



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**“EFICIENCIA DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON
TABIQUERÍA BIOCLIMÁTICA A BASE DEL STIPA ICHU Y
FESTUCA DOLICHOPHYLLA PRESL PARA MEJORAR EL
CONFORT TÉRMICO DE LA ZONA DE CHILLAPALCA, SAN
ANTONIO DE PUTINA, DE LA REGIÓN PUNO-2018”**

TESIS

PRESENTADA POR:

ELIZABETH MAMANI MAMANI

LEEDDY ROSCIO PINAZO APAZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

Con mucho amor y gratitud esta tesis va dedicado a Dios, por iluminarme y guiarme.

A mis queridos padres Armando y Elena por brindarme mucho amor, comprensión y apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

A mis queridos abuelos Pedro, Petrona, Florentino y María que desde el cielo me guían.

A mis hermanos Juan Carlos, Armando Wilston, María Reyna por su apoyo, amor y ser un ejemplo para seguir adelante. A Marisol a quien considero una gran hermana.

A mí querido sobrino Franco Edisson a quien estimo mucho por regalarme cada día mucha alegría.

A todos mis queridos amigos por el apoyo incondicional.

Elizabeth Mamani



DEDICATORIA

A mis padres, Milton y Nely, por todo el amor, el entusiasmo, el apoyo, la comprensión, el sacrificio que me dan.

A mis hermanos Oliver y Oziel, que son mis fortalezas a seguir.

A mis amigos del Grupo Cimic, quienes dibujan en mí una sonrisa cada día, asimismo por la comprensión y el apoyo que encuentro en cada uno de ustedes, especialmente a mi amigo incondicional Bill.

A Ludwin, un bonito regalo de Dios, que se presentó en mi vida y hoy, hace que mis días sean únicos por estar junto a mí, cumpliendo cada uno de nuestros sueños juntos.

Leedy Pinazo



AGRADECIMIENTOS

A Dios, que entrelaza la vida de las personas de modo extraordinario creando con ellas lo imposible.

A nuestras familias, Padres, Madres, hermanos; que son el cimiento de nuestras vidas.

A la Escuela Profesional de Ingeniería civil de la Universidad Nacional del Altiplano por la acogida en sus instalaciones para el trabajo experimental.

A nuestros compañeros Oliver y Gusseppe, por todo su apoyo incondicional que se hicieron amigos y ahora colegas.

A nuestros jurados de tesis por todo su apoyo, el Ing. José Luis Cutipa, Ing. Emilio Castillo e Ing. Zenón Mellado, que fueron también nuestros docentes universitarios.

De Elizabeth Mamani:

Agradecimiento eterno a Dios, por darme la oportunidad de vivir y estar a mi lado en cada paso que doy, y a mí querida familia por ser el pilar fundamental que me acompaña siempre.

De Leeddy Pinazo:

A Dios Creador de todo lo existente, por alumbrar mi camino y darme el aliento cada amanecer y me da una oportunidad para ser mejor; a cada una de los Docentes que conocí durante mi vida universitaria que me dieron las herramientas para cumplir mis objetivos.



ÍNDICE GENERAL

| | |
|-------------------|----|
| DEDICATORIA | |
| AGRADECIMIENTOS | |
| ÍNDICE GENERAL | |
| INDICE DE FIGURAS | |
| INDICE DE TABLAS | |
| RESUMEN | 12 |
| ABSTRACT. | 13 |

CAPITULO I

INTRODUCCION

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 15 |
| 1.2. OBJETIVOS | 16 |
| 1.2.1. Objetivo General | 16 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos..... | 16 |
| 1.3. HIPOTESIS..... | 16 |
| 1.3.1. Hipótesis General | 16 |
| 1.3.2. Hipótesis Específicos | 16 |

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

| | |
|--|----|
| 2.1. MARCO TEORICO | 17 |
| 2.1.1. Antecedentes..... | 17 |
| 2.1.2. Stipa Ichu | 22 |
| 2.1.3. Festuca Dolychophylla Presl | 32 |
| 2.1.4. Confort Térmico | 33 |
| 2.1.5. El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi)... | 41 |
| 2.1.6. Revestimientos | 43 |
| 2.1.7. Tabiquería | 50 |
| 2.1.8. Bioconstrucción..... | 52 |
| 2.1.9. Materiales Bioconstructivos | 53 |
| 2.1.10. Componentes de la Estructura de Madera | 54 |



CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

| | | |
|---------|--|----|
| 3.1. | ÁMBITO DE ESTUDIO..... | 56 |
| 3.2. | CALIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO | 57 |
| 3.3. | ASPECTO ECONÓMICO | 58 |
| 3.3.1. | Desarrollo de Actividades..... | 58 |
| 3.3.2. | Actividad Pecuaria | 58 |
| 3.4. | FORMA DEL TERRENO | 59 |
| 3.5. | TAMAÑO | 59 |
| 3.6. | AMBIENTES..... | 60 |
| 3.7. | GEOMETRÍA | 60 |
| 3.8. | ORIENTACIÓN RESPECTO AL SOL..... | 62 |
| 3.9. | PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO | 63 |
| 3.9.1. | Preparando el Terreno..... | 63 |
| 3.9.2. | Limpieza de Terreno | 64 |
| 3.9.3. | Trazando el Terreno | 65 |
| 3.9.4. | Excavación de Zanjas..... | 66 |
| 3.9.5. | Selección del Stipa Ichu..... | 69 |
| 3.9.6. | Elaboración de Paneles | 70 |
| 3.9.7. | Colocación del Tejido en el Marco de Madera | 72 |
| 3.9.8. | Los Acabados | 75 |
| 3.9.9. | Cobertura de Stipa Ichu..... | 77 |
| 3.9.10. | Colocación de Sensores de Temperatura al Interior de las Viviendas.... | 82 |
| 3.9.11. | Vivienda Final Tradicional y Propuesta | 83 |

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

| | | |
|--------|--|----|
| 4.1. | RESULTADOS | 84 |
| 4.1.1. | Comparación de Temperaturas Durante los Meses Junio, Julio y Agosto. | 84 |
| 4.1.2. | Resultados Promedios Generales Durante la Temporada de Investigación | 95 |
| 4.1.3. | Estadística de Pruebas de Hipótesis | 96 |
| 4.1.4. | Análisis y Comparación de Costos..... | 99 |



| | |
|--|------------|
| 4.1.6. Diseño de la Estructura de Madera | 107 |
| 4.1.7. Comparación de Confort Térmico con Otras Investigaciones..... | 115 |
| 4.1.8. Comparación de Ventajas y Desventajas con Otras Viviendas Tradicionales | 117 |
| 4.1.9. Comparación de Ventajas y Desventajas con Otras Coberturas Tradicionales | 118 |
| 4.2. DISCUSIÓN | 119 |
| V. CONCLUSIONES..... | 120 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 122 |
| VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA | 123 |

Tema : Construcción de Vivienda Bioclimática.

Área : Construcciones

Línea de Investigación: Construcciones y Gerencia.

Fecha de sustentación: 10 de enero, 2020



INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: SEM Micrografía para a) y b) del vástago de fibra de ichu y c) y d) Ichu licencia fibra..... | 26 |
| Figura 2: Festuca Dolichophylla presl..... | 27 |
| Figura 3: Festuca weberbaueri Calamagrostis recta..... | 28 |
| Figura 4: Calamagrostis recta..... | 28 |
| Figura 5: Stipa Ichu..... | 29 |
| Figura 6: Festuca ortophylla..... | 30 |
| Figura 7: Calamagrostis rígida..... | 30 |
| Figura 8: Festuca Dolychophylla Presl..... | 31 |
| Figura 9: Stipa Ichu..... | 31 |
| Figura 10: inclemencia climática de la zona de estudio..... | 40 |
| Figura 11: Temperatura mínima, senamhi..... | 43 |
| Figura 12: Componentes de la estructura de madera..... | 55 |
| Figura 13: Ubicación Geográfica..... | 57 |
| Figura 14: Desarrollo de actividad en el asentamiento humano de Chillapalca..... | 58 |
| Figura 15: Vista frontal de la vivienda..... | 60 |
| Figura 16: Vista diagonal de la vivienda..... | 60 |
| Figura 17: Volumetría de la vivienda..... | 61 |
| Figura 18: Cobertura de la vivienda con Stipa Ichu..... | 61 |
| Figura 19: Vivienda tradicional de la zona..... | 61 |
| Figura 20: Vivienda Propuesta con tabiquería bioclimática..... | 62 |
| Figura 21: Movimiento Aparente del Sol..... | 63 |
| Figura 22: Cantera del Stipa Ichu..... | 64 |
| Figura 23: Eliminación de malezas existentes, sobre el terreno de construcción..... | 65 |
| Figura 24: Limpieza de Terreno..... | 65 |
| Figura 25: Trazado de Terreno..... | 66 |
| Figura 26: Selección de piedra mediana para reforzar la cimentación de la vivienda.... | 67 |
| Figura 27: Colocado de piedra mediana, en la zanja de cimentación..... | 67 |
| Figura 28: Preparado de mezcla para rellenar los espacios vacíos..... | 68 |
| Figura 29: Humedecimiento antes de cubrir con la mezcla de mortero de barro..... | 68 |
| Figura 30: Mezcla de mortero de barro para rellenar los espacios vacíos en la cimentación. | 69 |



| | |
|--|-----|
| Figura 31: Extracción del stipa ichu. | 70 |
| Figura 32: Acopio del material stipa ichu en la cantera de Chillapalca. | 70 |
| Figura 33: Molde para el tejido con Stipa Ichu y Festuca Dolichopylla Presl. | 71 |
| Figura 34: Tejido de Stipa Ichu y Festuca Dolichopylla Presl. | 72 |
| Figura 35: Armado de la estructura de madera. | 72 |
| Figura 36: Colocación del tejido en la estructura de madera. | 73 |
| Figura 37: Empleando clavo de 1”, para fijar la malla de acero galvanizado. | 74 |
| Figura 38: Trabajo culminado vista lateral. | 74 |
| Figura 39: Tarrajeo exterior de tabiquería con stipa ichu. | 75 |
| Figura 40: Vista final del tarrajeo. | 76 |
| Figura 41: Nivelación del tarrajeo interior con yeso. | 76 |
| Figura 42: Componentes de la Estructura de la Cercha. | 78 |
| Figura 43: ubicación de cercha, correas y viga cumbrera. | 78 |
| Figura 44: Tensado del Stipa Ichu con la cuerda. | 79 |
| Figura 45: Vista frontal de la cobertura. | 79 |
| Figura 46: Colocado del Stipa Ichu en los laterales derecho e izquierdo de la vivienda. | 80 |
| Figura 47: colocado de la capa final a base de Stipa Ichu. | 81 |
| Figura 48: Techo cubierto de stipa ichu. | 81 |
| Figura 49: Lectura de temperatura en vivienda construida con stipa ichu. | 82 |
| Figura 50: Recojo de datos de temperatura. | 82 |
| Figura 51: Vivienda tradicional de la zona. | 83 |
| Figura 52: Vivienda construida con tabiquería bioclimática stipa ichu. | 83 |
| Figura 53: Grafico final de la prueba de hipótesis. | 98 |
| Figura 54: Detalle de resultado de cargas. | 109 |
| Figura 55: Esbeltez fuera del plano. | 113 |
| Figura 56: Esbeltez en el plano. | 113 |



INDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1: Caracterización Física del Stipa Ichu..... | 25 |
| Tabla 2: Tipos de ichu en la zona de estudio, nombre científico y típico. | 29 |
| Tabla 3: Temperaturas Mínimas según Senamhi. | 42 |
| Tabla 4: Ubicación de las viviendas. | 56 |
| Tabla 5: Actividad pecuaria del asentamiento humano Chillapalca. | 59 |
| Tabla 6: Dimensión del dormitorio en la vivienda tradicional y propuesta | 59 |
| Tabla 7: Temperatura vivienda tradicional del 18-30 de junio 2019..... | 84 |
| Tabla 8: Temperatura vivienda propuesta del 18-30 de junio 2019. | 85 |
| Tabla 9: Comparación de temperatura del 18-30 de junio 2019..... | 86 |
| Tabla 10: Temperatura vivienda tradicional del 01-15 de julio 2019..... | 87 |
| Tabla 11: Temperatura vivienda tradicional del 16-31 de julio 2019..... | 88 |
| Tabla 12: Temperatura vivienda propuesta del 01-15 de julio 2019. | 89 |
| Tabla 13: Temperatura vivienda propuesta del 16-31 de julio 2019. | 90 |
| Tabla 14: Comparación de temperatura del 01-31 de julio 2019..... | 91 |
| Tabla 15: Temperatura vivienda tradicional del 01-10 de agosto 2019. | 92 |
| Tabla 16: Temperatura vivienda propuesta del 01-10 de agosto 2019..... | 93 |
| Tabla 17: Comparación de temperatura del 01-10 de agosto 2019..... | 94 |
| Tabla 18: Temperatura promedio mínimo..... | 95 |
| Tabla 19: Temperatura promedio máximo..... | 95 |
| Tabla 20: Datos de estadística t de student..... | 96 |
| Tabla 21: Distribución normal..... | 97 |
| Tabla 22: Corte del stipa ichu para cobertura de la vivienda propuesta. | 99 |
| Tabla 23: Colocación de cobertura de stipa ichu de la vivienda propuesta..... | 99 |
| Tabla 24: Corte de stipa ichu para panel bioclimático de la vivienda propuesta. | 100 |
| Tabla 25: Armado de panel bioclimático de la vivienda propuesta..... | 100 |
| Tabla 26: Tarrajeo interior con yeso de la vivienda propuesta. | 101 |
| Tabla 27: Tarrajeo exterior con mortero de la vivienda propuesta. | 101 |
| Tabla 28: Armadura de madera de la vivienda propuesta. | 102 |
| Tabla 29: Presupuesto vivienda propuesta. | 102 |
| Tabla 30: Corte del stipa ichu para cobertura de la vivienda tradicional. | 103 |
| Tabla 31: Colocación de cobertura de stipa ichu de la vivienda tradicional. | 103 |



| | |
|--|-----|
| Tabla 32: Corte de stipa ichu para mezcla de mortero de barro de la vivienda tradicional. | 104 |
| Tabla 33: Acarreo de piedra mediana de la vivienda tradicional..... | 104 |
| Tabla 34: Preparación de mortero de barro de la vivienda tradicional..... | 105 |
| Tabla 35: Armado de tabiquería de piedra mediana de la vivienda tradicional..... | 105 |
| Tabla 36: Tijeral de madera de la vivienda tradicional. | 106 |
| Tabla 37: Presupuesto de vivienda tradicional..... | 106 |
| Tabla 38: Modulo de elasticidad de la madera..... | 110 |
| Tabla 39: Esfuerzos admisibles de madera..... | 110 |
| Tabla 40: Longitud efectiva..... | 112 |
| Tabla 41: Comparación de confort térmico con otras investigaciones..... | 115 |
| Tabla 42: Ventajas y desventajas de las viviendas..... | 117 |
| Tabla 43: Ventajas y desventajas de cobertura. | 118 |



RESUMEN

La presente investigación pretende evaluar la eficiencia de una vivienda construida con tabiquería bioclimática a base del *Stipa Ichu* y *Festuca Dolichophylla Presl* para mejorar el confort térmico de la zona de Chillapalca, San Antonio de Putina, para su estudio bioclimático en contraste con la vivienda tradicional de la zona, para así poder aislar a las casas del friaje en épocas en que la temperatura desciende bajo cero, de tal modo minimizar el friaje y optimizar el uso de los recursos de la zona. Para llegar al propósito indicado se realizó la construcción de la vivienda bioclimática con Paneles, estos se elaboraron realizando el tejido con material orgánico de la zona a base del *Stipa Ichu* con el amarre del *Festuca Dolichopylla presl*, con 6 hiladas en cada panel, para posteriormente ser colocados sobre el marco de madera, una vez culminado, se coloca la malla de acero galvanizado, para mayor adherencia al revestimiento, tanto interior con yeso $e=1.5\text{cm}$ y exterior con mortero $e=2.5\text{cm}$. En la metodología, para evaluar la eficiencia entre la vivienda propuesta y la tradicional se considera la misma geometría, orientación respecto al sol y altitud 4332msn, para después realizar la comparación de temperaturas en el interior de la vivienda; área= 7.5m^2 , largo= 3.0m , ancho= 2.5m , alto= 1.80m , y con muros $e=15\text{cm}$. Finalmente con el uso de los sensores de temperatura, se realizó el análisis del desempeño del confort térmico de las viviendas en la zona altoandina, obteniendo una temperatura Máximo de 18.42°C y Mínimo de 3.70°C en la vivienda propuesta y en la vivienda tradicional con un Máximo de 15.28°C y Mínimo de -2.16°C . Durante los meses de Junio, Julio y Agosto. Estos resultados indican que la vivienda propuesta mejora el confort térmico con una eficiencia de 5.83°C respecto a la vivienda tradicional.

Palabras claves: Confort-térmico / *Stipa-Ichu* / *Festuca-Dolichophylla-Presl*.



ABSTRACT

This research aims to evaluate the efficiency of a house built with bioclimatic partition walls based on *Stipa Ichu* and *Festuca Dolichophylla Presl* to improve the thermal comfort of the Chillapalca area, San Antonio de Putina, for its bioclimatic study in contrast to the traditional housing of the area, in order to isolate the houses from the cold at times when the temperature drops below zero, thereby minimizing the cold and optimizing the use of the resources in the area. To achieve the stated purpose, the construction of the bioclimatic house with Panels was made, these were made by making the fabric with organic material from the area based on *Stipa Ichu* with the mooring of the *Festuca Dolichopylla presl*, with 6 rows on each panel, for later be placed on the wooden frame, once finished, the galvanized steel mesh is placed, for greater adhesion to the cladding, both interior with plaster $e = 1.5\text{cm}$ and exterior with mortar $e = 2.5\text{cm}$. In the methodology, to evaluate the efficiency between the proposed and the traditional housing, the same geometry, orientation with respect to the sun and altitude 4332msn are considered, and then compare temperatures inside the house; area = 7.5m^2 , length = 3.0m , width = 2.5m , height = 1.80m , and with walls $e = 15\text{cm}$. Finally, with the use of the temperature sensors, the analysis of the performance of the thermal comfort of the houses in the high Andean zone was performed, obtaining a maximum temperature of 18.42°C and a minimum of 3.70°C C in the proposed housing, and in the dwelling traditional with a maximum of 15.28°C and a minimum of 5.83°C . During the months of June, July and August. These results indicate that the proposed home improves thermal comfort with an efficiency of 5.83°C compared to traditional housing.

Keywords: Thermal-comfort / *Stipa-Ichu* / *Festuca-Dolichophylla-Presl*.



CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

La situación de las viviendas de las comunidades de las zonas alto andinas es permanentemente olvidado, debido a la falta de las condiciones de confort térmico de las viviendas y la pérdida de calidad en las formas de construcción que provoca infiltraciones de frío, esto motivó a la preocupación para investigar y poder hacer la propuesta de una vivienda construida con tabiquería bioclimática a base del Stipa Ichu y Festuca Dolichophylla Presl para mejorar el confort térmico de la zona de Chillapalca, San Antonio de Putina.

La situación constructiva ha sido desarrollada con el uso de tecnologías ancestrales en la construcción, que han pasado de generación a generación de forma práctica y oral, utilizando la tierra y adobe, en algunos casos la piedra mediana, con problemas severos de condiciones térmicas, filtración de aire frío por rendijas en muros, techos, puertas y ventanas.

Actualmente se está cambiando los materiales tradicionales por el ladrillo, acero y cemento, en formas constructivas, sin considerar el tema climático y las condiciones térmicas de dichos materiales.

Las viviendas actuales, son refugios básicos para las inclemencias climáticas, no tienen las condiciones mínimas de confort. Esto es más notorio por las condiciones climáticas de gran oscilación térmica mensual-anual de la zona, donde las temperaturas están por debajo de la zona de confort establecido.

El trabajo se centró en la propuesta de una vivienda construida con tabiquería bioclimática a base del Stipa Ichu y Festuca Dolichophylla Presl para mejorar el confort térmico, de esta manera, estos son recursos naturales de la zona.



1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las heladas son un fenómeno climatológico que consiste en el descenso de la temperatura que llegan por debajo de los cero grados; causando enfermedades respiratorias hasta a veces son mortales para sus habitantes. La vivienda es el espacio que debe ofrecer refugio y protección a los seres humanos y es el factor fundamental para reducir el impacto de las intensas olas de frío que viene golpeando a la población de las comunidades alto andinas. Sin embargo, la carencia de viviendas adecuadas y las inadecuadas prácticas de construcción de viviendas en las zonas rurales sin las mínimas consideraciones de confort térmico, originan infiltraciones de aire frío que enfrían el interior de las viviendas tradicionales. Vivir así es incómodo, por estas razones principalmente la población juvenil y mayores han optado por migrar a las principales ciudades fronterizas más cercanas a la región de Puno, en busca de mejores condiciones de vida. La zona de estudio se ubica específicamente en el Asentamiento Humano de Chillapalca, de la Provincia de San Antonio de Putina a 4332 msnm, donde se observa que los pobladores viven en situaciones precarias, sus viviendas totalmente frías, sus diseños hechos sin las mínimas consideraciones de aislamiento térmico. Son las que han motivado para el desarrollo del presente tema de investigación, planteando una vivienda construida con tabiquería bioclimática a base del *Stipa Ichu* y *Festuca Dolichophylla Presl*, con el fin de elevar la temperatura interior de las viviendas, mediante soluciones constructivas adecuadas al ámbito social de sus pobladores, logrando así un gran nivel de confort térmico de la vivienda propuesta y la adaptación del ser humano y el medio ambiente, realizando el mínimo consumo de energía y haciendo uso de los recursos orgánicos de la zona (*Stipa Ichu*).

Es importante la realización de esta propuesta porque ofrece una alternativa de solución, brindando una adecuada calidad de vida al ser humano.



1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

- Evaluar la eficiencia de una vivienda construida con tabiquería bioclimática a base del stipa ichu y festuca dolichophylla presl para mejorar el confort térmico.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Comparación del confort térmico de la vivienda construida con tabiquería bioclimática a base Stipa Ichu y Festuca Dolichophylla Presl, con las viviendas tradicionales de la zona de estudio.

1.3. HIPOTESIS

1.3.1. Hipótesis General

- La vivienda construida con tabiquería bioclimática a base del Stipa Ichu y festuca dolichophylla presl es eficiente para mejorar el confort térmico.

1.3.2. Hipótesis Específicos

- La temperatura al interior de la vivienda construida a base del Stipa Ichu y Festuca Dolichophylla Presl es de mejor confort térmico con respecto a la vivienda tradicional.



CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEORICO

2.1.1. Antecedentes

(ACERO, 2016) La presente investigación titulada “Evaluación y diseño de vivienda rural bioclimática en la comunidad campesina de Ccopachullpa del distrito de Ilave” se enmarca en la descripción del diseño y su utilidad de una vivienda rural con características bioclimáticas. La investigación se delimitó en toda el área geográfica de la comunidad campesina de Ccopachullpa del distrito de Ilave. La urgente necesidad de contrarrestar los efectos del cambio climático nos ha llevado a realizar esta investigación y para ello nos hemos planteado como objetivo general evaluar y diseñar una vivienda rural bioclimática, considerando los factores climatológicos, ubicación, orientación, distribución, actividad y que contribuya mejorar la ocupación confortable a sus habitantes en la comunidad campesina de Ccopachullpa. La investigación se sustenta en el método de tipo descriptivo – exploratorio y observacional, porque se realizó una evaluación situacional de la vivienda de dichas familias; asimismo, en el proceso del diseño de la vivienda bioclimática se consideraron criterios constructivos de sistemas pasivos de climatización y aislamiento térmico en los techos, ventanas, puerta y pisos de los dormitorios, con la que se reduce las pérdidas de calor haciéndose uso de los parámetros climatológicos de la estación meteorológica de Ilave, como temperatura máxima, mínima, velocidad de viento y la radiación solar global de la estación de Puno. Los resultados obtenidos son:



-La vivienda propuesta impulsa el uso de la energía solar para climatizar el ambiente interior, la captación solar se da a través de invernadero solar, claraboyas y ventanas con una cobertura de cortinas para reducir las pérdidas de calor por la noche.

-Esta vivienda rural bioclimática tiene un área de 157.02 m² y consta de 3 ambientes: un ambiente de 19.90m² y dos ambientes de 13.83m². Los muros de la vivienda son de adobe de 38cm de espesor, el techo es a dos aguas con planchas de calamina, todos los ambientes cuentan con un aislante térmico de poliestireno y triplay en el cielo raso a 2.49m del suelo, los pisos están aislado térmicamente y consta de una cama de grava sobre la que se coloca durmientes de madera y planchas de poliestireno y sobre los mismos el colocado de machihembrado de madera. Asimismo, tiene una puerta de madera tipo contraplacado con aislamiento de poliestireno en el medio, esto para reducir los puentes térmicos y contrarrestar este efecto de pérdida de calor en todos los ambientes. Adicionalmente tiene un invernadero adosado de 13.94m x 2.80m x 1.74m en la parte posterior de los dormitorios, así mismo, se tiene adosado un pasadizo en la parte frontal de los dormitorios, también en los techos se ubican 6 claraboyas translucidas de policarbonato que permiten el ingreso directo de la radiación solar dos en cada ambiente; además, en el cielo raso se acondicionaron ductos con puertas corredizas, de tal forma que en el día se permita el ingreso directo de la radiación solar y en la noche se cierran las puertas corredizas para evitar pérdidas de calor de los ambientes. Con esta propuesta se reducen las pérdidas de calor y lo que



origina un incremento de la temperatura interior dentro del ambiente con respecto a la temperatura exterior.

-La vivienda diseñada, se caracteriza por lograr un máximo confort dentro de la vivienda con una temperatura de 18°C, tomando en consideración la buena ubicación de la vivienda hacia el norte, para que los elementos y/o sistemas pasivos que se consideraron produzcan calor.

(EDUARDO & ZEGARRA, 2015) Tiene como objetivo proponer una tabiquería ecológica con criterios de bioconstrucción para la ciudad de Puno; buscando aprovechar los recursos naturales de la zona, de tal modo minimizar el impacto ambiental y el costo de las construcciones.

Para llegar a la premisa indicada, se aplicó la siguiente metodología: la primera etapa consistió en someter la totora a ensayos de caracterización física: densidad, contenido de humedad y porosidad. Como segunda etapa se ensayaron muestras de tabiquería sin revestimiento utilizando la técnica de la k'esana (tejido de totora) para identificar el número de hiladas apropiado (4, 5 ó 6 hiladas), así mismo se aplicó un revestimiento de yeso y otro de mortero de cemento, con espesores de 0.5cm, 1.0cm y 1.5cm y se obtuvo el comportamiento ante agentes externos: impactos, ruidos molestos, cambios de temperatura y fuego. Los resultados obtenidos son:

-Se evaluaron dos revestimientos para la tabiquería ecológica, de los cuales el revestimiento de yeso de 1.0cm de espesor presentó mejor comportamiento ante todos los agentes externos analizados, destacando en el aislamiento térmico y acústico, sin embargo, el revestimiento de mortero de 1.0cm de espesor, presentó muy buena resistencia ante los impactos y al fuego.



-La ejecución de la tabiquería ecológica propuesta con revestimiento de yeso o mortero de 1.00 cm. de espesor.

Resultan más económicas en relación al empleo de otras alternativas de tabiquerías modernas y tradicionales como son el adobe, el ladrillo y el drywall, además el proceso constructivo no requiere personal calificado para su elaboración.

(ATAHUACHI & CARCAUSTO, 2018) La presente investigación tiene como objetivo proponer un material de construcción que consiste en un aislante termoacústico a base de Stipa Ichu, el cual permitirá atenuar el ruido y cambios drásticos de temperatura que se perciben en el interior de viviendas construidas de albañilería confinada y concreto armado de sectores en expansión urbana de la ciudad de Puno, que se encuentren en la etapa de construcción (sin revestimiento); aprovechando un recurso natural accesible de extraer en toda nuestra región, y otros lugares con pisos ecológicos y altitudinales similares, permitiendo que las viviendas tengan un confort térmico y acústico, además de ser económico en comparación a otros materiales termoacústico del mercado. Para alcanzar nuestros objetivos, se aplicó el siguiente procedimiento: Primero, se determinó las propiedades físicas del Stipa Ichu como componente principal del aislante termoacústico, mediante ensayos de caracterización: Densidad, porosidad, durabilidad, contenido de humedad y coeficiente de absorción; como siguiente paso, se elaboró las muestras de manera manual, divididas en dos tipos de muestras; luego, se determinó el comportamiento de las muestras elaboradas y propuestas como aislante termoacústico, a base de Stipa Ichu y recubierta con yeso para mejorar su desempeño ante agentes externos como: cambios drásticos de temperatura, ruido, fuego y flexión (ensayos de aislamiento térmico,



aislamiento acústico, resistencia al fuego y resistencia a la flexión). Los resultados obtenidos son:

-El aislante termoacústico a base de Stipa Ichu prensado de un espesor de 5cm recubierto con 1cm de yeso, es un espesor promedio para atenuar el ruido y cambios drásticos de temperatura en las viviendas.

-Las propiedades físicas del Stipa Ichu como densidad, contenido de humedad y porosidad, son adecuadas para utilizarla como elemento principal del material propuesto como aislante termoacústico.

-El aislante termoacústico a base de Stipa Ichu de 5cm de espesor recubierta con 1cm de yeso se encuentra dentro de los parámetros permisibles, de acuerdo a las normativas de durabilidad natural, aislamiento térmico, aislamiento acústico, resistencia al fuego y flexión.

-Se ha determinado que la muestra con espesor promedio de Stipa Ichu 5cm, alcanza un coeficiente de conductividad térmica de $0.066 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ y el material compuesto de Stipa Ichu 5cm + YESO, alcanza a $0.033 \text{ W/m}^\circ\text{K}$, lo que representa que, si es adecuado para ser utilizado como material de aislamiento térmico, permitiendo atenuar los cambios drásticos de temperatura.

(ARANDA & FLORES, 2018). “Resistencia a flexión en vigas de concreto al sustituir en un 5% el cemento por cenizas de ichu (Stipa Ichu)”. Agroindustrial, como la CBCA, en sustitución porcentual del árido fino, Analizar la influencia que puede ejercer el diferente criterio de sustitución utilizado para remplazar los áridos finos convencionales, por la CBCA como árido sobre las propiedades del concreto diseñado y Evaluar con base a los resultados obtenidos de las probetas, la factibilidad alternativa de utilizar la CBCA como sustituto de árido fino para concreto.



Siendo de tipo experimental de nivel Cuasi – Experimental y llego a las siguientes conclusiones: Con respecto a los ensayos de resistencia mecánica, se encontró que la sustitución parcial de CBCA alcanzaron resistencias menores con respecto a un concreto convencional. Sin embargo, el concreto con un 5% DE CB CA a los 60 días desarrollo una resistencia casi a la de diseño (335kGg/cm²). Como conclusión tiene:

Se activó térmicamente las cenizas de Ichu a 750° C que es una temperatura óptima debido al cambio de fase producto de ello se producirán óxidos deseados.

La incorporación de Cenizas de Ichu, repercute sobre las propiedades del concreto en estado fresco, el asentamiento de la mezcla aumenta de 3” a 3.5”.

2.1.2. Stipa Ichu

A. Definición

El ichu, paja brava o paja ichu (stipa ichu), es un pasto de los andes peruanos, que también aparece en zonas similares de Venezuela, Bolivia, Colombia, Ecuador, Chile y Argentina. Tiene presencia también en la sierra de México y Guatemala.

Según Ruíz y Pavón (1886) menciona que El iru ichu o paja brava es una herbácea forrajera de consistencia dura, especialmente en estado maduro. El iru ichu, es resistente a los vientos del altiplano pues posee una serie de escamas, y su forma aguijonada y dura, así como la técnica de armado permite que se entrecruce efectivamente para el techado. El techado de la casa es una actividad comunitaria, que reproduce prácticas de reciprocidad; unos



preparan el iru ichu, otros lo extienden sobre el techo, con barro logrando que se fije.

Otro uso de esta planta es utilizado en infusiones para los cólicos y para el dolor de muelas en medicina natural, es utilizada para el tratamiento de la vesícula biliar, hirviendo solo la parte verde de la planta, también sirve de alimento, forraje para el ganado vacuno. (BRIONES & ESTRADA, 2018).

La paja (*Stipa Ichu* L.) es una planta perenne que forma matas densas con culmos de 20 - 130 cm de alto (Mendoza, 2008). Es un pasto de los andes peruanos, que también aparece en zonas similares de Venezuela, Bolivia, Colombia, Ecuador, Chile y Argentina. Tiene presencia también en la sierra de México y Guatemala. (Hurtado, 2016).

El aspecto de las matas es de color pajizo por las láminas secas, que se quedan en la mata. Láminas rectas involutivas, filiformes de 10 - 40 cm de largo. Panícula oblonga, 5 - 40 cm de largo, en el ápice con un mechón de pelos en forma de pupas. Comúnmente usado incluyendo las raíces para techar las casas, trenzados en anillo para proteger los cuernos del respaldo del yugo, en la agricultura se usa la paja como para elaborar chuño y para revestir el Kairu (montón de tierra dentro de las parcelas, en que se guarda la papa), es también común su uso como leña (MENDOZA F. L., 2018).

Son vegetaciones distribuidas en diferentes pisos térmicos desde los 3,500 m hasta los 4,000 m, cubriendo planicies y laderas, en áreas de suelos delgados con pH ácido. La especie dominante es la *Stipa ichu* que tiene un corto periodo de rebrote, permaneciendo seca la mayor parte del año. Algunas especies que acompañan al ichu en las laderas son *Aristida enodis*. Estos



pastizales son de muy baja capacidad de carga a pesar de que aparentemente muestran una buena biomasa. (MAYTA, 2018).

B. Clasificación Taxonómica del *Stipa Ichu*

De acuerdo a la clasificación taxonómica de Fredi Mayta (2018), describe:

1. **Nombre científico:** *Stipa ichu*
2. **Familia:** GRAMÍNEAS
3. **Descripción Botánica:** Planta perenne; crece en manojos densos, de 20–60 cm de altura; hojas de 10–25cm de largo, enrolladas con vulutas rígidas; inflorescencia en panícula densa espiciforme de color algo plateado; espiguillas con glumas más largas que la lemma, membranáceas; lemma cilíndrico pubescente, los pelos más largos, como un mechón, en el ápice, a manera de un papus.
4. **Hábitat:** Suelos descubiertos algo degradados, pajonales de puna.
5. **Algunos nombres vulgares:**
 - Zona Aymara: Sikuya
 - Zona Quechua: Sikiuya (Comeruco - Puno)
 - Ichu (Ocongate – Cusco)
 - Sikua ichua (Tocroyoc, Espinar – Cusco)
 - Ichu (Condoroma – Cusco)
6. **Descripción de uso y palatabilidad:** Mayormente consumido por llamas y vacunos, sólo en estado tierno es consumido por alpacas durante el pastoreo de verano (puna seca), también se usa para la mezcla del barro en la elaboración de adobes.
7. **Valor nutricional:**
 - **Proteína cruda:** Elongación 5.1 %

- **Fibra cruda:** Elongación 35.4 %
- **Proteína digestible:** (ovinos). 2.25 % (Elongación).

8. Usos:

- Sirve de Aislante térmico.
- Techado de la casa es una actividad comunitaria, lo extienden sobre el techo, con barro logrando que se fije.
- Otro uso de esta planta es utilizado en infusiones para los cólicos y para el dolor de muelas en medicina natural.
- También sirve de alimento, forraje para el ganado vacuno.

C. Propiedades Físicas de la Fibra de Stipa Ichu.

(QUISPEYHUA, 2018) En su tesis de grado, “Aislamiento termoacústico a base de Stipa Ichu para atenuar el ruido y cambios drásticos de temperatura en viviendas de sectores en expansión urbana de la ciudad de Puno”, realizan los ensayos necesarios para la caracterización física del Stipa Ichu, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 1: Caracterización Física del Stipa Ichu.

| CARACTERIZACIÓN FÍSICA DEL STIPA ICHU | | |
|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| ENSAYO | VALOR | UNIDAD |
| Contenido de Humedad | 10.005 | % |
| Densidad | 1.155 | g/cm ³ |
| Porosidad | 98.534 | % |
| Durabilidad a los hongos | Altamente Resistente | Índice de durabilidad natural |

Fuente: (ATAHUACHI & CARCAUSTO, 2018)

D. Estructura del Stipa Ichu

La estructura de fibra de Ichu está compuesto por los tallos y las hojas, ambos tienen una forma tubular y puede ser confundirse fácilmente. El

diámetro de fibra promedio es de 0.39 y 0.38 para fino y grueso respectivamente (ATAHUACHI & CARCAUSTO, 2018).

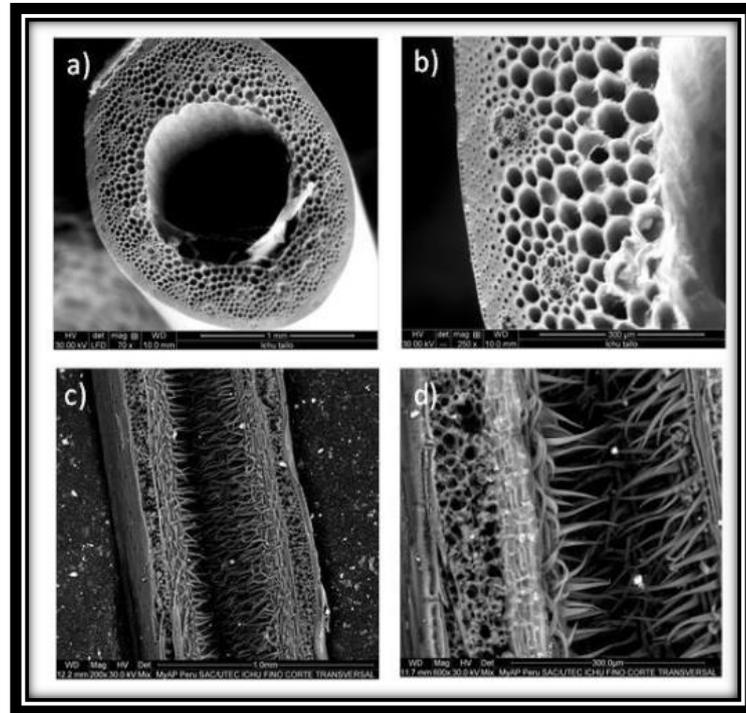


Figura 1: SEM Micrografía para a) y b) del vástago de fibra de ichu y c) y d) Ichu licencia fibra.

Fuente: (ATAHUACHI & CARCAUSTO, 2018).

E. Propagación y Reproducción

Hábitat:

Su habitat es la parte alto andinas el cual conforma el sistema de pastos alto andinas, conformando grandes pajonales o comunidades, siendo el elemento típico y más diversificada en puna en general en los andes de nuestro país. Abarca generalmente a una altitud entre 3200-4200 m.s.n.m en promedio (Tovar, 1993). Esta especie crece en suelos sueltos poco profundo, en planicies, laderas degradadas, borde de cultivos y caminos (Tapia, 1971; citado por Ruiz & Pavón, 1829). Esta especie se ha adaptado a cambios bruscos de temperatura, que es un clima propio de la puna y del altiplano.

Usos:

Son utilizados para aislamiento térmico, en el techado de viviendas alto andinas, su paja es usada como base para el proceso de elaboración del chuño, en algunas regiones son usadas para elaborar soguillas, asimismo los pobladores también lo usan para la elaboración del adobe. (RIVERA, 2018).

F. Tipos de Gramíneas de la Familia Poaceae (Stipa Ichu)

Se conoce también como "Ichus" a otras gramíneas de apariencia similar, de los géneros Stipa, Festuca y Calamagrostis.

Otras plantas frecuentes en este tipo de pastizales son las anuales Tajetis, Bouteloa y Muhlenbergia; geraneáceas como Geranium sessiliflora, Erodium cicutaruyum "Alfilerillo", Bidens andicola (MENDOZA P. S., 2008).

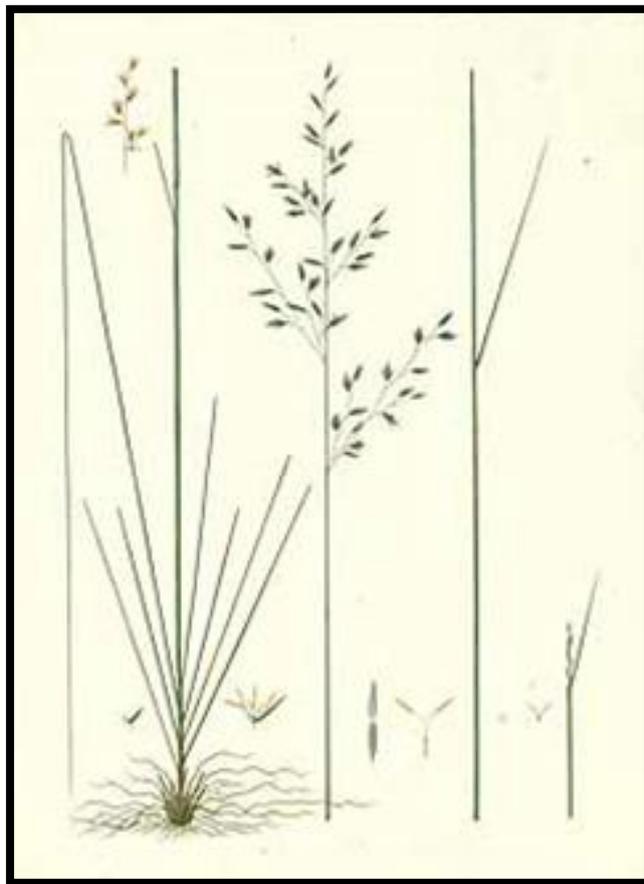


Figura 2: *Festuca Dolichophylla presl*

Fuente: (MENDOZA P. S., 2008).



Figura 3: Festuca weberbaueri Calamagrostis recta
Fuente: (MENDOZA P. S., 2008).



Figura 4: Calamagrostis recta
Fuente: (MENDOZA P. S., 2008).



Figura 5: Stipa Ichu.

Fuente: (MENDOZA P. S., 2008).

Tabla 2: Tipos de Ichu en la zona de estudio, nombre científico y típico.

| TIPOS DE ICHU EN LA ZONA DE ESTUDIO | | |
|--|----------------------|---|
| NOMBRE CIENTIFICO | NOMBRE TIPICO | APLICACIÓN |
| Stipa Ichu | Ichu o Ischo | <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de Adobes • Cobertura de Techo En Zonas Alto andinas • Como Material de Aislante Térmico. |
| Festuca Dolichophylla Presl | Chilligua o Qólla | <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de cuerdas o Q'eswa, sirve para amarrar y como forraje. |
| Calamagrostis Rígida | Huaylla Ichu | <ul style="list-style-type: none"> • Usado como capa final que protege el techo de la vivienda. |
| Festuca Ortophylla | Iru Ichu | <ul style="list-style-type: none"> • Uso como forraje. |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



Figura 6: Festuca ortophylla.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



Figura 7: Calamagrostis rígida.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



Figura 8: Festuca Dolychophylla Presl.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



Figura 9: Stipa Ichu
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



2.1.3. Festuca Dolychophylla Presl

A. Descripción

Chillihua-Ichu, Chilligua.

Tovar (Planta perenne, en densos manojos, de 35-70cm. De altura: hojas de 10-35 cm. De largo que sobrepasan las cañas floríferas comúnmente; panícula de 10-17cm. De largo, angosto; espiguilla 4-5 flora, de 9-11mm. De largo; glumas agudas o subagudas; lemma de 6-7mm. De largo, ligeramente aristada.

B. Hábitat

Pajonal de Puna, formando grandes comunidades denominadas “chillihuares”.

C. Usos

Especie de múltiples usos, como forrajes, es materia prima para la confección de soguillas, canastillas y también para el techado de chozas del campesino.

Buen forraje para el ganado, se emplea para la confección de escobas, soguillas y también en construcciones rurales.

D. Distribución y Superficie

Las praderas de “Chillihua” se encuentran distribuidas en forma discontinua en el altiplano, ocupan principalmente zonas de relieve plana, planicie angosta ondulada, se desarrollan en suelos profundos, de textura franco arcilloso estacionalmente húmedos, de permeabilidad moderada lenta y ligeramente ácido a neutro.

En el altiplano norte existe una extensión estimada de 229.781 hectáreas y en la zona sur ocupa una superficie estimada de 12,008 hectáreas.



Por lo general esta pradera se localiza en las zonas de vida bosque húmedo montano y paramo muy húmedo subalpino entre los 3830 y 4600 metros de altitud.

2.1.4. Confort Térmico

El confort es el parámetro más importante dentro del diseño arquitectónico bioclimático; lograr el bienestar físico y psicológico es el objetivo primordial al diseñar y construir cualquier espacio, pues cuando no se cuentan con las condiciones térmicas, de humedad, acústica y lumínicas, nuestra eficiencia y productividad se reducen considerablemente. La falta de confort puede ocasionar graves trastornos físicos psicológicos y amenazan seriamente la salud. (Roque & Cruz, 2018).

Según, Wikipedia (2015) La arquitectura bioclimática consiste en el diseño de edificios teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para disminuir los impactos ambientales, intentado reducir los consumos de energía. La arquitectura bioclimática está íntimamente ligada a la construcción ecológica, que se refiere a las estructuras o procesos de construcción que sean responsables con el medio ambiente y ocupan recursos de manera eficiente durante todo el tiempo de vida de una construcción. También tiene impacto de salubridad de los edificios a través de un mejor confort térmico, el control de los niveles de CO₂ en los interiores, una mayor iluminación y la utilización de materiales de construcción no tóxicos avalados por declaraciones ambientales.



(GUAZIN, 2002) en su libro indica, uno de los propósitos fundamentales de la arquitectura es proveer de adecuadas, estables y permanentes condiciones de habitualidad a sus habitantes, con prioridad en el confort térmico, requerimiento básico e imprescindible para la actividad humana.

Hoy es necesario no solo alcanzar los parámetros de confort requeridos, sino lograrlo con el menor uso de energía no renovable posible, aprovechando la energía solar en sus diversas fases y/o utilizando energía renovable si es necesario.

El confort térmico puede definirse como la manifestación subjetiva de conformidad y satisfacción con el ambiente térmico existente. Este confort térmico está directamente relacionado con el balance térmico del cuerpo humano.

El concepto de confort térmico, hace referencia a las condiciones de diseño y especificación de los espacios y ambientes con las cuales se asegura que las variables climáticas no interfieren en las actividades que en ellos se desarrollan.

Según (FERNANDEZ GARCIA, 1994): “conjunto de condiciones en las que los mecanismos de autorregulación son mínimos o como la zona delimitada por unos umbrales térmicos en la que el mayor número de personas manifiesta sentirse bien”.

Según (CORRALES PICARDO, 2012) indica, el cuerpo humano tiene internamente una temperatura que varía entre 36.5 °C y 37 °C. El equilibrio térmico del cuerpo consiste en mantener la temperatura dentro de esos rangos:

Si la temperatura aumenta o disminuye puede provocar las lesiones graves, de tal modo que entre 30 y 35 °C se producen complicaciones de circulación y por encima de 41 a 42 °C puede llegar al estado de coma o colapso total. (p. 65).

Factores que Determinan el Confort Térmico

a) Temperatura exterior

Según (Roque & Cruz, 2018) indica: la temperatura exterior determinará el patrón de oscilación de la temperatura interior a lo largo del día y de las estaciones anuales por lo que este será más natural que, si no lo tomáramos en cuenta. Esto nos indica que existe una relación muy estrecha entre el ambiente exterior y el interior muy interesante por la oscilación de la temperatura de una manera paralela con la oscilación en el exterior comportándose la envolvente del edificio como un amortiguador de los efectos del clima exterior y no como un aislante de este.

b) humedad relativa

Es un parámetro importante para determinar el grado de confort térmico de una vivienda, siendo este parámetro de gran envergadura ya que afecta a la sensación térmica (frio o calor).

Según (SIMANCAS, 2017) indica que la cantidad de agua que contiene el aire, por lo que si su valor es elevado durante el día de calor puede afectar negativamente la sensación térmica de un espacio y que impide que las personas pierdan calor por evaporación de agua, generando cierta incomodidad por el sudor, si este porcentaje de humedad relativa es muy bajo, el organismo también responde negativamente.



La humedad relativa varía según la temperatura, algunos autores recomiendan que sea en como mínimo 30% y como máximo 70%, para estar dentro de la zona de confort térmico.

c) velocidad del aire

La velocidad del aire interviene directamente en la sensación térmica. Las quejas más comunes al hablar sobre el clima al interior de una vivienda son las corrientes de aire. Estas pueden llegar a ocasionar situaciones de discomfort térmico.

d) Clase de vestido

La vestimenta tiene un aporte importante para aislar del cuerpo humano de las condiciones ambientales para evitar las pérdidas de calor.

En un clima frío el efecto de la ropa debe ser aislante térmico para evitar pérdidas de calor frente a factores externos.

Según (DEFFIS, 1992) indica que el rango de temperatura y humedad relativa donde el hombre se siente cómodo. Muchos tenemos la idea intuitiva de que nuestro confort térmico depende fundamentalmente de la temperatura del aire que nos rodea, y nada más lejos de la realidad. Podemos decir que nuestro cuerpo se encuentra en una situación de confort térmico cuando el ritmo al que generamos calor es el mismo que el ritmo al que lo perdemos para nuestra temperatura corporal normal. Esto implica que, en balance global, tenemos que perder calor permanentemente para encontrarnos bien, pero al ritmo adecuado.



Factores que Influyen en el Ritmo de Generación de Calor

a) Actividad física y mental

Nuestro cuerpo debe generar calor para mantener nuestra temperatura corporal, pero también es un "subproducto" de nuestra actividad física y mental.

Para una situación de reposo, el cuerpo consume unas 70 Kcal / hora, frente a una situación de trabajo, donde se pueden consumir hasta 700 Kcal / h para un ejercicio físico intenso (ACERO, 2016).

b) Metabolismo

Cada persona tiene su propio metabolismo y necesita sus propios ritmos para evacuar calor (ACERO, 2016).

Según (HURTADO, 2011) indica que el confort térmico depende de varios parámetros globales externos, como la temperatura del aire, la velocidad de las brisas, la humedad relativa, y otros específicos internos como: la actividad física desarrollada, la cantidad de ropa o el metabolismo de cada individuo.

Para llegar a la sensación de confort, el balance global de pérdidas y ganancias de calor debe ser nulo, conservando de esta forma nuestra temperatura normal, es decir, cuando se cumplen estos principios alcanzamos el equilibrio térmico.

A continuación, exponemos algunos intervalos de valor de los parámetros de confort externos, que interactúan entre sí para la consecución del confort térmico y que se encuentran representados en las Cartas bioclimáticas:

- Temperatura del aire ambiente: entre 18 y 26 °C.



- Temperatura radiante media superficie del local: entre 18 y 26 °C.
- Velocidad del aire: entre 0 y 2 m/s.
- Humedad relativa: entre el 40 y el 65 %.

Los medios físicos envolventes comprenden muchos elementos, como: la luz, el ruido, el clima. Todos estos elementos actúan de manera directa sobre el cuerpo humano que lo absorbe o rechaza y de esa lucha resulta un equilibrio biológico con reacciones físicas y psicológicas, ya que el individuo trata de llegar a un punto en el cual se requiere el mínimo gasto de energía para adaptarse al medio.

a) Confort Higrotermico

El confort depende de varias condiciones termo físicas de la envolvente que nos recubre y el espacio donde habitamos, estos factores están condicionados por el clima o microclima del lugar.

El confort higrotermico solo es una parte que afecta al confort integral, existen otros factores que afecta al confort como ser los factores acústicos, de seguridad, visual o iluminación, espacial y social que complementan para llegar a un confort integral, en este estudio solo nos enfocaremos en el confort higrotermico.

El confort higrotermico también dependen de la fisiología del ser humano, este para contrarrestar esta sensación se defiende contra el frio y también contra el calor. En el primer caso el organismo hace decrecer la conducción de la piel por vasoconstricción, decrecimiento de la evaporación del agua por la piel y por las mucosas (lengua y respiratorio) y la estructura aislante que posee el ser humano como ser los depósitos de grasa, cabello y pelos son los otros elementos que retienen el calor.



En el segundo caso que es la producción de calor, un individuo quieto y desnudo a una temperatura 28° C y 31° C puede mantener la temperatura interna constante solo con las reacciones vasomotoras del organismo; Los músculos internos nos producen calor, cuando es insuficiente la producción de calor a través de los músculos esto se refleja en la piel, ejemplo piel de gallina, temblor, castaño de los dientes.

b) Equilibrio Térmico

El cuerpo debe poseer un equilibrio térmico constante entre su producción calorífica generada por el metabolismo y su pérdida de calor. El equilibrio térmico se encuentra no mayor a 37° C y no mínimo a 21°C, así pues, el equilibrio térmico biológico depende del intercambio de energía del cuerpo humano; este gana o pierde energía constantemente, según la envolvente del lugar. El medio ambiente está determinado por varios elementos; temperatura del aire, vientos, humedad, radiación solar.

c) Transmisión de calor

El calor es una energía que se transmite de unos cuerpos a otros mediante tres tipos de mecanismos diferentes:

Conducción. - La conducción es la manera de transferir calor desde una masa de temperatura más elevada, a otra de temperatura inferior por contacto directo. El coeficiente de conducción de un material, mide la capacidad para conducir el calor a través de su misma masa. Los materiales aislantes tienen un coeficiente de conducción pequeño por lo que su capacidad para conducir el calor es reducida, de ahí su utilidad.

Convección. - La transmisión de calor por convección, es un intercambio de calor entre el aire y una masa material que se encuentran a diferentes

temperaturas. El transporte del calor se produce por movimientos naturales debidos a la diferencia de temperatura, el aire caliente tiende a subir y el aire frío baja, o bien mediante mecanismos de convección forzada.

Radiación. - Es un mecanismo de transmisión de calor, donde el intercambio se produce mediante la absorción y emisión de energía por ondas electromagnéticas, por lo que no existe la necesidad de un medio material para el transporte de la energía. El sol aporta energía exclusivamente por radiación.

Evaporización. - Es la conversión de un equilibrio en vapor; proceso en el cual el cuerpo humano cede el calor latente necesario para evaporar el sudor, provocando así enfriamiento. Depende de la humedad del aire y tiene lugar en la piel por transpiración imperceptible o sudor (HURTADO, 2011).



Figura 10: inclemencia climática de la zona de estudio.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



2.1.5. El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi)

2.1.5.1. Heladas y Frijajes

"Las zonas alto andinas y la Amazonía, enfrentan las bajas temperaturas con consecuencias en la salud de los pobladores en especial de pobreza o pobreza extrema, y nos hemos puesto como meta cerrar las brechas en viviendas, escuelas, cultivos, y cobertizos. En esta apuesta multisectorial hemos decidido priorizar y poner a disposición la información que se genera a través de las diversas entidades que trabajan en estos temas, y precisamente el SENAMHI tiene como propósito brindar información y conocimiento meteorológico y climático para responder a las necesidades de cada zona específica".

El Presidente Ejecutivo del SENAMHI, Ken Takahashi Guevara, explicó los efectos del cambio climático sobre las heladas y el friaje. "El cambio climático ya se viene dando. Uno de los efectos que tal vez no sea tan negativo, es que con el calentamiento las heladas no serán tan severas. Lo que hacemos en instituciones como el SENAMHI, a través del conocimiento científico, es generar información para tener una mirada más nacional y proveer mejores servicios".

Las heladas meteorológicas generalmente inician en abril y terminan en setiembre, alcanzando su periodo más frío y es más frecuente en los meses de junio y julio. El descenso más intenso se registra en las noches y en la madrugada antes de salir el sol (SENAMHI, 2019).

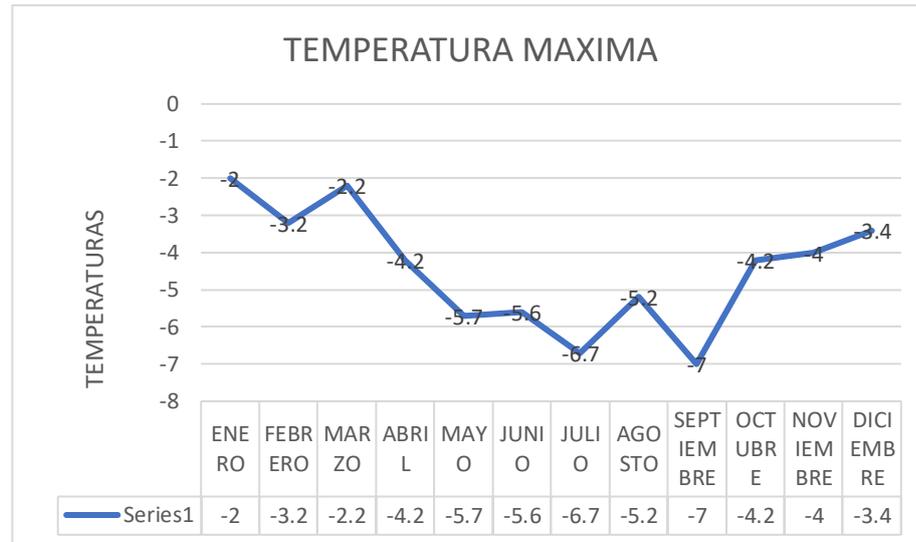
La investigación realizada se llevó a cabo desde el mes de junio hasta el 10 de agosto, este retraso se debe a aspectos sociales que ocurrieron en el proceso de ejecución (ver anexo 3).

Tabla 3: Temperaturas Mínimas según Senamhi.

| AÑO | DÍA | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC |
|-------------------------------|-----|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 2018 | 1 | -0.5 | -2 | 0.8 | -1.4 | -2.6 | -4 | -2.4 | -2 | -3 | -1.8 | -2.2 | -2 |
| 2018 | 2 | 1.2 | -1 | 1.6 | -2.4 | -2.2 | -3 | -3 | -5 | -4.8 | -3.8 | -2.4 | 1.4 |
| 2018 | 3 | 0.5 | -0.8 | 1.5 | -1.2 | -0.2 | -0.2 | -4.8 | -3.2 | -6.2 | -3 | 0.6 | -0.4 |
| 2018 | 4 | 0.5 | -2.5 | 2 | -1.2 | -1.8 | -2 | -4.8 | | -5.2 | -3.6 | -1.4 | -2 |
| 2018 | 5 | -0.6 | -3 | 1 | -2 | -2.4 | -3.4 | -3.8 | | -7 | -2.6 | -0.2 | -3.4 |
| 2018 | 6 | 0.5 | -3.2 | | -1.8 | -2.6 | -2.2 | -2.8 | | -3.5 | -3.8 | -0.8 | -0.6 |
| 2018 | 7 | 0.6 | -0.7 | | -0.8 | -0.4 | -3 | -4.8 | -4.5 | -4.2 | 1.2 | -1 | -3 |
| 2018 | 8 | 1 | 0.2 | -0.5 | -1 | -1.8 | -2.8 | -4.8 | -3.8 | -3 | -0.8 | 1.4 | -3.2 |
| 2018 | 9 | -0.4 | -0.8 | 1.2 | -1 | -0.2 | -3.8 | -5.6 | -5.2 | -3.8 | -1.6 | -2.6 | 0.4 |
| 2018 | 10 | -1 | 1 | 1.8 | -0.4 | -1.4 | -2.8 | -5 | -3.4 | -4.2 | -1 | -1.4 | -2 |
| 2018 | 11 | -0.6 | -1.6 | 2 | -1.4 | -0.4 | -3 | -3.8 | -4 | -4.4 | -1.4 | -1.2 | -0.4 |
| 2018 | 12 | 0.4 | 0.5 | 1.2 | -0.6 | -3.8 | -2.6 | -4.6 | -4.2 | -6.2 | -1 | -2.8 | -1.2 |
| 2018 | 13 | 0.5 | -0.5 | 1.8 | -0.8 | -2.2 | -3 | -5 | -2.6 | -2.8 | -1.8 | -2.4 | -0.6 |
| 2018 | 14 | 0 | 1.2 | 0 | -0.6 | -2.8 | -2.8 | -5.4 | -3 | -3.6 | -2.2 | -2.4 | -1 |
| 2018 | 15 | 0 | 0.6 | -0.8 | -1.8 | -2.8 | -3 | -4.2 | -4.2 | -3 | -3.8 | | -0.4 |
| 2018 | 16 | -0.5 | 0 | -0.2 | -3.4 | -2.6 | -2.4 | -5 | -5 | -3 | 1 | -4 | -0.8 |
| 2018 | 17 | -0.5 | 1 | -0.8 | -1.8 | -3 | -2.6 | -5.8 | -4.8 | -3.8 | -4.2 | 0.4 | -1 |
| 2018 | 18 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | -2 | -2.5 | -3.2 | -4.4 | -5 | -3.4 | -2.4 | 0 | -0.6 |
| 2018 | 19 | 0.3 | 1 | 0.4 | -2.8 | -3 | -4.2 | -3.5 | -3.4 | -2.6 | -1.8 | 0.4 | -0.8 |
| 2018 | 20 | -0.5 | -0.5 | 0.6 | -2.4 | -3.6 | -3.8 | -3.8 | -4.2 | -3 | -0.8 | 0 | -1.2 |
| 2018 | 21 | -0.6 | -1 | 0.8 | -3 | -2.8 | -2.6 | -4.2 | -1.8 | -5.2 | -0.6 | -0.4 | -0.8 |
| 2018 | 22 | -1.5 | 0.7 | 0.4 | -1.6 | -2 | -1.2 | -6.7 | -3 | -4.2 | -2 | -0.2 | -0.4 |
| 2018 | 23 | -0.5 | -2 | -0.2 | -4.2 | -2.4 | -5.6 | -3.4 | -4.8 | -3.5 | -0.6 | 1.6 | -0.4 |
| 2018 | 24 | -0.8 | -1 | -0.8 | -0.8 | -2.8 | -5 | -2.6 | -5 | -2 | -0.8 | 2.4 | -0.6 |
| 2018 | 25 | -0.8 | 0 | 2 | -1.2 | -2.8 | -2.6 | -4.2 | -4.8 | -3.2 | -0.8 | -1.4 | 0.8 |
| 2018 | 26 | -0.6 | -0.5 | 0.2 | -0.8 | -3.6 | -4.6 | -4 | -2 | -3.8 | -0.6 | -1 | 0.4 |
| 2018 | 27 | 0 | -0.6 | -1.2 | -0.2 | -3 | -3.8 | -5.2 | -3.4 | -2 | -2 | -0.6 | 0.6 |
| 2018 | 28 | -0.2 | -0.8 | 0 | -1.2 | -5.7 | -2.6 | -4 | -3.8 | -2.8 | -3.2 | -0.8 | 0.2 |
| 2018 | 29 | -1.4 | | -1.8 | -0.2 | -1.6 | -2 | -2 | -3 | -3.4 | -1 | 0.6 | 0.2 |
| 2018 | 30 | -2 | | -1.6 | -2 | -2.4 | -4 | -2.4 | -2.8 | -1.4 | -2.4 | 1.6 | 0.4 |
| 2018 | 31 | -1.6 | | -2.2 | | -2.8 | | -1.8 | -4.6 | | -2.4 | | -0.2 |
| TEMPERATURA MINIMA | | -2 | -3.2 | -2.2 | -4.2 | -5.7 | -5.6 | -6.7 | -5.2 | -7 | -4.2 | -4 | -3.4 |

Fuente: (SENAMHI, 2019)

Figura 11: Temperatura mínima, senamhi.



Fuente: (SENAMHI, 2019)

2.1.6. Revestimientos

A. Definición

Del latín, del prefijo “re”, que viene a indicar lo que sería “repetición”, y del verbo “vestire”, que puede traducirse como “poner la ropa” (SCHMITT, 1978).

B. Mortero

El mortero es una mezcla de agregado fino, generalmente arena y uno o varios aglutinantes; para efectos de este manual se considerarán los siguientes: el cemento Portland y mortero Maestro Holcim Apasco. Al mezclarse con el agua forman un material plástico con propiedades ligantes y adhesivas que al fraguar adquieren dureza y características de resistencia determinada, de acuerdo a la proporción especificada (GARCIA, 2008).

Clasificación de morteros:

Por su resistencia:

- **Alta:** igual o mayor a los 60 kg/cm². Se usa para muros de carga y cimentaciones de piedra mediana.



- **Media:** desde 45 a 60 kg/cm². Se usa en muros divisorios de tabique rojo recocido, tabicón.
- **Baja:** igual o menor a 45 kg/cm². Se usa para aplanados y trabajos de albañilería (GARCIA, 2008).

Se llama mortero a la mezcla de cemento, arena y agua. Se puede usar para asentar los ladrillos, para lo cual se usará arena gruesa; o para tarrajear las paredes y cielos rasos, en cuyo caso se usará arena fina (ORIHUELA, LAZO, & ULLOA, 2010).

C. Aglomerantes

C.1. Yeso

Es un mineral de origen natural, el sulfato de calcio dihidratado ($\text{CaSO}_4+2\text{H}_2\text{O}$). El yeso, que aparece en los filones hidrotermales metalíferos como ganga, se forma inicialmente como anhidrita a temperaturas superiores a los 42°C; posteriormente pasa a yeso, hidratándose a menor temperatura.

El yeso puede formarse de distintos modos, y sea por precipitación directa, por floculación, por cristalización en filones o por el paso de anhidrita ($\text{CaSO}_4+0.5\text{H}_2\text{O}$) a yeso ($\text{CaSO}_4+2\text{H}_2\text{O}$) con ganancia de agua.

En su origen sedimentario, está formado en ambiente evaporativo por precipitación directa de soluciones en conexión con rocas calcáreas y arcillas en depósitos evaporativo asociados a antiguos mares o lados salados (EDUARDO & ZEGARRA, 2015).



Características del yeso:

- **Aislamiento térmico:** El yeso aplicado en tabiques les confiere una mayor capacidad de aislamiento térmico. Actúa también como atenuante, en gran medida, de los efectos de eco para una mejor audición, con ciertas limitaciones. El yeso a su vez, se complementa con otros materiales para conseguir que este aspecto sea accesorio y realice esta función más apropiadamente. En productos ligeros, como el yeso celular, se alcanzan valores que suponen un alto poder de aislamiento térmico. Los yesos con mayor densidad son los que tienen menor poder de aislamiento térmico, aunque presentan valores aceptables con respecto a otros materiales.
- **Natural:** Es obtenido del mineral sulfato cálcico dihidratado ($\text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$) que se encuentra en plena naturaleza. Es transparente, incoloro, blanco o gris. Posee escasa dureza, por lo que se puede rayar fácilmente con una uña.
- **Ecológico:** El yeso es uno de los materiales más respetuosos con el medio ambiente pues, al ser un producto natural, sus residuos se eliminan con facilidad y se integran totalmente en el entorno, no incidiendo de esta manera negativamente en el entorno ecológico cuando regresa a este.
- **Regulador higrométrico:** Dispone de una gran capacidad para absorber el vapor de agua. Esto hace que se comporte como regulador de la humedad ambiental en espacios cerrados, establecidos de una forma natural.



- **Protección contra el fuego:** El yeso ejerce como un gran elemento protector contra fuego, debido, principalmente a su composición química. Tiene una baja conductividad térmica, lo que evita la propagación del calor producido en los incendios.

Además, gracias a su contenido de agua combinada, en mayor o menor proporción, del yeso hidratado, le confiere excelentes propiedades como material de protección pasiva ante el fuego.
- **Blancura:** Al ser de color blanco natural, el yeso es el material más adecuado para aplicar cualquier otro color, ya que es el más receptivo. Dependiendo del tipo de yeso que se emplee, el color blanco puede variar ligeramente, siendo la escayola la que tiene un blanco más puro.
- **Fraguado:** El yeso al mezclarse con agua endurece en un periodo de tiempo muy breve, conocido como fraguado del yeso. Se trata de un proceso fisicoquímico.
- **Resistencia:** La resistencia a la tracción y compresión de los yesos dependerá de su naturaleza, de su composición, de su finura, de la cantidad de agua en su amasado y del contenido de humedad de su rotura. La parte de agua que hay que añadir al yeso para que pueda ser trabajado y aplicado, y que no tiene intervención en el proceso de hidratación. Permanece en el material hasta que se producen las condiciones de su evaporación. Al secarse la pasta, el espacio en que ocupaba el agua queda vacío, quedando el yeso más o menos poroso, lógicamente, cuanto más poroso sea el yeso menos resistencia mecánica tendrá.



- **Adherencia:** El yeso tiene una gran adherencia a cualquier soporte y es aún mayor si las superficies sobre las que se aplica, cuando permanece en estado fluido, presentan rugosidades y oquedades, penetrando en éstas y ligándose íntimamente con ellas. Cuanto más rugosa es la superficie, el yeso se ancla más a ella y presenta más estabilidad y resistencia. Siempre hay que considerar que, cuando se aplican varias capas de yeso, la anterior debe presentar cierta rugosidad para que la mencionada adherencia tenga el efecto deseado, puesto que, si se aplica sobre superficies muy lisas, o si se someten a vibraciones o golpes de distinta naturaleza, éstas pueden, en un corto tiempo, desprenderse por exfoliación.
- **Comportamiento acústico:** El yeso presenta cierta capacidad de aislante acústico, pero no la suficiente y necesaria. Incluso aportándole mayor densidad, no reúne las características apropiadas para incomunicar acústicamente. Por ello, es necesario recurrir a prefabricados y materiales combinados para paliar esta necesidad técnica, como pueden ser las placas de yeso celulares con cámara de aire y otros materiales aislantes de baja densidad para que le confieran esta propiedad.

Al someter la piedra mediana del mineral de yeso a elevadas temperaturas, a través de sistemas de hornos, se consigue el yeso cocido o yeso comercial, en forma de polvo, con un aspecto más o menos blanco y más o menos fino. Este material es un conglomerante aéreo, es decir, fragua y se endurece solamente en un medio seco, adquiriendo cohesión y dureza sólo en este tipo de ambientes.



Con este polvo, y mezclado con agua en la proporción adecuada, se obtiene una masa pastosa, aglomerante, que se utiliza en albañilería para uniones entre sí distintos materiales, aplicándose también en revoques y enlucido, y para la fabricación de distintos elementos prefabricados y decorativos, entre otros (EDUARDO & ZEGARRA, 2015).

C.2. Cemento

Según Adam N. Neville el cemento puede definirse como “un material con propiedades tanto adhesivas como cohesivas, las cuales le dan la capacidad de aglutinar fragmentos minerales para formar un todo compacto”. Según la norma mexicana “el cemento hidráulico es un material inorgánico finamente pulverizado, que al agregarle agua, ya sea solo o mezclado con arena, grava, asbesto u otros materiales, tiene la propiedad de fraguar y endurecer, incluso bajo el agua, en virtud de reacciones químicas durante la hidratación y que, una vez endurecido, desarrolla su resistencia y conserva su estabilidad” (GARCIA, 2008).

Dado que este ingrediente tiene gran influencia en varias de las propiedades del concreto, es indispensable que esté en buenas condiciones (ORIHUELA, LAZO, & ULLOA, 2010).

Para lograrlo, sigue las siguientes recomendaciones:

- No coloques el cemento directamente sobre el suelo.
- Protégelo de la lluvia
- De preferencia colócalo en un almacén cerrado, en el cual no haya presencia de humedad.



- Usa el cemento por orden de llegada (ORIHUELA, LAZO, & ULLOA, 2010).

D. Áridos

D.1. Agregado Fino

Conocido comúnmente como arena. Puede ser natural u obtenida por trituración o una combinación de ambas. Debe pasar totalmente a través de la criba (3/8”) y presenta tres características principales: El módulo de finura no debe ser menor de 2.30 y no mayor de 3.10. El retenido parcial en cualquier tamiz no debe ser mayor del 45% (GARCIA, 2008).

Sus partículas deben tener un tamaño máximo de 1mm. Se utiliza en la preparación de mezcla para tarrajeo de muros, para cielos rasos y para mortero de asentado de ladrillo caravista (ORIHUELA, LAZO, & ULLOA, 2010).

Consideraciones:

- La arena fina debe estar seca antes de preparar la mezcla, no debe mojarse antes de su uso. Esto impediría una buena mezcla y, al contacto con cemento, se iniciaría la fragua antes de tiempo.
- No debe contener tierra, es decir, no debe ensuciar las manos. No debe contener mica, es decir, no debe brillar al sol.
- No debe tener sal ni una apariencia muy oscura; debe estar libre de impurezas y materia orgánica (raíces, tallos, excrementos, etc.). Además, no debe tener olor alguno.
- Por ningún motivo debe utilizarse arena de mar, porque contiene abundante cantidad de sal.



- Se vende por metros cúbicos (m³) (ORIHUELA, LAZO, & ULLOA, 2010).

D.2. Agua

El agua es el líquido que está presente de manera importante en la elaboración de concretos y/o morteros, mezclas, en el lavado de agregados, curado y riego de concreto; por consiguiente debe ser un insumo limpio, libre de aceite, ácidos, álcalis, sales y, en general de cualquier material que pueda ser perjudicial, según el caso para el que se utilice (GARCIA, 2008).

El Reglamento Nacional de Edificaciones, nos recomienda que en la preparación y en el curado, usemos agua potable. Por supuesto, el agua no debe haber sido utilizada previamente en otras tareas. Cuando se usa agua no potable (acequia, río, etc.) o agua potable usada, éstas pueden contener impurezas (compuestos químicos) las cuales pueden afectar seriamente la calidad del concreto.

He aquí algunas consecuencias si no sigues esta recomendación:

- Disminuye su resistencia.
- Altera el tiempo en el que el concreto se endurece totalmente.
- Causa corrosión en el refuerzo.
- Puede producir también eflorescencia (polvo de color blanco conocido como salitre) sobre la superficie.

2.1.7. Tabiquería

A. Definición

(RNE, 2019) “muro no portante de carga vertical, utilizado para sub
Dividir Ambientes O Como Cierre Perimetral”.



B. Exigencias que han de Cumplir

Los tabiques tienen como función general, subdividir o separa ambientes, como también:

B.1. Aislamiento Térmico

Según (RNE, 2019): los materiales constitutivos de los cerramientos exteriores deberán ser estables, mantener un comportamiento resistente al fuego, dotar de protección acústica y evitar que el agua de lluvia o riego de jardines filtre hacia el interior.

Un tabique con buen aislamiento térmico entre habitaciones calentadas y no calentadas, siempre constituye una ventaja. Habrá que tener en cuenta que cuando los tabiques tienen una sola hoja, los materiales porosos proporcionan un buen aislamiento térmico, y que, en el caso de tabiques de varias hojas, el valor total del aislamiento depende del número de hojas y sus coeficientes respectivos. En general el tabique de varias capas ofrece una buena protección (SCHMITT, 1978).

C. Colocación de Puertas

Como cercos de puertas en tabiques se recomiendan principalmente los de madera o acero, ya que protegen y evitan daños en los expuestos bordes del hueco de la puerta y también las puertas de madera son considerados como aislamiento térmico (SCHMITT, 1978).

D. Sistema Constructivo

Descripción del sistema constructivo tradicional, usado en la zona.

2.1.8. Bioconstrucción

A. Materiales Bioconstructivos

La utilización de materiales de construcción que signifiquen un menor costo energético en su producción, que provengan preferiblemente de fuentes renovables, con posibilidad de reciclaje y que además no afectan a la salud son los requisitos en bioconstrucción.

Hacer de las construcciones un lugar ambientalmente sensible, económicamente sustentables y humanamente habitable (OSORIO, 2012).

B. Bioclimática

La arquitectura bioclimática es una arquitectura saludable, adecuada al entorno y el clima, proviene de la composición de dos palabras, bio que es respeto por la vida; hacia las personas que habitan en su interior (protege la salud) y hacia el medio ambiente (no contaminante) y climática es que se adapta a las condiciones ambientales de cada lugar, respeta los recursos naturales y se aprovecha de ellos (CASA BIOCLIMATICA, 2009).

C. Biodomótica

Se caracteriza por no contaminar, no consumir combustibles fósiles y usar materiales naturales y autóctonos. Este tipo de arquitectura se aprovecha de las propiedades de los materiales, de la orientación, del diseño o de leyes físicas. (OSORIO, 2012).

D. Sistemas de Ahorro de Energía

ENERGIAS RENOVABLES

Fuentes de energía basadas en la utilización de recursos naturales: el sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal.



Se caracterizan por no utilizar combustibles fósiles, sino recursos naturales capaces de renovarse ilimitadamente (FACTOR ENERGÍA, 2008).

SISTEMA DE AHORRO DE ENERGETICO

Los sistemas de ahorro energético que tenemos son la energía solar fotovoltaica, energía eólica y la energía solar térmica.

2.1.9. Materiales Bioconstructivos

A. Descripción Genérica de Materiales Bioconstructivos.

Son materiales que buscan una construcción de vivienda, protegiendo al medio ambiente y la salud de las personas, siendo estos materiales naturales o modernas que no empleen sustancias tóxicas o radioactivas, no generen gases y que su extracción, elaboración tienen bajo costo energético, con un ciclo de vida sostenible y alta capacidad de reciclaje.

B. Cualidades de los Materiales Bioconstructivos

Rodríguez Lledó (1999). Indica que es deseable un comportamiento interactivo y flexible: que sean capaces de absorber y volver a soltar: esto depende de su estructura interna, los materiales de gran superficie interior; como madera, corcho, barro cocido, yeso, mortero de cal, etc.

Dan los mejores resultados presentando gran equilibrio entre sus diferentes cualidades.

Deben poseer ciertas cualidades, son:

- Permeables
- Transpirables
- Higroscópicas
- No tóxicos
- Permeables al campo de radiación naturales



- Radioactividad baja
- Aislamiento térmico

C. Características de los Materiales Bioconstructivos

- Sanos y naturales.
- En paredes, piso y techo son difusores e higroscópicos
- Poseen un equilibrio, entra la retención de calor en invierno, protección térmica y frescura en verano.
- Materiales que en su producción, instalación y disposición de construcción son los de menor impacto ambiental, generan menor contaminación y cuyo costo de energía es mínimo.
- Material de construcción preferentemente local.

2.1.10. Componentes de la Estructura de Madera

Para el diseño de la estructura de madera se utilizó los criterios del Reglamento Nacional de Edificaciones y el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino.

La estructura de la tabiquería propuesta está conformada por dos pies derechos de 1.80m de altura separados cada 0.95m de eje a eje y un travesaño a 0.90 m de altura.

La sección de madera utilizada en la estructura es de 4"x4", se moduló a partir del espesor el muro de la vivienda tradicional de 15-20cm y una altura de 1.80m (ver anexo 1).

Componentes:

- a) **Solera Inferior:** pieza horizontal inferior que fija, por medio de uniones clavadas, las piezas verticales o pies derechos.

- b) **Solera Superior:** pieza horizontal superior que se une con clavos a los pies derechos.
- c) **Pie derecho:** pieza vertical, unida por medio de clavos con la solera superior e inferior. Sirve para dar soporte y rigidez a los entramados.
- d) **Travesaño:** Pieza componente que separa el espacio entre dos pies derechos, ayuda a evitar el pandeo lateral de los pies derechos.
- e) **Unión:** Para la unión de las piezas de madera se usa clavos, con ensamble a media madera.

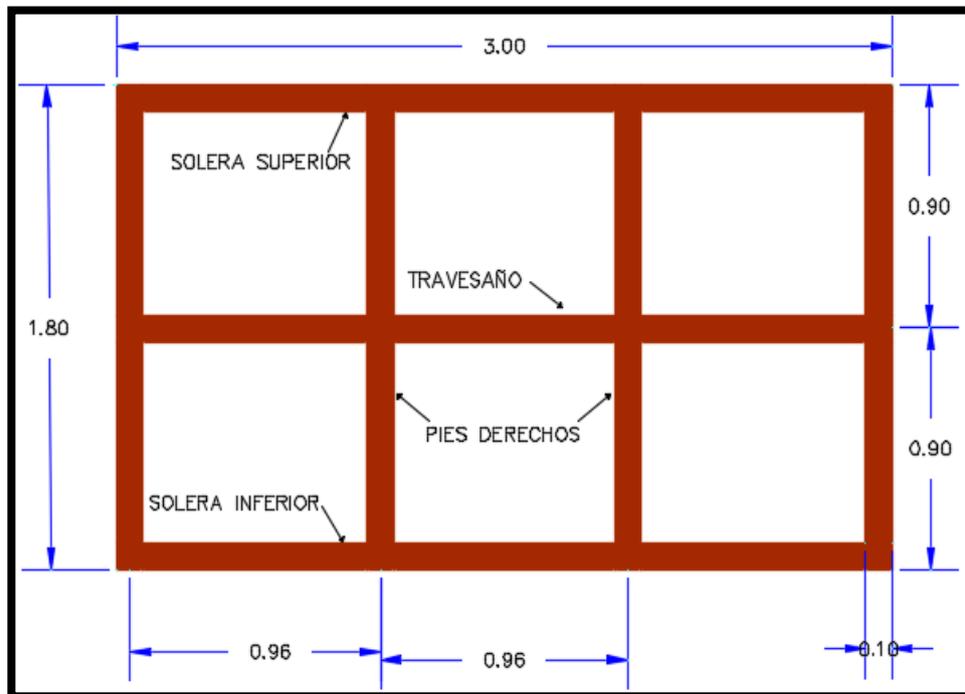


Figura 12: Componentes de la estructura de madera
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

CAPITULO III

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en el asentamiento humano de Chillapalca del distrito de Quilcapuncu, la cual se encuentra a 8 km de la provincia de Ananea, se optó por este asentamiento humano por aspectos sociales y presenta una altitud mayor que la zona de Mazocruz (Mazocruz 4003 msnm. Y el lugar de estudio se encuentra ubicado a 4332 msnm).

Ubicación política

| | |
|---------------------|-------------------------|
| Departamento | : Puno |
| Provincia | : San Antonio de Putina |
| Distrito | : Quilcapuncu |
| Asentamiento Humano | : Chillapalca. |

Tabla 4: Ubicación de las viviendas.

| VIVIENDA TRADICIONAL | | VIVIENDA PROPUESTA | |
|----------------------|------------------|--------------------|------------------|
| Latitud | 14° 52' 17.55" S | Latitud | 14° 52' 17.57" S |
| Longitud | 69°39'03.89" W | Longitud | 69°39'03.46" W |
| Altitud | 4332 msnm | Altitud | 4332m |

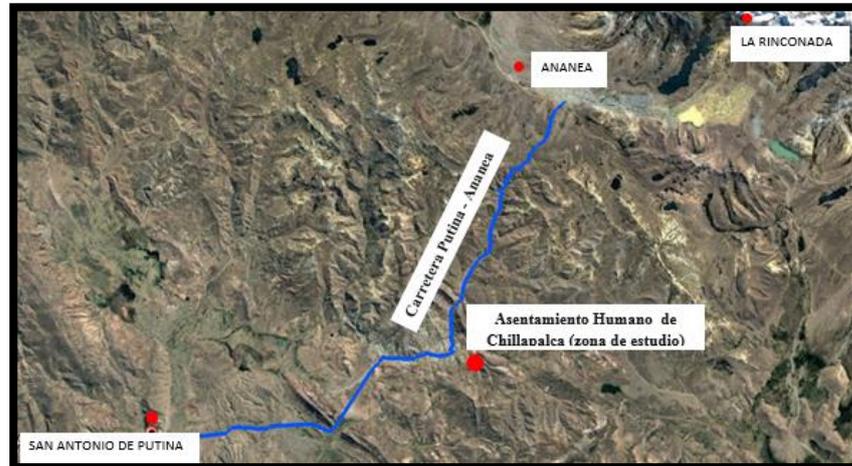


Figura 13: Ubicación Geográfica.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

La elección de la ubicación del terreno se realizó a una misma altitud, latitud, longitud y orientación de la vivienda tradicional o rural elegida, decisión importante para el diseño bioclimático.

3.2. CALIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el asentamiento humano de Chillapalca, distrito de Quilcapuncu, Provincia de San Antonio de Putina y Departamento de Puno.

El asentamiento humano de Chillapalca se encuentra a una altitud de 4332 m.s.n.m., latitud -14.856699 y longitud -69.658625 .

Durante el año posee un clima frío, según las estaciones y precipitaciones pluviales. El área específica de investigación se realiza a una altitud de 4332 m.s.n.m., latitud $14^{\circ}52'17.57''$ y longitud $69^{\circ}39'03.46''$.

El asentamiento Humano de Chillapalca cuenta con una población aproximada de 42 habitantes. Compuesto por 15 familias, cada familia comprende de 3 a 6 miembros.

3.3. ASPECTO ECONÓMICO

3.3.1. Desarrollo de Actividades

El asentamiento humano de Chillapalca, las actividades que desarrollan en mayor porcentaje son: la ganadería en un 60%, minería en un 30%, albañilería en un 10%, no desempeñan actividades como la agricultura debido a las condiciones climáticas (nieve, helada, viento y otros), por estar ubicado a más de 4000msnm.

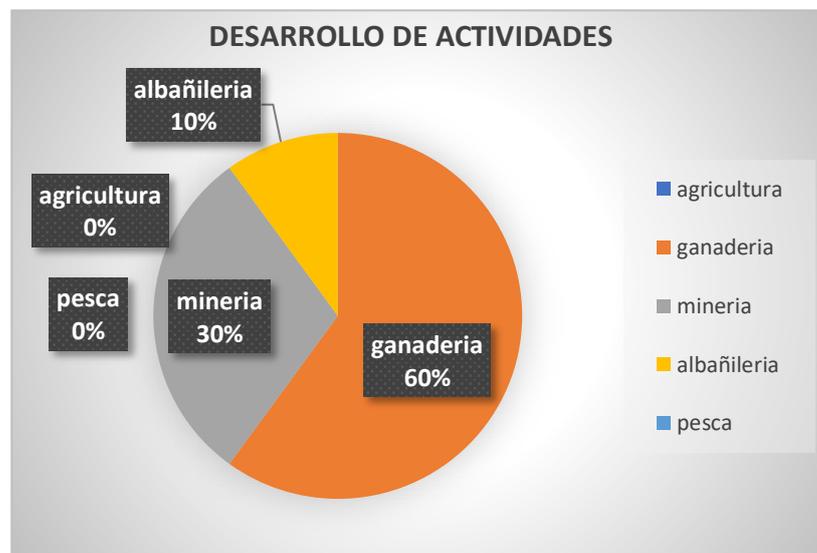


Figura 14: Desarrollo de actividad en el asentamiento humano de Chillapalca.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.3.2. Actividad Pecuaria

Esta actividad está dirigida a la ganadería, la crianza de animales es importante para la mayoría de las familias porque son utilizados para la venta y autoconsumo.

Los que más destacan son los camélidos (llama y alpaca) con un 41.64%, ovinos con 39.32%, vacunos con 15.73%, aves (gallinas) con 2.14% y equinos (caballo y burro) con 1.16%.

Tabla 5: actividad pecuaria del asentamiento humano Chillapalca.

| ANIMALES | PORCENTAJE |
|-----------|------------|
| vacunos | 15.73% |
| ovinos | 39.32% |
| aves | 2.14% |
| equinos | 1.16% |
| camélidos | 41.64% |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.4. FORMA DEL TERRENO

Tiene una morfología montañosa; está a una altitud de 4332 m.s.n.m. En cuanto al clima se conoce como clima de Puna, con carácter frío que es representativo de toda la zona, con precipitaciones pluviales intensas en temporada de lluvia (diciembre-marzo) y friaje intenso (heladas) durante los meses de mayo, junio, julio hasta mediados de agosto.

3.5. TAMAÑO

El tamaño es tomado a partir del diagnóstico realizado a la vivienda rural en la zona de estudio. El diagnóstico de la vivienda se practica en una habitación, usada como dormitorio (ver anexo 1).

Tabla 6: Dimensión del dormitorio en la vivienda tradicional y propuesta

| VIVIENDA PROPUESTA | | VIVIENDA TRADICIONAL | |
|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| LONGITUDES | | LONGITUDES | |
| Largo | 3.00m | Largo | 3.06m |
| Ancho | 2.50m | Ancho | 2.52m |
| Alto | 1.80m | Alto | 1.78m |
| Área | 7.50m ² | Área | 7.53m ² |
| Volumen | 13.50m ³ | Volumen | 13.48m ³ |
| Espesor De Muro | 14.70cm | Espesor De Muro | 15-20cm |

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.6. AMBIENTES

Se ejecutó un (01) dormitorio, para 02 personas, con la tabiquería propuesta a base de Stipa Ichu y Festuca Dolychophylla Presl, teniendo como base la vivienda rural (ver anexo 1).

3.7. GEOMETRÍA

La geometría de la vivienda es adecuada a la morfología arquitectónica del lugar de estudio, expresado en volumetría y cobertura los cuales corresponde a las características particulares de la vivienda tradicional (ver anexo 1).

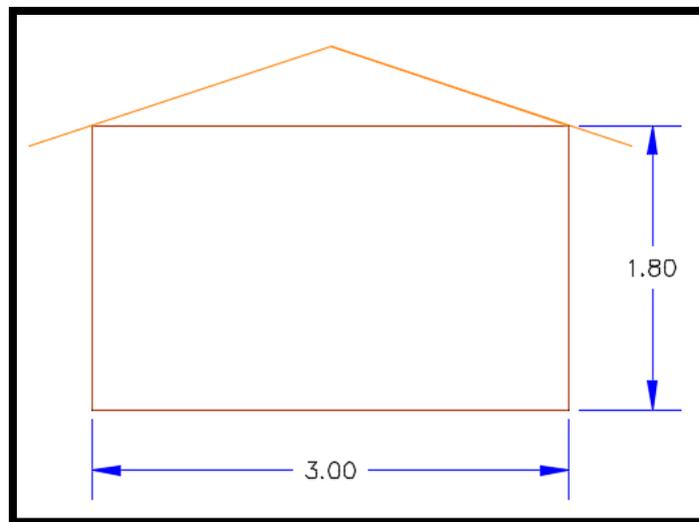


Figura 15: Vista frontal de la vivienda.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

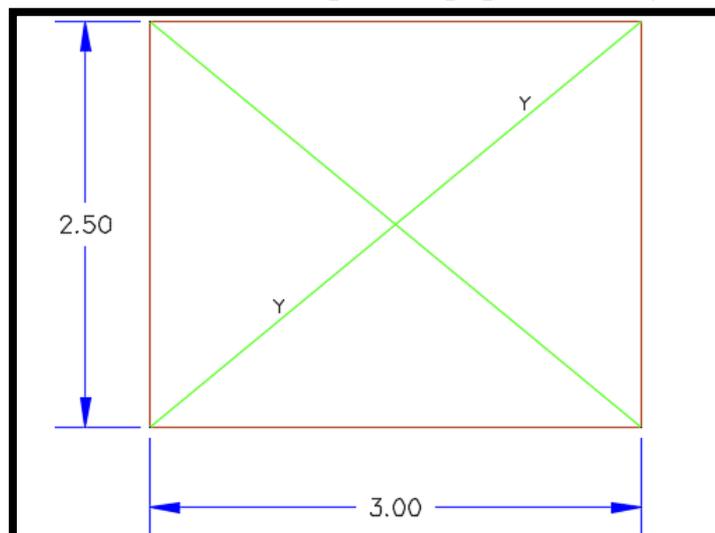


Figura 16: Vista diagonal de la vivienda.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

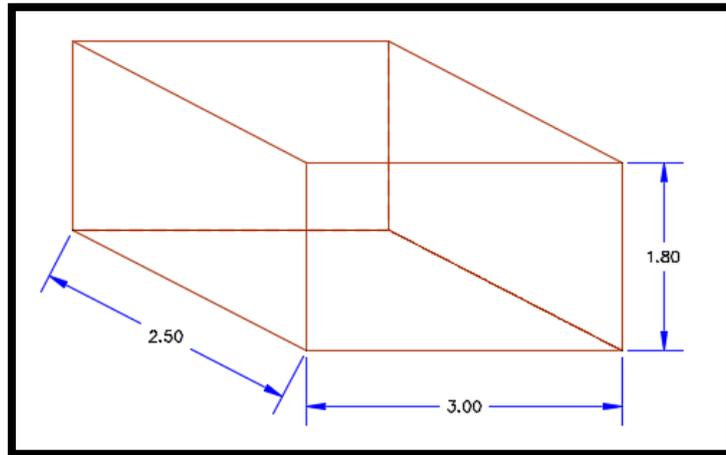


Figura 17: Volumetría de la vivienda.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

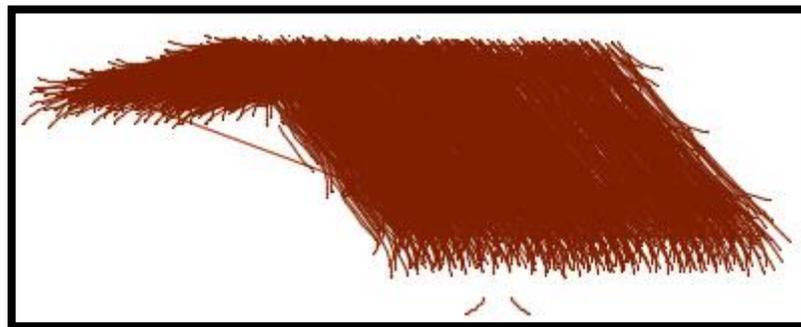


Figura 18: Cobertura de la vivienda con Stipa Ichu.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



Figura 19: Vivienda tradicional de la zona.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



Figura 20: Vivienda Propuesta con tabiquería bioclimática.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

3.8. ORIENTACIÓN RESPECTO AL SOL

Un factor clave para comenzar a proyectar es la decisión de orientación de la vivienda. Una vivienda bien orientada recibe la cantidad necesaria de sol para realizar las tareas diarias en cada época del año.

De acuerdo a WIESER, (2010) citado en GÓMEZ (2017). La posición del sol en relación al objeto diseñado influye directamente en las condiciones ambientales al interior del mismo y en la actualidad d corregirlas en caso no termine siendo las adecuadas; se hace evidente una relación entre este aspecto, el costo económico y el impacto ecológico del edificio. (p.7).

El sol tiene un recorrido de Este a Oeste, en el hemisferio sur, durante el invierno el sol se orienta al norte.

Según la investigación del equipo de trabajo en el hemisferio sur en regiones de climas fríos se recomienda la orientación de las ventanas hacia el norte para que reciban la mayor cantidad de calor durante el invierno.

En invierno se busca aprovechar esta energía calorífica para generar un microclima interior. El sol será la principal fuente de energía de la vivienda, por lo que debemos orientar hacia la zona donde sus efectos sean mayores.

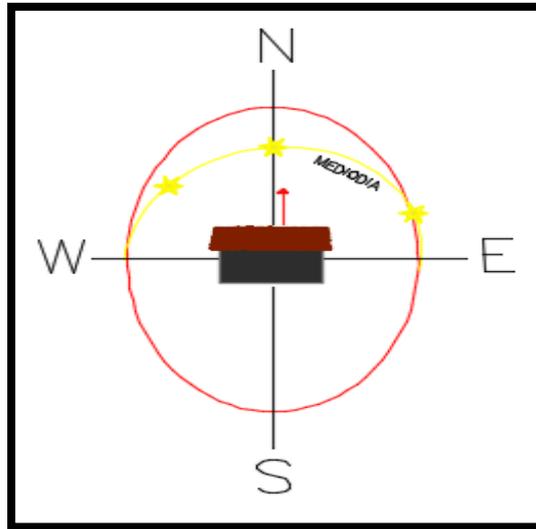


Figura 21: Movimiento Aparente del Sol.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

3.9. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

3.9.1. Preparando el Terreno

Donde construir:

Para construir la vivienda propuesta con tabiquería bioclimática a base del stipa ichu y la festuca dollichopylla, lo primero fue conocer muy bien el terreno, para lo cual se tomó en cuenta lo siguiente:

- La vivienda propuesta con tabiquería bioclimática a base del stipa ichu y la festuca dollichopylla, no debe estar ubicada en zonas peligrosas, expuesta a la caída de rocas, inundaciones y otros peligros. No construir sobre cauces de río o quebradas, aunque estén secas.
- El suelo debe ser sólido y firme. Evitar construir viviendas en suelos blandos o húmedos.



Figura 22: Cantera del Stipa Ichu.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

3.9.2. Limpieza de Terreno

Antes de iniciar los trabajos de construcción, hay que dejar el terreno limpio de basura, escombros, maleza, piedra mediana y otros elementos que dificulte el proceso constructivo.

Para realizar este trabajo es necesario delimitar la zona, es decir, el área que ocupará nuestra vivienda, colocando estacas en las esquinas, una vez iniciada la limpieza se saca el material orgánico existente desde la raíz, con la condición de evitar su futuro crecimiento.

HERRAMIENTAS A UTILIZAR:

- Pala
- Pico



Figura 23: Eliminación de malezas existentes, sobre el terreno de construcción.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



Figura 24: Limpieza de Terreno.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

3.9.3. Trazando el Terreno

Se procede a tirar un cordel paralelo para unir las dos primeras estacas plantadas.

El cordel enlaza las estacas, luego se cruza formando un ángulo recto. Con la escuadra se saca el Angulo de 90 grados para trazar la perpendicular en ambos extremos de mi línea base y el cuarto trazo cierra el área.



Figura 25: Trazado de Terreno.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

3.9.4. Excavación de Zanjas

Este trabajo se realiza sobre suelo de fundación, mediante la excavación manual.

- Una vez realizado el trazo y replanteo se procede a excavar el terreno.
- Las paredes interiores de la zanja deben ser rectas, se verifica con una plomada.
- El fondo de la zanja debe estar nivelado, trabajo que realizamos con un nivel de mano.

HERRAMIENTAS A UTILIZAR:

- PICO
- PALA
- GUANTES



Figura 26: Selección de piedra mediana para reforzar la cimentación de la vivienda.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



Figura 27: Colocado de piedra mediana, en la zanja de cimentación.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Las dimensiones de la zanja para el cemento son 25 cm de profundidad y 20cm de ancho para la tabiquería bioclimática a construir.

La piedra mediana que constituye el material principal de la cimentación es de tipo anguloso permitiendo mejor resistencia (adherencia). Los espacios entre piedra mediana que conforman la cimentación se rellenan con fragmentos de piedra mediana angulosa y mezcla de mortero de barro.



Figura 28: Preparado de mezcla para rellenar los espacios vacíos.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



Figura 29: Humedecimiento antes de cubrir con la mezcla de mortero de barro.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



Figura 30: Mezcla de mortero de barro para rellenar los espacios vacíos en la cimentación.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

3.9.5. Selección del Stipa Ichu

Para la fabricación de paneles se usó material orgánico como el Stipa Ichu (ichu), y la festuca *dolichophylla* Presl (chilligua), que deben estar seco y limpio de impurezas.

Las impurezas al estar presente en el Stipa Ichu genera la degradación del material en mediano plazo. El Stipa Ichu al estar húmedo, posibilita la generación de hongos a largo plazo.

El recojo del stipa ichu se realizó en la misma zona de Chillapalca, usando los materiales como las segaderas y sacos para el transporte respectivamente. Luego se sacude y extiende el material para su limpieza y secado, para después realizar el tejido del panel a base del Stipa Ichu y Festuca *dolichophylla* Presl (ver anexo 2).



Figura 31: Extracción del stipa ichu.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

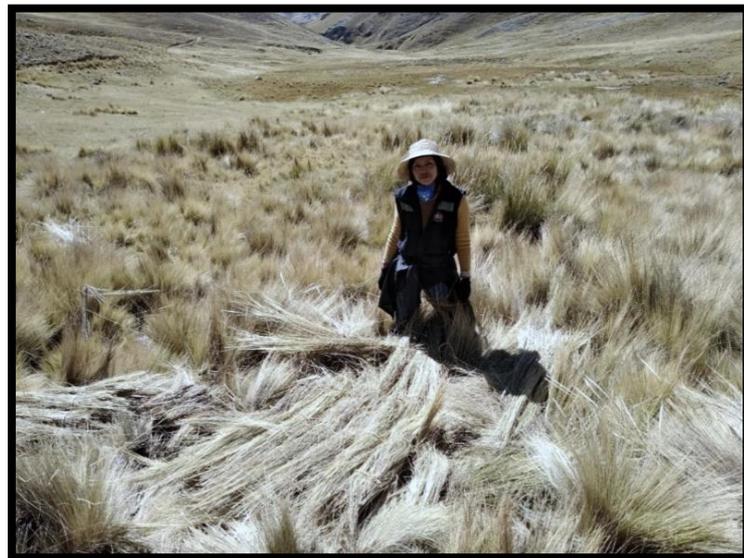


Figura 32: Acopio del material stipa ichu en la cantera de Chillapalca.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

3.9.6. Elaboración de Paneles

Los paneles se elaboraron, realizando el tejido a base del Stipa Ichu con el amarre del Festuca Dolichopylla presl, para posteriormente colocarlo sobre el marco de madera (ver anexo 1 y 2).

HERRAMIENTAS A UTILIZAR:

- Stipa Ichu
- Festuca Dolichopylla presl

- Estacas
 - Bolsa de plástico
 - Flexómetro
1. Colocar las estacas cada 12 cm (15 cm) para realizar el tejido del panel.



Figura 33: Molde para el tejido con Stipa Ichu y Festuca Dolichopylla Presl.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

2. Ubicar la Festuca Dolichopylla presl en dirección transversal del marco de madera. La Festuca Dolichopylla Presl se utiliza como cuerda, con este material se realiza el amarre del Stipa Ichu.
3. Colocar el Stipa Ichu en dirección longitudinal, con espesor de 12 cm (10cm).
4. El amarre del Stipa Ichu con la festuca dollichopylla se realiza cada 12 cm (15 cm) con el Festuca Dolichopylla presl.
5. Se realizan 06 hiladas en cada panel elaborado.



Figura 34: Tejido de Stipa Ichu y Festuca Dolichophylla Presl.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



Figura 35: Armado de la estructura de madera.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

3.9.7. Colocación del Tejido en el Marco de Madera

La metodología para elaborar un panel de tejido a base del Stipa Ichu y Festuca dolichophylla Presl, se considera las dimensiones de la vivienda tradicional (ver anexo 1 y 2).

Para el molde de paneles, se utiliza madera con dimensiones: ancho=2.50m, largo=3.00m, alto=1.80m y e=4". La vivienda presenta un área de 7.50m².

HERRAMIENTAS A UTILIZAR:

- Malla de acero galvanizado
 - Marco de madera
 - Stipa Ichu
 - Festuca Dolichopylla Presl
 - Clavos 1" y Martillo.
1. Se coloca en el marco de madera, el panel bioclimático elaborado con Stipa Ichu y Festuca dolichophylla Presl, reforzado con alambre.



Figura 36: Colocación del tejido en la estructura de madera.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

2. Una vez culminado, se coloca la malla de acero galvanizado, para mayor adherencia al revestimiento, tanto interior y exterior de la vivienda.



Figura 37: Empleando clavo de 1", para fijar la malla de acero galvanizado.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



Figura 38: Trabajo culminado vista lateral.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

3.9.8. Los Acabados

Revestimiento de Tabique:

El revestimiento mejora la apariencia estética de la vivienda, protegiendo el panel de los agentes exteriores como helada, frío, vientos, humedad, insectos.

1. Colocar reglas de madera, que nos ayudan a determinar el espesor del revestimiento exterior que será 2.5cm, con el uso de la plomada para determinar la verticalidad de la tabiquería.
2. Pañetear la mezcla sobre la tabiquería, formando un enlucido tosco.

La mezcla a emplear para este revestimiento presenta las siguientes proporciones: Mortero cemento-arena: 1:5.



Figura 39: Tarrajeo exterior de tabiquería con stipa ichu.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



Figura 40: Vista final del tarrajeo.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

3. El espesor del revestimiento interior será de 2cm, Yeso proporción en peso (Kg) 4 agua: 10 yeso, la mezcla se debe emparejar con un frotacho tomando referencia las reglas que colocamos.



Figura 41: Nivelación del tarrajeo interior con yeso.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

3.9.9. Cobertura de Stipa Ichu

La técnica de colocado de la cobertura de techo, depende de la tradición e historia propia de cada familia haciéndose presente en la vida cotidiana y en al habitar mismo de la casa.

Este conocimiento de la construcción de cobertura de techo es una tradición alimentada de generación en generación.

El tipo de paja que se utiliza para la cobertura de techo lleva por nombre Stipa Ichu y la experiencia de construir las viviendas con techo de stipa ichu, de menor pendiente, existe mayor probabilidad de tener problemas de filtración.

Mientras que en techos de mayor pendiente será más vulnerable a las corrientes de aire, es por esa razón que el ángulo adecuado para este techo debe estar en torno a los 35° de inclinación, para evacuar de manera rápida las aguas pluviales (ver anexo 1 y 2).

A. Caída del Techo:

Nuestro modelo de vivienda propuesta con tabiquería bioclimática a base del Stipa Ichu y Festuca Dolichopylla presl tiene un techo con caída de dos aguas.

B. Proceso Constructivo

1. La estructura del tijeral está conformada por tres elementos: tirante, pendolón y par, con un espesor de 1".

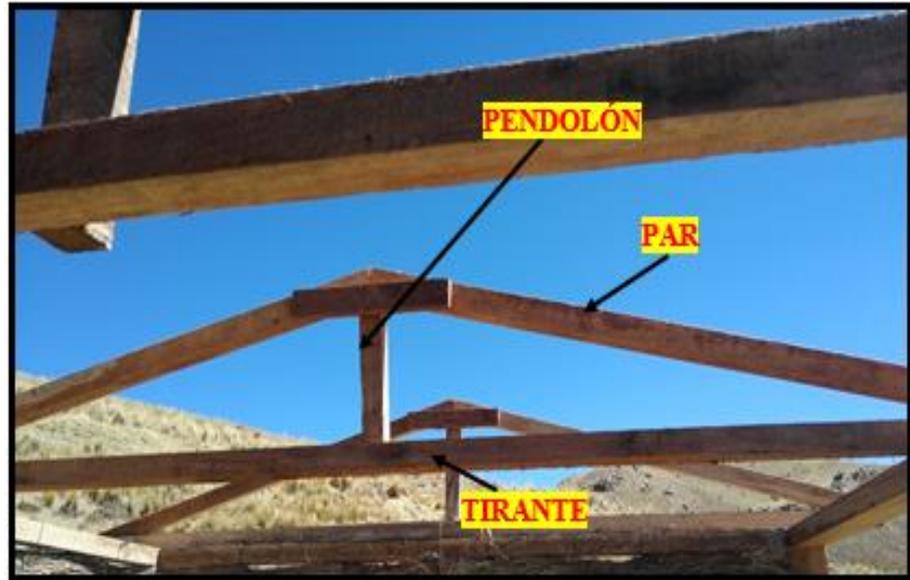


Figura 42: Componentes de la Estructura de la Cercha.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

2. Se coloca la cercha a cada 1m. posteriormente se continúa con unir todas las cerchas con una viga cumbreira y situar las correas a cada 0.15 m en ambas caídas, el tirante de las cerchas debe estar unido a la solera superior de la tabiquería.



Figura 43: ubicación de cercha, correas y viga cumbreira.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

3. Una vez que se culmina con el colocado del armazón, se procede a realizar el armado de la cobertura de techo.

4. Se inicia con el colocado del Stipa Ichu en dirección perpendicular a las correas, tensado con la p´hala (cuerda realizado con la Festuca Dolichophylla Persl), hasta llegar a la viga cumbreira en las dos aguas del techo, dejando un volado de 0.15m en la parte frontal y posterior de la vivienda.



Figura 44: Tensado del Stipa Ichu con la cuerda.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



Figura 45: Vista frontal de la cobertura.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

5. A partir de la segunda correa el Stipa Ichu se coloca en forma circular, independiente en las dos aguas del techo, esto solo ocurre en ambos laterales de la vivienda (derecho e izquierdo), manteniendo un volado de 0.15m.



Figura 46: Colocado del Stipa Ichu en los laterales derecho e izquierdo de la vivienda.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

6. En la viga cumbre se coloca una capa de Stipa Ichu en dos direcciones diagonales. Posteriormente se coloca una capa de Stipa Ichu en toda la cobertura de techo para brindar mayor protección al tejido inicial.



Figura 47: colocado de la capa final a base de Stipa Ichu.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

7. Finalmente, encima de la cobertura del Stipa Ichu, se coloca una malla realizado con la p´hala (cuerdas de Festuca Dolichophylla Presl) que presenta en sus 4 extremos piedra mediana, atados con nudos, de esta manera generar que la última capa de Stipa Ichu Colocado se mantenga Estable.



Figura 48: Techo cubierto de stipa ichu.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

3.9.10. Colocación de Sensores de Temperatura al Interior de las Viviendas



Figura 49: Lectura de temperatura en vivienda construida con stipa ichu.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



Figura 50: Recojo de datos de temperatura.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

3.9.11. Vivienda Final Tradicional y Propuesta



Figura 51: Vivienda tradicional de la zona.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



Figura 52: Vivienda construida con tabiquería bioclimática stipa ichu.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Comparación de Temperaturas Durante los Meses Junio, Julio y Agosto.

Tabla 7: Temperatura Vivienda Tradicional del 18-30 de junio 2019.

| TEMPERATURA VIVIENDA TRADICIONAL | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| HORA | 18- jun | 19- jun | 20- jun | 21- jun | 22- jun | 23- jun | 24- jun | 25- jun | 26- jun | 27- jun | 28- jun | 29- jun | 30- jun |
| 00:00:30 | 1.7 | 4.2 | 2.0 | -2.01 | -2.71 | -1.96 | -1.46 | -2.09 | -1.07 | -0.73 | 1.33 | 3.68 | 3.67 |
| 01:00:30 | 0.74 | 2.83 | 1.45 | -3.08 | -3.43 | -3.52 | -3.10 | -2.08 | -1.92 | -1.35 | 0.49 | 3.03 | 2.53 |
| 02:00:30 | 0.02 | 2.04 | 0.28 | -3.54 | -4.13 | -4.03 | -4.19 | -2.44 | -2.10 | -1.84 | 0.12 | 2.20 | 1.76 |
| 03:00:30 | -0.48 | 1.13 | -1.34 | -3.86 | -4.36 | -3.19 | -3.73 | -2.94 | -2.05 | -2.18 | -0.23 | 1.38 | 1.40 |
| 04:00:30 | -0.88 | 0.28 | -1.48 | -3.84 | -4.40 | -3.64 | -4.13 | -3.88 | -2.90 | -2.20 | -0.74 | 1.15 | 1.24 |
| 05:00:30 | -1.36 | 0.14 | -2.18 | -3.65 | -4.60 | -4.77 | -4.48 | -4.92 | -3.28 | -2.55 | -1.43 | 1.00 | 0.73 |
| 06:00:30 | -0.37 | 0.97 | -1.78 | -3.39 | -3.51 | -3.96 | -4.07 | -4.06 | -3.12 | -2.01 | -0.69 | 0.95 | 1.04 |
| 07:00:30 | 3.43 | 4.51 | 2.43 | 0.23 | 1.06 | 0.65 | 0.76 | 0.71 | 1.65 | 2.56 | 3.63 | 4.70 | 4.81 |
| 08:00:30 | 6.15 | 7.24 | 5.21 | 3.18 | 3.61 | 3.41 | 3.63 | 3.68 | 5.25 | 5.92 | 6.99 | 7.79 | 7.94 |
| 09:00:30 | 8.14 | 8.89 | 7.06 | 5.25 | 5.51 | 5.34 | 5.73 | 5.65 | 7.26 | 7.98 | 9.06 | 9.86 | 10.12 |
| 10:00:30 | 9.90 | 10.68 | 8.93 | 7.06 | 7.78 | 7.42 | 7.44 | 7.48 | 8.68 | 9.78 | 10.74 | 11.80 | 11.12 |
| 11:00:30 | 11.59 | 12.65 | 10.45 | 8.56 | 9.71 | 9.23 | 8.88 | 8.92 | 9.91 | 11.68 | 12.68 | 13.56 | 12.31 |
| 12:00:30 | 13.01 | 14.08 | 10.76 | 10.06 | 10.76 | 10.86 | 9.94 | 9.74 | 11.22 | 12.63 | 14.70 | 14.88 | 13.81 |
| 13:00:30 | 13.88 | 13.52 | 10.78 | 11.47 | 11.43 | 11.98 | 10.81 | 10.78 | 12.13 | 13.39 | 14.31 | 15.71 | 14.73 |
| 14:00:30 | 14.52 | 13.29 | 10.46 | 12.06 | 12.16 | 12.58 | 11.74 | 11.64 | 12.78 | 14.16 | 12.87 | 14.33 | 14.72 |
| 15:00:30 | 15.24 | 11.65 | 9.44 | 12.32 | 12.68 | 12.69 | 11.92 | 12.23 | 13.20 | 14.67 | 12.24 | 12.31 | 14.48 |
| 16:00:30 | 14.85 | 10.18 | 9.50 | 11.19 | 11.38 | 11.44 | 11.91 | 12.48 | 13.11 | 14.28 | 10.10 | 11.37 | 13.19 |
| 17:00:30 | 12.81 | 9.08 | 8.18 | 8.38 | 8.93 | 8.68 | 7.79 | 9.73 | 10.96 | 12.25 | 8.73 | 10.52 | 10.43 |
| 18:00:30 | 10.28 | 7.92 | 6.58 | 6.65 | 6.45 | 7.26 | 4.58 | 6.55 | 7.52 | 9.73 | 8.38 | 9.18 | 9.47 |
| 19:00:30 | 8.68 | 6.83 | 4.78 | 4.18 | 4.77 | 5.87 | 3.19 | 4.32 | 4.72 | 7.95 | 7.51 | 8.13 | 8.81 |
| 20:00:30 | 7.76 | 5.63 | 3.93 | 1.92 | 2.73 | 3.80 | 2.03 | 3.72 | 3.42 | 6.92 | 6.93 | 6.68 | 7.62 |
| 21:00:30 | 7.32 | 4.53 | 2.51 | 0.53 | 1.10 | 2.37 | 1.16 | 2.87 | 2.68 | 6.18 | 6.38 | 5.82 | 5.99 |
| 22:00:30 | 6.13 | 3.39 | 0.18 | -0.63 | -1.04 | 1.89 | -0.23 | 1.22 | 1.43 | 4.98 | 5.62 | 5.41 | 4.48 |
| 23:00:30 | 5.39 | 2.80 | -0.56 | -1.44 | -2.39 | 0.43 | -1.55 | 0.05 | 0.37 | 2.74 | 4.01 | 4.75 | 3.93 |
| T. MAXIMO | 15.24 | 14.08 | 10.78 | 12.32 | 12.68 | 12.69 | 11.92 | 12.48 | 13.20 | 14.67 | 14.70 | 15.71 | 14.73 |
| T. MINIMO | -1.36 | 0.14 | -2.18 | -3.86 | -4.60 | -4.77 | -4.48 | -4.92 | -3.28 | -2.55 | -1.43 | 0.95 | 0.73 |
| PROMEDIO M | 7.02 | 6.60 | 4.48 | 3.23 | 3.31 | 3.78 | 3.11 | 3.72 | 4.58 | 6.04 | 6.40 | 7.51 | 7.51 |
| PROM. MIN | -2.43 °C | | | | | | | | | | | | |
| PROM. MAX. | 13.48 °C | | | | | | | | | | | | |

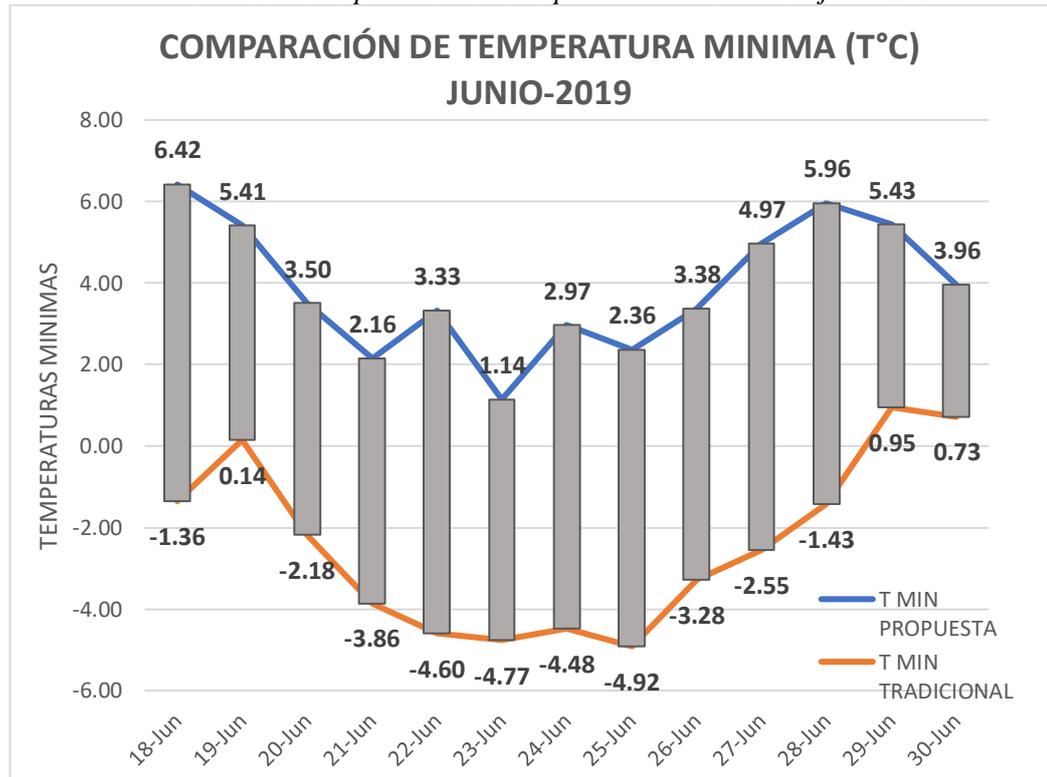
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Tabla 8: Temperatura Vivienda Propuesta del 18-30 de junio 2019.

| TEMPERATURA VIVIENDA TRADICIONAL | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|
| HORA | 18- jun | 19- jun | 20- jun | 21- jun | 22- jun | 23- jun | 24- jun | 25- jun | 26- jun | 27- jun | 28- jun | 29- jun | 30- jun | |
| 00:00:30 | 9.50 | 7.22 | 6.88 | 3.88 | 6.08 | 3.61 | 5.76 | 7.94 | 7.29 | 8.90 | 9.49 | 5.91 | 5.14 | |
| 01:00:30 | 8.89 | 7.48 | 4.58 | 4.23 | 5.09 | 3.92 | 5.43 | 5.64 | 6.14 | 8.07 | 8.09 | 6.50 | 5.06 | |
| 02:00:30 | 8.30 | 7.28 | 5.03 | 3.78 | 5.11 | 4.15 | 4.86 | 3.68 | 4.20 | 7.46 | 7.30 | 6.46 | 4.60 | |
| 03:00:30 | 7.73 | 6.88 | 4.66 | 3.13 | 4.34 | 1.75 | 4.18 | 2.65 | 3.44 | 6.44 | 7.28 | 6.31 | 4.27 | |
| 04:00:30 | 7.18 | 6.54 | 4.33 | 2.53 | 3.98 | 1.14 | 3.70 | 2.36 | 3.38 | 6.07 | 6.78 | 5.82 | 4.13 | |
| 05:00:30 | 6.65 | 5.41 | 4.18 | 2.43 | 3.55 | 1.80 | 3.10 | 2.54 | 3.77 | 5.43 | 6.26 | 5.43 | 3.96 | |
| 06:00:30 | 6.42 | 5.98 | 3.50 | 2.16 | 3.33 | 2.17 | 2.97 | 2.60 | 3.63 | 4.97 | 5.96 | 5.50 | 4.08 | |
| 07:00:30 | 7.36 | 7.26 | 4.95 | 3.24 | 4.42 | 3.63 | 4.08 | 3.91 | 4.58 | 6.18 | 6.91 | 6.50 | 5.54 | |
| 08:00:30 | 9.01 | 8.99 | 6.74 | 5.25 | 6.24 | 5.55 | 5.94 | 5.71 | 6.76 | 7.96 | 8.58 | 8.32 | 7.33 | |
| 09:00:30 | 11.62 | 11.42 | 8.98 | 8.12 | 9.00 | 8.40 | 8.87 | 8.54 | 9.82 | 10.28 | 11.32 | 10.84 | 9.54 | |
| 10:00:30 | 13.87 | 14.40 | 11.84 | 11.03 | 12.09 | 11.39 | 11.88 | 11.40 | 12.50 | 12.93 | 13.73 | 13.64 | 11.65 | |
| 11:00:30 | 16.23 | 17.07 | 14.28 | 13.79 | 13.69 | 14.16 | 14.24 | 13.94 | 14.71 | 15.65 | 16.37 | 16.10 | 13.80 | |
| 12:00:30 | 18.17 | 18.05 | 14.58 | 15.67 | 16.28 | 16.00 | 16.07 | 16.41 | 16.55 | 17.78 | 18.33 | 17.42 | 14.99 | |
| 13:00:30 | 19.58 | 17.54 | 15.19 | 17.18 | 18.16 | 17.44 | 17.40 | 17.93 | 17.93 | 19.18 | 17.63 | 18.69 | 16.88 | |
| 14:00:30 | 20.08 | 16.73 | 14.10 | 17.61 | 17.50 | 17.98 | 18.20 | 18.13 | 18.63 | 19.22 | 16.48 | 16.80 | 18.15 | |
| 15:00:30 | 19.93 | 15.58 | 11.78 | 16.68 | 17.40 | 17.18 | 17.19 | 17.77 | 18.13 | 18.99 | 16.02 | 13.53 | 17.74 | |
| 16:00:30 | 18.48 | 14.18 | 12.53 | 16.03 | 16.60 | 16.06 | 15.87 | 16.73 | 16.94 | 17.67 | 14.25 | 12.26 | 15.81 | |
| 17:00:30 | 16.92 | 10.08 | 10.06 | 13.63 | 14.01 | 13.98 | 14.66 | 15.24 | 15.42 | 16.27 | 12.28 | 12.28 | 12.80 | |
| 18:00:30 | 13.94 | 9.24 | 7.87 | 12.34 | 8.77 | 11.11 | 12.48 | 13.05 | 14.28 | 15.08 | 8.86 | 10.32 | 10.08 | |
| 19:00:30 | 10.00 | 7.88 | 6.83 | 11.29 | 10.52 | 11.78 | 11.18 | 9.53 | 13.07 | 13.95 | 8.09 | 9.68 | 8.88 | |
| 20:00:30 | 8.44 | 7.48 | 5.79 | 10.86 | 10.25 | 10.92 | 11.28 | 8.53 | 11.17 | 12.99 | 7.58 | 8.51 | 7.74 | |
| 21:00:30 | 7.67 | 7.94 | 6.32 | 8.64 | 8.13 | 8.94 | 8.41 | 7.73 | 10.68 | 12.17 | 6.68 | 7.36 | 6.63 | |
| 22:00:30 | 7.19 | 7.55 | 5.45 | 7.63 | 7.16 | 6.24 | 8.98 | 7.42 | 10.28 | 11.28 | 6.79 | 6.41 | 5.43 | |
| 23:00:30 | 6.81 | 6.94 | 3.97 | 6.94 | 5.02 | 5.76 | 8.53 | 7.46 | 9.64 | 10.62 | 6.28 | 5.52 | 4.47 | |
| T. MAXIMO | 20.08 | 18.05 | 15.19 | 17.61 | 18.16 | 17.98 | 18.20 | 18.13 | 18.63 | 19.22 | 18.33 | 18.69 | 18.15 | |
| T. MINIMO | 6.42 | 5.41 | 3.50 | 2.16 | 3.33 | 1.14 | 2.97 | 2.36 | 3.38 | 4.97 | 5.96 | 5.43 | 3.96 | |
| PROMEDIO | 11.66 | 10.21 | 8.10 | 9.09 | 9.45 | 8.96 | 9.80 | 9.45 | 10.54 | 11.90 | 10.30 | 9.84 | 9.11 | |
| PROM. MIN | | | | | | | | 3.92°C | | | | | | |
| PROM. MAX | | | | | | | | 18.18°C | | | | | | |
| EFICIENCIA | | | | | | | | 6.35°C | | | | | | |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Tabla 9: Comparación de Temperatura del 18-30 de junio 2019.



Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

NOTA:

El registro de temperaturas mínimas al interior de la vivienda del mes de Julio del 2019 es:

- La vivienda tradicional tiene un promedio de temperaturas mínimas de -2.42°C .
- La vivienda propuesta tiene un promedio de temperaturas mínimas de 3.92°C .

La eficiencia es la diferencia del promedio de estas temperaturas. Esto indica que la vivienda propuesta con tabiquería bioclimática a base del Stipa Ichu tiene un mayor confort térmico.

Resultado: En el mes de julio del 2019, la vivienda propuesta es eficiente con una elevación de temperatura de 6.34°C .



Tabla 10: Temperatura Vivienda Tradicional del 01-15 de julio 2019.

| TEMPERATURA VIVIENDA TRADICIONAL | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| HORA | 01- jul | 02- jul | 03- jul | 04- jul | 05- jul | 06- jul | 07- jul | 08- jul | 09- jul | 10- jul | 11- jul | 12- jul | 13- jul | 14- jul |
| 00:00:30 | 3.19 | 3.60 | 2.83 | 0.70 | -0.72 | 1.22 | 3.99 | 1.31 | -0.82 | 0.50 | 0.91 | 0.21 | 3.37 | 2.28 |
| 01:00:30 | 2.60 | 2.36 | 1.31 | -0.31 | -1.42 | 0.90 | 2.35 | 0.76 | -1.58 | -1.27 | -0.03 | -0.79 | 2.43 | 1.45 |
| 02:00:30 | 1.74 | 1.52 | -0.33 | -0.71 | -1.99 | 0.54 | 1.70 | -0.38 | -2.13 | -2.85 | -1.23 | -1.13 | 1.59 | 0.76 |
| 03:00:30 | 0.17 | 0.63 | -1.53 | -1.50 | -2.56 | -0.36 | 0.89 | -1.25 | -2.73 | -3.65 | -2.50 | -1.53 | 0.95 | -0.08 |
| 04:00:30 | -1.07 | 0.16 | -2.32 | -1.65 | -1.89 | -1.15 | 0.60 | -1.98 | -3.50 | -4.32 | -2.93 | -2.19 | -0.01 | -0.83 |
| 05:00:30 | -1.83 | -0.56 | -2.42 | -1.53 | 0.79 | -1.93 | 0.36 | -2.82 | -2.87 | -4.03 | -2.65 | -1.94 | 0.11 | -0.58 |
| 06:00:30 | -2.07 | -0.47 | -2.38 | -0.95 | 2.40 | -1.33 | 0.88 | -2.03 | 2.57 | 1.72 | 2.79 | 3.22 | 5.12 | 4.36 |
| 07:00:30 | 2.86 | 4.37 | 2.74 | 4.02 | 6.51 | 3.58 | 4.66 | 2.69 | 6.43 | 5.98 | 7.29 | 7.58 | 9.13 | 8.33 |
| 08:00:30 | 6.58 | 7.82 | 6.81 | 8.10 | 9.75 | 7.25 | 8.27 | 6.43 | 8.66 | 8.33 | 9.96 | 10.27 | 11.26 | 10.30 |
| 09:00:30 | 9.13 | 9.32 | 9.53 | 10.47 | 11.95 | 9.74 | 10.34 | 8.63 | 11.68 | 11.17 | 12.04 | 13.08 | 13.60 | 12.26 |
| 10:00:30 | 10.77 | 11.13 | 11.48 | 12.28 | 13.83 | 12.03 | 12.43 | 10.66 | 13.63 | 13.86 | 14.48 | 15.13 | 15.59 | 14.25 |
| 11:00:30 | 12.23 | 13.57 | 13.08 | 14.23 | 13.61 | 13.90 | 14.15 | 13.78 | 15.54 | 15.60 | 16.35 | 16.33 | 16.73 | 15.84 |
| 12:00:30 | 14.11 | 15.28 | 14.53 | 15.68 | 12.63 | 15.41 | 15.84 | 15.68 | 16.48 | 16.52 | 17.10 | 17.11 | 17.68 | 16.94 |
| 13:00:30 | 15.19 | 16.12 | 15.64 | 16.49 | 11.62 | 16.86 | 17.12 | 15.71 | 16.97 | 17.23 | 17.59 | 17.57 | 18.19 | 17.49 |
| 14:00:30 | 14.65 | 16.63 | 16.59 | 17.07 | 12.38 | 17.27 | 17.35 | 15.38 | 15.43 | 16.19 | 16.90 | 17.57 | 18.49 | 17.54 |
| 15:00:30 | 13.96 | 16.44 | 16.96 | 16.57 | 11.53 | 16.48 | 17.14 | 13.23 | 12.85 | 14.67 | 13.96 | 15.05 | 17.96 | 15.21 |
| 16:00:30 | 13.08 | 13.89 | 15.13 | 16.32 | 10.32 | 15.08 | 14.93 | 11.61 | 10.84 | 12.45 | 11.23 | 11.56 | 14.99 | 12.74 |
| 17:00:30 | 11.10 | 11.37 | 11.19 | 12.18 | 9.55 | 12.48 | 10.98 | 9.05 | 9.00 | 10.58 | 9.04 | 10.38 | 11.84 | 11.60 |
| 18:00:30 | 9.54 | 9.58 | 9.30 | 8.50 | 8.14 | 10.84 | 8.21 | 7.29 | 6.98 | 8.42 | 7.33 | 8.63 | 10.30 | 9.30 |
| 19:00:30 | 8.38 | 8.15 | 6.78 | 7.00 | 5.98 | 9.30 | 7.46 | 6.26 | 6.19 | 5.60 | 6.29 | 8.03 | 9.33 | 8.51 |
| 20:00:30 | 7.21 | 7.78 | 4.90 | 4.87 | 4.38 | 8.15 | 6.22 | 5.41 | 5.53 | 5.42 | 5.84 | 7.15 | 7.39 | 7.07 |
| 21:00:30 | 6.92 | 7.15 | 4.54 | 3.74 | 3.57 | 7.64 | 5.60 | 4.22 | 4.23 | 3.83 | 4.13 | 5.17 | 5.13 | 5.22 |
| 22:00:30 | 6.31 | 5.65 | 2.91 | 2.38 | 2.39 | 6.79 | 4.22 | 2.73 | 2.52 | 2.64 | 2.37 | 4.44 | 3.73 | 3.58 |
| 23:00:30 | 5.04 | 4.25 | 1.33 | 0.86 | 1.74 | 5.07 | 2.47 | 0.57 | 1.34 | 1.37 | 1.26 | 3.81 | 2.91 | 2.63 |
| T. MAX | 15.19 | 16.63 | 16.96 | 17.07 | 13.83 | 17.27 | 17.35 | 15.71 | 16.97 | 17.23 | 17.59 | 17.57 | 18.49 | 17.54 |
| T. MINIMO | -2.07 | -0.56 | -2.42 | -1.65 | -2.56 | -1.93 | 0.36 | -2.82 | -3.50 | -4.32 | -2.93 | -2.19 | -0.01 | -0.83 |
| PROMEDIO | 7.07 | 7.74 | 6.61 | 6.87 | 6.02 | 7.74 | 7.84 | 5.96 | 6.38 | 6.50 | 6.98 | 7.70 | 9.08 | 8.17 |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



Tabla 11: Temperatura Vivienda Tradicional del 16-31 de julio 2019.

| TEMPERATURA VIVIENDA TRADICIONAL | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| HORA | 16- jul | 17- jul | 18- jul | 19- jul | 20- jul | 21- jul | 22- jul | 23- jul | 24- jul | 25- jul | 26- jul | 27- jul | 28- jul | 29- jul | 30- jul |
| 00:00:30 | 3.01 | 4.34 | 3.41 | 1.57 | 0.92 | 2.43 | 2.56 | 2.27 | 2.15 | 2.35 | -2.43 | 1.01 | -0.09 | 6.26 | 1.23 |
| 01:00:30 | 2.66 | 4.18 | 3.23 | 1.58 | 0.44 | 1.65 | 1.76 | 2.16 | 1.76 | 1.51 | -2.99 | 0.04 | -0.88 | 5.28 | 0.59 |
| 02:00:30 | 2.13 | 4.08 | 3.54 | 1.55 | 0.12 | 0.92 | 0.63 | 1.28 | 1.88 | 0.85 | -3.83 | -1.13 | -1.38 | 3.98 | -0.23 |
| 03:00:30 | 1.03 | 4.70 | 3.32 | 0.58 | 0.15 | 0.34 | 0.23 | 0.31 | 1.73 | -0.09 | -4.64 | -1.92 | -1.56 | 3.32 | -0.96 |
| 04:00:30 | 0.39 | 4.72 | 3.44 | -0.02 | -0.44 | -0.18 | -0.28 | -0.30 | 1.63 | -0.78 | -5.38 | -2.49 | -1.91 | 1.56 | -1.28 |
| 05:00:30 | 0.47 | 4.52 | 3.07 | 0.34 | -0.09 | 0.10 | -0.12 | 0.18 | 1.33 | -0.93 | -5.08 | -2.10 | -1.52 | 1.32 | -0.72 |
| 06:00:30 | 2.88 | 4.47 | 2.78 | 2.46 | 3.22 | 3.05 | 3.33 | 3.23 | 1.60 | 2.99 | 0.58 | 2.28 | 3.09 | 4.94 | 3.43 |
| 07:00:30 | 4.39 | 5.09 | 3.28 | 3.96 | 4.63 | 4.30 | 5.23 | 4.71 | 3.18 | 4.45 | 3.32 | 4.28 | 5.09 | 6.59 | 5.45 |
| 08:00:30 | 5.88 | 5.28 | 3.58 | 5.43 | 5.13 | 5.78 | 7.32 | 6.72 | 5.86 | 5.82 | 5.40 | 6.38 | 7.19 | 7.90 | 7.69 |
| 09:00:30 | 8.01 | 7.70 | 4.66 | 6.59 | 7.20 | 7.91 | 9.92 | 9.18 | 9.30 | 8.43 | 8.17 | 9.13 | 9.68 | 10.67 | 10.65 |
| 10:00:30 | 11.69 | 9.13 | 6.70 | 9.60 | 10.81 | 10.88 | 12.87 | 11.72 | 11.20 | 11.18 | 11.54 | 12.54 | 12.93 | 13.00 | 14.22 |
| 11:00:30 | 12.91 | 8.02 | 7.64 | 11.39 | 11.98 | 12.84 | 14.13 | 11.62 | 11.28 | 13.28 | 13.98 | 15.12 | 15.23 | 15.82 | 16.47 |
| 12:00:30 | 13.69 | 7.78 | 9.46 | 12.02 | 11.76 | 13.23 | 14.88 | 10.73 | 11.50 | 14.03 | 15.03 | 15.95 | 15.73 | 17.72 | 16.61 |
| 13:00:30 | 12.88 | 5.53 | 9.14 | 12.13 | 11.24 | 14.10 | 14.65 | 10.93 | 13.43 | 14.79 | 15.95 | 15.37 | 16.32 | 18.26 | 15.86 |
| 14:00:30 | 11.75 | 5.03 | 10.54 | 11.27 | 9.39 | 13.11 | 11.63 | 11.63 | 13.94 | 14.05 | 16.28 | 13.95 | 15.91 | 17.36 | 14.93 |
| 15:00:30 | 10.07 | 6.30 | 9.53 | 9.55 | 8.33 | 11.17 | 9.53 | 9.26 | 13.23 | 13.27 | 14.33 | 12.52 | 15.16 | 14.41 | 13.23 |
| 16:00:30 | 8.34 | 6.02 | 8.18 | 8.33 | 7.75 | 10.54 | 8.33 | 7.39 | 11.50 | 10.78 | 11.53 | 10.54 | 13.08 | 12.08 | 10.78 |
| 17:00:30 | 7.55 | 6.08 | 6.59 | 7.28 | 7.16 | 9.30 | 7.28 | 6.63 | 10.04 | 8.14 | 9.45 | 9.03 | 12.07 | 9.73 | 9.53 |
| 18:00:30 | 7.39 | 4.76 | 5.42 | 6.63 | 6.31 | 8.58 | 6.92 | 6.05 | 8.46 | 6.23 | 8.11 | 7.63 | 11.14 | 9.18 | 8.75 |
| 19:00:30 | 6.80 | 4.38 | 4.38 | 5.71 | 6.00 | 7.89 | 6.43 | 5.48 | 6.90 | 3.24 | 6.70 | 6.18 | 10.04 | 8.05 | 7.20 |
| 20:00:30 | 6.30 | 3.75 | 4.06 | 4.34 | 5.17 | 6.55 | 5.90 | 4.56 | 6.03 | 2.01 | 5.55 | 4.73 | 9.26 | 6.34 | 5.68 |
| 21:00:30 | 5.73 | 4.14 | 3.14 | 3.24 | 4.38 | 6.33 | 5.08 | 3.78 | 4.89 | 0.93 | 4.24 | 3.02 | 7.74 | 4.57 | 5.09 |
| 22:00:30 | 4.81 | 4.10 | 2.92 | 2.38 | 4.10 | 5.08 | 3.47 | 2.95 | 3.55 | -0.14 | 3.27 | 1.73 | 6.73 | 3.00 | 3.88 |
| 23:00:30 | 4.34 | 3.55 | 2.02 | 1.62 | 3.23 | 3.93 | 2.75 | 2.72 | 2.91 | -1.37 | 1.79 | 0.70 | 6.60 | 1.66 | 2.59 |
| T. MAX. | 13.69 | 9.13 | 10.54 | 12.13 | 11.98 | 14.10 | 14.88 | 11.72 | 13.94 | 14.79 | 16.28 | 15.95 | 16.32 | 18.26 | 16.61 |
| T. MIN. | 0.39 | 3.55 | 2.02 | -0.02 | -0.44 | -0.18 | -0.28 | -0.30 | 1.33 | -1.37 | -5.38 | -2.49 | -1.91 | 1.32 | -1.28 |
| Promedio | 6.46 | 5.32 | 5.17 | 5.40 | 5.37 | 6.66 | 6.43 | 5.63 | 6.64 | 5.63 | 5.45 | 6.02 | 7.74 | 8.46 | 7.11 |
| PROM. MIN. | | | | | | | | | | | | | | | -1.18°C |
| PROM. MAX. | | | | | | | | | | | | | | | 15.51°C |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Tabla 12: Temperatura Vivienda Propuesta del 01-15 de julio 2019.

| TEMPERATURA VIVIENDA PROPUESTA | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HORA | 01-jul | 02-jul | 03-jul | 04-jul | 05-jul | 06-jul | 07-jul | 08-jul | 09-jul | 10-jul | 11-jul | 12-jul | 13-jul | 14-jul |
| 00:00:30 | 4.33 | 6.61 | 8.19 | 9.15 | 8.59 | 6.30 | 7.95 | 4.66 | 5.02 | 4.97 | 5.78 | 6.46 | 4.70 | 7.21 |
| 01:00:30 | 3.85 | 6.43 | 6.98 | 8.51 | 7.81 | 5.01 | 8.22 | 4.43 | 4.74 | 4.79 | 4.94 | 5.95 | 4.10 | 6.88 |
| 02:00:30 | 3.82 | 6.09 | 6.96 | 7.38 | 6.50 | 5.53 | 7.43 | 4.58 | 4.19 | 4.68 | 4.95 | 5.47 | 3.93 | 6.43 |
| 03:00:30 | 3.54 | 5.72 | 6.55 | 7.22 | 6.05 | 5.54 | 7.30 | 4.09 | 3.67 | 4.26 | 4.73 | 4.76 | 3.85 | 5.93 |
| 04:00:30 | 3.21 | 5.23 | 5.80 | 5.43 | 4.47 | 5.03 | 6.69 | 3.78 | 3.49 | 3.73 | 4.30 | 4.46 | 3.67 | 5.47 |
| 05:00:30 | 2.98 | 4.83 | 5.37 | 4.78 | 3.93 | 4.71 | 6.49 | 3.70 | 3.06 | 3.24 | 3.84 | 4.05 | 3.62 | 4.88 |
| 06:00:30 | 3.22 | 4.84 | 5.05 | 5.14 | 4.49 | 4.60 | 5.98 | 3.63 | 3.54 | 3.37 | 4.08 | 4.38 | 5.58 | 5.28 |
| 07:00:30 | 4.95 | 6.32 | 6.15 | 6.91 | 6.82 | 5.84 | 6.99 | 4.78 | 7.28 | 6.93 | 7.73 | 8.21 | 9.73 | 9.21 |
| 08:00:30 | 6.94 | 8.09 | 8.09 | 8.98 | 9.93 | 7.72 | 8.84 | 6.79 | 9.77 | 9.43 | 11.12 | 10.90 | 12.13 | 11.58 |
| 09:00:30 | 9.63 | 10.61 | 10.77 | 11.81 | 12.11 | 10.36 | 11.10 | 9.17 | 12.74 | 12.27 | 13.03 | 14.07 | 14.27 | 12.74 |
| 10:00:30 | 12.55 | 13.34 | 13.57 | 14.58 | 14.22 | 13.06 | 13.33 | 12.21 | 15.02 | 14.53 | 15.38 | 17.02 | 16.50 | 14.43 |
| 11:00:30 | 14.48 | 16.26 | 16.28 | 17.33 | 14.42 | 15.76 | 15.76 | 15.31 | 16.98 | 15.96 | 17.08 | 18.77 | 17.60 | 16.03 |
| 12:00:30 | 16.11 | 18.75 | 18.53 | 19.33 | 15.08 | 17.81 | 17.59 | 16.69 | 17.76 | 17.24 | 18.18 | 19.08 | 18.69 | 17.98 |
| 13:00:30 | 16.86 | 19.63 | 19.69 | 20.59 | 14.85 | 18.30 | 18.90 | 17.99 | 17.57 | 18.28 | 19.39 | 19.67 | 19.79 | 18.86 |
| 14:00:30 | 17.65 | 20.38 | 20.11 | 20.40 | 15.54 | 18.90 | 19.38 | 16.95 | 17.68 | 18.52 | 17.89 | 19.60 | 19.55 | 19.18 |
| 15:00:30 | 17.07 | 19.33 | 19.70 | 18.90 | 14.95 | 18.11 | 18.26 | 15.90 | 15.78 | 17.49 | 17.23 | 17.78 | 19.36 | 18.71 |
| 16:00:30 | 15.74 | 16.45 | 17.85 | 17.94 | 13.88 | 17.08 | 16.83 | 14.06 | 14.49 | 14.43 | 15.16 | 16.48 | 18.13 | 16.48 |
| 17:00:30 | 12.73 | 14.23 | 15.36 | 15.13 | 10.97 | 13.88 | 13.59 | 11.43 | 11.85 | 13.32 | 12.15 | 13.69 | 15.65 | 14.08 |
| 18:00:30 | 10.78 | 12.73 | 11.90 | 13.32 | 10.33 | 14.39 | 9.22 | 8.09 | 8.51 | 10.79 | 9.07 | 10.58 | 10.98 | 10.66 |
| 19:00:30 | 9.03 | 11.66 | 13.09 | 12.33 | 10.12 | 11.98 | 7.79 | 7.08 | 7.26 | 7.49 | 6.83 | 8.32 | 9.76 | 8.91 |
| 20:00:30 | 7.69 | 9.39 | 10.47 | 11.05 | 9.33 | 10.40 | 6.59 | 6.07 | 6.68 | 6.54 | 6.46 | 7.58 | 8.35 | 7.38 |
| 21:00:30 | 8.08 | 8.65 | 10.04 | 10.32 | 7.93 | 9.73 | 6.28 | 5.51 | 6.63 | 6.09 | 6.36 | 5.99 | 7.65 | 6.44 |
| 22:00:30 | 6.88 | 7.65 | 10.37 | 9.46 | 7.90 | 8.53 | 5.84 | 5.15 | 5.90 | 5.68 | 7.05 | 6.03 | 7.74 | 6.93 |
| 23:00:30 | 6.63 | 8.17 | 9.75 | 9.42 | 6.69 | 8.18 | 5.38 | 4.75 | 5.39 | 5.87 | 6.81 | 5.39 | 6.93 | 7.04 |
| T. MAX | 17.65 | 20.38 | 20.11 | 20.59 | 15.54 | 18.90 | 19.38 | 17.99 | 17.76 | 18.52 | 19.39 | 19.67 | 19.79 | 19.18 |
| T. MINIMO | 2.98 | 4.83 | 5.05 | 4.78 | 3.93 | 4.60 | 5.38 | 3.63 | 3.06 | 3.24 | 3.84 | 4.05 | 3.62 | 4.88 |
| PROMEDIO | 9.11 | 10.89 | 11.52 | 11.89 | 9.87 | 10.70 | 10.49 | 8.62 | 9.37 | 9.58 | 9.98 | 10.61 | 10.93 | 10.78 |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

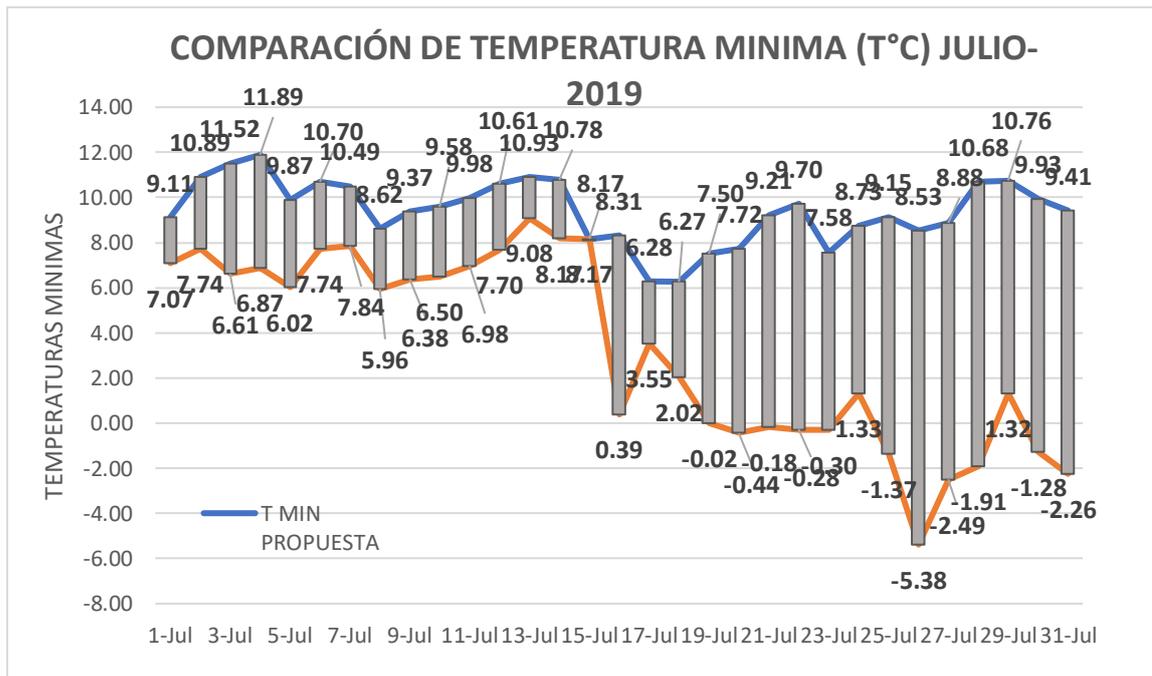


Tabla 13: Temperatura Vivienda Propuesta del 16-31 de julio 2019.

| TEMPERATURA VIVIENDA PROPUESTA | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--|
| HORA | 16- jul | 17- jul | 18- jul | 19- jul | 20- jul | 21- jul | 22- jul | 23- jul | 24- jul | 25- jul | 26- jul | 27- jul | 28- jul | 29- jul | 30- jul | |
| 0:00:30 | 5.43 | 4.18 | 4.10 | 3.38 | 5.14 | 4.91 | 7.02 | 4.48 | 2.45 | 5.99 | 5.19 | 3.45 | 5.44 | 8.00 | 5.18 | |
| 1:00:30 | 5.13 | 4.50 | 4.02 | 2.88 | 4.82 | 4.41 | 6.59 | 3.78 | 2.28 | 5.29 | 4.55 | 2.77 | 5.23 | 8.32 | 4.24 | |
| 2:00:30 | 2.50 | 4.70 | 3.98 | 3.18 | 4.51 | 4.05 | 6.07 | 3.62 | 2.29 | 4.63 | 3.82 | 2.78 | 4.96 | 7.34 | 3.95 | |
| 3:00:30 | 2.66 | 4.71 | 3.86 | 3.03 | 4.12 | 3.72 | 5.50 | 3.40 | 1.93 | 4.16 | 2.21 | 2.70 | 4.62 | 6.03 | 3.69 | |
| 4:00:30 | 2.56 | 4.63 | 3.79 | 2.60 | 3.93 | 3.58 | 4.49 | 3.43 | 1.87 | 3.87 | 2.38 | 2.31 | 4.12 | 5.68 | 3.43 | |
| 5:00:30 | 2.63 | 4.64 | 3.64 | 2.30 | 3.01 | 3.06 | 3.93 | 3.38 | 2.37 | 3.37 | 2.04 | 2.18 | 3.80 | 5.55 | 2.84 | |
| 6:00:30 | 4.84 | 5.03 | 3.66 | 4.91 | 4.83 | 4.54 | 5.16 | 4.92 | 4.43 | 4.20 | 2.10 | 3.58 | 4.22 | 5.98 | 4.62 | |
| 7:00:30 | 7.51 | 6.10 | 4.29 | 7.63 | 6.71 | 7.62 | 8.39 | 8.03 | 6.95 | 7.18 | 5.29 | 6.99 | 7.61 | 8.91 | 8.48 | |
| 8:00:30 | 9.76 | 9.54 | 5.49 | 7.68 | 8.05 | 9.12 | 10.44 | 9.21 | 9.80 | 8.71 | 7.88 | 9.27 | 9.88 | 10.62 | 11.25 | |
| 9:00:30 | 12.63 | 10.48 | 7.17 | 9.68 | 9.98 | 10.75 | 12.28 | 10.82 | 11.78 | 10.22 | 10.11 | 11.82 | 12.06 | 12.87 | 13.50 | |
| 10:00:30 | 13.33 | 10.02 | 8.84 | 11.40 | 11.10 | 11.87 | 13.63 | 12.43 | 12.68 | 12.38 | 12.22 | 14.47 | 14.13 | 14.86 | 15.09 | |
| 11:00:30 | 13.16 | 9.58 | 10.83 | 12.63 | 12.51 | 13.38 | 16.03 | 13.93 | 12.06 | 14.08 | 14.09 | 16.01 | 15.84 | 16.21 | 16.29 | |
| 12:00:30 | 14.48 | 8.33 | 10.75 | 12.68 | 13.72 | 13.47 | 17.99 | 13.28 | 12.75 | 15.88 | 16.63 | 17.54 | 17.67 | 18.05 | 18.73 | |
| 13:00:30 | 14.86 | 8.20 | 10.42 | 13.33 | 13.53 | 15.83 | 18.36 | 12.22 | 14.13 | 16.78 | 17.25 | 18.13 | 18.11 | 19.76 | 19.80 | |
| 14:00:30 | 14.52 | 8.07 | 11.16 | 13.25 | 12.57 | 16.74 | 16.82 | 12.53 | 15.48 | 17.23 | 18.04 | 17.78 | 18.14 | 19.81 | 19.37 | |
| 15:00:30 | 13.49 | 7.31 | 10.73 | 12.19 | 11.08 | 15.03 | 14.15 | 12.63 | 15.33 | 14.92 | 16.77 | 16.74 | 16.77 | 16.75 | 18.07 | |
| 16:00:30 | 11.88 | 6.75 | 9.00 | 10.99 | 10.14 | 13.51 | 12.40 | 10.97 | 14.22 | 13.94 | 14.37 | 15.63 | 15.96 | 15.30 | 16.62 | |
| 17:00:30 | 10.00 | 6.27 | 7.38 | 8.97 | 8.64 | 11.41 | 11.02 | 9.91 | 11.70 | 12.48 | 12.78 | 12.26 | 14.20 | 14.12 | 15.02 | |
| 18:00:30 | 7.99 | 5.52 | 6.22 | 7.09 | 6.64 | 9.48 | 8.97 | 7.47 | 11.18 | 10.19 | 10.99 | 8.51 | 13.31 | 11.52 | 10.64 | |
| 19:00:30 | 7.40 | 5.02 | 5.62 | 6.12 | 6.56 | 9.62 | 7.73 | 6.32 | 10.60 | 9.34 | 7.13 | 6.65 | 11.90 | 8.23 | 7.80 | |
| 20:00:30 | 6.58 | 4.50 | 4.92 | 6.97 | 6.73 | 9.62 | 7.48 | 5.32 | 9.51 | 8.27 | 6.03 | 5.33 | 10.74 | 6.81 | 6.08 | |
| 21:00:30 | 5.88 | 4.34 | 4.03 | 6.18 | 5.64 | 9.21 | 6.61 | 4.08 | 8.49 | 6.38 | 5.05 | 5.16 | 10.56 | 6.08 | 5.15 | |
| 22:00:30 | 5.28 | 4.23 | 3.28 | 5.38 | 5.75 | 8.88 | 5.98 | 3.25 | 7.98 | 5.07 | 4.25 | 5.50 | 9.28 | 5.80 | 4.43 | |
| 23:00:30 | 4.87 | 4.20 | 3.28 | 5.61 | 5.68 | 7.36 | 5.86 | 2.45 | 7.24 | 4.96 | 3.53 | 5.60 | 7.78 | 5.63 | 4.05 | |
| T. MAX | 14.86 | 10.48 | 11.16 | 13.33 | 13.72 | 16.74 | 18.36 | 13.93 | 15.48 | 17.23 | 18.04 | 18.13 | 18.14 | 19.81 | 19.80 | |
| T. MIN | 2.50 | 4.20 | 3.28 | 2.30 | 3.01 | 3.06 | 3.93 | 2.45 | 1.87 | 3.37 | 2.04 | 2.18 | 3.80 | 5.55 | 2.84 | |
| Promedio | 8.31 | 6.28 | 6.27 | 7.50 | 7.72 | 9.21 | 9.70 | 7.58 | 8.73 | 9.15 | 8.53 | 8.88 | 10.68 | 10.76 | 9.93 | |
| PROM MIN | | | | | | | | 3.41°C | | | | | | | | |
| PROM MAX | | | | | | | | 17.42°C | | | | | | | | |
| Eficiencia | | | | | | | | 4.59°C | | | | | | | | |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Tabla 14: Comparación de Temperatura del 01-31 de julio 2019.



Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

NOTA:

El registro de temperaturas mínimas al interior de la vivienda del mes de julio del 2019 es:

- La vivienda tradicional tiene un promedio de temperaturas mínimas de -1.18°C .
- La vivienda propuesta tiene un promedio de temperaturas mínimas de 3.41°C .

La eficiencia es la diferencia del promedio de estas temperaturas. Esto indica que la vivienda propuesta con tabiquería bioclimática a base del Stipa Ichu tiene un mayor confort térmico.

Resultado: En el mes de julio del 2019, la vivienda propuesta es eficiente con una elevación de temperatura de 4.59°C .

Tabla 15: Temperatura Vivienda Tradicional del 01-10 de agosto 2019.

| TEMPERATURA VIVIENDA TRADICIONAL | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HORA | 01-ago | 02-ago | 03-ago | 04-ago | 05-ago | 06-ago | 07-ago | 08-ago | 09-ago | 10-ago |
| 00:00:30 | 1.38 | 0.95 | 2.01 | -1.94 | -1.85 | -0.13 | 1.20 | 0.55 | -0.44 | 1.41 |
| 01:00:30 | 0.21 | 0.14 | 0.98 | -3.07 | -2.82 | -0.13 | -0.27 | -0.42 | -1.43 | 0.40 |
| 02:00:30 | -0.42 | -0.33 | 0.16 | -3.48 | -3.92 | -1.28 | -1.37 | -1.13 | -2.16 | -0.25 |
| 03:00:30 | -1.13 | -1.00 | -0.42 | -4.34 | -4.36 | -2.48 | -2.52 | -1.98 | -2.63 | -0.55 |
| 04:00:30 | -1.87 | -1.39 | -1.11 | -5.25 | -5.18 | -3.38 | -3.23 | -2.85 | -2.93 | -1.33 |
| 05:00:30 | -1.68 | -0.71 | -1.15 | -5.11 | -4.73 | -3.17 | -3.03 | -2.85 | -2.38 | -1.18 |
| 06:00:30 | 2.87 | 4.23 | 3.73 | 0.83 | 1.33 | 2.40 | 2.68 | 2.51 | 2.55 | 3.07 |
| 07:00:30 | 5.08 | 6.38 | 5.81 | 4.20 | 4.86 | 5.30 | 6.28 | 5.47 | 5.38 | 5.34 |
| 08:00:30 | 7.21 | 8.36 | 7.72 | 6.13 | 7.08 | 7.50 | 8.44 | 7.88 | 7.49 | 7.50 |
| 09:00:30 | 10.15 | 11.46 | 10.13 | 8.86 | 10.20 | 10.76 | 11.60 | 11.34 | 10.13 | 10.73 |
| 10:00:30 | 12.97 | 14.43 | 12.78 | 12.53 | 13.53 | 13.94 | 14.73 | 14.45 | 13.31 | 12.63 |
| 11:00:30 | 14.73 | 15.94 | 13.94 | 14.69 | 15.63 | 16.58 | 17.23 | 16.39 | 15.14 | 13.27 |
| 12:00:30 | 16.62 | 16.37 | 15.22 | 15.85 | 16.41 | 17.61 | 17.59 | 16.16 | 16.63 | 13.41 |
| 13:00:30 | 17.33 | 16.53 | 16.06 | 16.78 | 17.45 | 18.37 | 18.56 | 15.88 | 16.89 | 13.18 |
| 14:00:30 | 17.59 | 14.74 | 15.55 | 16.12 | 17.72 | 18.51 | 17.57 | 15.03 | 16.82 | 12.49 |
| 15:00:30 | 16.33 | 12.33 | 13.16 | 14.13 | 15.69 | 15.41 | 14.71 | 13.37 | 13.99 | 10.60 |
| 16:00:30 | 12.36 | 9.68 | 9.05 | 11.81 | 11.83 | 12.63 | 11.61 | 10.65 | 11.07 | 8.44 |
| 17:00:30 | 9.77 | 9.24 | 7.90 | 9.54 | 10.58 | 10.44 | 9.87 | 9.38 | 8.58 | 7.19 |
| 18:00:30 | 8.76 | 8.55 | 5.50 | 6.67 | 8.38 | 8.82 | 8.73 | 8.10 | 7.56 | 6.82 |
| 19:00:30 | 6.90 | 7.34 | 3.95 | 5.54 | 6.74 | 7.02 | 7.58 | 5.61 | 6.77 | 5.71 |
| 20:00:30 | 5.11 | 6.23 | 2.52 | 3.86 | 5.36 | 5.61 | 6.17 | 3.80 | 5.53 | 4.75 |
| 21:00:30 | 4.03 | 4.90 | 1.53 | 2.32 | 4.48 | 4.16 | 4.48 | 3.63 | 4.23 | 3.43 |
| 22:00:30 | 2.68 | 3.68 | 0.16 | 0.72 | 3.12 | 3.14 | 2.88 | 2.59 | 3.36 | 2.40 |
| 23:00:30 | 1.85 | 2.90 | -0.82 | -0.56 | 1.34 | 2.09 | 1.55 | 0.65 | 2.34 | 1.14 |
| T. MAXIMO | 17.59 | 16.53 | 16.06 | 16.78 | 17.72 | 18.51 | 18.56 | 16.39 | 16.89 | 13.41 |
| T. MINIMO | -1.87 | -1.39 | -1.15 | -5.25 | -5.18 | -3.38 | -3.23 | -2.85 | -2.93 | -1.33 |
| PROMEDIO | 7.03 | 7.12 | 6.01 | 5.28 | 6.20 | 7.07 | 7.21 | 6.43 | 6.49 | 5.86 |
| PROM MIN | -2.86°C | | | | | | | | | |
| PROM MAX | 16.84°C | | | | | | | | | |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

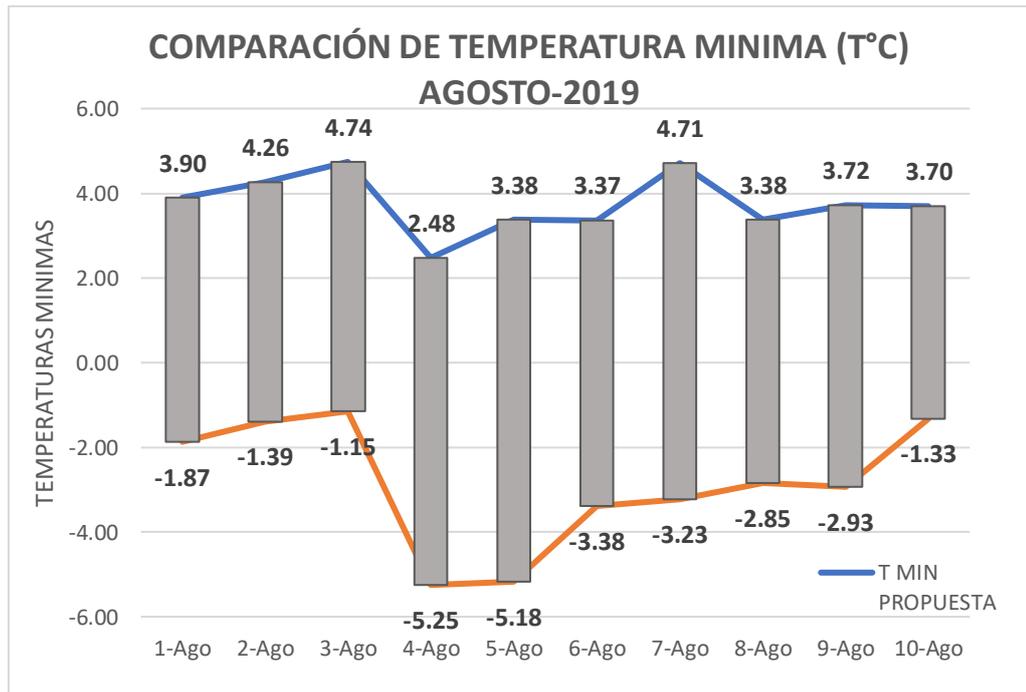


Tabla 16: Temperatura Vivienda Propuesta del 01-10 de agosto 2019.

| TEMPERATURA VIVIENDA PROPUESTA | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HORA | 01-ago | 02-ago | 03-ago | 04-ago | 05-ago | 06-ago | 07-ago | 08-ago | 09-ago | 10-ago |
| 00:00:30 | 5.94 | 8.17 | 7.34 | 5.27 | 5.38 | 5.81 | 7.33 | 5.28 | 4.63 | 4.90 |
| 01:00:30 | 5.63 | 7.63 | 6.88 | 5.14 | 5.13 | 5.45 | 7.01 | 4.38 | 5.03 | 4.23 |
| 02:00:30 | 5.25 | 7.08 | 6.40 | 3.96 | 4.82 | 3.37 | 6.69 | 3.62 | 4.73 | 4.53 |
| 03:00:30 | 4.85 | 6.50 | 5.85 | 2.48 | 4.43 | 4.05 | 6.18 | 3.71 | 4.38 | 4.25 |
| 04:00:30 | 4.36 | 5.74 | 5.26 | 2.93 | 4.00 | 3.72 | 5.56 | 3.82 | 3.98 | 3.94 |
| 05:00:30 | 3.90 | 4.26 | 4.74 | 2.63 | 3.42 | 3.48 | 4.88 | 3.38 | 3.72 | 3.70 |
| 06:00:30 | 4.10 | 5.02 | 4.80 | 2.61 | 3.38 | 3.70 | 4.71 | 3.88 | 3.92 | 4.29 |
| 07:00:30 | 7.38 | 8.31 | 7.48 | 4.99 | 6.51 | 7.11 | 7.41 | 7.67 | 6.93 | 7.76 |
| 08:00:30 | 9.97 | 11.18 | 9.78 | 7.67 | 9.73 | 9.95 | 10.31 | 11.01 | 9.73 | 9.83 |
| 09:00:30 | 12.15 | 13.21 | 11.54 | 9.93 | 12.18 | 12.73 | 13.21 | 13.43 | 12.09 | 11.57 |
| 10:00:30 | 13.90 | 15.42 | 13.20 | 12.80 | 14.37 | 15.03 | 15.75 | 15.53 | 14.28 | 13.66 |
| 11:00:30 | 15.54 | 16.63 | 14.81 | 15.77 | 16.76 | 16.94 | 17.58 | 17.34 | 15.87 | 15.33 |
| 12:00:30 | 17.59 | 18.88 | 16.33 | 17.98 | 19.00 | 19.40 | 18.58 | 19.13 | 18.16 | 16.67 |
| 13:00:30 | 19.36 | 20.54 | 17.01 | 19.32 | 20.05 | 20.53 | 19.73 | 19.78 | 19.83 | 17.09 |
| 14:00:30 | 19.60 | 20.47 | 16.98 | 19.91 | 20.63 | 20.31 | 21.07 | 19.57 | 20.23 | 16.90 |
| 15:00:30 | 18.60 | 17.99 | 16.84 | 17.13 | 19.61 | 19.97 | 19.83 | 18.36 | 19.28 | 15.76 |
| 16:00:30 | 17.36 | 16.05 | 15.95 | 16.78 | 17.88 | 18.01 | 17.92 | 17.01 | 17.11 | 14.05 |
| 17:00:30 | 13.72 | 13.36 | 13.49 | 14.78 | 15.62 | 15.06 | 15.49 | 15.05 | 14.14 | 11.89 |
| 18:00:30 | 11.31 | 10.54 | 10.98 | 12.82 | 12.86 | 13.29 | 11.74 | 8.50 | 11.93 | 10.57 |
| 19:00:30 | 10.09 | 8.79 | 9.93 | 10.36 | 10.63 | 9.72 | 9.45 | 6.53 | 9.67 | 10.09 |
| 20:00:30 | 8.63 | 6.65 | 7.84 | 7.92 | 7.99 | 8.50 | 7.85 | 6.58 | 6.41 | 7.42 |
| 21:00:30 | 9.48 | 7.13 | 7.61 | 6.93 | 6.06 | 8.35 | 7.04 | 6.31 | 6.30 | 6.99 |
| 22:00:30 | 9.23 | 7.96 | 5.87 | 6.36 | 5.78 | 7.59 | 5.13 | 5.11 | 6.12 | 6.11 |
| 23:00:30 | 8.72 | 7.59 | 5.31 | 5.49 | 5.46 | 7.24 | 6.58 | 5.11 | 5.42 | 5.01 |
| T. MAXIMO | 19.60 | 20.54 | 17.01 | 19.91 | 20.63 | 20.53 | 21.07 | 19.78 | 20.23 | 17.09 |
| T. MINIMO | 3.90 | 4.26 | 4.74 | 2.48 | 3.38 | 3.37 | 4.71 | 3.38 | 3.72 | 3.70 |
| PROMEDIO | 10.69 | 11.05 | 10.09 | 9.66 | 10.49 | 10.80 | 11.13 | 10.00 | 10.16 | 9.44 |
| PROM MIN | 3.76°C | | | | | | | | | |
| PROM MAX | 19.64°C | | | | | | | | | |
| EFICIENCIA | 6.62°C | | | | | | | | | |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Tabla 17: Comparación de Temperatura del 01-10 de agosto 2019.



Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

NOTA:

El registro de temperaturas mínimas al interior de la vivienda del mes de Agosto del 2019 es:

- La vivienda tradicional tiene un promedio de temperaturas mínimas de -2.86°C .
- La vivienda propuesta tiene un promedio de temperaturas mínimas de 3.76°C .

La eficiencia es la diferencia del promedio de estas temperaturas. Esto indica que la vivienda propuesta con tabiquería bioclimática a base del Stipa Ichu tiene un mayor confort térmico.

Resultado: En el mes de Agosto del 2019, la vivienda propuesta es eficiente con una elevación de temperatura de 5.85°C .

4.1.2. Resultados Promedios Generales Durante la Temporada de Investigación

Tabla 18: Temperatura Promedio Mínimo.

| MES | JUNIO | JULIO | AGOSTO | PROMEDIO |
|--------------------------------|---------|---------|---------|----------|
| TEMPERATURA MIN.TRADICIONAL | -2.43°C | -1.18°C | -2.86°C | -2.16°C |
| TEMPERATURA MIN. PROPUESTA | 3.92°C | 3.41°C | 3.76°C | 3.70°C |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Tabla 19: Temperatura Promedio Máximo.

| MES | JUNIO | JULIO | AGOSTO | PROMEDIO |
|--------------------------------|---------|---------|---------|----------|
| TEMPERATURA MAX.TRADICIONAL | 13.48°C | 15.51°C | 16.84°C | 15.28°C |
| TEMPERATURA MAX. PROPUESTA | 18.18°C | 17.42°C | 19.64°C | 18.42°C |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

NOTA:

El registro de temperaturas mínimas y máximas al interior de la vivienda durante los meses de junio, julio y agosto del 2019 es:

- La vivienda tradicional tiene un promedio de temperaturas mínimas de -2.16°C.
- La vivienda propuesta tiene un promedio de temperaturas mínimas de 3.70°C.
- La vivienda tradicional tiene un promedio de temperaturas máximas de 15.28 °C.
- La vivienda propuesta tiene un promedio de temperaturas máximas de 18.42°C.

La eficiencia es la diferencia del promedio de estas temperaturas, cuyo valor mínimo es de 5.86°C, y el valor máximo es de 3.14°C esto indica que la vivienda propuesta con tabiquería bioclimática a base del Stipa Ichu tiene un mayor confort térmico.

4.1.3. Estadística de Pruebas de Hipótesis

4.1.3.1. Distribución *T* de Student

1. $H_0 = H_1$
2. $H_0 \geq H_1$
3. $H_0 \leq H_1$... $\checkmark\checkmark$ COMPROBAR.

H_0 : Hipótesis Nula (variable de la vivienda tradicional).

H_1 : Hipótesis Alternativa (variable de la vivienda propuesta).

Rango de error (valor de significancia): 1-5%

Z: Datos > 30... $\checkmark\checkmark$

T: Datos < 30

Tabla 20: Datos de Estadística *t* de Student.

| DATOS | VALORES |
|----------------------------------|---------|
| Promedio Tradicional (μ_0) | -2.16 |
| Promedio Propuesta (X) | 3.70 |
| Desviación Estándar (Σ) | 1.11 |
| Muestra (N) | 54 |
| Valor De Significación (5%) | 0.05 |

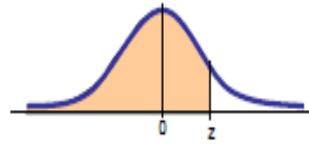
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

$$\text{Prueba } T \text{ para Muestra Unica } (z) = \frac{x - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

$$z = \frac{3.67 - (-2.16)}{\frac{1.11}{\sqrt{54}}} = 38.465$$

$$z = 38.465$$

Tabla 21: Distribución Normal



DISTRIBUCIÓN NORMAL - Términos Acumulativos
"Probabilidad de menos de x éxitos con λ promedio"

$$P(Z \leq z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

| z | f(z) |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| -4 | 0.000 | -3.55 | 0.000 | -3.1 | 0.001 | -2.65 | 0.004 | -2.2 | 0.014 | -1.75 | 0.040 | -1.3 | 0.097 | -0.85 | 0.198 |
| -3.99 | 0.000 | -3.54 | 0.000 | -3.09 | 0.001 | -2.64 | 0.004 | -2.19 | 0.014 | -1.74 | 0.041 | -1.29 | 0.099 | -0.84 | 0.200 |
| -3.98 | 0.000 | -3.53 | 0.000 | -3.08 | 0.001 | -2.63 | 0.004 | -2.18 | 0.015 | -1.73 | 0.042 | -1.28 | 0.100 | -0.83 | 0.203 |
| -3.97 | 0.000 | -3.52 | 0.000 | -3.07 | 0.001 | -2.62 | 0.004 | -2.17 | 0.015 | -1.72 | 0.043 | -1.27 | 0.102 | -0.82 | 0.206 |
| -3.96 | 0.000 | -3.51 | 0.000 | -3.06 | 0.001 | -2.61 | 0.005 | -2.16 | 0.015 | -1.71 | 0.044 | -1.26 | 0.104 | -0.81 | 0.209 |
| -3.95 | 0.000 | -3.5 | 0.000 | -3.05 | 0.001 | -2.60 | 0.005 | -2.15 | 0.016 | -1.7 | 0.045 | -1.25 | 0.106 | -0.8 | 0.212 |
| -3.94 | 0.000 | -3.49 | 0.000 | -3.04 | 0.001 | -2.59 | 0.005 | -2.14 | 0.016 | -1.69 | 0.046 | -1.24 | 0.107 | -0.79 | 0.215 |
| -3.93 | 0.000 | -3.48 | 0.000 | -3.03 | 0.001 | -2.58 | 0.005 | -2.13 | 0.017 | -1.68 | 0.046 | -1.23 | 0.109 | -0.78 | 0.218 |
| -3.92 | 0.000 | -3.47 | 0.000 | -3.02 | 0.001 | -2.57 | 0.005 | -2.12 | 0.017 | -1.67 | 0.047 | -1.22 | 0.111 | -0.77 | 0.221 |
| -3.91 | 0.000 | -3.46 | 0.000 | -3.01 | 0.001 | -2.56 | 0.005 | -2.11 | 0.017 | -1.66 | 0.048 | -1.21 | 0.113 | -0.76 | 0.224 |
| -3.9 | 0.000 | -3.45 | 0.000 | -3 | 0.001 | -2.55 | 0.005 | -2.1 | 0.018 | -1.65 | 0.049 | -1.2 | 0.115 | -0.75 | 0.227 |
| -3.89 | 0.000 | -3.44 | 0.000 | -2.99 | 0.001 | -2.54 | 0.006 | -2.09 | 0.018 | -1.64 | 0.051 | -1.19 | 0.117 | -0.74 | 0.230 |
| -3.88 | 0.000 | -3.43 | 0.000 | -2.98 | 0.001 | -2.53 | 0.006 | -2.08 | 0.019 | -1.63 | 0.052 | -1.18 | 0.119 | -0.73 | 0.233 |
| -3.87 | 0.000 | -3.42 | 0.000 | -2.97 | 0.001 | -2.52 | 0.006 | -2.07 | 0.019 | -1.62 | 0.053 | -1.17 | 0.121 | -0.72 | 0.236 |
| -3.86 | 0.000 | -3.41 | 0.000 | -2.96 | 0.002 | -2.51 | 0.006 | -2.06 | 0.020 | -1.61 | 0.054 | -1.16 | 0.123 | -0.71 | 0.239 |
| -3.85 | 0.000 | -3.4 | 0.000 | -2.95 | 0.002 | -2.50 | 0.006 | -2.05 | 0.020 | -1.6 | 0.055 | -1.15 | 0.125 | -0.7 | 0.242 |
| -3.84 | 0.000 | -3.39 | 0.000 | -2.94 | 0.002 | -2.49 | 0.006 | -2.04 | 0.021 | -1.59 | 0.056 | -1.14 | 0.127 | -0.69 | 0.245 |
| -3.83 | 0.000 | -3.38 | 0.000 | -2.93 | 0.002 | -2.48 | 0.007 | -2.03 | 0.021 | -1.58 | 0.057 | -1.13 | 0.129 | -0.68 | 0.248 |
| -3.82 | 0.000 | -3.37 | 0.000 | -2.92 | 0.002 | -2.47 | 0.007 | -2.02 | 0.022 | -1.57 | 0.058 | -1.12 | 0.131 | -0.67 | 0.251 |
| -3.81 | 0.000 | -3.36 | 0.000 | -2.91 | 0.002 | -2.46 | 0.007 | -2.01 | 0.022 | -1.56 | 0.059 | -1.11 | 0.133 | -0.66 | 0.255 |
| -3.8 | 0.000 | -3.35 | 0.000 | -2.9 | 0.002 | -2.45 | 0.007 | -2 | 0.023 | -1.55 | 0.061 | -1.1 | 0.136 | -0.65 | 0.258 |
| -3.79 | 0.000 | -3.34 | 0.000 | -2.89 | 0.002 | -2.44 | 0.007 | -1.99 | 0.023 | -1.54 | 0.062 | -1.09 | 0.138 | -0.64 | 0.261 |
| -3.78 | 0.000 | -3.33 | 0.000 | -2.88 | 0.002 | -2.43 | 0.008 | -1.98 | 0.024 | -1.53 | 0.063 | -1.08 | 0.140 | -0.63 | 0.264 |
| -3.77 | 0.000 | -3.32 | 0.000 | -2.87 | 0.002 | -2.42 | 0.008 | -1.97 | 0.024 | -1.52 | 0.064 | -1.07 | 0.142 | -0.62 | 0.268 |
| -3.76 | 0.000 | -3.31 | 0.000 | -2.86 | 0.002 | -2.41 | 0.008 | -1.96 | 0.025 | -1.51 | 0.066 | -1.06 | 0.145 | -0.61 | 0.271 |
| -3.75 | 0.000 | -3.3 | 0.000 | -2.85 | 0.002 | -2.40 | 0.008 | -1.95 | 0.026 | -1.5 | 0.067 | -1.05 | 0.147 | -0.6 | 0.274 |
| -3.74 | 0.000 | -3.29 | 0.001 | -2.84 | 0.002 | -2.39 | 0.008 | -1.94 | 0.026 | -1.49 | 0.068 | -1.04 | 0.149 | -0.59 | 0.278 |
| -3.73 | 0.000 | -3.28 | 0.001 | -2.83 | 0.002 | -2.38 | 0.009 | -1.93 | 0.027 | -1.48 | 0.069 | -1.03 | 0.152 | -0.58 | 0.281 |
| -3.72 | 0.000 | -3.27 | 0.001 | -2.82 | 0.002 | -2.37 | 0.009 | -1.92 | 0.027 | -1.47 | 0.071 | -1.02 | 0.154 | -0.57 | 0.284 |
| -3.71 | 0.000 | -3.26 | 0.001 | -2.81 | 0.002 | -2.36 | 0.009 | -1.91 | 0.028 | -1.46 | 0.072 | -1.01 | 0.156 | -0.56 | 0.288 |
| -3.7 | 0.000 | -3.25 | 0.001 | -2.8 | 0.003 | -2.35 | 0.009 | -1.9 | 0.029 | -1.45 | 0.074 | -1 | 0.159 | -0.55 | 0.291 |
| -3.69 | 0.000 | -3.24 | 0.001 | -2.79 | 0.003 | -2.34 | 0.010 | -1.89 | 0.029 | -1.44 | 0.075 | -0.99 | 0.161 | -0.54 | 0.295 |
| -3.68 | 0.000 | -3.23 | 0.001 | -2.78 | 0.003 | -2.33 | 0.010 | -1.88 | 0.030 | -1.43 | 0.076 | -0.98 | 0.164 | -0.53 | 0.298 |
| -3.67 | 0.000 | -3.22 | 0.001 | -2.77 | 0.003 | -2.32 | 0.010 | -1.87 | 0.031 | -1.42 | 0.078 | -0.97 | 0.166 | -0.52 | 0.302 |
| -3.66 | 0.000 | -3.21 | 0.001 | -2.76 | 0.003 | -2.31 | 0.010 | -1.86 | 0.031 | -1.41 | 0.079 | -0.96 | 0.169 | -0.51 | 0.305 |
| -3.65 | 0.000 | -3.2 | 0.001 | -2.75 | 0.003 | -2.30 | 0.011 | -1.85 | 0.032 | -1.4 | 0.081 | -0.95 | 0.171 | -0.5 | 0.309 |
| -3.64 | 0.000 | -3.19 | 0.001 | -2.74 | 0.003 | -2.29 | 0.011 | -1.84 | 0.033 | -1.39 | 0.082 | -0.94 | 0.174 | -0.49 | 0.312 |
| -3.63 | 0.000 | -3.18 | 0.001 | -2.73 | 0.003 | -2.28 | 0.011 | -1.83 | 0.034 | -1.38 | 0.084 | -0.93 | 0.176 | -0.48 | 0.316 |
| -3.62 | 0.000 | -3.17 | 0.001 | -2.72 | 0.003 | -2.27 | 0.012 | -1.82 | 0.034 | -1.37 | 0.085 | -0.92 | 0.179 | -0.47 | 0.319 |
| -3.61 | 0.000 | -3.16 | 0.001 | -2.71 | 0.003 | -2.26 | 0.012 | -1.81 | 0.035 | -1.36 | 0.087 | -0.91 | 0.181 | -0.46 | 0.323 |
| -3.6 | 0.000 | -3.15 | 0.001 | -2.7 | 0.003 | -2.25 | 0.012 | -1.8 | 0.036 | -1.35 | 0.089 | -0.9 | 0.184 | -0.45 | 0.326 |
| -3.59 | 0.000 | -3.14 | 0.001 | -2.69 | 0.004 | -2.24 | 0.013 | -1.79 | 0.037 | -1.34 | 0.090 | -0.89 | 0.187 | -0.44 | 0.330 |
| -3.58 | 0.000 | -3.13 | 0.001 | -2.68 | 0.004 | -2.23 | 0.013 | -1.78 | 0.038 | -1.33 | 0.092 | -0.88 | 0.189 | -0.43 | 0.334 |
| -3.57 | 0.000 | -3.12 | 0.001 | -2.67 | 0.004 | -2.22 | 0.013 | -1.77 | 0.038 | -1.32 | 0.093 | -0.87 | 0.192 | -0.42 | 0.337 |
| -3.56 | 0.000 | -3.11 | 0.001 | -2.66 | 0.004 | -2.21 | 0.014 | -1.76 | 0.039 | -1.31 | 0.095 | -0.86 | 0.195 | -0.41 | 0.341 |

Fuente: (UPN).

De las tablas con un valor de $f(x)=0.05$, obtenemos el valor de $Z=-1.64$.

Finalmente realizamos dibujamos grafico de campana de gauss con los valores:
 $Z=38.465$ y $Z=-1.64$.

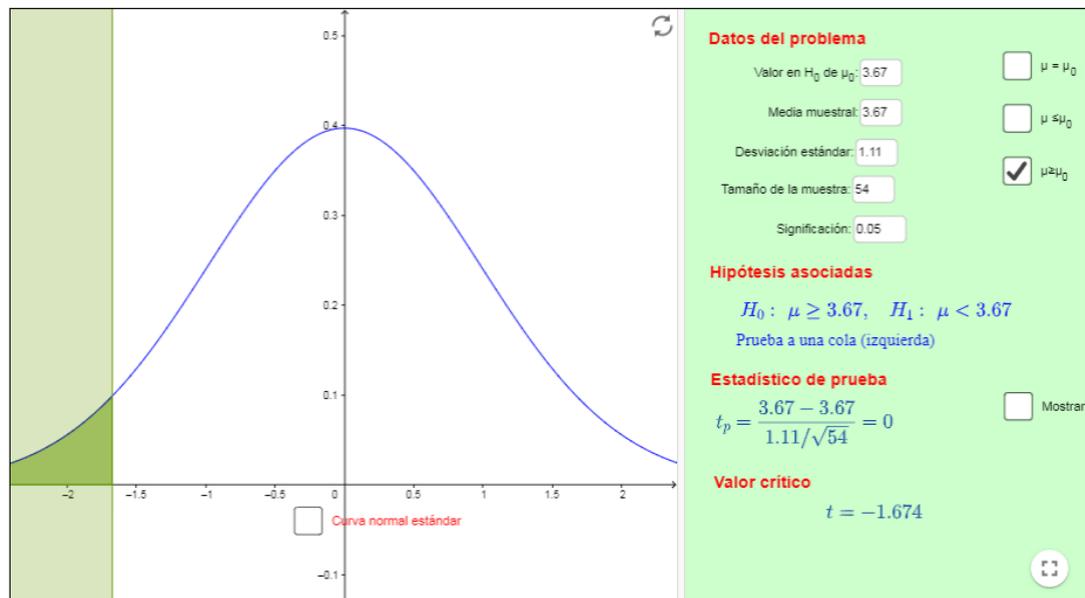


Figura 53: Grafico final de la prueba de hipótesis.

Fuente: <https://www.geogebra.org/m/VME5NIAq>

RESULTADO: El punto de corte es -1.64, por lo cual aceptamos la hipótesis nula, ya que el valor Z es 38.465, este está dentro de la región de aceptación de la hipótesis nula. Por lo tanto, concluimos que la temperatura al interior de la vivienda tradicional es menor a la temperatura al interior de la vivienda propuesta.

4.1.4. Análisis y Comparación de Costos

4.1.4.1. Costo de Vivienda Propuesta

Tabla 22: Corte Del Stipa Ichu Para Cobertura de la Vivienda Propuesta.

| CORTE DEL STIPA ICHU PARA COBERTURA | | | | | |
|--|-----|------------------------------|----------|--------------|---------|
| RENDIMIENTO : 11.56 m2/día | | COSTO DIRECTO POR m2: | | 10.81 | |
| DESCRIPCIÓN DE RECURSO | UND | CUADRILLA | CANTIDAD | PRECIO | PARCIAL |
| 1. MANO DE OBRA | | | | | |
| PEON | HH | 2 | 1.38 | 6.25 | 8.65 |
| | | | | | 8.65 |
| 2. MATERIALES | | | | | |
| STIPA ICHU | m2 | | 1 | 0 | 0.00 |
| | | | | | 0.00 |
| 3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5 | 0.4325 | 2.16 |
| | | | | | 2.16 |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Tabla 23: Colocación De Cobertura De Stipa Ichu de la Vivienda Propuesta.

| COLOCACION DE COBERTURA DE STIPA ICHU | | | | | |
|--|-------|------------------------------|----------|--------------|---------|
| RENDIMIENTO : 11.56 m2/día | | COSTO DIRECTO POR m2: | | 29.21 | |
| DESCRIPCIÓN DE RECURSO | UND | CUADRILLA | CANTIDAD | PRECIO | PARCIAL |
| 1. MANO DE OBRA | | | | | |
| PEON | HH | 2 | 1.38 | 6.25 | 8.65 |
| | | | | | 8.65 |
| 2. MATERIALES | | | | | |
| STIPA ICHU | m2 | | 1 | 0 | 0.00 |
| FESTUCA DOLICHOPHYLLA PRESL | rollo | | 0.92 | 20 | 18.40 |
| | | | | | 18.40 |
| 3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5 | 0.4325 | 2.16 |
| | | | | | 2.16 |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Tabla 24: Corte De Stipa Ichu Para Panel Bioclimático de la Vivienda Propuesta.

| CORTE DE STIPA ICHU PARA PANEL BIOCLIMATICO | | | | | |
|--|----------------|---|----------|-------------|---------|
| RENDIMIENTO : 19.80 m ² /día | | COSTO DIRECTO POR m²: | | 6.31 | |
| DESCRIPCIÓN DE RECURSO | UND | CUADRILLA | CANTIDAD | PRECIO | PARCIAL |
| 1. MANO DE OBRA | | | | | |
| PEON | HH | 2 | 0.81 | 6.25 | 5.05 |
| | | | | | 5.05 |
| 2. MATERIALES | | | | | |
| STIPA ICHU | m ² | | 1 | 0 | 0.00 |
| | | | | | 0.00 |
| 3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5 | 0.25 | 1.26 |
| | | | | | 1.26 |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Tabla 25: Armado De Panel Bioclimático de la Vivienda Propuesta.

| ARMADO DE PANEL BIOCLIMATICO | | | | | |
|--|----------------|---|----------|--------------|---------|
| RENDIMIENTO : 19.80 m ² /día | | COSTO DIRECTO POR m²: | | 36.85 | |
| DESCRIPCIÓN DE RECURSO | UND | CUADRILLA | CANTIDAD | PRECIO | PARCIAL |
| 1. MANO DE OBRA | | | | | |
| OPERARIO | HH | 1 | 0.404 | 7.5 | 3.03 |
| PEON | HH | 2 | 0.808 | 6.25 | 5.05 |
| | | | | | 8.08 |
| 2. MATERIALES | | | | | |
| STIPA ICHU | m ² | | 1 | 0 | 0.00 |
| CLAVOS | Kg | | 0.25 | 7 | 1.75 |
| MALLA DE ACERO GALVANIZADO | rollo | | 0.044 | 150 | 6.60 |
| FESTUCA DOLICHOPHYLLA PRESL | rollo | | 0.92 | 20 | 18.40 |
| | | | | | 26.75 |
| 3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5 | 0.40 | 2.02 |
| | | | | | 2.02 |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Tabla 26: Tarrajeo Interior Con Yeso de la Vivienda Propuesta.

| TARRAJEO INTERIOR CON YESO | | | | | |
|-----------------------------------|-------|------------------------------|----------|-------------|---------|
| RENDIMIENTO : 19.80 m2/día | | COSTO DIRECTO POR m2: | | 5.44 | |
| DESCRIPCIÓN DE RECURSO | UND | CUADRILLA | CANTIDAD | PRECIO | PARCIAL |
| 1. MANO DE OBRA | | | | | |
| OPERARIO | HH | 1 | 0.404 | 7.5 | 3.03 |
| PEON | HH | 1 | 0.404 | 6.25 | 2.53 |
| | | | | | 3.03 |
| 2. MATERIALES | | | | | |
| YESO (BOLSA 28KG) | bolsa | | 0.25 | 6 | 1.50 |
| AGUA | m3 | | 0.0025 | 62.5 | 0.16 |
| | | | | | 1.66 |
| 3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5 | 0.15 | 0.76 |
| | | | | | 0.76 |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Tabla 27: Tarrajeo Exterior Con Mortero de la Vivienda Propuesta.

| TARRAJEO EXTERIOR CON MORTERO | | | | | |
|-----------------------------------|-----|------------------------------|----------|--------------|---------|
| RENDIMIENTO : 9.9 m2/día | | COSTO DIRECTO POR m2: | | 18.71 | |
| DESCRIPCIÓN DE RECURSO | UND | CUADRILLA | CANTIDAD | PRECIO | PARCIAL |
| 1. MANO DE OBRA | | | | | |
| OPERARIO | HH | 1 | 0.808 | 7.5 | 6.06 |
| PEON | HH | 1 | 0.808 | 6.25 | 5.05 |
| | | | | | 11.11 |
| 2. MATERIALES | | | | | |
| CEMENTO PORTLAND IP (42KG) | Bol | | 0.144 | 22 | 3.17 |
| ARENA FINA | m3 | | 0.022 | 60 | 1.32 |
| AGUA | m3 | | 0.0053 | 62.5 | 0.33 |
| | | | | | 4.82 |
| 3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5 | 0.56 | 2.78 |
| | | | | | 2.78 |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Tabla 28: Armadura De Madera de la Vivienda Propuesta.

| ARMADURA DE MADERA | | | | | | |
|----------------------------------|-------|-----------|-----------------------|--------|---------|------|
| RENDIMIENTO | 39.40 | m2/día | COSTO DIRECTO POR m2: | | | 2.41 |
| DESCRIPCIÓN DE RECURSO | UND | CUADRILLA | CANTIDAD | PRECIO | PARCIAL | |
| 1. MANO DE OBRA | | | | | | |
| OPERARIO | HH | 1 | 0.203 | 7.5 | 1.52 | 1.52 |
| 2. MATERIALES | | | | | | |
| TIJERAL DE SECCIÓN 4"x4" | p2 | | 0.5 | 0.30 | 0.15 | |
| ARMADURA DE MADERA | p2 | | 1.00 | 0.60 | 0.60 | |
| TORNILLO DE 4"x4" | | | | | | 0.75 |
| 3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 3 | 0.05 | 0.14 | |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Tabla 29: Presupuesto Vivienda Propuesta.

| ITEM | DESCRIPCION | UND | METRADO | PRECIO UNITARIO | PARCIAL |
|---|---|-----|---------|-----------------|---------------------|
| 1 | ESTRUCTURAS | | | | |
| 1.1 | ARMADURA DE MADERA | | | | |
| 1.1.1 | ARMADURA DE MADERA | P2 | 218.27 | 2.41 | 526.01 |
| 1.2 | COBERTURAS | | | | |
| 1.2.2 | CORTE DEL STIPA ICHU PARA COBERTURA | M2 | 11.56 | 10.81 | 125.00 |
| 1.2.3 | COLOCACION DE COBERTURA DE STIPA ICHU | M2 | 11.56 | 29.21 | 337.70 |
| 2 | ARQUITECTURA | | | | |
| 2.1 | TABIQUERIA | | | | |
| 2.1.1 | CORTE DE STIPA ICHU PARA PANEL BIOCLIMATICO | M2 | 19.80 | 6.31 | 125.00 |
| 2.1.2 | ARMADO DE PANEL BIOCLIMATICO | M2 | 19.80 | 36.85 | 729.65 |
| 2.2 | TARRAJEOS | | | | |
| 2.2.1 | TARREJO INTERIOR CON YESO | M2 | 19.80 | 5.44 | 107.79 |
| 2.2.2 | TARRAJE EXTERIOR CON MORTEO | M2 | 19.80 | 18.71 | 370.42 |
| 2.3 | CARPINTERIA DE MADERA | | | | |
| 2.3.1 | PUERTA | UND | 1.00 | 50.00 | 50.00 |
| 2.4 | VIDRIOS | | | | |
| 2.4.1 | VIDRIO CRUDO | UND | 2.00 | 10.00 | 20.00 |
| PRESUPUESTO TOTAL | | | | | S/. 2,391.58 |
| PRESUPUESTO TOTAL POR M2 DE COBERTURA | | | | | S/. 40.026 |
| PRESUPUESTO TOTAL POR M2 DE TABIQUERIA | | | | | S/. 43.164 |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

4.1.5. Costo De Vivienda Tradicional

Tabla 30: Corte Del Stipa Ichu Para Cobertura de la Vivienda Tradicional.

| CORTE DEL STIPA ICHU PARA COBERTURA | | | | | |
|-------------------------------------|-----|-----------------------|----------|--------|---------|
| RENDIMIENTO : 11.56 m2/día | | COSTO DIRECTO POR m2: | | 10.81 | |
| DESCRIPCIÓN DE RECURSO | UND | CUADRILLA | CANTIDAD | PRECIO | PARCIAL |
| 1. MANO DE OBRA | | | | | |
| PEON | HH | 2 | 1.38 | 6.25 | 8.65 |
| | | | | | 8.65 |
| 2. MATERIALES | | | | | |
| STIPA ICHU | m2 | | 1 | 0 | 0.00 |
| | | | | | 0.00 |
| 3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5 | 0.4325 | 2.16 |
| | | | | | 2.16 |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Tabla 31: Colocación De Cobertura De Stipa Ichu de la Vivienda Tradicional.

| COLOCACION DE COBERTURA DE STIPA ICHU | | | | | |
|---------------------------------------|-----|-----------------------|----------|--------|---------|
| RENDIMIENTO : 11.56 m2/día | | COSTO DIRECTO POR m2: | | 29.21 | |
| DESCRIPCIÓN DE RECURSO | UND | CUADRILLA | CANTIDAD | PRECIO | PARCIAL |
| 1. MANO DE OBRA | | | | | |
| PEON | HH | 2 | 1.38 | 6.25 | 8.65 |
| | | | | | 8.65 |
| 2. MATERIALES | | | | | |
| STIPA ICHU | m2 | | 1 | 0 | 0.00 |
| FESTUCA DOLICHOPHYLLA PRESL | m | | 0.92 | 20 | 18.40 |
| | | | | | 18.40 |
| 3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5 | 0.4325 | 2.16 |
| | | | | | 2.16 |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



Tabla 32: Corte De Stipa Ichu Para Mezcla De Mortero De Barro de la Vivienda Tradicional.

| CORTE DE STIPA ICHU PARA MEZCLA DE MORTERO DE BARRO | | | | | |
|---|----------------------------------|---|----------|--------|-------------|
| RENDIMIENTO | : 40.00 m²/día | COSTO DIRECTO POR m²: | | | 3.13 |
| DESCRIPCIÓN DE RECURSO | UND | CUADRILLA | CANTIDAD | PRECIO | PARCIAL |
| 1. MANO DE OBRA | | | | | |
| PEON | HH | 2 | 0.40 | 6.25 | 2.50 |
| | | | | | 2.50 |
| 2. MATERIALES | | | | | |
| STIPA ICHU | m ² | | 1 | 0 | 0.00 |
| | | | | | 0.00 |
| 3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5 | 0.13 | 0.63 |
| | | | | | 0.63 |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Tabla 33: Acarreo De Piedra Mediana de la Vivienda Tradicional.

| ACARREO DE PIEDRA MEDIANA | | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|---|----------|--------|-------------|
| RENDIMIENTO | : 19.80 m²/día | COSTO DIRECTO POR m²: | | | 6.31 |
| DESCRIPCIÓN DE RECURSO | UND | CUADRILLA | CANTIDAD | PRECIO | PARCIAL |
| 1. MANO DE OBRA | | | | | |
| PEON | HH | 2 | 0.81 | 6.25 | 5.05 |
| | | | | | 5.05 |
| 2. MATERIALES | | | | | |
| ACARREO DE PIEDRA MEDIANA | m ² | | 1 | 0 | 0.00 |
| | | | | | 0.00 |
| 3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5 | 0.25 | 1.26 |
| | | | | | 1.26 |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Tabla 34: Preparación De Mortero De Barro de la Vivienda Tradicional.

| PREPARACION DE MORTERO DE BARRO | | | | | |
|---|----------------|---|----------|--------|-------------|
| RENDIMIENTO : 40 m ² /día | | COSTO DIRECTO POR m²: | | | 1.72 |
| DESCRIPCIÓN DE RECURSO | UND | CUADRILLA | CANTIDAD | PRECIO | PARCIAL |
| 1. MANO DE OBRA | | | | | |
| PEON | HH | 1 | 0.2 | 6.25 | 1.25 |
| | | | | | 1.25 |
| 2. MATERIALES | | | | | |
| SUELO LIMO ARCILLOSO | m ³ | | 1 | 0 | 0.00 |
| AGUA | m ³ | | 0.0025 | 62.5 | 0.16 |
| | | | | | 0.16 |
| 3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5 | 0.0625 | 0.31 |
| | | | | | 0.31 |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Tabla 35: Armado De Tabiquería De Piedra Mediana de la Vivienda Tradicional.

| ARMADO DE TABIQUERIA DE PIEDRA MEDIANA | | | | | |
|--|----------------|--|----------|--------|--------------|
| RENDIMIENTO : 19.80 m ² /día | | COSTO DIRECTO POR m² : | | | 10.10 |
| DESCRIPCIÓN DE RECURSO | UND | CUADRILLA | CANTIDAD | PRECIO | PARCIAL |
| 1. MANO DE OBRA | | | | | |
| OPERARIO | HH | 1 | 0.40 | 7.5 | 3.03 |
| PEON | HH | 2 | 0.81 | 6.25 | 5.05 |
| | | | | | 8.08 |
| 2. MATERIALES | | | | | |
| TABIQUERIA DE PIEDRA MEDIANA | m ² | | 1 | 0 | 0.00 |
| | | | | | 0.00 |
| 3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5 | 0.40 | 2.02 |
| | | | | | 2.02 |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Tabla 36: Tijeral De Madera de la Vivienda Tradicional.

| TIJERAL DE MADERA | | | | | |
|----------------------------------|-----|-----------|-----------------------|--------|---------|
| RENDIMIENTO : 39.40 m2/día | | | COSTO DIRECTO POR m2: | | 1.81 |
| DESCRIPCIÓN DE RECURSO | UND | CUADRILLA | CANTIDAD | PRECIO | PARCIAL |
| 1. MANO DE OBRA | | | | | |
| OPERARIO | HH | 1 | 0.203 | 7.5 | 1.52 |
| | | | | | 1.52 |
| 2. MATERIALES | | | | | |
| TIJERAL DE SECCIÓN 4"x4" | P2 | | 0.5 | 0.3 | 0.15 |
| | | | | | 0.15 |
| 3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 3 | 0.05 | 0.14 |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

Tabla 37: Presupuesto De Vivienda Tradicional.

| PRESUPUESTO DE VIVIENDA TRADICIONAL | | | | | |
|---|---|-----|---------|-----------------|--------------------|
| ITEM | DESCRIPCION | UND | METRADO | PRECIO UNITARIO | PARCIAL |
| 1 | ESTRUCTURAS | | | | |
| 1.1 | COBERTURAS | | | | |
| 1.1.1 | TIJERAL DE MADERA | P2 | 8.00 | 1.81 | 14.48 |
| 1.1.2 | CORTE DEL STIPA ICHU PARA COBERTURA | M2 | 11.56 | 10.81 | 125.00 |
| 1.1.3 | COLOCACION DE COBERTURA DE STIPA ICHU | M2 | 11.56 | 29.21 | 337.70 |
| 2 | ARQUITECTURA | | | | |
| 2.1 | TABIQUERIA | | | | |
| 2.1.1 | CORTE DE STIPA ICHU PARA MEZCLA DE MORTERO DE BARRO | M2 | 40.00 | 3.13 | 125.00 |
| 2.1.2 | ACARREO DE PIEDRA MEDIANA | M2 | 19.80 | 6.31 | 125.00 |
| 2.1.3 | PREPARACION DE MORTERO DE BARRO | M2 | 40.00 | 1.72 | 68.75 |
| 2.1.4 | ARMADO DE TABIQUERIA DE PIEDRA MEDIANA | M2 | 19.80 | 10.10 | 200.00 |
| 2.3 | CARPINTERIA DE MADERA | | | | |
| 2.3.1 | PUERTA | UND | 1.00 | 50.00 | 50.00 |
| 2.4 | VIDRIOS | | | | |
| 2.4.1 | VIDRIO CRUDO | UND | 2.00 | 10.00 | 20.00 |
| PRESUPUESTO TOTAL | | | | | S/. 1,065.9 |
| PRESUPUESTO TOTAL POR M2 DE COBERTURA | | | | | S/. 39.792 |
| PRESUPUESTO TOTAL POR M2 DE TABIQUERIA | | | | | S/. 26.199 |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



4.1.6. Diseño de la Estructura de Madera

4.1.6.1. Metrado de Cargas

| CARGA MUERTA | | | | |
|---|--------------|---------------------|--|--|
| CARGA DE TECHO | | | | |
| MADERA | | | Según reglamento anexo 1 CARGAS. | |
| | | | peso específico=900.00 kgf/m ³ | |
| PAR | | | | |
| base | | altura | | |
| 1 '' | 0.0254 m | 1 '' | 0.0254 m | |
| carga | 0.5806kg/m | | | |
| TIRANTE | | | | |
| base | | altura | | |
| 1 '' | 0.0254 m | 1 '' | 0.0254 m | |
| carga | 0.5806kg/m | | | |
| CORREA | | | | |
| base | | altura | | |
| 1 '' | 0.0254 m | 1 '' | 0.0254 m | |
| carga | 2.3226 kg/m | | | |
| STIPA ICHU | | | | |
| peso específico=1155.00 kgf/m ³ | | | | |
| | largo | ancho | espesor | |
| | 3.30 m | 1.80 m | 0.05 m | |
| carga | 311.850kgf/m | | | |
| CARGA MUERTA (CM) | | 315.33 kgf/m | (PROVENIENTE DEL TECHO) | |



**CARGA VIVA
CARGA DE NIEVE**

NORMA E. 020

ART.11

11.3. CARGA DE NIEVE SOBRE TECHOS

c) para techos de una a dos aguas con inclinaciones mayores de 30° la carga de diseño (Qt), sobre la proyección horizontal será:

$$Q_t = C_s (0.80 Q_s)$$

$$C_s = 0.875 \text{ (Factor Adimensional)}$$

$$35^\circ$$

$$Q_s = 40.00 \text{ kgf/m}^2 \text{ (valor min. de carga de nieve)}$$

Qt= 28.00 kgf/m²

COMBINACION DE CARGA

(1) D+L

**CARGA TOTAL PROVENIENTE DEL
TECHO= 343.33 kgf/m²**

CARGA DE VIENTO

art. 12 CARGAS DEBIDA AL VIENTO

12.3

velocidad
de diseño

V= 85.00 km/h

h= 2.50 m

Vh= 62.66 km/h

12.4 carga exterior del viento

Factores de Forma (C)

| CONSTRUCCIÓN | BARLOVENTO |
|-------------------------------------|------------|
| Superficies verticales de edificios | +0.8 |

Ph= 15.70 kgf/m²

**PRESION QUE
EJERCE EL
VIENTO EN
TABIQUERIA:**

15.70 kgf/m²

A continuación, se realiza el diseño de uno de los pies derechos del entramado de la tabiquería con una altura de 1.80 m, se diseñará con las siguientes cargas:

- Carga de 343.33 kg/m en compresión axial.
- Carga de 15.70 kg/m² perpendicular al entramado.

Se utilizó madera tornillo (grupo C) y se considera que el revestimiento transmitirá de manera uniforme la presión del viento a los pies derechos, los cuales se dispondrán a una distancia de 0.95m arriostrados en el punto medio de su longitud como se muestra en la figura.

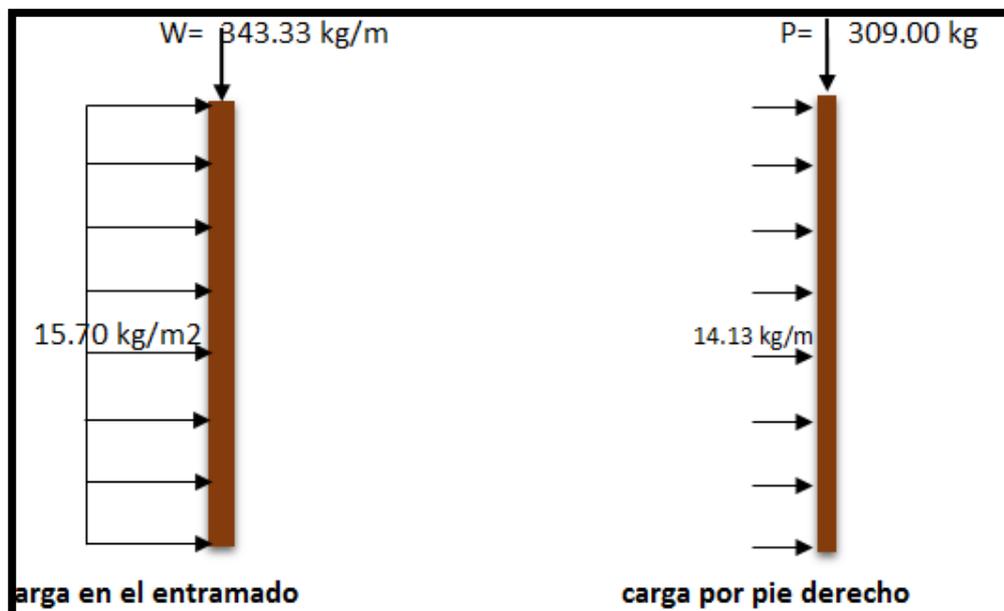


Figura 54: Detalle de resultado de cargas.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

1. BASES DE CALCULO

- a) Se utilizó madera tornillo del grupo C
- b) Las cargas son: una vertical repartida.
 - Carga de 133.69 kg/m (en compresión axial, proveniente del techo y nieve).

- Carga de 15.70kg/m² (debido a la presión del viento, en forma perpendicular)

Esfuerzos Admisibles. Módulo de elasticidad y Ck.

Se incrementan los Esfuerzos Admisibles y el Módulo de Elasticidad del material en un 10%, considerando que el revestimiento aportara el soporte necesario para garantizar el trabajo en conjunto de los pies derechos (RNE, Art. 4).

- Esfuerzo adm. para flexión: $F_b = 110 \text{ kg/cm}^2$ ver tabla 117.
- Esfuerzo adm. para compresión: $F_{c//} = 88 \text{ kg/cm}^2$ ver tabla 117.
- Módulo de elasticidad madera: $E = 60500 \text{ kg/cm}^2$ ver tabla 116.

Tabla 38: Modulo de Elasticidad de la Madera

| GRUPO | DENSIDAD BÁSICA | |
|-------|-----------------|------------------|
| | E mínimo | E promedio |
| A | 9 316 (95 000) | 12 748 (130 000) |
| B | 0.40 a 0.55 | 9 806 (100 000) |
| C | 5 394 (55 000) | 8 826 (90 000) |

Fuente: (RNE, 2019).

Tabla 39: Esfuerzos admisibles de madera.

| Grupo | Esfuerzos admisibles MPa (kg/cm ²) | | | | |
|-------|--|------------|----------------|---------------------|----------------|
| | Flexión | Tracción | Compresión | Compresión | Corte |
| | fm | ft | paralela fc | perpendicular fc | paralelo fv |
| A | 20.6 (210) | 14.2 (145) | 14.2 (145) | 3.9 (40) | 1.5 (15) |
| B | 14.7 (150) | 10.3 (110) | 10.8 (110) | 2.7 (28) | 1.2 (12) |
| C | 9.8 (100) | 7.3 (75) | 7.8 (80) | 1.5 (15) | 0.8 (8) |

Fuente: (RNE, 2019).



2. CARGAS POR PIE DERECHO

Carga axial por pie derecho: $N = W_1 * d$

$$N = 309.004 \text{ kg}$$

Carga horizontal por pie derecho: $W = W_2 * d$

$$W = 14.13 \text{ kg/m}$$

Momento máximo: $M = W * L^2 / 8$

$$M = 5.72 \text{ kg-m}$$

CHEQUEO A FLEJO COMPRESIÓN

- Selección de dimensión de la madera: 4" x 4"

$$b = 4" = 10.16 \text{ cm}$$

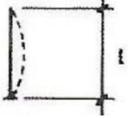
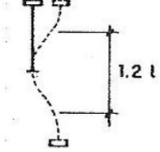
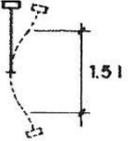
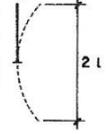
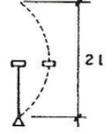
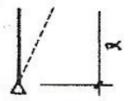
$$h = 4" = 10.16 \text{ cm}$$

| | | |
|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Área (A) | $A = b * h$ | $A = 103.23 \text{ cm}^2$ |
| Momento de Inercia | $I = \frac{b * h^3}{12}$ | $I = 887.96 \text{ cm}^4$ |
| Módulo de sección del elemento | $S_x = \frac{b * h^2}{6}$ | $S_x = 174.80 \text{ cm}^3$ |

CALCULO DE LA ESBELTEZ

Se considera el pie derecho articulado en sus extremos:

Tabla 40: Longitud Efectiva.

| CONDICIÓN DE APOYO | K | Lef. | |
|---|-----|-------|---|
| 1. Articulado en ambos extremos. | 1 | L |  |
| 2. Empotrado en un extremo (prevención del desplazamiento y rotación) y el otro impedido de rotar, pero libre de desplazarse. | 1.2 | 1.2 L |  |
| 3. Empotrado en un extremo y el otro parcialmente impedido de rotar, pero libre de desplazarse. | 1.5 | 1.5 L |  |
| 4. Empotrado en un extremo y libre en el otro. | 2.0 | 2.0 L |  |
| 5. Articulado en un extremo y el otro impedido de rotar, pero libre de desplazarse. | 2.0 | 2.0 L |  |
| 6. Articulado en un extremo y libre en el otro. | - | - |  |

Fuente: (RNE, 2019)

De la tabla 9.1; se tiene que: $k=1.0$

Factor de longitud efectiva $k=1$

Relación de esbeltez en columnas.

- En el plano del entramado $\lambda_x = \frac{kL}{2b}$ $\lambda_x = 8.85$

- Fuera del plano de entramado $\lambda_y = \frac{kL}{h}$ $\lambda_y = 17.72$

Se opta por el mayor valor: 17.72

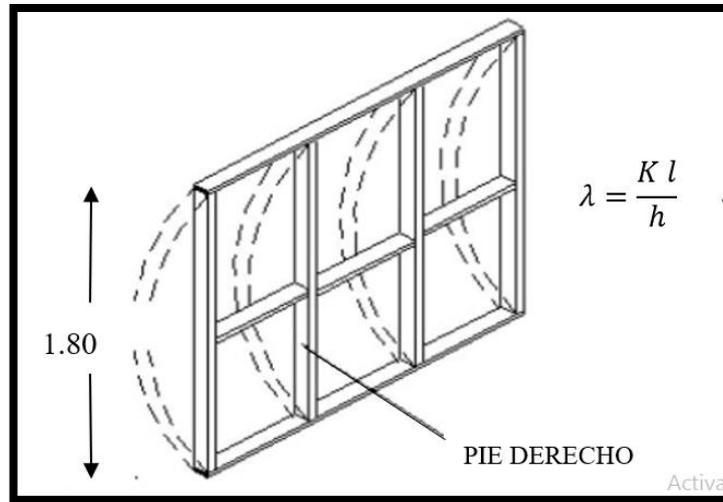


Figura 55: Esbeltez fuera del plano.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

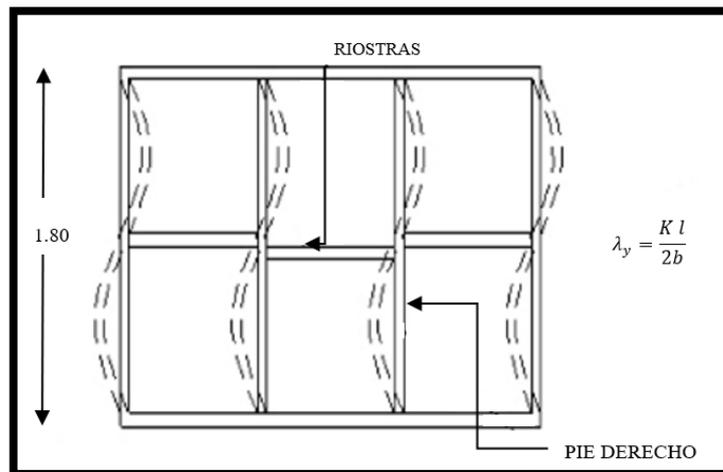


Figura 56: Esbeltez en el plano.
Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

- **Clasificación de la Columna**

Constante de C_k

$$C_k = 0.7025 \sqrt{\frac{E}{F_{c//}}}$$

$$C_k = 18.42$$

En este caso la esbeltez es menor que el C_k , luego el pie derecho se clasifica como COLUMNA INTERMEDIA.

- Carga axial admisible a compresión

$$N_{adm} = f_c A \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{\lambda}{C_k} \right)^4 \right]$$

$$N_{adm} = 6492.46 \text{ kg}$$

- Carga crítica de Euler en la dirección en que se presenta flexión.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(kl)^2}$$

$$N_{cr} = 16364.53 \text{ kg}$$

- Factor de amplificación de momento K_m

$$k_m = \frac{1}{1 - 1.5 \frac{N}{N_{cr}}}$$

$$k_m = 1.029$$

- Verificación de la ecuación para flexo-compresión.

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{K_m * |M|}{S * F_b} \leq 1$$

$$0.0782 < 1$$

La sección 4" x 4" es apropiado para pies derechos separados a 0.95cm.

4.1.7. Comparación de Confort Térmico con Otras Investigaciones

Tabla 41: Comparación De Confort Térmico Con Otras Investigaciones.

| Eficiencia De Una Vivienda Construida Con Tabiquería Bioclimática A Base Del Stipa Ichu Y Festuca Dolichophylla Presl | Confort Térmico En El Centro Educativo Para El Deficiente Visual - C.E.B.E. Nuestra Sra. De Copacabana De La Ciudad De Puno - 2018 | “Prototipo De Vivienda Con Adobe Mejorado En El Distrito De Chupa – Azángaro” |
|--|---|--|
|--|---|--|

| | | |
|--|---|---|
| <p>La temperatura del aire varía entre -10.8 °C a 23.6°C.</p> <p>Por lo tanto, el clima es frígido durante el año.</p> <p>Altitud: 4332 m.s.n.m.</p> | <p>La temperatura del aire varía entre -3.8°C a 20.8°C., prácticamente la temperatura es constante durante todo el año y es necesario calentar.</p> <p>Altitud: 3820 m.s.n.m.</p> | <p>La temperatura promedio anual es de 10°C con fuertes variaciones de las temperaturas críticas (-08° a 15°C).</p> <p>Altitud: 3823 m.s.n.m.</p> |
|--|---|---|

| | | |
|--|--|---|
| <p>Según mapa eólica, la velocidad promedio anual del viento es 85 km/h = 23.61 m/s.</p> | <p>La velocidad promedio anual del viento alcanza 3.8 m/s.</p> | <p>El viento fuente de energía tiene una velocidad promedio que oscila de 3.2 m/s. hasta 2.5 m/s.</p> |
|--|--|---|

| | | |
|---|--|---|
| <p>Es fundamental la orientación de la vivienda, respecto al sol. Para un mejor aprovechamiento del</p> | <p>Se determinó la configuración formal y la orientación adecuada de la edificación lineal para posibilitar la mayor</p> | <p>La orientación debe estar direccionada hacia el norte para poder aprovechar la energía solar, de esa manera se debe plantear</p> |
|---|--|---|



| | |
|--|--|
| sol durante las temporadas de invierno. | aportación solar, colectores solares. Esta exposición a vientos y investigación permite |
| Planteando materiales orgánicos en la tabiquería, que tienen la capacidad de retener el calor durante el día. | superficies de intercambio térmico con el exterior, en donde se aprovecha la fachada norte con ventanas con el sistema adecuado de doble acristalamiento con cámara de aire y un acumulador solar para la mayor incidencia de la radiación solar dentro de las aulas académicas. |
| La incidencia de los rayos solares se dará por las ventanas y se plantea material stipa ichu en la tabiquería para que retenga el calor ganado y cederlo al interior de la vivienda. | solucionar la ascendente demanda de viviendas con este material tan versátil y estético como es el adobe; para el desarrollo de la presente investigación se utiliza los métodos y técnicas del diseño sustentable con el fin de integrar la vivienda natural. |

| | | |
|--|---|--|
| Se realizó lectura de datos cada 30 min, con sensores de temperatura, para demostrar la diferencia entre la temperatura interna en la vivienda entre la propuesta y tradicional. | Se realizó una simulación térmica en el programa ECODEIGNER STAR para demostrar los niveles de confort térmico óptimos en las aulas académicas. | Realizamos la simulación térmica de la vivienda, se da a través del software ECOTECT (versión 2011), en el presente modelado de la vivienda. |
|--|---|--|

| | | |
|---|--|--|
| La vivienda construida con tabiquería bioclimática, se comprobó óptimos niveles | Mes de junio la ganancia térmica es de 17.53 °C. | La temperatura que debe tener nuestro prototipo en el día debe oscilar entre |
|---|--|--|

| | | |
|---|---|--|
| de confort, obteniendo una temperatura Máximo de 18.42°C. | Mes de julio la ganancia térmica es de 14.29 °C. Mes de agosto la ganancia térmica es de 15.83 °C. | 15°C a 25°C, y de noche debe mantenerse entre 13°C y 18°C. |
|---|---|--|

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

4.1.8. Comparación de Ventajas y Desventajas con Otras Viviendas Tradicionales

Tabla 42: Ventajas Y Desventajas De Las Viviendas.

| VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS VIVIENDAS | | |
|---|--|---|
| PROPUESTA | TRADICIONAL | CASITA CALIENTE |
| Temperatura interior de la vivienda: Máximo 18.42°C y Mínimo de 3.70°C. | Temperatura interior de la vivienda: Máximo 16.96°C y Mínimo de -4.77°C. | Temperatura interior de la vivienda: Mínimo 10°C a 15°C de noche (ver anexo 4). |
| Si económica, costo a construir: S/. 2,391.58 | Si económica, costo a construir: S/. 1,065.93 | No económica, costo a construir: S/. 27,000.00 (ver anexo 4). |
| Menor tiempo de ejecución: Una semana aproximadamente. | Menor tiempo de ejecución: Una semana aproximadamente. | Mayor tiempo de ejecución: Cuatro meses aproximadamente |
| Bajo Impacto ambiental | Bajo Impacto ambiental | Bajo Impacto ambiental |
| Uso de material orgánico | Uso de material orgánico | Uso de material orgánico |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.

4.1.9. Comparación de Ventajas y Desventajas con Otras Coberturas Tradicionales

Tabla 43: Ventajas Y Desventajas De Cobertura.

| VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE COBERTURA | | |
|---|--|--|
| STIPA ICHU | CASITA CALIENTE | CALAMINA |
| Degradación a mediano plazo: 15 años. | Degradación a largo plazo: 35 años (ver anexo 1). | Degradación a largo plazo: 35 años. |
| Costo: Ningún costo por ser recurso de la zona. | Costo: 1.80x0.80 metros a S/. 12.00 costo por plancha y ningún costo del Stipa Ichu (ver anexo 1). | Costo: 1.80 x 0.80 metros a S/. 12.00 costo por plancha. |
| Material: Stipa Ichu. | Material: tecnopor y Stipa Ichu. | Material: Calamina. |
| Mayor aislamiento acústico frente a condiciones climáticas. | Medio aislamiento acústico frente a condiciones climáticas (ver anexo 1). | Bajo aislamiento acústico frente a condiciones climáticas. |
| Sencilla trabajabilidad, sin necesidad de equipo especial. | Alta trabajabilidad, con equipo especial de trabajo (ver anexo 1). | Alta trabajabilidad, con equipo especial de trabajo. |

Fuente: Elaborado por el Equipo de Trabajo.



4.2. DISCUSIÓN

La vivienda construida con tabiquería bioclimática a base del stipa ichu y festuca dolichophylla presl para mejorar el confort térmico, utiliza los recursos disponibles de la zona (sol, vegetación, materiales, etc.).

Las ventajas que ofrece la vivienda construida con tabiquería bioclimática frente a construcciones actuales en la zona de Chillapalca, San Antonio de Putina son:

- Con la comparación de la vivienda construida con tabiquería bioclimática y la vivienda tradicional de la zona, se comprobó óptimos niveles de confort, obteniendo una temperatura Máximo de 18.42°C y Mínimo de 3.70°C en la vivienda propuesta y en la vivienda tradicional con un Máximo de 15.28°C y Mínimo de -2.16°C. Y según (ACERO, 2016) en la “Evaluación y diseño de vivienda rural bioclimática en la comunidad campesina de Ccopachullpa del distrito de Ilave”. Obtuvo como resultado final que el diseño propuesto de la vivienda rural bioclimática, almacena dentro de la vivienda una temperatura de 18°C. El cual nuestra vivienda construida con tabiquería bioclimática supera este resultado llegando a almacenar 0.42°C.
- No impacta negativamente al medio ambiente al utilizar los materiales de la zona.



V. CONCLUSIONES

- Con el uso de los sensores de temperatura, se realizó el análisis del desempeño del confort térmico de las viviendas en la zona altoandina, obteniendo una temperatura Máximo de 18.42°C y Mínimo de 3.70°C en la vivienda propuesta y en la vivienda tradicional con un Máximo de 15.28°C y Mínimo de -2.16°C . Durante los meses de Junio, Julio y Agosto.
- La vivienda propuesta con tabiquería bioclimática a base del stipa ichu y festuca dolichophylla presl para mejorar el confort térmico, es eficiente en 5.86°C respecto a la vivienda tradicional de la zona de estudio.
- El confort térmico de las viviendas, depende de la geometría, orientación respecto al sol y altitud.
- En la presente investigación se optó las mismas dimensiones de la vivienda tradicional; área= 7.5m^2 , largo= 3.0m , ancho= 2.5m , alto= 1.80m , y con tabique $e=15\text{cm}$. Para evaluar la eficiencia del confort térmico al interior de la vivienda en relación a la propuesta.
- De acuerdo a la comparación y análisis de costos. La vivienda propuesta tiene un costo del 50% respecto a la vivienda tradicional; pero la vivienda propuesta presenta un costo menor a las viviendas bioclimáticas, actualmente ejecutadas por el Ministerio de Vivienda, como las casitas calientes.
- La vivienda propuesta es capaz de auto solventarse térmicamente sin necesidad de utilizar sistemas auxiliares de calefacción activa.
- En la comunidad campesina de Chillapalca, San Antonio de Putina, se observó que uno de los principales problemas es la función que cumplen las viviendas; muchas familias cuentan con una sola habitación destinada como dormitorio; en su gran mayoría, estos núcleos familiares están compuestas de tres a cuatro



miembros, ello nos indica que estamos frente a un déficit de habitantes. Asimismo, estas viviendas habitadas por dichos miembros presentan una inadecuada construcción para un espacio rural donde no se considera las consideraciones de confort térmico, originando filtraciones de aire frío y puentes térmicos en techos, puertas, ventanas.

- El uso de materiales orgánicos o ecológicos que existen en la zona altoandina de la región Puno, son accesibles y económicos, generando bioconstrucción con menor consumo energético.
- Sobre lo anteriormente expuesto se puede concluir que el desarrollo de propuestas bioclimáticas en zonas altoandinas es importante para poder aportar beneficios a la gente de menores recursos y proveerles mejor calidad de vida mejorando el confort térmico de sus viviendas.



VI. RECOMENDACIONES

- Se sugiere a la población tomar en consideración la propuesta de la vivienda construida con tabiquería bioclimática a base del stipa ichu y festuca dolichophylla presl en la Comunidad de Chillapalca, San Antonio de Putina con la finalidad de mejorar el confort térmico.
- La Universidad por medio de Escuela Profesional de Ingeniería Civil, como centro formador de profesionales, debe ser la pionera en impulsar y generar proyectos de solución mediante la investigación, que sean con verdadera respuesta a nuestra realidad altiplánica, socioeconómica y geográfica.
- De debe tomar conciencia al momento de diseñar, sobre los criterios bioclimáticos, como son la orientación con respecto al norte, incidencias del sol, uso de materiales de construcción pues al aplicar estos criterios hará que el proyecto a ejecutarse sea sustentable y ecológico.



VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Acero, C. N. (2016). Evaluación Y Diseño De Vivienda Rural Bioclimática En La Comunidad Campesina De Ccopachullpa Del Distrito De Ilave". Peru: Unap.
- Apaza, E. R. (2018). Confort Termico En El Centro Educativo Para El Deficiente Visual - C.E.B.E. Nuestra Sra. De Copacabana De La Ciudad De Puno. Puno-Peru: 2018.
- Aranda, H. C., & Flores, R. G. (2018). Resistencia A Flexión En Vigas De Concreto Al Sustituir En Un 5% El Cemento Por Cenizas De Ichu (Stipa Ichu). Huaraz: Usp.
- Atahuachi, L. G., & Carcausto, Q. Y. (2018). Aislante Termoacústico A Base De Stipa Ichu Para Atenuar El Ruido Y Cambios Drásticos De Temperatura En Viviendas De Sectores En Expansión Urbana De La Ciudad De Puno. Peru: Una Puno.
- Auccapuma, L. D. (2018). Efecto De La Temperatura, Tiempo De Coccion Y La Concentracion Del Hidroxido De Sodio En El Rendimiento Y Las Propiedades Fisico-Mecanicas De La Pulpa Formada De Paja (Stipa Ichu L.). Apurimac: Unjma.
- Briones, T. J., & Estrada, W. (2018). Compresion Axial Del Adobe Compactado Con Fibras De Paja Ichu, Paja De Arroz Y Paja De Trigo. Cajamarca: Uni.
- Caso, A. D. (1992). La Casa Ecológica Autosostenible. México: Ed. México.
- Deffis Caso, A. (1992). La Casa Ecológica Auto Sostenible. México: Ed. México.
- Deffis, C. A. (1992). La Casa Ecológica Auto Sostenible. México: Ed. México.
- Edificaciones, R. N. (2019).
- Eduardo, C. L., & Zegarra, L. E. (2015). Tabiqueria Ecologica, Empleando Totora Con Revestimiento De Yeso O Mortero, Como Técnica De Bioconstrucción En La Ciudad De Puno. Puno: Una Puno.
- Gaby Maribel Atahuachi Layme & Yanet Nayda Carcausto Quispesayhua. (2018). Aislamiento Termoacustico A Base De Stipa Ichu Para Atenuar El Ruido Y Cambios Drasticos De Temperatura En Viviendas De Sectores En Expansion Urbana De La Ciudad De Puno. Peru: Una-Puno.
- Garcia, J. L. (2008). Manual Tecnico De Construccion. Mexico: Fernando Porrua.
- Hurtado, H. C. (2011). Vivienda Social Bioclimática Para Santa Cruz De La Sierra, Bolivia. Bolivia: Uia.



- Iza, T. G. (2017). Caracterización Mecánica Del Material Compuesto De Matriz Epoxi Reforzada Con Fibra Vegetal (Algodón) Y Fibra Natural De Stipa Ichu (Pasto De Paramo) Con Secado Natural Y Precocido Para Determinar Propiedades Mecánicas En La Fabricación De Elementos Livia. Ecuador: Uta.
- La. (1992). México: Ed. Mexico.
- Layme, G. M., & Carcausto, Q. Y. (2018). Aislante Termoacústico A Base De Stipa Ichu Para Atenuar El Ruido Y Cambios Drásticos De Temperatura En Viviendas De Sectores En Expansión Urbana De La Ciudad De Puno. Peru: Una Puno.
- Mayta, H. F. (2018). Cultivo Y Manejo De Pastos. Moquegua: Ujcm.
- Mendoza, F. L. (2018). Efecto De La Temperatura, Tiempo De Coccion Y La Concentracion Del Hidroxido De Sodio En El Rendimiento Y Las Propiedades Fisico-Mecanicas De La Pulpa Formada De Paja (Stipa Ichu L.). Apurimac: Unjma.
- Mendoza, M. F. (2018). Rivera Ticllacondor Edwin, Universidad Nacional Federico Villarreal "Evaluación Del Potencial Almacenamiento De Carbono En La Especie Stipa Ichu (Ichu) En La Microcuenca Chaclatacana-Huancavelica. Apurimac: Unjma.
- Mendoza, P. S. (2008). Evaluación De La Digestibilidad Aparente De Dietas En Base En Base A Forrajes Nativos (Festuca Dolichophylla, Stipa Ichu, Calamagrosis Sp.) Y Alfalfa Por Dos Metodos In Vino En Ovinos Criollos). Bolivia: Umpda.
- Orihuela, P. Y., Lazo, C., & Ulloa, K. (2010). Aceros Arequipa Manual Del Maestro Constructor. Lima: Motiva.
- Osorio, G. J. (2012). Analisis Comparativo De Materiales Bioconstructivos Bersus Materiales Clasicos Utilizados En Viviendas Sociales, Sector Bancario La Union. Chile: Universidad Austral De Chile.
- Osorio, Guequen, J. I. (2012). Análisis Comparativo De Materiales Bioconstructivos Versus Materiales Clásicos Utilizados En Viviendas Sociales, Sector Bancario La Unión. Universidad Austral De Chile: Facultad De Ciencias De La Ingenieria.
- Quispesayhua, G. M. (2018). Aislamiento Termoacustico A Base De Stipa Ichu Para Atenuar El Ruido Y Cambios Drasticos De Temperatura En Viviendas De Sectores En Expansión. Peru: Una-Puno.
- Rivera, T. E. (2018). Evaluación Del Potencial Almacenamiento De Carbono En La Especie Stipa Ichu (Ichu) En La Microcuenca Chaclatacana. Huancavelica: Unfv.
- Rne. (2019). Reglamento Nacional De Edificaciones.



- Rodriguez, N. (2018). Reconocimiento De Malezas. Argentina: Instituto Nacional
Tecnologia Agropecuaria.
- Schmitt, H. (1978). Tratado De Construccion. Barcelona: Gustavo Gili.
- Senamhi. (2019). El Servicio Nacional De Meteorología E Hidrología Del Perú.
- Simancas, Y. (13 De Setiembre De 2017). El Confort En El Acondicionamiento
Bioclimatico.
- Villavicencio, S. M. (2019).