se presentaron los resultados de las pruebas de temperatura realizadas en prototipos de unidades termo-modulares de vivienda construidas con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio). La Tabla 5 mostró un cuadro resumen de la temperatura exterior e interior bajo diferentes grados de severidad del frío.

**Tabla 5**

*Cuadro resumen de la temperatura exterior y temperatura interior del prototipo de unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio).*

GRADO	TEMPERATURA EXTERIOR	TEMPERATURA INTERIOR			
		LANA	ICHU	PAJA	SIN AISLANTE
<b>Suave</b>	0.0	21.72	19.42	20.68	7.06
	-0.5	21.23	18.62	20.18	6.68
	-1.0	20.74	17.82	19.67	6.29
	-1.5	20.25	17.02	19.17	5.91
	-2.0	19.76	16.22	18.67	5.53
<b>Moderado</b>	-2.5	19.27	15.42	18.17	5.14
	-3.0	18.78	14.63	17.67	4.76
	-3.5	18.29	13.83	17.17	4.37
<b>Fuerte</b>	-4.0	17.80	13.03	16.67	3.99
	-4.5	17.31	12.23	16.17	3.60

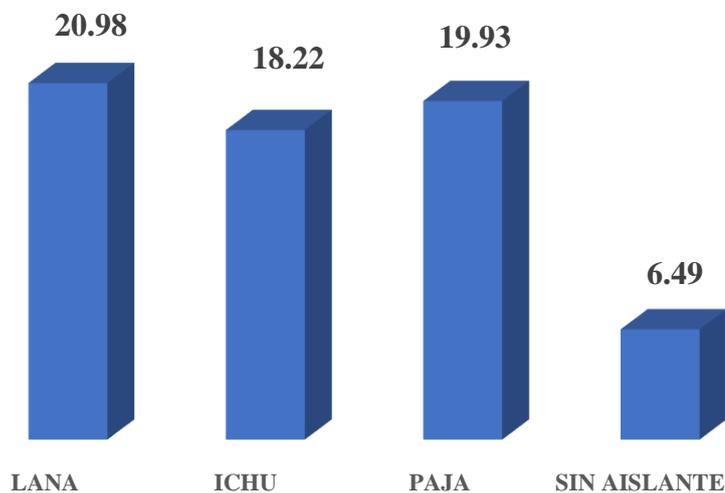
	-5.0	16.82	11.43	15.66	3.22
	-5.5	16.33	10.63	15.16	2.83
	-6.0	15.84	9.84	14.66	2.45
<b>Muy Fuerte</b>	-6.5	15.34	9.04	14.16	2.06
	-7.0	14.85	8.24	13.66	1.68
	-7.5	14.36	7.44	13.16	1.29
	-8.0	13.87	6.64	12.66	0.91
<b>Severa</b>	-8.5	13.38	5.84	12.16	0.52
	-9.0	12.89	5.05	11.65	0.14
	-9.5	12.40	4.25	11.15	-
<b>Muy Severa</b>	-10.0	11.91	3.45	10.65	0.63
	-10.5	11.42	2.65	10.15	-
					1.01

El análisis de los resultados mostró que los materiales oriundos de Tayabamba, como la lana de oveja, el ichu y la paja de trigo, ofrecieron un mejor aislamiento térmico en comparación con la fibra de vidrio, especialmente a temperaturas exteriores más bajas. La lana de oveja mantuvo la temperatura interior más alta en todas las condiciones, lo que demostró ser el material más eficiente. Por otro lado, el ichu también proporcionó un buen aislamiento, aunque ligeramente inferior a la lana. En cuanto a la paja de trigo, se situó entre la lana y el ichu en términos de eficacia. En cambio, sin aislante (fibra de vidrio), las temperaturas interiores fueron significativamente más bajas, lo que indicó una falta de eficacia en el aislamiento térmico.

Seguidamente, se presentó la Figura 7, que mostró la temperatura interior promedio de un prototipo de unidades termo-modulares de vivienda construidas con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio) bajo condiciones de frío suave.

### Figura 7

*Temperatura interior promedio del prototipo de unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio) – Grado suave.*



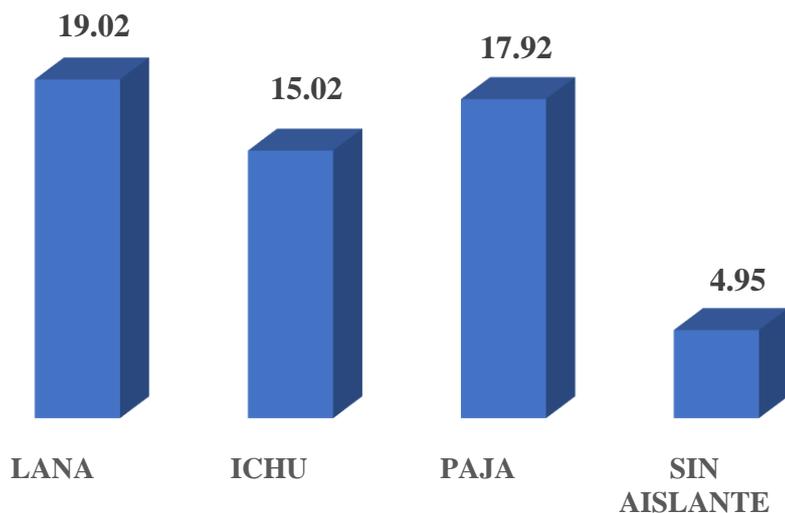
El análisis de la Figura mostró que los prototipos de unidades termo-modulares de vivienda construidos con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu y paja de trigo) mantuvieron temperaturas interiores significativamente más altas que los prototipos sin aislante (fibra de vidrio) bajo condiciones de frío suave lo cual demostró que la lana de oveja fue el material más eficiente con una temperatura promedio de 20.98 grados mientras que la paja de trigo y el ichu también proporcionaron un buen aislamiento con temperaturas promedio de 19.93 y 18.22 grados respectivamente en contraste los prototipos sin aislante alcanzaron una temperatura promedio de apenas 6.49 grados evidenciando una notable inferioridad en la

capacidad de aislamiento térmico de la fibra de vidrio en comparación con los materiales oriundos.

Seguidamente, se presentó la Figura 8, que mostró la temperatura interior promedio de un prototipo de unidades termo-modulares de vivienda construidas con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio) bajo condiciones de frío moderado.

### Figura 8

*Temperatura interior promedio del prototipo de unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio) – Grado Moderado.*



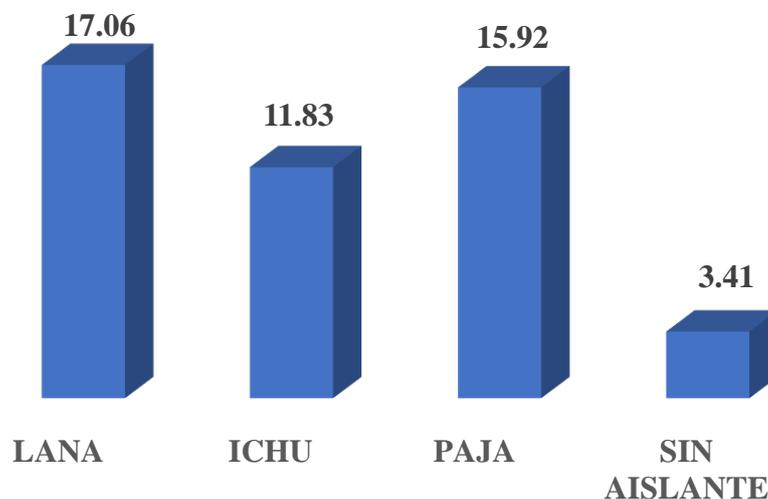
El análisis de la Figura mostró que los prototipos de unidades termo-modulares de vivienda construidos con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu y paja de trigo) mantuvieron temperaturas interiores significativamente más altas que los prototipos sin aislante (fibra de vidrio) bajo condiciones de frío moderado lo cual demostró que la lana de oveja fue nuevamente el material más eficiente con una temperatura promedio de 19.02 grados mientras que la paja de trigo y el ichu también proporcionaron un buen aislamiento con temperaturas

promedio de 17.92 y 15.02 grados respectivamente en cambio los prototipos sin aislante alcanzaron una temperatura promedio de apenas 4.95 grados evidenciando una notable inferioridad en la capacidad de aislamiento térmico de la fibra de vidrio en comparación con los materiales oriundos.

Consecutivamente, se presentó la Figura 9, que mostró la temperatura interior promedio de un prototipo de unidades termo-modulares de vivienda construidas con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio) bajo condiciones de frío de grado Fuerte.

### Figura 9

*Temperatura interior promedio del prototipo de unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio) – Grado Fuerte.*



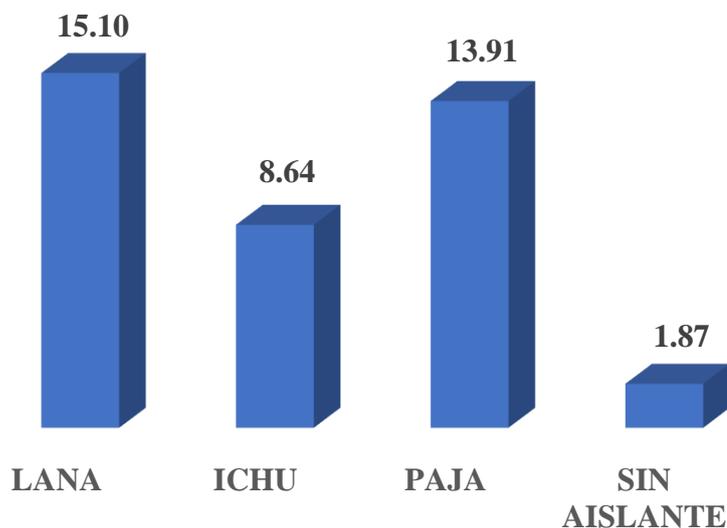
El análisis de la Figura 9 reveló que los prototipos de unidades termo-modulares de vivienda construidos con materiales autóctonos de Tayabamba (lana de oveja, ichu y paja de trigo) mantuvieron temperaturas interiores notablemente más altas que los prototipos sin aislante (fibra de vidrio) bajo condiciones de frío de grado fuerte. Esto confirmó que la lana de oveja

siguió siendo el material más eficiente, con una temperatura promedio superior. Por otro lado, la paja de trigo y el ichu también ofrecieron un buen aislamiento, aunque en menor grado comparado con la lana. En contraste, los prototipos sin aislante alcanzaron una temperatura promedio significativamente más baja, demostrando una vez más la notable inferioridad de la capacidad de aislamiento térmico de la fibra de vidrio en comparación con los materiales autóctonos.

Continuadamente, se exhibió la Figura 10, que mostró la temperatura interior promedio de un prototipo de unidades termo-modulares de vivienda construidas con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio) bajo condiciones de frío de grado Muy Fuerte.

### Figura 10

*Temperatura interior promedio del prototipo de unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio) – Grado Muy Fuerte.*

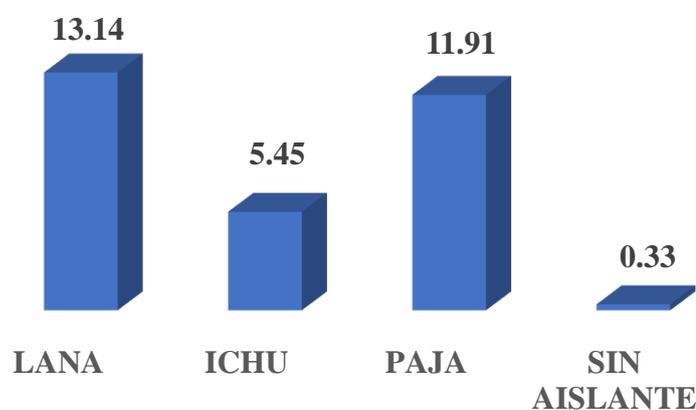


El análisis de la Figura reveló que los prototipos de unidades termo-modulares de vivienda construidos con materiales autóctonos de Tayabamba (lana de oveja, ichu y paja de trigo) mantuvieron temperaturas interiores notablemente más altas que los prototipos sin aislante (fibra de vidrio) bajo condiciones de frío de grado fuerte. Esto confirmó que la lana de oveja siguió siendo el material más eficiente, con una temperatura promedio de 15.10 grados. La paja de trigo también ofreció un buen aislamiento, con una temperatura promedio de 13.91 grados, mientras que el ichu mostró una menor eficacia, con una temperatura promedio de 8.64 grados. Por último, los prototipos sin aislante alcanzaron una temperatura promedio de solo 1.87 grados, demostrando una vez más la notable inferioridad de la capacidad de aislamiento térmico de la fibra de vidrio en comparación con los materiales autóctonos.

Posteriormente, se presentó la Figura 10, que mostró la temperatura interior promedio de un prototipo de unidades termo-modulares de vivienda construidas con materiales autóctonos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio) bajo condiciones de frío severo.

### Figura 11

*Temperatura interior promedio del prototipo de unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio) – Grado Severo.*

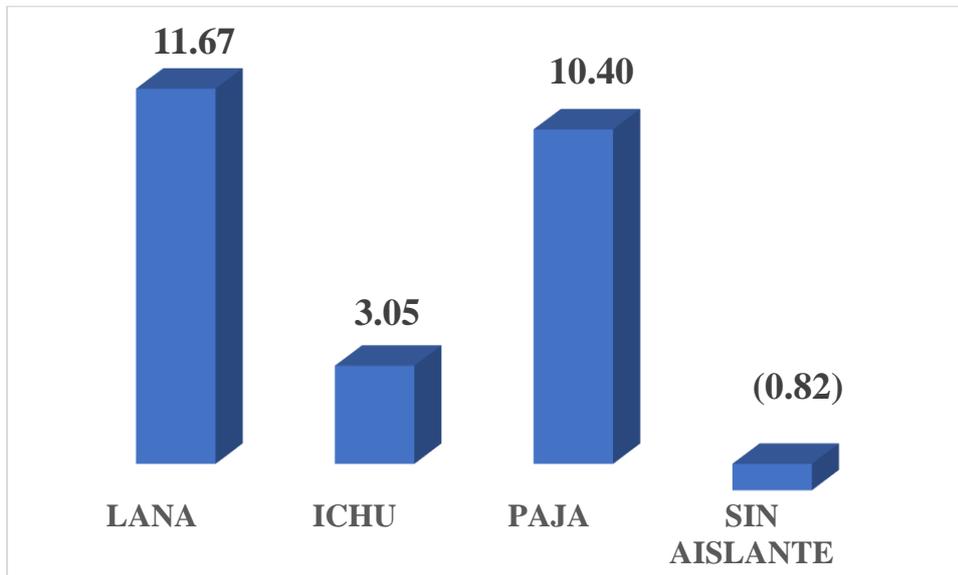


El análisis de la Figura 11 mostró que los prototipos de unidades termo-modulares de vivienda construidos con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu y paja de trigo) mantuvieron temperaturas interiores significativamente más altas que los prototipos sin aislante (fibra de vidrio) bajo condiciones de frío severo lo cual demostró que la lana de oveja continuó siendo el material más eficiente con una temperatura promedio de 13.14 grados mientras que la paja de trigo también proporcionó un buen aislamiento con una temperatura promedio de 11.91 grados en cambio el ichu mostró una menor eficacia con una temperatura promedio de 5.45 grados finalmente los prototipos sin aislante alcanzaron una temperatura promedio de apenas 0.33 grados evidenciando una vez más la notable inferioridad en la capacidad de aislamiento térmico de la fibra de vidrio en comparación con los materiales oriundos.

Posteriormente, se presentó la Figura 12, que mostró la temperatura interior promedio de un prototipo de unidades termo-modulares de vivienda construidas con materiales autóctonos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio) bajo condiciones de frío Muy severo.

**Figura 12**

*Temperatura interior promedio del prototipo de unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y sin aislante (fibra de vidrio) – Grado Muy Severo.*



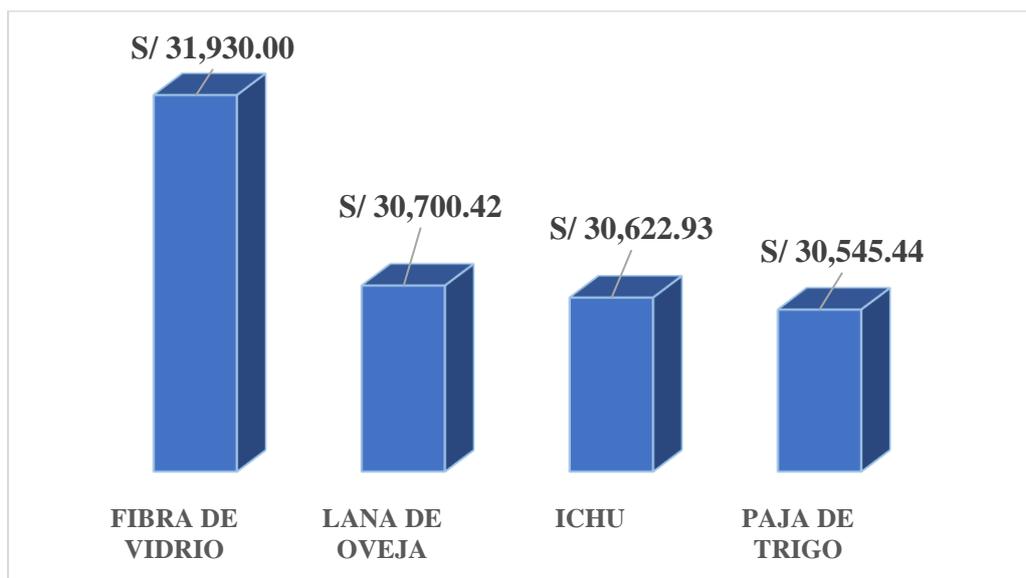
El análisis de la Figura reveló que los modelos de unidades termo-modulares de vivienda construidos con materiales nativos de Tayabamba (lana de oveja, ichu y paja de trigo) mantuvieron temperaturas interiores considerablemente más altas que los modelos sin aislamiento (fibra de vidrio) bajo condiciones de frío de grado muy severo, lo cual confirmó que la lana de oveja continuó siendo el material más eficiente, con una temperatura promedio de 11.67 grados. La paja de trigo también ofreció un buen aislamiento, con una temperatura promedio de 10.40 grados, mientras que el ichu mostró una menor eficacia, con una temperatura promedio de 3.05 grados. Por último, los modelos sin aislamiento alcanzaron una temperatura promedio de -0.82 grados, demostrando una vez más la clara inferioridad en la capacidad de aislamiento térmico de la fibra de vidrio en comparación con los materiales oriundos de Tayabamba.

**4.1.4. Determinación del costo de la unidad termo-modulares de vivienda para combatir el friaje elaborado con materiales de la ciudad de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y fibra de vidrio.**

La figura 13 mostró el costo total de los módulos de vivienda termo-modulares utilizando diferentes materiales aislantes, por lo tanto, se compararon cuatro tipos de materiales: fibra de vidrio, lana de oveja, ichu y paja de trigo. En consecuencia, los resultados destacaron las variaciones de costo entre estos materiales; por lo tanto, se proporcionó una perspectiva económica para la selección de materiales en proyectos de construcción sostenible.

**Figura 13**

*Costo total del módulo con unidades termo-modulares de vivienda.*



En primer lugar, se observó que la fibra de vidrio presentó el costo más alto, ascendiendo a S/ 31,930.00. En segundo lugar, la lana de oveja tuvo un costo menor, alcanzando S/ 30,700.42, lo cual representa el 96.15% del costo de la fibra de vidrio. Asimismo, el ichu registró un costo de S/ 30,622.93, equivalente al 95.91% del costo de la fibra de vidrio. Finalmente, la paja de trigo presentó el costo más bajo entre las opciones, con un valor de S/ 30,545.44, que representa el 95.66% del costo de la fibra de vidrio. Estos resultados indicaron que, aunque todas las

alternativas ofrecieron variaciones en el costo, la fibra de vidrio resultó ser la opción más cara, mientras que la paja de trigo fue la más económica.

#### **4.1.5. Prueba de Hipótesis**

**La hipótesis de la investigación:** “Las unidades termo-modulares de vivienda construidas con materiales oriundos de Tayabamba, como lana de oveja, ichu, y paja de trigo, serán capaces de reducir efectivamente el impacto del friaje extremo, mejorando la calidad de vida de los habitantes de Tayabamba en comparación con las unidades construidas con materiales convencionales como la fibra de vidrio”, fue evaluada mediante el método de análisis de varianza ANOVA. Este método permitió determinar las diferencias significativas entre las medias de los grupos estudiados, proporcionando una comprensión más detallada de las variaciones observadas en los datos recolectados y confirmando la efectividad de los materiales autóctonos en comparación con los materiales convencionales.

Hipótesis Nula ( $H_0$ ): Las unidades termo-modulares de vivienda construidas con materiales oriundos de Tayabamba, como lana de oveja, ichu, y paja de trigo no reduce significativamente el impacto del friaje extremo, mejorando la calidad de vida de los habitantes de Tayabamba en comparación con las unidades construidas con materiales convencionales como la fibra de vidrio.

Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): Las unidades termo-modulares de vivienda construidas con materiales oriundos de Tayabamba, como lana de oveja, ichu, y paja de trigo reduce significativamente el impacto del friaje extremo, mejorando la calidad de vida de los habitantes de Tayabamba en comparación con las unidades construidas con materiales convencionales como la fibra de vidrio. La Tabla 6 presentó el análisis de varianza (ANOVA) realizado para evaluar la temperatura interior de las unidades termo-modulares construidas con diferentes materiales de aislamiento térmico. El objetivo de este análisis fue determinar si existieron

diferencias significativas en el rendimiento térmico de los materiales estudiados: lana de oveja, ichu, paja de trigo y fibra de vidrio.

**Tabla 6**

*Anova – Temperatura interior*

Temperatura interior	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter grupos	2493,970	3	831,323	61,850	3.303 E-21
Intragrupo	1129,040	84	13,441		
Total	3623,011	87			

El valor F obtenido fue de 61.850 debido a que el valor de significancia fue de 3.303E-21 y este es extremadamente pequeño ( $p < 0.05$ ), se rechazó la hipótesis nula ( $H_0$ ) ya que esto implicó que existieron diferencias significativas en el rendimiento térmico de los materiales estudiados. Por lo tanto, se aceptó la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) de modo que las unidades termo-modulares de vivienda construidas con materiales oriundos de Tayabamba, como lana de oveja, ichu y paja de trigo, redujeron significativamente el impacto del friaje extremo, mejorando la calidad de vida de los habitantes de Tayabamba en comparación con las unidades construidas con materiales convencionales como la fibra de vidrio. Además, la Tabla 7 presentó los resultados del análisis post-hoc de comparaciones múltiples de Tukey HSD (Honest Significant Difference) realizado para identificar cuáles materiales de aislamiento térmico presentaron diferencias significativas en la temperatura interior de las unidades termo-modulares.

**Tabla 7**
*Tukey – Temperatura interior*

Material	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Sin aislante	22	3,027		
Ichu	22		11,009	
Paja	22			15,450
Lana	22			16,573
Sig.		1,000	1,000	,741

En el análisis se observó que el material sin aislante formó un subconjunto independiente con una temperatura media significativamente menor que los demás materiales mientras que el ichu también formó su propio subconjunto separado de los otros materiales. Finalmente, la paja y la lana se agruparon en un tercer subconjunto, lo que indicó que estos dos materiales no presentaron diferencias significativas entre sí, pero sí con los otros materiales. Por lo cual se confirmó, que existieron diferencias significativas entre los materiales de aislamiento térmico utilizados. Los materiales paja y lana demostraron un mejor rendimiento en términos de aislamiento térmico comparado con el ichu y la ausencia de aislante. Específicamente, la lana de oveja presentó el mejor comportamiento térmico con una temperatura media interior de 16.573 grados lo que la convirtió en el material más efectivo para reducir el impacto del friaje extremo en las unidades termo-modulares de vivienda.

## 4.2. Discusión

En esta investigación, al evaluar la conductividad térmica de tres tipos de materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y la fibra de vidrio, utilizados en la construcción de unidades termo-modulares de vivienda, se encontró que la lana de oveja presentó el menor valor de conductividad térmica (0.0324-0.0436 W/mK), seguida por la fibra de vidrio (0.035 W/mK), la paja de trigo (0.045-0.060 W/mK), y finalmente el ichu (0.1078 W/mK). Frente a lo mencionado, se acepta la hipótesis: La lana de oveja presenta una menor conductividad térmica en comparación con el ichu, la paja de trigo y la fibra de vidrio, lo que la convierte en el material más adecuado para la construcción de unidades termo-modulares de vivienda destinadas a mitigar el friaje extremo en Tayabamba. Estos resultados guardan relación con los estudios de San Martín (2022), quien reporta valores similares para la lana de oveja (0.032-0.045 W/mK), destacando su eficiencia como aislante térmico. Asimismo, Iregui (2020) menciona que materiales como el fibrocemento, con una conductividad térmica mayor (0.40 W/mK), son menos eficientes en comparación con la lana de oveja, lo que respalda su uso en aplicaciones de construcción en climas fríos. Moreno et al. (2020) también corroboran la eficacia de la fibra de vidrio como un buen aislante térmico, con valores similares a los reportados en esta investigación. Por su parte, Oyola y Herrera (2020) destacan que la paja de trigo es una opción viable en áreas rurales, aunque menos eficiente que la lana de oveja o la fibra de vidrio. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, se confirma que la lana de oveja es el material más eficiente en términos de aislamiento térmico para viviendas en zonas de friaje. Utilizar materiales locales que sean de baja conductividad térmica puede hacer una gran diferencia en el confort térmico de las viviendas rurales. Esto no solo ayuda a disminuir la necesidad de sistemas de calefacción artificial, sino que también fomenta una construcción más sostenible.

En esta investigación, se diseñaron unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y fibra de vidrio, evaluando su capacidad para combatir el friaje extremo a través de un diseño eficiente. Cada módulo, con dimensiones de 6.00 m x 2.50 m y un área techada de 15 m<sup>2</sup>, proporcionó un aislamiento térmico adecuado y una distribución optimizada de los espacios interiores. El diseño incluyó una estructura de madera de eucalipto con aislamiento térmico en fibra de vidrio, lana de oveja, ichu o paja de trigo. Además, se utilizaron fibrocemento y pintura resistente a la humedad, lo que aseguró la durabilidad de las viviendas en condiciones extremas. El análisis demostró que el diseño fue eficaz tanto en la distribución funcional del espacio como en la capacidad de los materiales para aislar térmicamente. Los materiales locales, como la lana de oveja, el ichu y la paja de trigo, mantuvieron temperaturas interiores confortables, comparables a las logradas con fibra de vidrio. Este diseño mejoró la funcionalidad de los espacios y aumentó la eficiencia energética de las viviendas, adaptándose a las condiciones de friaje extremo. Se aceptó la hipótesis específica: La integración de materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu y paja de trigo) junto con la fibra de vidrio en el diseño de prototipos de unidades termo-modulares permite un aislamiento térmico más eficaz, adaptado a las condiciones de friaje extremo en Tayabamba. Estos resultados guardan relación con los hallazgos de San Martín (2022), quien destacó que la lana de oveja fue altamente eficaz en climas fríos, lo que coincidió con los resultados obtenidos en esta investigación. Iregui (2020) resaltó que los materiales autóctonos fueron más accesibles económicamente y eficientes en zonas de frío extremo, lo que respaldó la integración de lana de oveja, ichu y paja de trigo en el diseño modular de esta investigación. Moreno et al. (2020) señalaron que la fibra de vidrio es uno de los mejores aislantes, aunque en este estudio los materiales autóctonos demostraron un rendimiento comparable con mayor sostenibilidad. Delgado e Inga (2021) observaron que el ichu, aunque menos eficiente que la lana de oveja, fue una opción viable en áreas rurales de alta montaña, lo

que también se confirmó en esta investigación. Finalmente, Oyola y Herrera (2020) y Chávez y Cueva (2020) concluyeron que la paja de trigo, aunque menos eficiente, sigue siendo una alternativa ecológica y económica para viviendas rurales. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, se confirma que el diseño de las unidades termo-modulares utilizando lana de oveja, ichu, paja de trigo y fibra de vidrio se adaptó adecuadamente a las condiciones de friaje extremo. Las dimensiones optimizadas (6.00 m x 2.50 m) y la distribución eficiente de los espacios internos aseguraron funcionalidad, confort y una alta capacidad de aislamiento térmico, lo que mejoró la calidad de vida en las zonas rurales. La implementación de materiales sostenibles en el diseño de viviendas no solo garantizó el confort térmico, sino que también contribuyó a la sostenibilidad de la construcción.

En esta investigación, al realizar pruebas de rendimiento en condiciones de friaje extremo de las unidades termo-modulares de vivienda construidas con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y fibra de vidrio, se evaluó su capacidad para mantener temperaturas interiores adecuadas. Los resultados mostraron que la lana de oveja fue el material más eficiente, manteniendo las temperaturas interiores más estables y elevadas en todos los niveles de friaje evaluados. El ichu, aunque menos eficaz, pudo mantener temperaturas moderadamente adecuadas, mientras que la paja de trigo se situó entre ambos en términos de capacidad de aislamiento. En cambio, las unidades sin aislante (fibra de vidrio) no pudieron garantizar temperaturas confortables, especialmente en condiciones de frío severo. En condiciones de friaje extremo, la lana de oveja logró mantener una temperatura interior promedio de 11.91°C, mientras que el ichu alcanzó 5.05°C y la paja de trigo 10.65°C. Las unidades sin aislante apenas lograron 0.63°C, lo que demostró una clara incapacidad para proporcionar un ambiente interior confortable. Estos resultados evidenciaron que los materiales autóctonos, en particular la lana de oveja, son altamente efectivos para garantizar temperaturas

interiores adecuadas en condiciones de friaje extremo, mejorando significativamente el confort térmico en comparación con los materiales convencionales. Se aceptó la hipótesis: Las unidades termo-modulares construidas con lana de oveja, ichu y paja de trigo reducen significativamente el impacto del friaje extremo en comparación con las construidas con fibra de vidrio. El análisis de varianza (ANOVA) con un valor F de 61.850 y una significancia menor a 0.05 confirmó diferencias significativas en la capacidad de los materiales para mantener temperaturas interiores adecuadas. Estos resultados guardan relación con los hallazgos de San Martín (2022), quien también destacó la eficacia de la lana de oveja para mantener temperaturas interiores adecuadas en climas fríos, lo que concuerda con los hallazgos de este estudio. Iregui (2020) resaltó que los materiales autóctonos mejoran el confort térmico en zonas rurales expuestas a friaje, lo cual coincide con los resultados obtenidos. Moreno et al. (2020) señalaron que, aunque la fibra de vidrio es un buen aislante en construcciones convencionales, su capacidad para mantener temperaturas adecuadas es limitada en condiciones de frío severo, donde la lana de oveja mostró un mejor rendimiento. Delgado e Inga (2021) mencionaron que el ichu, aunque menos eficiente que la lana de oveja, sigue siendo una opción viable en zonas de alta montaña, algo que también se verificó en este estudio. Oyola y Herrera (2020) concluyeron que la paja de trigo, aunque menos eficiente que la lana, sigue siendo una alternativa viable para mejorar la retención de calor en viviendas rurales. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, las pruebas de rendimiento en condiciones de frío extremo demostraron que los materiales locales de Tayabamba, sobre todo la lana de oveja, son los mejores para mantener temperaturas adecuadas en el interior. También se observó que el ichu y la paja de trigo presentan una menor eficacia que la lana de oveja. Por otro lado, las unidades sin aislante, como la fibra de vidrio, no lograron proporcionar el confort necesario. Estos resultados subrayan la relevancia de usar materiales autóctonos que ofrezcan un buen aislamiento térmico en climas fríos. Esto no solo mejora la calidad de vida en las

viviendas rurales de Tayabamba, sino que también ayuda a que estas construcciones sean más sostenibles.

En esta investigación, al determinar el costo de las unidades termo-modulares de vivienda construidas con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y fibra de vidrio para combatir el friaje. Los resultados revelaron diferencias significativas en los costos totales de los módulos de vivienda, con la fibra de vidrio siendo la opción más costosa y la paja de trigo la más económica. El análisis permitió identificar las alternativas más viables en términos de costo para la construcción sostenible de viviendas en zonas afectadas por el friaje. Los datos obtenidos mostraron que la fibra de vidrio presentó un costo total de S/ 31,930.00, posicionándose como el material más costoso. Por otro lado, la lana de oveja, con un costo de S/ 30,700.42, representó el 96.15% del costo de la fibra de vidrio, siendo una opción ligeramente más económica pero con alto rendimiento en términos de aislamiento térmico. El ichu y la paja de trigo, con costos de S/ 30,622.93 (95.91%) y S/ 30,545.44 (95.66%) respectivamente, se presentaron como alternativas aún más económicas. Estos resultados sugieren que los materiales autóctonos no solo ofrecen un aislamiento eficiente, sino que también permiten reducir los costos de construcción, lo que hace que estas opciones sean más accesibles para proyectos en zonas rurales afectadas por el friaje extremo. Frente a lo mencionado, se acepta la hipótesis específica: La construcción de unidades termo-modulares de vivienda utilizando materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu y paja de trigo) presenta un costo más bajo en comparación con el uso exclusivo de materiales convencionales, como la fibra de vidrio. Aunque la lana de oveja no fue la opción más económica, su costo resultó ser significativamente menor que el de la fibra de vidrio, y bastante cercano al del ichu y la paja de trigo, lo que la convierte en una alternativa competitiva tanto en términos económicos como en rendimiento térmico. Estos resultados guardan relación con los estudios

de San Martín (2022), quien también observó que los materiales autóctonos, como la lana de oveja, representan una opción más económica y sostenible en comparación con materiales convencionales como la fibra de vidrio. Iregui (2020) destacó la importancia de utilizar materiales locales no solo por su eficacia térmica, sino también por su impacto positivo en la reducción de costos de construcción en proyectos de viviendas rurales. Asimismo, Moreno et al. (2020) señalaron que, aunque la fibra de vidrio es un material eficaz en términos de aislamiento, su costo elevado puede ser un factor limitante en su uso en zonas rurales. Delgado e Inga (2021) y Oyola y Herrera (2020) también señalaron que los materiales autóctonos, como el ichu y la paja de trigo, son opciones viables y económicas, lo que coincide con los hallazgos de esta investigación. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente, se concluye que los materiales oriundos de Tayabamba, como la lana de oveja, el ichu y la paja de trigo, ofrecen una alternativa económica para la construcción de unidades termo-modulares de vivienda, en comparación con la fibra de vidrio. Aunque la fibra de vidrio presentó el costo más elevado (S/ 31,930.00), los materiales autóctonos resultaron ser opciones significativamente más asequibles, con la paja de trigo siendo la más económica (S/ 30,545.44). Este análisis no solo resalta el ahorro en costos, sino que también refuerza la viabilidad de utilizar recursos locales en la construcción de viviendas sostenibles y adaptadas a las condiciones de friaje extremo. Al optar por estos materiales, se puede lograr una reducción de costos sin sacrificar la calidad del aislamiento térmico, lo que hace que estas soluciones sean más accesibles y adecuadas para regiones afectadas por el friaje.

**CAPITULO V:  
CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES**

---

## **Capítulo V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

Habiendo desarrollado la presente investigación se acepta la hipótesis “La utilización de unidades termo-modulares de vivienda elaboradas con materiales oriundos de Tayabamba, como lana de oveja, ichu y paja de trigo, se postula como una solución efectiva para crear espacios con mejor confort térmico, contribuyendo así a combatir el friaje extremo en la zona”

- Al evaluar la conductividad térmica de tres tipos de materiales oriundos de la ciudad de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y fibra de vidrio utilizados en la construcción de unidades termo-modulares de vivienda, se concluye lo siguiente:

La lana de oveja es el material más eficiente para el aislamiento térmico debido a su baja conductividad térmica, alta higroscopicidad y resistencia a hongos e insectos. Aunque el ichu tiene una conductividad térmica mayor, es comparable a la fibra de vidrio en propiedades térmicas y ofrece beneficios económicos y ambientales. Además, la paja de trigo presenta buenas propiedades térmicas, es renovable y compostable, lo que la convierte en una alternativa sostenible para edificaciones verdes. Por lo tanto, el uso de estos materiales locales no solo mejora el confort térmico de las viviendas en Tayabamba sino que también promueve la sostenibilidad y reduce el impacto ambiental.

- Al diseñar unidades termo-modulares de vivienda de utilizando los tres tipos de materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y fibra de vidrio, se concluye lo siguiente:
  - El diseño modular de 6.00m x 2.50m por módulo con un área techada de 15 m<sup>2</sup> por módulo proporcionó una solución eficiente y adaptable a diversas necesidades habitacionales. Además, la distribución de los ambientes, incluyendo una habitación principal, una habitación secundaria, un baño, un hall, una cocina y un comedor, optimizó el espacio y aseguró la funcionalidad para el uso diario.

- Cada módulo fue diseñado con una estructura de madera de eucalipto con apoyos de 300mm x 300mm x 120mm sobre un terreno nivelado y compactado. Asimismo, los pisos, muros y techos se construyeron con perfiles de madera de eucalipto y aislamiento térmico de fibra de vidrio, lana de oveja, paja de trigo o ichu. El techo, con una pendiente del 2.1%, se estructuró con vigas de madera de eucalipto de 42mm x 140mm cada 406.6mm.
- La cimentación incluyó apoyos de madera y fibrocemento, materiales aislantes, OSB de 9.5mm, madera terciada de 15mm y pisos vinílicos adhesivos, creando una base sólida y eficiente. Además, los acabados finales consistieron en un revestimiento exterior con pintura oleosintética resistente a la humedad y planchas de polipropileno de 0.9mm de espesor en el techo, asegurando tanto la durabilidad como la estética de la construcción.
- Por lo tanto, el diseño de las unidades termo-modulares con lana de oveja, ichu, paja de trigo y fibra de vidrio resultó en una solución habitacional eficiente, estable y visualmente agradable, optimizando el espacio habitable y cumpliendo con los requisitos estructurales y de confort necesarios para viviendas en diversas condiciones.
- Al realizar pruebas de rendimiento en condiciones de friaje extremo de las unidades termo-modulares de vivienda con materiales oriundos de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y fibra de vidrio, se concluye lo siguiente:  
  
Los materiales oriundos de Tayabamba proporcionan un aislamiento térmico superior ya que la lana de oveja mantuvo las temperaturas interiores más altas en todas las condiciones, destacándose como el material más eficiente. Además, el ichu, aunque ligeramente menos eficaz que la lana de oveja, ofreció un buen aislamiento térmico. Por otro lado, la paja de trigo mostró un rendimiento intermedio entre la lana y el ichu, mientras que las unidades

sin aislante (fibra de vidrio) presentaron temperaturas interiores significativamente más bajas, evidenciando una falta de eficacia en el aislamiento térmico.

- Al determinar del costo de la unidad termo-modulares de vivienda para combatir el friaje elaborado con materiales de la ciudad de Tayabamba (lana de oveja, ichu, paja de trigo) y fibra de vidrio, se concluye:

Los materiales locales ofrecen una solución más económica y eficiente. El costo total del módulo con fibra de vidrio fue el más alto, ascendiendo a S/ 31,930.00. En contraste, la lana de oveja, el ichu y la paja de trigo presentaron costos menores, con S/ 30,700.42, S/ 30,622.93 y S/ 30,545.44 respectivamente. La lana de oveja representó el 96.15% del costo de la fibra de vidrio, el ichu el 95.91%, y la paja de trigo el 95.66%. Por lo tanto, utilizar materiales oriundos no solo mejora el confort térmico y la sostenibilidad, sino que también reduce significativamente los costos de construcción, haciendo estas soluciones más accesibles y viables para su implementación en regiones afectadas por el friaje extremo.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda a las autoridades locales y a las empresas constructoras en Tayabamba priorizar el uso de lana de oveja sobre el ichu y la paja de trigo en la construcción de unidades termo-modulares. La lana de oveja ha demostrado tener una mejor conductividad térmica (0.032-0.045 W/mK), lo que garantiza su eficacia como aislante térmico frente al friaje extremo.
- Se recomienda a los diseñadores y planificadores de proyectos habitacionales adoptar un diseño modular de 6.00 m x 2.50 m, con un área techada de 15 m<sup>2</sup> por módulo, utilizando materiales locales como lana de oveja, ichu, paja de trigo y fibra de vidrio. Este diseño modular proporciona una solución eficiente y adaptable para diversas necesidades habitacionales, asegurando un óptimo aislamiento térmico gracias al uso de materiales autóctonos como la lana de oveja, que ha demostrado ser el más eficiente en la retención de calor. Además, la estructura de madera de eucalipto garantiza durabilidad y un rendimiento superior en términos de resistencia y estabilidad. La distribución funcional de los ambientes dentro del módulo, junto con la estructura del techo que incluye una pendiente del 2.1%, optimiza el uso del espacio y mejora el confort térmico en condiciones de frío extremo, promoviendo un diseño sostenible y funcional.
- Se recomienda a los desarrolladores de proyectos habitacionales en zonas afectadas por el friaje extremo utilizar lana de oveja o ichu como materiales principales de aislamiento térmico en las unidades termo-modulares, debido a su eficacia comprobada en mantener temperaturas interiores más cálidas. Para mejorar aún más el confort térmico, se recomienda complementar este aislamiento con un sistema de calefacción solar alimentado por paneles solares, lo que garantizaría una experiencia interior más confortable y sostenible. Esta combinación de aislamiento térmico eficaz y energía renovable no solo optimiza el rendimiento de las viviendas, sino que también contribuye a una solución

integral y respetuosa con el medio ambiente, adaptada a las necesidades de las zonas frías.

- Se recomienda a las autoridades locales y entidades gubernamentales considerar el uso de materiales locales como lana de oveja, ichu y paja de trigo en la construcción de unidades termo-modulares para zonas afectadas por el friaje extremo. Estos materiales ofrecen una solución más económica y eficiente en comparación con la fibra de vidrio, reduciendo significativamente los costos de construcción mientras mejoran el confort térmico y la sostenibilidad. Fomentar el uso de estos recursos locales contribuirá a hacer las soluciones habitacionales más accesibles y viables para las comunidades en necesidad.

**CAPITULO VI:  
REFERENCIAS  
BIBLIOGRÁFICAS**

## Capítulo VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AISLAHOME. (2024). *Aislamiento con Fibra de Vidrio*. Retrieved from <https://aislahome.es/aislamiento-fibra-vidrio/>
- Allai Makkour, M. (2021). *Estudio de la transmisión de calor en distintos aislantes utilizados para edificación mediante el método de simulación por redes* (Trabajo de fin de grado). Universidad Politécnica de Valencia, Ingeniería de Edificación.
- Arispe, C., Yangali, J., Guerrero, M., Rivera, O., Acuña, L., y Arellano, C. (2020). La investigación científica. Una aproximación para los estudios de posgrado. Universidad Internacional del Ecuador. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4310>
- ASTM (2004). *ASTM C177: Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded Hot-Plate Apparatus*. Whashington D.C.
- ASTM D143-14. (2022). *Standard test methods for small clear specimens of timber*.
- Auyesbayev, Y. T., y Sundetova, A. Z. (2023). History of development of block-modular construction: Way to solve the housing problem. *QazBSQA Хабаршысы. Құрылыс конструкциялары және материалдары*, 1(87), 154-161. <https://doi.org/10.51488/1680-080X/2023.1-15>
- Bazo, A. (3 de julio del 2022). Heladas y friaje: Más de 7 millones de peruanos entre los más vulnerables ante las bajas temperaturas. El comercio. <https://elcomercio.pe/peru/heladas-y-friaje-mas-de-7-millones-de-peruanos-entre-los-mas-vulnerables-ante-las-bajas-temperaturas-vacunacion-invierno-cenapred-ecdata-noticia/>

- Beatini, V., Gatheeshgar, P., Rajanayagam, H., Poologanathan, K., Suntharalingam, T., Perera, D., Kanthasamy, E., y Nagaratnam, B. (2022). Integration of origami and deployable concept in volumetric modular units. *Scientific Reports*, 12, 19180. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18951-w>
- Bernal, M. (2018) *Usos de la paja en la construcción de paneles aislantes o estructurales, aprovechamiento de residuos de cereales de la agricultura*. Universidad Militar Nueva Granada. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/17851>
- Britto Morales, F. J. (2019). *Diseño arquitectónico, selección de materiales ecológicos y construcción de vivienda biosostenible para estratos 1, 2 y 3* (Trabajo de grado). Universidad de la Costa CUC, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil, Barranquilla.
- Cajiao, R. (2017) *Modo experimental de muro panle en guadua para vivienda en la zona cafetera*. Universidad Católica de Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/85b742c1-ea02-4aa6-8ec0-df730bc09212/content>
- Cecafosso, V. (2020). Temperatura Media Radiante (TMR) Mean Radiant Temperature. In *Adatarsi al clima che cambia. Innovare la conoscenza per il progetto ambientale I Adapting to the changind climate. Innovating knowledge for the enviromental project eco-sistemico e innovazione delle tecnologie digitali per il progetto*. <https://iris.uniroma1.it/handle/11573/1617684>
- Chavez, J., y Cueva, J. (2020). Propuesta de vivienda modular sostenible mediante la utilización de paneles de quincha prefabricada para atención de las demandas de refugio en Sondorillo, Huancabamba, Piura. [Tesis de pregrado, Universidad

Peruana de Ciencias Aplicadas]. Lima – 2020.

[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653227/Chavez\\_MJ.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653227/Chavez_MJ.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Chea Gonzales, F. M. (2022). *Estudio de la fibra de ichu incorporada como aislante térmico a un sistema de construcción en seco para su uso en envolventes de viviendas rurales ubicadas en zonas climáticas frías del Perú* (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Posgrado.

Constructores del Futuro. (n.d.). *Ficha Técnica- Lana Fibra de Vidrio*. Retrieved from <https://constructoresdelfuturo.com/ficha-tecnica--lana-fibra-de-vidrio.pdf>

Construye tu casa con materiales de construcción adecuados al clima de la zona. (2022, febrero 14). BJC y Siemens DELTA Architect Community. <https://architect.bjc.es/construye-casa-materiales-construccion-clima/>

Cuenca Mallma, M. H. (2020). *Diseño y construcción de un aparato portátil medidor de conductividad térmica de materiales sólidos* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ciencias

Cusco Perú (2023). Geografía y climas. <https://www.cusco Peru.com/es/informacion-util/geografia-y-climas/>

Daza, C. (2021). *Estrategias de confort integral adaptables a la vivienda rural de clima frío*. [Tesis de posgrado, Universidad Católica de Colombia]. Bogotá – 2021. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/f1921792-cf17-49f2-bed2-218acc7f738a/content>

Del Castillo Valenzuela, A. I. (2019). *Caracterización del panel termo-aislante a base de biomasa de corteza de Eucalyptus globulus Labill en Novopan del Ecuador S.A.*

(Trabajo de titulación). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería Forestal.

Delgado Roque, F. E., y Inga Detquizán, R. (2021). *Modelamiento estructural para la construcción de viviendas térmicas en la localidad de Huancas, Chachapoyas, Amazonas, 2021.* Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75429>

Dénes, T.-O., Iştoan, R., Tămaş-Gavrea, D. R., Manea, D. L., Hegyi, A., Popa, F., y Vasile, O. (2022). Analysis of sheep wool-based composites for building insulation. *Polymers*, 14(2109). <https://doi.org/10.3390/polym14102109>

Devia Valenzuela M. N. (2020). Construcción modular: elaboración de un procedimiento de calidad en construcción modular. <https://repositorio.umayor.cl/xmlui/handle/sibum/7650>

El clima en Lima, el tiempo por mes, temperatura promedio (Perú) - Weather Spark. (2021). Weatherspark.com. <https://es.weatherspark.com/y/20441/Clima-promedio-en-Lima-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

ERICA. (n.d.). *Aislamiento Térmico*. Retrieved from <https://erica.es/aislamiento-termico/>

Erkmen, J., y Sari, M. (2023). Hydrophobic thermal insulation material designed from hazelnut shells, pinecone, paper and sheep wool. *Construction and Building Materials*, 365, 130131. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.130131>

Escobar, P. (2019). La madera, protagonista en la Bienal Internacional de Arquitectura 2019: tecnología SIP de construcción en seco para una “vivienda modular”. Argentina Forestal. <https://www.argentinaforestal.com/2019/10/16/la-madera->

protagonista-en-la-bienal-internacional-de-arquitectura-2019-tecnologia-sip-de-  
construccion-en-seco-para-una-vivienda-modular/

Fernández, I. (2023). Lana de oveja como aislante natural. *Arquitectura Sostenible*.  
<https://arquitectura-sostenible.es/lana-oveja-aislante-natural/>

Fernández, J. M. (2020). *Evaluación de la influencia del tratamiento superficial en la adherencia de las capas de rodadura* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.

Fernández, L. y Kruger, E. (2019). Temperatura Radiante média obtida via termômetro de globo: Análise crítica de dados de um estudo de campo. *Revista de arquitetura IMED*, 8(1), 147-163.  
<https://seer.atitus.edu.br/index.php/arqimed/article/view/3456>

Fernández, R. (2022). *Soluciones constructivas para proteger la vida* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.

Fiber Dowels. (2024). *Fibra de vidrio vs acero*. Retrieved from  
<https://fiberdowels.com/es/fibra-de-vidrio-vs-acero/>

Fuentes-Cantillana Monereo, I. (2020). *Bio Fabricación. Micelio como material de construcción: Biocomposite en sustratos lignocelulósicos* (Trabajo final de grado). Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid.

Galindo, M. (2016, enero 14). Aislamientos Naturales: Lana de Oveja. ECOesMÁS: Blog de Arquitectura Sostenible y Casas Ecológicas. <https://ecoemas.com/aislamientos-naturales-lana-de-oveja/>

García, L. (2021). *Propuesta de un sistema constructivo con materiales locales para viviendas en zonas rurales* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Herrera Navas, M. B., y Oyola Matta, C. A. (2020). *Propuesta de diseño general e implementación del uso de materiales eficientes en la construcción de un módulo de vivienda sostenible en Sondorillo - Huancabamba - Piura* (Tesis de licenciatura). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).  
<http://hdl.handle.net/10757/652827>

Huerta Paulino, B. R., y Palacios Quico, D. K. (2020). Propuesta de utilización de unidades de albañilería ecosostenibles y económicas de tipo modular con componente plástico PET para la construcción de viviendas en Arequipa. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).  
<https://upc.aws.openrepository.com/handle/10757/653228>

INDECI (2020). Temporada de Bajas Temperaturas 2020. Chiara – Apurímac.  
<https://portal.indeci.gob.pe/minisites/bajastemperaturas2020/>

INEI (2023). Más del 30% de la población que vive en zonas afectadas por heladas está en edad vulnerable. <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/mas-del-30-de-la-poblacion-que-vive-en-zonas-afectadas-por-heladas-esta-en-edad-vulnerable-9208/>

Instituto Nacional de las Personas Adultas Mayores. (s/f). *Calidad de vida para un envejecimiento saludable*. gob.mx. Recuperado el 8 de noviembre de 2023, de <https://www.gob.mx/inapam/articulos/calidad-de-vida-para-un-envejecimiento-saludable?idiom=es>

Iregui Franco, S. (2020). *Evaluación térmica por medio de simulación computacional de las viviendas de interés social modelo, construidas con paneles de fibrocemento mediante el sistema celular, por ETERNIT® en 3 climas de Colombia y valoración económica, para su implementación como solución al déficit de vivienda de interés social rural en el país.* Universidad de los Andes.  
<https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/ebaf46a8-26a9-4368-8836-06350bbd8d14>

Iregui Franco, S. (2020). *Evaluación térmica por medio de simulación computacional de las viviendas de interés social modelo, construidas con paneles de fibrocemento mediante el Sistema Celular, por ETERNIT® en 3 climas de Colombia y valoración económica* (Tesis de grado). Universidad de los Andes.

Izquierdo Cárave, J. (2019). *Arquitectura modular ligera: estudio previo y propuesta de sistema constructivo con paneles SIP.* Arquitectura.

Jorges, M. (2023). *Influencia del diseño de viviendas geodésicas con materiales rústico para contrarrestar el friaje en Ayacucho.* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Lima – 2023.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/124423/Jorge\\_AMM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/124423/Jorge_AMM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Lirola, C. (4 de septiembre del 2020). *Viviendas bioclimáticas.* Tipo de casas según el clima. <https://www.autopromotores.com/viviendas-bioclimaticas/>

Louisa. (2023, julio 29). *Ventajas e inconvenientes de Casas de Panel SIP.* Casa Prefabricada Chile; Casaprefabricada.cl. <https://casaprefabricada.cl/ventajas-e-inconvenientes-de-casas-de-panel-sip/>

- Malca Díaz, A. (2020). *Adición de la fibra stipa ichu en tapiales para mejorar su comportamiento mecánico y térmico en el distrito de Chota-2020* (Tesis de licenciatura). Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil.
- Marchante, G. y Gonzales, A. (2020). Evaluación del confort y discomfort térmico. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 41(3), 21-40.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59282020000300021yscript=sci\\_arttextytlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59282020000300021yscript=sci_arttextytlng=en)
- Mehdi, M. H., Huayta Meza, F. T., Martel Carranza, C. P., Rojas León, C. R., y Arias González, J. L. (2020). *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú.
- Méndez, E. (2022). Sistema de Calefacción Hidrónico con Técnicas Ecológicas e Influencia en el Confort Térmico de la Vivienda Altoandina de la Comunidad Campesina de Huaros. [Tesis de posgrado, Universidad Ricardo Palma]. Canta-2022. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/5358>
- Mendoza, M. A., Piñas Moya, M. J., Horn Mutschler, M. J., y Gómez León, M. M. M. (2021). Conductividad térmica de compuestos tipo sándwich usados en la industria de la construcción. *Revista TECNIA*, 31(1), 42–50.  
<https://doi.org/10.21754/tecnia.v21i1.1198>
- Miguel, A. K. S. (2020). ARQUITECTURA MODULAR DE EMERGENCIA “Aspectos sostenibles y bioclimáticos en el diseño de sistemas constructivos” [Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid].  
[https://oa.upm.es/63283/1/TFG\\_Jun20\\_Kopac\\_San\\_Miguel\\_Anna.pdf](https://oa.upm.es/63283/1/TFG_Jun20_Kopac_San_Miguel_Anna.pdf)

Minaya Chavesta, L. K. (2020). *Conductividad térmica de piso y techo para una vivienda alto andina adicionando Stipa ichu y mucílago de nopal (Opuntia ficus-indica) en el Distrito: Malvas - Provincia: Huarney - Departamento: Ancash* (Tesis de licenciatura). Universidad San Pedro, Facultad de Ingeniería, Programa de Estudios de Ingeniería Civil.

Ministerio de Viviendas y Construcción y Saneamiento. (2018) *Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente*. <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

Morales, B., y de Jesús, F. (2019). *Diseño arquitectónico, selección de materiales ecológicos y construcción de vivienda biosostenible para estratos 1, 2 y 3*. Universidad de la Costa. <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/5680>

Moreno, A., Pieschacon, M., y Khan, A. (2020). The use of recycled plastics for the design of a thermal resilient emergency shelter prototype. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 50, 101885. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221242092031387X>

Moreno-Rangel, A., Tseklevs, E., Vazquez, J. M., y Schmetterer, T. (2021). *The little book of uso de materiales de fibra biológica en la construcción Passivhaus en Latinoamérica*. Lancaster University. ISBN 978-1-86220-398-3.

Moreno-Sierra, A., Pieschacón, M., y Khan, A. (2023). *El uso de plásticos reciclados para el diseño de un prototipo de refugio de emergencia resistente al calor*. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 50, 101885. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101885>

- Moya, L., Pérez Gomar, C., Vega, A., Sánchez, A., Torino, I., y Baño, V. (2019). Relación entre parámetros de producción y propiedades estructurales de madera laminada encolada de *Eucalyptus grandis*. *Maderas Ciencia y Tecnología*, 21(ahead), 0–0. <https://doi.org/10.4067/s0718-221x2019005000305>
- Muñoz, A. (2020) *Comentarios a la norma peruana E.030 Diseño Sismorresistente*. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción
- Oyola, C., y Herrera, M. (2020). Propuesta de diseño general e implementación del uso de materiales eficientes en la construcción de un módulo de vivienda sostenible en Sondorillo-Huancabamba-Piura. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Piura – 2020. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/652827>
- Palacios, D., y Huerta, B. (2020). Propuesta de utilización de unidades de albañilería ecosostenibles y económicas de tipo modular con componente plástico PET para la construcción de viviendas en Arequipa. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Lima – 2020. [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653228/Huerta\\_P\\_B.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653228/Huerta_P_B.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Park, B., Cho, J., y Jeong, Y. (2019). *Thermal Performance Assessment of Flexible Modular Housing Units for Energy Independence Following Disasters*. *Sustainability*, 11(20), 5561. <https://doi.org/10.3390/su11205561>
- Pastor Araico, J. J. (2017). *Variación de temperatura en un modelo de vivienda con sistema ondol aplicada a las zonas alto andinas del Perú* (Tesis de licenciatura). Universidad César Vallejo, Chimbote, Perú.

- Picón, Y., Orozco, J., Molina, J., y Franky, M. (2020). Control central de la temperatura corporal y sus alteraciones: fiebre, hipertermia e hipotermia. *MedUNAB*, 23(1), 118-130. <https://www.redalyc.org/journal/719/71965088011/71965088011.pdf>
- Piñas, J. M., Lira, L., Horn, M., Solis, J. L., y Gómez, M. M. (2020). Influence of *Stipa ichu* on the thermal and mechanical properties of adobe as a biocomposite material. *Journal of Physics: Conference Series*, 1433(1), 012003. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1433/1/012003>
- Pinazo, L., y Mamani, E. (2019). *Eficiencia de una vivienda construida con tabiquería bioclimática a base del Stipa Ichu y Festuca Dolichophylla Presl para mejorar el confort térmico de la zona de Chillapalca, San Antonio de Putina, de la región Puno-2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Puno – 2019. <https://vriunap.pe/repositor/docs/d00006832-Borr.pdf>
- Plan Multisectorial ante Heladas y Friaaje. (2021). Gob.pe. <https://www.gob.pe/institucion/pcm/campa%C3%B1as/56-plan-multisectorial-ante-heladas-y-friaaje-actualizado-2020>
- Qu, Z., Qiu, G., y Wang, Y. (2023). A small modular house as a response to the energy crisis. *Energy Reports*, 9, 1245-1258. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.05.017>
- Ramos Salazar, J. (2015). *Costos y presupuestos en edificaciones*. Empresa Editora Macro EIRL.
- Ramos Valer, L. G. (2020). *Comparación de la influencia del uso de ichu (Stipa ichu) con nylon en la resistencia a tracción indirecta y a la flexión del concreto en Arequipa* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.

- Real Academia Española (2022). Diccionario de la lengua española.  
<https://dle.rae.es/oriundo>
- Reisman, A. B. (2022). Heladas y friaje: Más de 7 millones de peruanos entre los más vulnerables ante las bajas temperaturas. El Comercio Perú, Noticias;  
<https://elcomercio.pe/respuestas/mexico/frente-frio-46-hoy-cuando-inicia-y-en-que-estados-habra-heladas-y-lluvias-tdex-noticia/>
- RNE (29 de julio de 2020). Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones.  
<https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Rodríguez, L. (2020). *Diseño de un aislante térmico a base de fibras naturales* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Romero Quidel, G., Soto Acuña, M. J., Rojas Herrera, C. J., Rodríguez Neira, K., y Cárdenas-Ramírez, J. P. (2023). Assessment of modular construction system made with low environmental impact construction materials for achieving sustainable housing projects. *Sustainability*, 15(8386). <https://doi.org/10.3390/su15108386>
- Rothschuh, U. (15 de marzo del 2023). Aislamiento térmico: qué es y tipos. Ecología verde.  
<https://www.ecologiaverde.com/aislamiento-termico-que-es-y-tipos-4348.html>
- San Martín Espinosa, Y. S. (2022). *Materiales Aislantes Alternativos en la Ingeniería Civil* (Informe Final para optar al título de Ingeniero Civil). Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Programa Ingeniería Civil.
- Sánchez, C. y García, A. (2020). Diseño de vivienda rural bioclimática para clima frío-húmedo andino. *Arquitek*, (18), 81-103.  
<http://revistas.upt.edu.pe/ojs/index.php/arquitek/article/view/440>

- Sánchez, R. (2021). Combatiendo el frío en Ticlio Chico: el Tetra Brick como aislante térmico para las viviendas. *PLURIVERSIDAD*, (8), 161-182.  
<http://revistas.urp.edu.pe/index.php/pluriversidad/article/view/4587>
- Segura Cruz, J. (2019). *Estudio comparativo de materiales sostenibles aislantes en arquitectura* (Trabajo de fin de grado). Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Arquitectura.
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (2020a). *Norma E.030 Diseño Sismorresistente*. <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (2020b). *Norma E.020 Cargas*. <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (2020c). *Norma E.010 Madera*. <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2020). Mapa climático del Perú. [senamhi.gob.pe](https://www.senamhi.gob.pe). <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>
- Sornoza-Tituano, J. A., Zambrano-Sacón, R. W., Caballero-Giler, B. I., y Veliz-Párraga, J. F. (2022). Materiales alternativos empleados en la construcción de viviendas en Ecuador: una revisión. *Polo del Conocimiento*, 7(4), 1072-1097.  
<https://doi.org/10.23857/pc.v7i4.3875>
- Standing Standard Project Committee. (2017). *ANSI/ASHRAE Standard 55-2017, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*.

- Susan, S. (2021). Susan, S. (2021, January 19). Equilibrio térmico - ¿Qué es? Definición y Todos los ejemplos. Buscador.com. <https://www.buscador.com/equilibrio-termico/>
- Torres, Y. (2020). La eficiencia energética y el ahorro energético residencial. *South Sustainability*, 1(1), 11. <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/southsustainability/article/view/630/672>
- TOSCANA (9 de junio del 2022). Construcción de casas en climas fríos: Qué detalles no pueden faltar. <https://toscaaarquitectos.com/construccion-de-casas-en-climas-frios-que-detalles-no-pueden-faltar/>
- Umishio, W., Ikaga, T., Kario, K., Fujino, Y., Suzuki, M., Ando, S., Hoshi, T., Yoshimura, T., Yoshino, H., y Murakami, S. (2021). Electrocardiogram abnormalities in residents in cold homes: A cross-sectional analysis of the nationwide Smart Wellness Housing survey in Japan. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 26(104). <https://doi.org/10.1186/s12199-021-01024-1>
- Veramendi, N., Portocarero, E., y Espinoza, F. (2020). Estilos de vida y calidad de vida en estudiantes universitarios en tiempo de Covid-19. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(6), 246-251. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202020000600246yscript=sci\\_arttext&lng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202020000600246yscript=sci_arttext&lng=pt)
- Viera, P., Aguirre, D., y Monzó, J. M. (2020). Determinación de las características del fardo de paja de trigo, como desecho agroindustrial para su aprovechamiento como material de construcción. *Revista Ingeniería UC*, 27(3), 304-318. Universidad de Carabobo. <https://doi.org/10.54139/revinguc.v27i3.150>

Yasiri, Q. y Szabó, M. (2021). Incorporation of phase change materials into building envelope for thermal comfort and energy saving: A comprehensive analysis. *Journal of Building engineering*, 36.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710220337542>

Young, H. D. (n.d.). *Thermal Conductivity*. Retrieved from  
<http://hyperphysics.gsu.edu/hbasees/Tables/thrcn.html>

Zimmermann, M. (30 de marzo del 2022). ¿Cómo funciona la Construcción Modular?  
CEMEXventures. <https://www.cemexventures.com/es/modular-construction/>

# **CAPITULO VII: ANEXOS**

---

## Capítulo VII: ANEXOS

### Anexo 01 – Ficha documental- Lana de oveja

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>UTILIZACIÓN DE UNIDADES TERMO-MODULARES DE VIVIENDA PARA COMBATIR EL FRIAJE EXTREMO CON MATERIALES ORIUNDOS DE TAYABAMBA - LA LIBERTAD – 2021</b>	<b>FD-01</b>
---	--	--------------

#### FICHA DOCUMENTAL

#### I. Información General del Documento

- **Título del Documento:** ESTUDIO COMPARATIVO DE MATERIALES SOSTENIBLES AISLANTES EN ARQUITECTURA
- **Autor(es):** JOAQUÍN SEGURA CRUZ
- **Fecha de Publicación:** SEPTIEMBRE 2019
- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):** TRABAJO FINAL DE GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** TESIS

#### II. Resumen del Documento

El objetivo de este trabajo fue estudiar diferentes alternativas al aislamiento térmico tradicional en la construcción, enfocándose en materiales ecológicos y sostenibles. Se analizan las propiedades térmicas, técnicas y ambientales de varios materiales aislantes térmicos, incluyendo corcho natural, algodón, cáñamo, celulosa, lana de oveja y fibra de madera. El estudio destaca la importancia de estos materiales en la construcción sostenible y sus beneficios ambientales.

#### III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material

- **Material:** LANA DE OVEJA
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.037 - 0.040
- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):** No especificadas
- **Aplicaciones Reportadas:** Utilizada como aislamiento térmico en paredes, techos y suelos en forma de mantas, paneles y fieltro.
- **Comentarios Adicionales:** La lana de oveja es valorada por su sostenibilidad, alta higroscopicidad y resistencia a hongos e insectos. Es un material renovable y reciclable, tratado para mejorar su durabilidad y resistencia al fuego.

#### IV. Comparación con Otros Materiales (si disponible)

- **Valores Comparativos**
- **Material 1:** Corcho Natural
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.037

**FICHA DOCUMENTAL**
**I. Información General del Documento**

- **Título del Documento:** ESTUDIO DE LA TRANSMISIÓN DE CALOR EN DISTINTOS AISLANTES UTILIZADOS PARA EDIFICACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE SIMULACIÓN POR REDES

- **Autor(es):** MERYEM ALLAI MAKKOUR

- **Fecha de Publicación:** 2020-2021

- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):** TRABAJO FIN DE GRADO, INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** TESIS

**II. Resumen del Documento**

El objetivo de este trabajo es estudiar la transmisión de calor en distintos aislantes utilizados para edificación mediante el método de simulación por redes. Se seleccionaron materiales y sistemas constructivos comunes en la construcción actual y se analizó su comportamiento térmico en diferentes escenarios. El estudio se enfoca en evaluar la capacidad aislante de los materiales y su contribución a la eficiencia energética y sostenibilidad en la edificación. Los materiales analizados incluyen EPS, lana de roca y otros aislantes ecológicos y sintéticos.

**III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material**

-**Material:** LANA DE ROCA

- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.035

- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):** No especificadas

- **Aplicaciones Reportadas:** Utilizada como aislamiento térmico en fachadas, cubiertas, suelos y tabiques interiores en forma de mantas, paneles o rollos.

- **Comentarios Adicionales:** La lana de roca es valorada por su alta resistencia al fuego y su capacidad de aislamiento acústico. Es un material versátil y eficaz, muy utilizado en diferentes tipos de construcciones.

**IV. Comparación con Otros Materiales (si disponible)**

- **Valores Comparativos**

- **Material 1:** EPS (Poliestireno Expandido)

- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.038

**FICHA DOCUMENTAL**
**I. Información General del Documento**

- **Título del Documento:** [Analysis of Sheep Wool-Based Composites for Building Insulation](#)
- **Autor(es):** [Tünde-Orsolya Dénes, Raluca Iştoan, Daniela Roxana Tămaş-Gavrea, Daniela Lucia Manea, Andreea Hegyi, Florin Popa, Ovidiu Vasile](#)
- **Fecha de Publicación:** [Mayo 2022](#)
- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):** [Polymers, Technical University of Cluj-Napoca](#)
- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** [Artículo](#)

**II. Resumen del Documento**

El objetivo de este artículo es proponer materiales de aislamiento térmico ecológicos que cumplan con los requisitos de rendimiento térmico. El estudio analiza nuevos materiales compuestos basados en lana de oveja desde la perspectiva de la conductividad térmica. Los compuestos se prepararon utilizando dos tipos de aglutinantes: resina acrílica-poliuretano y látex de caucho natural. Se evaluaron varios parámetros como grosor, densidad, tipo de aglutinante y porcentaje de aglutinante, así como la microestructura, composición química, absorción de agua, ataque de microorganismos, permeabilidad al vapor de agua, características de adsorción higrótérmica y absorción de sonido.

**III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material**

- Material:** [Lana de Oveja](#)
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** [0.0324 - 0.0436](#)
- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):** [No especificadas](#)
- **Aplicaciones Reportadas:** [Utilizada como aislamiento térmico en construcciones, en forma de paneles y compuestos.](#)
- **Comentarios Adicionales:** [Las muestras de lana de oveja presentan buenas características de absorción de sonido, pero baja resistencia al ataque de microorganismos y pruebas relacionadas con el agua. Es un material sostenible y ecológico, adecuado para mejorar las credenciales de sostenibilidad de los edificios.](#)

**IV. Comparación con Otros Materiales (si disponible)**

- **Valores Comparativos**
- **Material 1:** [Resina Acrílica-Poliuretano](#)
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** [Varía según la densidad y el grosor, con valores mínimos de 0.0337 y 0.0349 W/mK.](#)

**FICHA DOCUMENTAL**
**I. Información General del Documento**

- **Título del Documento:** Analysis of Sheep Wool-Based Composites for Building Insulation
- **Autor(es):** Tünde-Orsolya Dénes, Raluca Iştoan, Daniela Roxana Tămaş-Gavrea, Daniela Lucia Manea, Andreea Hegyi, Florin Popa, Ovidiu Vasile
- **Fecha de Publicación:** 22 de mayo de 2022
- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):** MDPI
- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** Artículo

**II. Resumen del Documento**

El artículo estudia nuevos materiales compuestos basados en lana de oveja desde la perspectiva de la conductividad térmica. Los compuestos se prepararon utilizando dos tipos de aglutinantes: resina acrílica-poliuretano y látex de caucho natural, aplicados a las fibras de lana mediante diferentes métodos y porcentajes. Se seleccionaron dos tipos de muestras para análisis en profundidad, que incluyeron la determinación de la microestructura, composición química, absorción de agua, ataque de microorganismos, permeabilidad al vapor de agua, características de adsorción higrótérmica y absorción sonora. Los resultados mostraron que los compuestos cumplen con los criterios nacionales para el rendimiento térmico de materiales aislantes.

**III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material**

- Material:** LANA DE OVEJA
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.0324 - 0.0436 W/mK
- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):** No especificadas
- **Aplicaciones Reportadas:** Aislamiento térmico en construcciones: Utilizado en paredes, techos y suelos para mejorar la eficiencia energética.  
Aislamiento acústico: Mejora la absorción sonora en edificios.
- **Comentarios Adicionales:** Los compuestos de lana de oveja demostraron buenas características de absorción sonora y una baja resistencia contra el ataque de microorganismos. La lana de oveja tiene la capacidad de adsorber humedad y neutralizar compuestos como el formaldehído, mejorando la calidad del aire interior.

**IV. Comparación con Otros Materiales (si disponible)**

- **Valores Comparativos**
- **Material 1:** Corcho Natural
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.037

## FICHA DOCUMENTAL

### I. Información General del Documento

- **Título del Documento:** [Hydrophobic thermal insulation material designed from hazelnut shells, pinecone, paper and sheep wool](#)
- **Autor(es):** [Jülide Erkmen, Mihriban Sari](#)
- **Fecha de Publicación:** [Febrero 2023](#)
- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):** [Construction and Building Materials, ScienceDirect](#)
- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** [TESIS](#)

### II. Resumen del Documento

Este estudio tiene como objetivo producir un material compuesto de construcción que sea ecológico, fácilmente accesible, económico y renovable, proporcionando aislamiento térmico y de agua. En la etapa de producción se utilizaron papel de desecho, cáscaras de avellanas, piñas y lana de oveja. Los porcentajes de llenado de los materiales fueron optimizados utilizando la metodología de superficie de respuesta (RSM). Se utilizó una sustancia activa de superficie hidrofóbica para reducir la absorbencia de agua, la actividad microbiana y la formación de moho. Se observaron coeficientes de conductividad térmica entre 0.0511 y 0.0861 W/mK y densidades entre 0.678 y 0.99 g/cm<sup>3</sup>.

### III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material

- **Material:** [LANA DE OVEJA](#)
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** [0.0511 - 0.0861](#)
- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):** [No especificadas](#)
- **Aplicaciones Reportadas:** [Utilizada como aislamiento térmico en materiales compuestos con cáscaras de avellanas, piñas y papel de desecho.](#)
- **Comentarios Adicionales:** [El material compuesto resultante es completamente biodegradable y de bajo costo, con alta resistencia a la compresión y flexión. Es un material amigable con el medio ambiente, hecho de residuos de biomasa.](#)

### IV. Comparación con Otros Materiales (si disponible)

- **Valores Comparativos**
- **Material 1:**
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):**

## Anexo 02 – Ficha documental- Ichu

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>UTILIZACIÓN DE UNIDADES TERMO-MODULARES DE VIVIENDA PARA COMBATIR EL FRIAJE EXTREMO CON MATERIALES ORIUNDOS DE TAYABAMBA - LA LIBERTAD – 2021</b>	<b>FD-01</b>
---	--	--------------

### FICHA DOCUMENTAL

#### I. Información General del Documento

- **Título del Documento:** Influence of Stipa ichu on the thermal and mechanical properties of adobe as a biocomposite material
- **Autor(es):** J M Piñas, L Lira, M Horn, J L Solis, M M Gómez
- **Fecha de Publicación:** SEPTIEMBRE 2019
- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):** Journal of Physics: Conference Series, IOP Publishing
- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** Artículo

#### II. Resumen del Documento

El estudio analiza la influencia de la fibra vegetal Stipa ichu en las propiedades térmicas y mecánicas del adobe como material biocompuesto. El adobe se ha utilizado históricamente en las regiones andinas del Perú, donde las temperaturas invernales pueden descender drásticamente, afectando la salud y el bienestar de la población. La investigación se centró en medir la conductividad térmica y la resistencia a la compresión del adobe con y sin adición de S. ichu, utilizando normativas ASTM. Los resultados mostraron que la adición de S. ichu mejora la conductividad térmica y mantiene la resistencia a la compresión del adobe.

#### III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material

- Material:** Adobe con S. ichu
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.349
- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):** Medido después de un tratamiento térmico de un día a 80°C
- **Aplicaciones Reportadas:** Utilizado como material de construcción en regiones con clima frío
- **Comentarios Adicionales:** La adición de S. ichu reduce la conductividad térmica del adobe en un 5.9% en comparación con el adobe sin fibras, mejorando así su rendimiento térmico.

#### IV. Comparación con Otros Materiales (si disponible)

- **Valores Comparativos**
- **Material 1:** Adobe sin fibras
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.371

**FICHA DOCUMENTAL**

**I. Información General del Documento**

- **Título del Documento:** Conductividad térmica de piso y techo para una vivienda alto andina adicionando *Stipa ichu* y mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en el Distrito: Malvas - Provincia: Huarmey - Departamento: Ancash
- **Autor(es):** Lina Kimberlhy Minaya Chavesta
- **Fecha de Publicación:** 2020
- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):** Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad San Pedro, Facultad de Ingeniería, Programa de Estudios de Ingeniería Civil
- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** TESIS

**II. Resumen del Documento**

El presente trabajo de investigación determinó y comparó la conductividad térmica de nuevas unidades heterogéneas de piso y techo con las unidades de construcción tradicional. Las nuevas unidades consisten en la construcción de placas de tierra adicionadas con mucílago de nopal y una capa de *Stipa ichu* embebida con mucílago de nopal, que actúa como aislante térmico. Se realizaron ensayos de laboratorio para determinar la conductividad térmica de estas mezclas, comparándolas con materiales tradicionales.

**III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material**

- **Material:** *Stipa ichu* con mucílago de nopal
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** Piso con mezcla heterogénea: 0.20 W/mK
- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):** Medido bajo la norma ASTM D-7984
- **Aplicaciones Reportadas:** Utilizado en la construcción de pisos y techos para viviendas alto andinas
- **Comentarios Adicionales:** La adición de *Stipa ichu* y mucílago de nopal mejora significativamente la conductividad térmica del piso y techo, proporcionando mejor aislamiento térmico.

**IV. Comparación con Otros Materiales (si disponible)**

- **Valores Comparativos**
- **Material 1:** Material homogéneo (tierra compactada)
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.734 (piso), 0.51 (techo)

**FICHA DOCUMENTAL**

**I. Información General del Documento**

- **Título del Documento:** Estudio de la fibra de ichu incorporada como aislante térmico a un sistema de construcción en seco para su uso en envolventes de viviendas rurales ubicadas en zonas climáticas frías del Perú
- **Autor(es):** Felix Martin Chea Gonzales
- **Fecha de Publicación:** 2022
- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):** Tesis para obtener el grado académico de Magister en Energía, Pontificia Universidad Católica del Perú
- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** Tesis

**II. Resumen del Documento**

La presente investigación propone incorporar la fibra natural de Ichu como aislante térmico en el sistema de construcción en seco (drywall). Su uso mitigaría la pérdida de calor de envolventes en viviendas de zonas climáticas frías del Perú. Se recopilieron datos sobre la conductividad térmica de un emparedado de fibrocemento con conglomerado de Ichu y se compararon con muestras con otro aislante térmico. El objetivo es recomendar un sistema estandarizado que incorpore recursos naturales. La investigación es aplicada, experimental, cuantitativa y comparativa.

**III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material**

- Material:** Fibra de Ichu
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** Fibrocemento con conglomerado de Ichu: 0.1078 W/mK
- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):** Realizadas con un equipo de placa caliente, precisión de +/- 5%
- **Aplicaciones Reportadas:** Utilizadas en sistemas de construcción en seco para envolventes de viviendas
- **Comentarios Adicionales:** El conglomerado de Ichu muestra propiedades térmicas comparables a la fibra de vidrio, con ventajas adicionales en impacto ambiental y costos económicos.

**IV. Comparación con Otros Materiales (si disponible)**

- **Valores Comparativos**
- **Material 1:** Fibra de vidrio
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.0848

**FICHA DOCUMENTAL**
**I. Información General del Documento**

- **Título del Documento:** Diseño y Construcción de un Aparato Portátil Medidor de Conductividad Térmica de Materiales Sólidos
- **Autor(es):** Martin Huber Cuenca Mallma
- **Fecha de Publicación:** 2020
- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):** Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Físico, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Ingeniería
- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** TESIS

**II. Resumen del Documento**

La presente tesis consiste en el diseño e implementación de un aparato portátil que permite medir la conductividad térmica de materiales usados en la construcción de viviendas. Se enfatiza la importancia de obtener la conductividad térmica de los materiales de construcción para alcanzar el confort térmico al interior de una edificación, especialmente en zonas Altoandinas de difícil acceso. El aparato portátil Lambda Portátil UNI fue diseñado utilizando el método de medidor de flujo de calor (ASTM C518) y se construyó con componentes específicos para garantizar la portabilidad y precisión en las mediciones.

**III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material**

- **Material:** Adobe con Stipa ichu
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.357
- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):** No especificadas
- **Aplicaciones Reportadas:** Utilizado como material de construcción en viviendas altoandinas
- **Comentarios Adicionales:** El uso de Stipa ichu en el adobe mejora su capacidad de aislamiento térmico, proporcionando un mejor confort térmico en viviendas ubicadas en zonas frías.

**IV. Comparación con Otros Materiales (si disponible)**

- **Valores Comparativos**
- **Material 1:** Lana de vidrio
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.0435

**UTILIZACIÓN DE UNIDADES TERMO-MODULARES DE  
VIVIENDA PARA COMBATIR EL FRIAJE EXTREMO CON  
MATERIALES ORIUNDOS DE TAYABAMBA - LA  
LIBERTAD – 2021****FD-05****FICHA DOCUMENTAL****I. Información General del Documento**

- **Título del Documento:** Adición de la fibra stipa ichu en tapiales para mejorar su comportamiento mecánico y térmico en el distrito de Chota-2020
- **Autor(es):** Malca Díaz, Amado; Asesor: Dr. Gerardo Enrique Cancho Zúñiga
- **Fecha de Publicación:** Julio 2020
- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):** Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil
- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** TESIS

**II. Resumen del Documento**

El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de la adición de fibra stipa ichu en la elaboración de tapiales para mejorar su comportamiento mecánico y térmico en el distrito de Chota. Se utilizaron dosificaciones de 0%, 1%, 1.5%, y 2% de fibra stipa ichu en el suelo para la elaboración de los tapiales. Los resultados mostraron mejoras significativas en la resistencia a compresión y flexión, así como en la conductividad térmica de los tapiales, destacando la fibra stipa ichu como un material beneficioso para la construcción sostenible.

**III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material**

- Material:** Fibra Stipa Ichu
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.03 - 0.22
- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):** No especificadas
- **Aplicaciones Reportadas:** Utilizada en la elaboración de tapiales para mejorar la resistencia a compresión, flexión y conductividad térmica.
- **Comentarios Adicionales:** La fibra stipa ichu demostró ser un material eficiente para mejorar las propiedades mecánicas y térmicas de los tapiales, lo cual es beneficioso para la construcción en zonas rurales con condiciones climáticas extremas.

**IV. Comparación con Otros Materiales (si disponible)**

- **Valores Comparativos**
- **Material 1:** Biomasa Residual
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):**

**Anexo 03 – Ficha documental- Paja de trigo**

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>UTILIZACIÓN DE UNIDADES TERMO-MODULARES DE VIVIENDA PARA COMBATIR EL FRIAJE EXTREMO CON MATERIALES ORIUNDOS DE TAYABAMBA - LA LIBERTAD – 2021</b>	<b>FD-01</b>
---	--	--------------

**FICHA DOCUMENTAL**
**I. Información General del Documento**

- **Título del Documento:** Determinación de las características del fardo de paja de trigo, como desecho agroindustrial para su aprovechamiento como material de construcción
- **Autor(es):** Luisa Paulina Viera, Jean Rivera, Octavo Coox, José Monzó
- **Fecha de Publicación:** Agosto 2021
- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):** Revista Científico Tecnológica Departamento Ingeniería de Obras Civiles RIOC Vol 11, No1/2020
- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** Artículo

**II. Resumen del Documento**

La industria de la construcción en Ecuador enfrenta desafíos relacionados con la implementación de la ley de eficiencia energética aprobada en 2019. Este estudio busca obtener datos de conductividad térmica de materiales utilizados en la mampostería en Ecuador mediante el método de la aguja térmica. Se analizan materiales tradicionales y nuevos, incluyendo fardos de paja hechos de residuos agroindustriales. Los resultados indican que el fardo de paja es el único que cumple con los criterios de aislante térmico según la Norma Ecuatoriana de Construcción, constituyéndose como una alternativa para viviendas energéticamente eficientes.

**III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material**

- Material:** Fardo de paja
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.045
- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):** Realizadas con aguja térmica perpendicular a la dirección de las fibras de paja.
- **Aplicaciones Reportadas:** Utilizado como aislante térmico en la construcción de viviendas.
- **Comentarios Adicionales:** El fardo de paja muestra excelentes propiedades de aislamiento térmico, ofreciendo una alternativa ecológica y eficiente en términos energéticos para la construcción en Ecuador.

**IV. Comparación con Otros Materiales (si disponible)**

- **Valores Comparativos**
- **Material 1:** Ladrillo artesanal
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.344

**FICHA DOCUMENTAL****I. Información General del Documento**

- **Título del Documento:** Materiales Aislantes Alternativos en la Ingeniería Civil
- **Autor(es):** Yilber Santiago San Martín Espinosa
- **Fecha de Publicación:** 2022
- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):** Informe Final Presentado como Requisito para Optar al Título de Ingeniero Civil, Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Programa Ingeniería Civil
- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** TESIS

**II. Resumen del Documento**

El presente trabajo tiene como objetivo conocer la importancia de los materiales aislantes alternativos para la ingeniería civil. Se identifican diversos materiales con potencial de aislamiento térmico y acústico, destacando su impacto ambiental reducido y sus beneficios en la construcción sostenible. Entre los materiales estudiados se encuentran la tierra, la madera, la piedra, el cañamo, la paja, la caña guadua, el corcho, el poliestireno expandido (EPS), el poliestireno extruido (XPS), las mezclas geopoliméricas, la lana de vidrio y los ecoladrillos. Cada material se analiza en términos de sus propiedades térmicas, mecánicas y de sostenibilidad.

**III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material**

- **Material:** Paja
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.045 - 0.060
- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):** No especificadas
- **Aplicaciones Reportadas:** Utilizado como material de construcción en paredes, techos y suelos, proporcionando aislamiento térmico y acústico.
- **Comentarios Adicionales:** La paja es un material natural, renovable y compostable al finalizar su vida útil. Tiene excelentes propiedades térmicas y es una alternativa sostenible para la construcción de edificios verdes.

**IV. Comparación con Otros Materiales (si disponible)**

- **Valores Comparativos**
- **Material 1:** Poliestireno Expandido (EPS)
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.033 - 0.040

## FICHA DOCUMENTAL

### I. Información General del Documento

- **Título del Documento:** [The Little Book of Uso de Materiales de Fibra Biológica en la Construcción Passivhaus en Latinoamérica](#)
- **Autor(es):** [Alejandro Moreno-Rangel](#), [Emmanuel Tseklevs](#), [Juan Manuel Vazquez](#), [Tyler Schmetterer](#)
- **Fecha de Publicación:** 2021
- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):** [Universidad de Lancaster](#), [Instituto Latinoamericano Passivhaus](#)
- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** [Libro](#)

### II. Resumen del Documento

Este libro proporciona una guía sobre el uso de materiales de fibra biológica en la construcción de edificios Passivhaus en América Latina. Se detallan los beneficios y desafíos de la descarbonización del sector de la construcción, destacando la importancia de los materiales sostenibles y eficientes energéticamente. Se analizan diferentes materiales de fibra biológica, incluyendo paja, lana de oveja, y otros materiales naturales, y se presentan estudios de caso y mejores prácticas para su implementación en la región.

### III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material

- **Material:** [Paja Comprimida \(Ekopanely\)](#)
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.099
- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):** No especificado
- **Aplicaciones Reportadas:** Utilizado en paneles de construcción para mejorar la eficiencia energética y reducir costos de calefacción y refrigeración. Los paneles Ekopanely permiten una construcción rápida y fácil, con grandes propiedades aislantes y acústicas.
- **Comentarios Adicionales:** La paja comprimida es un material ecológico elaborado a partir de una materia prima sostenible ampliamente disponible en América Latina. Proporciona una excelente acumulación de calor, adaptándose mejor a los cambios rápidos de temperatura.

### IV. Comparación con Otros Materiales (si disponible)

- **Valores Comparativos**
- **Material 1:** [Corcho Natural](#)
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):**

**FICHA DOCUMENTAL**
**I. Información General del Documento**

- **Título del Documento:** [Materiales Alternativos Empleados en la Construcción de Viviendas en Ecuador: Una Revisión](#)
- **Autor(es):** [Jacque Alejandro Sornoza-Tituano](#), [Robert William Zambrano-Sacón](#), [Beatriz Irene Caballero-Giler](#), [José Fabián Veliz-Párraga](#)
- **Fecha de Publicación:** [Abril 2022](#)
- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):** [Polo del Conocimiento, Vol. 7, No 4, pp. 1072-1097, Universidad Técnica de Manabí](#)
- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** [Artículo de Revisión](#)

**II. Resumen del Documento**

Este trabajo es una revisión sobre los materiales alternativos utilizados en la construcción de viviendas en Ecuador, enfocándose en determinar cuáles son los principales materiales alternativos empleados. La metodología aplicada consistió en una revisión sistemática de 50 manuscritos consultados en bases de datos indexadas como Latindex, Google Scholar, ScIELO, Redalyc y Science Direct. Se identificaron dos categorías de materiales alternativos: naturales u orgánicos y materiales naturales mezclados con inorgánicos. Los primeros incluyen tierra, madera, tapia, adobe, bahareque, bambú y caña guadua; los segundos incluyen bloques o ladrillos fabricados con elementos naturales en combinación con desechos inorgánicos como plástico, y otros como mezclas geopoliméricas y paneles aislantes.

**III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material**

- **Material:** [Paja](#)
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** [0.045 - 0.060](#)
- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):** [No especificadas](#)
- **Aplicaciones Reportadas:** [Utilizado como material de construcción en paredes, techos y suelos, proporcionando aislamiento térmico y acústico.](#)
- **Comentarios Adicionales:** [La paja es un material natural, renovable y compostable al finalizar su vida útil. Tiene excelentes propiedades térmicas y es una alternativa sostenible para la construcción de edificios verdes.](#)

**IV. Comparación con Otros Materiales (si disponible)**

- **Valores Comparativos**
- **Material 1:** [Corcho Natural](#)
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** [0.037](#)

## FICHA DOCUMENTAL

### I. Información General del Documento

- **Título del Documento:** Bio Fabricación. Micelio como material de construcción: biocomposite en sustratos lignocelulósicos
- **Autor(es):** Ignacio Fuentes-Cantillana Monereo
- **Fecha de Publicación:** Junio 2020
- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):** Trabajo Final de Grado en Fundamentos de la Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid
- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** TESIS

### II. Resumen del Documento

Este trabajo final de grado se centra en el uso del micelio como material de construcción. El objetivo es producir biocomposites a partir de micelio, utilizando distintos sustratos de origen orgánico como la paja de trigo, cebada y yute. Se analiza la influencia de diferentes granulometrías, tiempos de crecimiento y aditivos en las propiedades acústicas y mecánicas del material. El estudio propone una estrategia de cultivo óptima y reflexiona sobre la posibilidad de una arquitectura viva y sostenible.

### III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material

- **Material:** Micelio combinado con paja de trigo
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.05 - 0.07
- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):** No especificadas
- **Aplicaciones Reportadas:** Utilizado en paneles aislantes para paredes y techos, mejorando la eficiencia energética y sostenibilidad de las construcciones.
- **Comentarios Adicionales:** El micelio es valorado por su capacidad de crecer utilizando desechos agrícolas, creando un material liviano, resistente y con buenas propiedades de aislamiento térmico y acústico.

### IV. Comparación con Otros Materiales (si disponible)

- **Valores Comparativos**
- **Material 1:** Lana de Oveja
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.037 - 0.040

**Anexo 04 – Ficha documental- Fibra de vidrio**

 <b>UNS</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	<b>UTILIZACIÓN DE UNIDADES TERMO-MODULARES DE VIVIENDA PARA COMBATIR EL FRIAJE EXTREMO CON MATERIALES ORIUNDOS DE TAYABAMBA - LA LIBERTAD – 2021</b>	<b>FD-01</b>
---	--	--------------

**FICHA DOCUMENTAL**
**I. Información General del Documento**

- **Título del Documento:** [Fibra de vidrio vs acero](#)
- **Autor(es):**
- **Fecha de Publicación:**
- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):**
- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** [Documento Técnico](#)

**II. Resumen del Documento**

El documento técnico compara las propiedades de la fibra de vidrio y el acero, destacando las ventajas de la fibra de vidrio como una alternativa a los materiales tradicionales. Se menciona que la fibra de vidrio ofrece la misma resistencia que el acero, pero es más ligera y flexible, lo que la hace resistente a los impactos. Además, la fibra de vidrio es más fuerte en la dirección longitudinal y pesa solo el 25% de lo que pesa el acero. La fibra de vidrio es también resistente a la corrosión y tiene una baja conductividad térmica, lo que la hace ideal para aplicaciones estructurales y de carga.

**III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material**

- Material:** [Fibra de vidrio](#)
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** [0.25](#)
- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):** [No especificadas directamente en el documento.](#)
- **Aplicaciones Reportadas:** [Rampas de carga: Resistente a la carga y a los impactos.](#)  
[Construcción estructural: Alternativa ligera y resistente al acero.](#)
- **Comentarios Adicionales:** [La fibra de vidrio es reciclable, diamagnética, y resistente a la corrosión, lo que la hace ideal para aplicaciones en condiciones difíciles sin necesidad de mantenimiento regular.](#)

**IV. Comparación con Otros Materiales (si disponible)**

- **Valores Comparativos**
- **Material 1:** [Lana de oveja](#)  
**Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** [0.035](#)
- **Material 2:** [Paja de trigo](#)  
**Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** [0.05](#)
- **Material 3:** [Ichu](#)  
**Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** [0.043](#)
- **Material 4:** [Acero](#)  
**Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** [48-58](#)

**FICHA DOCUMENTAL**
**I. Información General del Documento**

- **Título del Documento:** **Ficha Técnica - Lana Fibra de Vidrio**

- **Autor(es):**

- **Fecha de Publicación:**

- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):**

- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** **Documento Técnico**

**II. Resumen del Documento**

La ficha técnica describe las propiedades y aplicaciones de la lana de vidrio, un material utilizado para aislamiento térmico y acústico en la construcción de paredes interiores, muros y cielos rasos. La lana de vidrio se produce fundiendo arena con aditivos a altas temperaturas para formar un producto fibroso con excelentes propiedades de aislamiento térmico y acústico. Este material es incombustible, no tóxico, duradero y fácil de transportar e instalar. La ficha técnica también proporciona recomendaciones de seguridad y almacenamiento para el manejo del producto.

**III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material**

-**Material:** **Fibra de vidrio**

- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** **0.042 W/m·K**

- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):**

- **Aplicaciones Reportadas:** **Paredes interiores: Aislamiento térmico y acústico.**

**Divisiones interiores:** **Aislamiento térmico y acústico.**

**Cielos rasos:** **Aislamiento térmico y acústico.**

- **Comentarios Adicionales:** **La fibra de vidrio ofrece una alta resistencia térmica, es incombustible (clasificación A1), y su instalación correcta elimina puentes térmicos. El producto es ecológico y contribuye a la reducción de gastos energéticos de calefacción y aire acondicionado.**

**IV. Comparación con Otros Materiales (si disponible)**

- **Valores Comparativos**

- **Material 1:** **Lana de oveja**

**Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** **0.035**

**Material 2:** **Paja de trigo**

**Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** **0.05**

**Material 3:** **Ichu**

**Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** **0.043**

**Material 4:** **Acero**

**Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** **48-58**

	<p>UTILIZACIÓN DE UNIDADES TERMO-MODULARES DE VIVIENDA PARA COMBATIR EL FRIAJE EXTREMO CON MATERIALES ORIUNDOS DE TAYABAMBA - LA LIBERTAD – 2021</p>	<p>FD-03</p>
--	--	--------------

### FICHA DOCUMENTAL

#### I. Información General del Documento

- **Título del Documento:** Aislamiento con Fibra de Vidrio
- **Autor(es):**
- **Fecha de Publicación:**
- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):** Catálogo técnico de AISLAHOME
- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** Tesis

#### II. Resumen del Documento

El catálogo de AISLAHOME describe las propiedades y aplicaciones de la fibra de vidrio como material aislante térmico y acústico. La fibra de vidrio se forma fundiendo arena natural, vidrio reciclado y aditivos a 1450°C, lo que produce fibras que, al enfriarse, quedan unidas con aire atrapado en su interior, aumentando la resistencia a la transmisión del calor. Las ventajas de la fibra de vidrio incluyen su excelente aislamiento térmico, resistencia al fuego, durabilidad, y ser un material ecológico que ayuda a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. El catálogo también describe las técnicas de aislamiento con fibra de vidrio, como el insuflado y el soplado, y menciona al fabricante ISOVER como líder en la fabricación de estos productos.

#### III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material

- **Material:** Fibra de vidrio
- **Valor de Conductividad Térmica (W/mK):** 0.035 W/m·K
- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):** No especificadas directamente en la ficha técnica.
- **Aplicaciones Reportadas:** Cubiertas: Aislamiento térmico en cubiertas de edificios.  
Naves industriales: Aislamiento en cubiertas con placa metálica o fibrocemento sándwich, falsos techos.  
Paredes de doble hoja: Aislamiento térmico y acústico en paredes de ladrillo visto y sistemas de entramado metálico.
- **Comentarios Adicionales:** La fibra de vidrio es incombustible (clasificación A1), hidrófuga (repele el agua), permeable al vapor de agua, no requiere mantenimiento, y conserva sus propiedades durante la vida útil de la vivienda.

#### IV. Comparación con Otros Materiales

**FICHA DOCUMENTAL**
**I. Información General del Documento**

- **Título del Documento:** [Thermal Conductivity](#)
- **Autor(es):**
- **Fecha de Publicación:**
- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):** [hyperphysics.gsu.edu](http://hyperphysics.gsu.edu)
- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** [Documento técnico](#)

**II. Resumen del Documento**

El documento proporciona una tabla detallada de conductividades térmicas para diversos materiales, incluyendo metales, líquidos, gases y materiales aislantes. Se incluyen los valores de conductividad térmica en unidades de  $W/m \cdot K$  y  $(cal/sec)/(cm^2 \cdot C/cm)$ . Los datos se obtienen de fuentes confiables como el CRC Handbook of Chemistry and Physics y el libro de texto "University Physics" de Hugh D. Young. La tabla es una referencia útil para ingenieros y científicos que trabajan con transferencia de calor y materiales de aislamiento térmico.

**III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material**

- **Material:** [Fibra de vidrio](#)
- **Valor de Conductividad Térmica ( $W/mK$ ):** [0.04  \$W/m \cdot K\$](#)
- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):** [No especificadas](#)
- **Aplicaciones Reportadas:** [Aislamiento térmico en construcción: Utilizado en paredes, techos y suelos para mejorar la eficiencia energética.](#)  
[Industria automotriz y aeroespacial: Utilizado en componentes donde se requiere aislamiento térmico.](#)
- **Comentarios Adicionales:** [La fibra de vidrio es un excelente aislante térmico debido a su baja conductividad térmica. Es incombustible, duradera y ecológica, lo que la hace ideal para una amplia gama de aplicaciones.](#)

**IV. Comparación con Otros Materiales**

- **Valores Comparativos**
- **Material 1:** [Lana de oveja](#)
- **Valor de Conductividad Térmica ( $W/mK$ ):** [0.035](#)

## FICHA DOCUMENTAL

### I. Información General del Documento

- **Título del Documento:** Aislamiento Térmico
- **Autor(es):** Malca Díaz, Amado; Asesor: Dr. Gerardo Enrique Cancho Zúñiga
- **Fecha de Publicación:** Julio 2020
- **Fuente (Revista, Conferencia, Editorial, Base de Datos):** ERICA.ES
- **Tipo de Documento (Artículo, Tesis, Informe, etc.):** Documento técnico

### II. Resumen del Documento

El documento técnico proporciona una descripción detallada sobre la conductividad térmica de diversos materiales, incluyendo metales, líquidos, gases y materiales aislantes. La conductividad térmica se define como la capacidad de un material para transferir calor, y se mide en unidades de  $W/m \cdot K$ . Se destacan materiales aislantes como la lana de roca, la fibra cerámica y la fibra de vidrio, explicando su capacidad para oponerse al paso del calor por conducción. El documento también menciona que la resistencia térmica es la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor, con valores más altos para materiales ligeros con huecos en su interior.

### III. Datos Relevantes sobre Conductividad Térmica del Material

- **Material:** Fibra de vidrio
- **Valor de Conductividad Térmica ( $W/mK$ ):** 0.04  $W/m \cdot K$
- **Condiciones de Medición (temperatura, humedad, etc.):** No especificadas
- **Aplicaciones Reportadas:** Construcción: Utilizado en paredes, techos y suelos para mejorar la eficiencia energética.  
Industria automotriz y aeroespacial: Utilizado en componentes donde se requiere aislamiento térmico.
- **Comentarios Adicionales:** La fibra de vidrio es un excelente aislante térmico debido a su baja conductividad térmica. Es incombustible, duradera y ecológica, lo que la hace ideal para una amplia gama de aplicaciones.

### IV. Comparación con Otros Materiales (si disponible)

- **Valores Comparativos**
- **Material 1:** Caucho de silicona
- **Valor de Conductividad Térmica ( $W/mK$ ):** 0.24  $W/m \cdot K$

**Anexo 05 –Ficha de observación para medir la temperatura – prototipo con unidades termo-modulares de vivienda con fibra de vidrio**

<b>Temperatura °C</b>		
<b>Test</b>	<b>1T(Exterior)</b>	<b>2T(Interior)</b>
<b>TEST 1</b>	20.00	21.00
	19.30	20.40
	17.53	19.90
	15.85	19.30
	15.20	18.80
	14.97	18.40
	14.84	18.00
	14.70	17.70
	13.90	17.40
	13.20	17.20
	12.50	16.80
	12.00	16.50
	11.50	16.10
<b>TEST 2</b>	21.87	23.78
	20.20	23.50
	19.50	23.35
	16.50	22.76
	15.32	21.50
	14.65	21.30
	14.40	20.00
	13.90	18.75
	13.50	18.60
	13.70	18.30
	13.60	16.73
	13.50	16.40
	12.50	15.98
<b>TEST 3</b>	19.78	21.55
	19.60	21.34
	18.67	20.30
	17.88	20.15
	16.55	20.03
	15.10	19.30
	14.95	18.15
	13.84	17.22
	13.30	16.70
	12.30	15.95
	12.10	15.45
	11.50	15.15
	11.35	13.90

**Anexo 06 –Ficha de observación para medir la temperatura – prototipo con unidades  
 termo-modulares de vivienda con lana de oveja**

Temperatura °C		
TEST	1T(Exterior)	2T(Interior)
<b>TEST 1</b>	5.8	21.1
	5.4	20.4
	5	19.8
	4.9	19.1
	6	18.4
	5.7	17.8
	5.3	17.2
	5.1	16.6
	5.3	16
	5.2	15.4
	5	14.9
	4.7	14.4
<b>TEST 2</b>	7.2	22.2
	6.7	21.5
	6.3	20.9
	5.9	20.3
	5.5	19.7
	5.1	19.1
	4.7	18.4
	4.4	17.8
	4.1	17.2
	3.9	16.7
	3.5	16
	3.9	15.5
<b>TEST 3</b>	8.8	21.5
	8.4	21.1
	7.9	20.6
	7.5	20.1
	7.1	19.6
	6.6	19.2
	6.2	18.6
	5.7	18.1
	5.2	17.6
	4.7	17.2
	4.4	16.7
	4	16.2
3.7	15.7	
3.4	15.3	
3.8	14.8	
<b>TEST 4</b>	5.2	22
	4.8	21.3
	4.4	20.7
	4	20.1
	3.8	19.4

	3.5	18.8
	3.2	18.2
	2.9	17.6
	2.6	17
	2.4	16.4
	2.4	15.8
	2.9	15.2
	2.9	14.7
<b>TEST 5</b>	5.3	21.4
	4.9	20.8
	4.6	20.2
	4.3	19.6
	4	19
	3.8	18.4
	3.5	17.8
	3.2	17.3
	3	16.7
	2.8	16.1
	2.5	15.6
	2.3	15.1
	2.8	14.6
<b>TEST 6</b>	5.8	22.6
	5.4	21.9
	5	21.1
	4.6	20.4
	4.2	19.8
	4	19.1
	3.7	18.5
	3.4	17.8
	3.1	17.2
	2.8	16.6
	2.5	16
4.2	15.4	

**Anexo 07 –Ficha de observación para medir la temperatura – prototipo con unidades termo-modulares de vivienda con ichu.**

<b>Temperatura °C</b>		
<b>TEST</b>	<b>1T(Exterior)</b>	<b>2T(Interior)</b>
<b>TEST 1</b>	6.40	22.80
	6.10	22.10
	5.80	21.40
	5.50	20.70
	5.10	20.00
	5.00	19.30
	5.00	18.70
	4.60	18.00
	4.30	17.40
	4.10	16.80
	3.90	16.20
	3.60	15.60
	3.40	15.10
	3.10	14.60
	2.80	14.00
<b>TEST 2</b>	2.50	13.50
	3.00	13.00
	3.90	20.90
	3.50	20.30
	3.20	19.70
	2.90	19.00
	2.60	18.40
	2.30	17.70
	2.00	17.10
	1.70	16.50
	1.70	15.90
<b>TEST 3</b>	2.10	15.30
	3.40	14.70
	4.40	14.10
	5.50	19.80
	5.10	19.20
	4.80	18.70
	4.50	18.10
	4.30	17.50
	4.00	16.90
	3.80	16.40
	3.50	15.80
<b>TEST 4</b>	3.20	15.30
	2.90	14.70
	2.60	14.20
	2.80	13.70
	6.00	21.40

	5.60	20.70
	5.30	20.10
	5.00	19.50
	4.70	18.80
	4.40	18.20
	4.10	17.60
	3.90	17.00
	3.60	16.50
	3.20	15.90
	3.30	15.40
	3.00	14.80
<b>TEST 5</b>	5.30	21.20
	4.90	20.50
	4.50	19.80
	4.10	19.20
	3.90	18.60
	3.50	18.00
	3.20	17.40
	2.90	16.70
	2.50	16.10
	2.30	15.50
	2.00	14.70
	1.70	14.00
1.40	13.40	
<b>TEST 6</b>	6.10	21.40
	5.70	20.80
	5.30	20.10
	4.80	19.40
	4.40	18.80
	4.00	18.20
	3.70	17.50
	3.40	16.90
	3.10	16.40
	2.80	15.80
	2.50	15.30
	2.20	14.70
1.90	14.20	
1.60	13.70	

**Anexo 08 – Ficha de observación para medir la temperatura – prototipo con unidades  
 termo-modulares de vivienda con paja de trigo**

Temperatura °C		
TEST	1T(Exterior)	2T(Interior)
<b>TEST 1</b>	6.40	21.50
	5.90	20.70
	5.40	20.00
	5.00	19.30
	4.90	18.60
	4.50	17.90
	4.20	17.30
	4.40	16.70
	4.10	16.00
	3.90	15.40
	3.50	14.90
	3.20	14.40
	2.90	13.90
	3.40	13.40
<b>TEST 2</b>	6.00	23.30
	5.60	22.50
	5.30	21.80
	5.00	21.10
	4.70	20.40
	4.30	19.80
	4.10	19.10
	3.90	18.50
	3.60	17.90
	3.30	17.20
	3.40	16.60
	3.10	16.00
3.80	15.50	
<b>TEST 3</b>	9.00	24.30
	8.60	23.60
	8.20	23.00
	7.80	22.30
	7.50	21.70
	7.10	21.00
	6.70	20.40
	6.40	19.80
	6.10	19.20
	5.70	18.60
	5.40	18.00
	5.10	17.50
5.40	16.90	
<b>TEST 4</b>	10.70	23.90
	10.40	23.30
	10.00	22.80
	9.60	22.20

	9.30	21.60
	9.00	21.00
	8.70	20.50
	8.40	19.90
	8.20	19.40
	7.90	18.90
	7.60	18.50
	7.40	18.00
	7.20	17.40
<b>TEST 5</b>	6.80	23.80
	6.40	23.00
	6.10	22.30
	5.70	21.50
	5.40	20.90
	5.00	20.20
	4.70	19.50
	4.40	18.80
	4.10	18.20
	4.10	17.50
	4.00	16.90
	3.80	16.40
<b>TEST 6</b>	3.60	15.80
	6.40	23.20
	6.10	22.50
	5.70	21.70
	5.30	21.00
	5.00	20.30
	4.70	19.60
	4.30	18.90
	4.00	18.20
	3.80	17.50
	3.50	16.90
	3.20	16.30
2.90	15.70	
3.30	15.10	

**Anexo 09 – Certificado de calibración del equipo utilizado.**

### CERTIFICATE OF CALIBRATION

**STATEMENT OF CALIBRATION** Elitech certifies that the products mentioned on the following page have been thoroughly tested, validated and meet performance accuracy specifications over the stated ranges. Calibration expires two years from the date of production.

**REFERENCE EQUIPMENT** Constant Temperature Trough of Low Temperature Model HC-2010 Accuracy  $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ ; Low-Temperature checking Equipment Model ATL60 Accuracy  $\pm 0.015^{\circ}\text{C}$ ; Dew-Point Meter Model rotronic Accuracy  $\pm 1\% \text{RH}$ . All reference instruments are calibrated by Shenzhen Tiansu Calibration and Testing Co., LTD, a CNAS(China National Accreditation Service) accredited laboratory, and traceable to NIST according to Multi-Recognition Agreement.

Temp Accuracy  $-20^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C} (\pm 0.5^{\circ}\text{C})$  Others  $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$  Humi Accuracy  $25^{\circ}\text{C}, 20\% \sim 80\% \text{RH} (\pm 3\% \text{RH})$ ; Others  $\pm 5\% \text{RH}$

Validation Points	Tolerance	Result	Validation Points	Tolerance	Result
+60°C	$\pm 1.0^{\circ}\text{C}$	PASS	70%RH	$\pm 3\% \text{RH}$	PASS
+40°C	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$	PASS	60%RH	$\pm 3\% \text{RH}$	PASS
+25°C	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$	PASS	50%RH	$\pm 3\% \text{RH}$	PASS
0°C	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$	PASS	40%RH	$\pm 3\% \text{RH}$	PASS
-5°C	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$	PASS	30%RH	$\pm 3\% \text{RH}$	PASS
-25°C	$\pm 1.0^{\circ}\text{C}$	PASS	20%RH	$\pm 3\% \text{RH}$	PASS



**Elitech**  
*Elite of technology*

model serial number

Model: RC-4HC S/N: EF7203H00838



Software download: [www.elitechus.com/download/software](http://www.elitechus.com/download/software)

Elitech Technology, Inc.  
www.elitechlog.com  
1551 McCarthy Blvd, Suite 112  
Milpitas, CA 95035 USA

INSPECT BY *Jason Ma*

## Anexo 10 –Presupuesto de las unidades termo-modulares de vivienda con fibra de vidrio.

### Presupuesto

Presupuesto	0102005	MODULO			
Subpresupuesto	001	MÓDULO - LANA DE VIDRIO			
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA			Costo al	17/03/2022
Lugar	ANCASH - SANTA - CHIMBOTE				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>CIMENTACIONES</b>				<b>524.94</b>
01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	30.00	3.42	102.60
01.02	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO	m2	30.00	4.21	126.30
01.03	PEDESTAL DE MADERA 30X30X30	und	12.00	24.67	296.04
02	<b>MODULO ESTANDAR</b>				<b>23,798.07</b>
02.01	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>16,916.29</b>
02.01.01	<b>PISOS</b>				<b>4,753.15</b>
02.01.01.01	SOPORTE PERIMETRAL DE MADERA	m	33.60	48.96	1,645.06
02.01.01.02	SOPORTE TRANSVERSAL DE MADERA - PARRILLA	m	32.50	48.69	1,582.43
02.01.01.03	SOPORTE CENTRAL DE MADERA - CASETON	m	6.00	10.75	64.50
02.01.01.04	REVESTIMIENTO CON AISLANTE	m2	13.34	24.12	321.76
02.01.01.05	FORRADO CON OSB 18MM	m2	30.00	37.98	1,139.40
02.01.02	<b>MUROS</b>				<b>7,805.50</b>
02.01.02.01	PILARES	m	9.60	25.21	242.02
02.01.02.02	SOPORTES LATERALES	m	138.65	19.96	2,767.45
02.01.02.03	SOPORTE VENTANA	m	12.60	14.40	181.44
02.01.02.04	SOPORTE PUERTA	m	5.10	16.29	83.08
02.01.02.05	REVESTIMIENTO CON AISLANTE	m2	35.40	24.12	853.85
02.01.02.06	PARED INTERIOR VOLCANITA	m2	39.50	23.24	917.98
02.01.02.07	CUBREJUNTAS	m	35.00	14.87	520.45
02.01.02.08	GUARDAPOLVOS	m	34.80	14.75	513.30
02.01.02.09	PARED EXTERIOR FIBROCEMENTO	m2	42.50	40.61	1,725.93
02.01.03	<b>TECHO</b>				<b>4,357.64</b>
02.01.03.01	SOPORTE PERIMETRAL DE MADERA TECHO	m	33.60	31.13	1,045.97
02.01.03.02	SOPORTE TRANSVERSAL DE MADERA - PARRILLA LIVIANO	m	32.50	32.43	1,053.98
02.01.03.03	SOPORTE CENTRAL DE MADERA - CASETON LIVIANO	m	6.00	9.33	55.98

02.01.03.04	REVESTIMIENTO CON AISLANTE	m2	15.00	24.12	361.80
02.01.03.05	PARED INTERIOR VOLCANITA	m2	15.00	23.24	348.60
02.01.03.06	CUBREJUNTAS	m	13.80	14.87	205.21
02.01.03.07	COBERTURA	m2	15.00	85.74	1,286.10
02.02	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>4,799.69</b>
02.02.01	<b>PINTURAS</b>				<b>1,548.57</b>
02.02.01.01	PINTURA INTERIOR	m2	39.50	18.46	729.17
02.02.01.02	PINTURA EXTERIOR	m2	42.50	19.28	819.40
02.02.02	<b>PUERTAS</b>				<b>742.25</b>
02.02.02.01	PUERTAS IMPERMEABLE	und	1.00	742.25	742.25
02.02.03	<b>VENTANAS</b>				<b>1,783.26</b>
02.02.03.01	VENTANA IMPERMEABLE	und	3.00	594.42	1,783.26
02.02.04	<b>PISOS</b>				<b>725.61</b>
02.02.04.01	VINIL	m2	13.34	26.58	354.58
02.02.04.02	CONTRAZOCALO DE MADERA	m	15.20	24.41	371.03
02.03	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				<b>2,082.09</b>
02.03.01	<b>TABLEROS ELECTRICOS</b>				<b>390.95</b>
02.03.01.01	TABLERO ELÉCTRICO	und	1.00	390.95	390.95
02.03.02	<b>ILUMINACION INTERIOR</b>				<b>589.16</b>
02.03.02.01	LUMINARIA 2X16 W	und	2.00	106.46	212.92
02.03.02.02	INTERRUPTOR DOBLE DE PVC	pto	5.00	30.44	152.20
02.03.02.03	CABLE DE 2.5 mm2	m	29.70	6.28	186.52
02.03.02.04	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	9.45	3.97	37.52
02.03.03	<b>ILUMINACION EXTERIOR</b>				<b>57.47</b>
02.03.03.01	LUMINARIA 18W EXTERIOR	und	1.00	42.09	42.09
02.03.03.02	CABLE DE 2.5 mm2	m	1.50	6.28	9.42
02.03.03.03	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	1.50	3.97	5.96
02.03.04	<b>TOMACORRIENTE</b>				<b>717.99</b>
02.03.04.01	TOMACORRIENTE DOBLE	pto	5.00	39.74	198.70
02.03.04.02	CABLE DE 4 mm2	m	61.50	7.13	438.50
02.03.04.03	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	20.35	3.97	80.79
02.03.05	<b>CAJAS DE PASE</b>				<b>81.27</b>
02.03.05.01	CAJA DE PASE	und	7.00	11.61	81.27
02.03.06	<b>ACOMETIDAS ELECTRICAS</b>				<b>179.38</b>
02.03.06.01	CABLE DE 6 mm2	m	14.85	8.33	123.70
02.03.06.02	TOMA AEREA	m	1.00	36.03	36.03
02.03.06.03	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	4.95	3.97	19.65
02.03.07	<b>PRUEBAS ELECTRICAS</b>				<b>65.87</b>
02.03.07.01	PRUEBAS ELECTRICAS	glb	1.00	65.87	65.87
03	<b>SS.HH</b>				<b>6,302.31</b>

03.01	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>					<b>3,167.79</b>
03.01.01	<b>APARATOS SANITARIOS</b>					<b>885.44</b>
03.01.01.01	INODORO	und	1.00	331.78		331.78
03.01.01.02	LAVATORIO	und	1.00	368.15		368.15
03.01.01.03	DUCHA	und	1.00	185.51		185.51
03.01.02	<b>ACCESORIOS SANITARIOS</b>					<b>140.63</b>
03.01.02.01	CORTINA	und	1.00	55.38		55.38
03.01.02.02	PAPELERA	und	1.00	37.07		37.07
03.01.02.03	ESPEJO	und	1.00	48.18		48.18
03.01.03	<b>DESAGUE</b>					<b>274.56</b>
03.01.03.01	TUBO DE 2"	m	6.28	23.88		149.97
03.01.03.02	TUBO DE 4"	m	1.00	44.94		44.94
03.01.03.03	YEE 2"	und	1.00	10.11		10.11
03.01.03.04	VENTILACIÓN 2"	pto	1.00	42.13		42.13
03.01.03.05	CODO 90° DS	und	1.00	27.41		27.41
03.01.04	<b>AGUA FRIA</b>					<b>299.93</b>
03.01.04.01	TUBERIA 1/2"	m	10.28	25.25		259.57
03.01.04.02	CODO 90	und	2.00	13.03		26.06
03.01.04.03	TEE 1/2" X 90°	und	1.00	14.30		14.30
03.01.05	<b>AGUA CALIENTE</b>					<b>898.74</b>
03.01.05.01	TUBERIA 1/2" CPVC	m	9.28	39.57		367.21
03.01.05.02	CODO 1/2" X 90° CPVC	und	2.00	13.87		27.74
03.01.05.03	TEE 1/2" X 90° CPVC	und	1.00	14.80		14.80
03.01.05.04	TERMA ELÉCTRICA 50 LT INC	und	1.00	488.99		488.99
	<b>ACCESORIOS</b>					
03.01.06	<b>PRUEBAS HIDRAULICAS</b>					<b>668.49</b>
03.01.06.01	PRUEBA HIDRAULICA DE DESAGUE	glb	1.00	102.27		102.27
03.01.06.02	PRUEBA HIDRAULICA PARA AGUA CALIENTE	glb	1.00	283.11		283.11
03.01.06.03	PRUEBA HIDRAULICA PARA AGUA FRIA	glb	1.00	283.11		283.11
03.02	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>					<b>546.88</b>
03.02.01	<b>TABLEROS ELECTRICOS</b>					<b>89.75</b>
03.02.01.01	LLAVE TERMOMAGNÉTICA	und	1.00	89.75		89.75
03.02.02	<b>ILUMINACION INTERIOR</b>					<b>457.13</b>
03.02.02.01	LUMINARIA 2X16 W	und	1.00	106.46		106.46
03.02.02.02	EXTRACTOR DE AIRE 100C MON 220V	und	1.00	194.92		194.92
03.02.02.03	INTERRUPTOR DOBLE DE PVC	und	1.00	36.99		36.99
03.02.02.04	CABLE DE 2.5 mm2	m	15.75	6.28		98.91
03.02.02.05	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	5.00	3.97		19.85
03.03	<b>ARQUITECTURA</b>					<b>2,587.64</b>
03.03.01	<b>MUROS</b>					<b>1,259.96</b>
03.03.01.01	SOPORTES LATERALES	m	29.75	19.96		593.81

03.03.01.02	PARED INTERIOR VOLCANITA	m2	7.50	23.24	174.30
03.03.01.03	REVESTIMIENTO CON AISLANTE	m2	7.50	24.12	180.90
03.03.01.04	GUARDAPOLVOS	m	11.00	14.75	162.25
03.03.01.05	CUBREJUNTAS	m	10.00	14.87	148.70
03.03.02	<b>PISOS</b>				<b>241.48</b>
03.03.02.01	PISO FALSO	m2	1.90	29.60	56.24
03.03.02.02	VINIL	m2	1.90	26.58	50.50
03.03.02.03	CONTRAZOCALO DE MADERA	m	5.52	24.41	134.74
03.03.03	<b>VANOS</b>				<b>970.82</b>
03.03.03.01	SOPORTE VENTANA	m	2.00	14.40	28.80
03.03.03.02	VENTANA IMPERMEABLE BAÑO	und	1.00	491.46	491.46
03.03.03.03	SOPORTE PUERTA	m	5.60	16.29	91.22
03.03.03.04	PUERTA DE MADERA	und	1.00	359.34	359.34
03.03.04	<b>PINTURAS</b>				<b>115.38</b>
03.03.04.01	PINTURA INTERIOR	m2	6.25	18.46	115.38
04	<b>DIVISIONES</b>				<b>1,223.00</b>
04.01	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>1,223.00</b>
04.01.01	<b>MUROS</b>				<b>992.25</b>
04.01.01.01	SOPORTES LATERALES	m	25.63	19.96	511.57
04.01.01.02	PARED INTERIOR VOLCANITA	m2	6.25	23.24	145.25
04.01.01.03	REVESTIMIENTO CON AISLANTE	m2	6.25	24.12	150.75
04.01.01.04	GUARDAPOLVOS	m	10.00	14.75	147.50
04.01.01.05	CUBREJUNTAS	m	2.50	14.87	37.18
04.01.02	<b>PINTURAS</b>				<b>230.75</b>
04.01.02.01	PINTURA INTERIOR	m2	12.50	18.46	230.75
05	<b>VANOS</b>				<b>82.64</b>
05.01	APERTURA DE VANOS	m2	2.00	41.32	82.64
	<b>Costo Directo</b>				<b>31,930.96</b>

**Anexo 11 –Presupuesto de las unidades termo-modulares de vivienda con lana de oveja.**

S10

Página

Presupuesto					
Presupuesto	<b>0102005</b>	<b>MODULO</b>			
Subpresupuesto	<b>003</b>	<b>MÓDULO - LANA DE OVEJA</b>			
Cliente	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>			Costo	<b>17/03/2022</b>
Lugar	<b>ANCASH - SANTA - CHIMBOTE</b>				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>CIMENTACIONES</b>				<b>524.94</b>
01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	30.00	3.42	102.60
01.02	NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO	m2	30.00	4.21	126.30
01.03	PEDESTAL DE MADERA 30X30X30	und	12.00	24.67	296.04
02	<b>MODULO ESTÁNDAR</b>				<b>22,785.88</b>
02.01	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>15,904.10</b>
02.01.01	<b>PISOS</b>				<b>4,541.31</b>
02.01.01.01	SOPORTE PERIMETRAL DE MADERA	m	33.60	48.96	1,645.06
02.01.01.02	SOPORTE TRANSVERSAL DE MADERA - PARRILLA	m	32.50	48.69	1,582.43
02.01.01.03	SOPORTE CENTRAL DE MADERA - CASETÓN	m	6.00	10.75	64.50
02.01.01.04	REVESTIMIENTO CON AISLANTE - LANA DE OVEJA	m2	13.34	8.24	109.92
02.01.01.05	FORRADO CON OSB 18MM	m2	30.00	37.98	1,139.40
02.01.02	<b>MUROS</b>				<b>7,243.35</b>
02.01.02.01	PILARES	m	9.60	25.21	242.02
02.01.02.02	SOPORTES LATERALES	m	138.65	19.96	2,767.45
02.01.02.03	SOPORTE VENTANA	m	12.60	14.40	181.44
02.01.02.04	SOPORTE PUERTA	m	5.10	16.29	83.08
02.01.02.05	REVESTIMIENTO CON AISLANTE - LANA DE OVEJA	m2	35.40	8.24	291.70
02.01.02.06	PARED INTERIOR VOLCANITA	m2	39.50	23.24	917.98
02.01.02.07	CUBREJUNTAS	m	35.00	14.87	520.45
02.01.02.08	GUARDAPOLVOS	m	34.80	14.75	513.30
02.01.02.09	PARED EXTERIOR FIBROCEMENTO	m2	42.50	40.61	1,725.93
02.01.03	<b>TECHO</b>				<b>4,119.44</b>
02.01.03.01	SOPORTE PERIMETRAL DE MADERA TECHO	m	33.60	31.13	1,045.97
02.01.03.02	SOPORTE TRANSVERSAL DE MADERA - PARRILLA LIVIANO	m	32.50	32.43	1,053.98
02.01.03.03	SOPORTE CENTRAL DE MADERA - CASETON LIVIANO	m	6.00	9.33	55.98
02.01.03.04	REVESTIMIENTO CON AISLANTE - LANA DE OVEJA	m2	15.00	8.24	123.60
02.01.03.05	PARED INTERIOR VOLCANITA	m2	15.00	23.24	348.60
02.01.03.06	CUBREJUNTAS	m	13.80	14.87	205.21
02.01.03.07	COBERTURA	m2	15.00	85.74	1,286.10
02.02	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>4,799.69</b>
02.02.01	<b>PINTURAS</b>				<b>1,548.57</b>
02.02.01.01	PINTURA INTERIOR	m2	39.50	18.46	729.17
02.02.01.02	PINTURA EXTERIOR	m2	42.50	19.28	819.40

02.02.02	<b>PUERTAS</b>					<b>742.25</b>
02.02.02.01	PUERTAS IMPERMEABLE	und	1.00	742.25		742.25
02.02.03	<b>VENTANAS</b>					<b>1,783.26</b>
02.02.03.01	VENTANA IMPERMEABLE	und	3.00	594.42		1,783.26
02.02.04	<b>PISOS</b>					<b>725.61</b>
02.02.04.01	VINIL	m2	13.34	26.58		354.58
02.02.04.02	CONTRAZOCALO DE MADERA	m	15.20	24.41		371.03
02.03	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>					<b>2,082.09</b>
02.03.01	<b>TABLEROS ELECTRICOS</b>					<b>390.95</b>
02.03.01.01	TABLERO ELÉCTRICO	und	1.00	390.95		390.95
02.03.02	<b>ILUMINACION INTERIOR</b>					<b>589.16</b>
02.03.02.01	LUMINARIA 2X16 W	und	2.00	106.46		212.92
02.03.02.02	INTERRUPTOR DOBLE DE PVC	pto	5.00	30.44		152.20
02.03.02.03	CABLE DE 2.5 mm2	m	29.70	6.28		186.52
02.03.02.04	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	9.45	3.97		37.52
02.03.03	<b>ILUMINACION EXTERIOR</b>					<b>57.47</b>
02.03.03.01	LUMINARIA 18W EXTERIOR	und	1.00	42.09		42.09
02.03.03.02	CABLE DE 2.5 mm2	m	1.50	6.28		9.42
02.03.03.03	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	1.50	3.97		5.96
02.03.04	<b>TOMACORRIENTE</b>					<b>717.99</b>
02.03.04.01	TOMACORRIENTE DOBLE	pto	5.00	39.74		198.70
02.03.04.02	CABLE DE 4 mm2	m	61.50	7.13		438.50
02.03.04.03	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	20.35	3.97		80.79
02.03.05	<b>CAJAS DE PASE</b>					<b>81.27</b>
02.03.05.01	CAJA DE PASE	und	7.00	11.61		81.27
02.03.06	<b>ACOMETIDAS ELECTRICAS</b>					<b>179.38</b>
02.03.06.01	CABLE DE 6 mm2	m	14.85	8.33		123.70
02.03.06.02	TOMA AEREA	m	1.00	36.03		36.03
02.03.06.03	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	4.95	3.97		19.65
02.03.07	<b>PRUEBAS ELECTRICAS</b>					<b>65.87</b>
02.03.07.01	PRUEBAS ELECTRICAS	glb	1.00	65.87		65.87
03	<b>SS.HH</b>					<b>6,183.21</b>
03.01	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>					<b>3,167.79</b>
03.01.01	<b>APARATOS SANITARIOS</b>					<b>885.44</b>
03.01.01.01	INODORO	und	1.00	331.78		331.78
03.01.01.02	LAVATORIO	und	1.00	368.15		368.15
03.01.01.03	DUCHA	und	1.00	185.51		185.51
03.01.02	<b>ACCESORIOS SANITARIOS</b>					<b>140.63</b>
03.01.02.01	CORTINA	und	1.00	55.38		55.38
03.01.02.02	PAPELERA	und	1.00	37.07		37.07
03.01.02.03	ESPEJO	und	1.00	48.18		48.18
03.01.03	<b>DESAGUE</b>					<b>274.56</b>
03.01.03.01	TUBO DE 2"	m	6.28	23.88		149.97
03.01.03.02	TUBO DE 4"	m	1.00	44.94		44.94
03.01.03.03	YEE 2"	und	1.00	10.11		10.11
03.01.03.04	VENTILACIÓN 2"	pto	1.00	42.13		42.13
03.01.03.05	CODO 90° DS	und	1.00	27.41		27.41
03.01.04	<b>AGUA FRIA</b>					<b>299.93</b>
03.01.04.01	TUBERIA 1/2"	m	10.28	25.25		259.57
03.01.04.02	CODO 90	und	2.00	13.03		26.06
03.01.04.03	TEE 1/2" X 90°	und	1.00	14.30		14.30
03.01.05	<b>AGUA CALIENTE</b>					<b>898.74</b>
03.01.05.01	TUBERIA 1/2" CPVC	m	9.28	39.57		367.21
03.01.05.02	CODO 1/2" X 90° CPVC	und	2.00	13.87		27.74
03.01.05.03	TEE 1/2" X 90° CPVC	und	1.00	14.80		14.80

03.01.05.04	TERMA ELÉCTRICA 50 LT INC ACCESORIOS	und	1.00	488.99	488.99
03.01.06	<b>PRUEBAS HIDRAULICAS</b>				<b>668.49</b>
03.01.06.01	PRUEBA HIDRAULICA DE DESAGUE	glb	1.00	102.27	102.27
03.01.06.02	PRUEBA HIDRAULICA PARA AGUA CALIENTE	glb	1.00	283.11	283.11
03.01.06.03	PRUEBA HIDRAULICA PARA AGUA FRIA	glb	1.00	283.11	283.11
03.02	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				<b>546.88</b>
03.02.01	<b>TABLEROS ELECTRICOS</b>				<b>89.75</b>
03.02.01.01	LLAVE TERMOMAGNÉTICA	und	1.00	89.75	89.75
03.02.02	<b>ILUMINACION INTERIOR</b>				<b>457.13</b>
03.02.02.01	LUMINARIA 2X16 W	und	1.00	106.46	106.46
03.02.02.02	EXTRACTOR DE AIRE 100C MON 220V	und	1.00	194.92	194.92
03.02.02.03	INTERRUPTOR DOBLE DE PVC	und	1.00	36.99	36.99
03.02.02.04	CABLE DE 2.5 mm2	m	15.75	6.28	98.91
03.02.02.05	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	5.00	3.97	19.85
03.03	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>2,468.54</b>
03.03.01	<b>MUROS</b>				<b>1,140.86</b>
03.03.01.01	SOPORTES LATERALES	m	29.75	19.96	593.81
03.03.01.02	PARED INTERIOR VOLCANITA	m2	7.50	23.24	174.30
03.03.01.03	REVESTIMIENTO CON AISLANTE - LANA DE OVEJA	m2	7.50	8.24	61.80
03.03.01.04	GUARDAPOLVOS	m	11.00	14.75	162.25
03.03.01.05	CUBREJUNTAS	m	10.00	14.87	148.70
03.03.02	<b>PISOS</b>				<b>241.48</b>
03.03.02.01	PISO FALSO	m2	1.90	29.60	56.24
03.03.02.02	VINIL	m2	1.90	26.58	50.50
03.03.02.03	CONTRAZOCALO DE MADERA	m	5.52	24.41	134.74
03.03.03	<b>VANOS</b>				<b>970.82</b>
03.03.03.01	SOPORTE VENTANA	m	2.00	14.40	28.80
03.03.03.02	VENTANA IMPERMEABLE BAÑO	und	1.00	491.46	491.46
03.03.03.03	SOPORTE PUERTA	m	5.60	16.29	91.22
03.03.03.04	PUERTA DE MADERA	und	1.00	359.34	359.34
03.03.04	<b>PINTURAS</b>				<b>115.38</b>
03.03.04.01	PINTURA INTERIOR	m2	6.25	18.46	115.38
04	<b>DIVISIONES</b>				<b>1,123.75</b>
04.01	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>1,123.75</b>
04.01.01	<b>MUROS</b>				<b>893.00</b>
04.01.01.01	SOPORTES LATERALES	m	25.63	19.96	511.57
04.01.01.02	PARED INTERIOR VOLCANITA	m2	6.25	23.24	145.25
04.01.01.03	REVESTIMIENTO CON AISLANTE - LANA DE OVEJA	m2	6.25	8.24	51.50
04.01.01.04	GUARDAPOLVOS	m	10.00	14.75	147.50
04.01.01.05	CUBREJUNTAS	m	2.50	14.87	37.18
04.01.02	<b>PINTURAS</b>				<b>230.75</b>
04.01.02.01	PINTURA INTERIOR	m2	12.50	18.46	230.75
05	<b>VANOS</b>				<b>82.64</b>
05.01	APERTURA DE VANOS	m2	2.00	41.32	82.64
	<b>Costo Directo</b>				<b>30,700.42</b>

**SON : TREINTA MIL SETECIENTOS Y 42/100 NUEVOS SOLES**

**Anexo 12 –Presupuesto de las unidades termo-modulares de vivienda con ichu**

Presupuesto					
Presupuesto	<b>0102005</b>			<b>MODULO</b>	
Subpresupuesto	<b>002</b>			<b>MÓDULO - ICHU</b>	
Cliente	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>			Costo al	<b>17/03/2022</b>
Lugar	<b>ANCASH - SANTA - CHIMBOTE</b>				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>CIMENTACIONES</b>				<b>524.94</b>
01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	30.00	3.42	102.60
01.02	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO	m2	30.00	4.21	126.30
01.03	PEDESTAL DE MADERA 30X30X30	und	12.00	24.67	296.04
02	<b>MODULO ESTANDAR</b>				<b>22,722.14</b>
02.01	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>15,840.36</b>
02.01.01	<b>PISOS</b>				<b>4,527.97</b>
02.01.01.01	SOPORTE PERIMETRAL DE MADERA	m	33.60	48.96	1,645.06
02.01.01.02	SOPORTE TRANSVERSAL DE MADERA - PARRILLA	m	32.50	48.69	1,582.43
02.01.01.03	SOPORTE CENTRAL DE MADERA - CASETON	m	6.00	10.75	64.50
02.01.01.04	REVESTIMIENTO CON AISLANTE - ICHU	m2	13.34	7.24	96.58
02.01.01.05	FORRADO CON OSB 18MM	m2	30.00	37.98	1,139.40
02.01.02	<b>MUROS</b>				<b>7,207.95</b>
02.01.02.01	PILARES	m	9.60	25.21	242.02
02.01.02.02	SOPORTES LATERALES	m	138.65	19.96	2,767.45
02.01.02.03	SOPORTE VENTANA	m	12.60	14.40	181.44
02.01.02.04	SOPORTE PUERTA	m	5.10	16.29	83.08
02.01.02.05	REVESTIMIENTO CON AISLANTE - ICHU	m2	35.40	7.24	256.30
02.01.02.06	PARED INTERIOR VOLCANITA	m2	39.50	23.24	917.98
02.01.02.07	CUBREJUNTAS	m	35.00	14.87	520.45
02.01.02.08	GUARDAPOLVOS	m	34.80	14.75	513.30
02.01.02.09	PARED EXTERIOR FIBROCEMENTO	m2	42.50	40.61	1,725.93
02.01.03	<b>TECHO</b>				<b>4,104.44</b>
02.01.03.01	SOPORTE PERIMETRAL DE MADERA TECHO	m	33.60	31.13	1,045.97
02.01.03.02	SOPORTE TRANSVERSAL DE MADERA - PARRILLA LIVIANO	m	32.50	32.43	1,053.98
02.01.03.03	SOPORTE CENTRAL DE MADERA - CASETON LIVIANO	m	6.00	9.33	55.98
02.01.03.04	REVESTIMIENTO CON AISLANTE - ICHU	m2	15.00	7.24	108.60
02.01.03.05	PARED INTERIOR VOLCANITA	m2	15.00	23.24	348.60
02.01.03.06	CUBREJUNTAS	m	13.80	14.87	205.21
02.01.03.07	COBERTURA	m2	15.00	85.74	1,286.10

02.02	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>4,799.69</b>
02.02.01	<b>PINTURAS</b>				<b>1,548.57</b>
02.02.01.01	PINTURA INTERIOR	m2	39.50	18.46	729.17
02.02.01.02	PINTURA EXTERIOR	m2	42.50	19.28	819.40
02.02.02	<b>PUERTAS</b>				<b>742.25</b>
02.02.02.01	PUERTAS IMPERMEABLE	und	1.00	742.25	742.25
02.02.03	<b>VENTANAS</b>				<b>1,783.26</b>
02.02.03.01	VENTANA IMPERMEABLE	und	3.00	594.42	1,783.26
02.02.04	<b>PISOS</b>				<b>725.61</b>
02.02.04.01	VINIL	m2	13.34	26.58	354.58
02.02.04.02	CONTRAZOCALO DE MADERA	m	15.20	24.41	371.03
02.03	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				<b>2,082.09</b>
02.03.01	<b>TABLEROS ELECTRICOS</b>				<b>390.95</b>
02.03.01.01	TABLERO ELÉCTRICO	und	1.00	390.95	390.95
02.03.02	<b>ILUMINACION INTERIOR</b>				<b>589.16</b>
02.03.02.01	LUMINARIA 2X16 W	und	2.00	106.46	212.92
02.03.02.02	INTERRUPTOR DOBLE DE PVC	pto	5.00	30.44	152.20
02.03.02.03	CABLE DE 2.5 mm2	m	29.70	6.28	186.52
02.03.02.04	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	9.45	3.97	37.52
02.03.03	<b>ILUMINACION EXTERIOR</b>				<b>57.47</b>
02.03.03.01	LUMINARIA 18W EXTERIOR	und	1.00	42.09	42.09
02.03.03.02	CABLE DE 2.5 mm2	m	1.50	6.28	9.42
02.03.03.03	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	1.50	3.97	5.96
02.03.04	<b>TOMACORRIENTE</b>				<b>717.99</b>
02.03.04.01	TOMACORRIENTE DOBLE	pto	5.00	39.74	198.70
02.03.04.02	CABLE DE 4 mm2	m	61.50	7.13	438.50
02.03.04.03	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	20.35	3.97	80.79
02.03.05	<b>CAJAS DE PASE</b>				<b>81.27</b>
02.03.05.01	CAJA DE PASE	und	7.00	11.61	81.27
02.03.06	<b>ACOMETIDAS ELECTRICAS</b>				<b>179.38</b>
02.03.06.01	CABLE DE 6 mm2	m	14.85	8.33	123.70
02.03.06.02	TOMA AEREA	m	1.00	36.03	36.03
02.03.06.03	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	4.95	3.97	19.65
02.03.07	<b>PRUEBAS ELECTRICAS</b>				<b>65.87</b>
02.03.07.01	PRUEBAS ELECTRICAS	glb	1.00	65.87	65.87
03	<b>SS.HH</b>				<b>6,175.71</b>
03.01	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				<b>3,167.79</b>
03.01.01	<b>APARATOS SANITARIOS</b>				<b>885.44</b>
03.01.01.01	INODORO	und	1.00	331.78	331.78
03.01.01.02	LAVATORIO	und	1.00	368.15	368.15
03.01.01.03	DUCHA	und	1.00	185.51	185.51
03.01.02	<b>ACCESORIOS SANITARIOS</b>				<b>140.63</b>
03.01.02.01	CORTINA	und	1.00	55.38	55.38
03.01.02.02	PAPELERA	und	1.00	37.07	37.07
03.01.02.03	ESPEJO	und	1.00	48.18	48.18
03.01.03	<b>DESAGUE</b>				<b>274.56</b>
03.01.03.01	TUBO DE 2"	m	6.28	23.88	149.97

03.01.03.02	TUBO DE 4"	m	1.00	44.94	44.94
03.01.03.03	YEE 2"	und	1.00	10.11	10.11
03.01.03.04	VENTILACIÓN 2"	pto	1.00	42.13	42.13
03.01.03.05	CODO 90° DS	und	1.00	27.41	27.41
03.01.04	<b>AGUA FRIA</b>				<b>299.93</b>
03.01.04.01	TUBERIA 1/2"	m	10.28	25.25	259.57
03.01.04.02	CODO 90	und	2.00	13.03	26.06
03.01.04.03	TEE 1/2" X 90°	und	1.00	14.30	14.30
03.01.05	<b>AGUA CALIENTE</b>				<b>898.74</b>
03.01.05.01	TUBERIA 1/2" CPVC	m	9.28	39.57	367.21
03.01.05.02	CODO 1/2" X 90° CPVC	und	2.00	13.87	27.74
03.01.05.03	TEE 1/2" X 90° CPVC	und	1.00	14.80	14.80
03.01.05.04	TERMA ELÉCTRICA 50 LT INC	und	1.00	488.99	488.99
	<b>ACCESORIOS</b>				
03.01.06	<b>PRUEBAS HIDRAULICAS</b>				<b>668.49</b>
03.01.06.01	PRUEBA HIDRAULICA DE DESAGUE	glb	1.00	102.27	102.27
03.01.06.02	PRUEBA HIDRAULICA PARA AGUA CALIENTE	glb	1.00	283.11	283.11
03.01.06.03	PRUEBA HIDRAULICA PARA AGUA FRIA	glb	1.00	283.11	283.11
03.02	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				<b>546.88</b>
03.02.01	<b>TABLEROS ELECTRICOS</b>				<b>89.75</b>
03.02.01.01	LLAVE TERMOMAGNÉTICA	und	1.00	89.75	89.75
03.02.02	<b>ILUMINACION INTERIOR</b>				<b>457.13</b>
03.02.02.01	LUMINARIA 2X16 W	und	1.00	106.46	106.46
03.02.02.02	EXTRACTOR DE AIRE 100C MON 220V	und	1.00	194.92	194.92
03.02.02.03	INTERRUPTOR DOBLE DE PVC	und	1.00	36.99	36.99
03.02.02.04	CABLE DE 2.5 mm2	m	15.75	6.28	98.91
03.02.02.05	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	5.00	3.97	19.85
03.03	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>2,461.04</b>
03.03.01	<b>MUROS</b>				<b>1,133.36</b>
03.03.01.01	SOPORTES LATERALES	m	29.75	19.96	593.81
03.03.01.02	PARED INTERIOR VOLCANITA	m2	7.50	23.24	174.30
03.03.01.03	REVESTIMIENTO CON AISLANTE - ICHU	m2	7.50	7.24	54.30
03.03.01.04	GUARDAPOLVOS	m	11.00	14.75	162.25
03.03.01.05	CUBREJUNTAS	m	10.00	14.87	148.70
03.03.02	<b>PISOS</b>				<b>241.48</b>
03.03.02.01	PISO FALSO	m2	1.90	29.60	56.24
03.03.02.02	VINIL	m2	1.90	26.58	50.50
03.03.02.03	CONTRAZOCALO DE MADERA	m	5.52	24.41	134.74
03.03.03	<b>VANOS</b>				<b>970.82</b>
03.03.03.01	SOPORTE VENTANA	m	2.00	14.40	28.80
03.03.03.02	VENTANA IMPERMEABLE BAÑO	und	1.00	491.46	491.46
03.03.03.03	SOPORTE PUERTA	m	5.60	16.29	91.22
03.03.03.04	PUERTA DE MADERA	und	1.00	359.34	359.34

03.03.04	<b>PINTURAS</b>					<b>115.38</b>
03.03.04.01	PINTURA INTERIOR	m2	6.25	18.46		115.38
04	<b>DIVISIONES</b>					<b>1,117.50</b>
04.01	<b>ARQUITECTURA</b>					<b>1,117.50</b>
04.01.01	<b>MUROS</b>					<b>886.75</b>
04.01.01.01	SOPORTES LATERALES	m	25.63	19.96		511.57
04.01.01.02	PARED INTERIOR VOLCANITA	m2	6.25	23.24		145.25
04.01.01.03	REVESTIMIENTO CON AISLANTE - ICHU	m2	6.25	7.24		45.25
04.01.01.04	GUARDAPOLVOS	m	10.00	14.75		147.50
04.01.01.05	CUBREJUNTAS	m	2.50	14.87		37.18
04.01.02	<b>PINTURAS</b>					<b>230.75</b>
04.01.02.01	PINTURA INTERIOR	m2	12.50	18.46		230.75
05	<b>VANOS</b>					<b>82.64</b>
05.01	APERTURA DE VANOS	m2	2.00	41.32		82.64
	<b>Costo Directo</b>					<b>30,622.93</b>

**SON : TREINTA MIL SEISCIENTOS VEINTIDOS Y 93/100 NUEVOS SOLES**

**Anexo 13 –Presupuesto de las unidades termo-modulares de vivienda con paja de trigo**

Presupuesto					
Presupuesto	<b>0102005</b>			<b>MODULO</b>	
Subpresupuesto	<b>004</b>			<b>MÓDULO - PAJA DE TRIGO</b>	
Cliente	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</b>			Costo al <b>17/03/2022</b>	
Lugar	<b>ANCASH - SANTA - CHIMBOTE</b>				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>CIMENTACIONES</b>				<b>524.94</b>
01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	30.00	3.42	102.60
01.02	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO	m2	30.00	4.21	126.30
01.03	PEDESTAL DE MADERA 30X30X30	und	12.00	24.67	296.04
02	<b>MODULO ESTANDAR</b>				<b>22,658.40</b>
02.01	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>15,776.62</b>
02.01.01	<b>PISOS</b>				<b>4,514.63</b>
02.01.01.01	SOPORTE PERIMETRAL DE MADERA	m	33.60	48.96	1,645.06
02.01.01.02	SOPORTE TRANSVERSAL DE MADERA - PARRILLA	m	32.50	48.69	1,582.43
02.01.01.03	SOPORTE CENTRAL DE MADERA - CASETON	m	6.00	10.75	64.50
02.01.01.04	REVESTIMIENTO CON AISLANTE - PAJA DE TRIGO	m2	13.34	6.24	83.24
02.01.01.05	FORRADO CON OSB 18MM	m2	30.00	37.98	1,139.40
02.01.02	<b>MUROS</b>				<b>7,172.55</b>
02.01.02.01	PILARES	m	9.60	25.21	242.02
02.01.02.02	SOPORTES LATERALES	m	138.65	19.96	2,767.45
02.01.02.03	SOPORTE VENTANA	m	12.60	14.40	181.44
02.01.02.04	SOPORTE PUERTA	m	5.10	16.29	83.08
02.01.02.05	REVESTIMIENTO CON AISLANTE - PAJA DE TRIGO	m2	35.40	6.24	220.90
02.01.02.06	PARED INTERIOR VOLCANITA	m2	39.50	23.24	917.98
02.01.02.07	CUBREJUNTAS	m	35.00	14.87	520.45
02.01.02.08	GUARDAPOLVOS	m	34.80	14.75	513.30
02.01.02.09	PARED EXTERIOR FIBROCEMENTO	m2	42.50	40.61	1,725.93
02.01.03	<b>TECHO</b>				<b>4,089.44</b>
02.01.03.01	SOPORTE PERIMETRAL DE MADERA TECHO	m	33.60	31.13	1,045.97
02.01.03.02	SOPORTE TRANSVERSAL DE MADERA - PARRILLA LIVIANO	m	32.50	32.43	1,053.98
02.01.03.03	SOPORTE CENTRAL DE MADERA - CASETON LIVIANO	m	6.00	9.33	55.98
02.01.03.04	REVESTIMIENTO CON AISLANTE - PAJA DE TRIGO	m2	15.00	6.24	93.60
02.01.03.05	PARED INTERIOR VOLCANITA	m2	15.00	23.24	348.60
02.01.03.06	CUBREJUNTAS	m	13.80	14.87	205.21
02.01.03.07	COBERTURA	m2	15.00	85.74	1,286.10
02.02	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>4,799.69</b>
02.02.01	<b>PINTURAS</b>				<b>1,548.57</b>

02.02.01.01	PINTURA INTERIOR	m2	39.50	18.46	729.17
02.02.01.02	PINTURA EXTERIOR	m2	42.50	19.28	819.40
02.02.02	<b>PUERTAS</b>				<b>742.25</b>
02.02.02.01	PUERTAS IMPERMEABLE	und	1.00	742.25	742.25
02.02.03	<b>VENTANAS</b>				<b>1,783.26</b>
02.02.03.01	VENTANA IMPERMEABLE	und	3.00	594.42	1,783.26
02.02.04	<b>PISOS</b>				<b>725.61</b>
02.02.04.01	VINIL	m2	13.34	26.58	354.58
02.02.04.02	CONTRAZOCALO DE MADERA	m	15.20	24.41	371.03
02.03	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				<b>2,082.09</b>
02.03.01	<b>TABLEROS ELECTRICOS</b>				<b>390.95</b>
02.03.01.01	TABLERO ELÉCTRICO	und	1.00	390.95	390.95
02.03.02	<b>ILUMINACION INTERIOR</b>				<b>589.16</b>
02.03.02.01	LUMINARIA 2X16 W	und	2.00	106.46	212.92
02.03.02.02	INTERRUPTOR DOBLE DE PVC	pto	5.00	30.44	152.20
02.03.02.03	CABLE DE 2.5 mm2	m	29.70	6.28	186.52
02.03.02.04	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	9.45	3.97	37.52
02.03.03	<b>ILUMINACION EXTERIOR</b>				<b>57.47</b>
02.03.03.01	LUMINARIA 18W EXTERIOR	und	1.00	42.09	42.09
02.03.03.02	CABLE DE 2.5 mm2	m	1.50	6.28	9.42
02.03.03.03	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	1.50	3.97	5.96
02.03.04	<b>TOMACORRIENTE</b>				<b>717.99</b>
02.03.04.01	TOMACORRIENTE DOBLE	pto	5.00	39.74	198.70
02.03.04.02	CABLE DE 4 mm2	m	61.50	7.13	438.50
02.03.04.03	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	20.35	3.97	80.79
02.03.05	<b>CAJAS DE PASE</b>				<b>81.27</b>
02.03.05.01	CAJA DE PASE	und	7.00	11.61	81.27
02.03.06	<b>ACOMETIDAS ELECTRICAS</b>				<b>179.38</b>
02.03.06.01	CABLE DE 6 mm2	m	14.85	8.33	123.70
02.03.06.02	TOMA AEREA	m	1.00	36.03	36.03
02.03.06.03	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	4.95	3.97	19.65
02.03.07	<b>PRUEBAS ELECTRICAS</b>				<b>65.87</b>
02.03.07.01	PRUEBAS ELECTRICAS	glb	1.00	65.87	65.87
03	<b>SS.HH</b>				<b>6,168.21</b>
03.01	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				<b>3,167.79</b>
03.01.01	<b>APARATOS SANITARIOS</b>				<b>885.44</b>
03.01.01.01	INODORO	und	1.00	331.78	331.78
03.01.01.02	LAVATORIO	und	1.00	368.15	368.15
03.01.01.03	DUCHA	und	1.00	185.51	185.51
03.01.02	<b>ACCESORIOS SANITARIOS</b>				<b>140.63</b>
03.01.02.01	CORTINA	und	1.00	55.38	55.38
03.01.02.02	PAPELERA	und	1.00	37.07	37.07
03.01.02.03	ESPEJO	und	1.00	48.18	48.18
03.01.03	<b>DESAGUE</b>				<b>274.56</b>
03.01.03.01	TUBO DE 2"	m	6.28	23.88	149.97
03.01.03.02	TUBO DE 4"	m	1.00	44.94	44.94
03.01.03.03	YEE 2"	und	1.00	10.11	10.11

03.01.03.04	VENTILACIÓN 2"	pto	1.00	42.13	42.13
03.01.03.05	CODO 90° DS	und	1.00	27.41	27.41
03.01.04	<b>AGUA FRIA</b>				<b>299.93</b>
03.01.04.01	TUBERIA 1/2"	m	10.28	25.25	259.57
03.01.04.02	CODO 90	und	2.00	13.03	26.06
03.01.04.03	TEE 1/2" X 90°	und	1.00	14.30	14.30
03.01.05	<b>AGUA CALIENTE</b>				<b>898.74</b>
03.01.05.01	TUBERIA 1/2" CPVC	m	9.28	39.57	367.21
03.01.05.02	CODO 1/2" X 90° CPVC	und	2.00	13.87	27.74
03.01.05.03	TEE 1/2" X 90° CPVC	und	1.00	14.80	14.80
03.01.05.04	TERMA ELÉCTRICA 50 LT INC	und	1.00	488.99	488.99
	<b>ACCESORIOS</b>				
03.01.06	<b>PRUEBAS HIDRAULICAS</b>				<b>668.49</b>
03.01.06.01	PRUEBA HIDRAULICA DE DESAGUE	glb	1.00	102.27	102.27
03.01.06.02	PRUEBA HIDRAULICA PARA AGUA CALIENTE	glb	1.00	283.11	283.11
03.01.06.03	PRUEBA HIDRAULICA PARA AGUA FRIA	glb	1.00	283.11	283.11
03.02	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				<b>546.88</b>
03.02.01	<b>TABLEROS ELECTRICOS</b>				<b>89.75</b>
03.02.01.01	LLAVE TERMOMAGNÉTICA	und	1.00	89.75	89.75
03.02.02	<b>ILUMINACION INTERIOR</b>				<b>457.13</b>
03.02.02.01	LUMINARIA 2X16 W	und	1.00	106.46	106.46
03.02.02.02	EXTRACTOR DE AIRE 100C MON 220V	und	1.00	194.92	194.92
03.02.02.03	INTERRUPTOR DOBLE DE PVC	und	1.00	36.99	36.99
03.02.02.04	CABLE DE 2.5 mm2	m	15.75	6.28	98.91
03.02.02.05	TUBO CORRUGADO 3/4 (20 mm)	m	5.00	3.97	19.85
03.03	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>2,453.54</b>
03.03.01	<b>MUROS</b>				<b>1,125.86</b>
03.03.01.01	SOPORTES LATERALES	m	29.75	19.96	593.81
03.03.01.02	PARED INTERIOR VOLCANITA	m2	7.50	23.24	174.30
03.03.01.03	REVESTIMIENTO CON AISLANTE - PAJA DE TRIGO	m2	7.50	6.24	46.80
03.03.01.04	GUARDAPOLVOS	m	11.00	14.75	162.25
03.03.01.05	CUBREJUNTAS	m	10.00	14.87	148.70
03.03.02	<b>PISOS</b>				<b>241.48</b>
03.03.02.01	PISO FALSO	m2	1.90	29.60	56.24
03.03.02.02	VINIL	m2	1.90	26.58	50.50
03.03.02.03	CONTRAZOCALO DE MADERA	m	5.52	24.41	134.74
03.03.03	<b>VANOS</b>				<b>970.82</b>
03.03.03.01	SOPORTE VENTANA	m	2.00	14.40	28.80
03.03.03.02	VENTANA IMPERMEABLE BAÑO	und	1.00	491.46	491.46
03.03.03.03	SOPORTE PUERTA	m	5.60	16.29	91.22
03.03.03.04	PUERTA DE MADERA	und	1.00	359.34	359.34
03.03.04	<b>PINTURAS</b>				<b>115.38</b>
03.03.04.01	PINTURA INTERIOR	m2	6.25	18.46	115.38
04	<b>DIVISIONES</b>				<b>1,111.25</b>
04.01	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>1,111.25</b>

04.01.01	<b>MUROS</b>				<b>880.50</b>
04.01.01.01	SOPORTES LATERALES	m	25.63	19.96	511.57
04.01.01.02	PARED INTERIOR VOLCANITA	m2	6.25	23.24	145.25
04.01.01.03	REVESTIMIENTO CON AISLANTE - PAJA DE TRIGO	m2	6.25	6.24	39.00
04.01.01.04	GUARDAPOLVOS	m	10.00	14.75	147.50
04.01.01.05	CUBREJUNTAS	m	2.50	14.87	37.18
04.01.02	<b>PINTURAS</b>				<b>230.75</b>
04.01.02.01	PINTURA INTERIOR	m2	12.50	18.46	230.75
05	<b>VANOS</b>				<b>82.64</b>
05.01	APERTURA DE VANOS	m2	2.00	41.32	82.64
	<b>Costo Directo</b>				<b>30,545.44</b>

**SON : TREINTA MIL QUINIENTOS CUARENTICINCO Y 44/100 NUEVOS  
 SOLES**

## Anexo 14 – Resultado de prueba estadística por SPSS

ONEWAY Temperatura\_interior BY Material

/STATISTICS DESCRIPTIVES

/PLOT MEANS

/MISSING ANALYSIS

/POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).

### ANOVA de un factor

#### Notas

Resultados creados		13-JUL-2024 12:30:38
Comentarios		
	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos0
	Filtro	<ninguno>
Entrada	Peso	<ninguno>
	Dividir archivo	<ninguno>
	Núm. de filas del archivo de trabajo	88
	Definición de los valores perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario serán tratados como perdidos.
Tratamiento de los valores perdidos	Casos utilizados	Los estadísticos de cada análisis se basan en los casos sin datos perdidos para cualquier variable en el análisis.
		ONEWAY Temperatura_interior BY Material
		/STATISTICS DESCRIPTIVES
Sintaxis		/PLOT MEANS
		/MISSING ANALYSIS
		/POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.09
	Tiempo transcurrido	00:00:00.10

[Conjunto\_de\_datos0]

**Descriptivos**

Temperatura\_interior

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Sin aislante	22	3,027	2,4986	,5327	1,919	4,135
Lana	22	16,573	3,1850	,6790	15,161	17,985
Ichu	22	11,009	5,1803	1,1044	8,712	13,306
Paja	22	15,450	3,2468	,6922	14,010	16,890
Total	88	11,515	6,4532	,6879	10,147	12,882

**Descriptivos**

Temperatura\_interior

	Mínimo	Máximo
Sin aislante	-1,0	7,1
Lana	11,4	21,7
Ichu	2,7	19,4
Paja	10,2	20,7
Total	-1,0	21,7

**ANOVA de un factor**

Temperatura\_interior

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2493,970	3	831,323	61,850	,000
Intra-grupos	1129,040	84	13,441		
Total	3623,011	87			

**Pruebas post hoc**
**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: Temperatura\_interior

HSD de Tukey

(I) Material	(J) Material	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Sin aislante	Lana	-13,5455	1,1054	,000	-16,443	-10,648
	Ichu	-7,9818	1,1054	,000	-10,879	-5,084
	Paja	-12,4227	1,1054	,000	-15,320	-9,525
Lana	Sin aislante	13,5455	1,1054	,000	10,648	16,443
	Ichu	5,5636	1,1054	,000	2,666	8,461
	Paja	1,1227	1,1054	,741	-1,775	4,020
Ichu	Sin aislante	7,9818	1,1054	,000	5,084	10,879
	Lana	-5,5636	1,1054	,000	-8,461	-2,666
	Paja	-4,4409	1,1054	,001	-7,338	-1,543
Paja	Sin aislante	12,4227	1,1054	,000	9,525	15,320
	Lana	-1,1227	1,1054	,741	-4,020	1,775
	Ichu	4,4409	1,1054	,001	1,543	7,338

. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

## Subconjuntos homogéneos

### Temperatura\_interior

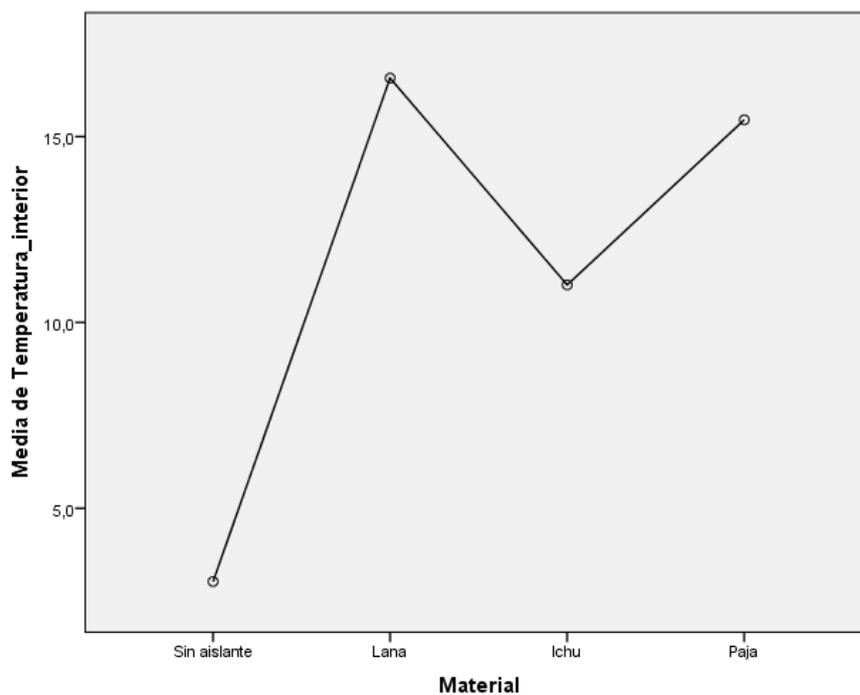
HSD de Tukey<sup>a</sup>

Material	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Sin aislante	22	3,027		
Ichu	22		11,009	
Paja	22			15,450
Lana	22			16,573
Sig.		1,000	1,000	,741

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 22,000.

### Gráfico de las medias



## Anexo 15 – Panel fotográfico

### Figura 14

*Armado de estructura del prototipo con unidades termo-modulares de vivienda*



### Figura 15

*Armado y pegado de estructura del prototipo con unidades termo-modulares de vivienda*



**Figura 16**

*Colocación de plástico a la estructura del prototipo con unidades termo-modulares de vivienda.*



**Figura 17**

*Armado del panel lateral de la estructura del prototipo con unidades termo-modulares de vivienda.*



**Figura 18**

Estructura del prototipo con unidades termo-modulares de vivienda



**Figura 19**

Estructura armada del prototipo con unidades termo-modulares de vivienda



**Figura 20**

Paintado del prototipo con unidades termo-modulares de vivienda



**Figura 21**

Colocación de la lana de oveja al prototipo con unidades termo-modulares de vivienda



**Figura 22**

Colocación del ichu al prototipo con unidades termo-modulares de vivienda



**Figura 23**

Colocación de la paja de trigo al prototipo con unidades termo-modulares de vivienda

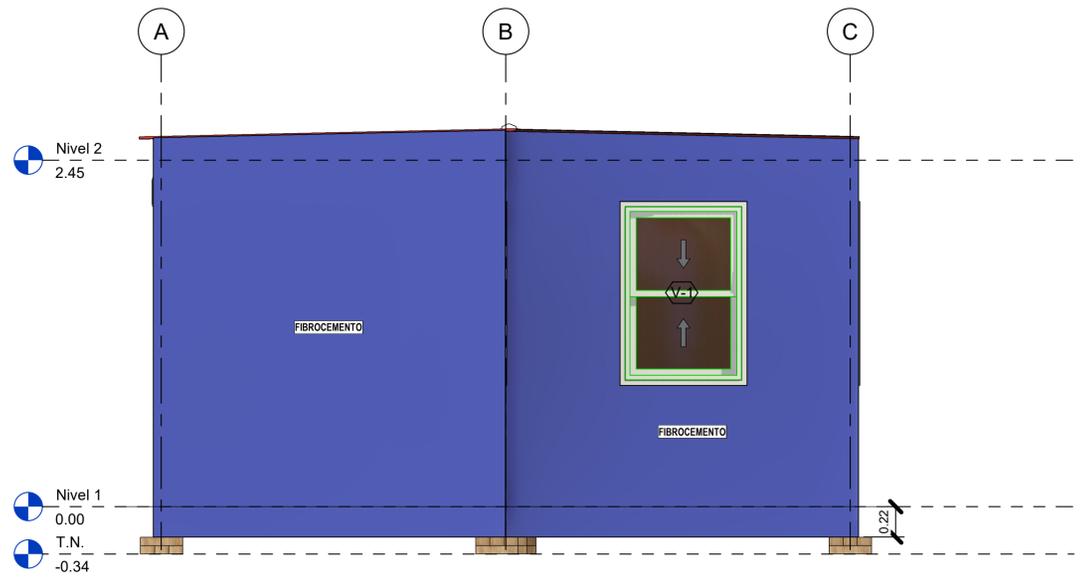


## Figura 24

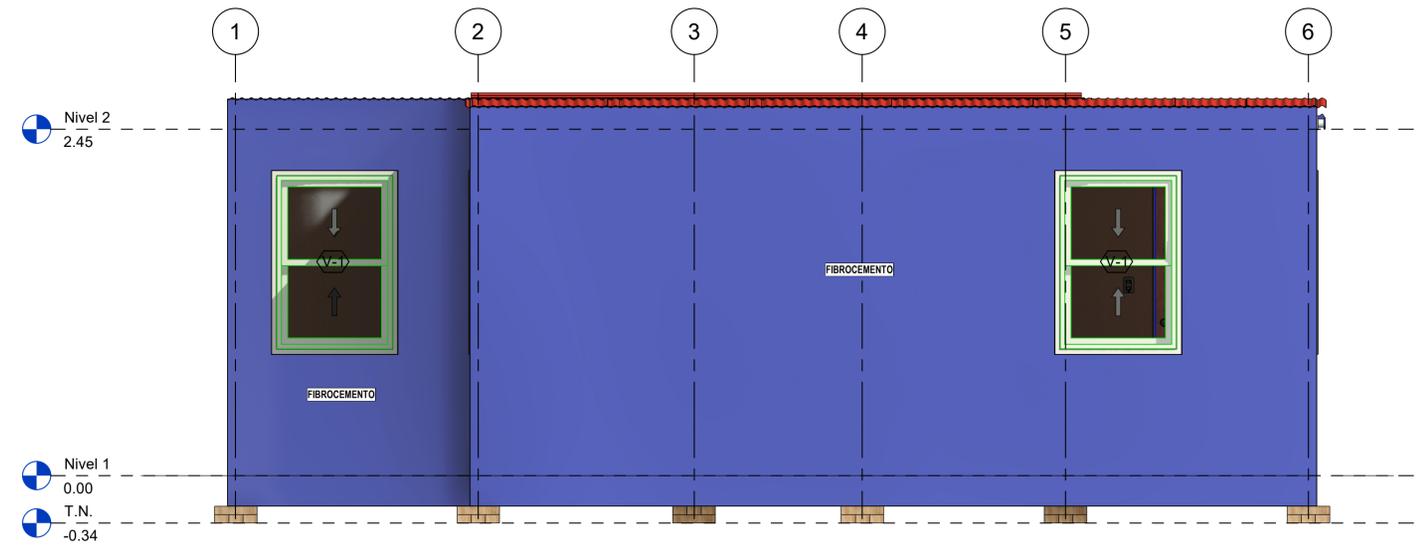
Equipo utilizado para medir la temperatura dentro del prototipo con unidades termo-modulares de vivienda



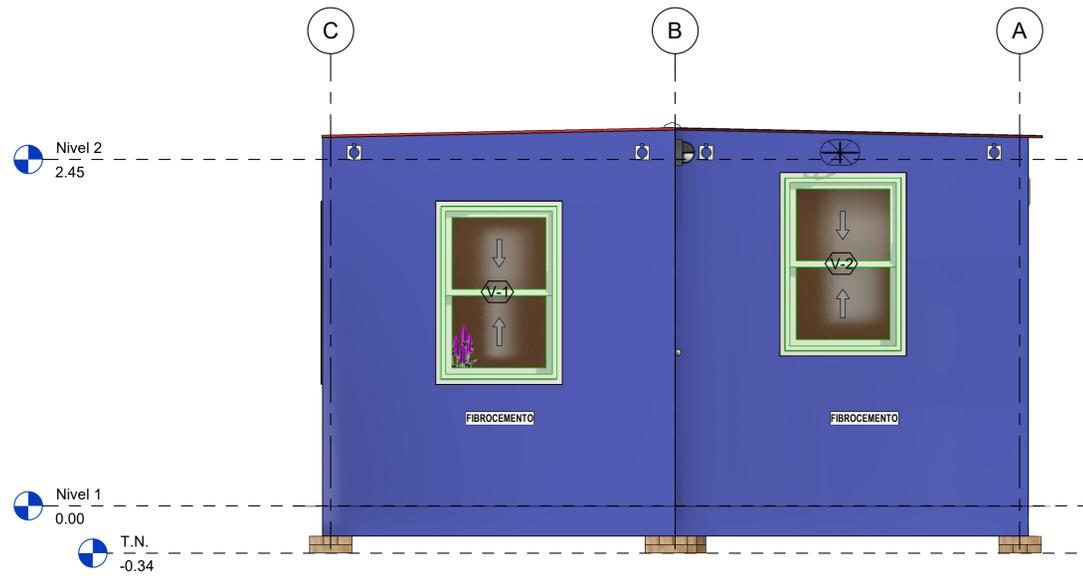
## Anexo 16 – Planos



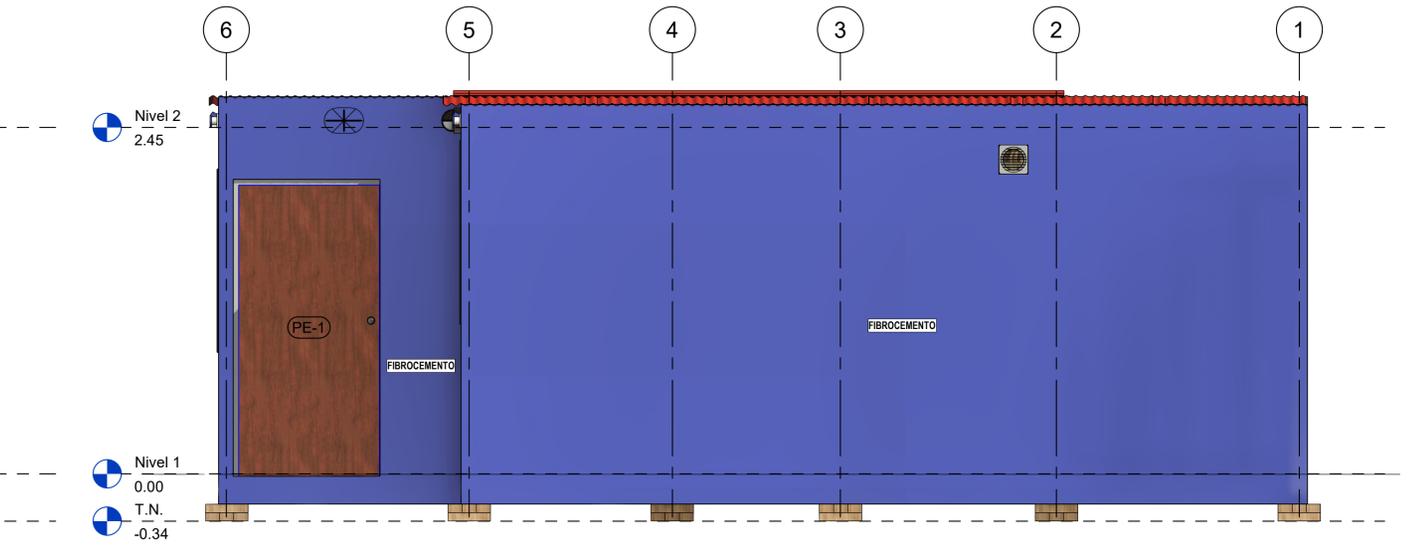
**VISTA DE ELEVACIÓN - ESTE**  
1:25



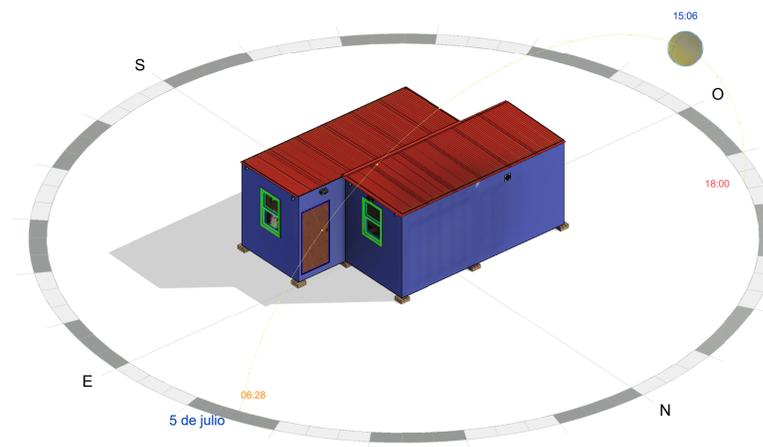
**VISTA DE ELEVACIÓN - NORTE**  
1:25



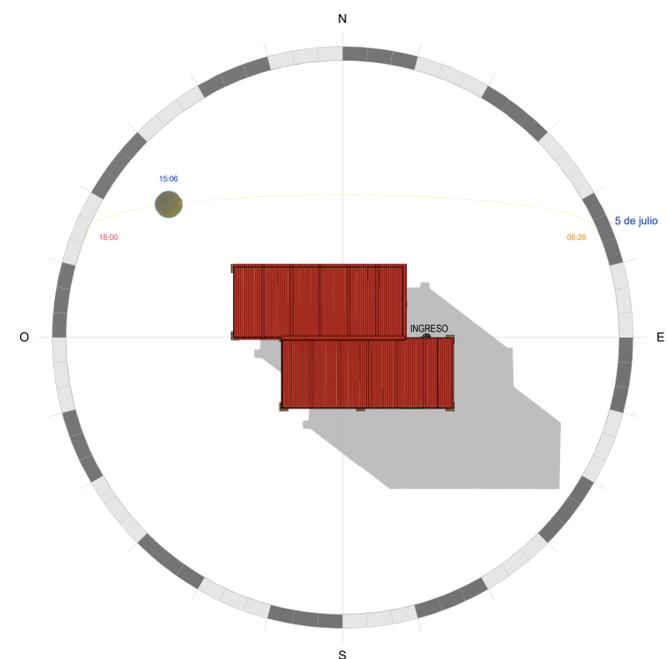
**VISTA DE ELEVACIÓN - OESTE**  
1:25



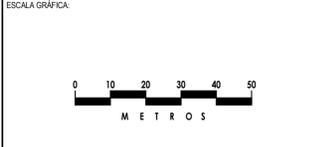
**VISTA DE ELEVACIÓN - SUR**  
1:25



**3D - ILUMINACIÓN NATURAL**



	RESPONSABLE	FECHA
DISEÑO:	BACH. KARITO ESPINOZA & BACH. JUNIOR CARDENAS	07/01/24
DIBUJO:	BACH. KARITO ESPINOZA & BACH. JUNIOR CARDENAS	07/01/24
REVISIÓN:	ING. ABNER LEON	07/01/24
APROBACIÓN:	ING. ABNER LEON	07/01/24



PROYECTO:  
UTILIZACIÓN DE UNIDADES TERMO-MODULARES DE VIVIENDA PARA COMBATIR EL FRIAJE EXTREMO CON MATERIALES ORIUNDOS DE TAYABAMBA - LA LIBERTAD

PLANO:  
PLANO DE ELEVACIONES

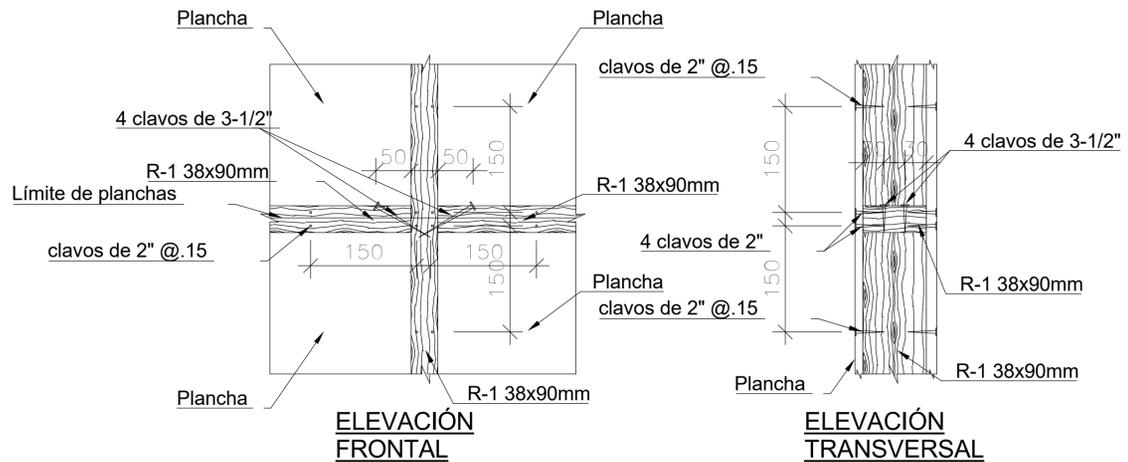
ESPECIALIDAD:  
ARQUITECTURA

USO:  
VIVIENDA MODULAR

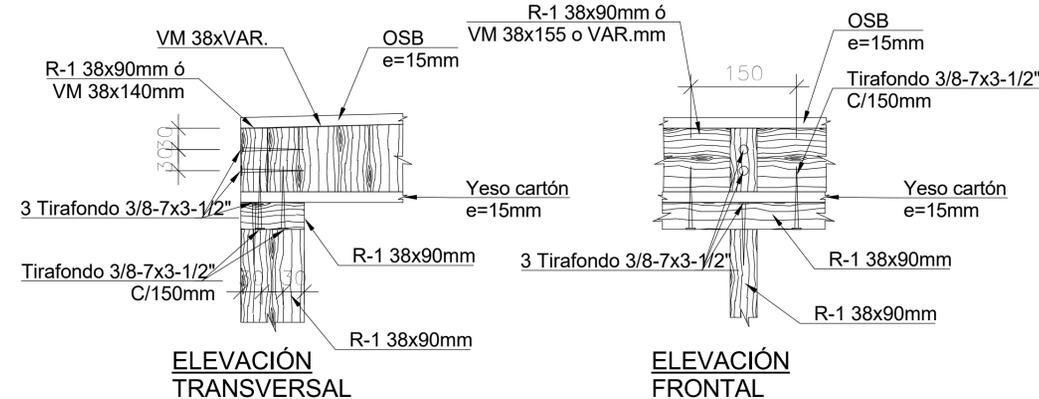
ZONA:  
TAYABAMBA - PATAZ

ESCALA:	FECHA:	REV:
1:25 (A1)	JUL-2024	00

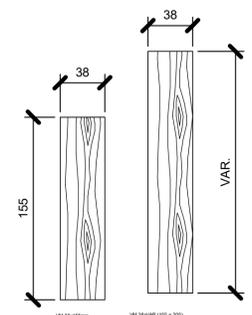
AR-003



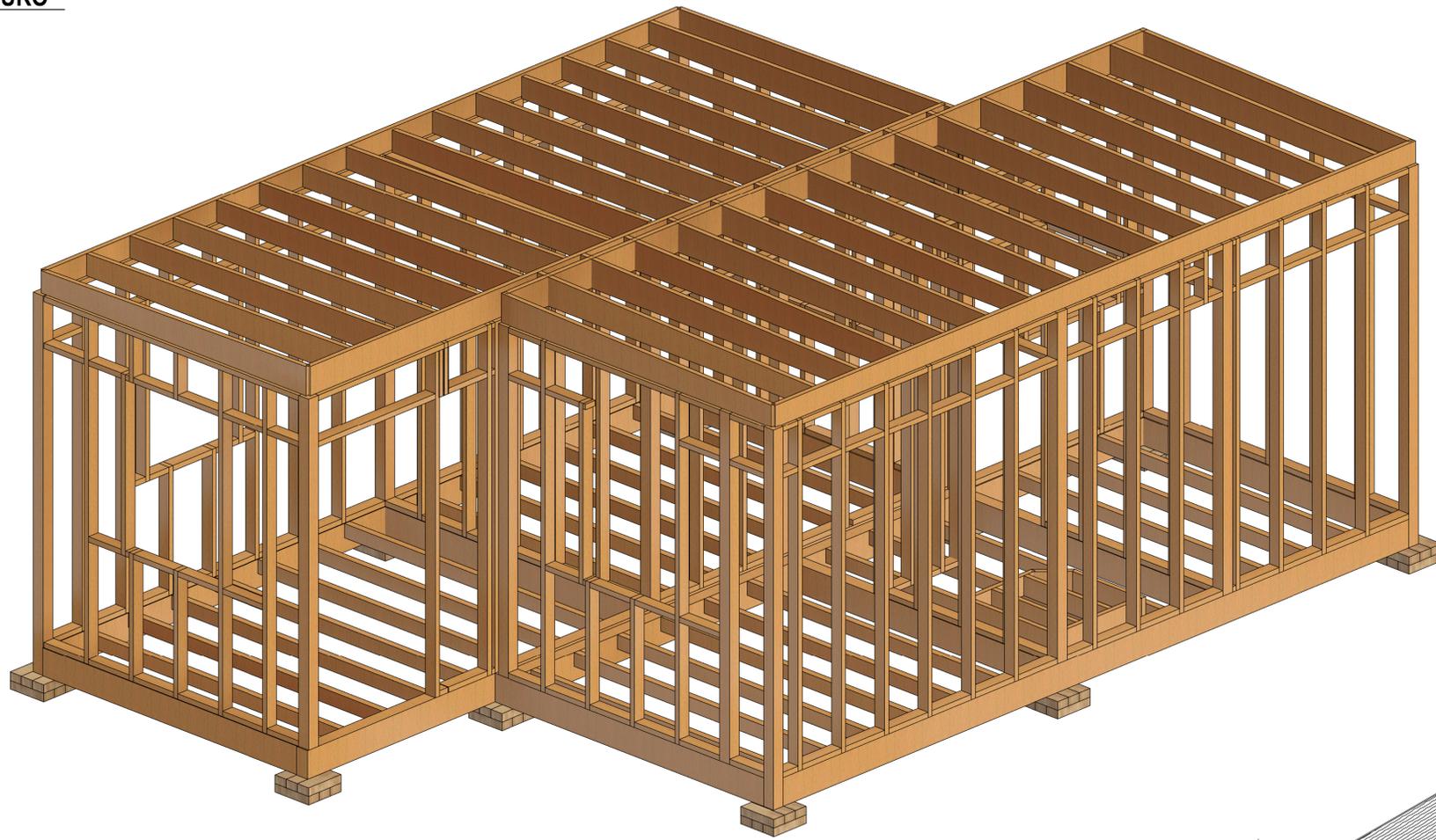
**FIJACIÓN DE REFUERZOS DE MADERA EN MURO**



**FIJACIÓN DE REFUERZOS DE MADERA EN TECHO**

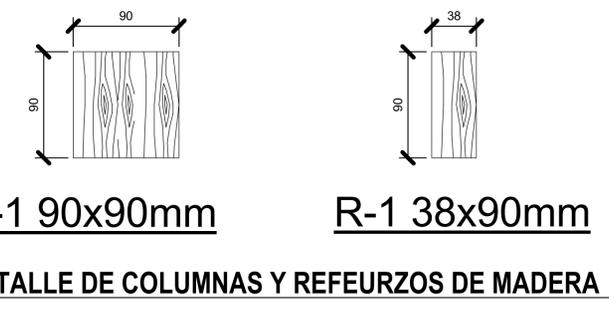


**DETALLE DE VIGAS DE MADERA EN TECHO**  
1:3

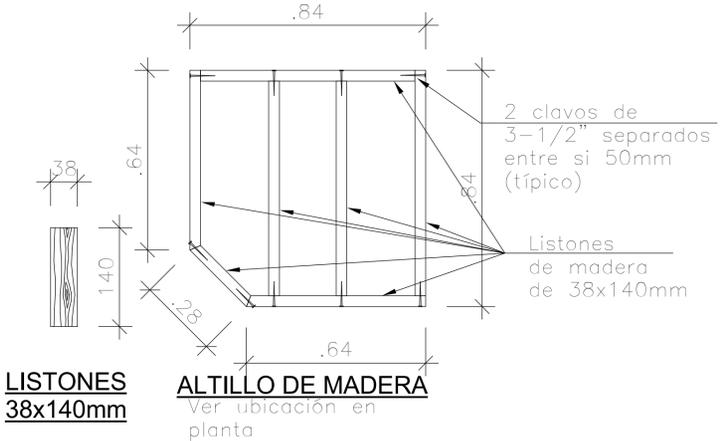


**ESPECIFICACIONES DE ESTRUCTURA DE MADERA**

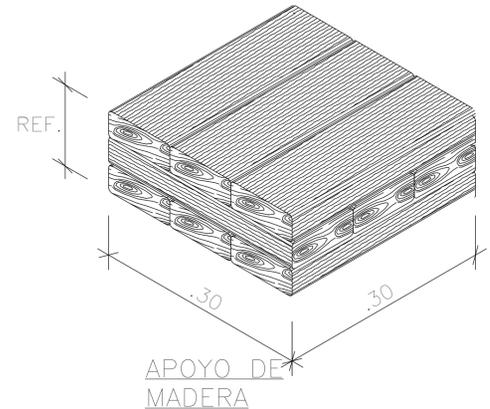
GRUPO C (SEGÚN JUNAC) (TORNILLO o SIMILAR)  
E<sub>prom</sub> = 90.000 kg/cm<sup>2</sup>; f<sub>m</sub> = 100 kg/cm<sup>2</sup>



**DETALLE DE COLUMNAS Y REFUERZOS DE MADERA**  
1:3



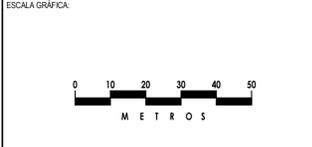
**DETALLE DE ALTILLO DE MADERA EN BAÑO**



Nota: Medidas de apoyos de madera referenciales, según las cargas indicadas se deberá calcular de acuerdo capacidad portante del terreno.



	RESPONSABLE	FECHA
DISEÑO:	BACH. KARITO ESPINOZA & BACH. JUNIOR CARDENAS	07/06/24
DIBUJO:	BACH. KARITO ESPINOZA & BACH. JUNIOR CARDENAS	07/06/24
REVISIÓN:	ING. ABNER LEON	07/06/24
APROBACIÓN:	ING. ABNER LEON	07/06/24



PROYECTO:  
**UTILIZACIÓN DE UNIDADES TERMO-MODULARES DE VIVIENDA PARA COMBATIR EL FRIAJE EXTREMO CON MATERIALES ORIUNDOS DE TAYABAMBA - LA LIBERTAD**

PLANO:  
PLANO DE DETALLES ESTRUCTURAS

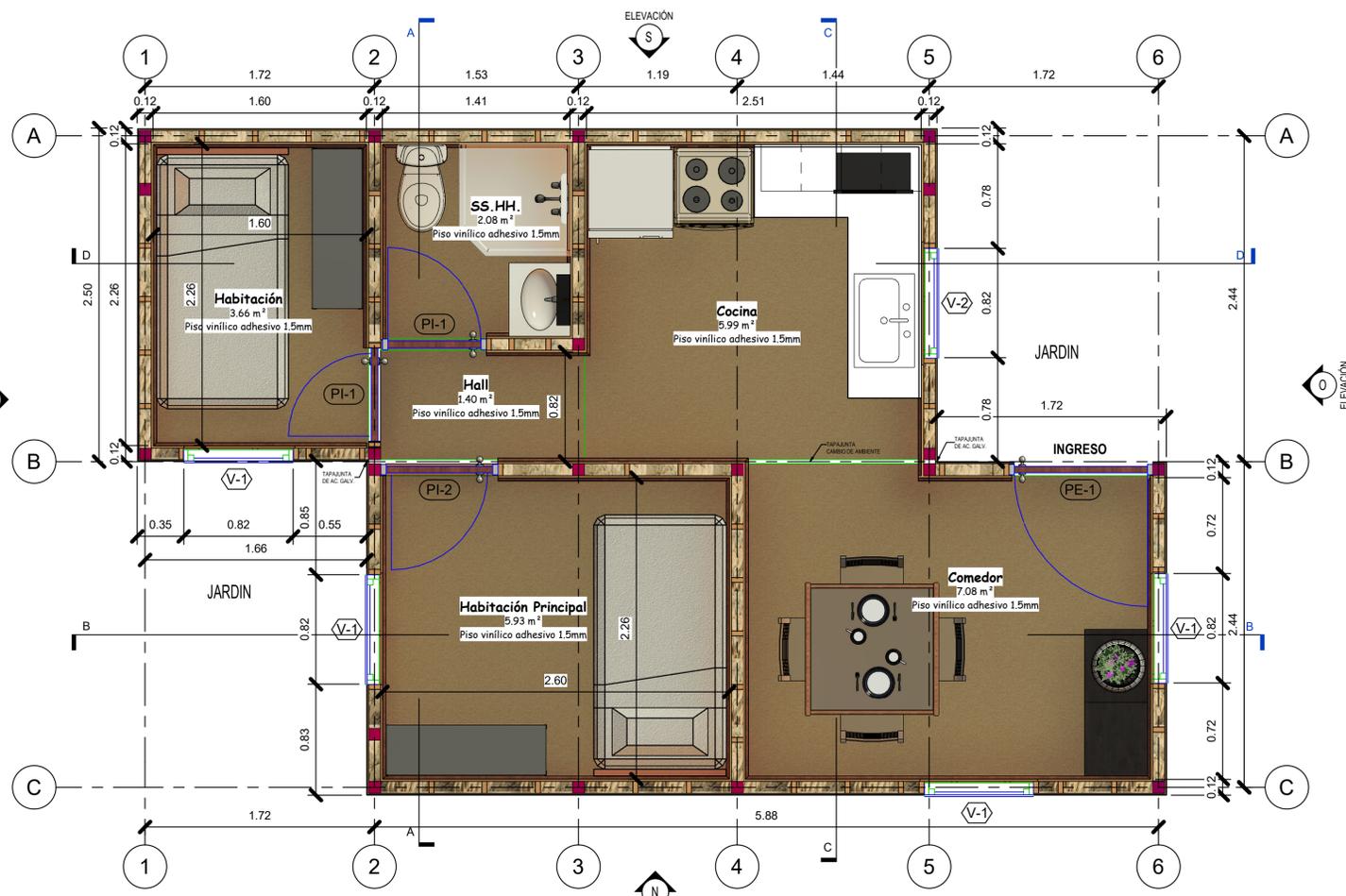
ESPECIALIDAD:  
ESTRUCTURA

USO:  
VIVIENDA MODULAR

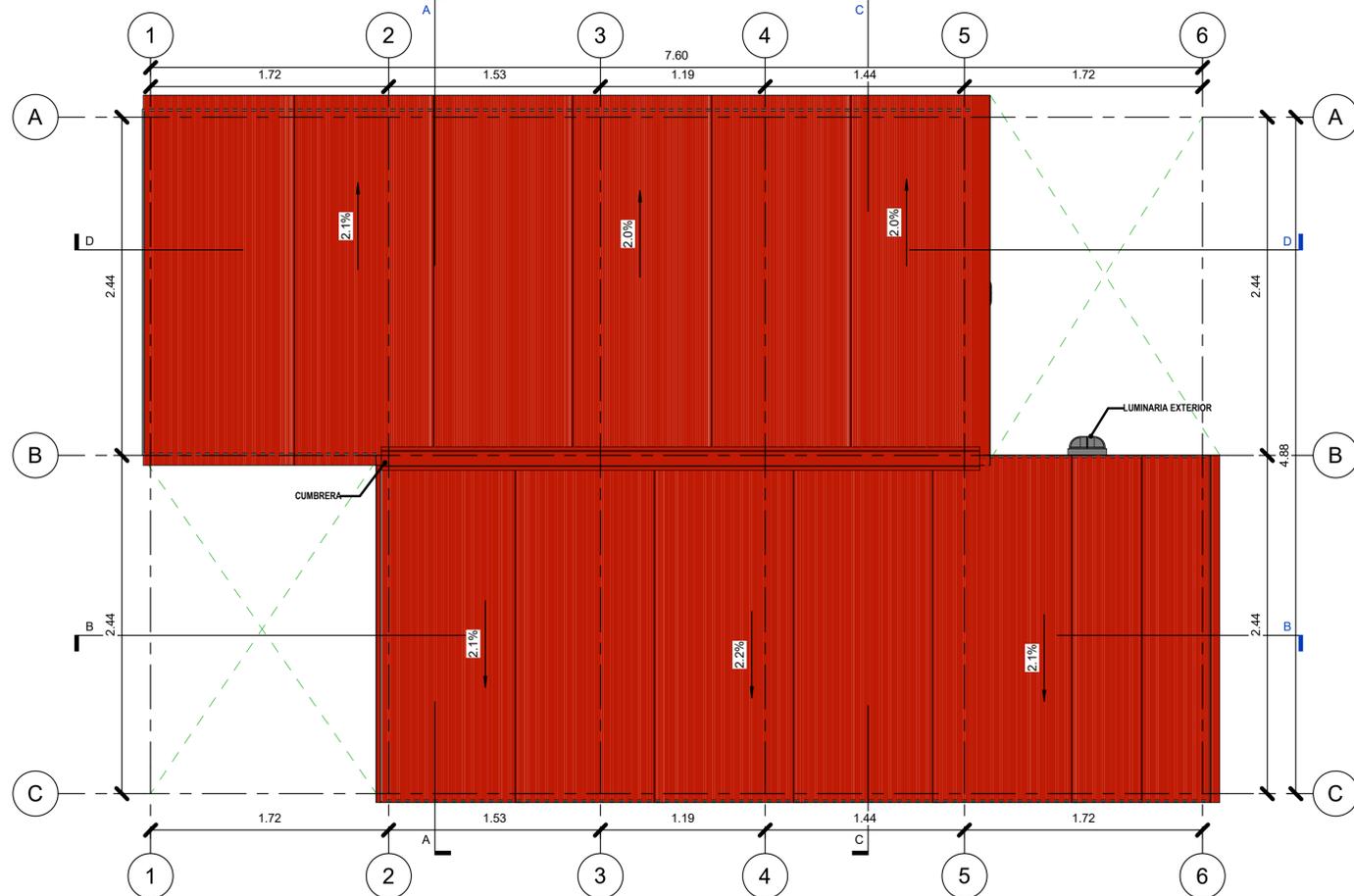
ZONA:  
TAYABAMBA - PATAZ

ESCALA:	FECHA:	REV:
Como se indica (A1)	JUL-2024	00

ST-001



**DISTRIBUCIÓN PLANTA 1ER NIVEL**  
1 : 25



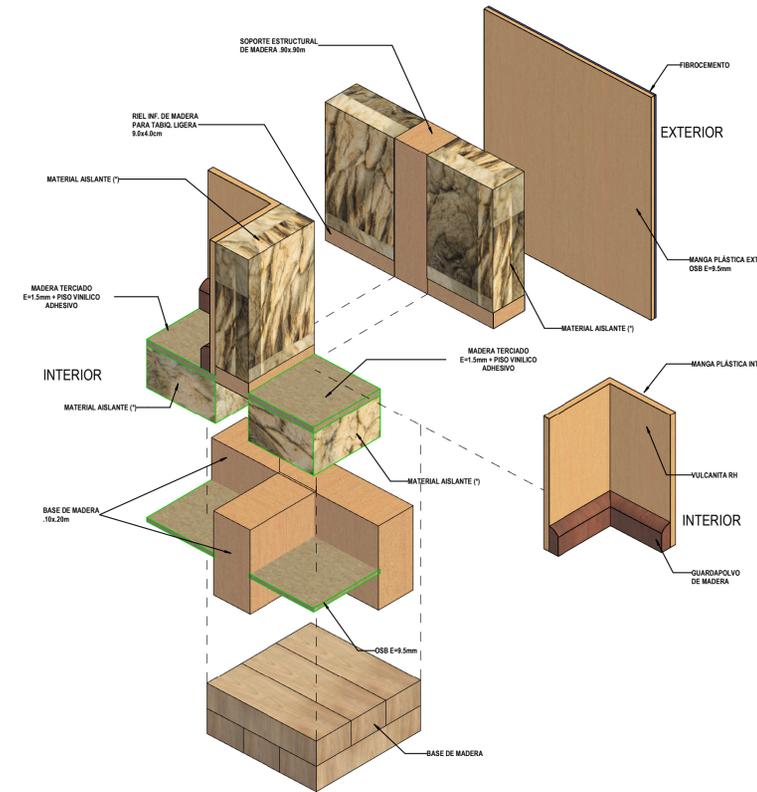
**DISTRIBUCIÓN TECHOS**  
1 : 25

CUADRO DE VANOS - PUERTAS				
CODIGO	DESCRIPCION	RECUENTO	ANCHO (m)	ALTO (m)
PE-1	MADERA CONTRAPLACADA CON CERRADURA TIPO POMO	1	1.00	2.10
PI-1	MADERA CONTRAPLACADA CON CERRADURA TIPO POMO	2	0.70	2.10
PI-2	MADERA CONTRAPLACADA CON CERRADURA TIPO POMO	1	0.80	2.10

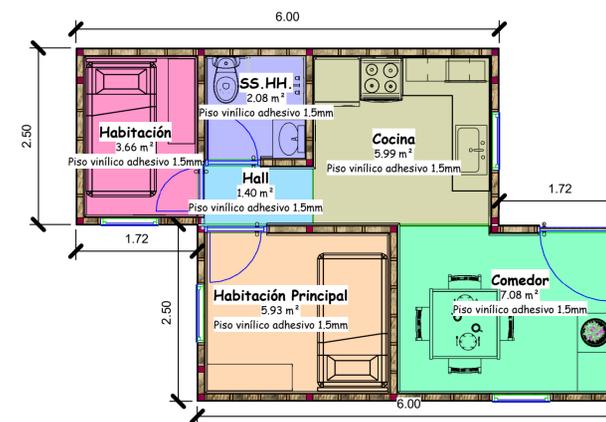
CUADRO DE VANOS - VENTANAS					
CODIGO	DESCRIPCION	RECUENTO	ANCHO (m)	ALTO (m)	ALFEIZER (m)
V-1	TIPO GUILLOTINA DE ALUMINIO COLOR BLANCO CON VIDRIO TERMOPANEL INCOLORO	4	0.82	1.22	0.90
V-2	TIPO GUILLOTINA DE ALUMINIO COLOR BLANCO CON VIDRIO TERMOPANEL INCOLORO	1	0.82	1.22	1.10

**MATERIALES AISLANTES DE INVESTIGACIÓN:**

- \* MATERIAL 1: AISLANTE TÉRMICO LANA DE OVEJA
- \* MATERIAL 2: AISLANTE TÉRMICO ICHU
- \* MATERIAL 3: AISLANTE TÉRMICO PAJA DE TRIGO



**AXONOMETRÍA - DETALLES**



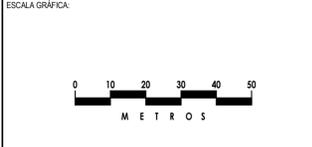
**ESQUEMATIZACIÓN**  
1 : 50

**CUADRO DE ÁREAS**

- Cocina
- Comedor
- Habitación
- Habitación Principal
- Hall
- SS.HH.



	RESPONSABLE	FECHA
DISÑO:	BACH. KARITO ESPINOZA & BACH. JUNIOR CARDENAS	01/07/24
DIBUJO:	BACH. KARITO ESPINOZA & BACH. JUNIOR CARDENAS	01/07/24
REVISIÓN:	ING. ABNER LEON	01/07/24
APROBACIÓN:	ING. ABNER LEON	01/07/24



PROYECTO:  
**UTILIZACIÓN DE UNIDADES TERMO-MODULARES DE VIVIENDA PARA COMBATIR EL FRIAJE EXTREMO CON MATERIALES ORIUNDOS DE TAYABAMBA - LA LIBERTAD**

PLANO:  
PLANO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL

ESPECIALIDAD:  
ARQUITECTURA

USO:  
VIVIENDA MODULAR

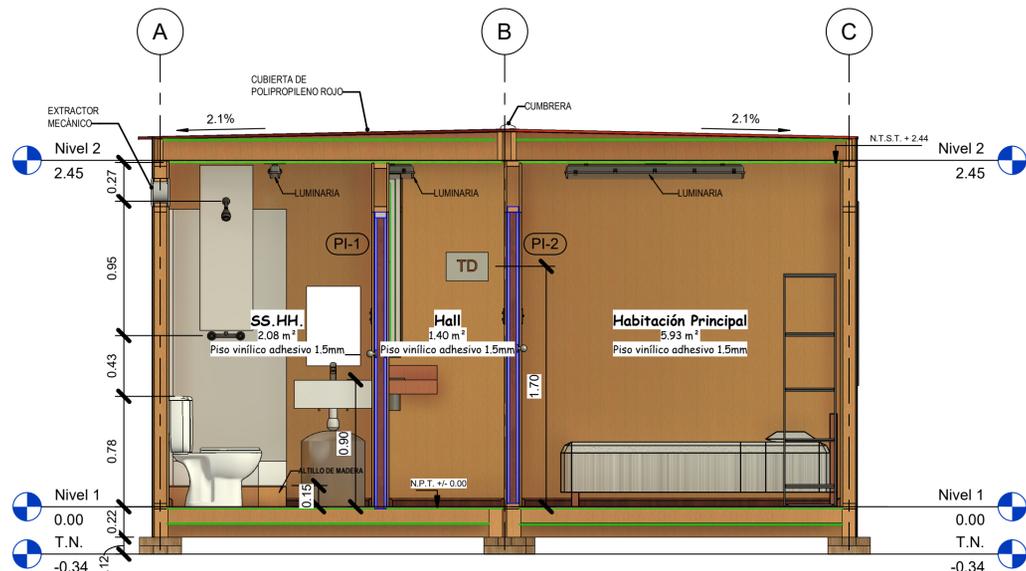
ZONA:  
TAYABAMBA - PATAZ

ESCALA:  
Como se indica (A1)

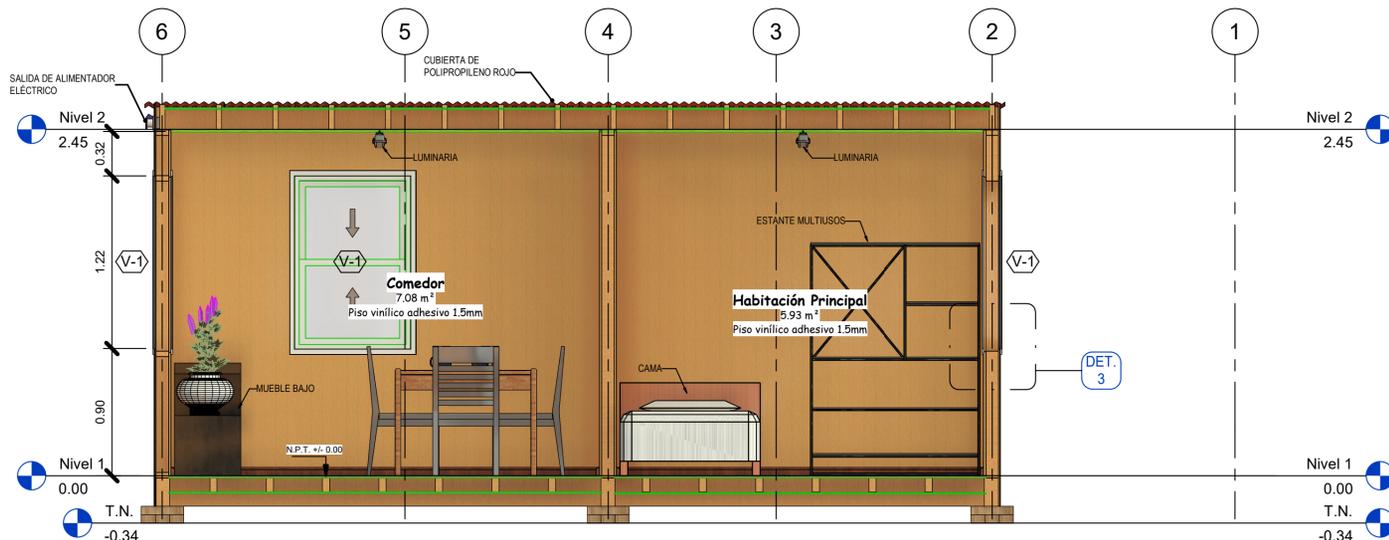
FECHA:  
JUL-2024

REV:  
00

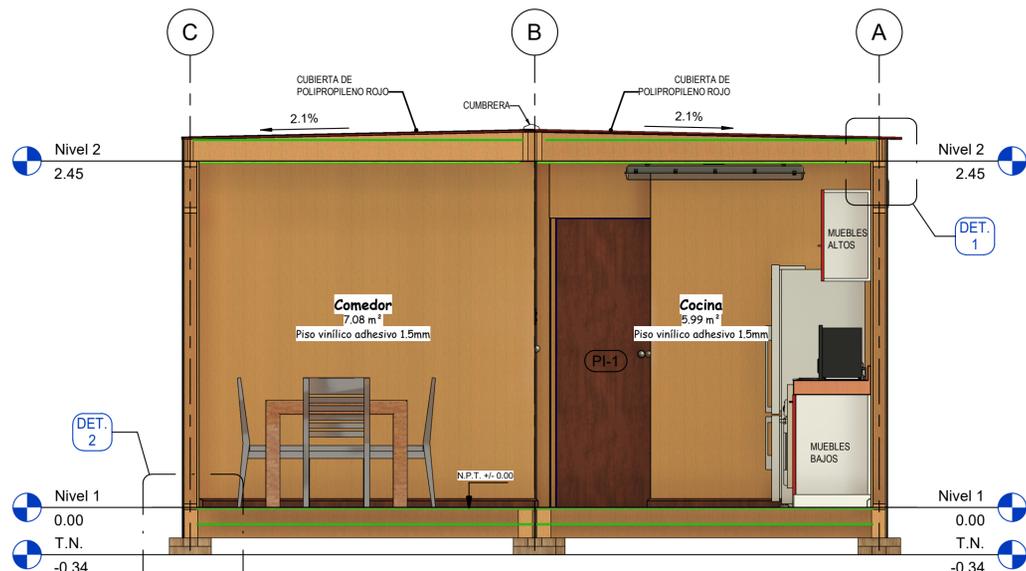
AR-001



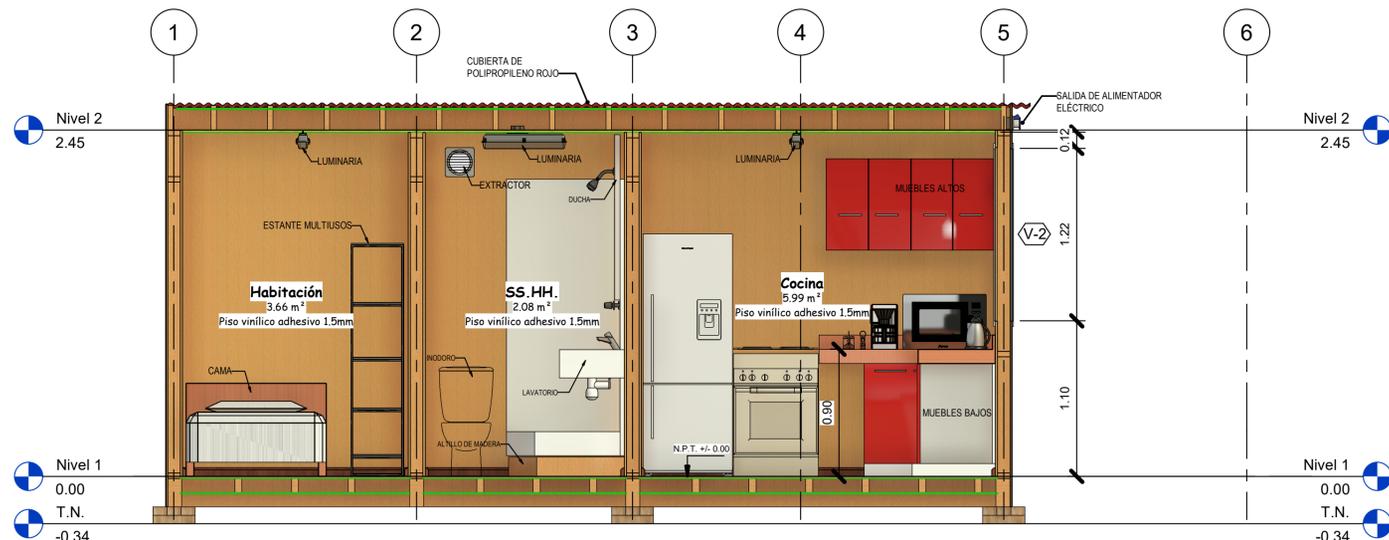
**Sección A-A**  
1 : 25



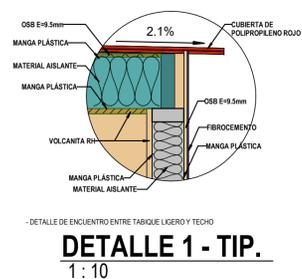
**Sección B-B**  
1 : 25



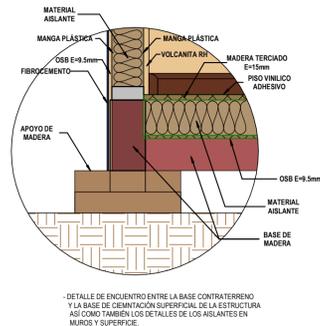
**Sección C-C**  
1 : 25



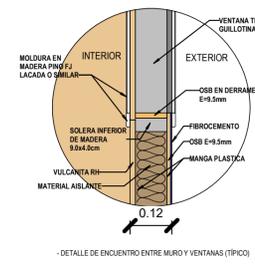
**Sección D-D**  
1 : 25



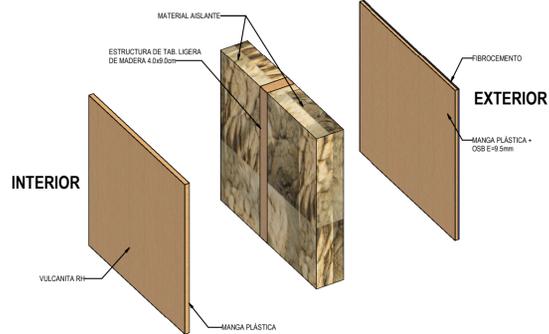
**DETALLE 1 - TIP.**  
1 : 10



**DETALLE 2 - TIP.**  
1 : 10



**DETALLE 3 - TIP.**  
1 : 10



**DETALLE TÍP. SECCION MURO**



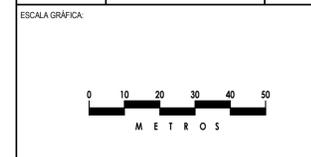
**COCINA**



**COMEDOR**



	RESPONSABLE	FECHA
DISEÑO:	Diseñador	07/01/24
DIBUJO:	Autor	07/01/24
REVISIÓN:	Verificador	07/01/24
APROBACIÓN:	Autorizador	07/01/24



PROYECTO:  
**UTILIZACIÓN DE UNIDADES TERMO-MODULARES DE VIVIENDA PARA COMBATIR EL FRIAJE EXTREMO CON MATERIALES ORIUNDOS DE TAYABAMBA - LA LIBERTAD**

PLANO:  
PLANO DE CORTES

ESPECIALIDAD:  
ARQUITECTURA

USO:  
VIVIENDA MODULAR

ZONA:  
TAYABAMBA - PATAZ

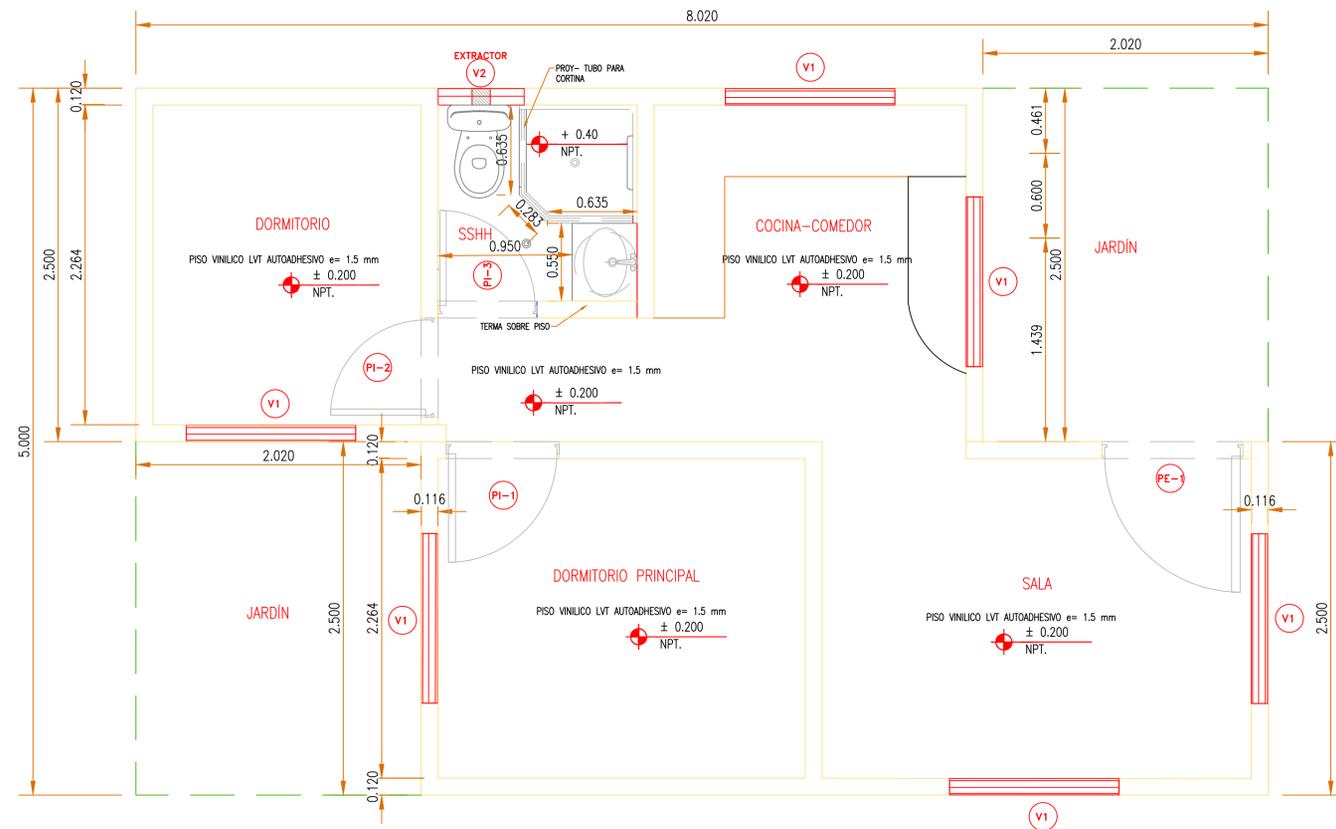
ESCALA:  
Como se indica (A1)

FECHA:  
JUL-2024

REV:  
00

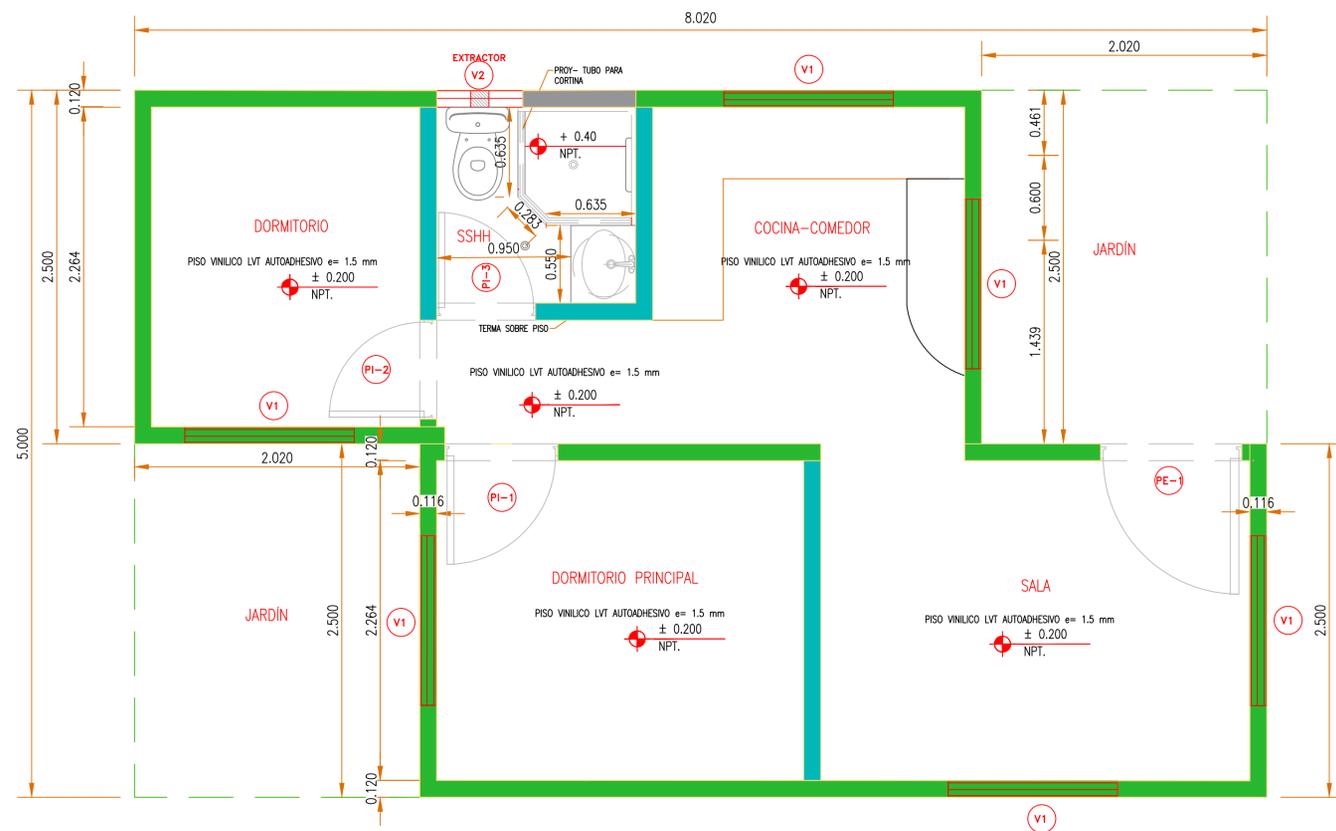
AR-002

VIVIENDA TERMO-MODULAR UNIFAMILIAR



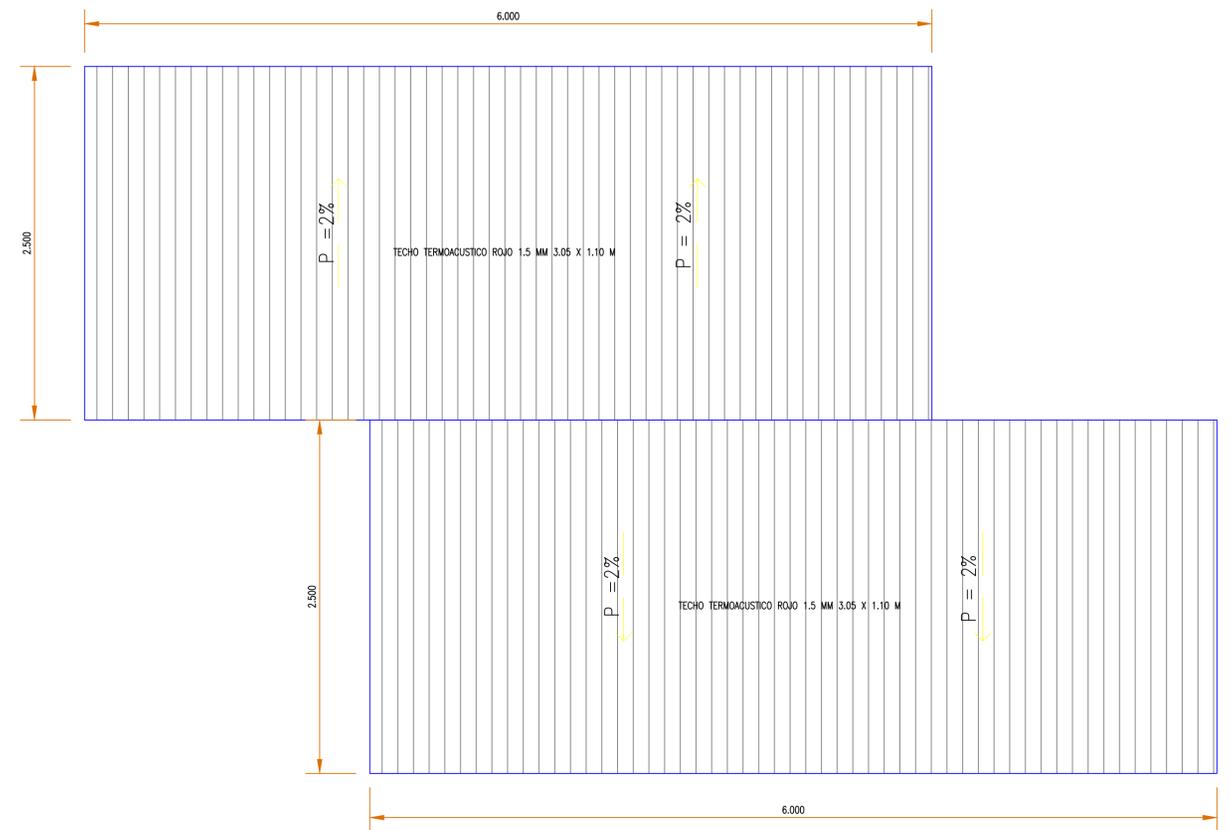
PLANTA DE ARQUITECTURA

ESCALA 1/25



PLANTA DE TABIQUES

ESCALA 1/25



PLANTA DE TECHO

ESCALA 1/25

CUADRO DE VANOS DE PUERTAS				
PUERTAS	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
PE-1	1.00m.	2.05m.	01	CON MIRILLA CON CERRADURA TIPO POMO CON LLAVE EXTERNA
PI-1	0.80m.	2.10m.	01	DE MADERA MDF CON CERRADURA TIPO BOLA SIN LLAVE.
PI-2, 3	0.70m.	2.10m.	02	DE MADERA MDF CON CERRADURA TIPO BOLA SIN LLAVE.

CUADRO DE VANOS DE VENTANAS					
VENTANAS	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
V1	1.20m.	1.20m.	0.83m.	06	PVC KLASSIC O SIMILAR
V2	0.50m.	0.70m.	1.34m.	01	PVC KLASSIC O SIMILAR

MUROS Y TABIQUES	
DETALLES	
MURO PERIMETRAL	TABIQUE 1 CARA EXTERIOR: FIBROCEMENTO SUPERBOARD ST e= 8 mm. CARA INTERIOR: VOLCANITA RH 1/2" (resistente a la humedad)
MURO INTERIOR	TABIQUE 2 CARA EXTERIOR: VOLCANITA RH 1/2" (resistente a la humedad) CARA INTERIOR: VOLCANITA RH 1/2" (resistente a la humedad)
MURO PERIMETRAL SSHH	TABIQUE 3 CARA EXTERIOR: FIBROCEMENTO SUPERBOARD ST e= 8 mm. CARA INTERIOR: VOLCANITA RH 1/2" (resistente a la humedad)

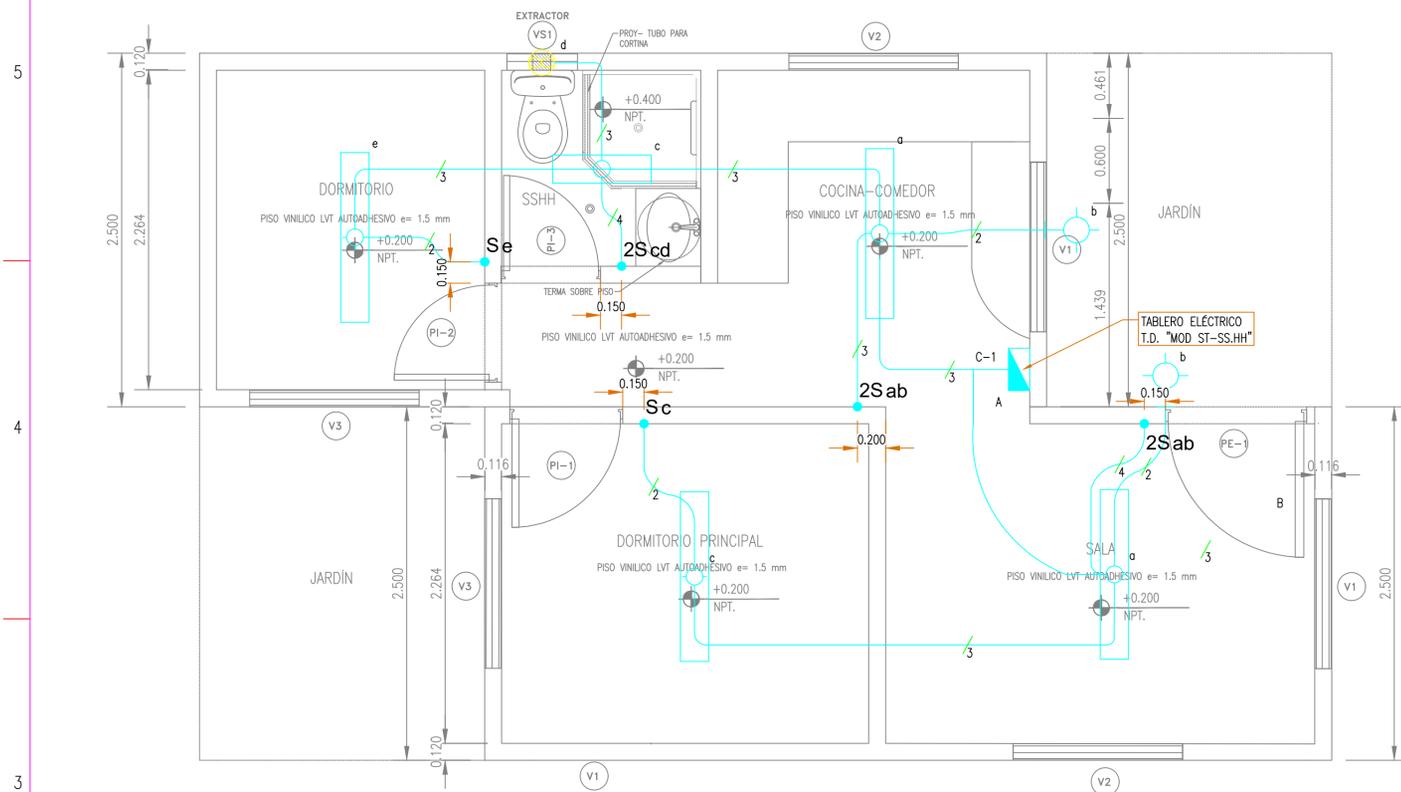


DISEÑO VIVIENDA TERMO-MODULAR  
MOD ST-SS.HH  
PLANO DE ARQUITECTURA

ESCALA	CÓDIGO PROYECTO	LÁMINA N°	REV.
IND.	CC	MOD_ST_SS.HH_ARQ-001	

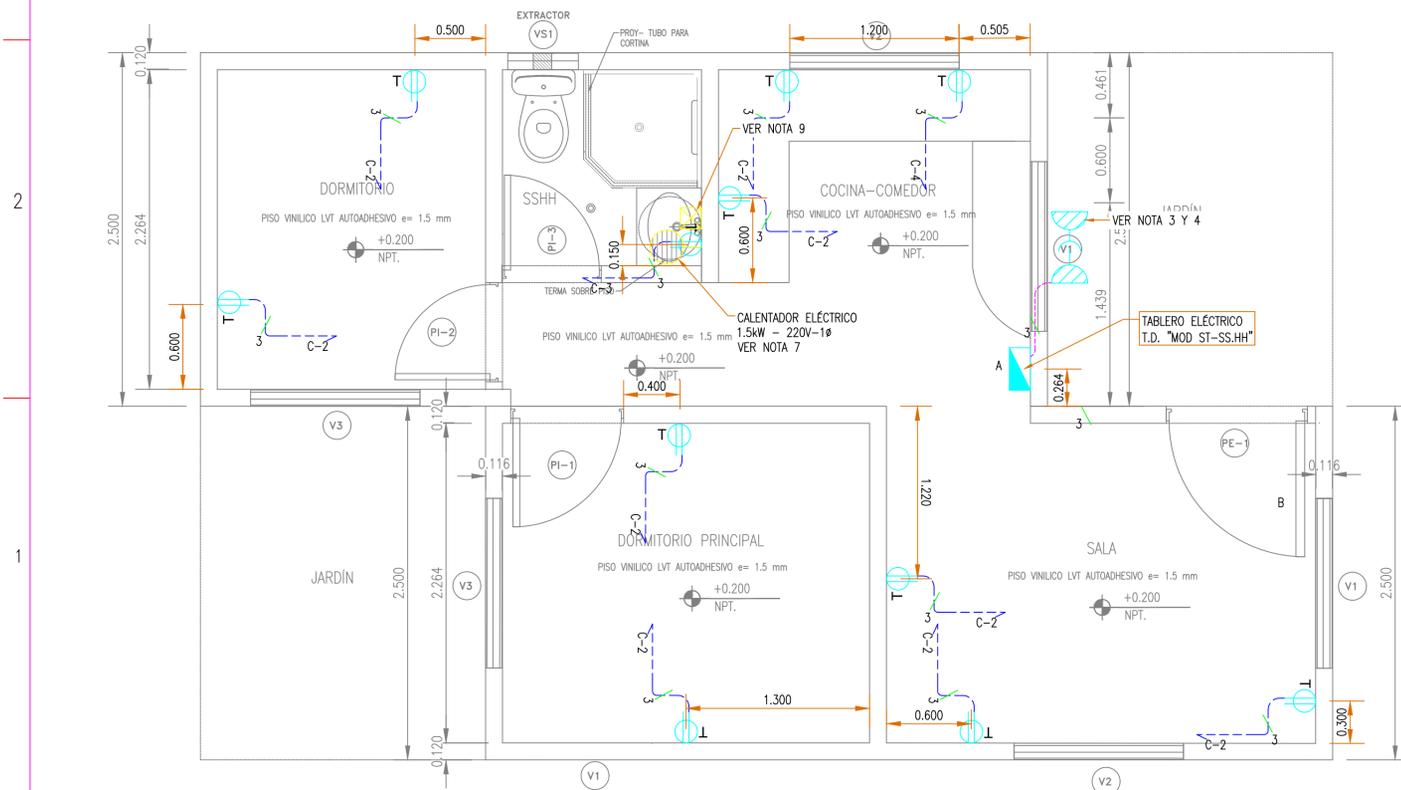
Realizado por: grupo cordana

VIVIENDA TERMO-MODULAR UNIFAMILIAR



PLANTA DE ALUMBRADO

ESCALA 1/25



PLANTA DE TOMACORRIENTES

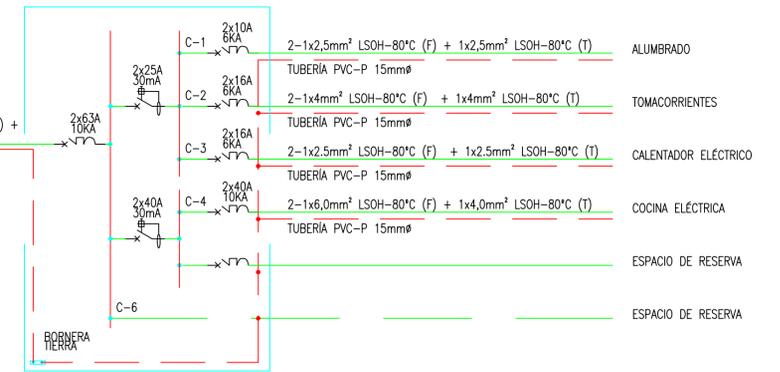
ESCALA 1/25

DIAGRAMA UNIFILAR

ACOMETIDA ELÉCTRICA 3x10mm<sup>2</sup> NPT (F+T) VER NOTA 3 Y 4

ALIMENTADOR TABLERO MOD ST-SS.HH 2-1x10mm<sup>2</sup> LSOH-80°C (F) + 1x10mm<sup>2</sup> LSOH-80°C (T) TUBERÍA PVC-P 20mmø

"TABLERO VIVIENDA TERMO-MODULAR" T.D. "MOD-ST-SS.HH" 220V, 1ø, 60Hz



LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	ALTURA DE MONTAJE
A	SALIDA PARA LUMINARIA TIPO HERMÉTICA CON TUBO LED DE 2x16 W 220V, ADOASADA AL TECHO.	TECHO
B	SALIDA PARA LUMINARIA TIPO HERMÉTICA CON TUBO LED DE 2x8 W 220V, ADOASADA AL TECHO.	TECHO
	SALIDA PARA LUMINARIA TIPO TORTUGA DE 15 W ADOASADA A LA PARED.	H=2.30 m
2S	INTERRUPTOR UNIPOLAR DE 2 GOLPES, EMPOTRADO A LA PARED. CAJA DE PASE PVC 100x50x45mm.	H: 1,30 m BORDE INFERIOR
S	INTERRUPTOR UNIPOLAR SIMPLE, EMPOTRADO A LA PARED. CAJA DE PASE PVC 100x50x45mm.	H: 1,30 m BORDE INFERIOR
T	TOMACORRIENTE UNIVERSAL DOBLE 2P+T, 15 A - 220 V, EMPOTRADO A LA PARED. CAJA DE PASE PVC 100x50x45 mm	H: 0,30m BORDE INFERIOR
T	TOMACORRIENTE UNIVERSAL SIMPLE 2P+T, 15 A - 220 V, EMPOTRADO A LA PARED. CAJA DE PASE PVC 100x50x45 mm	H: 1,65m BORDE INFERIOR
	SALIDA DE FUERZA CALENTADOR ELÉCTRICO MENOR O IGUAL A 1 500W, 220V, MONOFÁSICO, 60Hz., EMPOTRADO A LA PARED. CAJA DE PASE PVC 100x50x45 mm, INCLUYE TAPA CIEGA DE PVC (VER NOTA 9)	H: 0,55 m BORDE INFERIOR
	CAJA DE DISTRIBUCIÓN, EMPOTRADO A LA PARED. CAJA DE PASE PVC 100x50x45 mm, INCLUYE TAPA CIEGA DE PVC (VER NOTA 9)	H: 1,10 m BORDE INFERIOR
X	CANALIZACIÓN ALUMBRADO EMPOTRADA EN PARED/TECHO CON TUBERÍA PVC-P 15 mmø.	-
X	CANALIZACIÓN PARA FUERZA EMPOTRADA EN PARED/TECHO CON TUBERÍA PVC-P 15 mmø.	-
C-X	INDICA CIRCUITO DE ALUMBRADO/TOMACORRIENTES X=INDICA NÚMERO DEL CIRCUITO	-
	TABLERO ELÉCTRICO DE MÓDULO, MONOFÁSICO 220V TERMOPLÁSTICO, EMPOTRADO A LA PARED, IP-40, IK-07 (VER ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ITEM 7)	H: 1,80 m BORDE SUPERIOR
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO TIPO RIEL DIN	-
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL, 30mA DE SENSIBILIDAD	-
	BORNERA A TIERRA	-
	CANALIZACIÓN DEL ALIMENTADOR DEL TABLERO ELÉCTRICO CONDUCTOR: 2-1x6 mm <sup>2</sup> LSOH-80°C (F) + 1x6 mm <sup>2</sup> LSOH-80°C (T) TUBERÍA PVC-P 20 mm ø	-

NOTAS:

- LA MÁXIMA DEMANDA DEL MOD ST-SS.HH ES 8,31 kW , MONOFÁSICO 220V.
- EL MOD ST-SS.HH REQUIERE DE UN SUMINISTRO ELÉCTRICO MONOFÁSICO 220 V, 2H, 1ø, F+T, 60Hz.
- LA ACOMETIDA ELÉCTRICA DEL MOD ST-SS.HH NO ES PARTE DEL ALCANCE DE DISEÑO. EL CONDUCTOR INDICADO ES REFERENCIAL, SERÁ DEFINIDO Y SUMINISTRADO POR EL USUARIO.
- EL ENCHUFE DE LA ACOMETIDA ELÉCTRICA, SERÁ SUMINISTRADO POR EL USUARIO, PODRÁ SER CON ENCHUFE INDUSTRIAL O DIRECTO AL INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO.
- EL SISTEMA DE ATERRAMIENTO SERÁ REALIZADO Y DEFINIDO POR EL USUARIO.
- LOS EQUIPOS DEBEN SER DE 60Hz.
- LA SALIDA DE FUERZA PARA CALENTADOR ELÉCTRICO ESTÁ DISEÑADA PARA ALIMENTAR UN CALENTADOR ELÉCTRICO MENOR O IGUAL A 1 500W (POTENCIA ELÉCTRICA DE CONSUMO).
- EN EL BAÑO NO SE INSTALA TOMACORRIENTE SÓLO SE COLOCA TAPA CIEGA DE PVC, PARA UNA FUTURA INSTALACIÓN POR PARTE DEL USUARIO SI LO REQUIERE.
- LAS ALTURAS INDICADAS EN EL PLANO "H" SE CONSIDERAN SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO.
- LAS MEDIDAS INDICADAS EN METROS.
- MOBILIARIO REFERENCIAL.
- LA CONEXIÓN DESDE LA SALIDA DE FUERZA DE LA THERMA HACIA LA THERMA SE UTILIZA EL CABLE RZ1-K(AS) 0.6/1KV DE 3X2.5mm<sup>2</sup>.
- LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN DE LOS AMBIENTES DEL MOD ST-SS.HH, ESTAN ESPECIFICADOS EN LA MEMORIA DE CÁLCULO DE ILUMINACIÓN

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- CONDUCTORES  
CABLE DE COBRE UNIPOLAR ELECTROLÍTICO (99.9% DE CONDUCTIBILIDAD). LOS CABLES SERÁN DEL TIPO LIBRE DE HALÓGENO CON TEMPERATURA DE OPERACIÓN NO MENOR A 80°C Y TENSIÓN DE OPERACIÓN DE 450/750V  
ASI MISMO LOS COLORES DE LOS CABLES SERÁN SEGÚN LO INDICADO EN EL CNE-UTILIZACIÓN.  
LÍNEA 1: ROJO  
LÍNEA 2: NEGRO  
TIERRA PROTECCIÓN: TENER UN ACABADO EXTERNO CONTINUO, YA SEA VERDE O VERDE CON UN O MAS FRANJAS AMARILLAS.  
PARA EL CABLE DE RETORNO DE CONTROL DE ALUMBRADO SE DEBERÁ USAR CABLE DE OTRO COLOR DIFERENTE A LOS YA MENCIONADOS, ( BLANCO O AZUL , INDICANDO CON UNA CINTA DE IDENTIFICACIÓN QUE SON PARA CONTROL EN EL INICIO Y FINAL DE LA LINEA CORRESPONDIENTE)
- TUBERÍAS  
LAS TUBERÍAS SE INSTALARÁN EMPOTRADAS A LA PARED O TECHO. LAS TUBERÍAS, CURVAS, UNIONES Y CONECTORES SERÁN DE PVC-P. SE USARÁN CURVAS NORMALIZADAS Y CONECTORES ENTRE CAJA Y TUBO.
- CAJAS  
SERÁN DE PVC, LAS CAJAS PVC 100x50x45 mm SE UTILIZARÁN PARA LAS SALIDAS DE: CENTRO DE LUZ EN TECHO/PARED, INTERRUPTORES, TOMACORRIENTES Y SALIDA DE FUERZA CALENTADOR ELÉCTRICO.
- INTERRUPTORES  
SERÁN DEL TIPO PARA EMPOTRAR, LOS INTERRUPTORES TENDRÁN UNA CAPACIDAD DE 10 A - 220 V.
- TOMACORRIENTES  
SERÁN DEL TIPO PARA EMPOTRAR. LOS TOMACORRIENTES SERÁN UNIVERSAL DOBLE 2P+T, 15 A - 220 V Y SIMPLE 2P+T, 15 A - 220 V. EN EL CASO DE INSTALARSE UN TOMACORRIENTE EN EL BAÑO, ESTE SERÁ TOMACORRIENTE SIMPLE A PRUEBA DE AGUA NEMA 5-15R, 2P+T, 15 A - 220V. (VER NOTA 9)  
LOS TOMACORRIENTES INDUSTRIALES SERÁN DE 32 A - 220 V, 2P+T, 1ø, IP-44, BASE SEMIEMPOTRABLE CON INCLINACIÓN 20° GRADOS.
- LUMINARIAS  
LAS LUMINARIAS TIPO HERMÉTICA TENDRÁN UN NIVEL DE PROTECCIÓN IP-65. LAS LÁMPARAS SERÁN TUBO LED 16W, 220V, IGUAL O MAYOR A 1 600 lm, IRC>70, 6500K, G13.  
LA LUMINARIA TIPO HERMÉTICA TENDRÁ UN NIVEL DE PROTECCIÓN IP-65. LA LAMPARA SERA DE 8W, 220V, IGUAL O MAYOR 800lm, IRC>70, 6500K, G13.  
LA LUMINARIA EXTERIOR TENDRÁ UN NIVEL DE PROTECCIÓN IP-65. LA LUMINARIA SERÁ UN EQUIPO LED INTEGRADO DE 15W/860 ≥1400 lm.
- TABLERO  
EL TABLERO ELÉCTRICO DEL MOD ST-SS.HH SE INSTALARÁ EMPOTRADO A LA PARED. EL TABLERO SERÁ EQUIPADO CON INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS E INTERRUPTORES DIFERENCIALES DE 30 MILIAMPERIOS DE SENSIBILIDAD, CON CAPACIDADES DE ACUERDO A LO INDICADO EN EL DIAGRAMA UNIFILAR ELÉCTRICO. EL TABLERO SE UBICARÁ A UNA ALTURA DE 1,80 m DEL NIVEL DEL PISO AL BORDE SUPERIOR DEL TABLERO, PERO TENIENDO EN CUENTA QUE NINGUNA MANUA DE LOS INTERRUPTORES QUEDEN A MÁS DE 1,70m SOBRE EL NIVEL DEL PISO.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA - UNS  
 DISEÑO VIVIENDA TERMO-MODULAR  
 MOD ST-SS.HH  
 PLANO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

ESCALA	CÓDIGO PROYECTO	LÁMINA N°	REV.
IND.	CC	MOD ST_SS.HH_ELEC-001	

Realizado por: grupo cordones