

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

**INFLUENCIA DEL MURO CON QUINCHA APLICADO EN UNA ENVOLVENTE
TÉRMICA PARA GENERAR CONFORT TÉRMICO EN VIVIENDAS RURALES
DE HUACARÍZ SAN ANTONIO, CAJAMARCA 2023**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Presentada por:

ROSA MARÍA URQUIAGA VILLALOBOS

Asesor:

M. en T. HÉCTOR HUGO MIRANDA TEJADA

Cajamarca, Perú


2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Rosa María Urquiaga Villalobos
DNI: 76734904
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería. Programa de Maestría
en Ciencias, Mención: Ingeniería y Gerencia de la Construcción
2. Asesor: M. en T. Héctor Hugo Miranda Tejada
3. Grado académico o título profesional
☐ Bachiller ☐ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☒ Maestro ☐ Doctor
4. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
Influencia del muro con quinchá aplicado en una envolvente térmica para generar confort
térmico en viviendas rurales de Huacará San Antonio, Cajamarca 2023
6. Fecha de evaluación: **22/12/2025**
Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (ORIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **20%**
9. Código Documento: **3117:542840258**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ **APROBADO** ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **09/01/2026**

*Firma y/o Sello
Emisor Constancia*



.....
M. en T. Héctor Hugo Miranda Tejada
DNI: 26617213

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2025 by
ROSA MARÍA URQUIAGA VILLALOBOS
Todos los derechos reservados



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD

Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU



PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS


ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 16:00 horas, del día 14 de Mayo de dos mil veinticinco, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **DR. MAURO AUGUSTO CENTURIÓN VARGAS, M. CS. MARCO ANTONIO SILVA SILVA, M. CS. RONALD JESÚS SALAS BERROSPI**, y en calidad de Asesor el **M. en T. HÉCTOR HUGO MIRANDA TEJADA**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestrías y Doctorados de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se inició la Sustentación de la Tesis titulada **“INFLUENCIA DEL MURO CON QUINCHA APLICADO EN UNA ENVOLVENTE TÉRMICA PARA GENERAR CONFORT TÉRMICO EN VIVIENDAS RURALES DE HUACARÍZ SAN ANTONIO, CAJAMARCA 2023”**, presentada por la Bachiller en Arquitectura **ROSA MARÍA URQUIAGA VILLALOBOS**.


Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó APROBAR con la calificación de 17 (DIECISIETE) la mencionada Tesis; en tal virtud, la Bachiller en Arquitectura, **ROSA MARÍA URQUIAGA VILLALOBOS**, se encuentra apta para recibir en ceremonia especial el Diploma que la acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de **INGENIERÍA**, con mención en **INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Siendo las 17:00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
M. en T. Héctor Hugo Miranda Tejada
Asesor


.....
Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas
Jurado Evaluador


.....
M. Cs. Marco Antonio Silva Silva
Jurado Evaluador


.....
M. Cs. Ronald Jesús Salas Berrospi
Jurado Evaluador

A DIOS por ser mi guía, por brindarme salud, fortaleza y su bendición cada día para poder lograr mis objetivos.

A mi madre María Maximira Villalobos Quintos por ser mi ángel guardián, mi fuerza y mi motivación, a mi hija Marypaz, por ser mi alegría y mi razón de ser, a mi esposo Leodan por todo su amor, apoyo y compañía en cada momento de mi vida, a mis hermanos Yola e Yván por ser un soporte en cada momento difícil y por impulsarme a seguir adelante.

A mi mejor amiga Lucía y a su mamá Elodia, por cada consejo, motivación, por siempre estar para mí.

A mis docentes por sus enseñanzas, disponibilidad y cordialidad, gracias por brindarme una educación de calidad, basada en el respeto e integridad.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor el M. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada por su apoyo, disponibilidad y dedicación durante el desarrollo de esta tesis.

A los docentes de la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, quienes con su experiencia aportaron al desarrollo y enriquecimiento de esta tesis.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, por permitirme continuar y enriquecer mis conocimientos con esta maestría.

"La arquitectura es el arte de dar forma a los espacios, creando una experiencia que inspira y mejora la vida de las personas".

- Tadao Ando

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURA.....	xii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.1 Contextualización.	1
1.1.2 Descripción del Problema.....	3
1.1.3 Formulación del Problema.....	5
1.2. Justificación e importancia	5
1.2.1 Justificación Científica	5
1.2.2 Justificación Técnica - Práctica.	5
1.3. Delimitación de la investigación	6
1.4. Limitaciones	7
1.5. Objetivos de la investigación.....	8
1.5.1 Objetivo General.....	8
1.5.2 Objetivos Específicos	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial.....	9
2.2. Bases teóricas	11
2.3. Marco conceptual definir conceptos de variables	18
2.4. Definición de términos básicos.....	19
CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS Y VARIABLE	22
3.1. Hipótesis	22
3.1.1 Hipótesis General	22
3.1.2 Hipótesis Específicas.	22
3.2. Variables/categorías.....	22
3.3. Operacionalización/ categorización de los componentes de las hipótesis.....	23

CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO.....	25
4.1. Ubicación geográfica (de acuerdo a la naturaleza de la investigación)	25
4.2. Diseño de la investigación.....	27
4.3. Métodos de investigación.....	27
4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación.....	29
4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información	30
4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	30
4.7. Equipos, materiales, insumos,etc.	30
4.8. Matriz de consistencia metodológica.....	33
 CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	 34
5.1. Presentación de resultados	34
5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados	49
5.3. Contrastación de hipótesis	51
 CAPITULO VI: PROPUESTA	 52
6.1. Formulación de la propuesta para la solución del problema.....	52
6.2. Costos de implementación de la propuesta.....	53
6.3. Beneficios que aporta la propuesta	54
 CONCLUSIONES... ..	 55
RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS.....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS... ..	57
APÉNDICES... ..	60
ANEXOS... ..	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Temperatura y humedad exterior en el día de toma de valores con estación metereológica para módulo con ladrillo	7
Tabla 2: Temperatura y humedad exterior en el día de toma de valores con estación metereológica para módulo con quincha.....	7
Tabla 3: Zonificación Bioclimática del Perú	12
Tabla 4: Ubicación de provincias por Zona Bioclimática.....	13
Tabla 5: Valores límites máximos de transmitancia térmica (U) en W/m ² K.....	14
Tabla 6: Número de capas y espesores de componentes del muro con quincha.....	17
Tabla 7: Conductividad y resistencia térmica del muro con quincha	17
Tabla 8: Operacionalización de los componentes de las hipótesis.....	23
Tabla 9: Coordenadas de ubicación de módulo.....	25
Tabla 10: Equipos, materiales, insumos, etc.....	30
Tabla 11: Cuadro de Matriz de consistencia metodológica	33
Tabla 12: Transmitancia térmica del muro con quincha.....	34
Tabla 13: Inercia térmica del muro con quincha	34
Tabla 14: Temperatura y humedad exterior en el día de toma de valores con estación metereológica para módulo con ladrillo.....	35
Tabla 15: Temperatura y humedad del módulo de construcción con ladrillo en zona seca	35
Tabla 16: Diferencia de humedad interior y exterior del módulo con ladrillo en zona húmeda	36
Tabla 17: Diferencia de humedad interior y exterior del módulo con ladrillo en zona seca.....	37
Tabla 18: Temperatura y humedad del módulo con ladrillo en zona húmeda	38
Tabla 19: Diferencia de temperatura interior y exterior del módulo con ladrillo en zona húmeda	39
Tabla 20: Diferencia de humedad interior y exterior del módulo con ladrillo en zona húmeda	40
Tabla 21: Temperatura y humedad exterior en el día de toma de valores con estación metereológica para módulo con quincha.....	41
Tabla 22: Temperatura y humedad del módulo de muro con quincha en zona seca.....	42
Tabla 23: Diferencia de temperatura interior y exterior del módulo de muro con quincha en zona seca	43
Tabla 24: Diferencia de humedad interior y exterior del módulo de muro con quincha en zona seca.	44

Tabla 25: Temperatura y humedad del módulo de muro con quincha en zona húmeda.....	45
Tabla 26: Diferencia de temperatura interior y exterior del módulo de muro con quincha en zona húmeda	46
Tabla 27: Diferencia de humedad interior y exterior del módulo de muro con quincha en zona húmeda	47
Tabla 28: Cuadro comparativo de diferencia promedio de temperatura y humedad de módulo con ladrillo zona seca y húmeda.....	48
Tabla 29: Cuadro comparativo de diferencia promedio de temperatura y humedad del módulo de muro con quincha en zona seca y húmeda.....	48
Tabla 30: Análisis comparativo de una construcción de muro con quincha y una construcción con muro de ladrillo	49
Tabla 31: Costos de implementación para propuesta de muro con quincha	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación Centro Poblado Huacaríz San Antonio.....	6
Figura 2: Esquema de muro con quinchá	15
Figura 3: Ubicación de módulo	26
Figura 4: Procedimiento de la investigación.....	29
Figura 5: Módulo del muro con quinchá	52
Figura 6: Detalles constructivos del módulo de muro con quinchá.....	60
Figura 7: Fotos de módulo de la construcción tradicional con muro de ladrillo.....	61
Figura 8: Corte de carrizo a medida de muro perimetral y armado de armazón de madera sobre el que se coloca el carrizo.....	61
Figura 9: Armado y amarre de carrizo con alambre n°16.....	62
Figura 10: Elaboración de mezcla a base de agua, paja y tierra arcillosa.....	62
Figura 11: Colocación de mezcla y pañeteo.....	63
Figura 12: Toma de temperatura y humedad con estación meteorológica en zona seca de módulo con ladrillo	63
Figura 13: Toma de temperatura y humedad con estación meteorológica en zona húmeda de módulo con ladrillo	64
Figura 14: Toma de temperatura y humedad con estación meteorológica del módulo de muro con quinchá.	64
Figura 15: Toma de temperatura y humedad con estación meteorológica en zona seca del módulo de muro con quinchá	65
Figura 16: Toma de temperatura y humedad con estación meteorológica en zona húmeda del módulo de muro con quinchá.	65

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

CONCYTEC: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.

PUCP: Pontificia Universidad Católica del Perú.

T°: temperatura

UNC: Universidad Nacional de Cajamarca.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar en qué medida en viviendas rurales el muro con quincha aplicado en una envolvente térmica influye aumentando la temperatura y disminuyendo la humedad para generar confort térmico en viviendas rurales, trata sobre un módulo que en sus muros presentó una composición dada por ladrillo macizo, cámara de aire y quincha, que busca el confort térmico enmarcado en el aumento de temperatura interna y la disminución de la humedad interna. La metodología que se aplicó en esta investigación inicia entorno a la problemática que en viviendas rurales no se proyecta confort térmico, ante esto se planteó como alternativa de solución un muro con quincha que se propone en paredes y en techos y en pisos materiales típicos como la losa aligerada y el cemento pulido, lo primero que se realizó es que de este sistema constructivo compuesto por ladrillo macizo, cámara de aire y quincha se determinó sus propiedades térmicas como la transmitancia térmica y la inercia térmica, las que se calcularon en base a la norma EM 110 y la normativa chilena Norma Chilena INN - NCh 853/2007, como segundo paso se construyó este módulo con ladrillo del que se tomó la temperatura y humedad como determinantes para generar confort térmico, esta toma de datos se realizó con una estación meteorológica, por último, al módulo tradicional se le agregó la quincha y cámara de aire y se tomó con estación meteorológica los niveles de temperatura y humedad, con estos datos obtenidos se realiza cuadros comparativos de los niveles de humedad y temperatura tanto del módulo con ladrillo en comparación con el módulo con quincha, esto último con el fin de determinar el aporte en confort térmico generado por el muro con quincha. Esta investigación aportó con un sistema constructivo proyectado en muros denominado muro con quincha que permitió generar aumento de T° interna en hasta 3.12°C y disminución de humedad interna de 12.44%, por tanto, se concluyó que este muro da como resultado confort térmico en viviendas rurales de Cajamarca, este puede ser utilizado en cualquier vivienda donde se tenga bajas temperaturas y se pretenda mejorar las condiciones climáticas aportando con la mejora de la calidad de vida y el uso de materiales propios de la zona.

Palabras clave: muro con quincha, confort térmico, temperatura, humedad, envolvente térmica, viviendas rurales.

ABSTRACT

The present investigation aims to determine to what extent in rural homes the wall with quincha applied in a thermal envelope influences by increasing the temperature and decreasing the humidity to generate thermal comfort in rural homes, it deals with a module that in its walls presented a composition given by solid brick, air chamber and quincha, which seeks thermal comfort framed in the increase of internal temperature and the decrease of internal humidity. The methodology applied in this research begins around the problem that thermal comfort is not projected in rural homes, in view of this, a wall with quincha was proposed as an alternative solution. Typical materials such as lightweight slabs and polished cement were used for walls, ceilings, and floors. The first thing that was done was that this construction system composed of solid brick, air chamber, and quincha was used to determine its thermal properties such as thermal transmittance and thermal inertia, which were calculated based on the EM 110 standard and the Chilean regulations Norma Chilena INN - NCh 853/2007. As a second step, this module was built with brick, from which temperature and humidity were taken as determinants to generate thermal comfort. This data collection was carried out with a meteorological station. Finally, the quincha and air chamber were added to the traditional module and the temperature and humidity levels were taken with a meteorological station. With these data obtained, comparative tables are made of the humidity and temperature levels of both the brick module compared to the with quincha, the latter in order to determine the contribution to thermal comfort generated by the quincha wall. This research contributed to a construction system designed for walls called a quincha wall, which allowed for an increase in internal temperature of up to 3.12°C and a decrease in internal humidity of 12.44%. Therefore, it was concluded that this wall results in thermal comfort in rural homes in Cajamarca. It can be used in any home with low temperatures and the aim of improving climatic conditions, contributing to an improved quality of life and the use of materials native to the area.

Keywords: quincha wall, thermal comfort, temperature, humidity, thermal envelope, rural hom

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1 Contextualización.

En la actualidad las edificaciones son proyectadas y diseñadas sin tener en cuenta el confort térmico ni estándares de comodidad que permitan al usuario hacer frente a climas fríos que perjudican su bienestar, especialmente en zonas rurales altoandinas, donde esto significa una necesidad a tener en cuenta como un tema primordial a ser mejorado, según Rougeron (1977) confort térmico está definido como la ausencia de molestia sensorial, está relacionado con el modo de adaptación del cuerpo a los cambios de temperatura, es la sensación que perciben las personas al no experimentar ni calor ni frío, tiene en cuenta condiciones de humedad y movimientos del aire, los que deben ser adecuados para el desarrollo de actividades.

El confort térmico en espacios permite un adecuado desarrollo de actividades y otorgan comodidad a las personas que las habitan, además la arquitectura debe estar directamente relacionado con el clima, con sistemas constructivos propios de cada lugar se debe proyectar construcciones que busquen el confort térmico, según Evans et.al (2012) en la tesis titulada Desempeño térmico de viviendas construidas con quincha, explica que con materiales como las quincha se puede lograr confort térmico, tal es el caso de viviendas en Bogotá, señala que para lograr ello, se debe tener en cuenta el estudio minucioso de la transmitancia térmica y la inercia térmica, propiedades que mejoran significativamente el confort en una vivienda, determinado por el aumento de la temperatura y la disminución de humedad.

Cuitiño Rosales et.al (2015) en la revista de la construcción *Análisis de la transmitancia térmica y resistencia al impacto de los muros de quincha*, menciona que la quincha forma parte de la familia de entramados, y es una técnica mixta de muros, compuesta por madera o bambú y barro elástico con agregados de fibras vegetales, en la que sus propiedades de transmitancia térmica para un panel de 0.10m de espesor es de 2,64 W/m² K, al que si se le agrega poliestireno expandido de 5mm de espesor, llega a una transmitancia de 2,02 W/m²K, lo al compararse con valores de un muro de ladrillo de 0.20m de espesor con revoque en ambas caras llega a 4,13 W/m²K, esta investigación permite considerar la quincha como un sistema constructivo que mantiene la temperatura y genera confort térmico.

En Perú según Ramos et.al (2022) se ha propuesto mejoras para el desarrollo de proyectos que busquen el confort térmico en viviendas, más ellas no se han llevado a cabo de manera masiva, aunque sí tienen en cuenta propiedades térmicas para su puesta en práctica y sistemas constructivos propios de cada zona.

Menciona también Wieser et.al (2020) en un estudio hecho en Perú, que la tierra alivianada tiene propiedades térmicas que le permiten generar confort térmico en las construcciones, lo que genera aumento de temperatura y disminución de humedad en los espacios, con todo lo antes mencionado podemos decir que, el confort térmico está estrictamente relacionado con la transmitancia e inercia térmica, propiedades que desarrolla de manera óptima la quincha como sistema constructivo, y que al proyectarse generarán cómodas temperaturas y niveles de humedad.

1.1.2 Descripción del Problema.

La realidad problemática sobre la que se desarrolló la presente investigación estuvo basado en un sistema constructivo que contribuyó al confort térmico en viviendas rurales de Cajamarca, la problemática se enfocó en el estudio de la envolvente de la edificación, donde se utilizó materiales constantes en techo como el aligerado y en piso cemento pulido, que son materiales típicos de construcciones rurales , además en paredes se utilizó un muro con quincha como sistema constructivo a base de quincha, cámara de aire y ladrillo macizo, este muro en su conjunto buscó generar confort térmico enfocado en propiedades térmicas como transmitancia térmica e inercia térmica de sus materiales, que permitieron aumentar la temperatura en el interior de la construcción y mantener estándares de comodidad en los niveles de humedad en el interior del espacio.

El entorno inmediato sobre el que se realizó el estudio son viviendas que presentan infraestructura tradicional que no proyectan confort térmico en sus instalaciones, sin tener en cuenta la comodidad de sus habitantes, son viviendas que se proyectan en zonas aledañas a la periferia de la ciudad de Cajamarca.

Al abordar confort térmico en viviendas, se tiene claros ejemplos de puestas en prácticas, primero según Harman (2010) en el informe denominado Confort Térmico en Viviendas Altoandinas, en Perú especialmente en la sierra, casi seis millones de peruanos sufren los difíciles estragos del frío intenso, dentro de las que figura Cajamarca, problema ocasionado por la no presencia de viviendas adecuadamente proyectadas para generar confort térmico, esta investigación se desarrolla en el marco del Proyecto Ccasamanta Qarkanakusum, financiado por el Departamento de Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea (VI Plan de Acción DIPECHO) se desarrollaron acciones ante las temperaturas

extremas, las que partían de la mejora de confort de las viviendas nuevas y existentes mediante mejoras en materiales, acabados y procesos.

También menciona Rodríguez et.al (2019) en su investigación titulada Vivienda alto andina con confort térmico y sismo resistencia, que en Perú en zonas altoandinas existe una gran población vulnerable a fenómenos climáticos de friaje, ante ello el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) y la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), presentan mejoras con proyectos, dentro de los que resaltan en aspectos constructivos, utilización de recursos locales y técnicas vernáculas, los que son de gran ayuda tanto para el tema térmico y sísmico.

Cabe mencionar que un factor determinante para generar confort térmico es tomar en cuenta las propiedades térmicas como la transmitancia e inercia térmica en los materiales, y que al utilizarlos contribuyen a aumentar las temperaturas y mantener niveles de humedad cómodos, así lo menciona Cabeza Prieto et.al (2014) en su investigación denominada, Estudio de la contribución de la inercia térmica al comportamiento térmico de edificios, esta investigación se enfoca en el estudio de la inercia térmica y su aporte a la mejora del comportamiento térmico de los edificios, partiendo de la idea de que cualquier material empleado en una construcción posee propiedades térmicas que pueden ser aprovechadas o no dependiendo de su capacidad térmica, para generar confort térmico, se hizo una serie de experimentos con diversos materiales, lo que concluyó que propiedades de materiales como inercia y transmitancia térmica generan confort térmico en las construcciones.

Todas estas propiedades térmicas de transmitancia e inercia térmica las posee la quincha que según la Universidad del Bio Bio et.al (2017) en su artículo titulado Construcción en quincha liviana, Sistemas constructivos sustentables de reinterpretación

patrimonial, es un material apto para generar confort térmico, por lo que conjuntamente con el ladrillo y la cámara de aire producen aumento de T° y generan humedad cómoda.

En Cajamarca, exactamente en el centro poblado Huacaríz San Antonio según el censo de Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017) existen 368 viviendas en las que no se tomó en cuenta condiciones de confort térmico en su infraestructura, lo que hace que sea una necesidad que debió ser cubierta para hacer frente a problemas de bajas temperaturas ocasionados en esta zona y que permitan que la población pueda vivir cómodamente con estándares de adecuado confort térmico y proyectar viviendas con materiales accesibles y propios de la zona.

1.1.3 Formulación del problema.

¿En qué medida el muro con quinchá aplicado en una envolvente térmica influye para generar confort térmico en viviendas rurales de Huacaríz San Antonio, Cajamarca, 2025?

1.2. Justificación e importancia

a. Justificación científica. La investigación se justifica porque se busca conocer cuál es el efecto del uso de muro con quinchá en la envolvente de viviendas rurales, entendiendo y sistematizando su proceso constructivo para su puesta en práctica, además es importante conocer este sistema constructivo que proyecte en su infraestructura el confort térmico ya que en la actualidad hay desconocimiento en estos temas.

b. Justificación técnica-práctica. Desde el punto de vista metodológico la investigación se justifica porque busca desarrollar un procedimiento para utilizar la quinchá en un muro para generar confort térmico en viviendas rurales.

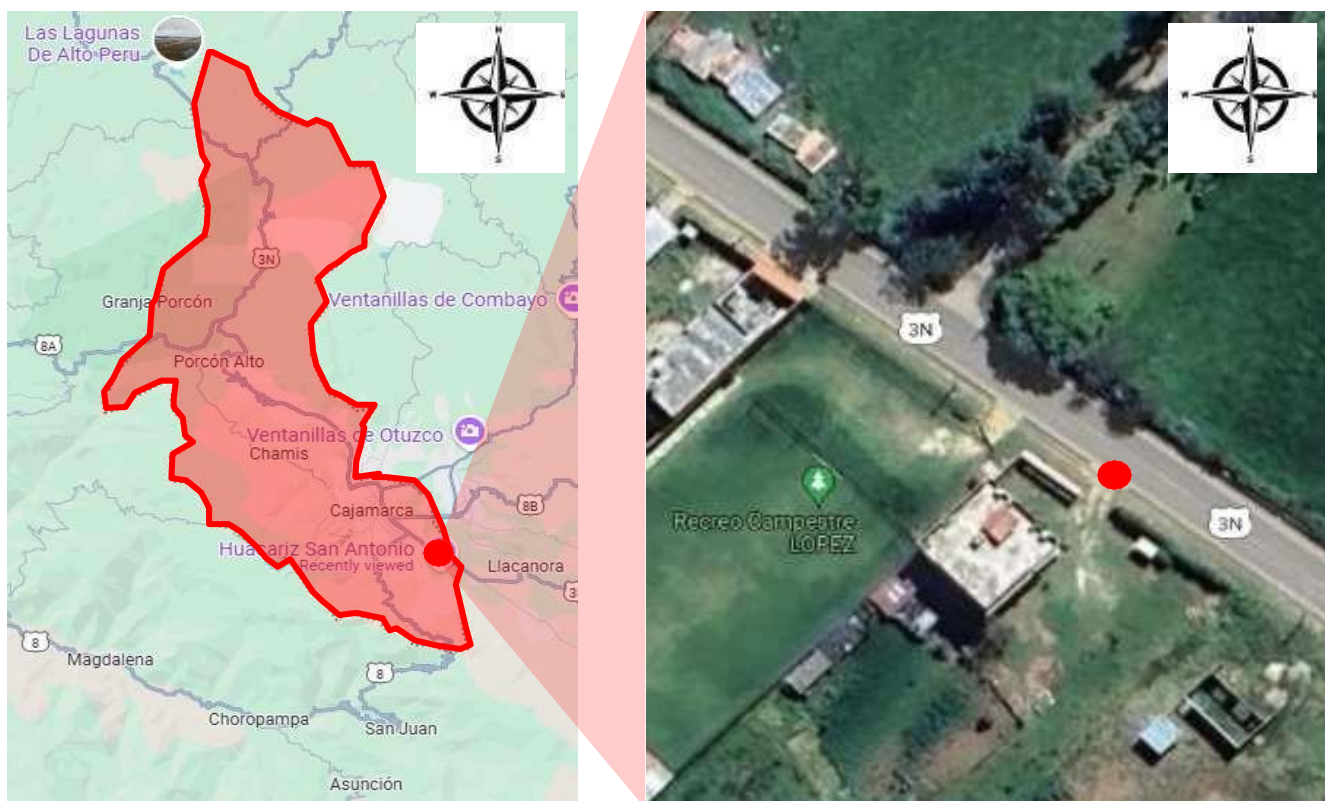
1.3. Delimitación de la investigación

Se utilizó materiales constantes: en techo el aligerado, en piso cemento pulido y en paredes ladrillo con quincha, estas edificaciones hechas con muro de quincha tendrán un máximo de 2 pisos.

Además, la presente investigación tomó como delimitación de localización El Centro Poblado Huacaríz San Antonio, perteneciente al distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca, ubicado a 2665 m.s.n.m., con 989 habitantes y 368 viviendas.

Figura 1:

Ubicación Centro Poblado Huacaríz San Antonio



Para la toma de datos en el módulo con ladrillo que se realizó el 12 de diciembre del 2023 se tuvo en cuenta las siguientes condiciones climáticas base antes de la toma de muestra:

Tabla 1:

Temperatura y humedad exterior en el día de toma de valores con estación metereológica para módulo con ladrillo

Año/ mes / día	Hora	Temperatura exterior (C°)	Humedad exterior (%)
09/12/2023	00:00	15.7	64

Por otro lado, para la toma de datos en el módulo con quinchá que se realizó el día 21 de diciembre del 2023, se tuvo en cuenta las siguientes condiciones climáticas base antes de la toma de muestra:

Tabla 2:

Temperatura y humedad exterior en el día de toma de valores con estación metereológica para módulo con quinchá

Año/ mes / día	Hora	Temperatura exterior (C°)	Humedad exterior (%)
21/12/2023	00:00	12.4	93

1.4. Limitaciones

No existieron limitaciones en la investigación.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo General.

Determinar en qué medida en viviendas rurales el muro con quincha aplicado en una envolvente térmica influye aumentando la temperatura y disminuyendo la humedad para generar confort térmico en viviendas rurales.

1.5.2. Objetivos Específicos.

1.5.2.1. Determinar la influencia de las propiedades térmicas del muro con quincha en la temperatura interna de viviendas rurales.

1.5.2.2. Determinar la influencia de las propiedades térmicas del muro con quincha en el nivel de humedad interna de viviendas rurales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial

Se realizó una exhaustiva búsqueda de antecedentes que hagan uso de quincha como sistema constructivo que proyecte confort térmico, ellos se detallan a continuación:

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Cortés y Muñoz (2020) en una tesis titulada Incremento del confort térmico en viviendas construidas con materiales ligeros, muestra un análisis de viviendas de Medellín en el que se usan materiales ligeros y naturales como sistema constructivo para generar confort térmico teniendo en cuenta sus propiedades térmicas y explica que éstos deben aplicarse específicamente en la envolvente de una construcción, esta investigación permitió enmarcar la presente investigación en el estudio de la envolvente térmica como generador de confort térmico.

También se presenta una investigación denominada Construcción en quincha liviana sistemas constructivos sustentables de reinterpretación patrimonial realizada por la Universidad del Bio Bio et.al (2017) se explica mediante un análisis minucioso situacional en Chile que para generar confort térmico se debe optar por el uso de sistemas constructivos propios de la zona y que sean de origen natural, es así que surgió como medio de estudio para esta investigación la quincha que tiene propiedades térmicas, acústicas y de protección contra el fuego y se concluyó que de estas propiedades, la de mayor relevancia para la investigación es la transmitancia térmica e inercia térmica que permite generar confort térmico.

Otro claro ejemplo de puesta en práctica de la quincha como sistema constructivo es el de Esteves y Cuitiño (2020) en su investigación denominada El sistema constructivo de la quincha en zonas rurales del Norte de Mendoza (Argentina), explica que la quincha es un sistema muy utilizado en Argentina y es parte de la arquitectura vernácula, además esta posee propiedades térmicas, la investigación busca la puesta en valor de este sistema constructivo y su importancia en las construcciones rurales, por lo que esta indagación permitió llegar a la conclusión de que la quincha como sistema constructivo posee propiedades térmicas que aplicadas en zonas rurales generan confort térmico.

Cuitiño et.al (2022) en su revista denominada Respuesta de los muros de quincha al riesgo de condensación, analiza la respuesta de la quincha a la humedad, que se desarrolló mediante el estudio de propiedades térmicas de la quincha, gracias a lo que con la experimentación se concluyó que, el muro tiene la capacidad de absorber y “desorber” la humedad ambiental.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En su informe denominado Construcción de 16 viviendas de quincha mejorada modular para damnificados del terremoto del 15 de agosto de 2007 en Ica, Perú, Lacarra Córdova (2022) presenta un análisis hecho en Perú después del terremoto de 7 grados el 15 de agosto de 2007 en Pisco e Ica, como epicentros, donde quedaron devastadas gran parte de las viviendas, ante ello se propone como una alternativa de solución plantear un sistema constructivo propio de la zona, que sea económico y que permita llegar a la mayor cantidad de población, este sistema de mayor accesibilidad propuesto fue la quincha, que según indica la investigación posee propiedades sismorresistentes y térmicas.

Además, Rojas Portilla (2020) en su artículo denominado La Quincha, técnica constructiva mixta, explica que en Perú desde época antigua se ha utilizado la quincha como sistema constructivo seguro, específicamente después del terremoto de 1746, tiempo en el que se prohibió construir con piedra y se optó por la quincha, ya que esta es segura, es un sistema constructivo propio de la zona, utiliza materiales del lugar y presenta propiedades térmicas como transmitancia e inercia térmica.

2.2. Bases teóricas

Una Edificación según el Ministerio de Energía y Minas, EM.110 Confort térmico y lumínico con eficiencia (2014) es una obra de carácter permanente, cuyo destino es albergar actividades humanas, comprende las instalaciones fijas y complementarias adscritas a ella, estas acogen un gran número de personas, las que necesitan de un espacio confortable con una envolvente que los proteja de las inclemencias del clima, por lo que es necesario enmarcar la investigación en el estudio de la “Envolvente Térmica” que según esta norma tiene como finalidad mejorar el bienestar térmico de las personas al interior de las edificaciones y evitar el deterioro por efectos de la humedad, ante ello, se planteó materiales constantes en techo como el aligerado y en piso cemento pulido, que son materiales típicos de viviendas rurales, que sumado al muro con quincha permitieron mejorar el comportamiento térmico en la envolvente, este muro significó una combinación de ladrillo de arcilla, cámara de aire y quincha, cada uno de ellos con propiedades significativas de transmitancia térmica e inercia térmica.

Es así que para obtener valores o rangos de las propiedades térmicas de los materiales fue necesario valerse de bases teóricas de normativa del Ministerio de Energía y Minas que se basa en zonas climáticas y trabajan acorde a la realidad altitudinal, esta norma está

sustentada por el decreto supremo N° 015-2015-VIVIENDA que indica que las edificaciones deben cumplir con lo establecido en la Norma Técnica EM.110 “Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética”, en lo que se refiere a:

- Zonificación Bioclimática del Perú.
- Transmitancias térmicas máximas de los elementos constructivos de la edificación
- Productos de construcción.
- Ubicación de provincia por zona bioclimática
- Características climáticas de cada zona bioclimática.
- Metodología de Cálculo para obtener Confort Térmico
- Lista de características higrométricas de los materiales de construcción.

Cabe mencionar que esta normativa posiciona a cada lugar acorde a su altitud, y los enmarca en la denominada Zonificación Bioclimática del Perú que consta de nueve zonas, las cuales que se mencionan a continuación:

Tabla 3:

Zonificación Bioclimática del Perú

Zona Bioclimática	Definición climática
1	Desértico Costero
2	Desértico
3	Interandino Bajo
4	Mesoandino
5	Altoandino
6	Nevado
7	Ceja de Montaña
8	Subtropical húmedo
9	Tropical húmedo

Nota: Perú. Ministerio de Vivienda y Saneamiento (2014) Decreto Supremo N°006-2014-Vivienda Incorporación de la Norma Técnica EM 110 “Confort térmico y Lumínico con Eficiencia Energética” Reglamento Nacional de Edificaciones.

En cada zona bioclimática, se sitúan las provincias teniendo en consideración su ubicación y sus variaciones climáticas, para el caso de la investigación se tomó como ejemplo viviendas rurales ubicadas en el Centro Poblado Huacaríz San Antonio distrito, provincia y departamento de Cajamarca, que de acuerdo al siguiente cuadro se ubica en la zona 4 Mesoandino.

Tabla 4:

Ubicación de provincias por Zona Bioclimática

Ubicación de provincias por Zona Bioclimática									
Departamento	1 Desértico Marino	2 Desértico	3 Interandino Bajo	4 Mesoandino	5 Alto Andino	6 Nevado	7 Ceja de Montaña	8 Subtropical Húmedo	9 Tropical Húmedo
			Contumazá	Cajabamba			Cajabamba		
			San Miguel	Cajamarca			Cajamarca		
				Celendín			Celendín		
				Chota			Chota		
				Contumazá			Contumazá		
				Hualgayoc			Cutervo		
				San Marcos			Hualgayoc		
Cajamarca				San Miguel			Jaén		
				San Pablo			San Marcos		
							San Ignacio		
							San Pablo		
							Santa Cruz		

Nota: Perú. Ministerio de Vivienda y Saneamiento (2014) Decreto Supremo N°006-2014-Vivienda

Incorporación de la Norma Técnica EM 110 “Confort térmico y Lumínico con Eficiencia Energética” Reglamento Nacional de Edificaciones.

Esta normativa del Ministerio de Vivienda y Saneamiento también propone la Tabla 3: Cálculo de la transmitancia térmica U de la envolvente, que presenta valores máximos permitidos de transmitancia térmica en muros, paredes y techos, aplicados en toda la envolvente de una edificación que permitan generar confort térmico.

Tabla 5:*Valores límites máximos de transmitancia térmica (U) en W/m² K*

Zona bioclimática	Transmitancia térmica máxima del muro (U muro)	Transmitancia térmica máxima del techo (U techo)	Transmitancia térmica máxima del piso (U piso)
1. Desértico costero	2,36	2,21	2,63
2. Desértico	3,20	2,20	2,63
3. Interandino bajo	2,36	2,21	2,63
4. Mesoandino	2,36	2,21	2,63
5. Altoandino	1,00	0,83	3,26
6. Nevado	0,99	0,80	3,26
7. Ceja de montaña	2,36	2,20	2,63
8. Subtropical húmedo	3,60	2,20	2,63
9. Tropical húmedo	3,60	2,20	2,63

Nota: Perú. Ministerio de Vivienda y Saneamiento (2014) Decreto Supremo N°006-2014-Vivienda

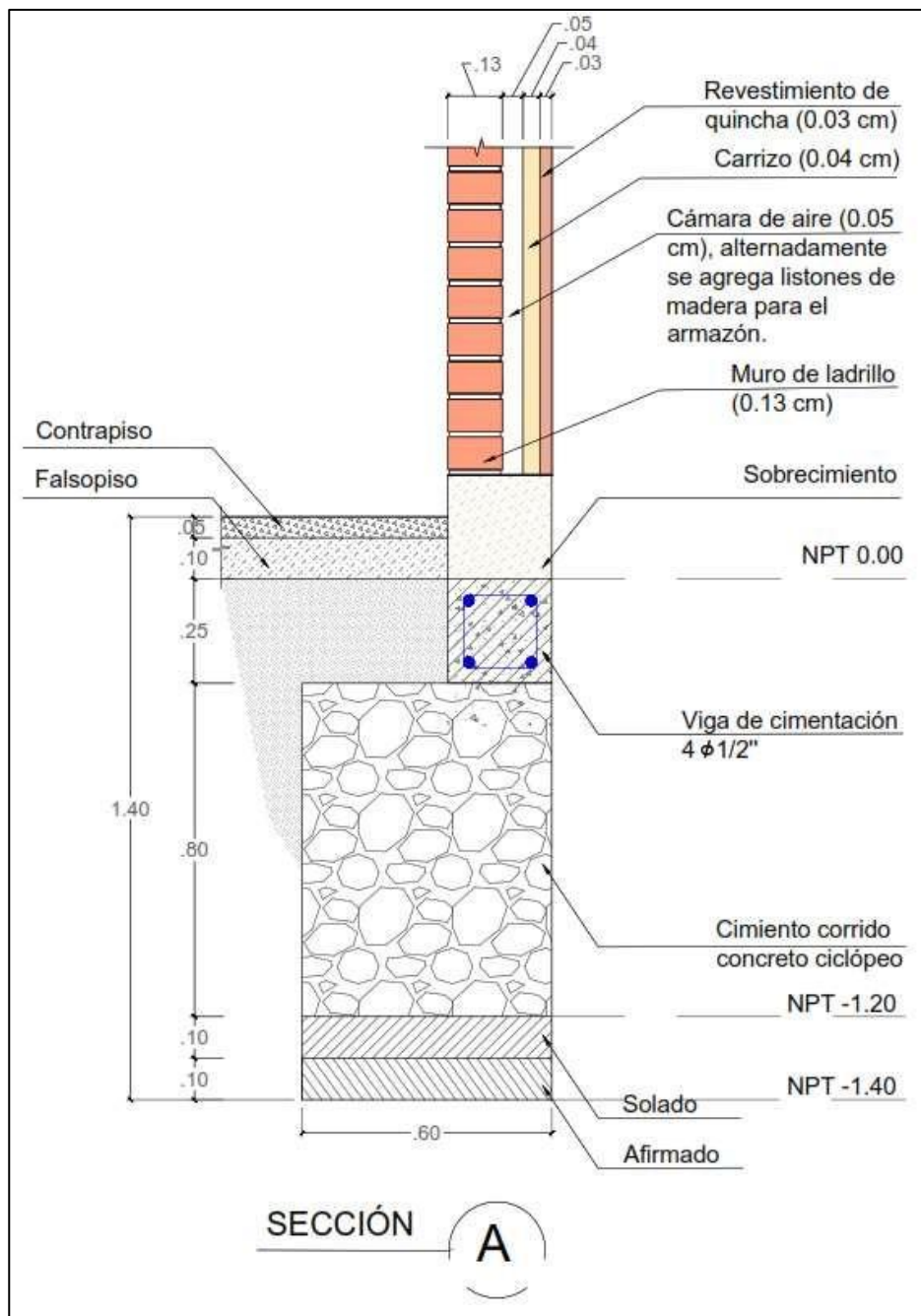
Incorporación de la Norma Técnica EM 110 “Confort térmico y Lumínico con Eficiencia Energética” Reglamento Nacional de Edificaciones.

Para temas de investigación se tomó en cuenta la transmitancia térmica máxima del muro con un valor de 2,36 U de acuerdo a la zona 4 Mesoandino.

Este sistema constructivo en el que se tomó en cuenta este rango máximo de transmitancia en muros consta de la combinación de quincha, cámara de aire y ladrillo macizo como se muestra en la siguiente figura.

Figura 2:

Esquema de muro con quinchá



Para calcular la transmitancia térmica total se tuvo en cuenta la Norma Chilena INN - NCh 853/2007 Acondicionamiento térmico - Envoltente térmico de edificios - Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas.

La fórmula general para calcular el Valor U, es:

$$U = 1/R_t$$

Donde:

U = Transmitancia Térmica ($W/m^2 \cdot K$)*

R_t = Resistencia Térmica Total del elemento compuesto por capas ($m^2 \cdot K/W$), que se obtiene según:

$$R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n + R_{se}$$

Donde:

R_{si} = Resistencia Térmica Superficial Interior (según norma por zona climática)

R_{se} = Resistencia Térmica Superficial Exterior (según norma por zona climática)

R_1, R_2, R_3, R_n = Resistencia Térmica de cada capa, que se obtienen según:

$$R = e / \lambda$$

Donde:

e = Espesor del Material (m)

λ = Conductividad Térmica del Material ($W/K \cdot m$) (según cada material)

Se puede notar entonces que la Transmitancia Térmica es inversamente proporcional a la Resistencia Térmica: a mayor resistencia de los materiales que componen una envolvente, menor es la cantidad de calor que se pierde a través de ella.

$$U = 1/R$$

$$R = 1/U$$

Por tanto con todo lo antes mencionado tenemos lo siguiente:

Primero se determinó las capas que conforman el muro con quincha (ver figura n°2):

Tabla 6:

Número de capas y espesores de componentes del muro con quincha

N° de capa	Material	Espesor (m)
1	Ladrillo maciso	0.13
2	Cámara de aire	0.05
3	Quincha	0.07

Luego, se obtuvo la resistencia total, que reemplazando valores permitió determinar la transmitancia total.

Tabla 7:

Conductividad y resistencia térmica del muro con quincha

Capa	Espesor “e” (m)	Conductividad “λ” (W/K·m)	Resistencia térmica (m²·K/W)
Superficie interior	-	-	Rsi=0.13
1	0.13 m	0.91	R1=e1/ λ1 R1=0.14
2	0.05 m	0.02	R2=2.5
3	0.07 m	0.17	R3= 0.4
Superficie exterior	-	-	Rse=0.04
			RT=3.21 m²·K/W

Se Reemplazó

$$U = 1/R_t$$

$$U = 1/3.21$$

$$U = 0.31 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Además, para optimizar las propiedades térmicas en una envolvente también se toma en cuenta la acumulación de energía generado por la inercia térmica que según Guía de Estrategias de Diseño Bioclimático para el Confort Térmico es la propiedad de los materiales que depende del calor específico y de la conductividad térmica y su relación con la cantidad de calor que puede conservar un cuerpo y la velocidad con que lo cede o absorbe del entorno, esta última es determinada por los valores de capacidad calorífica de materiales, ambas propiedades térmicas de transmitancia e inercia permiten generar un confort térmico, tomando en cuenta propiedades térmicas de los materiales y la zonificación de cada lugar en base a la normativa.

El fin por el que se calcula las propiedades térmicas en base a la EM.110, es para generar confort térmico que se determina por la disminución de la temperatura y la proyección de niveles de humedad cómodos, ambos medidos con estación meteorológica.

Como instrumentos de recopilación de información se plantea algunas tablas (ver tabla n°9 y tabla n°10), y se usa un cuadro comparativo de una construcción con muro de ladrillo y cuando se le agrega quincha y cámara de aire. (ver tabla n°25).

2.3. Marco conceptual definir conceptos de variables

Muro con quincha

Sistema constructivo aplicado en los muros de una construcción, está compuesto por quincha, cámara de aire y ladrillo macizo.

Propiedades térmicas

Están relacionadas con la conductividad y se trata de las propiedades que muestra el material cuando el calor pasa a través de él. Es decir, se refieren a los comportamientos

característicos que presenta un material bajo carga térmica concepto según Consulting (2021).

Confort térmico

Es una sensación neutra de la persona respecto a un ambiente térmico determinado. Según la norma ISO 7730 (2014) es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico.

2.4. Definición de términos básicos

La EM.110 Confort térmico y lumínico con eficiencia Energética (2014) define los siguientes términos:

Envolvente

Elemento constructivo del edificio que lo separa del ambiente exterior, ya sea aire, terreno u otro edificio. Estos elementos pueden ser muros, techos y pisos. Los vanos tales como puertas, ventanas, claraboyas, compuertas, etc., se incluyen como parte del elemento constructivo pertinente (ejemplo: puertas y ventanas en muros, claraboyas y compuertas en techos, etc.).

Se considera envolvente a los muros que forman patios, ductos o pozos de luz mayor a dos metros de distancia entre caras paralelas o no paralelas.

Transmitancia térmica (U)

Flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento que se considera. Es la inversa de la resistencia térmica (R_t). Se expresa en vatios por Metro cuadrado y grado Kelvin ($W/m^2 K$).

Blender (2015) indica que de acuerdo a la norma NCh 853-2007, la transmitancia térmica se define como el “flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas entre dos ambientes separados por dicho elemento”. Su unidad en el Sistema Métrico Decimal es $W/(m^2 \cdot K)$, Watt por metro cuadrado por Kelvin. La transmitancia térmica es una peculiaridad específica de un elemento constructivo, depende de la conductividad térmica, radiación térmica y convección en las superficies del elemento. Se utiliza para establecer pérdidas de calor de un edificio mediante los elementos que componen la envolvente.

- Cuanto mayor sea la transmitancia térmica (U), menor es el efecto de aislamiento térmico del elemento.
- Cuanto menor sea el valor de transmitancia térmica (U), mejor es la aislación térmica y menor es la pérdida de calor a través del elemento.

Un muro y cubierta con el valor $U = 1 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$ pierde por hora, por metro cuadrado una cantidad de calor de 1 Watt, la transmitancia es una propiedad de los materiales que permiten aislar el calor y generar confort térmico al interior de las edificaciones.

La envolvente térmica de un edificio

Es la parte que se encuentra en contacto con el aire exterior, si realizamos el paralelismo de comparar un edificio con el cuerpo humano y la estructura fueran los huesos que componen el esqueleto; la envolvente térmica es la piel que envuelve al edificio, esa capa por donde notamos el frío o el calor y sobre la que más afectan las inclemencias meteorológicas. Dicha piel tendrá un coeficiente de transmitancia térmica (U) que varía en función tanto del número de capas como de las propiedades térmicas que compongan la envolvente.

Inercia térmica

Según el Instituto de la Construcción de Castilla y León y Fonseca (2015) se basa principalmente en los materiales de elevada masa térmica; posee una gran capacidad para almacenar el calor para luego poder liberarlo durante un tiempo determinado, la inercia capta el sol durante el día y libera el calor durante la noche. Allamegui (2013) explica que los materiales con buena inercia térmica son aquellos con un elevado calor específico y baja conductividad térmica.

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS Y VARIABLE

3.1. Hipótesis

3.1.1 Hipótesis General.

El muro con quincha influye aumentando la temperatura y disminuyendo la humedad en la envolvente térmica de viviendas rurales generando confort térmico.

3.1.2 Hipótesis Específicas.

- La influencia de las propiedades térmicas del muro con quincha genera aumento de 3°C en temperaturas internas con respecto al exterior en viviendas rurales.
- La influencia de las propiedades térmicas del muro con quincha genera disminución de 10 % de humedad interna con respecto a la humedad exterior en viviendas rurales.

3.2. Variables/Categorías

Variable independiente: Muro con quincha

Variable dependiente: Confort térmico

3.2. Operacionalización/ categorización de los componentes de las hipótesis

Tabla 8:

Operacionalización de los componentes de las hipótesis

Hipótesis	Definición conceptual de las variables/ categorías	Variables /categ.	Dimensiones/ factores	Indicadores/ cualidades	Indicadores/ cualidades	Fuente o instrumento de recolección de datos
Hipótesis General:	Muro con quincha		Propiedades térmicas		V/m2 K	
El muro con quincha influye aumentando la temperatura y disminuyendo la humedad en la envolvente térmica de viviendas rurales generando confort térmico.	Es un sistema constructivo que propone el uso de quincha, cámara de aire y ladrillo macizo como un sistema que aplicado en la envolvente permite confort térmico.	Muro con quincha		Transmitancia térmica		
				Inercia térmica	Cal	Ficha de observación
Hipótesis Específicas:						
•La influencia de las propiedades térmicas del muro con quincha genera aumento de 3°C en temperaturas	CONFORT TÉRMICO			Temperatura (C°)		

internas con respecto al exterior en viviendas rurales.	Es una sensación neutra de la persona respecto a un ambiente térmico determinado. Según la norma ISO 7730 (2014) es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico.	Confort térmico	Ficha de observación
<ul style="list-style-type: none"> • La influencia de las propiedades térmicas del muro con quinchá genera disminución de 10 % de humedad interna con respecto a la humedad exterior en viviendas rurales. 		Niveles de humedad (%)	Estación meteorológica

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica (de acuerdo a la naturaleza de la investigación)

El objeto de estudio donde se proyectó el sistema constructivo de muro con quincha se ubica en la zona rural, específicamente en el Centro Poblado Huacaríz San Antonio, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca, en el país de Perú (ver Anexo A), con las siguientes coordenadas:

Tabla 9:

Coordenadas de ubicación de módulo

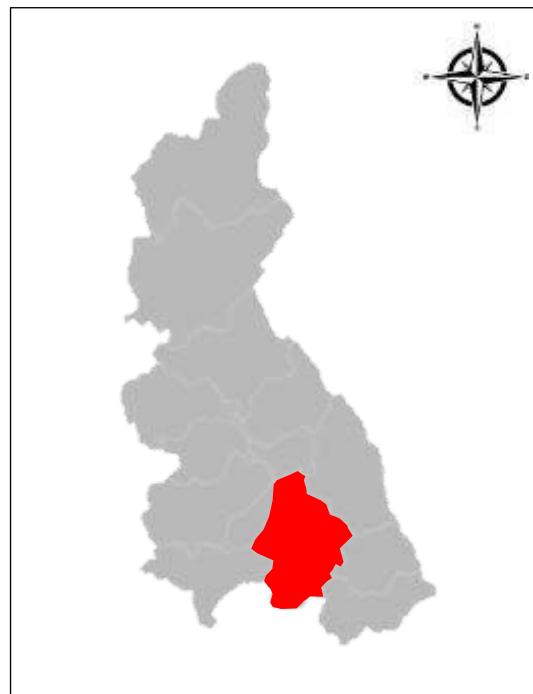
Coordenadas			
Vértice	Ángulo	Este	Norte
P1	90°00'00''	779610.8	9204249.4
P2	90°00'00''	779611.7	9204250.6
P3	90°00'00''	779613.3	9204249.4
P4	90°00'00''	779612.4	9204248.2

Figura 3:

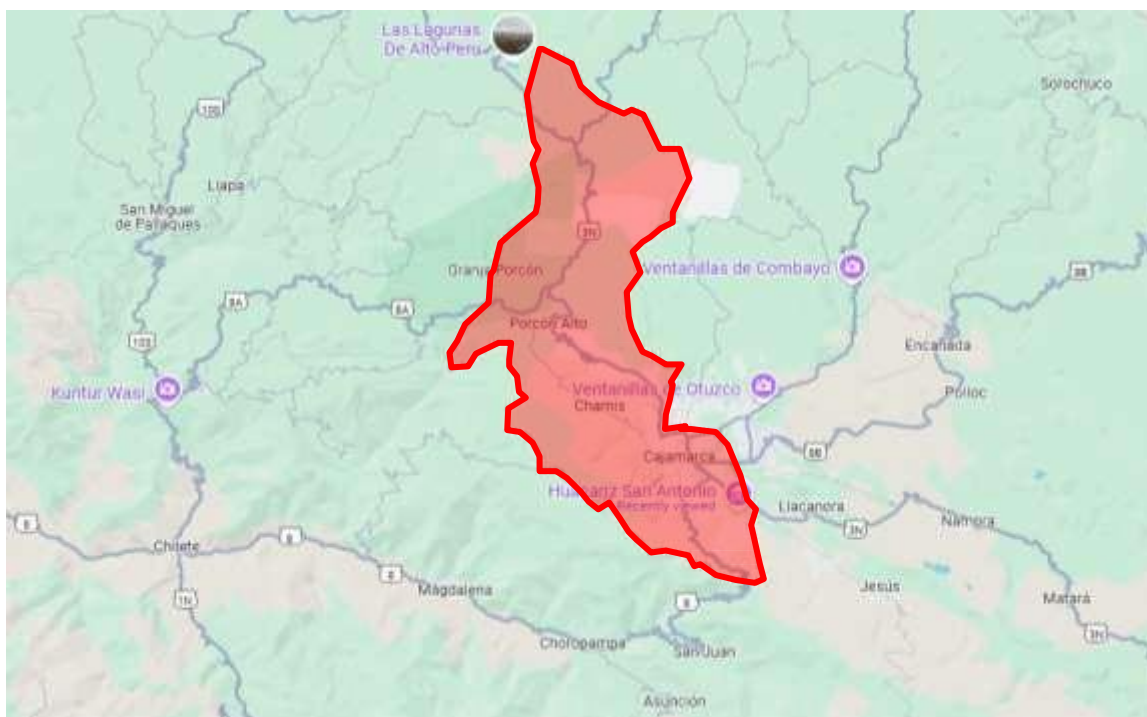
Ubicación de módulo



Departamento: Cajamarca



Provincia: Cajamarca



Distrito: Cajamarca



Centro poblado: Huacaríz San Antonio



Ubicación de módulo

Fuente: Instituto Geográfico Nacional (2019).

4.2. Diseño de la investigación

La investigación es experimental.

4.3. Métodos de investigación

La presente investigación se realizó con el Método de Investigación Experimental cuantitativo, explicativo, a continuación, se detalla el procedimiento que se llevó a cabo:

- A. Primero se tomó como base teórica de la EM.110 Confort térmico y lumínico con eficiencia energética (2015) para tener en cuenta la ubicación del proyecto de acuerdo a su zona bioclimática que está definida por su altitud, se determinó que el proyecto

se ubica en la zona 4 Mesoandino, ya que se ubica en el Centro Poblado Huacaríz San Antonio, Cajamarca.

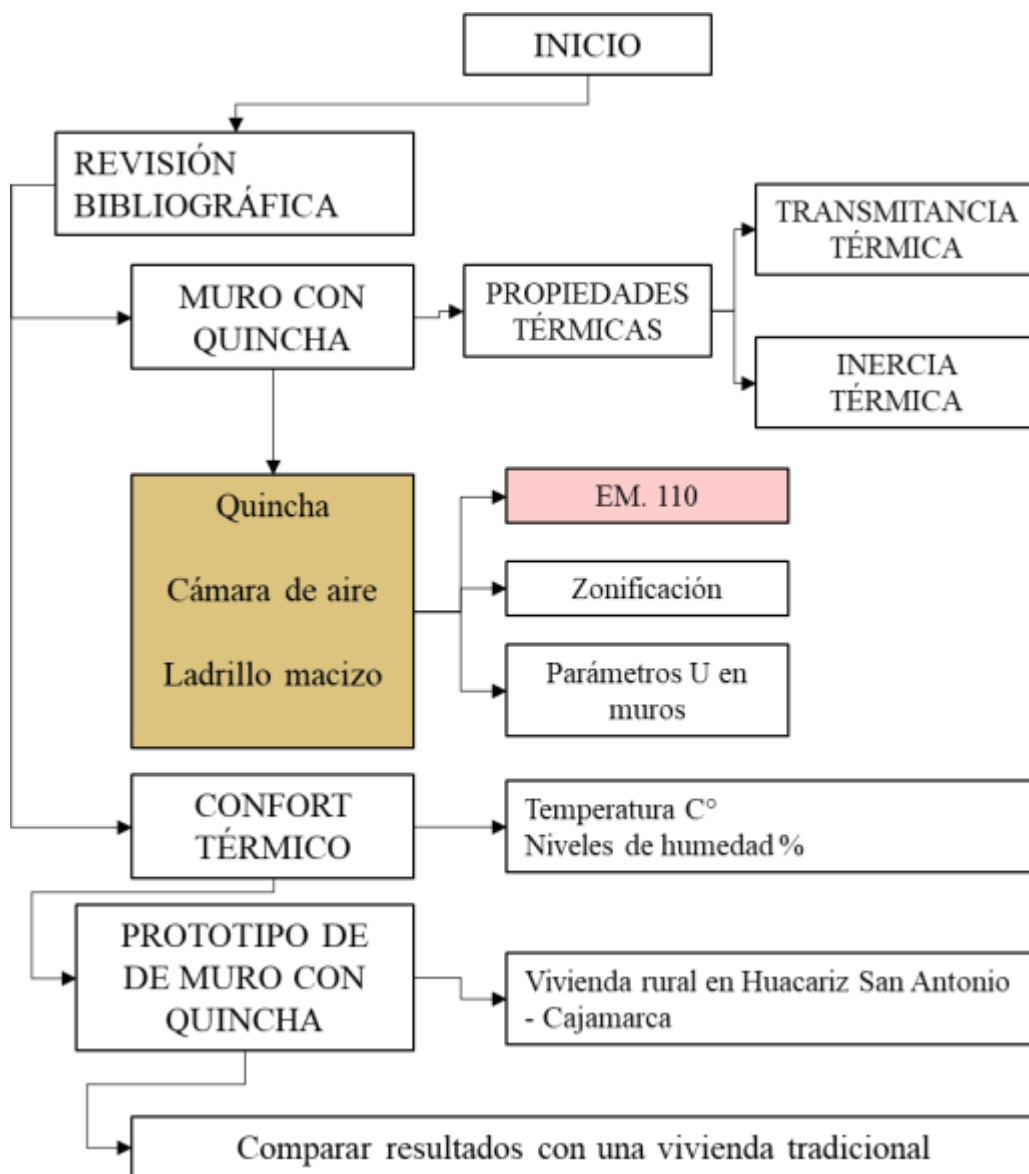
Para trabajar el confort térmico se consideró el cálculo de transmitancia e inercia térmica, para el caso de transmitancia primero se estableció 2.36 U como valor máximos de transmitancia en muros que denota la EM. 110, luego para calcular la transmitancia térmica total del sistema constructivo en su conjunto, se tuvo en cuenta la Norma Chilena INN - NCh 853/2007.

Por otro lado, para determinar los valores de inercia térmica de este sistema constructivo se utilizó la Guía de Estrategias de Diseño Bioclimático para el Confort Térmico, donde explica que la Inercia térmica es determinada por los valores de capacidad calorífica de materiales, que son valores estándares ya conocidos.

- B. Segundo se realizó un prototipo de 3.00 m² de muro con ladrillo, que contenía una zona seca y una zona húmeda, luego se obtuvo datos de humedad interna y externa y temperatura interna y externa en ambas zonas, todo ello con ayuda de una estación meteorológica.
- C. Tercero a este prototipo se le agregó una cámara de aire y quincha, lo que se ha denominado muro con quincha, y para determinar si mejora el confort térmico se toma los valores con ayuda de una estación meteorológica, para determinar que la quincha, cámara de aire y ladrillo macizo conjuntamente aumentan la temperatura interior y mantienen niveles de humedad interiores cómodos con respecto a valores del exterior.
- D. Finalmente se realizó un cuadro comparativo de los niveles de temperatura y humedad de una construcción de muro con ladrillo y el muro con quincha, para comprobar las variaciones de ambos indicadores y establecer si hubo mejoras.

Figura 4:

Procedimiento de la investigación



4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación

Población

La población entorno a la que se desarrolla la investigación es la del Centro Poblado Huacariz San Antonio, que según el censo de Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017) existen 368 viviendas, de las que ninguna proyecta confort térmico en su infraestructura.

Muestra y Unidad

La muestra y unidad de análisis es un prototipo de vivienda en escala real de 3.00 m² de área.

Unidad de Observación

Temperatura y niveles de humedad.

4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

Se utiliza la revisión documental, normativa peruana EM.110 Confort térmico y lumínico con eficiencia energética (2015) dónde se presenta tablas de cada zona bioclimática (ver Tabla n°1 y Tabla n°2), éstas permitirán ubicar el proyecto de acuerdo a su altitud, estableciendo parámetros máximos en propiedades térmicas como la transmitancia térmica en muros, con ello se aplica la Tabla n°3.

También se usa la observación directa al generar un prototipo y observar los cambios de temperatura y humedad.

4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

El procesamiento de datos se realiza mediante tablas doble entrada, gráficos y cuadros comparativos, además se utiliza programas como el Excel.




4.7. Equipos, materiales, insumos, etc.

Para la medición de temperatura y niveles de humedad en el espacio se utilizó los siguientes equipos, materiales e insumos.

Tabla 10:

Equipos, materiales, insumos, etc.

Equipos		
Cinta métrica (50m)	Cinta reforzada con fibra de vidrio	
Pala	Herramienta básica de jardinería, formada por una lámina metálica, levemente curvada y un mango de madera para manejarla.	
Fortacho	El fortacho es una herramienta manual, en forma de tabla lisa de madera, que tiene un asa en uno de sus lados.	
Estación meteorológica	Instalación que mide y registra las condiciones atmosféricas y del suelo, como la temperatura, la humedad, la lluvia, la presión, la radiación, la evaporación y la velocidad y dirección del viento.	

Materiales		
Ladrillo macizo	Pieza de arcilla o tierra arcillosa moldeada tanto a mano como mecánicamente,	
Quincha	Sistema constructivo, consiste en un entramado de caña o bambú recubierto con barro	
Madera	Listones de 2'' sirven de guía para la colocación de caña.	

4.8. Matriz de consistencia metodológica

Tabla 11:

Cuadro de Matriz de consistencia metodológica

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala	Instrumento
¿En qué medida el muro con quinchá aplicado en una envolvente térmica influye para generar confort térmico en viviendas rurales de Huacaríz San Antonio, Cajamarca, 2025?	Objetivo general	<u>Hipótesis General</u>	Variable Independiente:		Transmitancia		
	Determinar en qué medida en viviendas rurales el muro con quinchá aplicado en una envolvente térmica influye aumentando la temperatura y disminuyendo la humedad	El muro con quinchá influye aumentando la temperatura y disminuyendo la humedad en la envolvente térmica de viviendas rurales generando confort térmico.	MURO CON QUINCHA	Propiedades térmicas	Térmica		
					W/(m2.k)		
						Intervalo	Hoja de observación
	Objetivos específicos	<u>Hipótesis específicas</u>	Variable Dependiente:		Inercia Térmica		
	•Determinar la influencia de las propiedades térmicas del muro con quinchá en la temperatura interna de viviendas rurales.	•La influencia de las propiedades térmicas del muro con quinchá genera aumento de 3°C en temperaturas internas con respecto al exterior en viviendas rurales.	CONFORT TÉRMICO	Temperatura(C°)	Kcal/m³		
	•Determinar la influencia de las propiedades térmicas del muro con quinchá en el nivel de humedad interna de viviendas rurales.	•La influencia de las propiedades térmicas del muro con quinchá genera disminución de 10 % de humedad interna con respecto a la humedad exterior en viviendas rurales.					
						Intervalo	Estación meteorológica
					Niveles de Humedad (%)		

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación de resultados

5.1.1. Propiedades Térmicas del Muro con Quincha

Tabla 12:

Transmitancia térmica del muro con quincha

Materiales	Espesor (m)	Transmitancia térmica W/(m².k)
Muro con quincha	0,25	0,31

Tabla 13:

Inercia térmica del muro con quincha

Materiales	Espesor (m)	Inercia térmica (Cal)
Quincha	0,07	1.10
Cámara de aire	0,05	0.24
Ladrillo macizo	0,13	0.20

5.1.2. Temperatura y Humedad del Módulo de Construcción con Ladrillo Zona Seca

El módulo se emplazó en el Centro Poblado Huacaríz San Antonio, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca, en el país de Perú, primero se proyectó el módulo con ladrillo que tuvo como base las siguientes condiciones climáticas del día 12 de diciembre del 2023, día en el que se tomó los valores de temperatura y humedad en zona seca y zona húmeda, estas condiciones son las siguientes:

Tabla 14:

Temperatura y humedad exterior en el día de toma de valores con estación metereológica para módulo con ladrillo

Año/ mes / día	Hora	Temperatura exterior (C°)	Humedad exterior (%)
09/12/2023	00:00	15.7	64

Se obtuvo datos de 24 horas de temperatura y 24 horas de humedad, con unos valores de iniciales de humedad de:

Tabla 15:

Temperatura y humedad del módulo de construcción con ladrillo en zona seca

	Año/ mes / día	Hora	Temperatura interior (C°)	Temperatura exterior (C°)	Humedad interior (%)	Humedad exterior (%)
Módulo de construcción con ladrillo zona seca	09/12/2023	00:00	17.7	15.7	68	64
	09/12/2023	01:00	17.4	15.4	71	67
	09/12/2023	02:00	16.6	14.6	73	69
	09/12/2023	03:00	17.0	15.0	73	69
	09/12/2023	04:00	16.6	14.6	74	70
	09/12/2023	05:00	15.3	13.3	81	77
	09/12/2023	06:00	13.4	11.4	88	84
	09/12/2023	07:00	16.9	14.9	88	84
	09/12/2023	08:00	19.9	17.9	64	60
	09/12/2023	09:00	21.6	19.6	60	54
	09/12/2023	10:00	21.8	19.8	58	52
	09/12/2023	11:00	23.5	21.5	50	44
	09/12/2023	12:00	23.2	21.2	49	43
	09/12/2023	13:00	22.4	20.4	50	46
	09/12/2023	14:00	23.1	21.1	48	44
	09/12/2023	15:00	23.8	21.8	50	46
	09/12/2023	16:00	19.8	17.8	65	61

09/12/2023	17:00	21.1	19.1	62	58
09/12/2023	18:00	19.9	17.9	65	61
09/12/2023	19:00	18.3	16.3	74	70
09/12/2023	20:00	17.8	15.8	78	74
09/12/2023	21:00	17.9	15.9	79	75
09/12/2023	22:00	17.5	15.5	78	74
09/12/2023	23:00	16.9	14.9	81	77

Tabla 16:

Diferencia de temperatura interior y exterior del módulo de construcción con ladrillo en zona seca

	Año/ mes / día	Hora	Temperatura interior (C°)	Temperatura exterior (C°)	Diferencia de temperatura interior con temperatura exterior (C°)
Módulo de construcción con la zona seca	09/12/2023	00:00	17.7	15.7	2
	09/12/2023	01:00	17.4	15.4	2
	09/12/2023	02:00	16.6	14.6	2
	09/12/2023	03:00	17.0	15.0	2
	09/12/2023	04:00	16.6	14.6	2
	09/12/2023	05:00	15.3	13.3	2
	09/12/2023	06:00	13.4	11.4	2
	09/12/2023	07:00	16.9	14.9	2
	09/12/2023	08:00	19.9	17.9	2
	09/12/2023	09:00	21.6	19.6	2
	09/12/2023	10:00	21.8	19.8	2
	09/12/2023	11:00	23.5	21.5	2
	09/12/2023	12:00	23.2	21.2	2
	09/12/2023	13:00	22.4	20.4	2
	09/12/2023	14:00	23.1	21.1	2
	09/12/2023	15:00	23.8	21.8	2

09/12/2023	16:00	19.8	17.8	2
09/12/2023	17:00	21.1	19.1	2
09/12/2023	18:00	19.9	17.9	2
09/12/2023	19:00	18.3	16.3	2
09/12/2023	20:00	17.8	15.8	2
09/12/2023	21:00	17.9	15.9	2
09/12/2023	22:00	17.5	15.5	2
09/12/2023	23:00	16.9	14.9	2

Tabla 17:

Diferencia de humedad interior y exterior del módulo con ladrillo en zona seca

	Año/ mes / día	Hora	Humedad interior (%)	Humedad exterior (%)	Diferencia de humedad interior con humedad exterior (%)
Modulo con ladrillo zona seca	09/12/2023	00:00	68	64	4
	09/12/2023	01:00	71	67	4
	09/12/2023	02:00	73	69	4
	09/12/2023	03:00	73	69	4
	09/12/2023	04:00	74	70	4
	09/12/2023	05:00	81	77	4
	09/12/2023	06:00	88	84	4
	09/12/2023	07:00	88	84	4
	09/12/2023	08:00	64	60	4
	09/12/2023	09:00	60	54	6
	09/12/2023	10:00	58	52	6
	09/12/2023	11:00	50	44	6
	09/12/2023	12:00	49	43	6
	09/12/2023	13:00	50	46	4
	09/12/2023	14:00	48	44	4

09/12/2023	15:00	50	46	4
09/12/2023	16:00	65	61	4
09/12/2023	17:00	62	58	4
09/12/2023	18:00	65	61	4
09/12/2023	19:00	74	70	4
09/12/2023	20:00	78	74	4
09/12/2023	21:00	79	75	4
09/12/2023	22:00	78	74	4
09/12/2023	23:00	81	77	4

5.1.3. Temperatura y Humedad del Módulo con Ladrillo Zona Húmeda

Tabla 18:

Temperatura y humedad del módulo con ladrillo en zona húmeda

	Año/ mes / día	Hora	Temperatura interior (C°)	Temperatura exterior (C°)	Humedad interior (%)	Humedad exterior (%)
Módulo con ladrillo zona húmeda	09/12/2023	00:00	18.3	15.7	66	64
	09/12/2023	01:00	17.3	15.4	69	67
	09/12/2023	02:00	16.5	14.6	75	69
	09/12/2023	03:00	16.9	15.0	75	69
	09/12/2023	04:00	16.5	14.6	76	70
	09/12/2023	05:00	15.2	13.3	84	77
	09/12/2023	06:00	13.3	11.4	91	84
	09/12/2023	07:00	16.8	14.9	91	84
	09/12/2023	08:00	19.8	17.9	67	60
	09/12/2023	09:00	21.5	19.6	61	54
	09/12/2023	10:00	21.7	19.8	59	52
	09/12/2023	11:00	23.4	21.5	51	44
	09/12/2023	12:00	23.1	21.2	50	43
	09/12/2023	13:00	22.3	20.4	48	46

09/12/2023	14:00	23.0	21.1	46	44
09/12/2023	15:00	23.7	21.8	48	46
09/12/2023	16:00	19.7	17.8	63	61
09/12/2023	17:00	21.0	19.1	65	58
09/12/2023	18:00	19.8	17.9	68	61
09/12/2023	19:00	18.2	16.3	77	70
09/12/2023	20:00	17.7	15.8	81	74
09/12/2023	21:00	17.8	15.9	82	75
09/12/2023	22:00	17.4	15.5	81	74
09/12/2023	23:00	16.8	14.9	84	77

Tabla 19:

Diferencia de temperatura interior y exterior del módulo con ladrillo en zona húmeda

	Año/ mes / día	Hora	Temperatura interior (C°)	Temperatura exterior (C°)	Diferencia de temperatura interior con temperatura exterior (C°)
Módulo con ladrillo zona húmeda	09/12/2023	00:00	18.3	15.7	2.6
	09/12/2023	01:00	17.3	15.4	1.9
	09/12/2023	02:00	16.5	14.6	1.9
	09/12/2023	03:00	16.9	15.0	1.9
	09/12/2023	04:00	16.5	14.6	1.9
	09/12/2023	05:00	15.2	13.3	1.9
	09/12/2023	06:00	13.3	11.4	1.9
	09/12/2023	07:00	16.8	14.9	1.9
	09/12/2023	08:00	19.8	17.9	1.9
	09/12/2023	09:00	21.5	19.6	1.9
	09/12/2023	10:00	21.7	19.8	1.9
	09/12/2023	11:00	23.4	21.5	1.9
	09/12/2023	12:00	23.1	21.2	1.9
	09/12/2023	13:00	22.3	20.4	1.9

09/12/2023	14:00	23.0	21.1	1.9
09/12/2023	15:00	23.7	21.8	1.9
09/12/2023	16:00	19.7	17.8	1.9
09/12/2023	17:00	21.0	19.1	1.9
09/12/2023	18:00	19.8	17.9	1.9
09/12/2023	19:00	18.2	16.3	1.9
09/12/2023	20:00	17.7	15.8	1.9
09/12/2023	21:00	17.8	15.9	1.9
09/12/2023	22:00	17.4	15.5	1.9
09/12/2023	23:00	16.8	14.9	1.9

Tabla 20:

Diferencia de humedad interior y exterior del módulo con ladrillo en zona húmeda

	Año/ mes / día	Hora	Humedad interior (%)	Humedad exterior (%)	Diferencia de humedad interior con humedad exterior (%)
Módulo con ladrillo zona húmeda	09/12/2023	00:00	66	64	2
	09/12/2023	01:00	69	67	2
	09/12/2023	02:00	75	69	6
	09/12/2023	03:00	75	69	6
	09/12/2023	04:00	76	70	6
	09/12/2023	05:00	84	77	7
	09/12/2023	06:00	91	84	7
	09/12/2023	07:00	91	84	7
	09/12/2023	08:00	67	60	7
	09/12/2023	09:00	61	54	7
	09/12/2023	10:00	59	52	7
	09/12/2023	11:00	51	44	7
	09/12/2023	12:00	50	43	7
	09/12/2023	13:00	48	46	2

09/12/2023	14:00	46	44	2
09/12/2023	15:00	48	46	2
09/12/2023	16:00	63	61	2
09/12/2023	17:00	65	58	7
09/12/2023	18:00	68	61	7
09/12/2023	19:00	77	70	7
09/12/2023	20:00	81	74	7
09/12/2023	21:00	82	75	7
09/12/2023	22:00	81	74	7
09/12/2023	23:00	84	77	7

5.1.4. Temperatura y Humedad del Módulo de Muro con Quincha en Zona Seca

El módulo de muro con quincha se realizó el 21 de diciembre del 2023, este se trabajó bajo las siguientes condiciones climáticas base:

Tabla 21:

Temperatura y humedad exterior en el día de toma de valores con estación metereológica para módulo con quincha

Año/ mes / día	Hora	Temperatura exterior (C°)	Humedad exterior (%)
21/12/2023	00:00	12.4	93

Además, se consideró tanto para la construcción de módulo con ladrillo como para el módulo de quincha zona seca y zona húmeda.

Tabla 22:*Temperatura y humedad del módulo de muro con quincha en zona seca*

	Año/ mes / día	Hora	Temperatura interior (C°)	Temperatura exterior (C°)	Humedad interior (%)	Humedad exterior (%)
Módulo de muro con quincha zona seca	21/12/2023	00:00	15.4	12.4	81	93
	21/12/2023	01:00	15.2	12.2	81	93
	21/12/2023	02:00	15.4	12.4	82	94
	21/12/2023	03:00	14.7	11.7	82	94
	21/12/2023	04:00	14.2	11.2	82	94
	21/12/2023	05:00	13.5	10.5	83	95
	21/12/2023	06:00	13.6	10.6	83	95
	21/12/2023	07:00	14.1	11.1	83	95
	21/12/2023	08:00	15.6	12.6	83	95
	21/12/2023	09:00	19.4	16.4	63	75
	21/12/2023	10:00	21.7	18.7	50	62
	21/12/2023	11:00	22.6	19.6	48	60
	21/12/2023	12:00	25.8	22.8	42	54
	21/12/2023	13:00	27.5	23.5	34	44
	21/12/2023	14:00	22.2	18.2	45	56
	21/12/2023	15:00	24.1	20.1	41	53
	21/12/2023	16:00	21.8	18.8	53	65
	21/12/2023	17:00	20.1	17.1	58	70
	21/12/2023	18:00	19.3	16.3	62	74
	21/12/2023	19:00	18.5	15.5	65	77
	21/12/2023	20:00	18.0	15.0	66	78
	21/12/2023	21:00	17.5	14.5	71	83
	21/12/2023	22:00	17.7	14.7	71	83
	21/12/2023	23:00	17.9	14.9	70	82

Tabla 23:*Diferencia de temperatura interior y exterior del módulo de muro con quincha en zona seca*

	Año/ mes / día	Hora	Temperatura interior (C°)	Temperatura exterior (C°)	Diferencia de temperatura interior con temperatura exterior (C°)
Módulo del muro con quincha zona seca	21/12/2023	00:00	15.4	12.4	3
	21/12/2023	01:00	15.2	12.2	3
	21/12/2023	02:00	15.4	12.4	3
	21/12/2023	03:00	14.7	11.7	3
	21/12/2023	04:00	14.2	11.2	3
	21/12/2023	05:00	13.5	10.5	3
	21/12/2023	06:00	13.6	10.6	3
	21/12/2023	07:00	14.1	11.1	3
	21/12/2023	08:00	15.6	12.6	3
	21/12/2023	09:00	19.4	16.4	3
	21/12/2023	10:00	21.7	18.7	3
	21/12/2023	11:00	22.6	19.6	3
	21/12/2023	12:00	25.8	22.8	3
	21/12/2023	13:00	27.5	23.5	4
	21/12/2023	14:00	22.2	18.2	4
	21/12/2023	15:00	24.1	20.1	4
	21/12/2023	16:00	21.8	18.8	3
	21/12/2023	17:00	20.1	17.1	3
	21/12/2023	18:00	19.3	16.3	3
	21/12/2023	19:00	18.5	15.5	3
	21/12/2023	20:00	18.0	15.0	3
	21/12/2023	21:00	17.5	14.5	3
	21/12/2023	22:00	17.7	14.7	3
	21/12/2023	23:00	17.9	14.9	3

Tabla 24:

Diferencia de humedad interior y exterior del módulo de muro con quincha en zona seca

	Año/ mes / día	Hora	Humedad interior (%)	Humedad exterior (%)	Diferencia de humedad interior con humedad exterior (%)
Módulo del muro con quincha zona seca	21/12/2023	00:00	81	93	Disminuye 12 %
	21/12/2023	01:00	81	93	Disminuye 12 %
	21/12/2023	02:00	82	94	Disminuye 12 %
	21/12/2023	03:00	82	94	Disminuye 12 %
	21/12/2023	04:00	82	94	Disminuye 12 %
	21/12/2023	05:00	83	95	Disminuye 12 %
	21/12/2023	06:00	83	95	Disminuye 12 %
	21/12/2023	07:00	83	95	Disminuye 12 %
	21/12/2023	08:00	83	95	Disminuye 12 %
	21/12/2023	09:00	63	75	Disminuye 12 %
	21/12/2023	10:00	50	62	Disminuye 12 %
	21/12/2023	11:00	48	60	Disminuye 12 %
	21/12/2023	12:00	42	54	Disminuye 12 %
	21/12/2023	13:00	34	44	Disminuye 10 %
	21/12/2023	14:00	45	56	Disminuye 11 %
	21/12/2023	15:00	41	53	Disminuye 12 %
	21/12/2023	16:00	53	65	Disminuye 12 %
	21/12/2023	17:00	58	70	Disminuye 12 %
	21/12/2023	18:00	62	74	Disminuye 12 %
	21/12/2023	19:00	65	77	Disminuye 12 %
	21/12/2023	20:00	66	78	Disminuye 12 %
	21/12/2023	21:00	71	83	Disminuye 12 %
	21/12/2023	22:00	71	83	Disminuye 12 %
	21/12/2023	23:00	70	82	Disminuye 12 %

5.1.5. Temperatura y Humedad del Módulo de Muro con Quincha en Zona Húmeda

Tabla 25:

Temperatura y humedad del módulo de muro con quincha en zona húmeda

	Año/ mes / día	Hora	Temperatura interior (C°)	Temperatura exterior (C°)	Humedad interior (%)	Humedad exterior (%)
Módulo del muro con quincha zona húmeda	21/12/2023	00:00	15.5	12.4	80	93
	21/12/2023	01:00	15.3	12.2	80	93
	21/12/2023	02:00	15.5	12.4	81	94
	21/12/2023	03:00	14.8	11.7	81	94
	21/12/2023	04:00	14.3	11.2	81	94
	21/12/2023	05:00	13.6	10.5	82	95
	21/12/2023	06:00	13.7	10.6	82	95
	21/12/2023	07:00	14.2	11.1	82	95
	21/12/2023	08:00	15.7	12.6	82	95
	21/12/2023	09:00	19.5	16.4	62	75
	21/12/2023	10:00	21.8	18.7	49	62
	21/12/2023	11:00	22.7	19.6	47	60
	21/12/2023	12:00	25.9	22.8	41	54
	21/12/2023	13:00	26.6	23.5	31	44
	21/12/2023	14:00	21.3	18.2	43	56
	21/12/2023	15:00	23.2	20.1	40	53
	21/12/2023	16:00	21.9	18.8	52	65
	21/12/2023	17:00	20.2	17.1	57	70
	21/12/2023	18:00	19.4	16.3	61	74
	21/12/2023	19:00	18.6	15.5	64	77
	21/12/2023	20:00	18.1	15.0	65	78
	21/12/2023	21:00	17.6	14.5	70	83
	21/12/2023	22:00	17.8	14.7	70	83
	21/12/2023	23:00	18.0	14.9	69	82

Tabla 26:

Diferencia de temperatura interior y exterior del módulo de muro con quincha en zona húmeda

	Año/ mes / día	Hora	Temperatura interior (C°)	Temperatura exterior (C°)	Diferencia de temperatura interior con temperatura exterior (C°)
Módulo del muro con quincha zona húmeda	21/12/2023	00:00	15.5	12.4	3.1
	21/12/2023	01:00	15.3	12.2	3.1
	21/12/2023	02:00	15.5	12.4	3.1
	21/12/2023	03:00	14.8	11.7	3.1
	21/12/2023	04:00	14.3	11.2	3.1
	21/12/2023	05:00	13.6	10.5	3.1
	21/12/2023	06:00	13.7	10.6	3.1
	21/12/2023	07:00	14.2	11.1	3.1
	21/12/2023	08:00	15.7	12.6	3.1
	21/12/2023	09:00	19.5	16.4	3.1
	21/12/2023	10:00	21.8	18.7	3.1
	21/12/2023	11:00	22.7	19.6	3.1
	21/12/2023	12:00	25.9	22.8	3.1
	21/12/2023	13:00	26.6	23.5	3.1
	21/12/2023	14:00	21.3	18.2	3.1
	21/12/2023	15:00	23.2	20.1	3.1
	21/12/2023	16:00	21.9	18.8	3.1
	21/12/2023	17:00	20.2	17.1	3.1
	21/12/2023	18:00	19.4	16.3	3.1
	21/12/2023	19:00	18.6	15.5	3.1
	21/12/2023	20:00	18.1	15.0	3.1
	21/12/2023	21:00	17.6	14.5	3.1
	21/12/2023	22:00	17.8	14.7	3.1
	21/12/2023	23:00	18.0	14.9	3.1

Tabla 27:*Diferencia de humedad interior y exterior del módulo de muro con quincha en zona húmeda*

	Año/ mes / día	Hora	Humedad interior (%)	Humedad exterior (%)	Diferencia de humedad interior con humedad exterior (%)
Módulo del muro con quincha zona húmeda	21/12/2023	00:00	80	93	Disminuye 13 %
	21/12/2023	01:00	80	93	Disminuye 13 %
	21/12/2023	02:00	81	94	Disminuye 13 %
	21/12/2023	03:00	81	94	Disminuye 13 %
	21/12/2023	04:00	81	94	Disminuye 13 %
	21/12/2023	05:00	82	95	Disminuye 13 %
	21/12/2023	06:00	82	95	Disminuye 13 %
	21/12/2023	07:00	82	95	Disminuye 13 %
	21/12/2023	08:00	82	95	Disminuye 13 %
	21/12/2023	09:00	62	75	Disminuye 13 %
	21/12/2023	10:00	49	62	Disminuye 13 %
	21/12/2023	11:00	47	60	Disminuye 13 %
	21/12/2023	12:00	41	54	Disminuye 13 %
	21/12/2023	13:00	31	44	Disminuye 13 %
	21/12/2023	14:00	43	56	Disminuye 13 %
	21/12/2023	15:00	40	53	Disminuye 13 %
	21/12/2023	16:00	52	65	Disminuye 13 %
	21/12/2023	17:00	57	70	Disminuye 13 %
	21/12/2023	18:00	61	74	Disminuye 13 %
	21/12/2023	19:00	64	77	Disminuye 13 %
	21/12/2023	20:00	65	78	Disminuye 13 %
	21/12/2023	21:00	70	83	Disminuye 13 %
	21/12/2023	22:00	70	83	Disminuye 13 %
	21/12/2023	23:00	69	82	Disminuye 13 %

5.1.6. Comparativo de Módulo con Ladrillo Zona Seca y Zona Húmeda

Tabla 28:

Cuadro comparativo de diferencia promedio de temperatura y humedad de módulo con ladrillo zona seca y húmeda

	Diferencia promedio de temperatura interior con temperatura exterior	Diferencia promedio de humedad interior con humedad exterior
Módulo con muro de ladrillo zona seca	2.0 °C	4.3
Módulo con muro de ladrillo zona húmeda	1.93 °C	5.63

5.1.7. Comparativo del Módulo de Muro de Quincha en Zona Seca y Zona Húmeda

Tabla 29:

Cuadro comparativo de diferencia promedio de temperatura y humedad del módulo de muro con quincha en zona seca y húmeda

	Diferencia promedio de temperatura interior con temperatura exterior	Diferencia promedio de humedad interior con humedad exterior
Módulo del muro con quincha zona seca	3.13 °C	Disminuye 11.87 %
Módulo del muro con quincha zona húmeda	3.10°C	Disminuye 13.00 %

5.1.8. Comparativo de Módulo con muro de ladrillo vs Módulo de Muro con Quincha

Tabla 30:

Análisis comparativo de una construcción de muro con quincha y una construcción con muro de ladrillo

	Diferencia promedio de temperatura interior con temperatura exterior	Diferencia promedio de humedad interior con humedad exterior
Construcción del muro con quincha	3.12 °C	Disminuye 12.44 %
Construcción del muro con ladrillo	1.96°C	Aumenta 4.97

5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

Para mejorar el confort térmico en una vivienda se propuso la construcción de un módulo de 3.00 m² en el que se proyectó el muro con quincha como sistema constructivo que comprende componentes como el ladrillo macizo, la cámara de aire y la quincha, además en techo se consideró losa aligerada y en piso cemento pulido como materiales constantes y típicos en zonas rurales, este módulo se comparó con uno tradicional con solamente muro de ladrillo para obtener las diferencias y aportes en confort térmico determinado por el aumento de temperatura y la disminución de la humedad.

En la tabla n°23 se observa un comparativo del módulo con muro de ladrillo, tanto en zona seca como húmeda, se ha considerado para la investigación ambas zonas, ya que son zonas típicas que conforman una vivienda, en zona húmeda se consideran ambientes como cocina y servicios higiénicos y en zona seca sala, comedor, dormitorios, etc., se obtuvo que en zona seca con solo uso de ladrillo en muros la temperatura interna aumentó en 2 °C con respecto a la T° exterior, por otro lado, la humedad en la zona interior aumenta en 4.3% con respecto al exterior.

Además, en la zona húmeda la temperatura interna aumentó solo en 1.93°C con respecto al exterior, en cambio en humedad esta aumentó en 5.63% en comparación con la humedad exterior, estas variaciones están determinadas porque en esta zona se agrega mobiliario de SS.HH.

Se puede interpretar que en la zona seca se ha generado aumento de T° y en la zona húmeda aumento de humedad.

En la tabla n°24 se observa un comparativo del módulo de muro con quincha, tanto de zona seca como en la zona húmeda, en zona seca se observa que la T° interior ha aumentado en 3.13°C con respecto al exterior, además la humedad interior ha disminuido en 11.87% con respecto al exterior.

Por otro lado, en la zona húmeda la T° interior ha aumentado también en 3.10°C en comparación con el exterior y la humedad interior ha disminuido en 13.0% con respecto a la exterior.

Con ayuda de la tabla n°25 se puede comparar una construcción tradicional con muro de ladrillo y otra con muro con quincha en el que se denota que el módulo con quincha aumenta T° en 1.16°C con respecto a una tradicional y en humedad se disminuye 7.47%.

Por tanto, se puede afirmar que el módulo de muro con quincha permite generar confort térmico, ya que aumenta la T° y disminuye la humedad, propiedades que permiten mejorar las condiciones climáticas al interior de una construcción, esto concuerda con lo que menciona Cuitiño Rosales et.al (2015) en la revista de la construcción Análisis de la transmitancia térmica y resistencia al impacto de los muros de quincha, en la que explica que la quincha tiene propiedades térmicas que pueden aportar al confort térmico.

5.3. Contrastación de hipótesis

- **Hipótesis General.**

El muro con quincha influye aumentando la temperatura y disminuyendo la humedad en la envolvente térmica de viviendas rurales generando confort térmico.

Contrastación: los resultados indican que el muro con quincha influye de manera positiva generando un aumento T° interna en 3.12°C con respecto a la exterior, por otro lado en humedad interna se disminuye 12.44% con respecto a la humedad externa en una envolvente térmica en viviendas rurales lo que genera confort térmico, además en comparación de una vivienda tradicional con solamente muro de ladrillo con una con muro con quincha se observa que en tema de temperatura esta aumenta en 1.16°C y en humedad se disminuye en 7.47% , por lo que se puede indicar que esta hipótesis se cumplió.

- **Hipótesis Específicas.**

- **La influencia de las propiedades térmicas del muro con quincha genera aumento de 3°C en temperaturas internas con respecto al exterior en viviendas rurales.**
- **Contrastación:** gracias a los resultados mostrados en el gráfico n°24 se puede indicar que el muro con quincha disminuye en 3.12°C en temperaturas internas con respecto al exterior en viviendas rurales, por tanto, esta hipótesis es aceptada
- **La influencia de las propiedades térmicas del muro con quincha genera disminución de 10% de humedad interna con respecto a la humedad exterior en viviendas rurales.**
- **Contrastación:** los resultados confirman que el muro con quincha disminuye en 12.44% la humedad interna con respecto a la exterior, lo que indica que se supera en 2.44% a lo que indica la hipótesis, esta hipótesis es aceptada.

En resumen, se puede indicar que los resultados sugieren que el muro con quincha influye de manera positiva, aumentando en 3.12°C la temperatura y disminuyendo la humedad en hasta 12.44% , lo que permite generar confort térmico en viviendas rurales.

CAPÍTULO VI

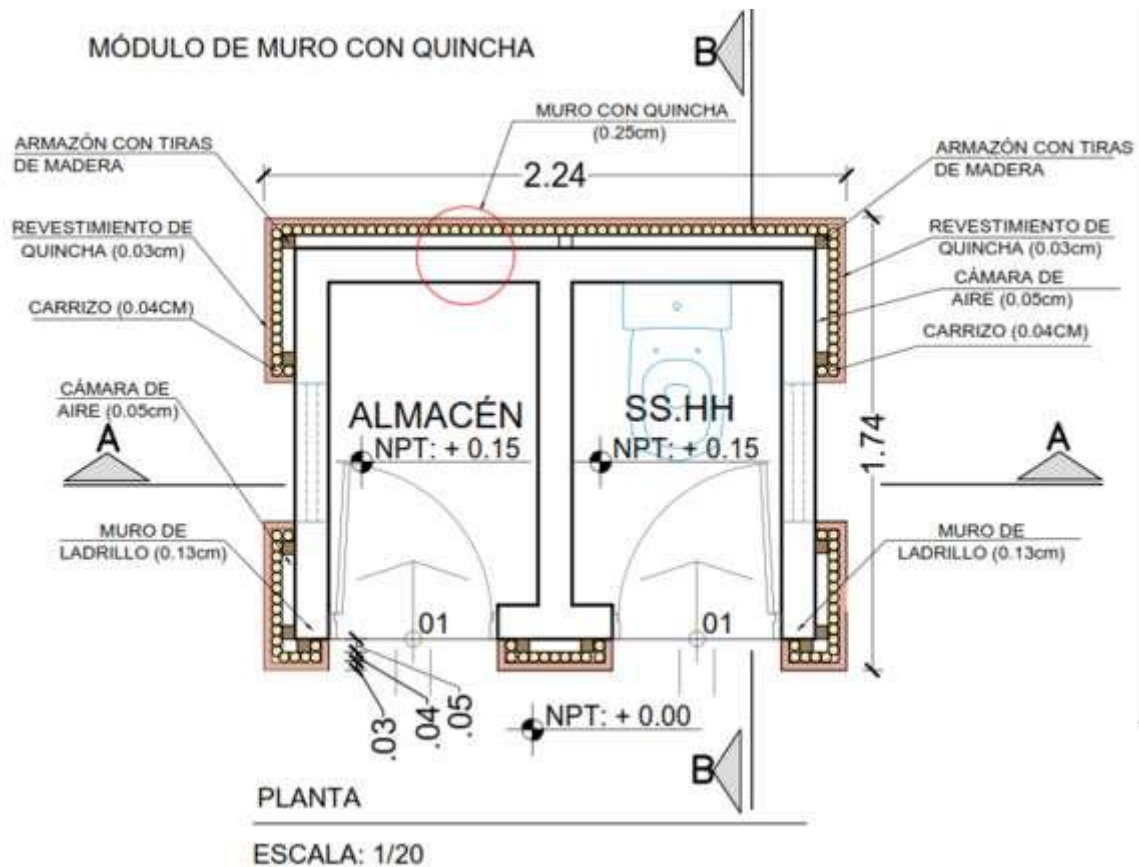
PROPUESTA

6.1. Formulación de la propuesta para la solución del problema

Módulo de muro con quincha: consta de ladrillo macizo, cámara de aire y quincha.

Figura 5:

Módulo del muro con quincha



6.1.1. Elaboración

- El proceso inicia elaborando un módulo de 6.00 m² de ladrillo de soga, con piso de cemento y losa aligerada, en cuyas paredes se colocará la quincha con cámara de aire.
- Para la elaboración de la quincha con cámara de aire primero se corta el carrizo de acuerdo a medidas de altura del muro de ladrillo, sobre el que se va a colocar la quincha.

- c. Luego se coloca las tiras de madera de 2'' dejando un espacio vacío de 5 cm (entre el muro de ladrillo y la quinchita) a modo de guías, una en cada esquina predispuesta de manera vertical y otra en el centro en forma de parante, además otra guía horizontal que empalme y arme un armazón unido por clavos de 2''. Se amarra el carrizo con alambre n°16 sobre los parantes guías verticales.
- d. Se prepara la mezcla en proporción: 7 latas de tierra por 2 baldes agua y 1 saco de paja, se mezcla con la pala durante 30 minutos.
- e. Se pañetea la mezcla sobre el carrizo.
- f. Se pasa la plancha para nivelar y alisar.
- g. Se deja secar durante una semana.

6.2. Costos de implementación de la propuesta

Tabla 31:

Costos de implementación para propuesta de muro con quinchita

Módulo de muro con quinchita			
Categoría de gasto	Material	Cantidad	Costo
1	Remuneraciones:		
	Maestro		S/ 550.00
2	Bienes: materiales		
	Módulo de ladrillo macizo		S/3 000.00
	Paja	6 sacos	S/ 60.00
	Tierra	3 cubos	S/420.00
	Carrizo	3 paquetes	S/210.00
	Clavos de 2''	1 kg	S/4.70
	Alambre n°16	1 rollo	S/ 65.00
	Madera	4 paquetes	S/200.00
3	Transporte de material		S/ 50.00
Total			4559.70

Nota: Este presupuesto es un estimado para un módulo de 1.50 m x 2.00 m

6.3. Beneficios que aporta la propuesta

El módulo de muro con quincha permite generar confort térmico, aumenta la temperatura en 3.12°C y disminuye la humedad en hasta 12.44%.

CONCLUSIONES

- El muro con quincha influye de manera positiva aumentando la temperatura interna y disminuyendo la humedad para generar confort térmico en viviendas rurales de Cajamarca.
- Las propiedades térmicas de este sistema constructivo influyen de manera positiva en la temperatura de las viviendas rurales de Cajamarca llegando a aumentar en hasta 3.12°C.
- Las propiedades térmicas de este muro influyen de manera positiva en la humedad de las viviendas rurales de Cajamarca llegando a disminuir en hasta 12.44% con respecto a la exterior.

RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS

- Se recomienda plantear este sistema constructivo en zona con bajas temperaturas.
- Se sugiere considerar variar los espesores del muro con quinchas para tomarse en cuenta como tema de futuras investigaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Wieser, M., Onnis, S., & Meli, G. (2020). Desempeño térmico de cerramientos de tierra alivianada. *REVISTA DE ARQUITECTURA*, 1. <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/2633/2996>
- Blender, M. (2015). El valor U. La transmitancia térmica en edificación. *Arquitectura y energía*, <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/el-valor-u-la-transmitancia-termica-en-edificacion/#:~:text=La%20transmitancia%20t%C3%A9rmica%20es%20una,en%20las%20superficies%20del%20elemento>.
- Cabeza Prieto, A., Sánchez-Guevara, C., & Camino Olea, M. (2014). *ESTUDIO DE LA CONTRIBUCIÓN DE LA INERCIA TÉRMICA AL COMPORTAMIENTO*. Madrid- España. https://oa.upm.es/34843/1/CABEZA%20PRIETO_CONSTEC14_INERCIA.pdf
- Consulting, I. (2021). Clasificación de las propiedades de los materiales. *Infinitiv*, 1. <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/clasificacion-propiedades-materiales/>
- Cortés Navarro, H. V., & Muñoz Giraldo, A. C. (2020). *INCREMENTO DEL CONFORT TÉRMICO EN VIVIENDAS*. [Tesis de Pregrado, Universidad EIA Ingeniería Civil Envigado]. https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/2585/CortesHeidy_2020_IncrementoConfortTermico.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cuitiño Rosales, M. G., Esteves Miramont, A., Maldonado, G., & Rotondaro, R. (2015). Análisis de la transmitancia térmica y resistencia al impacto de los muros de quincha. *Informes de la Construcción*, 1. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/40289/CONICET_Digital_Nro.5936c9a4-eb06-48dc-a344-45238eb8d97e_G.pdf?sequence=8&isAllowed=y
- Cuitiño Rosales, M. G., Esteves Miramont, A., & Najar, L. E. (2022). RESPUESTA DE LOS MUROS DE QUINCHA AL RIESGO DE CONDENSACIÓN. *Revista hábitat sustentable*, 1 https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-07002022000200084&script=sci_arttext.
- Endesa. (2021). Eficiencia energética: qué es y por qué es parte fundamental del futuro. 1(1). <https://www.endesa.com/es/la-cara-e/eficiencia-energetica/que-es-eficiencia-energetica#:~:text=La%20eficiencia%20energ%C3%A9tica%20es%20la,p%C3%A9rdidas%20durante%20todo%20el%20proceso>.
- Esteves, M., & Cuitiño, G. (2020). *El sistema constructivo de la quincha en zonas rurales del Norte de Mendoza (Argentina)*. Mendoza. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-92742020000100153
- Evans, J. M., de Schiller, S., & Garzón, L. (2012). *DESEMPEÑO TÉRMICO DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS CON QUINCHA*. Colombia. [file:///C:/Users/ROSA/Downloads/979-Texto%20del%20art%C3%ADculo-3801-1-10-20200527%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/ROSA/Downloads/979-Texto%20del%20art%C3%ADculo-3801-1-10-20200527%20(5).pdf)

- Harman, L. (2010). *Confort Térmico en Viviendas Altoandinas*. Perú: Balcari Editores.
[https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/5A46ACF04E4A955B052582CE00717713/\\$FILE/12.CONFORT-TERMICO-EN-VIVIENDAS-ALTOANDINAS-UN-ENFOQUE-INTEGRAL1.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/5A46ACF04E4A955B052582CE00717713/$FILE/12.CONFORT-TERMICO-EN-VIVIENDAS-ALTOANDINAS-UN-ENFOQUE-INTEGRAL1.pdf)
- Informática, I. N. (2007). *Perfil Sociodemográfico del Departamento de Cajamarca*. Lima.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0838/Libro19/cap04.pdf
- Informática, I. N. (2017). *Directorio Nacional de Centros Poblados*. Lima.
[https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/5A46ACF04E4A955B052582CE00717713/\\$FILE/12.CONFORT-TERMICO-EN-VIVIENDAS-ALTOANDINAS-UN-ENFOQUE-INTEGRAL1.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/5A46ACF04E4A955B052582CE00717713/$FILE/12.CONFORT-TERMICO-EN-VIVIENDAS-ALTOANDINAS-UN-ENFOQUE-INTEGRAL1.pdf)
- Instituto de la Construcción de Castilla y León , & Fonseca Gallego, M. (2015). *MANUAL PRÁCTICO DE SOLUCIONES*. Junta de Castilla y León.
<https://www.sostenibilidadarquitectura.com/blog/2016/04/15/manual-practico-de-soluciones-constructivas-bioclimaticas-para-la-arquitectura-contemporanea/>
- Lacarra Córdova, M. E. (2022). CONSTRUCCIÓN DE 16 VIVIENDAS DE QUINCHA MEJORADA MODULAR PARA DAMNIFICADOS DEL TERREMOTO DEL 15 DE AGOSTO DE 2007 EN LCA, PERÚ. Lima.
<https://arquitecturapanamericana.com/construccion-de-16-viviendas-de-quincha-mejorada-modular-para-damnificados-del-terremoto-del-15-de-agosto-de-2007-en-lca-peru/nggallery/slideshow>
- Minas, M. d. (2014). *EM.110 CONFORT TÉRMICO Y LUMÍNICO CON EFICIENCIA*. Lima- Perú.
<https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619729-em-110-confort-termico-y-luminico-con-eficiencia-energetica>
- Ramos, C. I., Domínguez Gómez, P., & Celis – D'amico, F. (2022). *Mejoramiento de la envolvente*. Perú. revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca.
<https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/estoa/article/view/4209/3457>
- Rodríguez, S., Dégrange, L., Onnis, S., Wieser, M., & VargasNeumann, J. (2019). *VIVIENDA ALTO ANDINA CON CONFORT TÉRMICO Y SISMO RESISTENCIA*. Lima- Perú.
https://investigacion.minam.gob.pe/observatorio/sites/default/files/pb04_sofia_rodriguez_larain_0.pdf
- Rojas Portilla, A. (2020). La quincha, técnica constructiva mixta. *ISSUU*.
https://issuu.com/museopostalperu/docs/bolet_n_final/s/11534777
- Rougeron, C. (1977). *Aislamiento Acustico y Termico en la Construccin*. Barcelona- España: Editores Técnicos Asociados.
<https://books.google.com.pe/books?id=I62bH8f9AJYC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

- Saneamiento, M. d. (2014). *NORMA EM.110*. Lima.
<https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619729-em-110-confort-termico-y-luminico-con-eficiencia-energetica>
- Universidad del Bio Bio, Universidad de Concepción, Protierra, & Ministerio de Cultura las Artes y el Patrimonio. (2017). *CONSTRUCCIÓN EN QUINCHA LIVIANA Sistemas constructivos sustentables de reinterpretación patrimonial*. Chile. https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2020/03/CONSTRUCCION_CON_QUINCHA_LIVIANA_1a_edicion.pdf
- Wieser, M., Onnis, S., & Meli, G. (2018). CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE LA TIERRA ALIVIANADA CON FIBRAS NATURALES EN PANELES DE QUINCHA. 1.
<http://files.pucp.edu.pe/facultad/arquitectura/2019/11/27173426/2018-SIACOT-Wieser-Onnis-Meli.pdf>

APÉNDICES

Figura 6:

Detalles constructivos del módulo de muro con quincha:

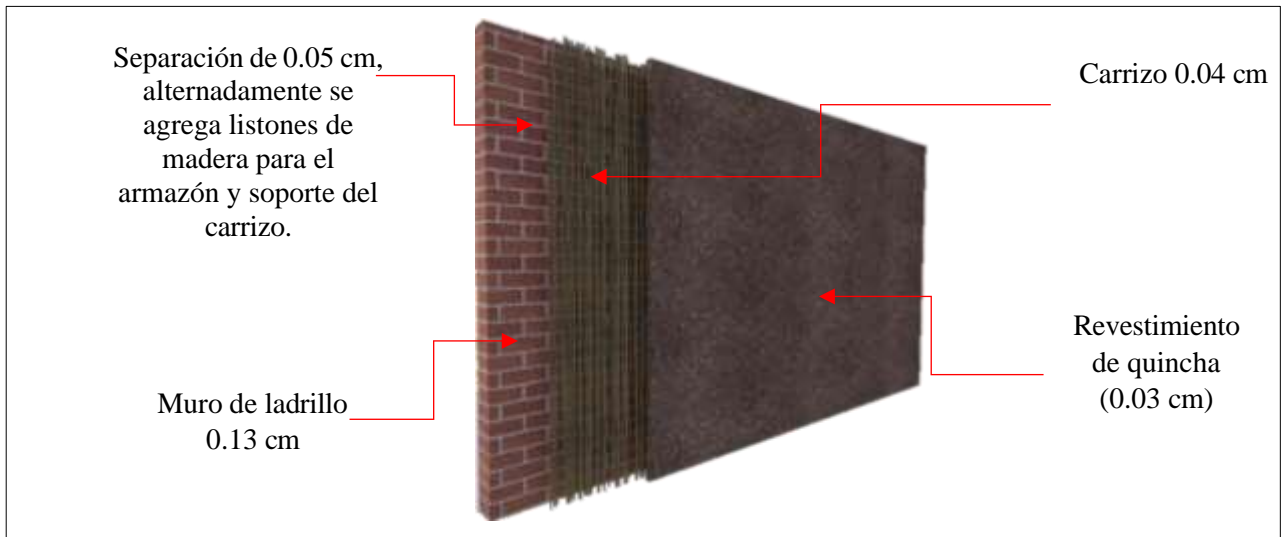


Figura 7:

Fotos de módulo de la construcción tradicional con muro de ladrillo:



Figura 8:

Corte de carrizo a medida de muro perimetral y armado de armazón de madera sobre el que se coloca el carrizo



Figura 9:

Armado y amarre de carrizo con alambre n°16



Figura 10:

Elaboración de mezcla a base de agua, paja y tierra arcillosa.



Figura 11:

Colocación de mezcla y pañeteo



Figura 12:

Toma de temperatura y humedad con estación meteorológica en zona seca de módulo con ladrillo



Figura 13:

Toma de temperatura y humedad con estación meteorológica en zona húmeda de módulo con ladrillo



Figura 14:

Toma de temperatura y humedad con estación meteorológica del módulo de muro con quincha.



Figura 15:

Toma de temperatura y humedad con estación meteorológica en zona seca del módulo de muro con quincha

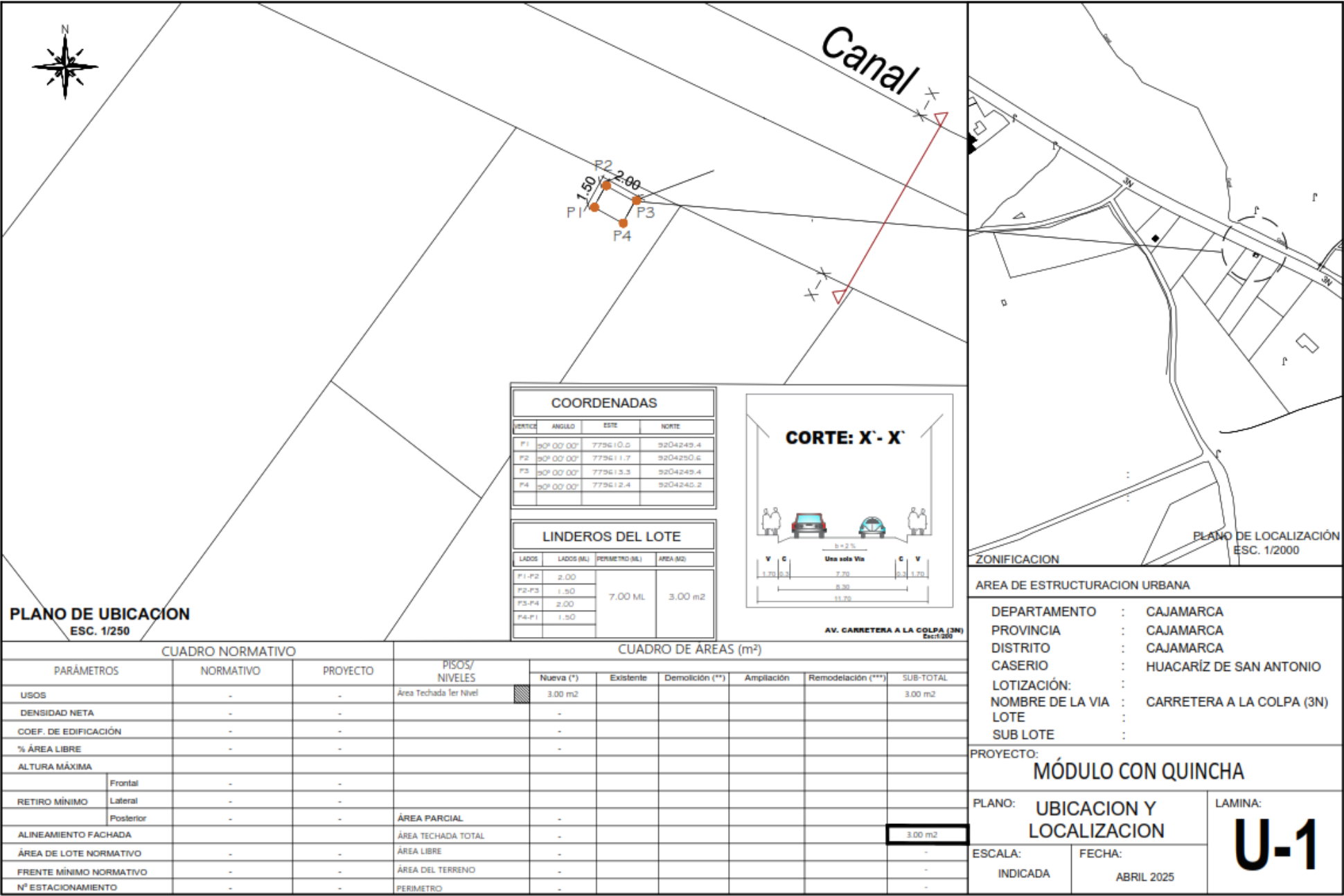


Figura 16:

Toma de temperatura y humedad con estación meteorológica en zona húmeda del módulo de muro con quincha.

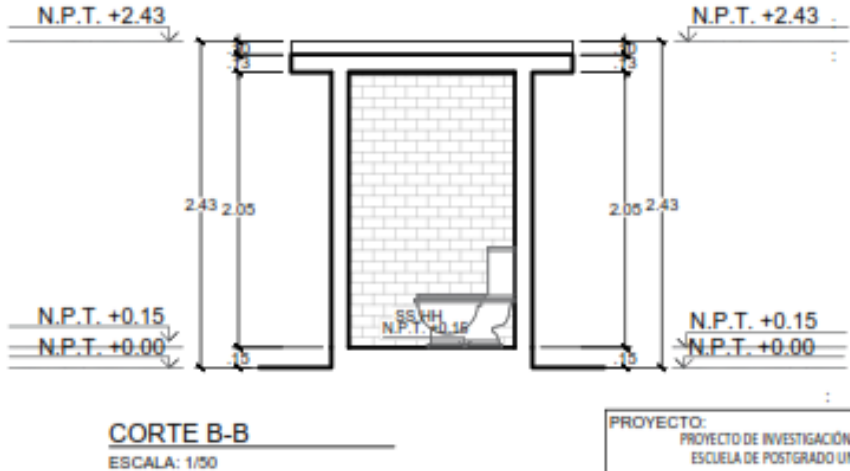
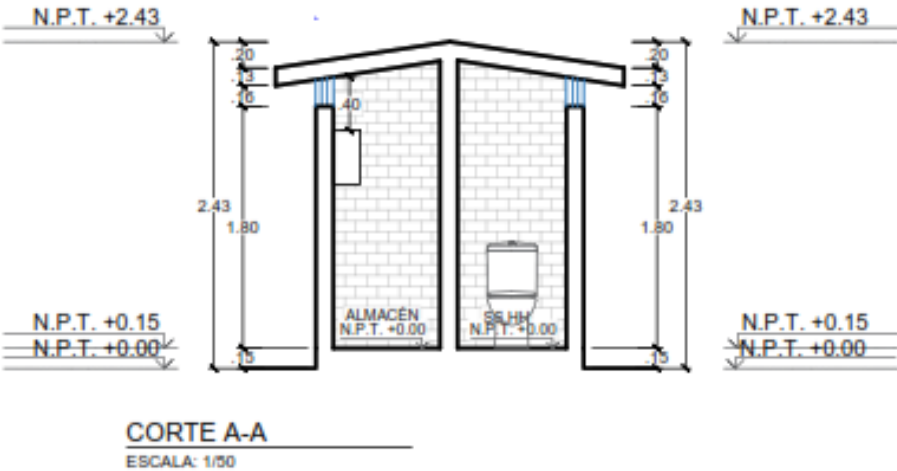
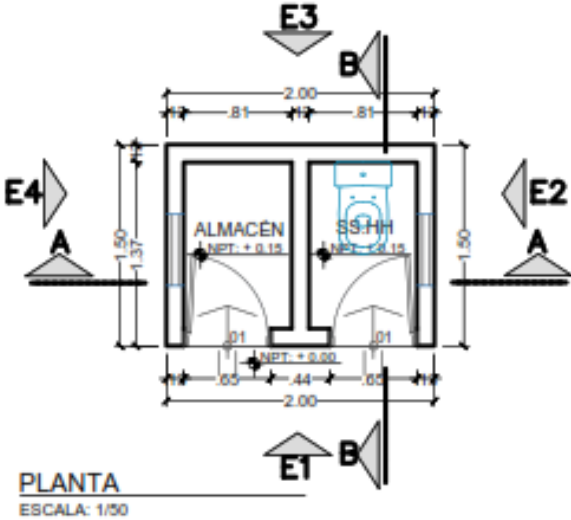


ANEXO A: Plano de ubicación



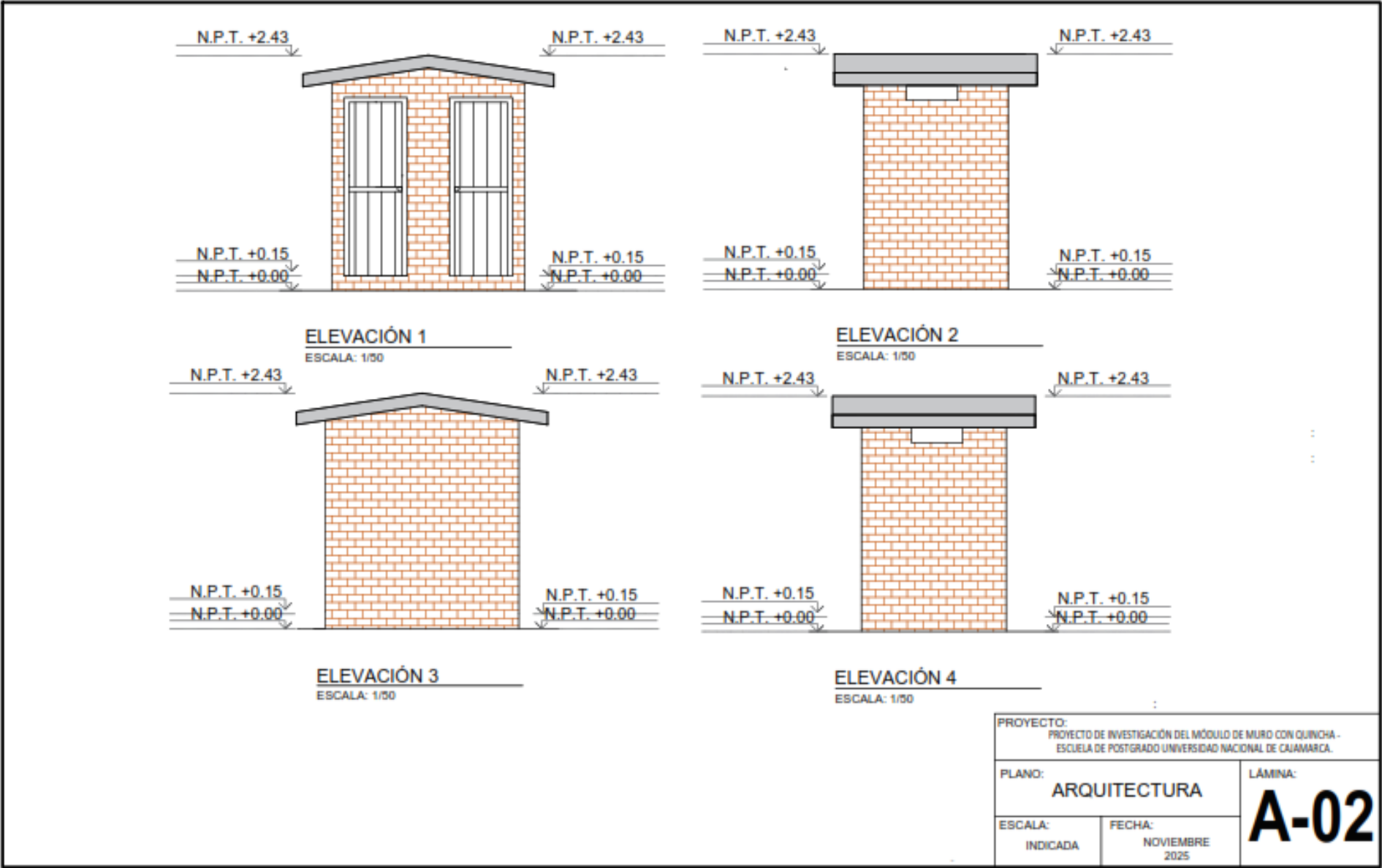
ANEXO B: Plano de módulo de construcción tradicional

MÓDULO DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL

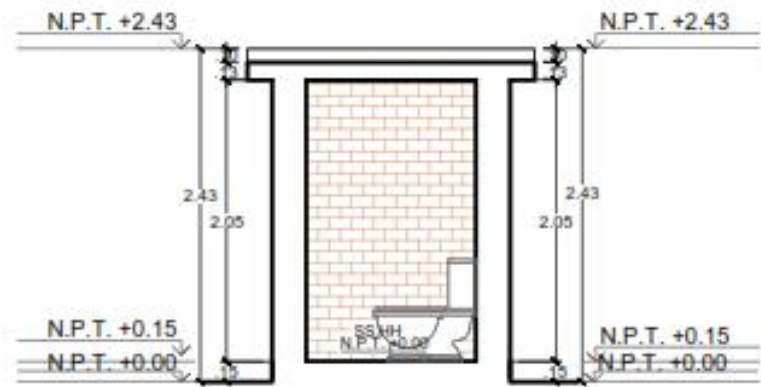
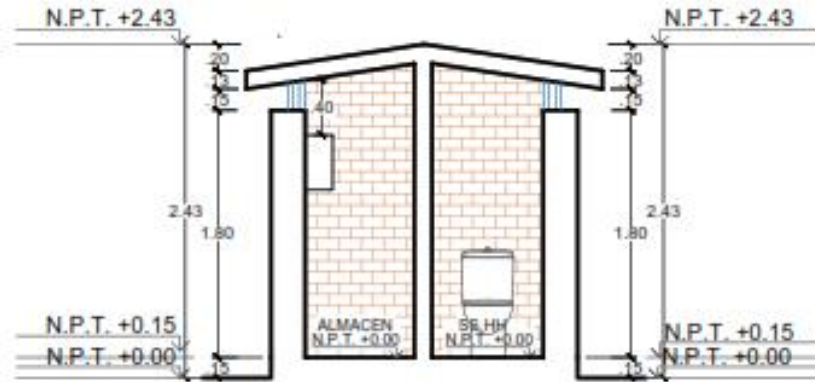
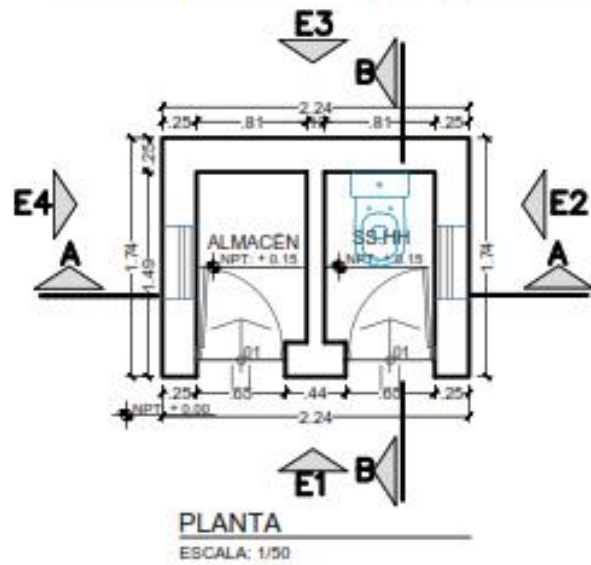


PROYECTO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DEL MÓDULO DE MURO CON QUINCHA - ESCUELA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA.		
PLANO: ARQUITECTURA		LÁMINA: A-01
ESCALA: INDICADA	FECHA: NOVIEMBRE 2025	

ANEXO C:Elevaciones de módulo de construcción tradicional



MÓDULO DE CONSTRUCCIÓN CON QUINCHA



PROYECTO:
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DEL MÓDULO DE MURO CON QUINCHA -
ESCUELA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA.

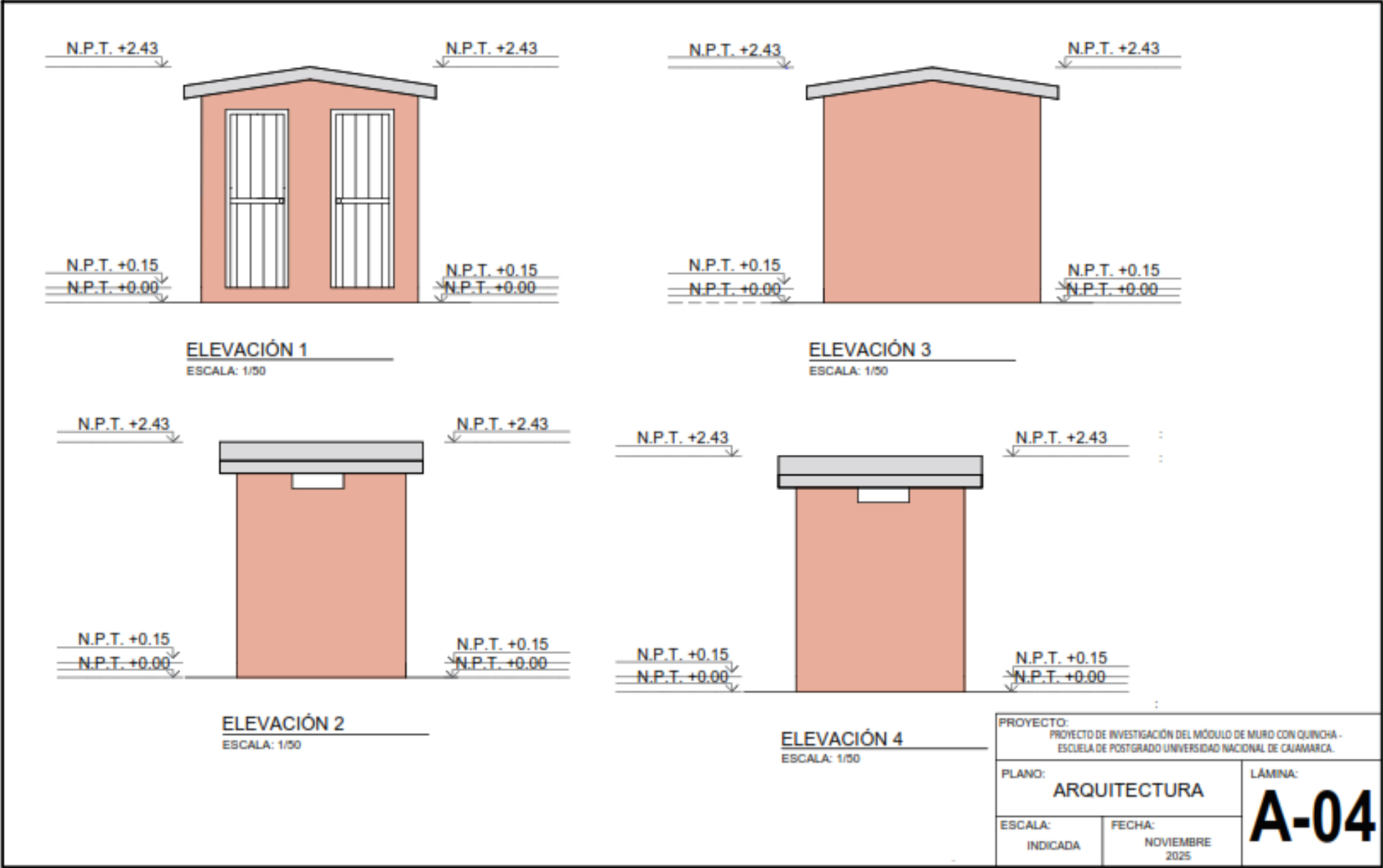
PLANO:
ARQUITECTURA

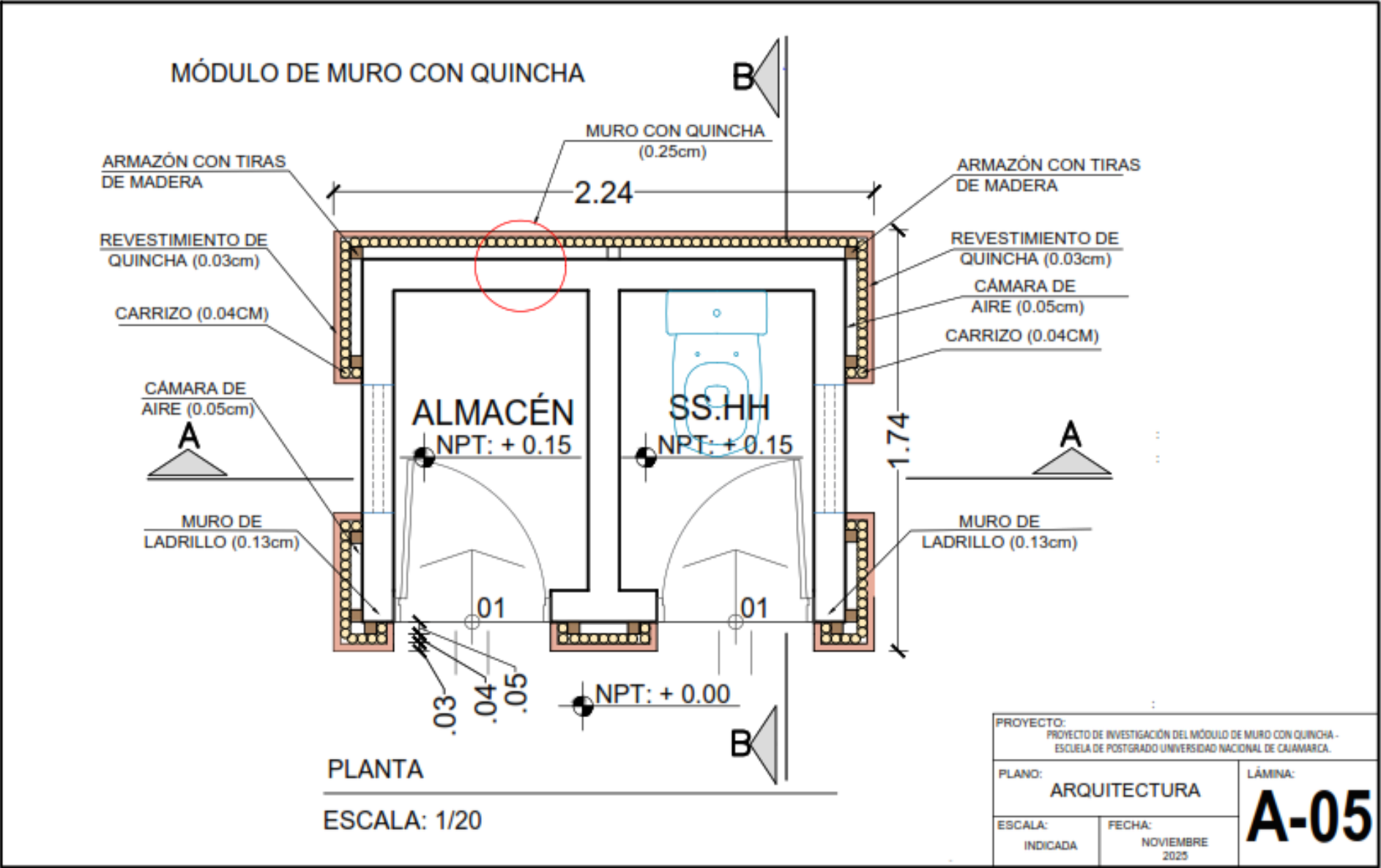
ESCALA:
INDICADA

FECHA:
NOVIEMBRE
2025

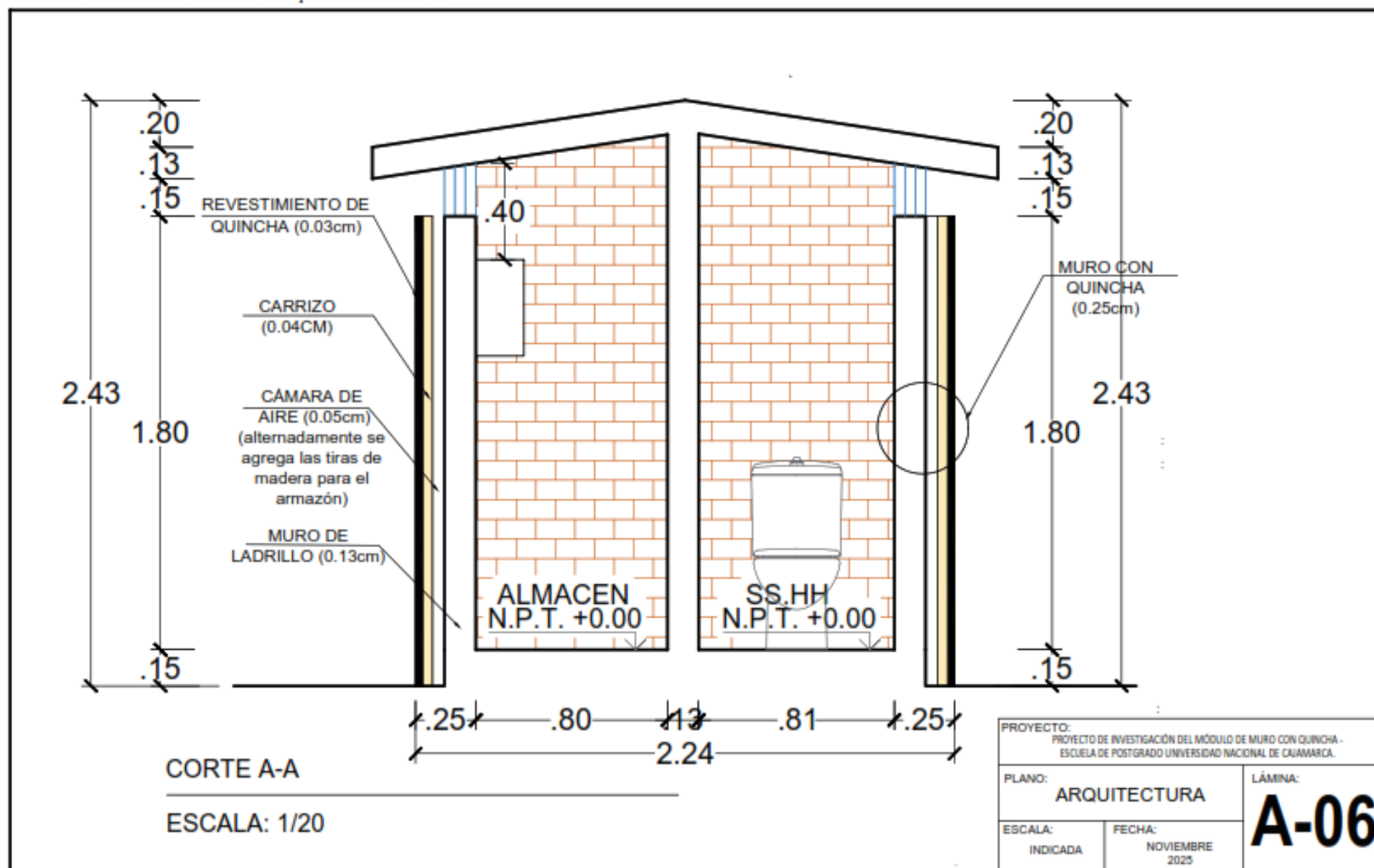
LÁMINA:
A-03

ANEXO E:Elevaciones de módulo con quinchá

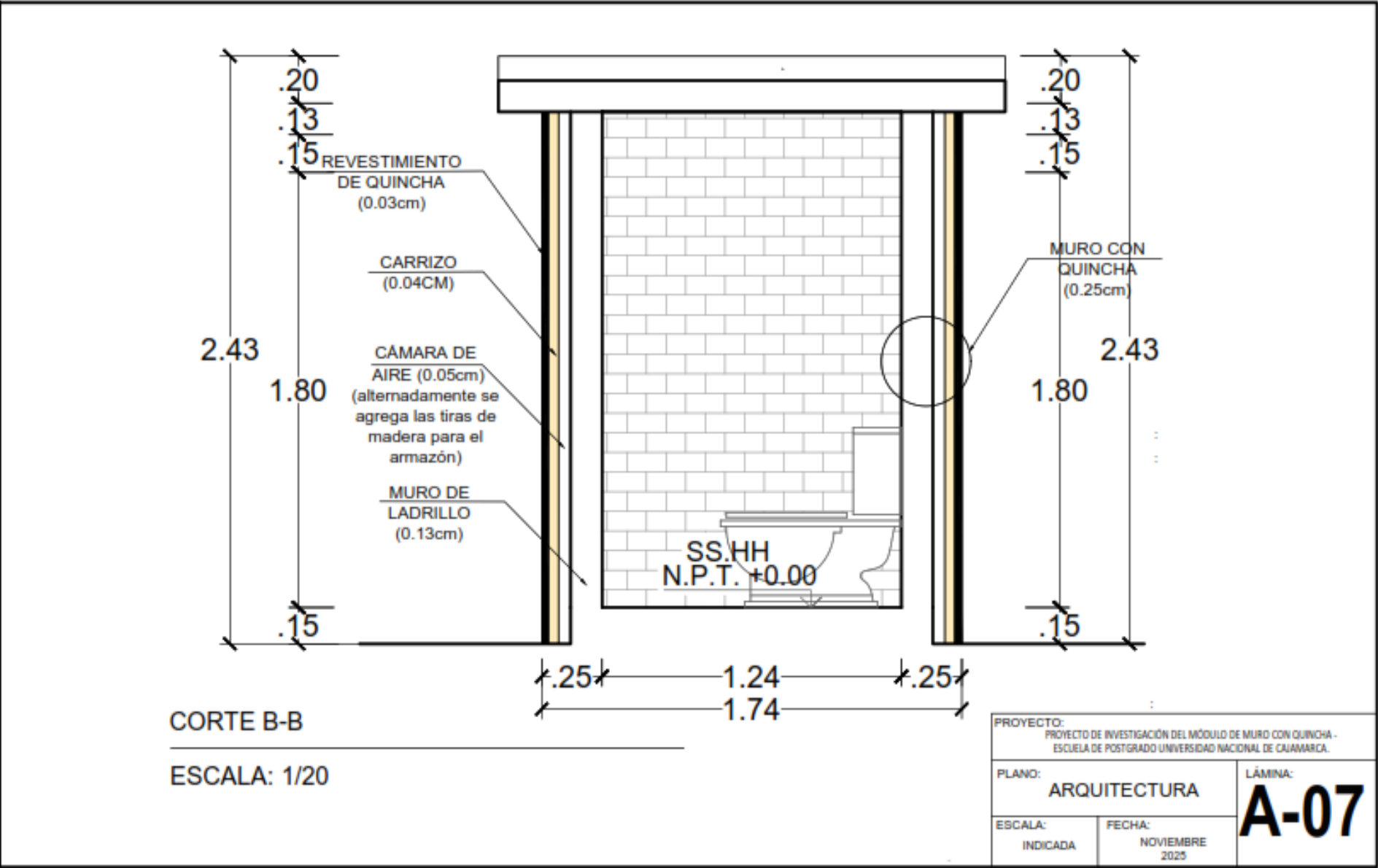




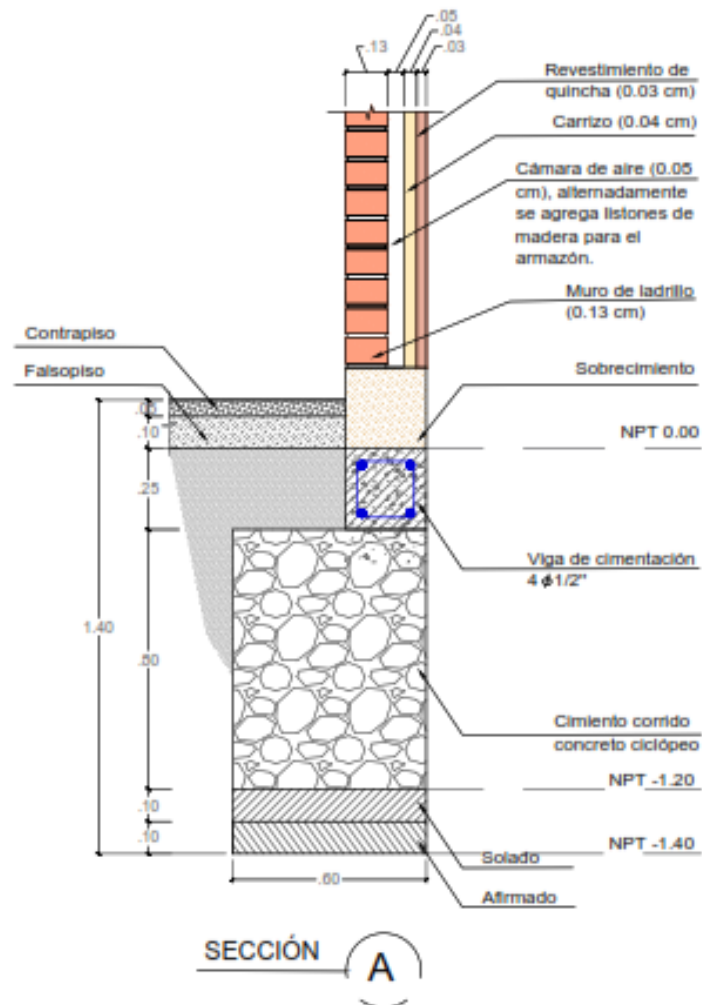
ANEXO G:Detalle de módulo con quincha Corte A-A



ANEXO H:Detalle de módulo con quincha Corte B-B



ANEXO I:Detalle de muro con quincha



PROYECTO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DEL MÓDULO DE MURO CON QUINCHA - ESCUELA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA.		
PLANO: ARQUITECTURA		LÁMINA: A-08
ESCALA: INDICADA	FECHA: NOVIEMBRE 2025	