



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Modelamiento de viviendas rurales bioclimatizadas para  
optimizar el confort térmico a más de 4000 msnm Picotani -  
Puno 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Parque Chura, Edgar Ronal (ORCID: 0000-0002-6196-8897)

**ASESOR:**

Dr. Choque Flores, Leopoldo (ORCID: 0000-0003-0914-7159)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

ATE VITARTE– PERÚ

2022

## DEDICATORIA

A mis queridos padres Rufino Parque y María Chura, quienes han sido mi pilar fundamental para seguir adelante, durante toda esta etapa de mi carrera; gracias a ellos por apoyarme siempre en cada decisión que he tomado, y por toda la confianza en cada reto que se me ha presentado, les dedico este trabajo porque continuamente me apoyaron sin dudar ni un solo momento de mí.

A mi esposa: Elizabeth Ventura y a mis hijas, S. Madaid y Kristell Y., por todo el apoyo incondicional que siempre me han brindado en mi formación profesional.

E. Ronal Parque Chura

## AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a mis padres por su apoyo y confianza, mi eterno agradecimiento, toda mi admiración, respeto y cariño para mis padres, hermanos(as) y a mi esposa e hijos, por su apoyo, paciencia, comprensión y sus palabras de aliento para culminar con mi formación profesional.

Agradezco a mi asesor Dr. Choque Flores, Leopoldo - agradecimiento por la ayuda que me brindo para desarrollar la tesis, ya que con gran responsabilidad supo guiarme con sus conocimientos y experiencia para cumplir con la meta propuesta.

Mi agradecimiento a las personas que me brindaron su apoyo en el desarrollo de mi tesis y a aquellas personas que sin dudar me apoyaron en la investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	21
3.2. Variables y operacionalización.....	21
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5. Procedimientos.....	23
3.6. Método de Análisis de Datos.....	25
3.7. Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS.....	26
4.1. LA ARQUITECTURA DE VIVIENDAS RURALES BIOCLIMATIZADAS.....	26
4.2. DISEÑO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS RURALES BIOCLIMATIZADAS.....	29
4.3. CONDICIONES DE CONFORT BIOCLIMÁTICO EN LAS VIVIENDAS RURALES.....	35
4.4. USO DE MATERIALES ADECUADOS.....	47
V. DISCUSIÓN.....	52
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII. RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS.....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. componentes en el interior del modelo arquitectónico propuesto	28
Tabla 2. Carga sísmica.....	32
Tabla 3. Evidencia la comparación de valores topes o máximos .....	34
Tabla 4. Promedio mensual de Temperaturas desde 2000 hasta 2014 ....	35
Tabla 5. Tabla diaria de datos solares 21 de junio de 2021 .....	41
Tabla 6. Proyección del sol y la oscuridad en 24 horas.....	43
Tabla 7. Valores tomados desde el 12 a 15 de abril del 2022 .....	45
Tabla 8. Conductividad Térmica de diferentes materiales.....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño de la vivienda .....	14
Figura 2. Diseño de la vivienda caso Chile.....	15
Figura 3. Diseño de la vivienda en argentina.....	15
Figura 4. Diseño de la vivienda corte frontal.....	16
Figura 5. Diseño de la vivienda caso Perú en planta.....	16
Figura 6. Procedimiento de la investigación .....	24
Figura 7. Vivienda rural de la zona Orduña- Puno.....	26
Figura 8. Vivienda rural Picotani- Azángaro-Puno .....	27
Figura 9. Diseño de la vivienda bioclimática.....	28
Figura 10. Diseño de la vivienda en planta.....	30
Figura 11. Elevación principal.....	30
Figura 12. Vivienda reforzada con carrizo o caña .....	33
Figura 13. Diseño de distribución de esfuerzos en los muros .....	33
Figura 14. Promedio mensual de temperatura desde 2000 hasta 2014 en Picotani.....	36
Figura 15. Las informaciones climatológicas, la ubicación geográfica .....	37
Figura 16. Las orientaciones del sol y la sombra.....	38
Figura 17. Las orientaciones del sol y la sombra.....	39
Figura 18. Recorrido de día y noche las 24 h.....	40
Figura 19. Día más estrecho 24 de junio .....	42
Figura 20. Proyección de Sombras. ....	42
Figura 21. Proyección del sol y la oscuridad en 24 horas.....	43
Figura 22. Registro de Temperatura °C con (COOLBOX 968H) .....	46
Figura 23. Muro con caña de carrizo .....	48
Figura 24. Piso machihembrado.....	49
Figura 25. Puertas de madera .....	50
Figura 26. Cobertura techo.....	51

## RESUMEN

La presente investigación: “Modelamiento de viviendas rurales bioclimatizadas para optimizar el confort térmico a más de 4000 m.s.n.m Picotani - Puno 2022”, tiene como objetivo principal proponer el diseño de vivienda rural bioclimatizada para optimizar el confort térmico a más de 4000 msnm. En este contexto y la realidad de las viviendas inadecuadas en el Perú, las temperaturas son extremadamente frías, frente a esta situación la población, sobre todo los más vulnerables, contraen enfermedades respiratorias a causa de las bajas temperaturas del contexto, bajo esta perspectiva se ha optado modelar la arquitectura, diseñar un modelamiento y con este modelamiento se estableció las condiciones del confort bioclimático y por último se planteó los materiales adecuados. El tipo de investigación es aplicada, el diseño de investigación no experimental, y de un enfoque cuantitativo.

Con respecto al modelamiento, se modeló la arquitectura llegando a un área de 53.42 m<sup>2</sup>. Y en el diseño estructural se utilizó el modelado antisísmico. Para cumplir con los parámetros antisísmicos que en el cual el plano de la pared en la dirección YY son mayores que la resistencia al corte de la mampostería de adobe de tierra (0.25kg/cm<sup>2</sup>), por lo que se situó en el rango inelástico.

Y en establecer la condición de confort, se alcanzó mejorar en 10 °C frente a la vivienda tradicional. Y en plantear los materiales se conoció las propiedades térmicas de cada material.

**Palabras clave:** Confort térmico, bioclimático, vivienda rural

## ABSTRACT

The main objective of this research: "Modelling of bioclimatized rural dwellings to optimize thermal comfort at more than 4000 m.s.n.m Picotani - Puno 2022", is to propose the design of a bioclimatized rural dwelling to optimize thermal comfort at more than 4000 m.s.n.m. In this context and the reality of inadequate housing in Peru, temperatures are extremely frigid, faced with this situation the population, especially the most vulnerable, contract respiratory diseases due to the low temperatures of the context, under this perspective it has been opted to model the architecture, design modeling and with this modeling, the conditions of climatology comfort were established and finally, the appropriate materials were proposed. The type of research is applied, non-experimental research design, and a quantitative approach.

Regarding the modeling, the architecture was modeled reaching an area of 53.42 m<sup>2</sup>. And anti-seismic modeling was used in the structural design. To meet the anti-seismic parameters in which the wall plane in the YY direction is greater than the shear strength of the earthen adobe masonry (0.25kg/cm<sup>2</sup>), it was in the inelastic range.

And in establishing the comfort condition, it was possible to improve by 10 °C compared to traditional housing. And in raising the materials, the thermal properties of each material were known.

Keywords: Thermal comfort, bioclimatic, rural housing



## I. INTRODUCCIÓN

La realidad de la vivienda en el Perú, según INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda, muestran que el 9.7% de viviendas de todo el Perú tienen la calidad de inadecuada, del mismo modo en el ámbito rural el 16% de viviendas son inadecuadas. Cabe señalar según INEI que en los hogares pobres el 82.3% de viviendas rurales predomina piso de tierra, y el 38% de familias rurales se abastecen de agua de río, manantial o acequia y el 30% de familias rurales utilizan letrina.

Así mismo, el Programa Nacional de Vivienda Rural indicó lo siguiente al Sistema de Construcción de Viviendas Rurales; la población pobre y pobres extremos situados en la sierra, costa y selva, cuyas viviendas exponen precariedad en su estructura, carencia de técnica constructivas y falta de acondicionamiento bioclimático. Según el Plan Regional de Gestión de Riesgo de Desastres (2016-2021), las temperaturas bajas han provocado morbilidad y mortalidad en la provincia de Azángaro

La vivienda debe proponer asilo, protección a las personas, siendo este el principio esencial para lograr, mitigar las consecuencias de las heladas en la población, que se ubican a más de 4000 m.s.n.m. Sin embargo, los incorrectos procesos constructivos y la carencia de mantenimiento, originaron infiltraciones de aire frío en cobertores, puertas, pisos, ventanas, que descienden la temperatura en el interior de las casas hasta temperaturas próximas a bajo cero.

Por estas consideraciones es pertinente investigar y se ha planteado el siguiente problema general: ¿Es posible bioclimatizar las viviendas rurales, para optimizar el confort térmico a más de 4000 m.s.n.m - Picotani - Puno 2022?, como problemas específicos se consignaron los siguientes:

**PE1.** ¿Cómo se modelará la arquitectura de viviendas rurales bioclimatizadas a más de 4000 m.s.n.m Picotani- Puno 2022?.

**PE2.** ¿Se podría diseñar el cálculo estructural de viviendas rurales bioclimatizadas a más de 4000 m.s.n.m Picotani - Puno- 2022?

**PE3.** ¿Cómo se establecerá las condiciones de confort bioclimático en las viviendas rurales con programas computacionales?

**PE4.** ¿Qué materiales son adecuados para el desarrollo de un modelo de vivienda rural bioclimatizada a más de 4000 m.s.n.m en Picotani - Puno- 2022?

#### Justificación General

Como propuesta de solución al problema del confort térmico de las viviendas rurales, se sugiere, con esta investigación, mejorar las condiciones bioclimáticas de las viviendas rurales, evaluando la condición bioclimática de las viviendas localizadas a más de 4000 m.s.n.m. en la Región de Puno.

#### Justificación Técnica

El trabajo de investigación permitió la modelación para contención de temperatura interna, en las viviendas rurales bioclimáticas. Asimismo, al egresado de la escuela profesional de Ingeniería Civil, le facultará aplicar los conocimientos alcanzados en la universidad para la solución de conjeturas prácticas.

Es importante mencionar que, las viviendas rurales bioclimáticas, son un concepto integral que comprende el confort térmico con condiciones isotérmicas, mediante condiciones bioclimáticas, para optimizar la calidad de vida de las personas. Adicionalmente, para las viviendas bioclimáticas, será necesario un trabajo constante en capacidades de convivencia, de modo que las familias y/o ciudadanos puedan hacer un buen uso de la climatización en sus viviendas.

#### Justificación Económica

Al proponer la modelación de viviendas rurales a partir de las estructuras y distribución de espacios en las viviendas rurales del sector en estudio, además de sus respectivos para optimizar el diseño, el poblador se beneficiará con una vivienda saludable, por consiguiente, mejorará la economía de las familias evitando

de esta forma perjudicar su salud, educación para sus hijos y posibilitar la mejora en calidad de vida.

#### Justificación Social.

El presente proyecto es determinante, porque nos permitió comprender los problemas en la parte bioclimática de viviendas rurales ya existentes a más de 4000 m.s.n.m., y con lo cual se propuso un modelo adecuado de vivienda rural bioclimática.

En consecuencia, nosotros siendo partícipes de forma activa con la comunidad de Picotani con propósitos de la investigación, nos evocamos a dilucidar dicha problemática.

#### Objetivos

##### Objetivo general

- Proponer el diseño de vivienda rural bioclimatizada para optimizar el confort térmico a más de 4000 m.s.n.m - Picotani -Puno 2022

##### Objetivos específicos

- Modelar la arquitectura de viviendas rurales bioclimatizadas a más de 4000 m.s.n.m Picotani- Puno 2022
- Diseñar el cálculo estructural de viviendas rurales bioclimatizadas a más de 4000 m.s.n.m Picotani- Puno 2022
- Establecer condiciones de confort bioclimático en las viviendas rurales de la comunidad de Picotani, utilizando programas computacionales
- Plantear el uso de materiales adecuados para el modelamiento de viviendas rurales bioclimatizadas a más de 4000 m.s.n.m, aplicados en Picotani -Puno 2022.

## Hipótesis

(Hernández, Fernandez, & Baptista, 2014). Al precisar el alcance de la investigación, el proyecto de investigación no involucró hipótesis, por lo que es un estudio descriptivo, el investigador decide determinar o no la hipótesis.

Y en las delimitaciones consistió en una delimitación temporal y espacial.

Delimitación temporal, la investigación se procedió por un tiempo de 06 meses desde diciembre del 2021 hasta mayo del 2022, lo cual consintió proponer el diseño de vivienda rural bioclimatizada con confort térmico. Frente a esta situación modelar la arquitectura, diseñar un modelamiento, se estableció las condiciones del confort bioclimático y los materiales adecuados

Delimitación espacial se procedió tomando como muestra corresponde a la vivienda modelada que tienes un área de 53.42 m<sup>2</sup>. a más de 4000 m.s.n.m en Picotani, Azángaro, Puno.

## II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes internacionales

(Rodríguez, González, & Martínez, 2021) Indican en su artículo científico, evaluar una proporción arquitectónica de una casa social de Guanajuato, en donde la propuesta consigna una distinta respuesta. Para este caso, se analizó una casa aislada, sin contemplar viviendas aledañas, evidenciando resultados distintos. Por lo cual, es importante considerar en investigaciones futuras, considerar un conjunto de casas para consignar respuestas definidas según la necesidad dada por orientación y posición. Para esta investigación, se implementó la estrategia de arquitectura bioclimática, mediante la simulación dinámica con la plataforma Open Studio, registrando datos climatológicos del lugar, espacios en las viviendas, características de materiales y tiempos de permanencia de los habitantes. Contrastando la energía necesaria con el acondicionamiento electromecánico para conservar la temperatura entre 20 °C y 27 °C. obteniendo resultados, una disminución del 77% de energía óptima para el acondicionamiento térmico anual. Así mismo, mantener temperaturas adecuadas en el día y equilibrada en los espacios que comprenden la vivienda.

Palacios, Ovando, Rodríguez, Gómez & Ovando (2020), en su investigación “Simulación del consumo termo-energético de tres viviendas en Veracruz, México usando EnergyPlus”, señalan que la modelación termo-energética de tres casas en la ciudad de Veracruz, México; con cargas térmicas generadas por aparatos electrodomésticos usando EnergyPlus, el cual es un instrumento potente que auxilia en Building Energy Modelling (BEM), ya que resulta muy versátil y funcional. En esta simulación, se realiza una virtualización rápida y audaz, contando con una herramienta al alcance de los profesionales, ingenieros y arquitectos con capacidad de pronosticar el consumo energético en cualquier vivienda (Palacios , Ovando, Rodriguez, Gomez, & Ovando, 2020).

Soto, Álvarez, Gómez y Valencia, plantean en el artículo científico “Confort térmico en viviendas de Medellín”, que el entorno térmico de una vivienda influencia en la salud de los habitantes. Así mismo, en el bienestar y productividad de los seres

humanos que la habitan. De la misma manera también en el consumo de la energía. En su trabajo de investigación, analizó tres tipos de viviendas ordinarias en la ciudad de Medellín. En estas viviendas se analizó el desempeño térmico, para lo cual se computó la temperatura operativa, así mismo el Voto Medio Estimado (PMV) y los porcentajes estimados de Insatisfacción (PPD). Por ello, se aplicó la normativa del ISO 7730:2005. Luego de analizar las tres viviendas en estudio, las conclusiones fueron: La inercia térmica de las tres viviendas examinadas, para dos viviendas no se ofrece confort térmico óptimo, muy a pesar del clima templado de la zona. Por lo tanto, estos resultados alertan sobre las condiciones de vulnerabilidad que vive la población en Colombia. La conclusión a la que se llegó, fue que los proyectos de viviendas deben aumentar el confort térmico de las poblaciones. Así también, el autor pone un ejemplo de aislamiento térmico cubriendo los techos con machimbre. (Soto, Álvarez, Gómez, & Valencia, 2019).

### **Antecedentes Nacionales**

(Molina, Horn, Rojas, & Aranda, 2017), en su artículo científico, indican que el software de programa de simulación de energía del comportamiento en edificaciones, plantean la transmisión de calor en función al tiempo. La prelación de usar este programa es; antes a la delineación del diseño, construcción y modelamiento de un inmueble, para ayudar en acortar los tiempos y ahorro en dinero, permitiendo así tomar decisiones en la cual, al escoger una técnica y estrategia bioclimática a implementarse en el diseño de vivienda eficaz y sustentable con energética que optimice las condiciones del confort térmico y la habitabilidad. El estudio realizado en Ayacucho a 3 700 msnm. Obteniendo así los siguientes resultados: Las temperaturas medias entre lo real y modelado, de igual modo el porcentaje de error media ubicado (11 %), validando el modelo y asegurando la credibilidad del software como uso de modelamiento del cálculo térmico de viviendas.

Por otro lado (Molina, 2018) en su tesis propone un modelo experimental de simulación técnica dinámica bioclimática aplicando EnergyPlus, para determinar la ocupación térmica y en la cual se llega a concluir que, de los componentes como cobertor de techos y uso de los fibrocementos, más allá de mejorar la comodidad

acústica del ruido producida por las tormentas que perturban el descanso u ocupación, térmicamente sus usos no son adecuados para las zonas más altas, dado que presentan una actuación igual a la del cobertor de calamina.

(Wieser, Rodríguez, & Onnis, 2021) en su artículo muestra la realización de dos estudios en dos etapas de intervención la primera en el mes de agosto año 2015 y la segunda intervención se realizó en el mes de setiembre del 2018, de que la condición del extremo frío que se tiene en la región altiplánica peruana y el problema recurrente que ciertamente afectan a la salud y la economía de los pobladores que viven sobre los 4200 m.s.n.m. realizaron el proyecto de transferencia tecnológica dirigido para mejorar el confort térmico y constructivo de viviendas se construyó con el apoyo de la población local del C.P. de Orduña –Puno –Perú, en el cual se logró demostrar que si es posible obtener el confort térmico esperado en estas condiciones de extremo frío que se presentan en estas localidades a más de 4000 m.s.n.m. y utilizando los materiales de la zona y aprovechando la radiación solar, esto acompañado del aislamiento envolvente de la misma manera el correcto uso de los vanos para así contener el calor ganado durante el día, tomado esta referencia creemos que sí es posible optimizar el confort térmico a más de 4000 m.s.n.m. para que la población tenga acceso a mejor calidad de vida para que de esta manera disminuir las enfermedades respiratoria en la población más vulnerable.

(Holguino, Olivera, & Ursula, 2018) El principal objetivo de esta investigación fue principalmente la evaluación del confort térmico dentro de una vivienda en prueba construida con adobe y de la misma manera también con los materiales de la zona, el material predominante como fuente de acumulador de calor utilizaron la piedra andesita, es una investigación experimental, en donde se dispusieron los valores de la conductividad térmica para el yeso, adobe y paja y también de los materiales de construcción, llegando a uno de las conclusiones que los materiales de construcción usados el Sistema Acumulador de Energía Calorífica(SAEC) está compuesto con la combinación de la piedra andesita triturada y el guano (estiércol de algún animal) está colocado entre los espacios de los durmientes de manera de 2 cm debajo del piso acabado, estos elementos disponen suficiente energía

acumulada, según estos estudios solo el 43,49% de su capacidad ha sido ocupados durante las 7 horas de radiación del sol, se transfirió de energía. Así mismo concluye que la construcción de una vivienda sostenible se logra utilizando los productos de la zona, así como el barro, madera y yeso, esto para conservar la energía para luego lograr el confort térmico dentro de la vivienda.

Belon (2018) en su proyecto de tesis “Propuesta de diseño de una casa rural térmica en zonas altoandinas de la región de Puno”, en donde trabajo con metodología con base a lineamientos de investigación científico, basándose en método tipo descriptivo, y por consiguiente se plantea como objetivo, diseñar una vivienda rural térmica, argumentando el clima, ubicación, orientación. Acrecentando la temperatura interna, se considera como muestra de estudio a las personas de zonas de clima frío, en dicha investigación el autor concluye que en el diseño y prototipo de vivienda rural, se emplean cavidades solares con cobertores transparentes, ventanas doble vidrio, muro trombe, cielo raso con triplay y pisos de machihembrado.

Teoría relacionada con el tema

La vivienda

(Raya, 2018) indicó que la vivienda tiene contornos de diferentes adjetivos para su significado, como verde vivienda, saludable, digna, etc. Y también la vivienda es el deseo de millones de seres humanos a tener acceso a una vivienda y depende de economía.

Quiroz, definió a la vivienda como las construcciones que responden a una priorización determinante. Como el resultado de factores que sintetizan en su total funcionalidad. Las viviendas rurales tienen como objetivo el habitar, lo cual resulta lo mismo para cualquier clase de vivienda; y se difieren por sus concordancias con los animales, los sembríos agrícolas, los trabajos de almacenaje, etc.

Robledo, (1985) mencionó que no se suele concebir como casa a cualquier cosa que ampare las inclemencias del tiempo. Por lo cual indica que hay que fijar la congruencia con el grado de desarrollo material y espiritual de la humanidad. En



estas circunstancias, la vivienda es el contorno suficientemente seguro y limpio, que concede el adecuado desenvolvimiento de las actividades de personas, acorde con el desarrollo general de los humanos.

Así también Quiroz (1972), señaló que, como toda construcción, corresponde a la obligación detallada y el logro de factores que participan para un sistémico funcionamiento.

#### Vivienda rural

La Organización de Estados Americanos (OEA), (1963) definió a la vivienda rural como la distinción de la vida del campesino, la cual debe de resultar de acciones concretas por parte del gobierno para el desarrollo económico, al progreso de la vivienda, los servicios sociales e incluso mejorar los servicios urbanos que requiere el campesino agricultor en sus relaciones comunitarias y del trabajo.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), (1970) definió a la vivienda rural como una variedad de beneficios y servicios que juntan a la persona, familia y comunidad, y pueblo con la región, consignando que la concepción de la vivienda es más que una cosa física. La vivienda contiene los servicios determinantes para el beneficio del ser humano. Los centros esenciales como sociales, sanitarios, comunales y culturales, que conforman y facilitan para concatenar con las diversas instalaciones con la actividad que estén vinculados para el progreso de actividades pecuarias, agrícolas e industriales.

#### Equilibrio térmico

Covarrubias, definió, viendo desde lo estructurado, la función del confort térmico, que es la condición del equilibrio indicado por los balances térmicos, lo cual determina las pérdidas o ganancias de energía del cuerpo del ser vivo que facilita la articulación química del metabolismo y la sucesión fisiológica de la termorregulación que resulta a los elementos externos del clima, primordialmente aprovechando la radiación del sol para aumentar de temperatura de la habitación, humedad y el movimiento de la actividad del aire”

También Mónde (2001) define que el balance térmico determina los valores en cero, también mencionar la pérdida de cargas térmicas con el cuerpo del ser humano y su ambiente se encuentran en equilibrio, lo cual representa, según esta apreciación, que los humanos perciben objetivamente una sensación del confort térmico.

En consecuencia, aunque el producto sea distinto de cero, el proceso implica que la persona experimente una sensación objetiva de malestar. Si las circunstancias del entorno generan una disminución de temperatura en el cuerpo humano (balance negativo), esto se registra como una sensación de frialdad térmica y, por el contrario, si las condiciones ambientales generan una ganancia de calor (balance positivo), esto se reporta como una sensación de frío. bienestar térmico. Mantener un equilibrio entre la cantidad de calor producido o adquirido por la masa del cuerpo y el liberado por ella es una de las prioridades fisiológicas más determinantes del ser humano. Los seres humanos tenemos una temperatura interna que fluctúa entre  $35,5^{\circ}\text{C}$  y  $37,0^{\circ}\text{C}$  el equilibrio natural del cuerpo es precisamente mantener la temperatura dentro de este rango; además, por otro lado, la temperatura sube o baja demasiado puede ser perjudicial para el organismo del ser vivo.

Métodos para determinar el ambiente térmico.

Los estudios basados en confort térmico han consignado el crecimiento de diferentes mediciones térmicas subjetivas y objetivas, de este modo los gráficos que pretenderán señalar el modo de acontecimiento en los diversos causales y parámetros sobre el equilibrio térmico. Se puede apreciar algunos como:

El Ábaco Psicométrico:

Es el más usado para la medición del confort térmico, es adecuado a su sencillez del manejo. Se trata de un gráfico que ilustra la relación entre la temperatura - aire y su contenido de vapor de agua. En las normas europeas que aparece indicando como ejemplo la medición del confort térmico de los edificios situados en zonas peninsulares.

(Jara, 2015) Considera que el diseño de viviendas, debe estimar el ámbito del clima para enfrentar los alcances negativos del medio ambiente, de manera que sean salubres y confortables. Y según (Olgay, 2019) menciona que se debe trabajar a favor de las fuerzas naturales para utilizar sus beneficios y así crear un ámbito de armonía entre la naturaleza y el hombre que le favorezca a optimizar su calidad de vida. De esta manera tenemos, que la construcción de viviendas obedece de la planificación territorial de su pueblo, tanto es así que las viviendas constituyen un base estratégico de cada grupo social, en el que se van diversificando las acciones productivas en colectividad.

Índice de Fanger.

Es la probabilidad que uno de los métodos numéricos más utilizados para evaluar el confort térmico a nivel global sea observado desde el punto de vista de la percepción humana. La variable independiente para el ambiente externo son la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la presión del vapor de agua y por lo tanto, la actividad humana, la resistencia térmica de la ropa y el factor calorífico.

Concepto de confort en el ser humano:

Lin, Z., & Deng, S., (2008) aclaró que el confort ocurre cuando las temperaturas corporales se contienen en rangos mínimos. La humedad de la piel es mínima, además se disminuye el esfuerzo fisiológico de regulación. Por otro lado, Givoni, (1969) conceptualiza al confort térmico como "la disminución de irritación o malestar térmico". La conjetura de las personas son el sentir del confort térmico, que ha estado resaltante desde Sócrates y Vitruvio, teniendo como dirección el modelar y construir espacios confortables y adecuados.

Mientras que, en el siglo pasado, esta discusión ha cobrado mayor realce al iniciar el estudio a profundidad, llegando a concluir y resaltar el impacto que el concepto al mejoramiento de las situaciones de calidad de vida de los habitantes.

También, muchas veces se ha enfatizado la arquitectura como herramienta única de diseño, olvidando equipos computacionales y técnicas de control ambiental

En consecuencia, a estos estudios planteados, se ha determinado varios factores que están relacionados con el confort térmico ambiental y que deben ser estudiados como: Iluminación, ruido, la persona, luz natural, ambiental, calidad de aire, etc.

### **Teoría del confort**

El confort térmico lo definió la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE, 2001), como el estado mental en el que se expresa la satisfacción de los ambientes térmicos, es decir, el punto de equilibrio entre la sensación psíquica y fisiológicas del ser o la persona y su entorno de vida, por lo que se considera el bienestar del confort térmico es un estado mental en el que intervienen variables objetivas y sub objetivas entre el cuerpo del ser humano y el contexto que lo rodea. El confort es el estado experiencial de los destinatarios de las intervenciones de confort y usan prioridades para tres clases de confort (tranquilidad, alivio y trascendencia) en 4 contextos (psico-espiritual, físicos, ambientales y sociales). La teoría del confort consta de tres partes. La primera afirmación de que las intervenciones de comodidad son adecuadas, ya que aumentan la comodidad del receptor si se distinguen de una línea de base previa a la intervención. Las intervenciones abordan necesidades como la comunicación terapéutica, el tratamiento y el descanso como seres holísticos. La segunda parte especifica que la mayor comodidad de los beneficiarios redunda en una mayor implicación en los momentos de investigación en salud.

Neeven y Mohamed (2020), definen al confort térmico como un estado de ánimo que se expresa en la satisfacción del contorno. Los autores también consideran las sensaciones térmicas son variantes y se someten a las personas con su contorno, lo cual implica el estado de ecuánime, percepciones sociales y culturales.

También, Saldaña (2018) manifiesta que el confort incluye factores, así como luz, niveles de ruido y la calidad de aire. Es un proceso de diseño, la radiación solar se emplea, para dispersar el calor en el interior de la habitación.

En ese contexto, Gómez y Alcantara (2012) define la habitabilidad como una situación indispensable del programa arquitectónico, enfatizando notoriamente la iluminación, ventilación y la proyección visual.

En ese sentido, Gonzales (2004) establece la definición de la arquitectura bioclimática como la correlación entre la arquitectura, el clima y las personas, lo cual mejora la gestión energética, fomenta el contorno paisajístico y el empleo de materiales tradicionales y sostenibles.

Por consiguiente, según la definición de la arquitectura bioclimática se hizo búsqueda de modelo de arquitectura bioclimática en diferentes países, de los cuales se puede resaltar los de Chile, Argentina y Perú; todos ellos viviendas, estructuras ejecutadas en climas fríos.

La Arquitectura Bioclimática (Morillón , 1993) define como acción de bosquejar o construir, teniendo en cuenta la interacción de la construcción, los elementos climáticos, a fin de que se regule los intercambios de energía y materia con el clima, propiciando condiciones de bienestar térmico en el interior de la vivienda y en el ser humano.

La radiación se localiza con la mayor ganancia de la radiación solar, se deberá de proceder a través de modelos con superficies inclinadas, orientadas, con esto la radiación será de máximo provecho. (Arturo, 2004)

(Normas Legales, 2014). Según la norma sobre conductividad térmica indica que es una propiedad característica de cada material, su valor incide en función a la temperatura y de varios factores, así como porosidad, densidad, diámetro de la fibra, contenido de humedad, tamaño de los poros y el tipo de gas que encierra el material.

En definitiva, los autores (Zúñiga Gonzalez, 2014), los programas computacionales son conjunto de mandatos que estrechan como fin que las computadoras realicen una tarea o función específicas, siendo estos conjuntos de

instrucciones parte de una serie de avances que coadyuvan en el desarrollo de las comunidades y que tienden a estar dirigidas al desarrollo de un pueblo.

Autodesk Revit (Autodesk, 2021) lo define que un software de diseño muy inteligente para ejecutar un modelado BIM de un proyecto de ingeniería, arquitectura y los procesos de trabajo. Este software también nos admite efectuar documentación del diseño y crea tablas de planificación.

Según (Comercio, 2021) Es la estación más fría empezar el 21 de junio en el hemisferio sur, en el día oportuno del solsticio de invierno. Se trata del día más estrecho del año, que desde épocas remotas fue reconocido por los auténticos habitantes de la tierra y se llevaron sus festividades a las diferentes culturas del planeta. En el solsticio de invierno, los rayos solares se localizan más alejados de la línea ecuatorial, un fenómeno que argumenta la posición de la tierra con respecto al sol. Asimismo, en esta fecha se genera la noche más larga del año.

Caso Chile: en el modelo planteado en Chile para clima frío en Punta Arenas (vivienda sustentable), donde se ejecutó 476 viviendas con vidrios adosados con mayor eficiencia energética.



Figura 1. Diseño de la vivienda

Fuente: <https://www.biourban.cl/viviendas-sustentables-en-punta-arenas/>

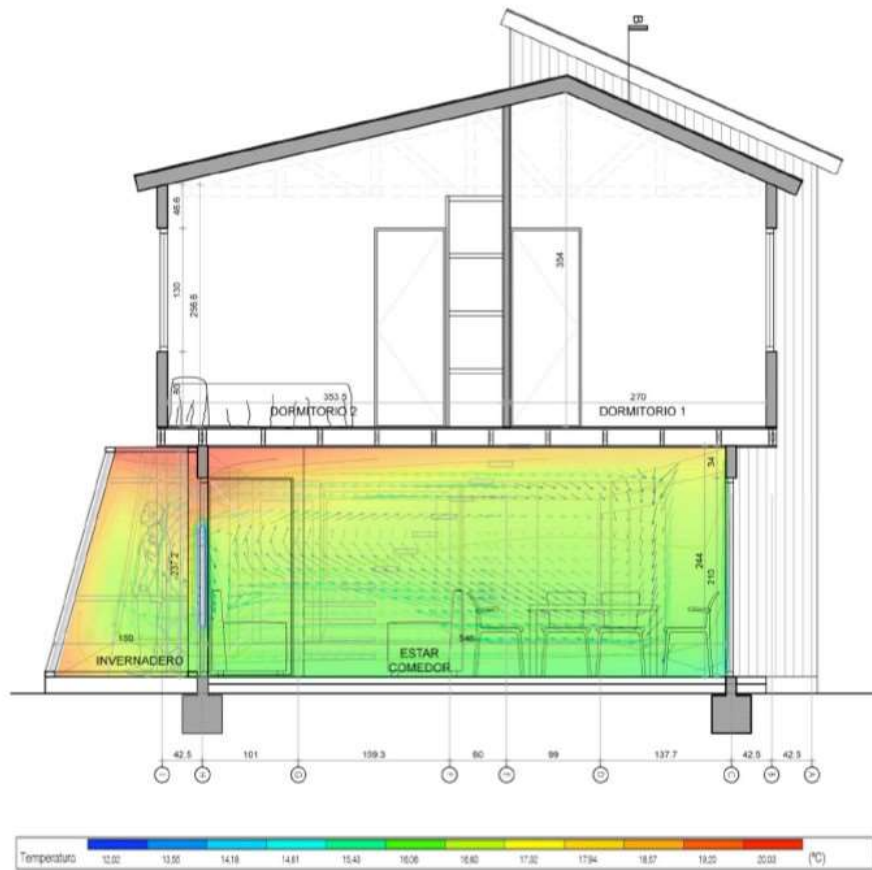


Figura 2. Diseño de la vivienda caso Chile

Fuente: <https://www.biourban.cl/viviendas-sustentables-en-punta-arenas/>

**Caso Argentina:** Propuesta en adobe para clima frío, donde en la figura se apreció tres divisiones: dormitorio, comedor y cocina.



Figura 3. Diseño de la vivienda en argentina

Fuente: libro de Arquitectura bioclimática Garzón 2007 Pág. 43

**Caso Perú.** Planteo una propuesta en altura, Orduña – Puno; en su artículo muestra el desarrollo de dos estudios realizados en dos etapas de intervención, la primera en el mes de agosto año 2015 y la segunda intervención se realizó en el mes de setiembre del 2018, concluye que la condición del extremo frío que se tiene en la región altiplánica peruana y el problema recurrente que cierta mente afecta a la salud y la economía de la población que viven sobre los 4200 m.s.n.m. realizaron el proyecto de transferencia tecnológica dirigido para mejorar el confort térmico.

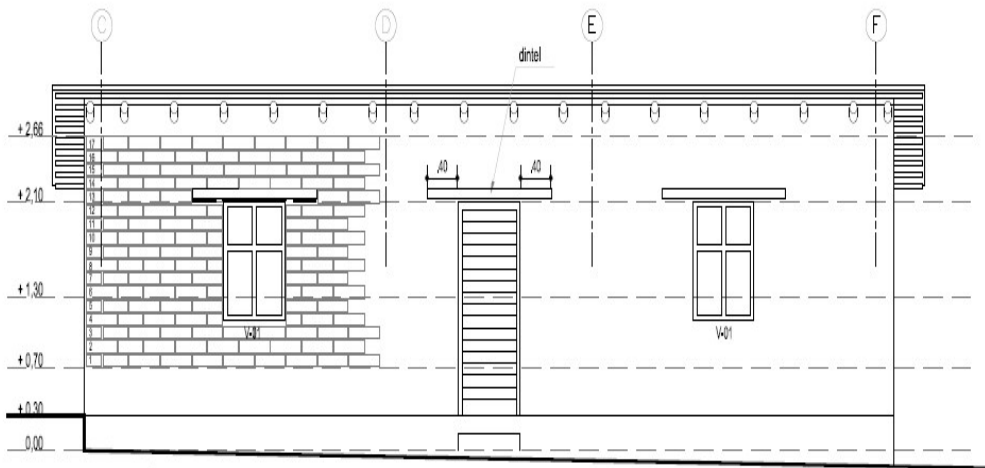


Figura 4. Diseño de la vivienda corte frontal

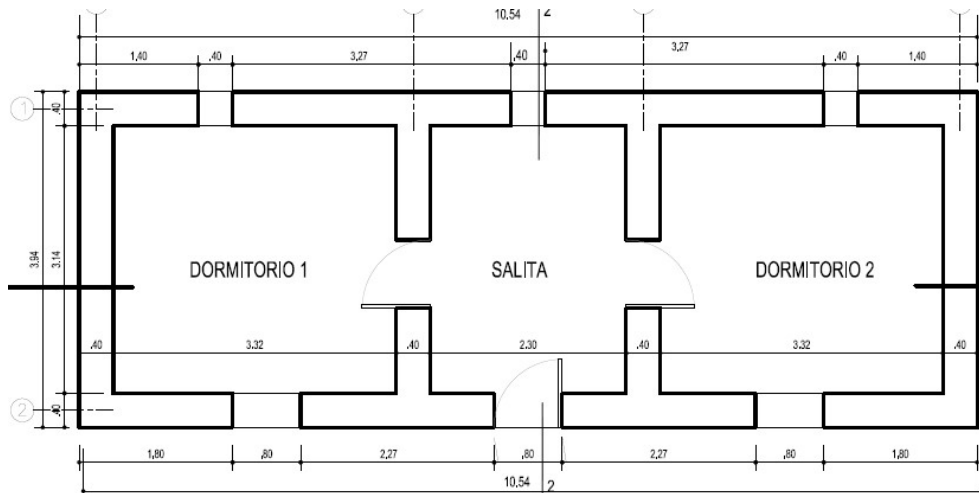


Figura 5. Diseño de la vivienda caso Perú en planta

Fuente: revista de (Wieser, Rodríguez, & Onnis, 2021)

Acondicionamiento ambiental



Estudio de los cambios de los elementos del urbanismo y arquitectura con elementos como el clima y el acondicionamiento exterior que lo rodea. Durante un acondicionamiento ambiental, se dispone un contexto de forma consensuada y pertinente, con el fin de la calidad de las condiciones básicas, para hallar un confort térmico adecuado. (Slideshare, 2012).

#### Proceso de simulación

La simulación mediante computadora sobre el balance energético inicia con recoger los datos para luego desarrollar un análisis en gabinete de la documentación y una verificación en el lugar. (International Energy Agency, 2017).

(Medina & Escobar, 2019) indica sobre la simulación que el uso de estos programas de simulación en varios estudios de calor y humedad pretende predecir como responderán las circunstancias y las condiciones de los espacios interiores a las condiciones climáticas exteriores cambiantes, por lo tanto, el estudio de una simulación de esta tipología permite predecir con una gran precisión el comportamiento climático de su hogar, teniendo en cuenta las diferentes climas y según los pisos ecológicos de nuestro país, es un estudio que no se puede hacer manualmente es por ello que se utiliza un método, utilizando el confort térmico de manera virtual se simula una vivienda aplicando el software Ecotect Thermal Analysis.

De acuerdo con (Britannica, 2013) “El adobe de tierra es una combinación de arcilla, limo y arena con excelentes cualidades plásticas que, al secarse, formará una masa sólida homogénea. En regiones con climas áridos o semiáridos, la historia de la edificación en tierra de adobe se remonta a varios miles de años”. Por ello Los muros de tierra se edifican generalmente sobre cimientos sólidos de piedra u hormigón y son impermeables al agua; De lo contrario, la acción capilar del nivel freático puede llevar a la desintegración de los flujos debajo. Los acoplamientos de adobes se colocan con un mortero del mismo material, y luego se terminan con unas capas de adobes. Con la construcción y el soporte adecuados, un panel de adobes puede durar cientos de años.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ALBAÑILERÍA DE ADOBE - NORMA ADOBE E-080

1. Para fabricar adobes el suelo usado debe ser tamizado a priori por la malla número 4.
2. El moldeado de adobe será con tierra areno arcillosa que también en la prueba de enrollado alcance una longitud entre 5 y 15 cm. Aprovechablemente mezclado con paja de altitudes (ichu) picada en trozos de 10 cm. De longitud, puede emplearse previa verificación la proporción de paja - barro y el volumen. La unidad de adobe tendrá 40x40x10 cm. La mitad de unidad de adobe tendrá 19x40x1 cm.
3. El supervisor verificará el tipo de suelo existente en la zona, de acuerdo a esto, se permitirá un margen de variación de hasta el 5% (2 cm) en las dimensiones de la pieza.
4. En caso de presentarse la variación mencionada anteriormente, el sobre cimiento deberá adecuar la medida del ancho para conseguir el acabado indicado en planos. Se respetarán las medidas exteriores.
5. Los adobes deberán confeccionarse con moldes de madera, los cuales se encuentran detallados en los planos
6. El espesor en la junta de mortero para el asentado del adobe será de 2 cm
7. El mortero será preparado coincidente a la mezcla de elaboración del adobe.
8. Previo a su asentado en hiladas, se humedecerá el adobe en el contorno de contacto con el mortero.
9. En un día de trabajo no se levantará el muro a una altura mayor de 1.20 m.
10. La gradación y la composición del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: limo 15-25%, arcilla: 10-20%, arena 55-70% no más de 0.2% al 0.3% de sales.
11. No será permitido por ningún motivo reducir el espesor de los muros, tampoco se podrá empotrar tuberías ni otros elementos similares.

Por otro lado, los suelos para la elaboración de adobe según (Lopez Galvez & Bernilla Carlos, 2012), En general, según el Sistema de Clasificación Unificado de Suelos - (SUCS), los suelos tienen una proporción variable de arena entre 55% y 75% (retenida en la malla N° 200) y una proporción de partículas finas entre 25% y

45% (arcilla, limo que pasa la malla N.º 200). Por lo tanto, por ningún caso se deben utilizar suelos que contengan más de un 18% de arcilla. Una mayor proporción de arcilla puede causar cambios de tamaño indeseables en el adobe.

La resistencia a la compresión, es un ensayo técnico en ingeniería para adoptar la resistencia de un material o su rotura ante un esfuerzo de compresión. Estos ensayos son preparados con probetas normalizadas que someten en máquinas universal de compresión.

Los esfuerzos de rotura en laboratorio se realizan con ensayo de compresión en cubos, con los siguientes procedimientos:

- Para la resistencia se calcula mediante el ensayo de laboratorio de compresión del material en cubos de 10 cm de arista.
- Para calcular la resistencia ultima con la siguiente expresión:

$$f_0 = 1.0MPa = 10.2kgf/cm^2$$

Fuente: R.N.E E-080

- La selección de cubos de adobe debe cumplir promedio de cuatro muestras buenas del total de seis muestras. La resistencia a la compresión los resultados se calculan debiendo ser con aproximaciones a 0.01MPa:

$$C = W/A$$

Donde:

C : Resistencia a la compresión, MPa.

W : Carga (N). mencionada en maquina de ensayo.

A : Promedio área bruta superficie en mm<sup>2</sup>

La resistencia a la compresión característico

$$f'b = pm - S$$

Fuente: R.N.E E-070

Donde:

$f'b$  : Resistencia a la compresión de unidad albañilería (kg/cm<sup>2</sup>)

$p_m$  : Promedio de ensayos

$S$  : Desviación estándar

En los ensayos de rotura mínimas en el laboratorio, se realiza siguiendo el procedimiento:

- 02 adobes apilados, unidos con ligamento de mortero de barro, la resistencia ultima a 0.12kgf/cm<sup>2</sup>, se debe cumplir los cuatro mejores muestras de los 06 muestras del espécimen.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** En la presente investigación se consignó la investigación **aplicada** o tecnológica (Ñaupas H. , 2013) que es de trascendental y de mucha importancia en los últimos tiempos. (Ñaupas, Valdivia, Palacios, & Romero, 2018, p.139). La investigación en tecnología está orientada a mejorar, crear, optimizar máquinas, instrumentos, equipos en el campo de la tecnología de ingenieros.

El alcance del presente trabajo de investigación ha sido **descriptivo** en donde busca especificar las características importantes y las propiedades de cualquier fenómeno que se estudie, (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p.92). y en nuestro estudio buscó calcular las diferentes medidas que puedan optimizar el confort térmico.

**Diseño de investigación:** no experimental, las variables empleadas no han sido manipulable, solo se puede observar los efectos de las variables en su contexto para analizarlos. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p.152).

#### 3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente

No se plantea en los alcances descriptivos, correlacionales y exploratorios (Arias & Covinos, 2021, p. 46).

Variable Dependiente

Modifican o cambian a causa de intervención del variable independiente.

Para esta investigación es univariable, se evalúa una sola variable, para esta investigación la variable ha sido el confort térmico.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** En esta investigación la población fueron las viviendas rurales que están ubicados en el sector de Picotani, distrito de Azángaro, Región Puno,

**Muestra:** Para (Ramirez, 2017) la muestra es el subconjunto de la población. Se consigna que las respuestas halladas en las muestras son vigentes para la población.

Para esta investigación, la muestra determinada corresponde a la vivienda modelada que tienes un área de 53.42 m<sup>2</sup>, se diseñó la estructura cumpliendo el RNE, se modelo con software para la orientación solar y se planteó materiales adecuados.

**Muestreo:** Para (Arias & Covinos, 2021, p. 119) **Muestreo no probabilístico** es una técnica que se utiliza cuando se desea elegir una población considerando características en común o por un juicio o conveniencia por parte del investigador.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### **Técnicas de recolección datos**

En este desarrollo del proyecto, los pasos a seguir para la recolección de datos es la observación directa de una vivienda rural, donde se va a conocer las características constructivas y los que están relacionados con climatización.

También se hace el análisis bibliográfico, artículos científicos, normas, etc.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

La recolección de datos, se realizará mediante fichas de observación para consignar la muestra presentada.

### **3.5. Procedimientos**

El presente trabajo de modelamiento de viviendas rurales bioclimáticas, en el sector Picotani del distrito de Azángaro – departamento de Puno, a una altitud de más de 4000 m.s.n.m se efectúa mediante:

El modelamiento de arquitectura, mediante la información del ámbito, clima, datos meteorológicos, se modela la propuesta arquitectónica.

Con la propuesta se busca una vivienda con un diseño estructural, resistente antisísmico, para ello se basó en informe de laboratorio y modelado con programas computacionales.

Las condiciones de confort térmico se establecieron con datos de Senamhi, higrómetro, programas computacionales. Y finalmente se plantea una propuesta de uso de materiales adecuados

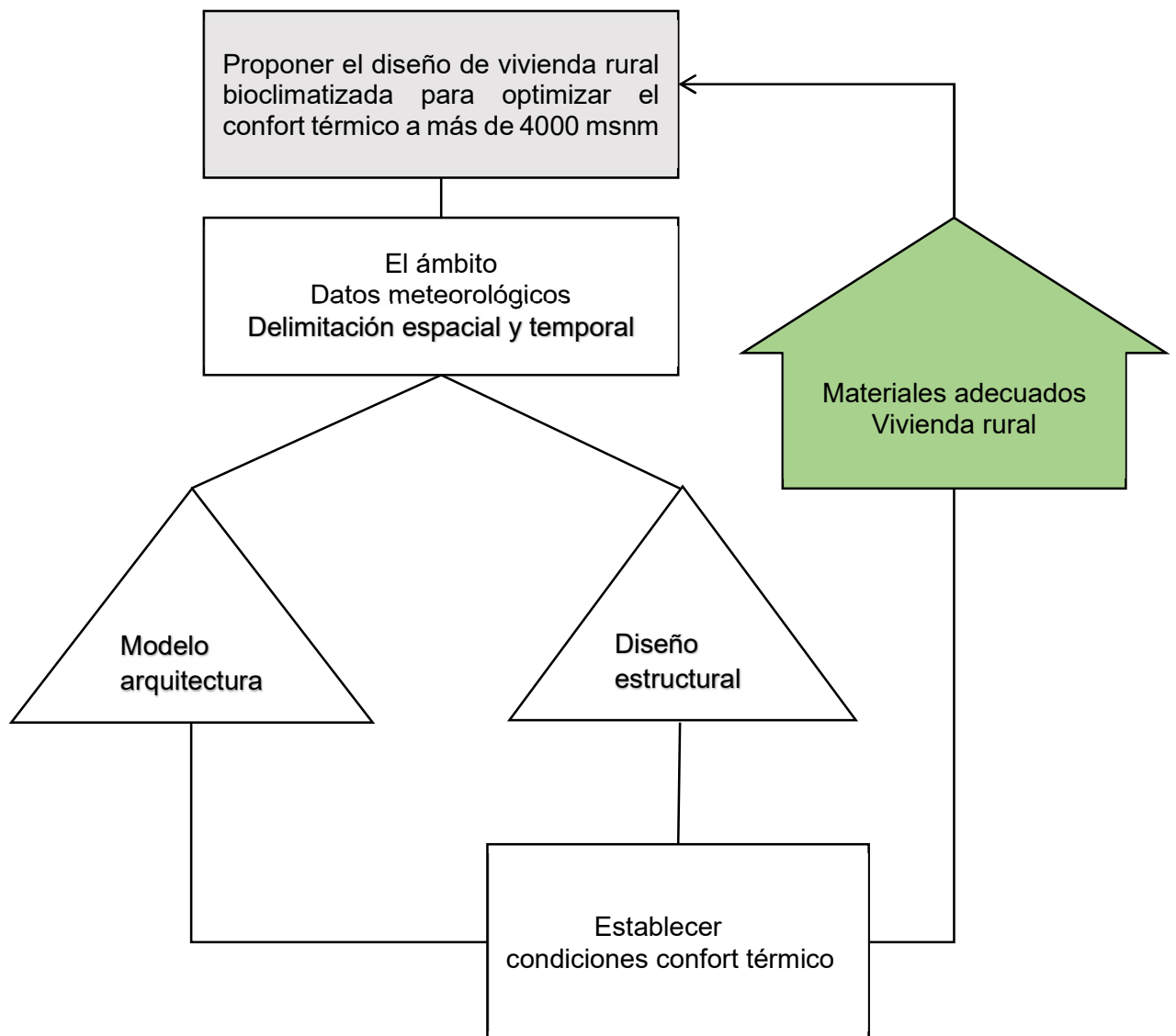


Figura 6. Procedimiento de la investigación

Fuente: Elaboración propia

### **Determinación área de trabajo**

Una zona adecuada térmicamente es un volumen de aire con óptima temperatura. Se componen mediante el contorno que se comienzan en el piso y acaban en el cobertor o cielo raso. En una zona térmica los contornos que envuelven el volumen son de transferencia de calor. Las separaciones en los



interiores que no encierran ningún volumen no pueden estimarse como zona térmica, estos espacios se consideran como concentradores de calor.

**Resultados** al ejecutarse el modelado para cotejar la temperatura interior modelada y la medida se alcanzaron las gráficas pertinentes.

### **3.6. Método de Análisis de Datos**

Para el método de análisis de datos se tomó en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones y los programas computacionales como Word, Excel, Etabs, AutoCAD, Revit. para el modelado de la arquitectura se utilizó autodad Revit, para diseñar se utilizó Etabs y para las propiedades mecánicas del adobe se utilizó laboratorio, y para establecer las condiciones de confort térmico se modeló en software Revit. todos los requisitos cumplen con la Norma Técnica Peruana, así como E-030 diseño sismorresistente, E-080 adobe.

### **3.7. Aspectos éticos**

En la presente investigación los resultados obtenidos son completamente veraces, respetando las bases éticas, que han sido inculcados en nuestra formación profesional y también en esta investigación se reconoce el derecho del autor, de las fuentes consultadas y se hace las referencias bibliográficas pertinentes, además se consideraron todos los aspectos éticos relacionados con la ejecución de la investigación planteada, de conformidad con el Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo, aprobada con Resolución RCUN 0340-2021-UCV.

A lo largo del tiempo, la humanidad ha desarrollado temas de estudio con mayor frecuencia, con el objetivo de descubrir y recopilar enseñanzas relacionados con los temas a los que presta atención, buscando encontrar soluciones, por lo tanto, todas estas investigaciones realizadas y publicadas corren el riesgo de ser confundidas con su autor por otros, por eso es tan decisivo la concurrencia de la ética en la investigación. (Zalazar Raymod, Izcaza Guevara, & Alejo Machado, 2018).

## IV. RESULTADOS

### 4.1. LA ARQUITECTURA DE VIVIENDAS RURALES BIOCLIMATIZADAS

Modelado de arquitectura de viviendas rurales bioclimatizadas, se hizo el esbozo revisando la literatura que está enmarcado sobre los casos como en Chile, Argentina y Perú.

Para modelar la arquitectura de la vivienda verificamos la situación real in situ de las viviendas a más de 4000 m.s.n.m. En el documento del “Manual del promotor técnico para la construcción de vivienda alto andina. Cuyo autor es Rodríguez, Alvariño, Onnis & Onnis (2016), contrastaron a la vivienda rural cuyas características se encontró cabañas, de puertas y ventanas pequeñas, las puestas son de calamina y que carece de estabilidad constructiva, como se evidencia en la figura 7.



Figura 7. Vivienda rural de la zona Orduña- Puno

Fuente: Manual del promotor técnico de los autores Rodríguez, Alvariño, Onnis & Onnis.

De la figura y de las descripciones de los autores mencionados, es una zona de alta dispersión donde se dedican a la crianza de camélidos y ovinos, las viviendas son muy precarias.

#### **Vivienda rural en Picotani**

La tipología de la vivienda rural en Picotani son de similares características que las viviendas del sector Orduña. Picotani se encuentra a una altitud promedio de la zona es 4250 m.s.n.m. y la actividad principal es la agricultura, aunque la misma es

para el auto sostenimiento de los pobladores, a su vez, se practica la ganadería de camélidos sudamericanos.



Figura 8. Vivienda rural Picotani- Azángaro-Puno

Fuente: Elaboración propia, fotografías tomadas en Picotani

De la figura 08 se puede apreciar que la tipología de vivienda es casi igual a las viviendas de Orduña, y se llega al siguiente resultado:

- Construcción precaria
- Las puertas son inseguras, la mayoría son de calamina
- Los vanos de ventanas y puertas son pequeñas que oscilan de 0.30 m x 0.30 m de medida de ventana, aproximadamente.
- La hacinación de personas en un solo dormitorio, que a la vez la misma habitación está la cocina, comedor y guardaje de vestimentas
- Las dimensiones de viviendas rural aproximadamente 9 y 12 m<sup>3</sup>
- Las características de este tipo de viviendas son un espacio poco saludable, oscuro, húmedo, frío y mal ventilado.

Por estas consideraciones, teniendo en cuenta la figura 7 y 8, en esta investigación se llegó a un diseño bioclimático como propuesta, que se presenta en la siguiente figura, la cual cumple con los elementos básicos para una vivienda rural, que, a partir de este diseño bioclimático, tiene concordancias en la distribución, así como 02 dormitorios, 01 cocina, 01 sala comedor, 01 baño con ducha, todos estos compartimientos en un solo módulo como propuesta, cumpliendo todos los parámetros del RNE.

**Tabla 1. Componentes en el interior del modelo arquitectónico propuesto**

DESCRIPCIÓN	ÁREA	COMPONENTES
dormitorio 1	9.17 m <sup>2</sup>	cama matrimonial, ropero
dormitorio 2	9.07 m <sup>2</sup>	02 camas simples, guarda ropa y Mesa
cocina	11 m <sup>2</sup>	refrigeradora, compartimientos para alimentos, guardaje de utensilios, cocina, lavamanos
sala comedora	12.30 m <sup>2</sup>	sofá, mobiliario para estudio, mesa, mesa compartida con cocina para comedor
SS. HH	3.6 m <sup>2</sup>	lavamanos, tazón, ducha
área tapón	1.4 m <sup>2</sup>	cuya función es tapar o restringir el ingreso de vientos fríos por la noche

Fuente: Elaboración propia

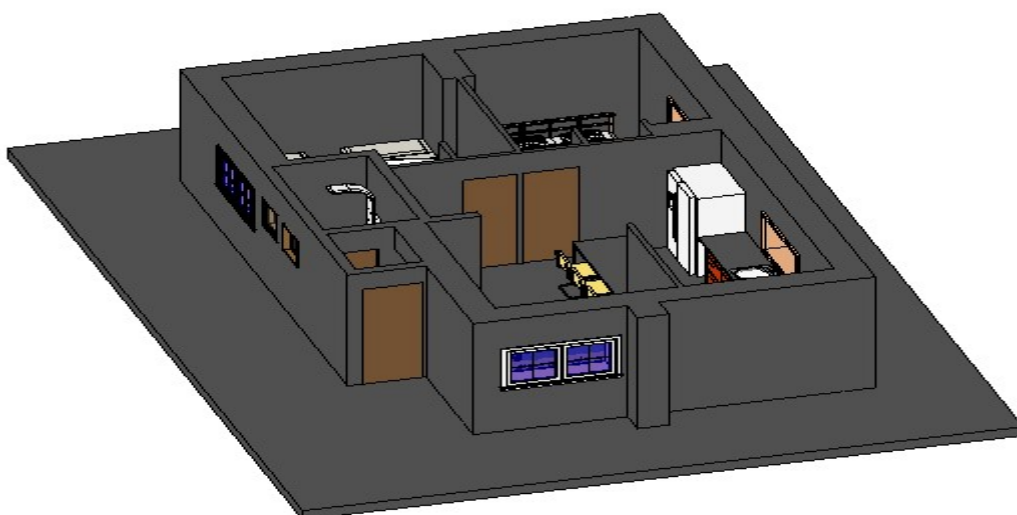


Figura 9. Diseño de la vivienda bioclimática

Fuente: Elaboración propia

De la figura 09 y de la tabla 01, en cuanto al modelado arquitectónico, en las distribuciones se observa lo siguiente: en el dormitorio 01 tiene espacio cómodo hasta se plantea una cama matrimonial con su respectivo ropero, dormitorio 02 se observa hasta 02 camas individuales, en la cocina se observa que tiene 01 refrigeradora, repostero, lavamanos, cocina y una mesa compartida como comedor, en la sala también se puede observar un sofá, mesa, zona de estudio equipado con guarda libros y computadora, y en los

servicios higiénicos se observa que está implementado incluidos la ducha, y por consiguiente se aprecia también en el ingreso principal hay un pequeño, área que está junto al ingreso del baño y el ingreso de sala, esta área es el área tapón que cumple la función de proteger ingreso de clima frío.

## **4.2. DISEÑO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS RURALES BIOCLIMATIZADAS**

### **Descripción de diseño de viviendas**

La descripción de diseño de viviendas rurales bioclimáticas corresponde al modelamiento arquitectónico fundamentado en el párrafo 4.1. en donde se apreció un módulo mejorado que cumple todas las condiciones para las zonas altoandinas a más de 4000 m.s.n.m. y tiene un área de 53.42 m<sup>2</sup> aproximadamente. Con este planteamiento se optimizó la calidad de vida de los habitantes en zonas altoandinas, asentadas en centros poblados rurales, para así optimizar el confort térmico y la seguridad sísmica. La propuesta del diseño es una vivienda en un solo nivel con 05 ambientes consignados (figura 9) y los adobes considerados de 0.40mx0.40mx0.10m de espesor, que soportara las cargas verticales y las fuerzas cortantes, este planteamiento basado en las NTP E-080.

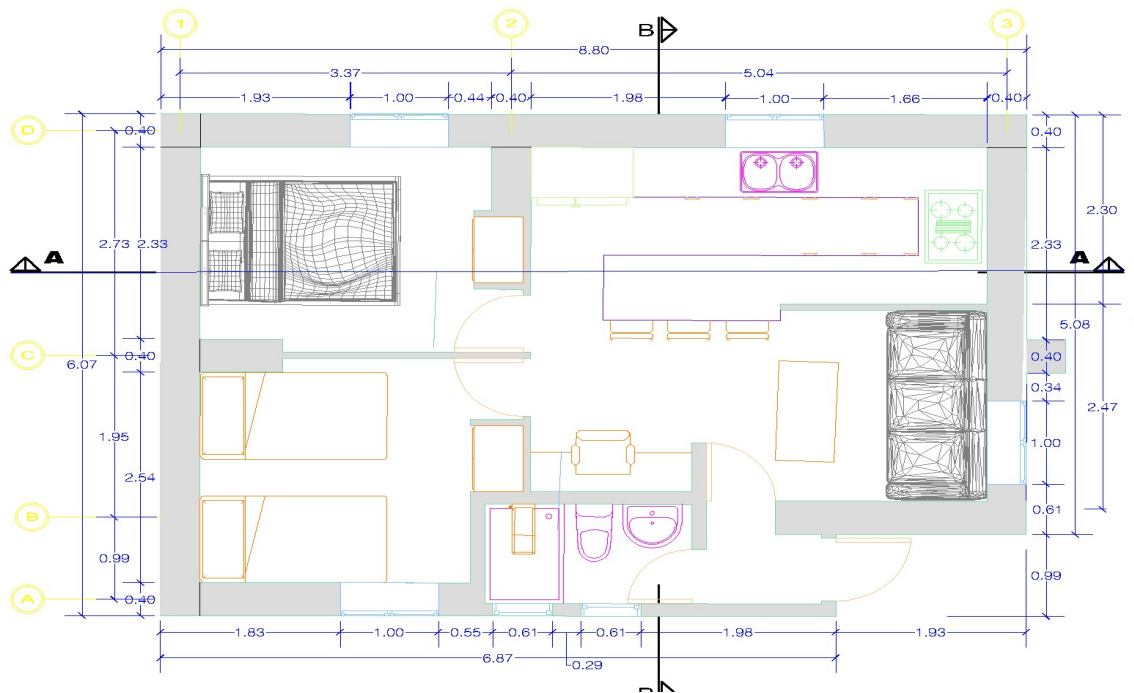


Figura 10. Diseño de la vivienda en planta

Fuente: elaboración propia

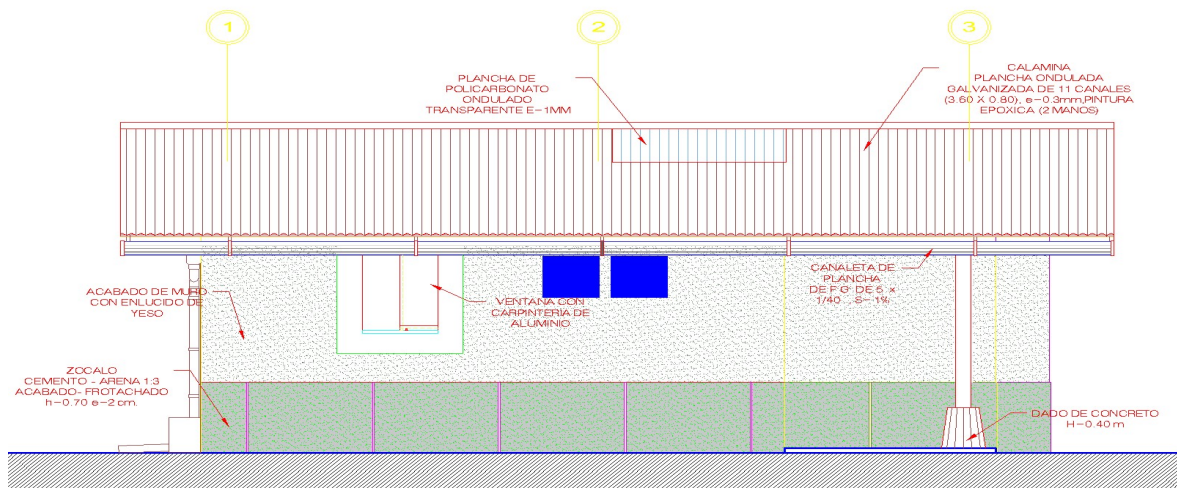


Figura 11. Elevación principal

Fuente: Elaboración propia

## **Las propiedades mecánicas de los materiales.**

Se basó de acuerdo a las normas E-080 (tierra reforzada), la norma E-010(madera) y a los estudios experimentales que anteceden, y las propiedades mecánicas son:

### **A. Adobe de tierra**

- $f'm = 0.12 \text{ Kg/cm}^2$  (resistencia última a compresión) según E-080, sin embargo, para corroborar la norma se hizo las pruebas de laboratorio (las evidencias se consignaron en anexos) con 06 muestras obtenidas del sector Picotani. Los resultados obtenidos fueron de un promedio de  $12.08 \text{ kg/cm}^2$ , se evidencia que es mayor a  $12.00 \text{ kg/cm}^2$ , por lo tanto, cumple las exigencias de la norma E-080

### **B. Según NTP E-010 la madera**

- Resistencia admisible a tracción por flexión =  $100 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia admisible al corte =  $8 \text{ kg/cm}^2$

## **Cargas**

Para el modelo estructural realizado se consideraron las siguientes cargas:

### **Carga muerta**

Peso Específico de Madera =  $900 \text{ kg/m}^3$

Peso específico de la Mampostería de Adobe =  $1,600 \text{ kg/m}^3$

Cobertura liviana con aislante =  $50 \text{ kg/m}^2$ .

### **Carga viva**

Cobertura ligera =  $30 \text{ kg/m}^2$ (montaje)

### **Carga sísmica**

De conformidad a NTP E.080 de adobe reforzado, en la estructura la fuerza sísmica horizontal está precisada por:  $H = SUCP$ . Los datos estimados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 2. Carga sísmica**

---

<b>H = SUCP (H: fuerza sísmica horizontal)</b>		
<b>S:</b> factor de suelo	Suelo intermedio	4
<b>U:</b> factor de uso	Vivienda unifamiliar	4
<b>C:</b> coeficiente sísmico	Zona sísmica 3	4

---

**P:** peso de la vivienda incluye carga muerta más 25% de la carga viva

$$H = 1.4 \times 1.0 \times 0.2 \times P = \mathbf{0.28P}$$

En términos de aceleración:  $H = 0.28 \cdot M \cdot g = A \cdot M$  Aceleración de la estructura =  $0.28g = 0.28 \times 9.81 = 2.75m/s^2$

---

Fuente: Elaboración propia

### **Descripción del diseño estructural y su análisis**

Del diseño propuesto, su comportamiento sísmico, se realizó para el grado de intensidad sísmica que esta NTP E-080

El conocimiento de análisis sísmico, la E-080, E-030, se consiente que la vivienda tenga el rango inelástico con disminución de rigidez y resistencia, no obstante, controlando las que no haya fallas y en casos de sismos.

Por lo cual se modeló la vivienda rural con refuerzo de caña de carrizo, las vigas y soleras de madera. El fin de este modelado es evidenciar la conexión de las correas y tijerales de madera con la cabecera de los muros ocasiona un efecto positivo en el análisis sísmico y como arriostre superior que no permite la deformación en la parte de encima de los muros y los esfuerzos.

Los adobes han sido modelados como tipo laminar

Los correas y tijerales representados como elementos lineales.

Los muros se distribuyeron según geometría de la vivienda

Al ejecutarse el análisis se realizó un análisis estático elástico aplicando fuerzas horizontales en ambos sentidos en las direcciones YY e XX, con una aceleración 0.28g multiplicada por los muros y techos.



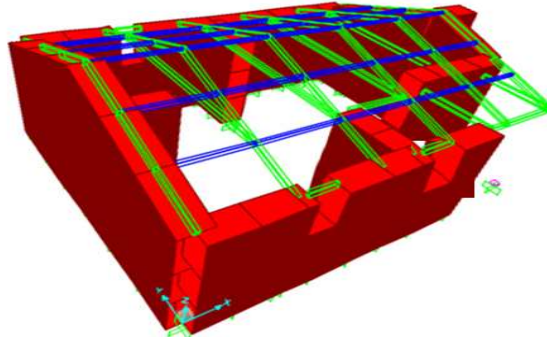


Figura 12. Vivienda reforzada con carrizo o caña

Fuente: Elaboración propia con SAP Versión 2021

En la figura 12 se evidenció la distribución de esfuerzos cortantes en los muros, los valores de dichos esfuerzos oscilan de +/-0.6kg/cm<sup>2</sup> en dirección xx y +/- 0.5kg/cm<sup>2</sup> en dirección yy. En este modelado ambos exceden el valor último de 0.25kg/cm<sup>2</sup> consignado en NTP E-080 para el adobe que no tiene refuerzo.

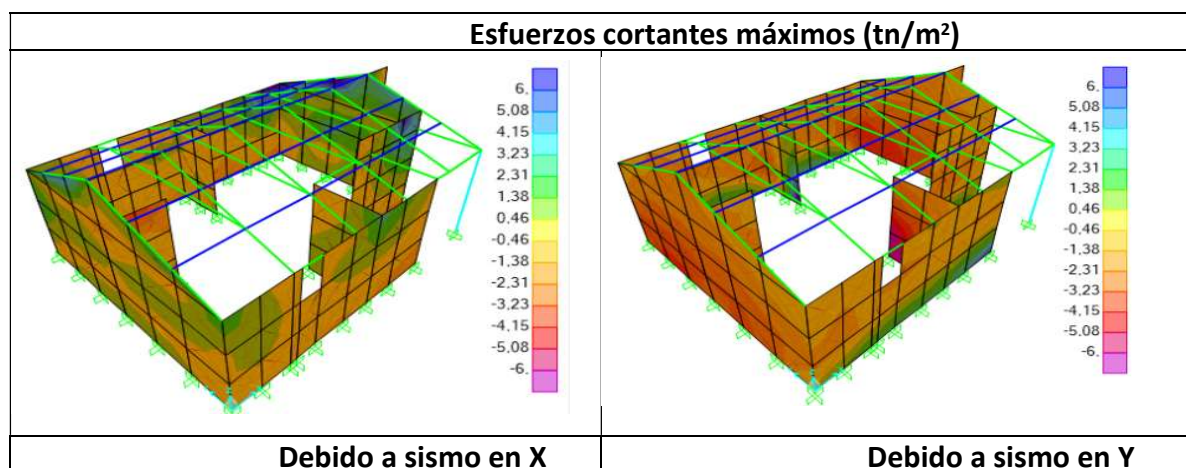


Figura 13. Diseño de distribución de esfuerzos en los muros

Fuente: Diseñado en el programa SAP Versión 2022

De la figura 13 se aprecia con respecto al muro hay rango de valores de +/- 0.6kg/cm<sup>2</sup> en dirección XX y +/- 0.5kg/cm<sup>2</sup> en dirección YY. En este caso exceden el valor de 0.25kg/cm<sup>2</sup> consignado en NTP E-080

### Conclusión de análisis sísmico

En la tabla 03 se evidenció la comparación de los valores topes o máximos, fuerzas de tracción y esfuerzos cortantes para el sismo contundente y su similitud con los esfuerzos y fuerzas que resisten en los muros de refuerzo de caña de carrizo. Se puede apercibirse que los esfuerzos de corte en el plano de la pared en la dirección YY son mayores que la resistencia al corte de la mampostería de adobe de tierra ( $0.25\text{kg/cm}^2$ ), por lo que consentiría en el rango inelástico. Por las cualidades del refuerzo con cañas de carrizo, en el cual este tenía el contenido de asignarle resistencia a la tracción y aforo para disipar energía fuera del rango elástico, por lo que la mampostería de adobe reforzado no afluiría al colapso. Esto se sujeta porque la caña de carrizo permanecería en el muro sin estropearse, pues su resistencia a la tracción es mayor que la requerida y función de unión que elude la desintegración de la mampostería no sería alterado.

**Tabla 3. Evidencia la comparación de valores topes o máximos**

<b>VARIABLE</b>	<b>VALORES MÁXIMOS SISMO SEVERO</b>	<b>RESISTENCIAS MÁXIMAS</b>
ESFUERZOS CORTANTES EN DIRECCIÓN X-X	+/- $0.60\text{kg/cm}^2$	Esfuerzo último +/- $0.25\text{kg/cm}^2$
ESFUERZOS CORTANTES EN DIRECCIÓN Y-Y	+/- $0.50\text{kg/cm}^2$	Esfuerzo último +/- $0.25\text{kg/cm}^2$
FUERZAS DE TRACCIÓN EN DIRECCIÓN X-X	+/- $1,2\text{Ton/m}$	$3.0\text{Ton/m}$
FUERZAS DE TRACCIÓN EN DIRECCIÓN Y-Y	+/- $2,1\text{Ton/m}$	$3.0\text{Ton/m}$

Fuente: Elaboración propia

### ANÁLISIS DE CARGAS VERTICALES

El muro que obtuvo la mayor carga es el que separa los dos dormitorios, comedor y la cocina; y sus cargas son las siguientes:

Carga vertical:

Muro de 40 cm de ancho y 3 m de altura = 2,160 kg/m

Peso del techo (incluye s/c): 3.20 m<sup>2</sup> de área tributaria por metro x 40kg/m<sup>2</sup> = 128kg/m

Peso total en la base = 2,288 kg/m

Esfuerzo de compresión máximo = 2288kg/ 4,000cm<sup>2</sup>= 0.57kg/cm<sup>2</sup>< 2.0kg/cm<sup>2</sup>OK.

#### 4.3. CONDICIONES DE CONFORT BIOCLIMÁTICO EN LAS VIVIENDAS RURALES

Determinación del contexto climatológico

En el contexto espacial, lo climatológico ha sido ubicado en el distrito de Azángaro, Provincia de Azángaro, departamento de Puno. La altura promedio de la zona es 4250.m.s.n.m.

Parámetros climatológicos

**Tabla 4. Promedio mensual de Temperaturas desde 2000 hasta 2014**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AG	SET	OCT	NOV	DIC
TEMP												
ER.	16.41	15.85	16.67	16.92	17.10	16.87	16.70	17.85	18.54	18.79	19.49	17.60
MÁXI	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
MA												
TEMP												
ER.	4.84°	5.05°	4.11°	2.01°	1.55°	3.85°	4.38°	3.51°	0.58°	2.43°	2.95°	4.16°
MÍNIM	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
A												

Fuente: Servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI)

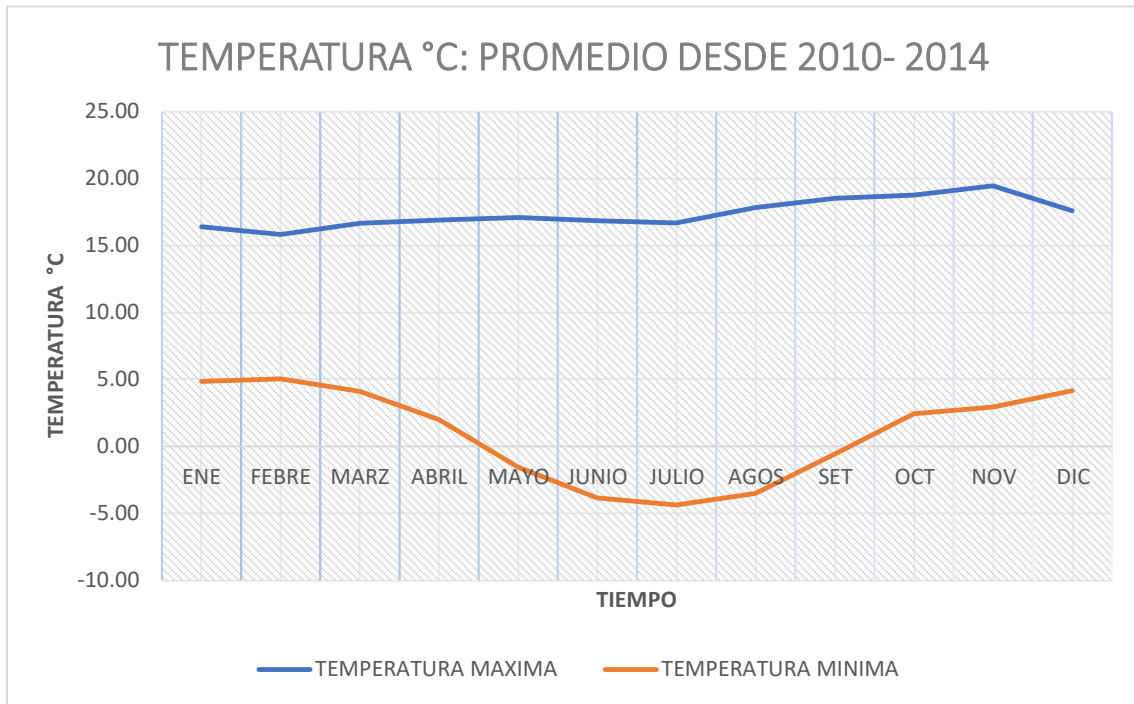


Figura 14. Promedio mensual de temperatura desde 2000 hasta 2014 en Picotani

Fuente: Servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI)

De la tabla 04 y la figura 14 se interpretó lo siguiente: los datos estimados de la estación meteorológica de Azángaro, la estación estuvo a cargo del servicio nacional de meteorología e hidrología Puno (SENAMHI). El descenso de la temperatura se reflejó en el cuadro desde el mes de mayo, junio, julio y parte de agosto, llegando a una temperatura mínima de  $-4.38\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el mes de julio; durante los meses de junio a agosto se evidencia temperaturas bajas con mayor variabilidad, en cambio; el período comprendido entre enero y abril presentó temperaturas con menor variabilidad. Como se puede reflejar en la tabla 4 y figura 14.

#### Condiciones bioclimáticas con programas computacionales

- a. Para establecer las condiciones de confort bioclimático se utilizó softwares Revit para el caso de las informaciones climatológicas, la ubicación geográfica.

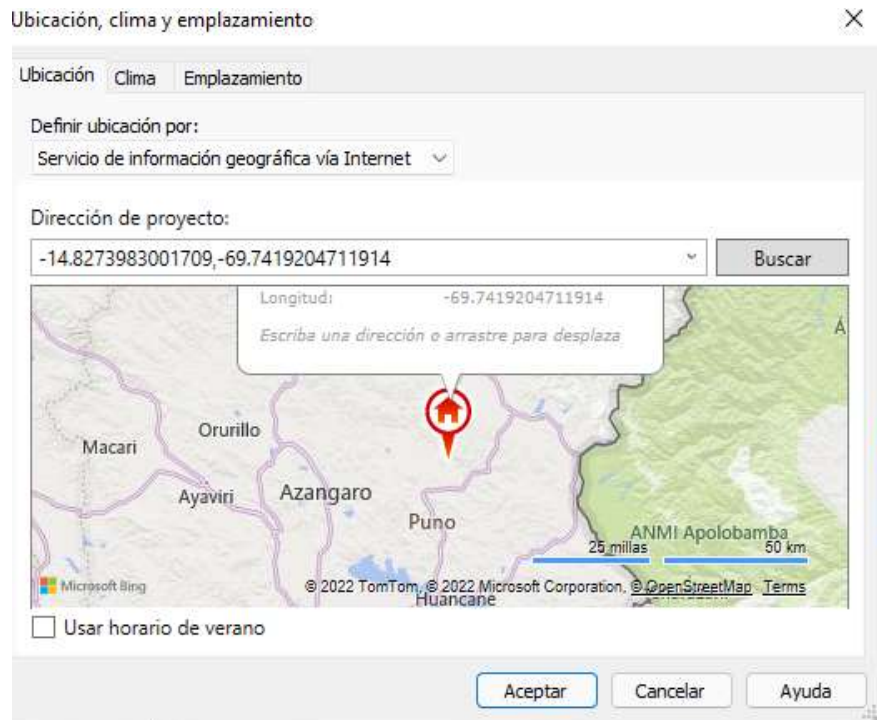


Figura 15. Las informaciones climatológicas, la ubicación geográfica

Fuente: Diseñado con programa Revit 2021

De la figura 15, durante la ejecución de las informaciones climatológicas y ubicación geográfica en el diseño, se encontró lo siguiente: Mientras que en el caso de Revit es un programa que al cargar las informaciones climatológicas lo carga en tiempo real de acuerdo a la ubicación con coordenadas U.T.M y Revit, programa que pertenece BIM (Building Information Modeling); que es una metodología en modelado en gestión de proyectos en obras de construcción.

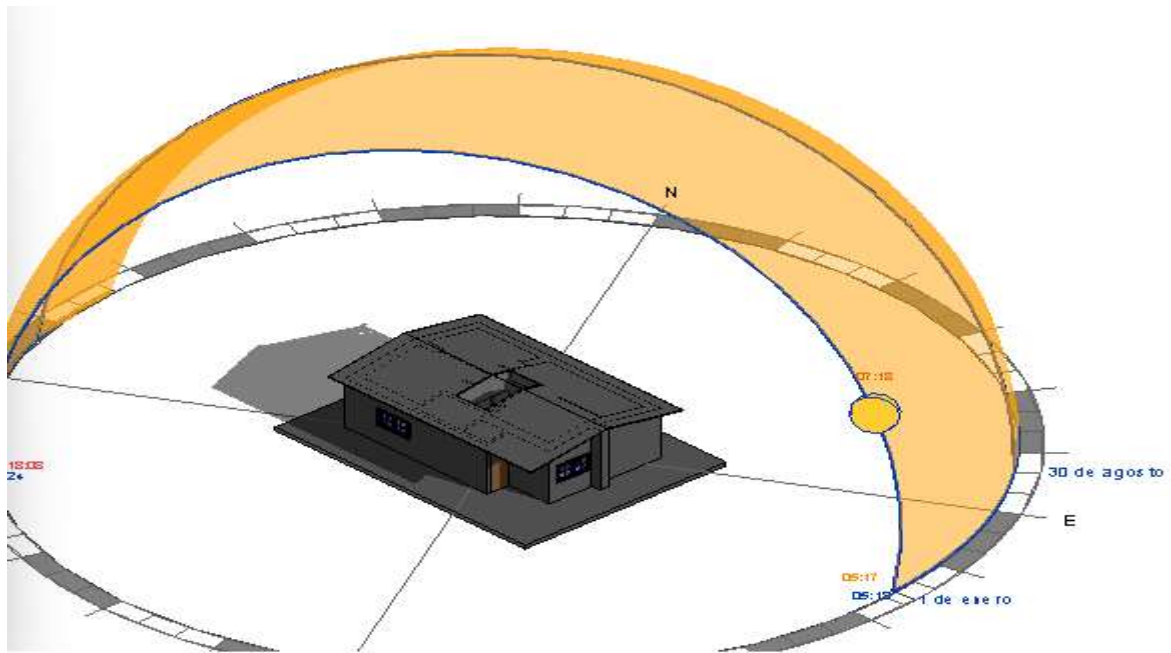


Figura 16. Las orientaciones del sol y la sombra

Fuente: Diseñado con programa Revit 2021

De la figura 16, se aprecia que desde las 5:30 am, la sala atrae la luz solar de la ventana hasta las 8:30 am, pasado 9:00 am la luz solar es atraída por las claraboyas que permitirá un confort térmico en el modelado de la vivienda rural. Del mismo modo, en la parte que está proyectado de color amarillo, es el análisis que se hizo desde el mes de abril hasta el mes de agosto, donde el clima es el más crítica que soportan las zonas a más de 4000 m.s.n.m.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, así como la figura 16, donde se apreció que la temperatura mínima desciende desde el mes de abril hasta el mes de agosto, que oscila hasta una temperatura mínima que bordea hasta  $-5^{\circ}\text{C}$ , este dato ha sido analizado con los datos emitidos por SENAMHI desde el año 2000 hasta el 2014. Este acontecer amerita a profundizar el estudio y en esta investigación, para ilustrar mejor lo modelamos con 3d Sun – Path desarrollado por el Dr. Andrew March, que es un software en línea, en donde se modela la trayectoria del sol, personalizando parámetros desde el mes de abril a agosto, y los resultados analizados son los siguientes:

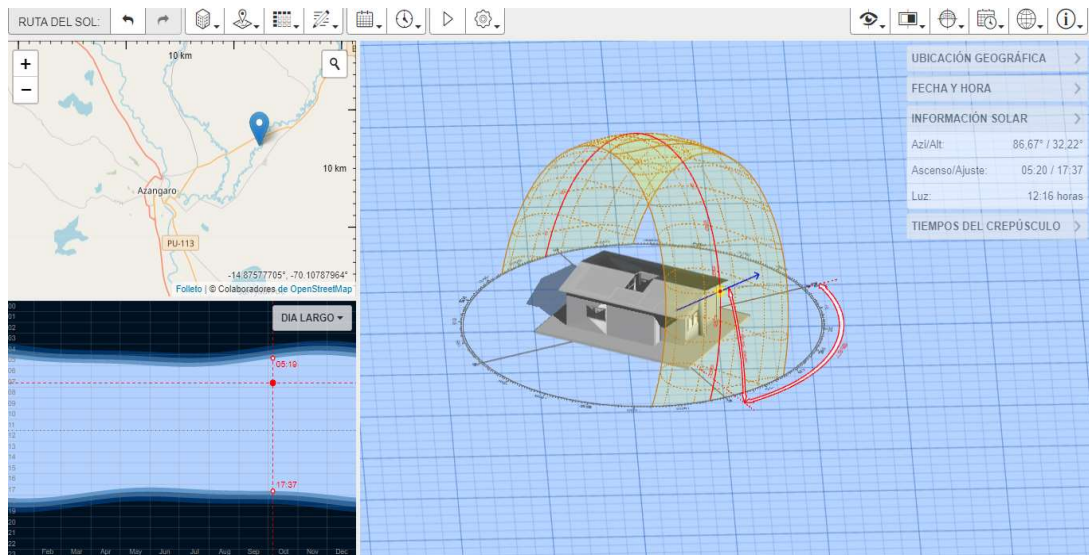


Figura 17. Las orientaciones del sol y la sombra

Fuente: Modelado elaboración propia

Así mismo, de la figura 17 podemos apreciar que el modelado, nos ilustra la orientación del sol, la ubicación geográfica en tiempo real y el horario en 24 horas.

## RECORRIDO DEL DÍA Y NOCHE

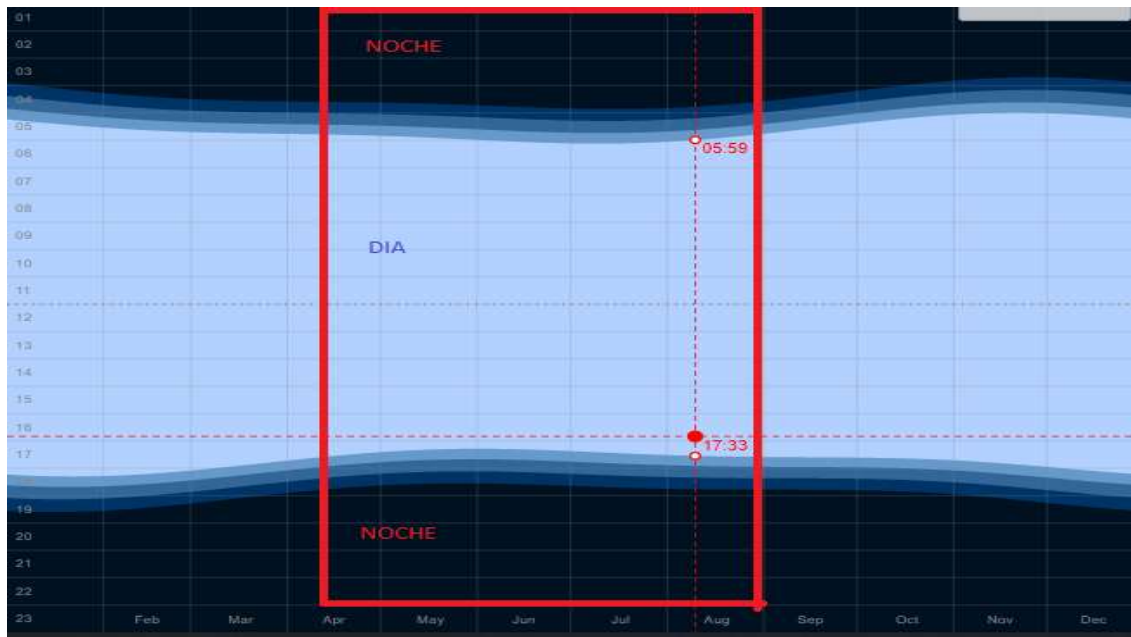


Figura 18. Recorrido de día y noche las 24 h

Fuente: Modelado elaboración propia

Para ilustrar la figura número 17, se apreció lo siguiente: el área de estudio comprende los meses de abril a agosto. Durante los meses de abril, mayo, junio, julio y parte de agosto la temperatura desciende a  $-5^{\circ}\text{C}$ . Por otra parte, en la figura se puede observar que la radiación solar es la más corta en comparación durante todo el año. Así, los primeros rayos del sol aparecen 6:00 am (promedio) y la puesta el sol a las 17:00 pm.

Con un aproximado de 11 horas de rayos del sol y 13 horas donde no hay radiación solar.

### EL DÍA MÁS ESTRECHO

Sin lugar a duda, desde los tiempos de los incas, se conoce como la estación más descendente o fría que el solsticio de invierno, la trayectoria de los rayos solares se encuentra más distante de la línea ecuatorial. Motivo por el cual se genera la noche más larga durante el año.



**Tabla 5. Tabla diaria de datos solares 21 de junio de 2021**

Latitud: -14.875777046°, Longitud: -70.107879639°, Zona horaria: GMT-05:00

Tiempo	posición solar			Proyección de sombras	
	Altitud	Azimut	Ángulo hor.	Ángulo hor.	Largo
06:00	-1.75°	66.24°	-41.14°	138.86°	--
06:30	4.83°	64.24°	-39.14°	140.86°	11.83635
07:00	11.20°	61.86°	-36.76°	143.24°	5.04883
07:30	17.48°	59.02°	-33.92°	146.08°	3.17516
08:00	23.57°	55.63°	-30.53°	149.47°	2.29201
08:30	29.40°	51.56°	-26.46°	153.54°	1.77467
09:00	34.88°	46.65°	-21.55°	158.45°	1.43459
09:30	39.89°	40.71°	-15.61°	164.39°	1.19653
10:00	44.27°	33.56°	-8.46°	171.54°	1.02587
10:30	47.82°	25.07°	0.03°	-179.97°	0.90597
11:00	50.33°	15.28°	9.82°	-170.18°	0.82929
11:30	51.58°	4.53°	20.57°	-159.43°	0.79309
12:00	51.46°	-6.53°	31.63°	-148.37°	0.79671
12:30	49.96°	-17.15°	42.25°	-137.75°	0.84022
13:00	47.25°	-26.72°	51.82°	-128.18°	0.92448
13:30	43.52°	-34.96°	60.06°	-119.94°	1.05288
14:00	39.02°	-41.88°	66.98°	-113.02°	1.23423
14:30	33.91°	-47.61°	72.71°	-107.29°	1.48756
15:00	28.36°	-52.36°	77.46°	-102.54°	1.85251
15:30	22.48°	-56.29°	81.39°	-98.61°	2.41685
16:00	16.35°	-59.58°	84.68°	-95.32°	3.40906
16:30	10.04°	-62.33°	87.43°	-92.57°	5.64606
17:00	3.68°	-64.63°	89.73°	-90.27°	15.56303
17:30	-3.03°	-66.57°	91.67°	-88.33°	--

Los ángulos de acimut se calculan en el sentido de las agujas del reloj desde el norte. Los ángulos horizontales se toman en sentido antihorario desde el eje X positivo del modelo. Creado por Sunpath3D

Fuente: Modelado 3D SUN-PATH elaboración propia

De esta tabla se infiere que los primeros rayos del sol son a partir 6:00 am y termina a las 17:00 horas, así mismo se puede apreciar que en primeras horas de los rayos del sol la sombra proyectada con respecto al módulo es de 11 metros y a las 17 horas la sombra proyectada alcanza hasta 17 metros. Y esta ilustración se ve con claridad en la figura 19.



Figura 19. Día más estrecho 24 de junio

Fuente: Elaboración propia

De la figura se observa que los primeros rayos del sol ingresan por la ventana de la sala, y durante el día se aprovecha el ingreso del sol por las claraboyas, de igual manera en la tarde por las ventanas del dormitorio y la cocina

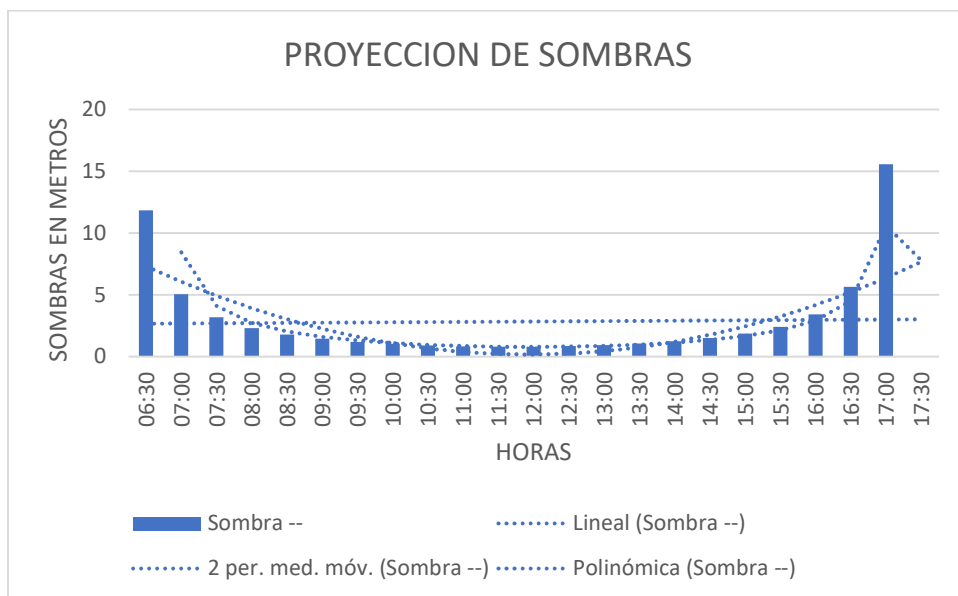


Figura 20. Proyección de Sombras.

Fuente: Elaboración propia

De la figura 20 se puede interpretar lo siguiente: la proyección de la sombra está en función a la proyección de los rayos del sol, que en horas de la mañana los primeros rayos del sol se aprecian a las 6:30 am y el último rayo del sol es a las 17:00 pm. Y para su mejor comprensión se hizo una línea tendencia y para reajustar se proyectó la línea poligonal. Y con esto queda demostrado con la proximidad máxima, la proyección del sol en los laterales de las viviendas solamente llega de un total de 3 horas con 40 minutos. Y los rayos solares que proyecta a la superficie del techo es de 06, horas con 50 minutos. Cabe precisar también que las medidas cambian según la estación del año, para esta investigación se tomó cuando el sol es más corto durante el día (referencia mes de mayo- cuando hay el equinoccio). Para mayor entendimiento se aprecia en la TABLA 06.

**Tabla 6. Proyección del sol y la oscuridad en 24 horas**

PROYECCIÓN DEL SOL	HORAS	PORCENTAJE
RAD. HACIA LA PARED	03:40	15.28%
RAD. HACIA EL TECHO	06:50	28.47%
SOMBRA U OSCURIDAD	13:30	56.25%
TOTAL	24:00	

Fuente: Elaboración propia

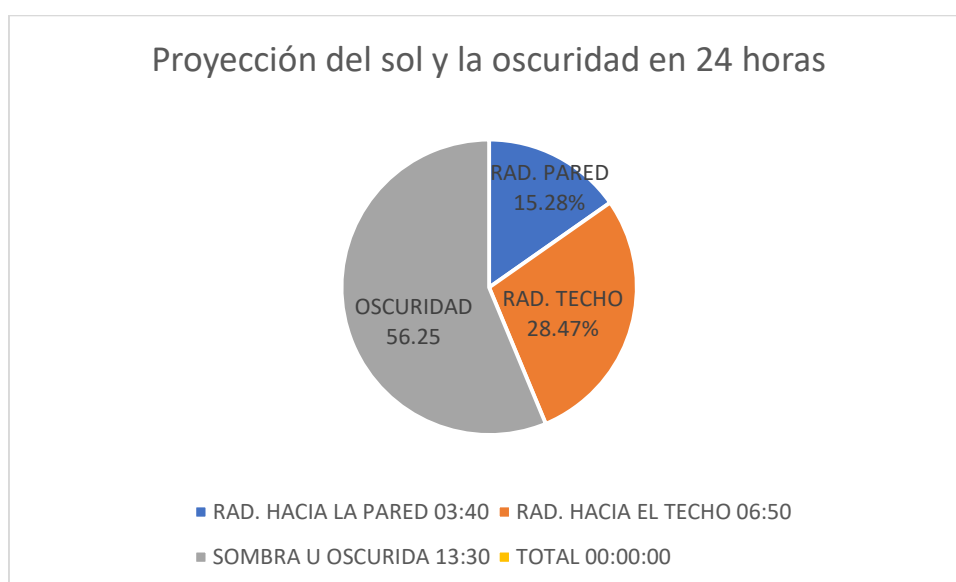


Figura 21. Proyección del sol y la oscuridad en 24 horas

Fuente: Elaboración propia.

De la figura 21 se concluye que la oscuridad o sombra representa el 56.25% equivalente a 13 horas donde hace frío, mientras tanto la radiación solar que impregna a la pared del módulo de vivienda es el 15.28% que representa de 03 horas y 40 minutos y por último la radiación solar que impregna al techo es 28.47% que representa a 06 horas con 50 minutos.

A partir de este análisis podemos llegar a la conclusión, de que en zonas de más de 4000 m.s.n.m se debe aprovechar al máximo los rayos solares, los rayos solares captados por la pared serán por ventanas durante 3 horas con 40 minutos, y la mayor parte del día con rayos solares será aprovechado por el cobertor, para esta investigación ha sido plancha de policarbonato, que esta sirve de captación de calor, el calor captado permanecerá durante la noche, esto implica que los dormitorios e incluso la sala y comedor mantendrá una temperatura adecuada, y para que no se disipe el calor, las puertas cumplen una función importante, tal es el caso que en la entrada principal hay una puerta que impide la disipación de calor, este fenómeno ocurre en el área tapón.

En la propuesta de establecer las condiciones de confort se puede observar en el registro de temperaturas que en horas de la noche en dormitorios se mantiene el confort térmico adecuado que varían entre 14 a 12 °C, lo que indica que es adecuado el modelo. Valores tomados desde el 12 a 15 de abril del 2022.

**Tabla 7. Valores tomados desde el 12 a 15 de abril del 2022**

TIEMPO	DORMITORIO MODELO	DORMITORIO	
		(vivienda tradicional)	EXTERIOR
12:00 a.m.	13.3	3.0	-1.0
1:00 a.m.	13.0	2.8	-1.2
2:00 a.m.	13.0	2.6	-1.2
3:00 a.m.	13.0	2.0	-1.2
4:00 a.m.	12.8	2.0	-1.5
5:00 a.m.	12.0	1.0	-1.5
6:00 a.m.	12.0	1.0	0.0
7:00 a.m.	12.5	2.0	0.5
8:00 a.m.	12.6	5.5	1.0
9:00 a.m.	13.0	8.0	4.5
10:00 a.m.	14.0	8.5	6.2
11:00 a.m.	15.0	9.0	9.0
12:00 p.m.	16.0	10.0	10.0
1:00 p.m.	16.8	10.5	10.0
2:00 p.m.	17.0	10.2	10.0
3:00 p.m.	18.0	10.2	9.5
4:00 p.m.	17.0	10.0	6.0
5:00 p.m.	16.8	9.2	5.0
6:00 p.m.	16.5	7.0	4.0
7:00 p.m.	16.2	6.0	3.0
8:00 p.m.	15.0	5.0	3.0
9:00 p.m.	15.0	4.8	2.0
10:00 p.m.	14.0	4.0	1.8
11:00 p.m.	13.5	3.0	0.5

Fuente: Elaboración propia

## Registro de Temperatura °C con (COOLBOX 968H)

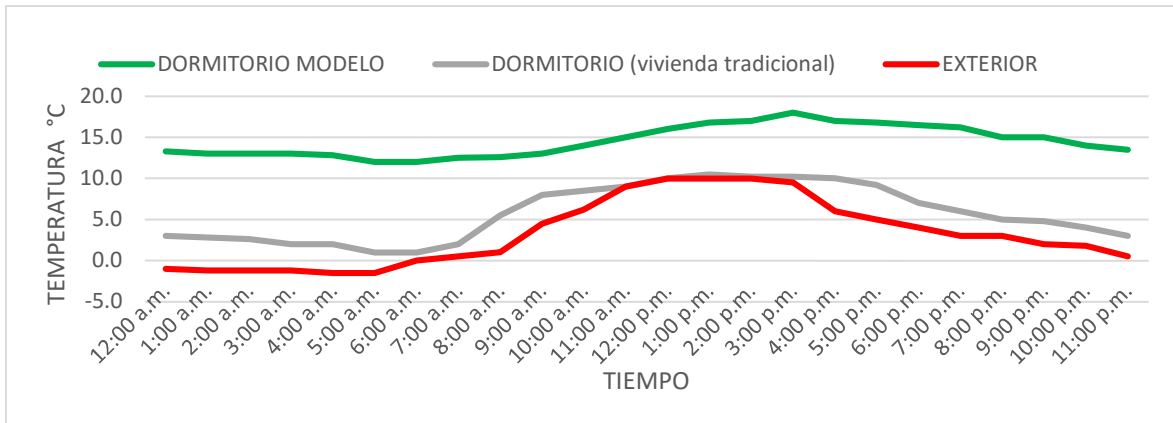


Figura 22. Registro de Temperatura °C con (COOLBOX 968H)

Fuente: Elaboración propia

Debido a nuestra zona geográfica, el techo de la vivienda se convierte en una excelente fuente de captación de calor por radiación solar, es por ello que se plantea la ejecución de una claraboya en la sala.

Y también de la figura 22, se puede apreciar y nuestro análisis se basó durante la noche, donde la temperatura llega a descender hacia bajo cero. Como patrón, la temperatura exterior, según ese dato, tenemos desde las 11:00 pm hasta las 6:00 am, llegando a una temperatura que bordea los  $-1.2^{\circ}\text{C}$ , y la temperatura más extrema llega en un aproximado de cerca a las 4:00 am a 5:00 am. Llegando hasta  $-1.5^{\circ}\text{C}$ , a esa hora de las 4:00 a 5:00 am la vivienda rural típica o tradicional llega a una temperatura de unos  $1^{\circ}\text{C}$  a  $2^{\circ}\text{C}$  y mientras en esa misma hora puntual el modelo de vivienda rural llega a una temperatura  $11^{\circ}\text{C}$  a  $12^{\circ}\text{C}$ . por lo cual se llega a concluir que en esa hora hay una optimización de temperatura hasta en  $10^{\circ}\text{C}$ , lo que favorece en el confort térmico.

#### 4.4. USO DE MATERIALES ADECUADOS.

Para el uso de materiales adecuados, es pertinente indicar y conocer a las propiedades térmicas de los materiales. (Goldack) de la universidad de Chile, recomienda para aprovechar el confort lo siguiente:

- Proceder con elementos de forma, inclinación y orientación
- Proceder sobre los criterios de color, brillo, textura
- Proceder sobre las propiedades aislantes de la envolvente
- Proceder sobre un diseño y ubicación estratégica de las ventanas, puertas
- Proceder con energías del contorno o anexas, en términos de refrigeración o calefacción.

**Tabla 8. Conductividad Térmica de diferentes materiales**

Materia	$\lambda$ W/(m.K)	Materia	$\lambda$ W/(m.K)
Acero	47 - 58	Hielo	2
Acero inoxidable	12-45	Hierro	80.2
Agua	0.58	Hormigón	1.7
Aire	0.025	Ladrillo	0.8
Alcohol	0.16	Ladrillo refractario	0.47-1.05
Alpaca	29.1	Latón	81-116
Aluminio puro	237	Litio	301.2
Amianto	0.04	Madera	0.04-0.4
Bronce	116-186	Mercurio	83.7
Caucho	0.16	Mica	0.35
Cemento Portland	0.29	Níquel	52.3
Cinc	106-140	Oro	318
Cobre	401	Parafina	0.21
Corcho	0.03-0.04	Piedra arenisca	2.4
Diamante	900-2300	Plata	429
Estaño	64	Plomo	35
Fibra de Vidrio	0.03 -0.07	Polipropileno	0.12
Glicerina	0.29	Tierra húmeda	0.8
Helio (superfluidez)	infinito	Vidrio	0.6-1.1

Fuente: <https://www.areaciencias.com/fisica/conductividad-termica/>

De la tabla se puede indicar lo siguiente: aquellos materiales que tienen una conductividad térmica baja cercana a cero, son excelentes para aislar nuestros

hogares, y los que tienen alta conductividad térmica son ideales para sistemas de enfriamiento.

Como el ámbito de nuestro estudio de investigación se encuentra a una altitud de más de 4000 msnm, frente a las precipitaciones, cambios bruscos de temperatura y teniendo conocimiento del Reglamento Nacional de Edificaciones y los conocimientos adquiridos en esta investigación, planteamos los materiales adecuados:

**Cimientos:** Mampostería con mezcla de concreto y piedra.

**Muros:** Adobe reforzado con caña carrizo de manera vertical y caña chancada de manera horizontal



Figura 23. Muro con caña de carrizo

Fuente: Elaboración propia, fotos tomadas en proceso constructivo - Azángaro

**Piso:** Madera machihembrada o cemento en dormitorios / cemento semipulido en espacio social.



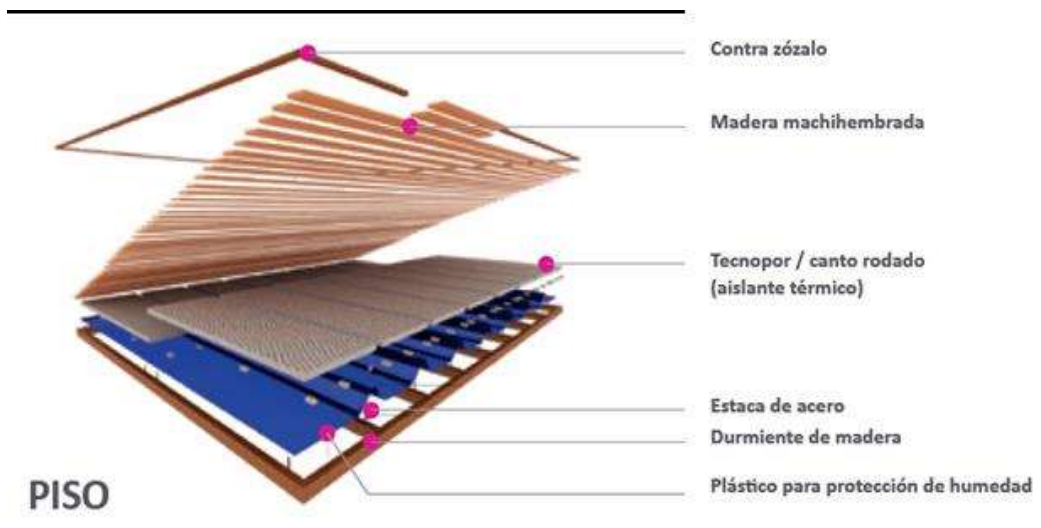


Figura 24. Piso machihembrado

Fuente: Ministerio de Vivienda

**Ventana:** Marco de aluminio o madera, con contraventana de madera contraplacada con triplay y relleno de material aislante. Se usará vidrio transparente de espesor 4 mm.

**Puerta:** Puerta principal con marco de madera, madera machihembrada en la cara exterior, aislante térmico en la parte central y la cara interior recubierta con triplay de 4 mm. Las puertas interiores serán contra placadas con triplay 4 mm o prefabricadas.



Figura 25. Puertas de madera

Fuente: Ministerio de Vivienda

**Cobertura:** Estructura con tijerales de madera. La cobertura será de calamina galvanizada de 11 canales. Cielo raso con placa de yeso o baldosa, colocado sobre una estructura metálica, llevará en su interior aislante térmico. Contará con canaletas para evacuación de aguas pluviales de 4" de Fierro galvanizado o PVC. Llevará una ventana cenital con policarbonato ondulado y policarbonato alveolar de 6 mm.

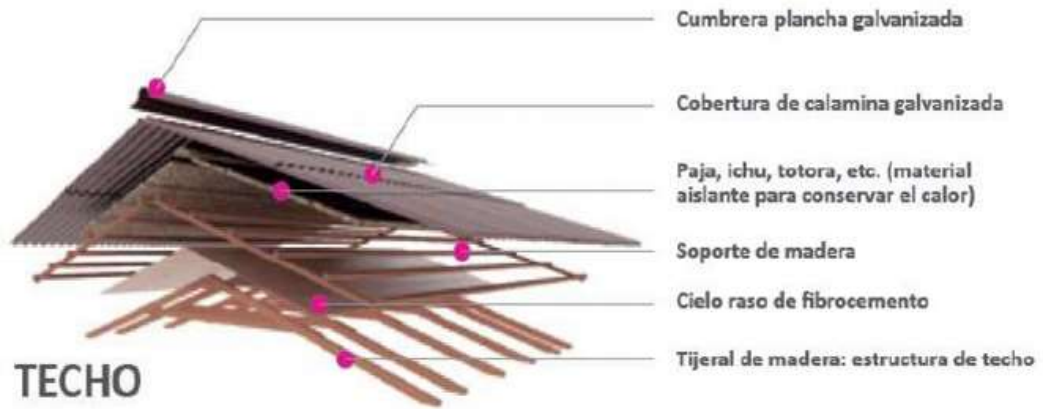


Figura 26. Cobertura techo

Fuente: Ministerio de Vivienda

## V. DISCUSIÓN

En esta investigación se planteó la discusión en razón a todos los objetivos y comparando con los autores frente a sus limitaciones, valores.

Los autores (Rodríguez, González, & Martínez, 2021) se planteó la arquitectura bioclimática y mientras Gómez & Ovando (2020) se basó en simulación termo energética. El primer autor al plantear su modelado arquitectónico y con el acondicionamiento electromecánico llega a mantener una temperatura de 20 °C y 27 °C. lo que falta desde el punto de vista del investigador el modelado sin acondicionamiento electromecánico.

Los autores (Wieser, Rodríguez, & Onnis, 2021) en su artículo con base en diseñar un modelamiento, realizó el proyecto de transferencia tecnológica dirigido para mejorar el confort térmico y constructivo de viviendas, se construyó con el apoyo de la población local del C.P. de Orduña, revisando el artículo cumplió con las Normas Técnicas Peruanas y utilizando los materiales de la zona y aprovechando la radiación solar, esto acompañado del aislamiento envolvente de la misma manera el correcto uso de los vanos para así contener el calor ganado durante el día, tomado esta referencia creemos que sí es posible optimizar el confort térmico a más de 4000 m.s.n.m.

La discusión con base en establecer las condiciones de confort bioclimático, hay varios autores como (Holguino, Olivera, & Ursula, 2018), (Molina, 2018), proponen simulación técnica dinámica bioclimática aplicando EnergyPlus y también utilizaron como ecotec donde la mayoría se basa en orientación solar, cobertores de techo.

## VI. CONCLUSIONES

(Cohen & Gómez, 2019) a las conclusiones define como sinterización de los conocimientos recién adquiridos relacionados con el problema de investigación y contextualizar los resultados obtenidos con los conocimientos acumulados en otros estudios.

Las viviendas rurales bioclimatizadas, al modelar la arquitectura cumplen adecuadamente con las Normas Técnicas Peruanas, el modelo de vivienda rural tiene un área de 53.42 m<sup>2</sup>. y está enmarcado bien definido con 06 componentes como: dormitorio 01, dormitorio 02, cocina, sala comedor, SS. HH y el área tapón.

Las viviendas rurales bioclimatizadas, su diseño estructural cumple con la filosofía del diseño sísmico con el refuerzo de caña de carrizo, y en el análisis de carga verticales, el muro más crítico alcanzo 2.288 kg/m que está dentro de los parámetros y al respecto de la materia adobe como nuestro ámbito de estudio es más de 4000 m.s.n.m se realizó la prueba de resistencia a la compresión como suelo patrón que alcanzó a una resistencia promedio de 12.08(KG/CM<sup>2</sup>)

Las condiciones de confort bioclimático, se hizo el modelamiento y las medidas con higrómetro y también con temperaturas proporcionadas por SENAMHI. Se llegó a la conclusión que hay un incremento de temperatura hasta 10 °C con respecto a una vivienda típica del lugar, pero esto va a obedecer a parámetros como la orientación, arquitectura adecuada y los materiales pertinentes.

Nuestro estudio de investigación se encuentra a una altitud de más de 4000 m.s.n.m, frente a las precipitaciones, cambios bruscos de temperatura y teniendo conocimiento del Reglamento Nacional de Edificaciones y los conocimientos adquiridos en esta investigación planteamos los materiales adecuados, aquellos materiales que tiene una conductividad térmica baja cercana a cero, son excelente para aislar nuestros hogares, y los que tienes alta conductividad térmica son ideales para sistemas de enfriamiento.

## **VII. RECOMENDACIONES**

En el proceso de la investigación hemos comprendido que el momento de investigar, indagar, debemos comprender en su diversidad, tener claras las necesidades de sus habitantes a una altitud de más de 4000 m.s.n.m., para ello se requiere tener una conceptualización teórica donde intervengan conceptos sobre aspectos arquitectónicos, climáticos y tecnológicos, por lo tanto, se recomienda en estudios posteriores añadir el estudio de mediciones de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> en las viviendas.

En esta investigación se hizo un diseño estructural y que cumple con la filosofía de diseño sísmo resistente y bioclimático, sin embargo, se recomienda en estudios posteriores en el cobertor de techo se considere planchas de paneles solares para plantear un modelo de acondicionamiento electromecánico.

## REFERENCIAS

- Acero, N. J. (2016). *Evaluación y diseño de vivienda rural bioclimática en la comunidad campesina de Ccopachullpa del distrito de Ilave*. (tesis de Ingeniero Agrícola), Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Agrícola, Puno.
- AMERICANOS, O. D. (1963). *La vivienda y desarrollo económico en América Latina*.
- Arias, J., & Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación* (vol. primera edición). (E. C. EIRL, Ed.) Arequipa. Obtenido de [www.tesisconjosearias.com](http://www.tesisconjosearias.com)
- Arturo, R. (2004). *Evaluación de la radiación solar sobre superficies verticales*. Castilla y León: Atlas Solar.
- ASHRAE, A. a.-c. (2001). *Manual de Fundamentos. Capítulo 8: USA*.
- Autodesk. (2021). *Autodesk Revit 2021*. Lima: SemcoCad.
- Belon, O. F. (2018). *Propuesta de diseño de una casa rural térmica en zonas altoandinas de la región de Puno*. (Proyecto de tesis), Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras, Puno.
- Britannica, T. (13 de setiembre de 2013). *Editors of Encyclopaedia*. Obtenido de [adobe \\_ Enciclopedia Britannica: https://www.britannica.com/topic/adobe](https://www.britannica.com/topic/adobe)
- Cohen, N., & Gómez, G. (2019). *Metodología de la investigación ¿para qué?* (Vol. 1). Buenos Aires, Argentina: Teseo.
- Comercio, E. (21 de junio de 2021). *El Comercio*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/respuestas/solsticio-de-invierno-2021-que-es-y-por-que-hoy-es-el-dia-mas-corto-del-ano-clima-revtli-noticia/#:~:text=Este%202021%2C%20la%20estaci%C3%B3n%20m%C3%A1s,las%20diferentes%20culturas%20del%20mundo>.
- Covarrubias, M. (2012). *Determinación de estándares de confort térmico para personas que habitan en clima tropical sub húmedo*. Colima, Mexico: Creative Commons.
- Escalante, Y. A. (2013). *Prototipo de vivienda bioclimática rural sostenible en el distrito de Santa Lucía*. Tesis, Universidad Nacional del Altiplano, Arquitectura y Urbanismo, Puno.

- Givoni, B. (1969). *Man, Climate and Architecture*. London: Elsevier Architectural Science Series.
- Goldack, L. (s.f.). *Control de las características térmicas de los materiales*. Chile: Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: Mc Graw Hill Education.
- Holguino, A., Olivera, L., & Ursula, K. (2018). Thermal comfort in an adobe room with heat storage system in the andes of Peru. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(3), 289-299. Obtenido de <http://dev.scielo.org.pe/pdf/ria/v20n3/a03v20n3.pdf>
- Jara, P. (2015). Confort térmico, su importancia para el diseño arquitectónico y la calidad ambiental del espacio. *Arquitectura y Cultura*, 106-121. Obtenido de <https://www.revistas.usach.cl/ojs/index.php/amasc/article/download/2529/2318/>
- Lin, S. , & Deng, S. (2008). *A study on the thermal comfort in sleeping environments in the subtropics-Developing a thermal comfort model for sleeping environments*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.11.026>
- Lopez Galvez, J. A., & Bernilla Carlos, P. j. (2012). *Evaluación funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en cayalti. programa cobe - 1976*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Medina, N., & Escobar, J. (2019). Envoltentes eficientes. (B. (. Universidad Católica de Colombia, Ed.) *Arquitectura (Bogotá)*,, 90-120. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.14718/>
- Molina, J. (2018). *Uso del programa energyplus para la simulación del consumo energético de un módulo bioclimático ubicado en Imata, Arequipa a 4519 msnm*. Tesis para optar el Título Profesional De Ingeniero físico, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Molina, J., Horn, M., Rojas, J., & Aranda, A. (2017). Modelación térmica de un módulo experimental de vivienda alto andina utilizando openstudio y energyplus. *XXIV Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente (XXIV-SPES)*,.
- Moraga, D. &. (2011). *Sistema constructivo tradicional adobe*. Lima: Universidad Nacional De Ingeniería.



- Morillón , G. D. (1993). *Bioclimatic passive air conditionig systems*. Guadalajara. Normas Legales. (mayo de 2014). EM 110 Confort térmico y lumínico con eficiencia energetica. *Normas Legales*. Lima Peru.
- Ñaupas, H. (2013). *Metodología de la investigación científica y elaboración de tesis*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redaccion de Tesis* (Vol. 5ta. Edición). Bogota, Colombia: de la U.
- Olgay, V. (2019). Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. *aArquitectura y clima*. Gustavo Gili, SL., Barcelona. Obtenido de [https://editorialgg.com/media/catalog/product/9/7/9788425214882\\_inside.pdf](https://editorialgg.com/media/catalog/product/9/7/9788425214882_inside.pdf)
- Palacios , E., Ovando, G., Rodriguez, A., Gomez, J., & Ovando, S. (2020). Simulación del consumo termo-energético de tres viviendas en Veracruz, México. *MEMORIAS DEL XXVI CONGRESO INTERNACIONAL ANUAL DE LA SOMIM*. Obtenido de [http://somim.org.mx/memorias/memorias2020/articulos/A4\\_24.pdf](http://somim.org.mx/memorias/memorias2020/articulos/A4_24.pdf)
- PERUANAS, N. T. (2006). *Título III edificaciones*. Obtenido de MINISTERIO DE VIVIENDA: [https://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/TITULO\\_III\\_EDIFICACIONES/III.2%20ESTRUCTURAS/E.080%20ADOBE.pdf](https://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/TITULO_III_EDIFICACIONES/III.2%20ESTRUCTURAS/E.080%20ADOBE.pdf)
- Quiroz, J. (1972). *Construcciones rurales*. Lima - Perú.
- Ramirez, R. (2017). *Metodología para la investigación y redacción*. Málaga: Servicios Academicos Intercontinentales S.L.
- Raya, M. (2018). *Vivienda saludable medio ambiente y salud*. Habana Cuba: Científico-Técnica.
- Robledo, E. (1985). *El drama de la vivienda en Colombia*. Bogota - Colombia: s.e.
- Rodríguez, M., González, N., & Martínez, Á. (2021). Evaluación por simulación dinámica del comportamiento térmico en una casa interés social. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 36(2), 197-209.
- RURAL, P. N. (s.f.). *sistema constructivo para viviendas rurales*. Obtenido de <https://dgadt.vivienda.gob.pe/Uploads/Simposio/sistema-constructivo-para-vivienda-rurales.pdf>

- Santiago, V., & Oscar, R. (2011). *Acondicionamiento térmico de edeficios*. Argentina: Librería Técnica CP67.
- Soto, E., Álvarez, F., Gómez, J., & Valencia, D. (2019). *Confort térmico en viviendas de Medellín* (18 ed.). Colombia: Revista Ingenierías Universidad de Medellín.
- UNIDAS, O. D. (1970). *La vivienda rural estudio de la situación mundial*. EE.UU: ONU.
- Wieser, M., Rodríguez, S., & Onnis, S. (2021). Bioclimatic strategies for high altitude tropical cold climate. *Estoa*, 10(19), 09-19. Obtenido de [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-92742021000100010#f4](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-92742021000100010#f4)
- Zalazar Raymod, M. B., Izcaza Guevara, M. d., & Alejo Machado, O. J. (2018). La importancia de la etica en la invetigación. *Universidad y Sociedad*, 10(1), 305-311.
- Zúñiga Gonzalez, P. C. (2014). El software y los Programas de Computación Desarrollo Bajo Relación Laboral en el Sistema Venezolano. *Revista Propiedad intelectual*(17), 212-230.

# **Anexos**

**ANEXO 1: Matriz de consistencia**

**TITULO: Modelamiento de viviendas rurales bioclimatizadas para optimizar el confort térmico a más de 4000 msnm**

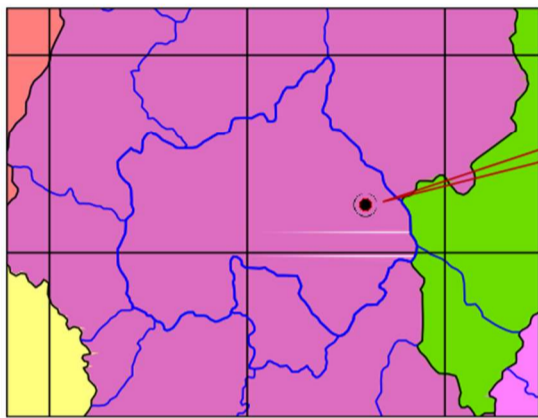
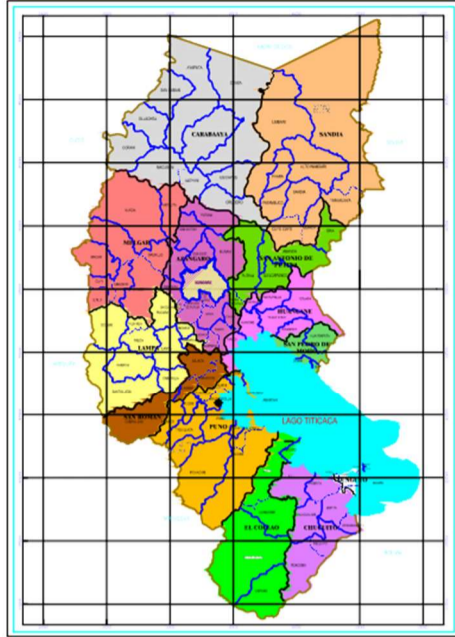
**Picotani - Puno 2022**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	Variables e indicadores			Metodología
Problema general	Objetivo general	Variables	Dimensión	Indicador	
¿Es posible bioclimatizar las viviendas rurales, para optimizar el confort térmico a más de 4000 m.s.n.m - Picotani -Puno 2022?	Proponer el diseño de vivienda rural bioclimatizada para optimizar el confort térmico a más de 4000 m.s.n.m - Picotani - Puno 2022.	Confort térmico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelado</li> <li>Vivienda rural</li> <li>Diseño</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arquitectura</li> <li>Distribución</li> </ul>	<u>Metodología, técnicas de investigación</u> -Tipo de investigación: cuantitativa  -Nivel de Investigación: Descriptivo  -Diseño de Investigación: No experimental  -Población, Muestra: <u>Población</u> viviendas Rurales en sector Picotani  -Muestra: Modelamiento de viviendas rurales  <u>Muestreo:</u> No probabilístico, del tipo por conveniencia  -Instrumento y técnicas de recolección de datos  <u>Técnicas:</u> Observación Directa, Análisis de Bibliografía  <u>Instrumentos:</u> cuestionarios, fichas de observación
Problemas Específicos 1	Objetivos Específicos 1		<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño estructural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia mecánica</li> <li>Resistencia sísmica</li> </ul>	
¿Cómo se modelará la arquitectura de viviendas rurales bioclimatizadas a más de 4000 m.s.n.m Picotani- Puno 2022?	Modelar la arquitectura de viviendas rurales bioclimatizadas a más de 4000 msnm Picotani- Puno 2022		<ul style="list-style-type: none"> <li>Confort bioclimático</li> <li>softwares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contexto climatológico</li> <li>Temperatura</li> <li>Confort térmico</li> <li>Radiación solar</li> <li>Orientación solar</li> <li>Programas computacionales</li> </ul>	
Problemas Específicos 2	Objetivos Específicos 2		<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conductividad térmica</li> <li>Materiales</li> </ul>	
¿Se podría diseñar el cálculo estructural de viviendas rurales bioclimatizadas a más de 4000 m.s.n.m Picotani - Puno- 2022?	Diseñar el cálculo estructural de viviendas rurales bioclimatizadas a más de 4000 msnm Picotani- Puno 2022.				
Problemas Específicos 3	Objetivos Específicos 3				
¿Cómo se establecerá las condiciones de confort bioclimático en la vivienda rurales con programas computacionales?	Establecer condiciones de confort bioclimático en la vivienda rurales con programas computacionales				
¿Qué materiales son adecuados para el desarrollo de un modelo de viviendas rural bioclimatizada a más de 4000 m.s.n.m en Picotani - Puno- 2022?	Plantear el uso de materiales adecuados para el modelamiento de viviendas rurales bioclimatizadas a más de 4000 m.s.n.m, aplicados en Picotani - Puno 2022				

**ANEXO 2: Matriz de operacionalización de variables**

<b>IDENTIFICACIÓN DE VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>NIVEL DE MEDICIÓN</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
Confort térmico	Diseño y modelamiento de vivienda a más de 4000 m.s.n.m en sector Picotani, aplicando herramientas y software que permitan su bioclimatización	Aplicación de Software Autodesk y Revit, para el modelamiento de vivienda bioclimatizada para el sector Picotani	Modelado Vivienda rural Diseño Diseño estructural Softwares	Arquitectura Distribución Resistencia mecánica Resistencia sísmica Programas computacionales	Categorica Cualitativa	Ordinal
	Condición que permite mantener la temperatura de forma controlada en un ambiente cerrado	Aplicar ciertos materiales, y elementos del diseño, que permitan mantener la temperatura en un ambiente cerrado	Confort bioclimático Materiales	Contexto climatológico Temperatura Confort térmico Radiación solar Orientación solar Conductividad térmica Materiales	Cuantitativa	Continúa

ANEXO 3: PLANOS DE UBICACIÓN, PLANTA, CORTE



LOCALIDAD DE:  
PICOTANI TICAN

**TITULO DE TESIS :** "MODELAMIENTO DE VIVIENDAS RURALES BIOCLIMATIZADAS PARA OPTIMIZAR EL CONFORT TÉRMICO A MAS DE 4000 MSNM PICOTANI - PUNO 2022"

**UBICACIÓN :**

LOCALIDAD : PICOTANI, TICANI HUILACUNCA, HUANOPATA Y PUCACANCHA

DISTRITO : AZANGARO

PROVINCIA : AZANGARO

DEPART. : PUNO

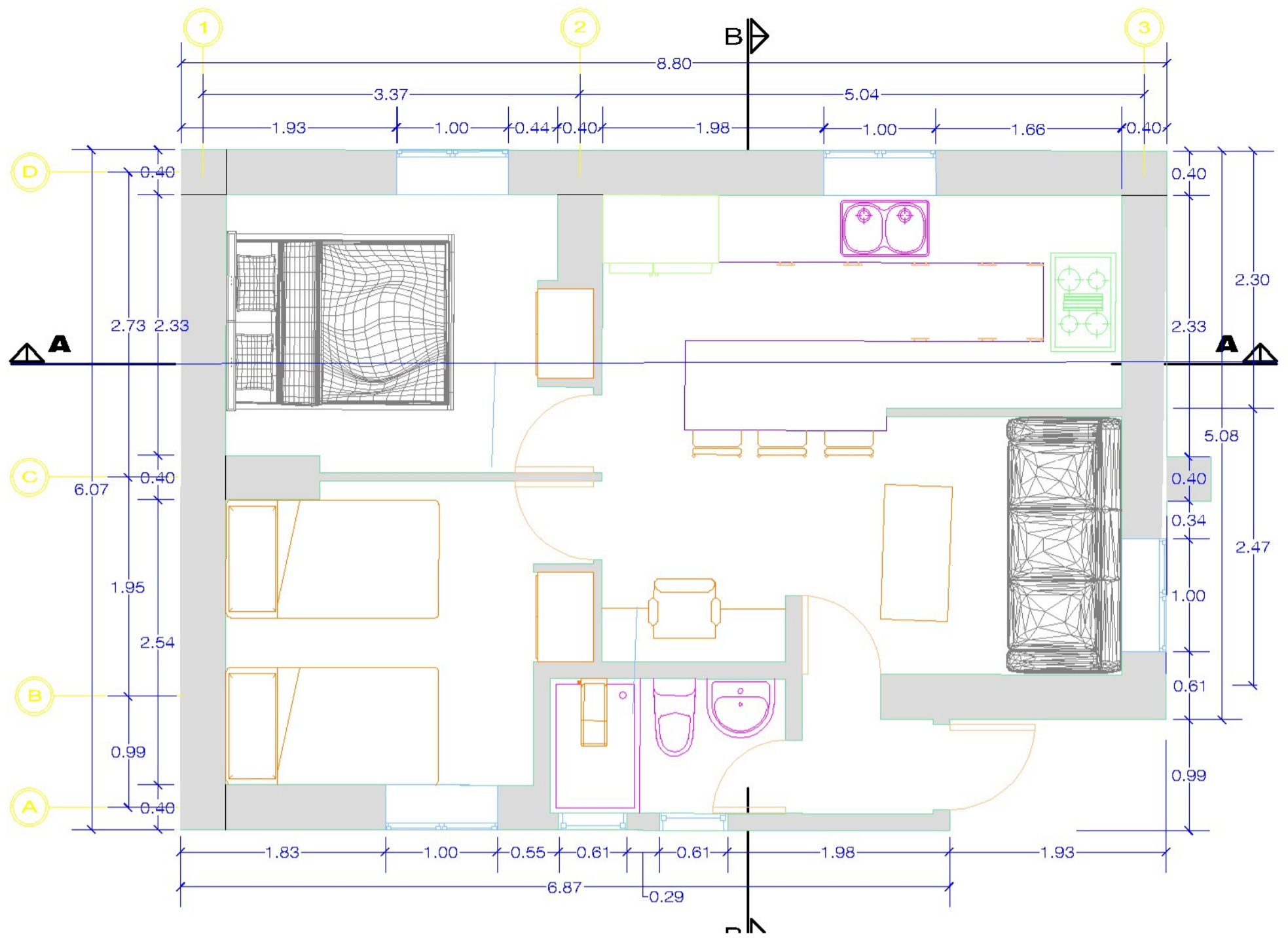
**ENTIDAD :** UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

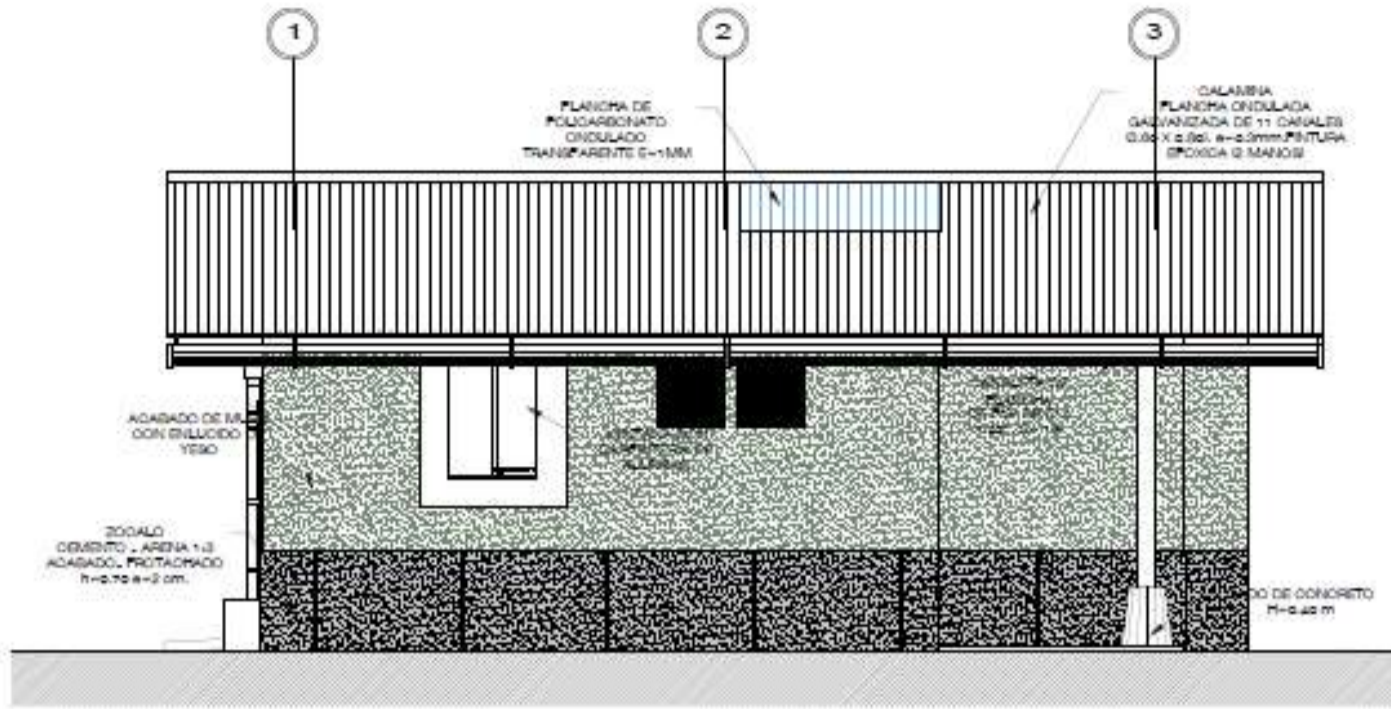
FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**TESISTA :** BACH. EDGAR RONAL PARQUE CHURA



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO





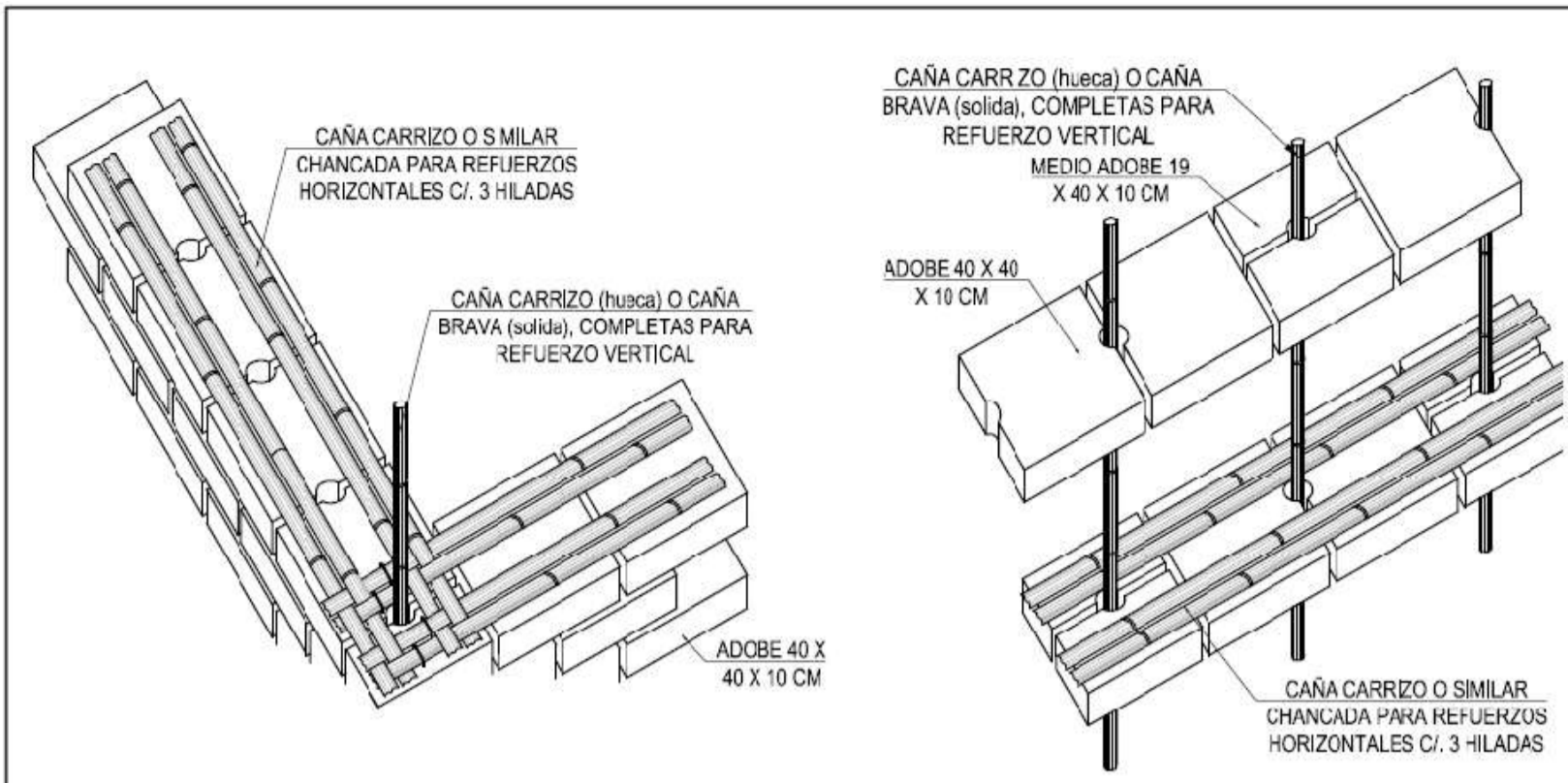
**PLANTA**  
ESO. 1/50



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO MÓDULO BÁSICO DE ADOBE	ESPECIALIDAD ARQUITECTURA	AÑO DE EJECUCIÓN	Escala 1/50	Hoja N° <b>A-01</b>
TÍTULO DE TESIS IMPLEMENTACIÓN DE FUNDACIÓN SENCILLA EN LUGAR DE FUNDACIÓN PARA OPERACIÓN DEL COMPLEJO EDUCATIVO Y DE SALUD EN UN ÁREA RURAL DEL PERÚ	DESCRIPCIÓN PLANTA DE DISTRIBUCIÓN	TIPO DE TESIS BACH. EDGAR ROYAL PANGUE CHILINA	FECHA 2021	





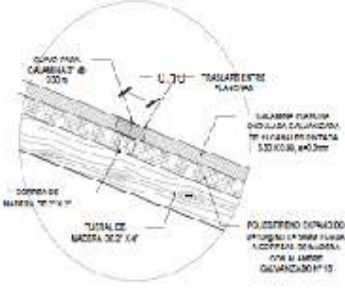
DETALLE COLOCACION DE REFUERZOS  
VERTICALES Y HORIZONTALES

ESC. S/E

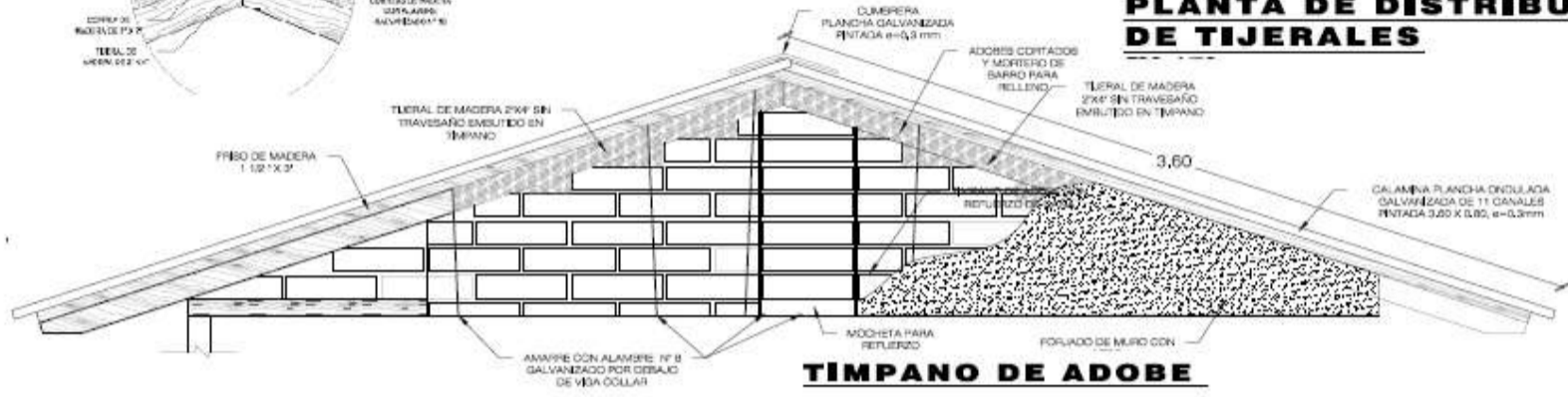
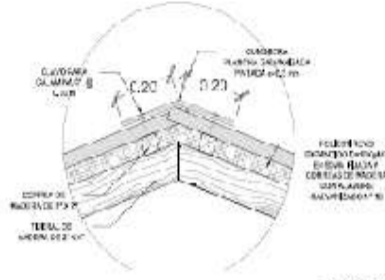


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

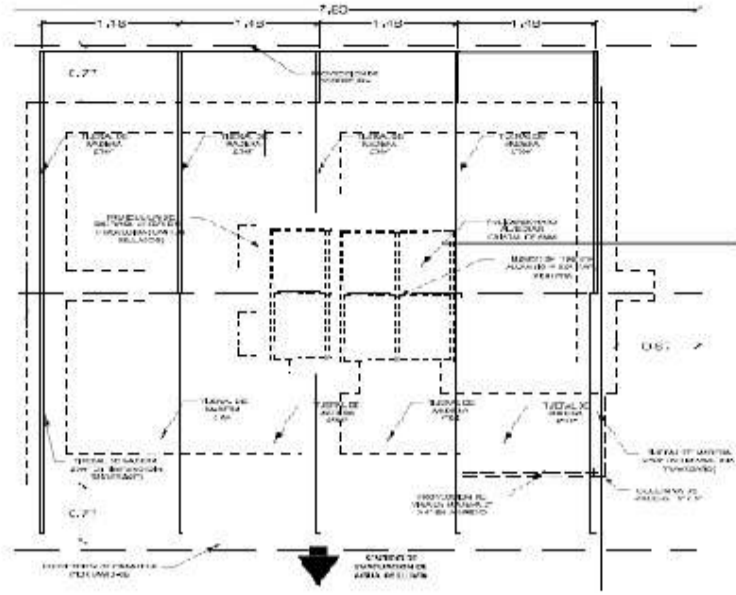
PROYECTO MÓDULO BÁSICO DE ADOBE	ESPESALIDAD	Auto Representado	Fecha	Libro N°
TÍTULO DE TEXTO MÓDULO BÁSICO DE ADOBE PARA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS Y USO DE MATERIALES	RESUMEN PLANTA DE DISTRIBUCIÓN	Auto Representado	Fecha Jul-2022	<b>A-0</b>



**DETALLE DE TRASLAPES VERTICALES ENTRE PLANCHAS**



**TIMPANO DE ADOBE**



**PLANTA DE DISTRIBUCION DE TIJERALES**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO: MÓDULO BÁSICO DE ADOBE	ESPECIALIDAD: GRUPO DE TRABAJO: PLANTA DE DISTRIBUCIÓN	ÁREA TEMÁTICA: TÍTULO: BACH. EDUARDO ROYAL PARGUE CHERA	FECHA: AÑO: 2022	LÁMINA N°: <b>A-0</b>
-------------------------------------	---	---	---------------------	--------------------------

## ANEXO 6 : VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS CON EXPERTOS

Lima, 20 de enero de 2022

Ing. Edwin Isidro Vilca Gonzales

---

Presente

Asunto: **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.**

Es grato presentarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación, con la cual optaré el título profesional de Ingeniero/a Civil.

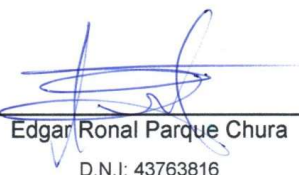
El título del proyecto de investigación es: **“MODELAMIENTO DE VIVIENDAS RURALES BIOCLIMATIZADAS PARA OPTIMIZAR EL CONFORT TÉRMICO A MAS DE 4000 MSNM PICOTANI – PUNO 2022”**, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas de investigación educativa.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Definición conceptual de las variables
- Operacionalización de las variables
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos
- Matriz de consistencia

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,

  
Edgar Ronal Parque Chura  
D.N.I: 43763816

  
20-01-22

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Facultad de Ingeniería Civil  
VALIDACIÓN POR EXPERTOS

**“Modelamiento de viviendas rurales bioclimatizadas para optimizar el confort térmico a mas de 4000 msnm Picotani - Puno 2022”**

**Parte A: Datos del experto**

- Apellidos y Nombres : *Vica Gonzales, Edwin Isidro*
- Grado académico : *Ingeniero Civil*
- Título profesional : *Ingeniero Civil*
- N° de registro CIP : *42381*

**Parte B: Aspectos a considerar**

**Puntuación**

En las siguientes páginas usted evalúa los instrumentos de recolección de datos para poder validarlos.

En las respuestas, por favor marque con una “X” la respuesta escogida entre las opciones que se presentan:

- 0. En desacuerdo
- 1. De acuerdo

**Validez**

- **Validez de contenido:** Corresponde a medir la variable o dimensión.
- **Validez de constructo:** Corresponde a medir el indicador planteado.
- **Validez de criterio:** Clasificar según las categorías establecidas.

**Especificaciones**

- Claridad
- Objetividad
- Consistencia
- Coherencia
- Pertinencia
- Suficiencia
- Relevancia

**Parte C: Validación**

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1		X	
	2		X	
	3		X	
	4		X	
	5	X		No lleva
De constructo	6		X	
	7		X	
	8		X	
	9		X	
	10		X	
	11		X	
De criterio	12		X	
	13		X	
	14		X	
	15		X	
<b>Total</b>		01	14	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Vilca Gonzales, Edwin Isidro

Especialista: Metodólogo [X] Temático [ ]

Grado: Maestro [ ] Doctor [ ]

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: Ingeniero Civil

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
  
**Firma y Sello**

Lima, 20 de enero de 2022

Ing. Yurior Aricio Zaballos Campos

Presente

Asunto: **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.**

Es grato presentarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación, con la cual optaré el título profesional de Ingeniero/a Civil.

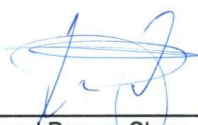
El título del proyecto de investigación es: **“MODELAMIENTO DE VIVIENDAS RURALES BIOCLIMATIZADAS PARA OPTIMIZAR EL CONFORT TÉRMICO A MAS DE 4000 MSNM PICOTANI – PUNO 2022”**, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas de investigación educativa.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Definición conceptual de las variables
- Operacionalización de las variables
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos
- Matriz de consistencia

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Edgar Ronal Parque Chura

D.N.I.: 43763816

M.F. CONVENIO 442-2018-SP/UNIVERSIDAD  
Ing. Yurior Aricio Zaballos Campos  
Suplenete en el Proyecto  
Caf 13555  
01/01/2022

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**VALIDACIÓN POR EXPERTOS**

**“Modelamiento de viviendas rurales bioclimatizadas para optimizar el confort térmico a mas de 4000 msnm Picotani - Puno 2022”**

**Parte A: Datos del experto**

- Apellidos y Nombres : ZEBALLOS CAMPOS, YISNIOR ARICIO
- Grado académico : INGENIERO CIVIL
- Título profesional : INGENIERO CIVIL
- N° de registro CIP : 153692

**Parte B: Aspectos a considerar**

**Puntuación**

En las siguientes páginas usted evalúa los instrumentos de recolección de datos para poder validarlos.

En las respuestas, por favor marque con una "X" la respuesta escogida entre las opciones que se presentan:

- 0. En desacuerdo
- 1. De acuerdo

**Validez**

- **Validez de contenido:** Corresponde a medir la variable o dimensión.
- **Validez de constructo:** Corresponde a medir el indicador planteado.
- **Validez de criterio:** Clasificar según las categorías establecidas.

**Especificaciones**

- Claridad
- Objetividad
- Consistencia
- Coherencia
- Pertinencia
- Suficiencia
- Relevancia

Parte C: Validación

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1		X	
	2		X	
	3		X	
	4		X	
	5	X		ES DESCRIPTIVO NO LLEVA
De constructo	6		X	
	7		X	
	8		X	
	9		X	
	10		X	
	11		X	
De criterio	12		X	
	13		X	
	14		X	
	15		X	
Total		01	14	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable  Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: ZEBALLOS CAMPOS Y. ARICIO

Especialista: Metodólogo [ ] Temático

Grado: Maestro [ ] Doctor [ ]

Título profesional: INGENIERO CIVIL

N° de registro CIP: 153692

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

N.E. CONVENIO Nº 144-2020-PUNTAO DEL PRVIB

  
 Ing. Y. Aricio Zeballos Campos  
 SUPERVISOR DE PROYECTO  
 CIP 153692  
 Firma y Sello



Lima, 20 de enero de 2022

Ing. Guido José Paredes Calapuja

Presente

Asunto: **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.**

Es grato presentarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación, con la cual optaré el título profesional de Ingeniero/a Civil.

El título del proyecto de investigación es: **“MODELAMIENTO DE VIVIENDAS RURALES BIOCLIMATIZADAS PARA OPTIMIZAR EL CONFORT TÉRMICO A MAS DE 4000 MSNM PICOTANI – PUNO 2022”**, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas de investigación educativa.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Definición conceptual de las variables
- Operacionalización de las variables
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos
- Matriz de consistencia

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,

Edgar Ronal Parque Chura

D.N.I.: 43763816



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**VALIDACIÓN POR EXPERTOS**

**“Modelamiento de viviendas rurales bioclimatizadas para optimizar el confort térmico a mas de 4000 msnm Picotani - Puno 2022”**

**Parte A: Datos del experto**

- Apellidos y Nombres : Paredes Calapuja, Guido José
- Grado académico : Ing. Civil
- Título profesional : Ingeniero Civil
- N° de registro CIP : 156603

**Parte B: Aspectos a considerar**

**Puntuación**

En las siguientes páginas usted evalúa los instrumentos de recolección de datos para poder validarlos.

En las respuestas, por favor marque con una “X” la respuesta escogida entre las opciones que se presentan:

- 0. En desacuerdo
- 1. De acuerdo

**Validez**

- **Validez de contenido:** Corresponde a medir la variable o dimensión.
- **Validez de constructo:** Corresponde a medir el indicador planteado.
- **Validez de criterio:** Clasificar según las categorías establecidas.

**Especificaciones**

- Claridad
- Objetividad
- Consistencia
- Coherencia
- Pertinencia
- Suficiencia
- Relevancia

**Parte C: Validación**

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1		X	
	2		X	
	3		X	
	4		X	
	5	X		
De constructo	6		X	
	7		X	
	8		X	
	9		X	
	10		X	
	11		X	
De criterio	12		X	
	13		X	
	14		X	
	15		X	
<b>Total</b>		01	14	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Paredes Calapuya, Guido Jose

Especialista: Metodólogo [X] Temático [ ]

Grado: Maestro [ ] Doctor [ ]

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 156603

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma y Sello

VALIDACIÓN CON 03 EXPERTOS

TITULO: "MODELAMIENTO DE VIVIENDAS RURALES BIOCLIMATIZADAS PARA OPTIMIZAR EL CONFORT TÉRMICO A MAS DE 4000 MSNM PICOTANI – PUNO 2022"

EXPERTO 1: ING. EDWIN ISIDRO VILCA GONZALES

EXPERTO 2: ING. Y. ARICIO ZEBALLOS CAMPOS

EXPERTO 3: ING. GUIDO JOSÉ PAREDES CALAPUJA

OBSERVACIONES	ASPECTOS A CONSIDERAR	OBSERVADORES		
		1	2	3
1	¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?	1	1	1
2	¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?	1	1	1
3	¿EL número de dimensiones es adecuado?	1	1	1
4	¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?	1	1	1
5	¿Las hipótesis planteadas se contrastaran con la información recolectada en los instrumentos?	0	0	0
6	¿El número de indicadores es adecuado?	1	1	1
7	No existe ambigüedad en los indicadores	1	1	1
8	¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?	1	1	1
9	¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?	1	1	1
10	¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?	1	1	1
11	¿Los indicadores son medibles?	1	1	1
12	¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?	1	1	1
13	¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?	1	1	1
14	¿La secuencia planteada es adecuada?	1	1	1
15	No es necesario considerar otros campos	1	1	1

42

CATEGORIAS:	
DE ACUERDO	1
EN DESACUERDO	0

Notaciones:

J: Número de observadores

X<sub>ik</sub>: Número de observadores que clasifican la observación "i" en la categoría "k"

Para determinar el valor observado:

Se la matriz	X <sub>ik</sub> =	3	0	6	0	0.3	6
		3	0	6	0	0.3	6
		3	0	6	0	0.3	6
		3	0	6	0	0.3	6
		0	3	0	6	0.3	6
		3	0	6	0	0.3	6
		3	0	6	0	0.3	6
		3	0	6	0	0.3	6
		3	0	6	0	0.3	6
		3	0	6	0	0.3	6
		3	0	6	0	0.3	6
		3	0	6	0	0.3	6
		3	0	6	0	0.3	6
		3	0	6	0	0.3	6
		3	0	6	0	0.3	6
				4.5	90	45	

Reemplazando los valores en la formula:

$$P_0 = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{\sum_{k=1}^K X_{ik} (X_{ik} - 1)}{J_i (J_i - 1)}$$

A partir de la matriz X<sub>ik</sub> se obtienen los siguientes valores:

1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1
1

Valores que se reemplazaran en la formula:

$$\sum_{i=1}^{N_c} \frac{\sum_{k=1}^K X_{ik} (X_{ik} - 1)}{J_i (J_i - 1)}$$

$$\sum_{i=1}^{N_c} \frac{\sum_{k=1}^K X_{ik}(X_{ik} - 1)}{J_i(J_i - 1)} = 15$$

$$N_c = 15$$

$P_{0e}$	1
----------	---

Para determinar el valor esperado:

Reemplazando los valores de  $P_j(k)$  en la formula: 
$$P_e = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{2}{J_i(J_i - 1)} \frac{2}{J(J - 1)} \sum_{m>1}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k) P_m(k)$$

$P_1(1)$	$P_2(1)$	$P_3(1)$	$P_4(1)$	$P_5(1)$
0.93333333	0.93333333	0.93333333	0	#####
$P_1(2)$	$P_2(2)$	$P_3(2)$	$P_4(2)$	$P_5(2)$
0.06666667	0.06666667	0.06666667	1	1

$$\sum_{m>1}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k) P_m(k) = \quad 4.02666667 \quad 0.32523077$$

$$P_e = \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} \frac{2}{J_i(J_i - 1)} \sum_{m>1}^J \sum_{l=1}^J \sum_{k=1}^K P_j(k) P_m(k) = \quad 0.325230769$$

$P_{0e}$	0.64459
----------	---------

$$K = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e} = \quad 1$$

## ANEXO 7 : DATOS SENAMHI

### DATOS DEL SENAMI

<https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>

cuando aparece -99.9 significa que no hay información para ese variable

AZANGARO						
año	mes	dia	preci acumula	tem maxima	tem min	
2000	11	29		1.6	20.4	3.8
2000	11	30		8	15.4	5
2000	12	1		0.3	17	4
2000	12	2		0	19.1	4.7
2000	12	3		0	16.4	3.6
2000	12	4		1.9	19	2.4
2000	12	5		6.7	13.2	4.4
2000	12	6		0	15.8	2.6
2000	12	7		0.4	17.8	5.2
2000	12	8		0	14.8	5
2000	12	9		6.4	14.6	5.8
2000	12	10		5.8	14.3	5.9
2000	12	11		0.9	10.9	4.5
2000	12	12		0	13.4	4.2
2000	12	13		0	17	0.8
2000	12	14		0	17.8	3.8
2000	12	15		0	19.2	0.6
2000	12	16		4.7	9	2.8
2000	12	17		0.8	16.2	3.2
2000	12	18		1.8	16.7	4.5
2000	12	19		0	18.2	1.4
2000	12	20		0	18.6	2.2
2000	12	21		0	19.6	3.4
2000	12	22		7.6	17.3	3.7
2000	12	23		0.3	16	3
2000	12	24		7.9	15.8	2.8
2000	12	25		0	16.1	2.7
.						
.						
.						
.						
.						
.						
.						
2014	6	14		0	16.8	-4.4
2014	6	15		0	16.2	-4.2
2014	6	16		0	7.2	-4.8
2014	6	17		0	17.2	-5
2014	6	18		0	17	-1.4

2014	6	19	0	16.4	-5.8
2014	6	20	0	18.2	-6.4
2014	6	21	0	18.4	-1.6
2014	6	22	0	18.2	-4
2014	6	23	0	17.8	-4.4
2014	6	24	0	18	-1
2014	6	25	0	17.2	-4.4
2014	6	26	0	17.4	-4
2014	6	27	0	17.6	-5.4
2014	6	28	0	18	-5.2
2014	6	29	0	18.6	-4.1
2014	6	30	0	18.2	-3.6

cundo aparece -99.9 significa que no hay información para ese variable

## ANEXO 8 : FOTOGRAFÍA

Fotografias en el lugar



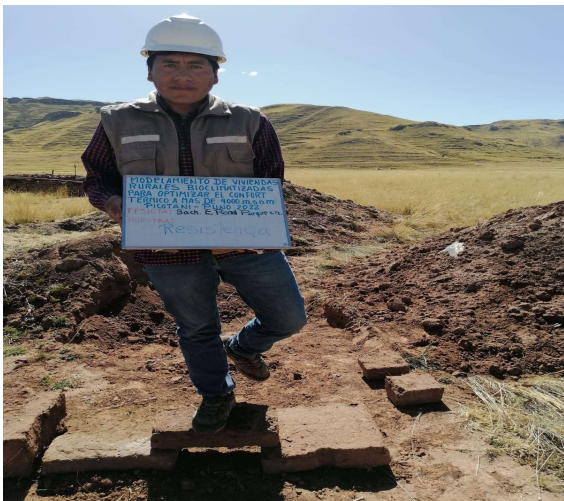
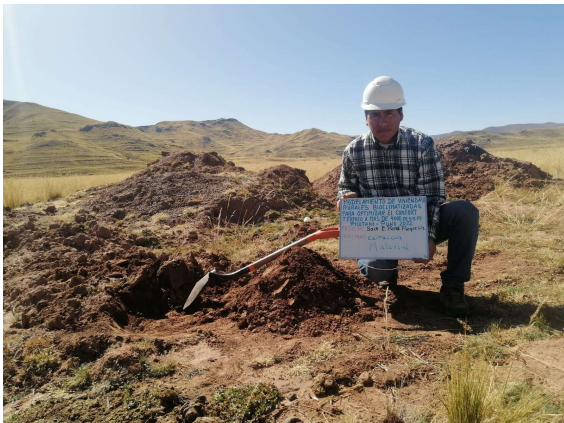
Fotografía tomada en Picotani a fines de marzo 2022



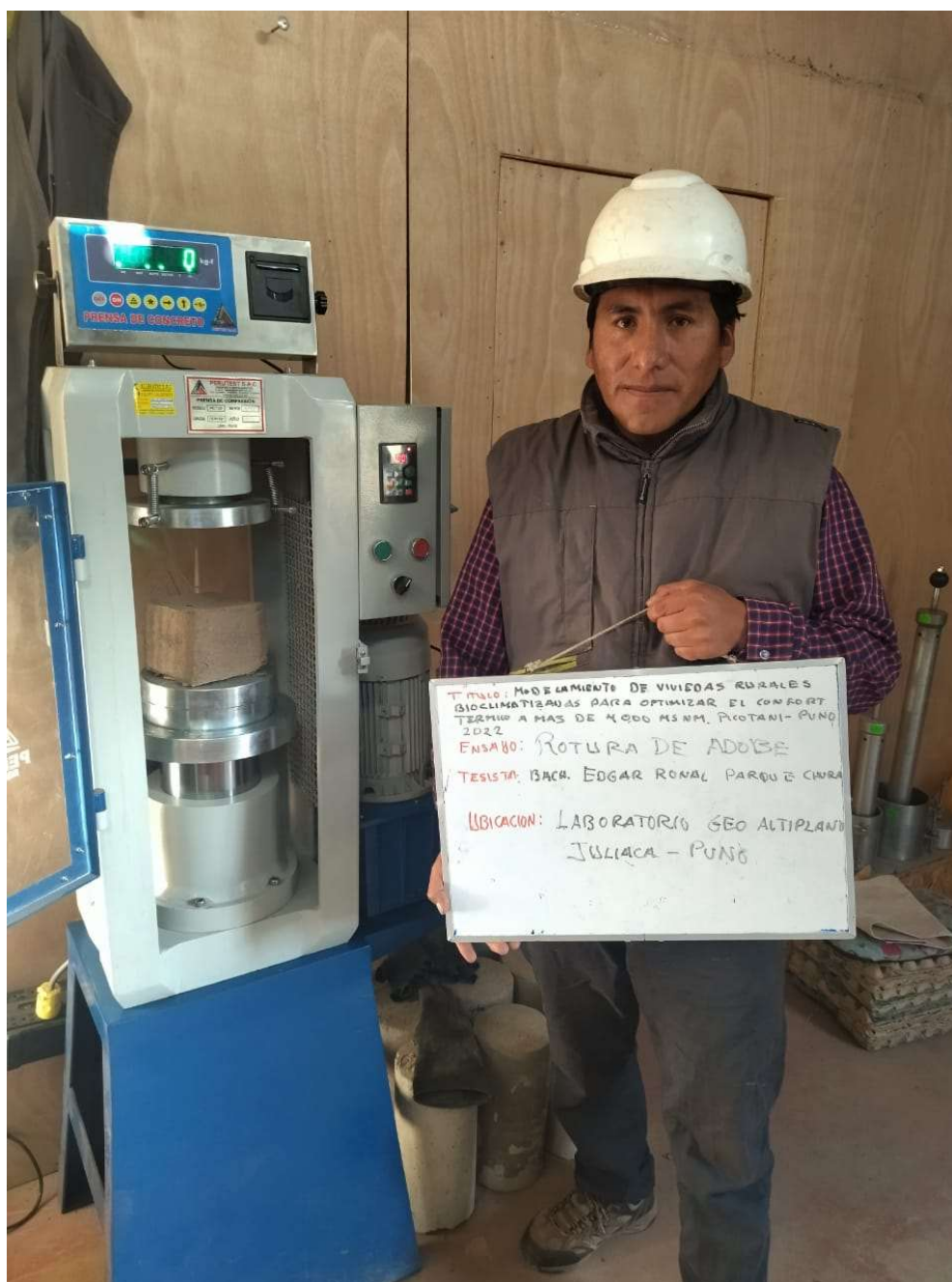
FOTOGRAFÍA HACIENDO LAS MEDICIONES CON HIGRÓMETRO



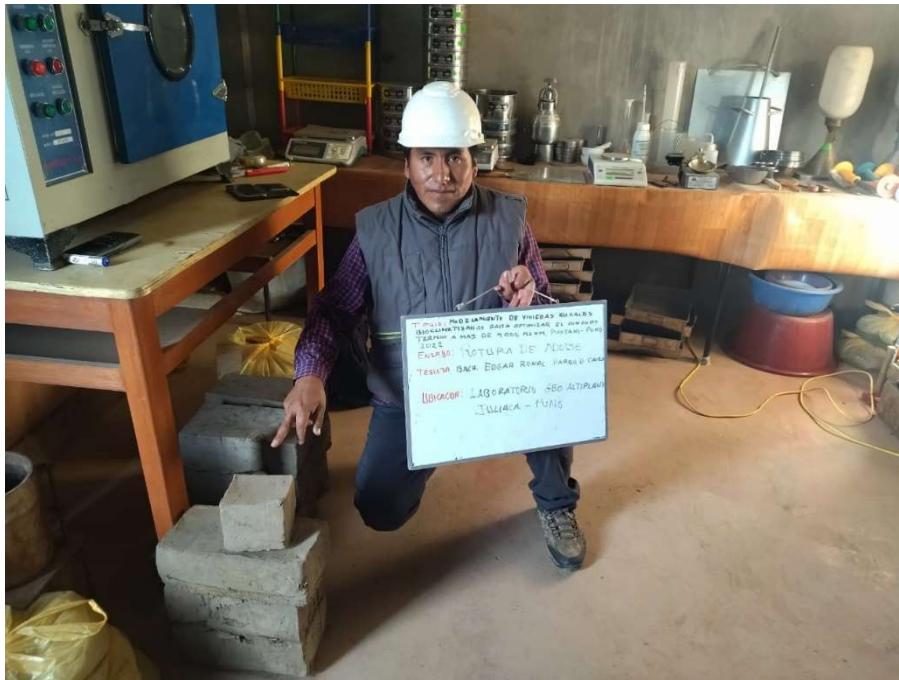
# PROCESO DE ELABORACIÓN DE ADOBE PARA LA PRUEBA DE LABORATORIO



## Fotografías de prueba en laboratorio



Datos de laboratorio



Datos de laboratorio



Datos de laboratorio



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**  
**V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401**  
**AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA**  
**CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**

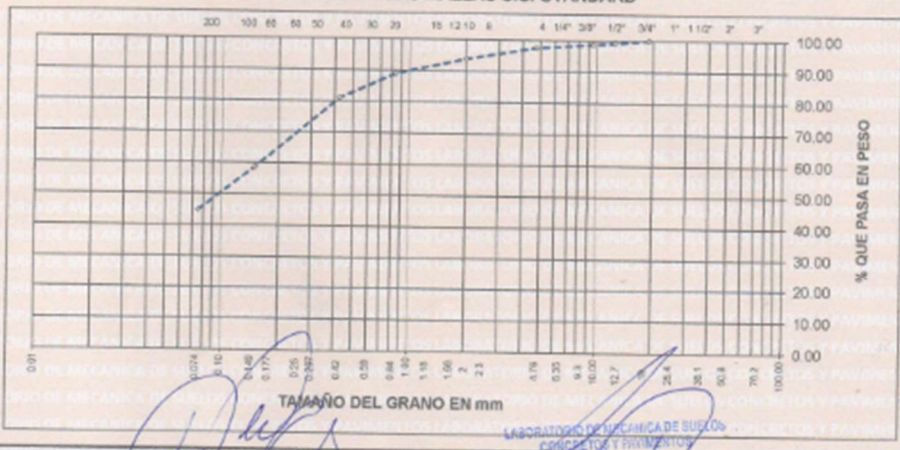


**PROYECTO** : "MODELAMIENTO DE VIVIENDAS RURALES BIOCLIMATIZADAS PARA OPTIMIZAR EL CONFORT TÉRMICO A MAS DE 4000 MSNM PICOTANI - PUNO 2022"  
**SOLICITA** : BACH. EDGAR RONAL PARQUE CHURA  
**MUESTRA** : SUELO PATRON  
**UBICACION** : MATERIAL PUESTO EN LABORATORIO. **ING. RESP.** : EDILBERTO CAHUAPAZA VELARDE  
**FECHA** : martes, 12 de Abril de 2022 **TEC. RESP.** : EDGAR GERARDO CRUZ TITO

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM D-422)

TAMICES ASTM	ABERTURA MM	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso L. : 732.00 Grs
2 1/2"	63.000						Peso L. : Grs
2"	50.000						
1 1/2"	37.000						grava : 2.40 %
1"	25.000						Arena : 52.90 %
3/4"	19.000				100.00		Fino : 44.70 %
1/2"	12.500	8.00	0.80	0.80	99.20		W natural : 4.73 %
3/8"	9.500	4.00	0.50	1.30	98.70		
No.04	4.750	8.00	1.10	2.40	97.60		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>
No.10	2.000	28.00	3.80	6.20	93.80		L.L. : 31.15 %
No.20	0.840	36.00	4.90	11.10	88.90		L.P. : 23.90 %
No.40	0.425	58.00	7.90	19.00	81.00		I.P. : 7.25 %
No.100	0.150	165.00	22.50	41.50	58.50		<b>CLASIFICACION</b>
No.200	0.075	101.00	13.80	55.30	44.70		SUCS : SC-SM
<No.200		326.00	44.70	100.00			AASHTO : A-4 (1)

**REPRESENTACION GRAFICA**  
**TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



*Edgar Gerardo Cruz Tito*  
**Edgar Gerardo Cruz Tito**  
 TECNICO LABORATORISTA

*Edilberto Cahuapaza Velarde*  
**Edilberto Cahuapaza Velarde**  
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA  
 REG 14573



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**  
**V & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401**  
**AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA**  
**CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACION SANTA MARCELA**



**PROYECTO** : "MODELAMIENTO DE VIVIENDAS RURALES BIOLIMATIZADAS PARA OPTIMIZAR EL CONFORT  
 : TÉRMICO A MAS DE 4000 MSNM PICOTANI - PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : BACH EDGAR RONAL PARQUE CHURA  
**MUESTRA** : ADOBE (SUELO PATRON)  
**FECHA** : martes, 12 de Abril de 2022

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ADOBE**  
**(NTP 399.613)**

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			N° DE IDENTIDAD	EDAD (DIAS)	FECHA ROTURA	LECTURA DIAL (KG)	AREA BRUTA (CM2)	RESISTENCIA (KG/CM2)
1	SUELO PATRON			M-1	28 DIAS	12/04/2022	1205.00	100.10	12.04
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)						
	10.01	10.00	9.99						
2	SUELO PATRON			M-2	28 DIAS	12/04/2022	1195.00	99.80	11.97
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)						
	9.98	10.00	10.00						
3	SUELO PATRON			M-3	28 DIAS	12/04/2022	1232.00	100.10	12.31
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)						
	10.01	10.00	9.99						
4	SUELO PATRON			M-4	28 DIAS	12/04/2022	1215.00	99.90	12.16
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)						
	9.98	10.01	9.98						
5	SUELO PATRON			M-5	28 DIAS	12/04/2022	1198.00	99.80	12.00
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)						
	9.98	10.00	9.99						
6	SUELO PATRON			M-6	28 DIAS	12/04/2022	1201.00	100.20	11.99
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)						
	10.02	10.00	10.02						
<b>PROMEDIO F'b kg/cm2</b>									<b>12.06</b>
<b>OBSERVACIONES :</b>		PROBETAS MOLDEADAS E IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE, PRUEBA REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE.							

Edgar Gerardo Cruz Toro  
 TECNICO LABORATORISTA

Edilberto Cahwapaza Velarde  
 ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN GEOTECNIA  
 GEO 04573



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## INFORME DE VERIFICACIÓN

PT - IV - 041 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

### 6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

### 7. Lugar de Verificación

En el laboratorio de Longitud de PERUTEST S.A.C.  
Jr. La Madrid Mz. D.Lt. 25 Urb. Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21 °C	21 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	BLOQUES DE PATRON DE LONGITUD	LIA-102-2020
METROIL	*PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE*	L-0433-2020
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1131-2020

### 10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICACIÓN.  
(\*). Serie grabado en el instrumento



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN - MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

PERUTEST S.A.C.  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

## INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 041 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente 0487-2020

2. Solicitante EDGAR GERARDO CRUZ TITO

3. Dirección COM. TOMAPIRHUA A 1 KM DE COJATA  
PUNO - HUANCANE - COJATA

4. Instrumento de medición EQUIPO LÍMITE LÍQUIDO  
(CAZUELA CASAGRANDE)

Marca PERUTEST

Modelo PT-CC

Procedencia PERÚ

Número de Serie 053

Código de Identificación NO INDICA

Tipo de contador ANALÓGICO

Ubicación NO INDICA

5. Fecha de Verificación 2020-07-14

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2020-07-14

MANUEL ALEJANDRO ALAGA TORRES

Sello



Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Principa: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,8 °C	Final: 20,1 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

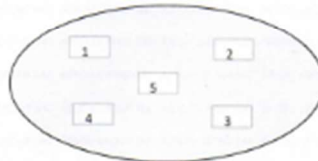
**TABLA N° 01**  
**MEDICIÓN DE LOS PUNTOS**

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	75.04	75µm	+/- 5 µm
N° 2	79.58	75µm	+/- 5 µm
N° 3	73.48	75µm	+/- 5 µm
N° 4	74.09	75µm	+/- 5 µm
N° 5	75.44	75µm	+/- 5 µm

PROMEDIO 75.53 : OK

UBICACION DE PUNTOS

ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA





**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2020/07/14  
Solicitante CRUZ TITO EDGAR GERARDO  
Instrumento de medición TAMIZ PARA LAVADO N° 200  
Identificación 274-055-2020  
Marca ARSOU  
Modelo NO INDICA  
Diámetro 8"  
Estructura ACERO  
Procedencia PERÚ  
Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.  
Fecha de calibración 2020/07/14

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,8 °C	Final: 20,1 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

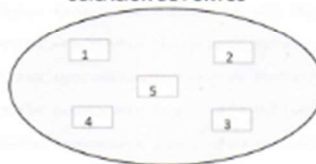
Resultados

TABLA N° 01  
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	75.04	75µm	+/- 5 µm
N° 2	79.58	75µm	+/- 5 µm
N° 3	73.48	75µm	+/- 5 µm
N° 4	74.09	75µm	+/- 5 µm
N° 5	75.44	75µm	+/- 5 µm

PROMEDIO 75.53 : OK

UBICACION DE PUNTOS



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica  
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2020/07/14  
Solicitante CRUZ TITO EDGAR GERARDO

Instrumento de medición TAMIZ N° 200  
Identificación 273-055-2020  
Marca ARSOU  
Modelo NO INDICA

Diámetro 8"  
Estructura ACERO  
Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2020/07/14

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

ARSOU GROUP  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 $\mu$ m	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,8 °C	Final: 20,1 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

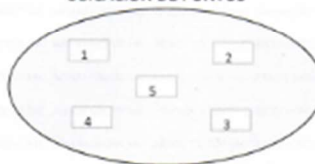
Resultados

TABLA N° 01  
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN ( $\mu$ m)	LUZ	EMP
N° 1	179.40	180 $\mu$ m	+/- 9 $\mu$ m
N° 2	178.54	180 $\mu$ m	+/- 9 $\mu$ m
N° 3	177.49	180 $\mu$ m	+/- 9 $\mu$ m
N° 4	180.08	180 $\mu$ m	+/- 9 $\mu$ m
N° 5	179.04	180 $\mu$ m	+/- 9 $\mu$ m

PROMEDIO 178.91 : OK

UBICACION DE PUNTOS



ARSOU GROUP S.A.C  
Calle Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 271-055-2020

Página 1 de 2

**Arso Group**

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2020/07/14  
Solicitante CRUZ TITO EDGAR GERARDO

Instrumento de medición TAMIZ N° 80  
Identificación 271-055-2020  
Marca ARSOU  
Modelo NO INDICA

Diámetro 8"  
Estructura ACERO  
Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2020/07/14

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Vív. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,8 °C	Final: 20,1 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

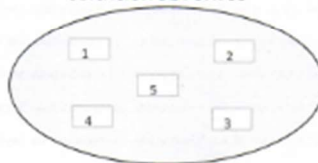
TABLA N° 01  
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	298.00	300µm	+/- 14 µm
N° 2	304.00	300µm	+/- 14 µm
N° 3	305.00	300µm	+/- 14 µm
N° 4	199.00	300µm	+/- 14 µm
N° 5	301.00	300µm	+/- 14 µm

PROMEDIO 281.40 : Fuera de Medida

UBICACION DE PUNTOS

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Caranca  
METROLOGÍA





**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2020/07/14  
**Solicitante** CRUZ TITO EDGAR GERARDO

**Instrumento de medición** TAMIZ N° 50  
**Identificación** 269-055-2020  
**Marca** ARSOU  
**Modelo** NO INDICA

**Diámetro** 8"  
**Estructura** ACERO  
**Procedencia** PERÚ

**Lugar de calibración** Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

**Fecha de calibración** 2020/07/14

**Método/Procedimiento de calibración**  
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,8 °C	Final: 20,1 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

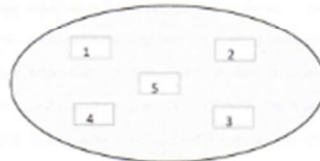
TABLA N° 01  
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	419.00	425µm	+/- 19 µm
N° 2	425.00	425µm	+/- 19 µm
N° 3	421.00	425µm	+/- 19 µm
N° 4	418.00	425µm	+/- 19 µm
N° 5	420.00	425µm	+/- 19 µm

PROMEDIO 420.60 : OK

UBICACION DE PUNTOS

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA





**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2020/07/14  
Solicitante CRUZ TITO EDGAR GERARDO

Instrumento de medición TAMIZ N° 40  
Identificación 268-055-2020  
Marca ARSOU  
Modelo NO INDICA

Diámetro 8"  
Estructura ACERO  
Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2020/07/14

Método/Procedimiento de calibración  
La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

*Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica*  
METROLOGIA



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
Y & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401  
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA  
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACIÓN SANTA MARCELA**



Punto de Precisión SAC

**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 326 - 2019

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9915	9921	0,85	0,79	9917,9	0,83	-0,06
20000	19548	19551	0,76	0,75	19549,5	0,76	-0,02
30000	29863	29796	0,46	0,98	29784,5	0,72	0,52
40000	39689	39697	0,75	0,76	39693,1	0,77	-0,02
50000	49550	49602	0,90	0,80	49576,5	0,86	-0,10
60000	59775	59776	0,37	0,37	59775,8	0,38	0,30
70000	69741	69762	0,37	0,34	69751,1	0,36	-0,03

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Percentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma.

$Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente de Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 1,003x + 114,87$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

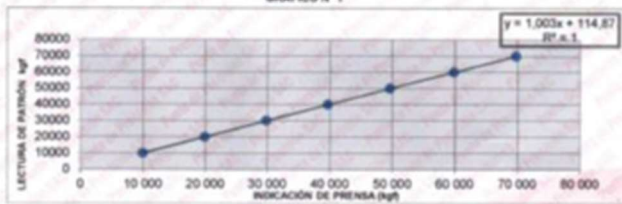
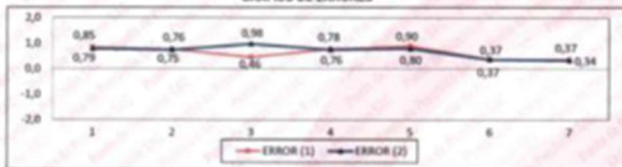


GRÁFICO DE ERRORES



FIRMA DEL DOCUMENTO

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CP N° 152631



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
Y & H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC N° 20448509401  
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA  
CAR. JULIACA PUNO MZ B - LTE 31 URBANIZACIÓN SANTA MARCELA**



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 326 - 2019**

Página : 1 de 2

Expediente : T 295-2019  
Fecha de emisión : 2019-08-15  
1. Solicitante : V Y H EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Dirección : CAR. JULIACA PUNO MZA. B LOTE. 31 URB. SANTA MARCELA - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL  
Marca de Prensa : SHERMAN  
Modelo de Prensa : JPM-01  
Serie de Prensa : JPM-006  
Capacidad de Prensa : 100 t  
Identificación : NO INDICA  
Marca de Indicador : HIGH WEIGHT  
Modelo de Indicador : 315-K5  
Serie de Indicador : 0215813  
Identificación : NO INDICA  
Marca de Transductor : ZEMIC  
Modelo de Transductor : YB15  
Serie de Transductor : NO INDICA  
Identificación : NO INDICA  
Bomba Hidráulica : MANUAL

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
JR. TENIENTE JIMENEZ N° 108 - CHORRILLOS  
14 - AGOSTO - 2019

4. Método de Calibración  
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CÉLDA DE CARGA	AEP TRANSUCERS	INF-LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	17.8	17.7
Humedad %	77	77

7. Resultados de la Medición  
Los valores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loyza Capcha  
Reg. CP N° 152631

Ax Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.