



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**CONDICIONES DE CONFORT TÉRMICO EN VIVIENDAS
RURALES EN EL CENTRO POBLADO DE QUENAJA -
ACORA, PUNO.**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. MELANIA MILAGROS FLORES GOMEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO - PERU

2023



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**CONDICIONES DE CONFORT TÉRMICO E
N VIVIENDAS RURALES EN EL CENTRO P
OBLADO DE QUENAJA - ACORA, PUN
O.**

AUTOR

MELANIA MILAGROS FLORES GOMEZ

RECuento DE PALABRAS

34147 Words

RECuento DE CARACTERES

174874 Characters

RECuento DE PÁGINAS

206 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

8.0MB

FECHA DE ENTREGA

Dec 19, 2023 9:52 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Dec 19, 2023 9:54 AM GMT-5

● 16% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

Ciencia Tecnología y Medio Ambiente

Dr. Edilberto Huaguisa Ramos
CIP 55474



Dr. D. Lidio Jarama
DIRECTOR UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Resumen



DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mi familia, a mis padres Juan y Julia por confiar en mí, y a mi hermana Virginia por haber sido mi guía y mi apoyo incondicional en este sendero.

Para ustedes con todo el cariño.

¡Los quiero!

Melania Milagros



AGRADECIMIENTO

Es oportuno agradecer en esta etapa a Dios por la familia que me brindó, por mantenernos unidos y permitirnos la vida para poder continuar en esta travesía.

Al asesor de este trabajo de investigación Dr. Edilberto Huaquisto por el tiempo, la paciencia, los consejos y la guía para la realización de esta tesis.

A los miembros del jurado Dr. Germán Belizario, M. Sc. Alcides Héctor Calderón e M.Sc. Willy Miguel Huanacuni, quienes con su sapiencia contribuyeron a que este trabajo se realice de la mejor manera.

Quiero agradecer a los Docentes de la Facultad por la enseñanza compartida durante el periodo de formación.

Agradecer también a mis amigos y compañeros de trabajo por las palabras de motivación, ánimo y la comprensión para la culminación de presente trabajo de investigación, entendiendo que todo es posible cuando uno se propone.

Por último, reiterar mi agradecimiento a las familias del centro poblado de Quenafaja por haberme permitido ingresar a sus hogares para la recolección de información.

¡A ustedes, gracias!

Melania Milagros



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 17

ABSTRACT..... 18

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 21

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 23

1.2.1 Problema general..... 23

1.2.2 Problemas específicos 23

1.3 HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN 23

1.3.1 Hipótesis general 23

1.3.2 Hipótesis específicas 23

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO 24

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... 25

1.5.1 Objetivo general 25

1.5.2 Objetivos específicos..... 26

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 27



2.1.1	Antecedentes internacionales	27
2.1.2	Antecedentes nacionales	29
2.1.3	Antecedentes locales	30
2.2	MARCO TEORICO	33
2.2.1	Vivienda	33
2.2.2	Vivienda rural tradicional.....	35
2.2.3	Diseño y distribución de vivienda rural tradicional	37
2.2.4	Vivienda bioclimática	39
2.2.5	Proyecto Sumaq Wasi	41
2.2.6	Confort térmico	41
2.2.7	Temperatura interior y confort térmico.....	46
2.2.8	Condiciones ambientales de los alojamientos cerrados	47
CAPÍTULO III		
MATERIALES Y MÉTODOS		
3.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	54
3.2	LÍMITES Y ACCESIBILIDAD	54
3.3	ASPECTO SOCIAL Y ECONÓMICO.....	56
3.3.1	Población.....	56
3.3.2	Actividades económicas	56
3.4	TOPOGRAFIA DE LA ZONA	57
3.5	CLIMA	58
3.6	TEMPERATURA	58
3.6.1	Temperatura máxima.....	58
3.6.2	Temperatura mínima	59
3.6.3	Humedad relativa	60



3.7	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	61
3.8	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	61
3.9	PROCEDIMIENTO.....	63
3.9.1	Análisis de los factores físicos de las viviendas tradicionales y los módulos de Sumaq Wasi	63
3.9.1.1	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	63
3.9.1.2	Recolección de datos.....	64
3.9.2	Evaluación de los factores ambientales de las viviendas tradicionales y los módulos de Sumaq Wasi	65
3.9.2.1	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	66
3.9.2.2	Recolección de datos.....	66
3.9.3	Criterios para el diseño de la vivienda bioclimática	68
3.10	MATERIALES Y RECURSOS UTILIZADOS	74
3.11	ANÁLISIS Y DISEÑO ESTADÍSTICO	74

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	FACTORES FÍSICOS.....	76
4.1.1	Factores físicos de las viviendas tradicionales en el centro poblado de Quenafaja	76
4.1.2	Factores físicos de la vivienda Sumaq Wasi	92
4.2	FACTORES AMBIENTALES	97
4.2.1	Análisis climatológico.....	97
4.2.2	Factores ambientales de las viviendas tradicionales en el centro poblado de Quenafaja.....	98
4.2.2.1	Análisis de correlación de temperatura en vivienda tradicional	98



4.2.2.2	Análisis de correlación de temperatura en casita caliente.....	103
4.2.2.3	Análisis de correlación de humedad relativa en vivienda tradicional.....	106
4.3	DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LA VIVIENDA BIOCLIMÁTICA - PROPUESTA	110
4.4	DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA BIOCLIMÁTICA – PROPUESTA	120
4.5	CÁLCULOS DE LA VIVIENDA TRADICIONAL EXISTENTE	124
4.5.1	Cálculo de ventilación.....	124
4.5.2	Comportamiento térmico de los materiales.....	129
4.6	CÁLCULOS DE LA VIVIENDA “SUMAQ WASI” - MVCS	138
4.6.1	Cálculo de ventilación.....	138
4.6.1.1	Ventilación del actor – invierno.....	138
4.6.1.2	Ventilación del actor – verano	141
4.6.2	Comportamiento térmico de los materiales.....	144
4.6.2.1	Pérdidas y ganancias de calor en materiales:	144
4.7	CÁLCULOS DE LA VIVIENDA PROPUESTA – PROTOTIPO.....	152
4.7.1	Cálculo de ventilación.....	152
4.7.1.1	Ventilación del actor – invierno.....	152
4.7.2	Comportamiento térmico de los materiales.....	158
4.7.2.1	Pérdidas y ganancias de calor en materiales:	158
4.8	CÁLCULOS DE LA VIVIENDA PROPUESTA – PROTOTIPO - INVERNADERO	167
4.8.1	Cálculo de ventilación.....	167
4.8.1.1	Ventilación del actor – invierno.....	167



4.8.1.2. Ventilación del actor – verano	170
4.8.2 Comportamiento térmico de los materiales.....	173
4.8.2.1. Pérdidas y ganancias de calor en materiales:	173
4.9 RESULTADOS DEL ANÁLISIS COMPARATIVO	181
V. CONCLUSIONES.....	183
VI. RECOMENDACIONES	185
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	186
ANEXOS.....	192

Área: Ingeniería y construcción

Línea: Ingeniería de Infraestructura Rural

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 21 de diciembre del 2023



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Acceso al centro poblado de Quenafaja - Ruta 1	55
Tabla 2	Acceso al centro poblado de Quenafaja - Ruta 2.....	55
Tabla 3	Promedio mensual de temperatura máxima en °C.....	58
Tabla 4	Promedio mensual de temperatura mínima en °C.	59
Tabla 5	Promedio mensual de humedad relativa en %.	60
Tabla 6	Listado de viviendas seleccionadas para la muestra	62
Tabla 7	Resultado de observación directa, actividad económica.....	77
Tabla 8	Resultado de observación directa, formación o grado de instrucción.	79
Tabla 9	Características físicas de las viviendas encuestadas	83
Tabla 10	Resumen de procesamiento de casos	100
Tabla 11	Pruebas de normalidad.....	101
Tabla 12	Correlación de temperatura interior y exterior en vivienda tradicional.....	102
Tabla 13	Resumen de procesamiento de casos	104
Tabla 14	Pruebas de normalidad.....	104
Tabla 15	Correlación de temperatura interior y exterior en vivienda tradicional.....	106
Tabla 16	Pruebas de normalidad.....	108
Tabla 17	Correlación de humedad relativa en vivienda tradicional.....	109
Tabla 18	Determinando el Coeficiente de Transmisión Térmica de la Pared	130
Tabla 19	Determinando el Coeficiente de Transmisión Térmica del Techo.	130
Tabla 20	Pérdida por Infiltración (invierno) en los dormitorios.....	131
Tabla 21	Pérdida por Transmisión (invierno) en los dormitorios:.....	132
Tabla 22	Ganancia por Radiación Solar (invierno) del diseño de la vivienda rural.	133
Tabla 23	Calor Interno: Calor generado por las personas $Q = cte$	133
Tabla 24	Pérdida por Infiltración (verano) en los dormitorios.	135



Tabla 25	Pérdida por Transmisión (verano) en los dormitorios:	135
Tabla 26	Ganancia por Radiación Solar (invierno) del diseño de la vivienda rural.	136
Tabla 27	Calor Interno: Calor generado por las personas $Q = cte.$	137
Tabla 28	Determinando el Coeficiente de Transmisión Térmica de la Pared	144
Tabla 29	Determinando el Coeficiente de Transmisión Térmica del Techo.	145
Tabla 30	Pérdida por infiltración (invierno) en los dormitorios.	146
Tabla 31	Pérdida por Transmisión (invierno) en los dormitorios:.....	146
Tabla 32	Ganancia por Radiación Solar (invierno) del diseño de la vivienda rural.	147
Tabla 33	Calor Interno: Calor generado por las personas $Q = cte.$	148
Tabla 34	Pérdida por Infiltración (verano) en los dormitorios.	149
Tabla 35	Pérdida por Transmisión (verano) en los dormitorios:	150
Tabla 36	Ganancia por Radiación Solar (invierno) del diseño de la vivienda rural.	151
Tabla 37	Calor Interno: Calor generado por las personas $Q = cte.$	151
Tabla 38	Determinando el Coeficiente de Transmisión Térmica de la Pared	158
Tabla 39	Determinando el Coeficiente de Transmisión Térmica del Techo.	159
Tabla 40	Determinando el Coeficiente de Transmisión Térmica del Piso.	160
Tabla 41	Pérdida por Infiltración (invierno) en los dormitorios.	161
Tabla 42	Pérdida por Transmisión (invierno) en los dormitorios:.....	161
Tabla 43	Ganancia por Radiación Solar (invierno) del diseño de la vivienda rural.	162
Tabla 44	Calor Interno: Calor generado por las personas $Q = cte.$	163
Tabla 45	Pérdida por Infiltración (verano) en los dormitorios.	164
Tabla 46	Pérdida por Transmisión (verano) en los dormitorios:	164
Tabla 47	Ganancia por Radiación Solar (verano) del diseño de la vivienda rural....	165
Tabla 48	Calor Interno: Calor generado por las personas $Q = cte.$	166
Tabla 49	Determinando el Coeficiente de Transmisión Térmica de la Pared	173



Tabla 50	Determinando el Coeficiente de Transmisión Térmica del Techo.	174
Tabla 51	Pérdida por Infiltración (invierno) en el invernadero:.....	175
Tabla 52	Pérdida por Transmisión (invierno) en el invernadero:	175
Tabla 53	Ganancia por Radiación Solar (invierno) del diseño del invernadero.	176
Tabla 54	Calor Interno: Calor generado por las personas $Q = cte$	177
Tabla 55	Pérdida por Infiltración (verano) en el invernadero.....	178
Tabla 56	Pérdida por Transmisión (verano) en el invernadero:.....	178
Tabla 57	Ganancia por Radiación Solar (verano) del diseño del invernadero.....	179
Tabla 58	Calor Interno: Calor generado por las personas $Q = cte$	180
Tabla 59	Resumen del análisis comparativo de pérdida y ganancia de calor en invierno	181



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Vivienda tradicional.....	37
Figura 2	Construcción típica de vivienda rural.	38
Figura 3	Diagrama bioclimático de Olgyay (Reproducido de Fariña, 1990).....	45
Figura 4	Diagrama bioclimático para edificios de Givoni (reproducido de Jiménez Alvarez. 1984).....	46
Figura 5	Mapas de ubicación de la zona de estudio.	54
Figura 6	Vía de acceso al centro poblado de Quenafaja – Acora.....	56
Figura 7	Topografía de la zona de estudio C.P. Quenafaja – Acora.	57
Figura 8	Promedio mensual de temperatura máxima °C.....	59
Figura 9	Promedio mensual de temperatura mínima °C.	60
Figura 10	Promedio mensual de humedad relativa en %.	61
Figura 11	Situación actual de las viviendas tradicionales y los módulos Sumaq Wasi en el C.P. de Quenafaja.....	64
Figura 12	Módulo de vivienda seleccionada para la evaluación.....	65
Figura 13	Instalación de termohigrómetros en la vivienda tradicional y módulo Sumaq Wasi.	67
Figura 14	Ubicación de termohigrómetros en la vivienda tradicional y los módulos de Sumaq Wasi.	68
Figura 15	Transferencia de calor en elementos de construcción.....	71
Figura 16	Transferencia de calor en elementos no homogéneos.....	72
Figura 17	Actividad económica principal de las familias.	78
Figura 18	Distribución típica de vivienda rural – vista en planta.	82
Figura 19	Número de habitaciones.....	83
Figura 20	Material predominante en muros.	85



Figura 21	Detalle de muros de habitaciones de viviendas tradicionales	86
Figura 22	Detalle de muros de ambientes en viviendas tradicionales.....	87
Figura 23	Orientación de puertas de cocina.	87
Figura 24	Orientación de puertas de dormitorios.	88
Figura 25	Uso de material propio de la zona.....	89
Figura 26	Uso de material industrializado.	90
Figura 27	Detalle de techo, puerta y ventanas de vivienda tradicional.....	91
Figura 28	Distribución del módulo Sumaq Wasi – Quenafaja.....	92
Figura 29	Vista en corte de vivienda Sumaq Wasi.	93
Figura 30	Detalle de muro de la vivienda Sumaq Wasi.....	93
Figura 31	Detalle del techo del módulo Sumaq Wasi – Quenafaja.....	94
Figura 32	Detalle de puerta del módulo Sumaq Wasi – Quenafaja.	94
Figura 33	Detalle de ventana del módulo Sumaq Wasi – Quenafaja.....	95
Figura 34	Detalle de piso del módulo Sumaq Wasi – Quenafaja.....	95
Figura 35	Detalle de vereda del módulo Sumaq Wasi – Quenafaja.....	96
Figura 36	Lectura de datos de equipos termohigrómetros en el interior y exterior (Temperatura y Humedad Relativa).....	98
Figura 37	Análisis de correlación de temperatura en el exterior e interior de la vivienda tradicional.	99
Figura 38	Representación de Q-Q normal del exterior y sin tendencia de exterior de la vivienda tradicional.....	101
Figura 39	Análisis de correlación de temperatura en el exterior e interior de la vivienda tradicional.	103
Figura 40	Gráfico Q-Q normal del exterior y sin tendencia de exterior de la vivienda Sumaq Wasi.	105



Figura 41	Análisis de correlación de temperatura en el exterior e interior de la vivienda tradicional.	107
Figura 42	Gráfico Q-Q normal del exterior y sin tendencia de exterior de la vivienda tradicional.	108
Figura 43	Distribución del módulo de vivienda propuesto.	112
Figura 44	Detalle del muro - vivienda propuesta.	114
Figura 45	Detalle del techo del módulo de vivienda propuesto.	115
Figura 46	Detalle de claraboyas del módulo de vivienda propuesto.	116
Figura 47	Detalle de puertas del módulo propuesto.	117
Figura 48	Detalle de ventana del módulo de vivienda propuesto.	117
Figura 49	Detalle de pisos del módulo de vivienda propuesto.	118
Figura 50	Detalle del sistema eléctrico del módulo de vivienda propuesto.	119
Figura 51	Detalle de invernadero del módulo de vivienda propuesto.	120
Figura 52	Detalle del cimiento y sobrecimiento - vivienda propuesta.	122
Figura 53	Detalle amarre de muro - vivienda propuesta.	123
Figura 54	Detalle de tijerales - vivienda propuesta.	124



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- ASHRAE** : Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado.
- HR** : Humedad Relativa.
- INEI** : Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- GPS** : Sistema Posicionamiento Global.
- MVCS** : Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- NTP** : Norma Técnica Peruana.
- OEA** : Organización de Estados Americanos.
- OMS** : Organización Mundial de la Salud.
- ONU** : Organización de las Naciones Unidas.
- RNE** : Reglamento Nacional de Edificaciones.
- SENAMHI** : Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.
- T°** : Temperatura.
- WGS 84** : World Geodetic System 1984.



RESUMEN

En el centro poblado de Quenafaja las viviendas vienen siendo construidas a criterio propio, los habitantes presentan vulnerabilidad ante las inclemencias climatológicas, a fin de dar solución a esta problemática el Estado a través del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, ha intervenido con la ejecución de módulos habitacionales denominado “Sumaq Wasi”. El presente trabajo de investigación tiene por objetivo, evaluar las condiciones de confort térmico en las viviendas rurales en el centro poblado de Quenafaja. La metodología corresponde a un enfoque de investigación cuantitativa no experimental, para el análisis de los factores físicos se emplearon técnicas de observación directa e instrumentos de encuestas y entrevistas, para los factores ambientales se utilizaron termohigrómetros a fin de obtener datos de temperatura y humedad relativa en el interior y exterior de la vivienda tradicional y vivienda “Sumaq Wasi” por un periodo de tres meses con lecturas diarias durante las 24 horas, luego de haber procesado esta información se pudo verificar que la vivienda tradicional, construida artesanalmente en invierno alcanzan una pérdida total neto de 2,342.015 w de calor y la vivienda rural bioclimática alcanza una pérdida de 110.88 w, y en temporadas de verano la vivienda construida artesanalmente adquiere una ganancia total neto de 4,040.09 w, y la vivienda rural bioclimática adquiere una ganancia de 2,827.85 w, mientras que la propuesta de mejora alcanza un ganancia de calor en invierno y verano de 2,777.31 y 3,747.63 w respectivamente, determinando un resultado que no se produce desequilibrio en los extremos de invierno y verano lo que nos permitió plantear un nuevo diseño de vivienda bioclimática para las mejoras en condiciones de confort térmico y garantizar la habitabilidad, el nuevo diseño busca aportar con el desarrollo de la comunidad.

Palabras clave: Aislamiento térmico, bioclimático, confort térmico, vivienda tradicional.



ABSTRACT

In the town center of Quenafaja, the homes have been built at their own discretion; the inhabitants are vulnerable to inclement weather. In order to solve this problem, the State, through the Ministry of Housing, Construction and Sanitation, has intervened with the execution of housing modules called “Sumaq Wasi”. The objective of this research work is to evaluate the thermal comfort conditions in rural homes in the town center of Quenafaja. The methodology corresponds to a level of non-experimental quantitative research, for the analysis of physical factors direct observation techniques and survey and interview instruments were used, for environmental factors thermohygrometers were used in order to obtain temperature and relative humidity data in the interior and exterior of the traditional house and “Sumaq Wasi” house for a period of three months with daily readings for 24 hours, after having processed this information it was possible to verify that the traditional house built by hand in winter reached a total net loss of 2,342.015 w of heat and the bioclimatic rural housing reaches a loss of 110.88 w, and in summer seasons handcrafted housing reaches a total net gain of 4,040.09 w, and the bioclimatic rural housing reaches a gain of 2,827.85 w, while the proposal of improvement reaches a heat gain in winter and summer of 2,777.31 and 3,747.63 w respectively, determining a result that does not produce imbalance in the extremes of winter and summer, which allowed us to propose a new bioclimatic housing design for improvements in winter and summer conditions. thermal comfort and guarantee habitability, the new design seeks to contribute to the development of the community.

Keywords: Thermal insulation, bioclimatic, thermal comfort, traditional housing.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación comprende el análisis de las condiciones de confort térmico para garantizar la habitabilidad en viviendas rurales en el centro poblado de Quenafaja, mediante la evaluación de los factores físicos y ambientales para determinar las condiciones de confort término en la vivienda rural bioclimática y la vivienda tradicional(Canales et al., 2021). De esta manera se determinó la diferencia para consecuentemente plantear un diseño de vivienda bioclimática que garantice el confort térmico(Chui Betancur et al., 2022) y mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de los pobladores del centro poblado de Quenafaja, quienes son vulnerables a los fenómenos climatológicos durante las temporadas de invierno.

La propuesta de mejora de la vivienda rural tiene por propósito de mejorar su calidad de vida mediante el logro del confort térmico que brindará, a razón de que, durante estos últimos años se vienen presentado una variabilidad climática (Belizario-Quispe et al., 2023), actualmente las viviendas son construidas de manera artesanal en el centro poblado de Quenafaja y no ofrecen la protección necesaria ante las intensas oleadas de frío que se presentan en la zona durante las temporadas de invierno, poniendo en riesgo la salud de los niños y personas de tercera edad, a consecuencia, muchas familias tienden a migrar a los distritos o provincias cercanas, sin embargo, en su mayoría las familias que viven actualmente en el centro poblado de Quenafaja se dedican a las actividades agrícolas y pecuarias, el cual impide que puedan migrar ya que las actividades en mención son el único sustento para su subsistencia.

Cabe mencionar que las viviendas bioclimáticas ejecutadas a través del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, presentan en algunos lugares una mala



ubicación; además, son ambientes pequeños que limita el uso de estos espacios, cabe resaltar que, estas construcciones no están vinculadas con las actividades productivas, por lo que no son sostenibles, carecen de ambientes para almacén de productos agrícolas, presentando dificultades de disponibilidad de alimentos en época de invierno para la ganadería; es a partir de ello que nace esta propuesta de mejora, donde se busca ofrecer un nuevo prototipo de vivienda que garantice el confort térmico para que las familias, puedan vivir de una manera acorde a sus necesidades, y que con el diseño de estas viviendas se pueda controlar la temperatura y humedad relativa de cada uno de los ambientes para los cuales viene siendo diseñado, y sobre todo se garantice la confortabilidad, considerando en el diseño las actividades productivas como la agricultura y ganadería, tomando como antecedente las investigaciones hechas a nivel mundial relacionados con la confortabilidad, el cual muestra diferentes propuestas teniendo en cuenta las características de cada lugar.

El presente trabajo de investigación consta de cuatro capítulos que se describe de forma detallada el contenido del presente informe, en el capítulo I se formula el planteamiento del problema, hipótesis, justificación, y objetivos; en el capítulo II se describen aquellos antecedentes que fueron considerados como base de investigación, además se aborda el marco teórico que fundamenta y sustenta el presente trabajo; en el capítulo III se describe la metodología de investigación, detallando la forma en cómo se realizó la investigación de tesis, así como el tipo y nivel de investigación, descripción del ámbito de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos para la recolección de datos, así como el plan de recolección y procesamiento de datos, en el capítulo IV se desarrolla la presentación de resultados y discusiones y el contraste de hipótesis planteadas, y por último se indican las conclusiones de la presente investigación así como las recomendaciones del tesista una vez concluida la investigación.



1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las heladas son fenómenos atmosféricos que ocurren por la disminución de la nubosidad en los andes y se produce cuando la temperatura ambiental disminuye por debajo de los cero grados centígrados, durante los meses de junio, julio y agosto (Villafuerte, s.f.)

La presencia de este fenómeno atmosférico se da entre los meses de junio a agosto afectando directamente a las poblaciones ubicadas a más de 3500 m.s.n.m. A pesar de la presencia de las heladas año a año sus consecuencias son las mismas: incrementos de las enfermedades respiratorias aumentando las cifras de muertes por neumonía, a ello se suma el daño de cultivos afectados y las muertes de sus animales, con el pasar de los años el drama es el mismo y el Estado no propone una solución sostenible focalizada (Escobar, 2016).

Las poblaciones afectadas en su mayoría son aquellas que se encuentran en situación de alta vulnerabilidad, tanto por su condición social (pobreza y pobreza extrema), por su edad (niños, adultos, ancianos) y por su ubicación territorial y no se muestra la presencia del Estado (Rosales & Caminada, 2015).

El centro poblado de Quenafaja al estar ubicada a una altura de 3856.00 m.s.n.m., presenta bajas temperaturas en épocas de invierno, generando un mayor descenso de temperatura en horas de la noche y madrugada, provocando que los niños y personas de tercera edad lleguen a contraer enfermedades respiratorias, alcanzando en algunos casos a consecuencias fatales, el único refugio para el poblador rural viene a ser sus viviendas autoconstruidas las cuales no cuentan con las disposiciones adecuadas para vivir, siendo en muchos casos construcciones antiguas y totalmente rústicas y frías, sin la mínima consideración de diseño, construidos de manera empírica y sin asistencia técnica.



De acuerdo al diagnóstico de campo realizado en el centro poblado de Quenafaja, se ha podido identificar que la población habita en situaciones críticas, en su mayoría en construcciones rústicas que presentan ambientes rústicos, a consecuencia de esta problemática se ha sufrido pérdidas humanas producto de las enfermedades respiratorias por las bajas temperaturas de la zona.

Si bien es cierto, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, a través del Programa Nacional de Vivienda Rural ha venido implementado proyectos con el propósito de otorgar una mejor calidad de vida a la población pobre y extremadamente pobre, quienes en su mayoría están ubicados diversos sectores y de manera dispersa brindando una unidad habitacional mejorada; sin embargo, muchas de estas viviendas, no cumplen con el fin para el cual fueron diseñadas.

Durante el desarrollo del presente trabajo y tras conversaciones con algunos beneficiarios se pudo observar que algunas viviendas no brindan las condiciones de habitabilidad, ante esta situación, surge el presente trabajo de investigación que tiene como propósito evaluar el confort térmico de las viviendas rurales construidas en el centro poblado de Quenafaja – Acora, así como las viviendas bioclimáticas construidas a través del MVCS y a partir de ello plantear propuestas de solución ante esta problemática, con el fin de garantizar una mejor condición de vida, brindando un nuevo diseño de una vivienda rural bioclimática la cual garantice el confort térmico dentro de la vivienda frente a las fuertes inclemencias naturales por efectos del cambio climático, haciendo uso de materiales de la zona empleando métodos adecuados, y ambientes que garanticen los comportamientos bioclimáticos.

Por las razones detalladas es necesario identificar, formular, analizar y evaluar la viabilidad de una vivienda rural.



1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

¿Cuáles son las condiciones de confort térmico de habitabilidad en las viviendas rurales en el centro poblado de Quenafaja – Acora?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles son los factores físicos de las viviendas tradicionalmente construidas y del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Sumaq Wasi) en el centro poblado de Quenafaja–Acora, Puno?
- ¿Cuáles son los factores ambientales de las viviendas tradicionalmente construidas y del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Sumaq Wasi) que nos permita determinar y analizar el confort térmico?
- ¿Cuál sería la propuesta de diseño de vivienda bioclimática adecuado para garantizar el confort térmico y que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de los pobladores en el centro poblado de Quenafaja – Acora, Puno?

1.3 HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Hipótesis general

Las condiciones de confort térmico determinan la habitabilidad en viviendas rurales en el centro poblado de Quenafaja – Acora, Puno

1.3.2 Hipótesis específicas

- La evaluación de los factores físicos de las viviendas tradicionalmente construidas y del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Sumaq Wasi) influyen para mejorar el diseño de una vivienda bioclimática.



- La evaluación de los factores ambientales de las viviendas tradicionalmente construidas y del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Sumaq Wasi) influyen para mejorar el diseño de una vivienda bioclimática.
- La propuesta de un diseño de vivienda bioclimática mejorará las condiciones de confort térmico y habitabilidad del poblador del centro poblado de Quenafaja - Acora, Puno.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El Perú se caracteriza por poseer una diversidad ecológica muy alta de climas, es decir, que debido a la diversidad geográfica presenta variedad de climas y ecosistemas en todo el territorio desde climas cálidos y secos en la costa, hasta fríos y montañosos en las altas montañas de los Andes, y cálidos y húmedos en la selva; sin embargo, existen poblaciones que sufren cambios bruscos de temperatura sobre todo en las zonas alto andinas ubicadas a más de 3800 m.s.n.m., las mismas que presentan temperaturas extremas (vientos gélidos, granizadas, heladas y radiación solar).

En relación con eventos extremos (meteorológicos o climáticos), se destaca la presencia de heladas y sequías que ocurren anualmente. Las heladas se presentan en los meses de invierno (junio, julio y agosto) afectando de forma más intensa la zona de confluencia de Arequipa, Cusco y Puno en el Altiplano (MINAM, 2016).

Se ha identificado que la población pobre es más propensa a sufrir enfermedades a causa del clima, en vista de que durante estos eventos extremos se generan pérdidas de los ingresos de las familias, perjudicando sus actividades primarias (cultivo y ganadería), durante estos eventos los niños que presentan desnutrición son los más afectados debido a que no pueden superar cualquier enfermedad con normalidad, así mismo, las enfermedades respiratorias son las principales causas de muerte en niños y ancianos.



Ante esta problemática, diversos investigadores vienen realizando estudios a fin de combatir los problemas causados por el cambio climático.

En ese entender, y afín de garantizar una vivienda que de seguridad a sus habitantes es que se plantea la nueva propuesta de mejora de la vivienda bioclimática actual, teniendo en consideración al momento del diseño la iluminación, ventilación, y distribución de ambientes, aprovechando el clima en beneficio de la propuesta de mejora de la vivienda bioclimática, para brindar a los habitantes el confort adecuado y necesario, así mismo, la propuesta defiende el uso eficiente y racional de los recursos disponibles en la zona para mitigar el impacto ambiental que se pueda tener, asegurando la sostenibilidad del proyecto ejecutado; asimismo, el estudio dará aporte para continuar y profundizar las investigaciones y aportar en mejora de calidad de vida con viviendas bioclimáticas en zona rural.

Es preciso mencionar, que dentro de los objetivos de desarrollo sostenible, y la agenda a desarrollarse en el 2030, los miembros de las Naciones Unidas aprobaron 17 objetivos, dentro de ellos se ubica el objetivo 9 Industria, Innovación e Infraestructura, que indica se deben desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, además que estas deben ser asequibles y equitativas para todos y que estas infraestructuras utilicen los recursos con mayor eficacia y sean sostenibles.

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Objetivo general

Evaluar las condiciones de confort térmico para garantizar la habitabilidad en viviendas rurales en el centro poblado de Quenafaja -Acora, Puno.



1.5.2 Objetivos específicos

- Evaluar los factores físicos de las viviendas tradicionalmente construidas y del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Sumaq Wasi) en el centro poblado de Quenafaja - Acora, Puno.
- Evaluar los factores ambientales de las viviendas tradicionalmente construidas y del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Sumaq Wasi) que nos permita determinar y analizar el confort térmico.
- Plantear un nuevo diseño de vivienda bioclimática para garantizar el confort térmico y mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de los pobladores en el centro poblado de Quenafaja – Acora, Puno.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 Antecedentes internacionales

Jiao et al. (2020) en la investigación “Adaptive thermal comfort models for homes for older people in Shanghai, China [Modelos de confort térmico adaptativo para hogares para personas mayores en Shanghai, China]” los autores analizan el confort térmico adaptativo para hogares habitados por personas mayores. Tras un estudio durante las cuatro estaciones entre los periodos de enero de 2014 al mes de abril de 2017, realizaron la verificación de mediciones de parámetros en ambientes exteriores e interiores de las viviendas así como el control de sensación térmica de los habitantes, además, utilizaron termómetros e higrómetros de mano para la verificación de temperatura dentro y fuera de los ambientes, realizaron el cálculo de la temperatura de confort térmico utilizando el método de regresión lineal del que obtuvieron resultados para determinar las temperaturas que puedan garantizar el confort térmico de las personas mayores sugiriendo que estos rangos deben estar entre los 14.1° y 19.4 °C en invierno, 23.8° y 27 °C en verano y de 20.6° y 31.7 °C en mitad de temporada. Se considera este antecedente ya que en los resultados muestra los posibles rangos para garantizar el confort térmico en ambientes habitados por personas mayores la misma que ampliará las bases teóricas y será utilizado en la discusión de resultados.



Sagastume (2006), en su trabajo de investigación “Influencia de los factores climáticos en el diseño para la vivienda urbana ubicada en climas extremos” realizado en Guatemala, menciona dos factores de mucha importancia para brindar un ambiente confortable siendo estas la temperatura y humedad relativa, determina que en climas fríos se debe contar con un soleamiento adecuado y ventilación moderada y constante a fin de evitar ambientes húmedos. Hace mención también a los diferentes elementos constructivos a considerarse en estas viviendas los muros con una densidad de 1.84 g/cm^3 , cubiertas que presenten un mayor coeficiente de conductividad térmica y pendientes no menores al 25%, en cuanto al piso sugiere que estos mantengan un resguardo contra humedad sostiene además que las ventanas y puertas de los ambientes no excedan el 30% de aberturas. Se considera este trabajo de investigación que permita poder ampliar las bases teóricas y discusiones.

Rojas et al. (2022) en el artículo titulado “Análisis de la vivienda rural utilizando el confort térmico como medida de habitabilidad” sostienen que el confort térmico permite la habitabilidad de una vivienda, y que estas varían con el clima y materiales. El estudio fue realizado en las viviendas rurales de Ambato – Ecuador, mencionan además que la temperatura en los Andes varían entre los 5°C a 12°C , el objeto de la investigación es determinar si el uso de materiales tradicionales brindan la habitabilidad a través del confort térmico, para el diagnóstico de comportamiento de materiales empleados en las viviendas realizaron mediciones al interior y exterior de las viviendas, emplearon la metodología de tipo experimental, con enfoque cuantitativo; con la manipulación de variable independiente como tipología de viviendas, materialidad y variable dependiente condiciones ambientales. Concluyendo que los materiales de construcción locales brindan un confort limitado y sugiere la utilización de estrategias activas de calefacción que impliquen consumo energético.



2.1.2 Antecedentes nacionales

Molina et al. (2020), en su investigación “Diseño de un módulo experimental bioclimático obtenido a partir del análisis de simulaciones térmicas para el centro poblado de Imata (4519 m s.n.m.) ubicado en Arequipa, Perú”, emplearon el software EnergyPlus, con la finalidad de realizar simulaciones térmicas dinámicas de las viviendas ubicadas en Imata a una altitud de 4519 m s.n.m. cuyas condiciones climáticas son de temperaturas muy bajas, finalmente con referencia a las simulaciones plantearon un módulo experimental de un espacio habitable añadiendo componentes bioclimáticos que mejore el aislamiento de la envolvente, el paso de luz y la incorporación de un invernadero, de esta manera obtuvo incrementos de la temperatura mínima promedio en el interior entre 11 °C y 18.4 °C, en relación a la temperatura mínima promedio del exterior. Se considera este antecedente de investigación a fin de considerar en nuestra investigación los parámetros de diseño planteados por los autores.

Poma Bernaola (2020), en su trabajo de investigación titulado “Propuesta de arquitectura bioclimática aplicada a viviendas unifamiliar para mejorar el confort térmico de sus habitantes en el distrito de Pucará” la autora propone una arquitectura bioclimática aplicada a viviendas unifamiliares destinado a la mejora del confort térmico. Esta investigación es de tipo aplicativo - descriptivo, los instrumentos empleados fueron encuestas, fichas de observación y termómetro ambiental. Presentó una propuesta de arquitectura bioclimática capaz de controlar la pérdida y ganancia de calor en las viviendas unifamiliar en el distrito de Pucará, manteniendo un balance térmico en la vivienda cuyos valores oscilan entre -579 w/h a +594w/h, cuyos valores se encuentran dentro del confort térmico permitido. Esta investigación es considerada ya que a través de sus estrategias de diseño



propuestos podremos evaluar la aplicación de las mismas en nuestro diseño considerando las características climáticas de la zona de estudio.

Aizana y Romero (2021), en el trabajo de investigación “Aspectos de la Configuración Arquitectónica en el Confort Térmico de las Viviendas del Barrio San Bernardo del distrito de Sapallanga Provincia de Huancayo”, establecen la influencia de la configuración arquitectónica en el confort térmico, empleó una investigación aplicada - explicativa, no experimental correlacional y transversal, utilizaron fichas de registro de datos, cuya validación de datos fue a través del estadístico de alfa Cronbach, como resultado los autores de esta investigación demostraron la existencia de influencia significativa en la configuración arquitectónica en el confort térmico, con una significación de 0.013. Se considera este antecedente por que consideraron aspectos importantes para determinar los criterios de diseño.

2.1.3 Antecedentes locales

Vilca y Ticona (2022), adaptaron una investigación en el libro “Vivienda rural bioclimatizada para mejorar el confort térmico en la zona altoandina”, en el que se determina la eficiencia del diseño de módulo de vivienda rural bioclimatizado con el propósito de mejorar el confort térmico de las viviendas en las zonas altoandinas del departamento de Puno. El estudio fue de tipo experimental y cuasiexperimental, utilizando la observación in situ y ensayos de laboratorio como técnicas de investigación. El modelo propuesto por los autores comprende de un Módulo de Vivienda Rural Bioclimatizado empleando adobe e incorporaron un invernadero, de terminando que este criterio de diseño resulta eficaz para mejorar el confort térmico, presentando una mejora de temperatura interna del 37% respecto a la temperatura exterior, indicando que es concordante



con la norma ASHRAE ESTANDAR 55. Se considera este antecedente, ya que considera criterios de diseño que servirán como referencia para la investigación en nuestra zona de estudio.

Chaiña (2019), en la investigación denominada “Propuesta de vivienda rural saludable en el centro poblado de Accaso del distrito de Pilcuyo El Collao Ilave Puno” de tipo descriptivo-explicativo realizó recolección de información empírica tras entrevistas realizadas a los jefes de familia para así tener base de información para presentar la propuesta de vivienda rural, los resultados de esta investigación exponen factores socioculturales y económicos, el diseño de vivienda parte con un espacio de circulación central o patio el mismo que brinda una mejor circulación, el módulo principal de la propuesta comprende de habitaciones con amplias ventanas, incluye una cocina mejorada un servicio higiénico dentro del módulo; sostiene que, la implementación de la propuesta de vivienda que plantea requiere de condiciones políticas, económicas y ambientales favorables.

Acero (2016), en el trabajo de investigación “Evaluación y diseño de vivienda rural bioclimática en la comunidad campesina de Ccopachullpa del distrito de Ilave”, destaca la necesidad de contrarrestar los efectos de cambio climático a través del planteamiento de un diseño de vivienda rural bioclimática, en el que considera los factores climáticos, ubicación, orientación, distribución y actividades, a fin de que contribuyan con la mejora del confort térmico, además, considera criterios constructivos de sistemas pasivos de climatización y aislamiento térmico en los techos, ventanas, puerta y pisos de los dormitorios a fin de reducir las pérdidas de calor. El diseño propuesto por el investigador garantiza un confort térmico de 18°C dentro de los ambientes de las viviendas y que esta



incluye una adecuada funcionalidad, dimensionamiento, orientación, forma e iluminación de ambientes, agrega que, el diseño propuesto tiene la capacidad de auto solventarse térmicamente, es decir, no requiere utilizar sistemas auxiliares de calefacción activa. Este antecedente es considerado para la presente investigación ya que resalta la importancia de considerar los parámetros de diseño así mismo se considerarán los conceptos para ampliar las bases teóricas y discusión de resultados.

Gutierrez et al. (2021) en el artículo “Confort térmico y el riesgo de infecciones respiratorias en los adultos mayores en la sierra rural del Perú” donde el objetivo es evaluar el confort térmico y determinar si las condiciones térmicas influyen en el riesgo de infecciones respiratorias aplicaron un modelo de regresión probit, teniendo como unidad de análisis y evaluación a las personas adultas mayores de 60 años, logrando monitorear los valores de temperatura y humedad relativa interior de cuatro tipos de dormitorios ubicados en el medio rural Atuncolla – Puno a través de termo higrómetros y se comparó con el criterio de índice de confort térmico deseado. Los resultados evidencian si la temperatura del aire desciende en promedio en un grado ($1\text{ }^{\circ}\text{C}$) en la zona de residencia, la probabilidad de riesgo de infecciones respiratorias en adultos mayores aumenta en 0.18, mientras que la humedad relativa y la velocidad de viento no resultaron estadísticamente significativos al 1% de nivel de significación. Por último, los 4 tipos de dormitorios evaluados por el investigador carecen de la comodidad térmica deseada y elevan el riesgo de adquirir infecciones respiratorias.



2.2 MARCO TEORICO

2.2.1 Vivienda

Para esta definición partiremos de la base legal, la Constitución Política del Perú establece en el Artículo 2 que “Toda persona tiene derecho: 25. A tener acceso a una vivienda digna y adecuada, la cual debe contar con acceso a los servicios públicos básicos. El estado promueve a través de políticas públicas, que incentiven a los sectores públicos, privados o mixtos el acceso a dicho derecho fundamental, dándole especial atención a grupos vulnerables. El Estado tiene el deber de salvaguardar este derecho, por tanto, dispone todas las medidas que correspondan para hacer efecto al mismo.” (Congreso Constituyente Democrático., 1993)

De éste artículo podríamos entonces definir como vivienda a un espacio habitable en el que se salvaguarde el desarrollo de la personalidad y esta a su vez otorgue una vida digna a los habitantes.

Del mismo modo, la Organización de las Naciones Unidas, (2010), hace referencia que la vivienda debe ser más que solo cuatro paredes y un techo, sino que esta debe satisfacer las condiciones para una vida adecuada, así mismo, indica los criterios que estas deben reunir mínimamente para garantizar una vivienda adecuada, siendo lo siguiente:

- **La seguridad de la tenencia:** la vivienda no es adecuada si sus ocupantes no cuentan con cierta medida de seguridad de la tenencia que les garantice protección jurídica contra el desalojo forzoso, el hostigamiento y otras amenazas.



- **Disponibilidad de servicios, materiales, instalaciones e infraestructura:** la vivienda no es adecuada si sus ocupantes no tienen agua potable, instalaciones sanitarias adecuadas, energía para la cocción, la calefacción y el alumbrado, y conservación de alimentos o eliminación de residuos.
- **Asequibilidad:** la vivienda no es adecuada si su costo pone en peligro o dificulta el disfrute de otros derechos humanos por sus ocupantes.
- **Habitabilidad:** la vivienda no es adecuada si no garantiza seguridad física o no proporciona espacio suficiente, así como protección contra el frío, la humedad, el calor, la lluvia, el viento u otros riesgos para la salud y peligros estructurales.
- **Accesibilidad:** la vivienda no es adecuada si no se toman en consideración las necesidades específicas de los grupos desfavorecidos y marginados.
- **Ubicación:** la vivienda no es adecuada si no ofrece acceso a oportunidades de empleo, servicios de salud, escuelas, guarderías y otros servicios e instalaciones sociales, o si está ubicada en zonas contaminadas o peligrosas.
- **Adecuación cultural:** la vivienda no es adecuada si no toma en cuenta y respeta la expresión de la identidad cultural.” (pp. 3-4).

A esto complementamos con algunas definiciones de diversos autores, como por ejemplo la definición dada por Orozco y Rojas (1999), quienes sostienen que la vivienda es aquel espacio de la familia donde se inicia la construcción de un hogar (Robledo, 1985), agrega que las viviendas son espacios seguros y limpios que permiten el correcto desenvolvimiento de las personas que habitan dentro de ella para la realización de sus actividades; sin embargo, aclara que estos espacios deben proteger a las personas de las inclemencias del tiempo.



2.2.2 Vivienda rural tradicional

Arauz (2010), refiere que la arquitectura vernácula o tradicional es aquella edificación modesta, sencilla, fundamentalmente nativa del medio rural, ya que para su construcción se conserva el uso de materiales del medio, así mismo el sistema de construcción empleado es de gran adecuación al medio.

Del mismo modo, estas viviendas son caracterizadas por el uso de materiales de construcción locales, como respuesta a las necesidades de las personas que los construyen ya sean para fines agrícolas u otros (Muñoz, 2003) .

Econova Institute of Architecture and Engineering (s.f.) refiere que la arquitectura vernácula es la forma típica de construir de una región, en el que se aprovecha la disponibilidad de materiales de la zona, así como las típicas técnicas de construcción, además, sostiene que este tipo de arquitectura está muy relacionada a la arquitectura sostenible.

Por otro lado, se refiere a la vivienda como aquella construcción generada por una necesidad específica, cuya función es la de habitar, siendo estas similares a los ambientes de cualquier tipo de vivienda, diferenciadas únicamente por la funcionalidad que se le da a cada ambiente, ya que algunos de estos ambientes son destinados para el almacenaje de productos agrícolas, establo de animales, espacios para almacén de herramientas, etc. (Quiroz, 1972).

Correa (2019) define a la vivienda rural como un lugar de existencia humana, en el que las personas que habitan en el entorno mantienen una relación trabajo-producción-vida familiar, y que no solo comprende el espacio de habitación, sino más bien un espacio de producción, y que están han sido



diseñadas, construidas y modificadas por los propios pobladores haciendo uso de las técnicas tradicionales, así mismo, resalta la autoproducción de materiales para su construcción.

Orozco y Rojas (1999) lo definen como un espacio de alojamiento familiar con espacios para habitaciones de descanso y para la elaboración o preparación de alimentos de la familia, en algunos casos la presencia de animales domésticos que alojan en estos espacios, existe también ambientes de trabajo, en general estos espacios sirven para otorgar al poblador un espacio privado y seguro. En ese entender la lógica de la vivienda rural se basa en un lugar donde se realizan diversas actividades que podrían estar relacionadas a la agricultura, relaciones familiares y la cultura propia (Sanchez & Jiménez, 2010).

Mora (1970) por otro lado, considera a la vivienda rural como un sistema cuyos elementos básicos son: casa – vivienda familiar, instalaciones de corral, centros de servicio, centros de actividad agrícola y medios de comunicación, indicando además que estos modlos pueden ser vivienda dispersas o agrupadas.

Podríamos entonces desarrollar el concepto de vivienda tradicional como aquella edificación construida por la propia población sin intervención de profesionales técnicos, donde se emplearon materiales propios de la zona, y que a su vez emplean sistemas de construcción heredados de los antepasados, quienes buscaban la funcionalidad de estas estructuras para poder guardar sus cosas, preparar sus alimentos, descansar, o almanecar sus productos. Al final del párrafo se muestra una fotografía de una vivienda tradicional.

Figura 1

Vivienda tradicional.



2.2.3 Diseño y distribución de vivienda rural tradicional

Saravia (1986), refiere que el diseño a considerar para el caso altiplánico es principalmente para refugiar a los habitantes, permitiendo protegerlos del frío durante la noche, a razón de que las viviendas no son utilizadas durante el día.

En cuanto a la ubicación Orozco y Rojas (1999), refieren que al estar ubicadas las viviendas en el mismo lugar de trabajo hacen que las viviendas, además de ser habitaciones o espacios de descanso sean consideradas como unidades productivas y culturales, lo que contribuye a la participación de labores entre todos los miembros para las actividades productivas, siendo un espacio de aislamiento familiar en el contexto socioambiental.

En cuanto a la forma Orozco y Rojas (1999) indican que las viviendas rurales presentan características planimétricas con mayor predominio del rectángulo.

En síntesis, se podría indicar que el diseño de una vivienda rural tradicional solamente responde a la funcionalidad de los usos, ya que con el pasar de los años los mismo habitantes adaptaron el diseño de acuerdo a sus necesidades, buscando que estos espacios puedan ser accesibles para su zona de descanso, preparación de sus alimentos, almacén de productos, cobertizos para sus animales, almacén de herramientas, pozas sépticas, entre otros ambientes que ellos a criterio propio consideraron necesarios.

Es preciso indicar que para la distribución de estas viviendas en su mayoría no se consideran los factores físicos ni ambientales; es decir, las dimensiones de ventanas y puertas son construidas a criterio propio, obviando los parámetros de diseño (ventilación, iluminación, humedad entre otros). A continuación, se muestra una vista de la construcción típica de estas viviendas, donde se puede apreciar que en algunos casos éstas no incluyen ventanas, solo puertas.

Figura 2

Construcción típica de vivienda rural.





Por otro lado, estas viviendas poseen un alto valor cultural representativo de la zona al haber empleado materiales propios que de alguna manera lo hacen agradables a la vista por la forma en como han sido construidas ya que se aprecia esa armonía con el paisaje natural de la zona.

2.2.4 Vivienda bioclimática

Para Acero (2016), la vivienda bioclimática es una vivienda que asegura el confort térmico de los que habitan dentro de estas construcciones, ya que brindan condiciones confortables respecto a la humedad y temperatura, así mismo, destaca que estas minimizan el uso de energía auxiliar requiriendo bajos consumos de calefacción y refrigeración. Además, a través de la construcción de estas viviendas bioclimáticas se podrían obtener beneficios ya sean económicos al presentar ahorros energéticos, salud y confort ya que ofrece a los habitantes espacios acordes a sus necesidades, eficiencia productiva por los espacios adecuados para sus actividades y beneficios ecológicos ya que implementan sistemas de ahorro energéticos que disminuye la dependencia de iluminación y ventilación artificial (Conforme-Zambrano & Castro-Mero, 2020).

Alvarez et al. (2015) definen como un tipo de arquitectura adaptado al medio ambiente, teniendo por fin minimizar el consumo energético y con ello reducir los niveles de contaminación ambiental, teniendo en cuenta las condiciones de terreno, el recorrido del sol, corrientes de aire, entre otros, agregando una distribución de espacios adecuados, orientación de ventanas entre otros aspectos, a fin de lograr una eficiencia energética.

Respecto al diseño de vivienda bioclimática Conforme-Zambrano y Castro-Mero, (2020) nos indican que para el diseño de una vivienda bioclimática



se requiere de pleno conocimiento de los factores físicos y geográficos del lugar, así como aspectos de clima, temperatura, humedad, precipitación pluvial, radiación solar y vientos, ya que se tendrá en consideración los aspectos climáticos del lugar que permitirá aprovechar los recursos (sol, vegetación, lluvia, vientos) ya que busca disminuir los impactos ambientales, por otro lado, el autor indica que esta vivienda va ligada con las construcciones ecológicas ya que ambas son responsables con el medio ambiente, resalta también el impactos de salubridad de estas viviendas por el confort térmico ya que brindan un mayor control de los niveles de dióxido de carbono en el interior de estos espacios, mejor iluminación de espacios y se resalta el uso de material no tóxicos, sin embargo, advierte que el costo de estas construcciones llegan a ser mayores, pero, que estos costos llegan a amortizarse en el tiempo ya que disminuyen los costos de operación pudiendo llegar a ser rentables en su totalidad. Este concepto es relacionado con Alvarez et al. (2015) quienes indican que el diseño de los detalles y espacios tienen por objetivo conseguir eficiencia energética ya que para este tipo de construcciones se consideran la orientación de ventanas al sur, tipo de material como madera o adobe, y otros aspectos, respecto al costo de la construcción de viviendas bioclimáticas refieren que estas no deben ser mayores ni menores que los diseños convencionales, ya que no requieren la compra o instalación de sistemas mecánicos de climatización por el contrario estas son adaptadas con los elementos arquitectónicos comunes del lugar para incrementar el rendimiento energético y de esta manera conseguir de manera natural el confort térmico.

A partir de estos conceptos podríamos entonces definir a las viviendas bioclimáticas como aquellas construcciones que garantizan la confortabilidad de las personas en el interior de este ambiente, ya que podrán gozar de una



temperatura agradable durante todo el año sin importar la estación en la que se encuentre, respecto a la sostenibilidad estas viviendas gracias al diseño y los parámetros considerados podrían llegar a ser eficientes en su totalidad, ya que se aprovechan los recursos naturales de la zona, orientación, materiales empleados, ya que busca brindar un aislamiento termo-acústico para garantizar que el interior de estos ambientes sean agradables protegiendo de climas extremos y los ruidos molestos del exterior y sobre todo evitar enfermedades respiratorias.

2.2.5 Proyecto Sumaq Wasi

A través del Programa Nacional de Viviendas Rurales [PNVR] el Gobierno del Perú a fin de mejorar la calidad de vida de la población peruana viene implementando viviendas de adobe, ladrillo, bloquetas de concreto y madera en el que plantea un diseño bioclimático a fin de generar confort térmico para los habitantes, especialmente en zonas vulnerables a las heladas.

El proyecto Sumaq Wasi del vocablo quechua “casa bonita” es un módulo habitacional construido por el PNVR donde se tiene como prioridad de diseño el garantizar el confort térmico en las diferentes regiones de nuestro país y lograr un modelo bioclimático idóneo a través del uso de materiales tecnológicos y tradicionales (Programa Nacional de Viviendas Rurales, s.f.).

2.2.6 Confort térmico

Es definido por la Organización Internacional de Normalización ISO 7730 (2006) y por la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado ASRAE 55 (2010), como “esa condición de la mente en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico y es valorada mediante



evaluación subjetiva”. A su vez Lamberts (2011), agrega que el confort térmico es una sensación humana que está relacionada con la subjetividad y depende principalmente de factores físicos, fisiológicos y psicológicos.

Alvarez et al. (2015) indican que para el confort térmico se debe considerar diferentes parámetros tales como la temperatura, velocidad de aire, humedad relativa, radiación incluso hace referencia a las actividades que los individuos realizan, la vestimenta o el metabolismo propio de cada persona.

Para Givoni (1969) el confort térmico es la percepción del calor o frío del ambiente que parte de alguna actividad neurológica que se origina en los nervios de la piel, agrega también, que los procesos fisiológicos, la vestimenta y las actividades desarrolladas por los habitantes afectan a la percepción de las condiciones atmosféricas. Por su parte, Fanger (1972) refiere que en el confort térmico el valor de la temperatura se puede definir en términos del estado físico de cada individuo y no en las condiciones del ambiente térmico.

Otro concepto resaltante que hace referencia al confort térmico es el de Sanchez (1997) quien indica que el confort térmico es una sensación compleja y depende de factores físicos, fisiológicos, sociológicos y psicológicos para que el cuerpo humano se sienta satisfecho y no presente problemas de frío o calor excesivo, humedad en sus ambientes o viento incluso libre de ruidos del exterior ya que se logra un equilibrio con el entorno.

A ello, podemos argumentar que, el confort térmico es entonces aquella sensación en la que las personas de manera individual experimentan una sensación de satisfacción con el entorno, es decir, no sienten ni frío ni calor, así pues, el término de confort térmico es un concepto subjetivo, ya que este podría ser



diferente entre cada individuo dentro de un mismo ambiente dependiendo a la actividad que se desarrolle o la vestimenta que lleve en ese momento, pongamos el caso en el que una persona dentro de un ambiente frío esté desarrollando una actividad como realizar actividad física podría llegar a sentir calor, mientras que la otra persona esté en reposo sin desarrollar actividad alguna podría llegar a sentir frío en el mismo ambiente. Dicho esto, considero que el confort térmico será entonces el factor más importante dentro del diseño arquitectónico de la vivienda bioclimática, ya que se busca lograr el bienestar físico y psicológico de las personas.

Lozano (2010) hace referencia también al equilibrio térmico, en el que indica se debe mantener un balance de las cantidades de calor producido o ganado por el cuerpo entre las pérdidas de calor; en su investigación el autor también hace referencia a valores de temperatura de cuerpo humano, indicado que estas varían entre $36.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, y que precisamente el equilibrio dinámico consiste en mantener esa temperatura, ya que se esta alcanza valores mayores o en su defecto disminuyen el organismo podría presentar enfermedades ya sean físicas o psicológicas.

a. Diagrama bioclimático de Olgay

Givoni (1969) propone la teoría de zona de confort basada en el gráfico bioclimático de Olgay, uno de los primeros diagramas para el desarrollo es la denominada “Carta bioclimática”, en la que se considera dos variables o parámetros fundamentales siendo la temperatura y la humedad relativa, así mismo, se muestra las medidas correctivas que serán requeridas en el diseño, radiación, velocidad de viento, enfriamiento por evaporación y vestimenta adicional.

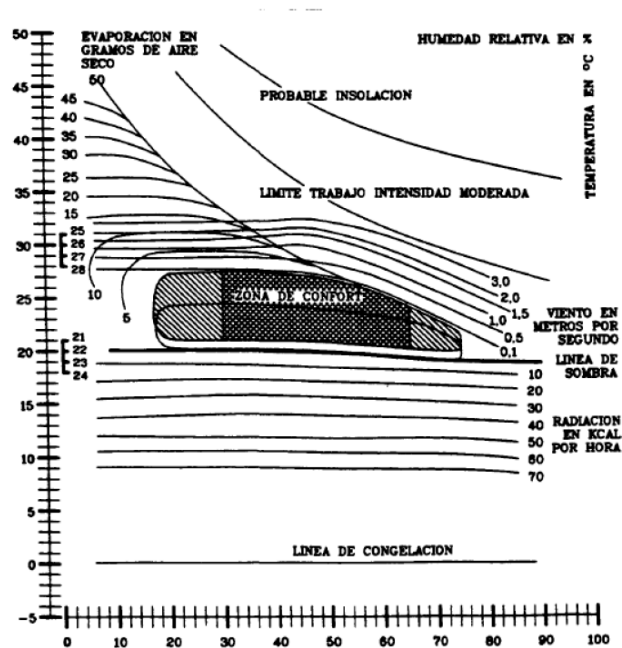


Fernandez (1994) hace referencia a los hermanos Olgay desarrolladores de la carta bioclimática que integran dos variables importantes para lograr el bienestar: temperatura y humedad relativa, a ello se añaden valores de radiación, velocidad de viento y evaporación. Del diagrama mostrado en la figura 04 diremos que:

- La zona de confort para el individuo que se encuentra en reposo y sobra será delimitada por la temperatura del aire que se muestra en el eje de las ordenadas y en las abscisas van ubicados los valores de la humedad relativa del aire en %.
- Las líneas que se visualizan en el diagrama representan las medidas correctoras que se debe realizar cuando los valores de temperatura y humedad relativa se encuentren fuera de los márgenes de la zona de confort.

Figura 3

Diagrama bioclimático de Olgay (Reproducido de Fariña, 1990)



Fuente: Fernandez (1994)

b. Diagrama bioclimático de Givoni

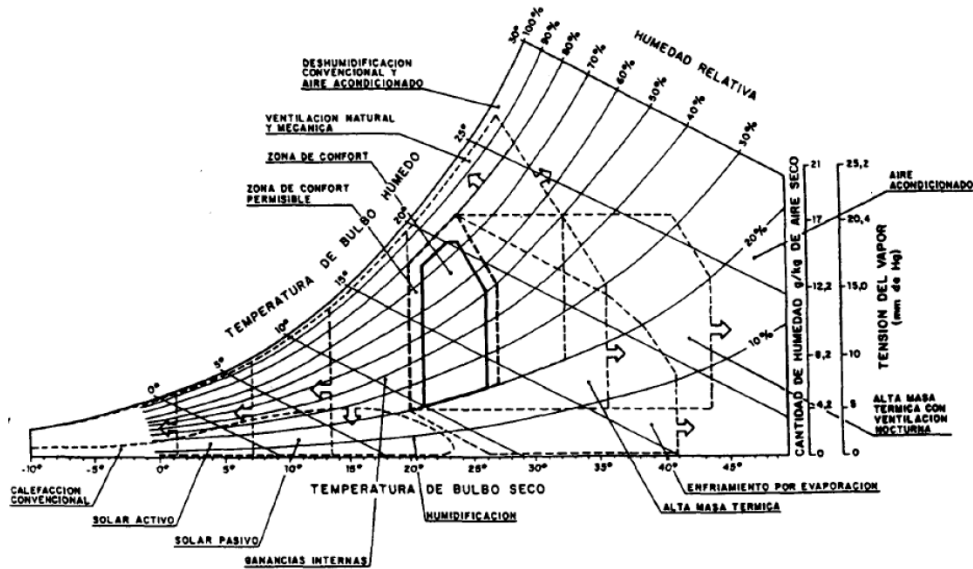
Givoni (1969) introduce como variable el efecto de la propia edificación sobre el ambiente interno:

El edificio se interpone entre las condiciones exteriores y las interiores y el objetivo fundamental de la carta bioclimática consiste en utilizar unos materiales y una estructura constructiva, cuya respuesta ante unas determinadas condiciones exteriores permita crear un ambiente interior comprendido dentro de la zona de bienestar térmico.

- La zona de bienestar térmico, está delimitada a partir de la temperatura del termómetro seco y la humedad relativa, no se consideran otros factores.

Figura 4

Diagrama bioclimático para edificios de Givoni (reproducido de Jiménez Alvarez, 1984).



Fuente: Fernández García (1994, p. 123).

2.2.7 Temperatura interior y confort térmico

Para los autores Li et al. (2019) los rangos de temperatura del aire interior se reportan en invierno a diferencia del verano, incrementando estos valores en las primeras horas del día, desde las 00:00 horas hasta las 6:00 am en invierno, el nivel de confort térmico los valores de temperatura se encuentran entre los 22°C y 24°C y el rango de humedad relativa es mayor al 30%; González et al. (2016) detallan que el ambiente térmico interior de la vivienda está condicionado por su diseño y los materiales de construcción empleados en su ejecución, además la diferencia en habitabilidad térmica no está influenciada de manera importante por el clima, sino que por posibles aspectos constructivos y de orientación; en las casas rurales altoandinas se usa el adobe por ser un material tradicional ampliamente



utilizado en la construcción de viviendas rurales (Calla, 2007), que poseen características adecuadas de conductividad térmica (Holguino et al., 2018). El adobe incrementa el confort y la eficiencia energética en las construcciones (Abanto et al., 2017). La escasa renovación de aire, que permita la evacuación de la humedad relativa interior, favorece que el fenómeno de condensación sea un problema recurrente en viviendas sociales (Martínez et al. 2005).

2.2.8 Condiciones ambientales de los alojamientos cerrados

Para García-Vaquero (1987) es contar con la temperaturas y humedades relativas optimas, la posibilidad de controlar el ambiente de un alojamiento queda reducida a edificios cerrados, al proyectar un alojamiento cerrado debe procurarse que el ámbito interior estas condiciones tan próximas al optimo como sea posible.

Huaquisto E. (2005), establece las siguientes condiciones:

a. Factor bioclimático

Definido como los elementos a tener en cuenta para las construcciones rurales vinculados al clima (humedad relativa, temperatura, precipitación, ventilación, etc.).

Si bien es cierto que existen diferentes variables se toma las de temperaturas y humedad relativa, así como la insolación y ventilación, para ello es importante conocer estas indicaciones en el lugar específico donde ha de construir el establecimiento.



b. Climograma

Es el comportamiento gráfico de una determinada zona donde se piensa instalar un establecimiento productivo y está dado por 2 variables. La humedad relativa y la temperatura, en la que se determina los puntos mensuales relativos al promedio de cada uno de los meses tanto para T° como $H^{\circ} R^{\circ}$, a partir de una matriz.

Urbina (1990), el climograma es una gráfica del comportamiento del clima de un lugar referido a la variación de sus componentes mayores, esto es la temperatura y humedad relativa, en un periodo determinado. Se construye sobre un sistema de coordenadas en uno cuyos ejes (y) se ubica las temperaturas y en otro eje (x) se colocan los valores de humedad relativa. Cuando todos los puntos correspondientes a la temperatura y humedad relativa de un determinado periodo de tiempo están fijados en los ejes de las coordenadas, estos puntos de concurrencia se unen siguiendo una secuencia cronológica. Para cada lugar donde se construya un local rural debería confeccionarse un climograma; sin embargo, esta tarea no es fácil puesto que requiere del acopio de información por un periodo de por lo menos 5 años, para tener la seguridad de que las variaciones de los factores estudiados están dentro del rango de variación esperada.

c. Relación con el paisaje

Se basa en guardar una armonía con la morfología del terreno, su zonificación estará de acuerdo con sus áreas de distribución, que son:

- Orientación: Se busca la zona íntima familiar y la zona para forasteros (alojamiento para turistas), que reciban la cantidad de sol de este – oeste.



- Vientos: Se da una ubicación planeada que va del Este a Noroeste, en que se propone la vivienda.
- Pendiente: El módulo que se presenta es adecuado para la zona.

d. Orientación

García-Vaquero (1987) es este otro factor interesante que está muy relacionado con el emplazamiento y el clima, hay una regla básica que debe respetarse en general y para todo tipo de edificios. Es la de que el eje longitudinal de las naves ha de estar orientado en sentido EW, con lo que se conseguirá:

- Que la superficie expuesta al oeste (W), sea la menor posible, evitándose el recalentamiento por la fuerte insolación en las largas tardes de verano.
- Que, al disponer de una fachada orientada totalmente al sur (S), el sol del invierno, que sube poco en el cenit penetre hasta el interior del edificio con ventanas, mientras que en verano el propio alero rápidamente actuara de quitasol.
- Al tener dos fachadas, una permanentemente caliente y otra permanentemente fría, se favorece la ventilación natural en aquellos edificios que no disponen de otro medio de activarla.

Una buena orientación tiene gran importancia en alojamientos abiertos, donde, además de la máxima insolación en invierno, debe garantizarse la protección de vientos dominantes y fríos.

e. Análisis de proximidad

El análisis de proximidad nos permite a determinar qué ambiente o actividad debe estar próximo al otro, por lo que se define de acuerdo con la



actividad a realizarse en cada ambiente. Para representar gráficamente se toma en cuenta dos valores, siendo el Grado de Proximidad y Fundamentación de Análisis.

f. Grado de proximidad

Permite seleccionar y clasificar de acuerdo con la importancia o necesidad requerida en la actividad. Como se muestra en el gráfico de Matriz de Análisis de Proximidad que está integrado todos los ambientes y áreas, así como espacios de proyecto y que permita satisfacer eficientemente el análisis propuesto.

g. Flujograma

Obtiene la representación gráfica de las relaciones frecuentes entre los ambientes; en esta nos explica que a mayor número de líneas nos indica un alto grado de relación como se muestra en grafico de flujograma.

h. Zonificación

Se basa en la planificación de actividades genéricas, el resultado del esquema nos sirve para delimitar espacios para cada actividad, evitando la interferencia entre ellas.

i. Ventilación

Es otro elemento que se toma en cuenta en el diseño, cuyo objetivo es sustituir el aire del interior de un ambiente o alojamiento que tiene determinado característica en humedad y contaminación, producto de gases nocivos que se genera a una determinada temperatura.



j. Equilibrio térmico

García-Vaquero (1987), las variaciones de temperatura del interior del edificio se deben a la transmisión de calor a través de paredes, suelo y techo, originado por la diferencia entre temperaturas exteriores e interiores. La pérdida por transmisión ocurre de tres maneras: Conducción, Convección y Radiación.

k. Pérdida de calor

- Transmisión

Es la pérdida de calor por transmisión representa la mayor parte de calor y es causada por las diferencias entre temperaturas exteriores e interior. El coeficiente de transmisión de calor que existe en cualquier material es de gran importancia. El coeficiente indica la cantidad de energía que atraviesa un material cuando está sujeto a una diferencia de temperaturas entre los dos lados opuestos del mismo. El material que admite la mayor cantidad de energía solar y luz natural, el vidrio, también pierde mucho calor por transmisión. Por eso es muy importante utilizar contraventanas o cortinas gruesas para disminuir la pérdida de calor durante la noche. Sin estos, la pérdida de calor en lugares fríos será más que la ganancia solar.

Esta pérdida por transmisión ocurre de tres maneras. En materiales sólidos hay una pérdida por la acción molecular que se llama conducción y funciona cuando materiales sólidos se unen. Cuando los materiales no se unen tiene la separación formada por una cámara de aire, hay una transferencia de calor por el espacio del aire llama convección, causada por el movimiento del aire. La ventaja de este fenómeno es que la transferencia de calor por convección es usualmente más lenta que la transferencia por conducción, y por eso una pared con una



cámara de aire en el interior tiene mucha más resistencia a la pérdida del calor que el mismo material sólido sin esta cámara. Finalmente existe una pérdida de calor que no depende de la acción molecular ni del movimiento del aire, que se llama radiación y es parecido al movimiento de las ondas de energía por el vacío del espacio.

- **Infiltración**

Definida como una pérdida de calor ocurre cuando aire frío del exterior entra por rendijas alrededor de puertas y ventanas, y donde se unen materiales diferentes. Esto se llama “infiltración”, pero en realidad son dos tipos. Cuando hay suficiente viento hay una zona de alta presión, debido al viento que impacta paredes y fuerza la entrada del aire frío del exterior. Esto es infiltración propiamente dicha. También existe, en el lado opuesto una zona baja presión, donde el aire caliente del interior es succionada al exterior por los mismos tipos de rendijas. Esto se llama ex filtración. Para calcular los efectos de infiltración y ex filtración, el método más fácil es por cambios del aire en los cuartos más afectados por las cantidades de aberturas.

1. Ganancia del calor

En tiempo fríos existe también la posibilidad de ganar calor por la energía solar para compensar las pérdidas de calor. Con buen diseño se puede aumentar la temperatura interna sin necesidad del uso de combustible. Para calcular la ganancia de calor es necesario determinar las orientaciones de ventanas y tragaluces, sus superficies, y la ganancia promedio de cada orientación.



m. Iluminación

Los cálculos de iluminación deben realizarse para cada espacio, porque los factores de importancia son las configuraciones del ambiente o cuarto, especialmente su fondo y también el área de vidrio. La iluminación puede ser:

- Directa: Cuando los rayos de luz caen directamente, es potente pero fluctuante según el mes y la hora del día.
- Difusa: Es la luz que cae del cielo, cuando las nubes cubren el sol.

n. Insolación

Mediante la insolación se obtendrá un lugar apropiado para cada local, teniendo en cuenta la insolación se evitarán gastos de calefacción, aire acondicionado, etc., para ellos es necesario conocer: Número de horas sol, azimut o ángulo horizontal, altura o ángulo vertical.

CAPÍTULO III

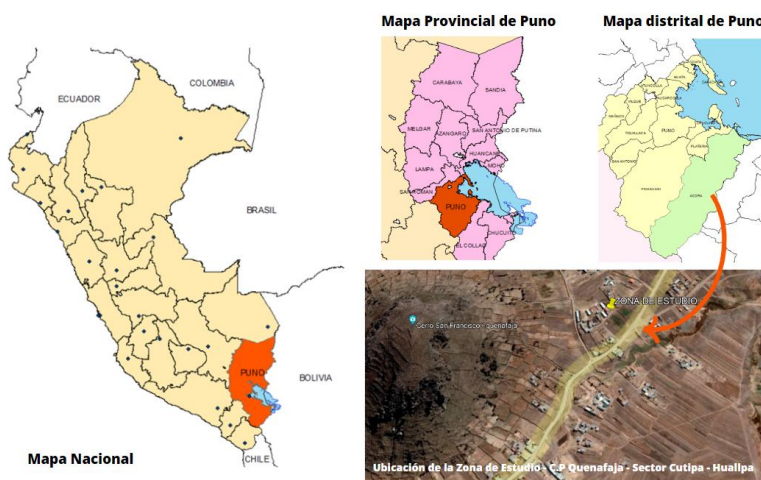
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

Políticamente, se ubica en el centro poblado de Quenafaja, distrito de Acora, provincia de Puno, departamento y región de Puno, y geográficamente en Datum WGS 84, zona 19 sur, entre las coordenadas 425679 E, 8216574 N y una cota 3856 m s.n.m. de altura promedio.

Figura 5

Mapas de ubicación de la zona de estudio.



3.2 LÍMITES Y ACCESIBILIDAD

Limita por el Noroeste con el centro poblado de Amaparani, por el Noreste con la Comunidad de Apacheta, por el suroeste con la comunidad de Ancacca y por el sureste con la comunidad de Tanapaca y el río Ilave.

La zona de proyecto se comunica principalmente por la vía rural de tipo afirmada que conecta el centro poblado de Totorani y el distrito de Ilave, así también, el centro



poblado puede comunicarse a través de otras rutas existentes que dan con los más importantes centros económicos de la región como son la ciudad de Ilave, Acora y Puno, a continuación detallaremos las rutas para acceder a la zona de proyecto, es importante resaltar que existen diferentes trochas carrozables que son utilizadas por los propios pobladores para poder trasladarse.

Tabla 1

Acceso al centro poblado de Quenafaja - Ruta 1

Inicio	Llegada	Distancia	Tipo de vía
Puno	Acora	33.1 km	Asfaltada
Acora	Ilave	21.7 km	Asfaltada
Ilave	C.P. Quenafaja	9.5 km	Afirmado
Puno	C.P. Quenafaja	64.3 km	--

Tabla 2

Acceso al centro poblado de Quenafaja - Ruta 2

Inicio	Llegada	Distancia	Tipo de vía
Puno	Acora	33.1 km	Asfaltada
Acora	C.P. Amparani	20.3 km	Trocha
C.P. Amparani	C.P. Quenafaja	2.27 km	Trocha
Puno	C.P. Quenafaja	55.67 km	--

Figura 6

Vía de acceso al centro poblado de Quenafaja – Acora.



3.3 ASPECTO SOCIAL Y ECONÓMICO

3.3.1 Población

El centro poblado Quenafaja cuenta con una población de 134 familias, en grupos de familia de 3 a 6 integrantes, que hacen una población de 258 habitantes entre niños, ancianos, mujeres y hombres. El ámbito de análisis de proyecto se encuentra en el sector Cutipa – Huallpa, perteneciente al centro poblado de Quenafaja, del distrito de Acora.

3.3.2 Actividades económicas

Las actividades económicas desarrolladas en esta parte de la región son principalmente la agricultura, ganadería y en menor escala la artesanía, la producción agrícola les permite a los pobladores subsistir, ya que es una de sus principales fuentes de ingreso, por lo que ellos dedican mayor parte de su tiempo a la siembra y cosecha de tubérculos andinos y forrajes; sin embargo, estas actividades llegan a ser un tanto limitadas por los diversos factores climatológicos, a pesar de esta problemática la población aún continúa desarrollando estas

actividades; por lo que, resulta necesario brindar una vivienda adecuada para que ellos continúen desarrollando sus actividades a fin de mejorar su calidad de vida.

3.4 TOPOGRAFIA DE LA ZONA

Topográficamente el centro poblado de Quenafaja presenta la zona más baja a 3810 m s.n.m., llegando al punto más alto con 3860 m s.n.m. aproximadamente. El relieve del área de estudio en el sector Cutipa – Huallpa, se emplaza sobre una explanada amplia y presenta pendientes suaves no muy pronunciadas que varían entre el 1 y 3%, hacia el margen izquierdo es una topografía más plana, donde desarrollan el cultivo de sus productos agrícolas y más pronunciada hacia el extremo inferior.

En general se podría indicar que la zona de intervención es de fácil accesibilidad a razón de la existencia de una vía regularmente conservada y con una frecuencia diaria de transitabilidad, la zona mayormente es emplazada por laderas suaves y de pendientes regulares.

Figura 7

Topografía de la zona de estudio C.P. Quenafaja – Acora.



3.5 CLIMA

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2020) establece que el Perú posee 38 tipos de climas debido a diferentes factores climatológicos y la ubicación geográfica, la región de Puno posee un clima de tipo semiseco, seco y frío con presencia de humedad en verano y en invierno presenta precipitaciones, además en esta zona es frecuente la presencia de heladas a consecuencia de los vientos del oeste.

3.6 TEMPERATURA

3.6.1 Temperatura máxima

Los valores de temperatura en esta parte de la región presentan temperaturas máximas variables entre 15 y 19 °C aproximadamente, el registro fue tomado de la estación más cercana siendo la estación de Ilave, el mes más cálido es el mes de noviembre con una temperatura de 20.6 °C, y la más frígida en el mes de junio con una temperatura de 15.2 °C.

Tabla 3

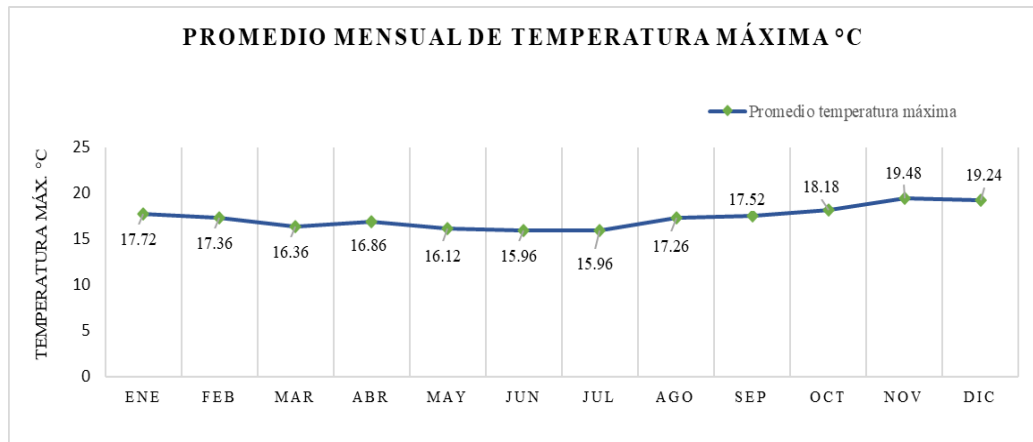
Promedio mensual de temperatura máxima en °C.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2017	16.5	18.4	15.4	16.6	15.7	16.4	15.6	16.2	17.6	18.7	20.1	18.9
2018	17.7	16.6	16.9	17.3	15.4	15.2	15.4	16.4	16.9	16.9	19.5	20.1
2019	18.6	17	17.2	16.7	16.2	15.8	16.2	17.3	17.2	16.5	18.3	18.7
2020	18.2	17.5	16.6	17.5	17.5	16.9	16.6	18.4	18.3	18.8	20.6	19.6
2021	17.6	17.3	15.7	16.2	15.8	15.5	16	18	17.6	20	18.9	18.9
\bar{x}	17.72	17.36	16.36	16.86	16.12	15.96	15.96	17.26	17.52	18.18	19.48	19.24

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Figura 8

Promedio mensual de temperatura máxima °C.



Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

3.6.2 Temperatura mínima

Los valores de temperatura en esta parte de la región presentan temperaturas mínimas que varían desde los -5 °C aproximadamente, el registro fue tomado de la estación más cercana siendo la estación de Ilave, los meses que reporta un descenso de temperatura mínima extrema son de junio, julio y agosto, a continuación, se muestran los datos de registro de temperatura, así como la representación gráfica del promedio mensual de temperaturas mínimas.

Tabla 4

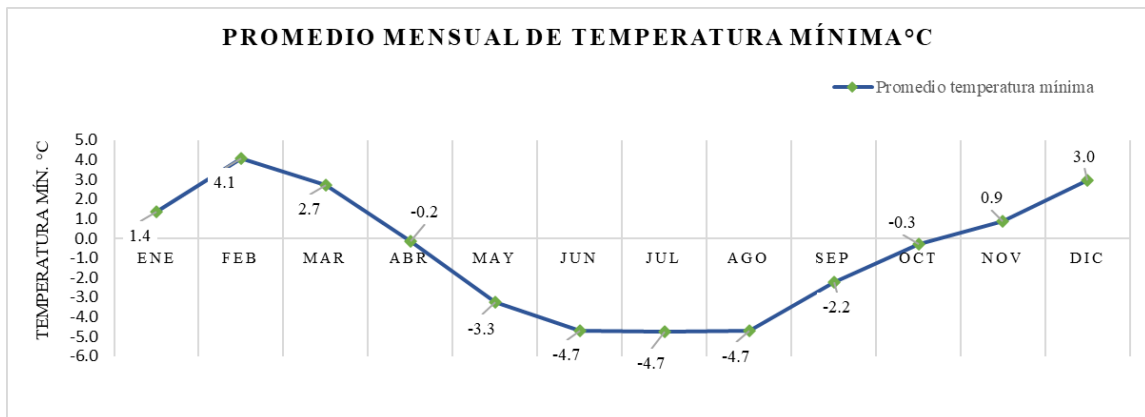
Promedio mensual de temperatura mínima en °C.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2017	3.5	4.1	2.9	-1.4	-2.2	-1.5	-5.8	-7.3	-1.5	-6	-1.2	2.3
2018	-6	2.8	0.8	0.7	-5.6	-7.9	-2.8	-4	-6	2.2	2.3	2.8
2019	4.5	4.7	3.3	1	-2	-1.8	-2	-5.6	-2	3.3	2.7	4.4
2020	2.6	4.9	4	-0.2	-3.5	-6.5	-7.7	-4.4	-0.6	-0.5	-2.2	2.9
2021	2.3	3.9	2.6	-0.9	-3	-5.8	-5.4	-2.2	-1	-0.5	2.7	2.5
\bar{x}	1.4	4.1	2.7	-0.2	-3.3	-4.7	-4.7	-4.7	-2.2	-0.3	0.9	3.0

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Figura 9

Promedio mensual de temperatura mínima °C.



Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

3.6.3 Humedad relativa

Los valores de humedad relativa corresponden a la máxima cantidad de agua admitida en el aire, a continuación, se muestra el cuadro de registro, así como la representación gráfica de estos valores, se puede visualizar que estas varían entre 50 y 80%, siendo enero y febrero los meses donde se registra un porcentaje.

Tabla 5

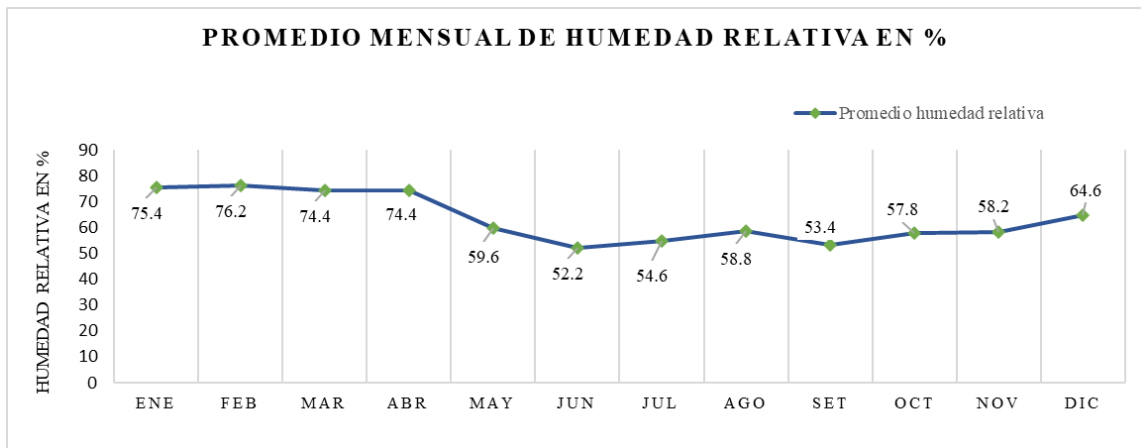
Promedio mensual de humedad relativa en %.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2017	74	78	75	73	61	60	66	70	67	69	75	76
2018	82	81	82	81	74	64	67	74	58	55	60	65
2019	74	68	62	69	42	53	48	52	48	53	58	62
2020	71	78	79	74	62	34	40	42	44	57	44	58
2021	76	76	74	75	59	50	52	56	50	55	54	62
\bar{x}	75.4	76.2	74.4	74.4	59.6	52.2	54.6	58.8	53.4	57.8	58.2	64.6

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Figura 10

Promedio mensual de humedad relativa en %.



Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

3.7 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se encuentra en el enfoque de investigación cuantitativo, la cual busca encontrar las razones o causas que ocasionan ciertos fenómenos, su objetivo Analizar los factores físicos de las viviendas del centro poblado de Quenafaja, distrito de Acora, provincia de Puno - Puno. Para el cumplimiento de los objetivos del presente trabajo de investigación, se utilizará la metodología no experimental de tipo longitudinal.

3.8 POBLACIÓN Y MUESTRA

El sector Cutipa-Huallpa del centro poblado de Quenafaja reporta un total de 60 módulos habitacionales correspondientes al proyecto Sumaq Wasi, el tipo de muestra para esta investigación fue un muestreo no probabilístico a juicio propio del investigador, siendo un total de 20 familias seleccionadas para el presente estudio.



Tabla 6

Listado de viviendas seleccionadas para la muestra

N°	Codificación de vivienda	Número de miembros en el hogar
1	V-1	6
2	V-2	6
3	V-3	5
4	V-4	7
5	V-5	6
6	V-6	5
7	V-7	6
8	V-8	5
9	V-9	4
10	V-10	6
11	V-11	7
12	V-12	6
13	V-13	5
14	V-14	4
15	V-15	3
16	V-16	7
17	V-17	6
18	V-18	5
19	V-19	6
20	V-20	5



3.9 PROCEDIMIENTO

Para analizar los factores físicos y ambientales de las del centro poblado de Quenafaja, se plantea tres objetivos específicos que comprende la ejecución en trabajo de campo y gabinete, se detalla:

3.9.1 Análisis de los factores físicos de las viviendas tradicionales y los módulos de Sumaq Wasi

Para la obtención de resultados de los factores físicos de las viviendas ubicadas en la jurisdicción del C.P. de Quenafaja se emplea la siguiente ecuación:

$$CF=f(FF, \text{muro, piso, techo})$$

Donde:

CF: Caracterización de factores físicos

FF: Factores físicos cuyas variables corresponden al material utilizado para su construcción del muro (adobe, bloques de cemento o arcilla, piedra u otro), cobertura de la vivienda (calamina, teja, paja, u otro), piso (tierra apisonada, cemento, madera u otro), también se consideran la distribución de espacios, así como la orientación y ubicación de los mismos.

Para el cumplimiento de este objeto de análisis se emplea lo siguiente:

3.9.1.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas se basan en la observación directa, realización de encuestas, entrevistas a las familias (muestra), e información adicional.

a. Observación directa.

La información requerida se obtuvo a través de una percepción intencionada e interpretativa, con el uso de fichas de observación se

registró el tipo de material empleado para su construcción. Además, se realizó entrevistas directas a los 20 jefes de familia de cada hogar y beneficiarios de las viviendas del gobierno, mismas que fueron registradas en fichas de entrevista.

Figura 11

Situación actual de las viviendas tradicionales y los módulos Sumaq Wasi en el C.P. de Quenafaja.



b. Encuesta.

Para obtención de datos se emplearon cuestionarios de preguntas dirigidos a cada jefe de hogar, obteniendo esta manera la información socioeconómica, caracterización de las viviendas rurales tradicionales, y datos adicionales necesarios para el cumplimiento del objetivo.

3.9.1.2 Recolección de datos

a. Trabajo de campo

Luego de identificar el lugar de investigación se procedió con la realización de coordinaciones respectivas con el beneficiario de la vivienda, así como también de las autoridades comunales a fin de no tener complicaciones para la recolección de datos necesarios, una vez realizado

las coordinaciones se procedió con el empleo de las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, para este fin, se inició con el llenado de las fichas de entrevista registrando los datos de los integrantes de la familia a fin de obtener los datos socioeconómicos, luego se emplearon las fichas de observación directa, para registrar los materiales que fueron empleados durante la construcción de las viviendas tradicionales (muros, techos, puertas ventanas, etc.), realizaron la toma de medidas de los ambientes de manera detallada (dimensión de ventanas, puertas ancho y largo de cada ambiente, orientación, etc.), esta información nos permitió elaborar el diagnóstico de confort térmico de las viviendas tradicionales y las viviendas Sumaq Wasi.

Figura 12

Módulo de vivienda seleccionada para la evaluación.



3.9.2 Evaluación de los factores ambientales de las viviendas tradicionales y los módulos de Sumaq Wasi

Para la obtención de resultados de los factores ambientales de las viviendas ubicadas en la jurisdicción del centro poblado de Quenafaja se emplearon la siguiente ecuación:



$$CF=f(FA)$$

Donde:

CF: Caracterización de factores ambientales.

FA: Factores ambientales (Temperatura y humedad relativa)

Para el cumplimiento de este objeto de evaluación se emplea lo siguiente:

3.9.2.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas se basan en la recolección de datos de temperatura y humedad en el interior y exterior de las viviendas, a través del empleo de termohigrómetros.

3.9.2.2 Recolección de datos

Para la obtención de datos se seleccionó una vivienda, esta fue teniendo en consideración aspectos de facilidad por parte de los propietarios para la instalación de estos equipos de medición, además las características muestran de ser la menos confortable desde una observación directa. Para este fin se instaló 01 (una) unidad de termohigrómetro al interior de la vivienda tradicional, y 02 (dos) unidades de termohigrómetros en la vivienda Sumaq Wasi (una al interior y una al exterior), estos equipos nos permitieron obtener medidas de temperatura y humedad relativa durante el día y la noche por un periodo mínimo de tres meses, en este caso fueron instaladas en los meses con mayor sensación de frío, adicional a estos datos revisamos los datos de las estaciones meteorológicas, en este caso la más cerca es la Estación de Ilave, de los que se obtuvo los datos de:

- Temperatura interior de vivienda tradicional y vivienda Sumaq Wasi.
- Humedad relativa interior de vivienda tradicional y vivienda Sumaq Wasi.
- Temperatura exterior.
- Humedad relativa exterior.

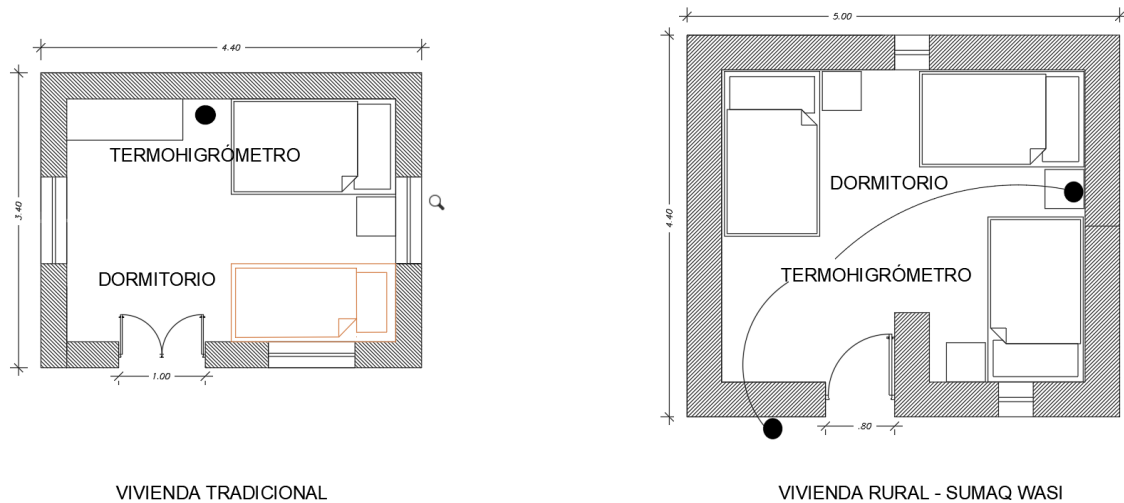
Figura 13

Instalación de termohigrómetros en la vivienda tradicional y módulo Sumaq Wasi.



Figura 14

Ubicación de termohigrómetros en la vivienda tradicional y los módulos de Sumaq Wasi.



3.9.3 Criterios para el diseño de la vivienda bioclimática

Se plantea el diseño de la vivienda bioclimática para garantizar el confort térmico y mejoramiento de las condiciones de habitabilidad del poblador rural del centro poblado de Quenafaja, tomando en cuenta los siguientes factores:

a. Climograma y zona de confort

Debemos tener en cuenta que las personas requieren condiciones favorables para un adecuado desarrollo de sus actividades, en ese entender, al momento de diseño de una infraestructura rural debe estar vinculado a los factores climatológicos del lugar, estos parámetros climatológicos serán:

- Aspectos climatológicos: Valores máximos y mínimos de temperatura, humedad relativa, precipitaciones, dirección del viento e intensidad, horas de sol, radiación solar.



- Factores ambientales: Consideración de materiales de diseño o infraestructura, iluminación, ventilación y orientación.

b. Análisis de ventilación

Huaquisto (2021) indica que este parámetro tiene por objetivo sustituir el aire interior con determinadas características de humedad y viento, que permitirá la ventilación en estos espacios, aportando oxígeno necesario para una adecuada respiración para el desarrollo de sus actividades, permite además la eliminación de gases nocivos o agentes contaminantes, a fin de evitar problemas de respiración. Rebaja de la humedad del aire, la humedad es producida por la transpiración y respiración dando origen al vapor de agua. Los ambientes que presentan excesos de humedad generan contaminación favoreciendo a la proliferación de microorganismos dando origen a enfermedades respiratorias.

- Cálculo de ventilación en invierno

Caudal de aire a renovar:

$$V = \frac{X}{h_i - h_e} \quad (1)$$

V: caudal de aire en m³/h

X: g/h. de vapor de agua a extraer del ambiente. Será el producto de: emitido por cada persona X número de personas X coeficiente de mayoración (1.25 a 2)

h_i : humedad absoluta del aire en el interior del ambiente a la temperatura y humedad relativa óptimas, expresado en g/m³.

h_e : humedad absoluta del aire en el exterior a la temperatura y humedad relativa existente, expresado en g/m³.



- Caudal de una chimenea

Estará en función a la velocidad de aire:

$$V = 1,75 \sqrt{\frac{H(T_i - T_e)}{T_e + 270}} \quad (2)$$

Y sección de la chimenea:

$$Q = S \times V \quad (3)$$

V: velocidad en m/s.

H: distancia vertical entre salidas y entrada de aire en m.

T_i: temperatura interior en °C.

T_e: temperatura exterior en °C.

S: sección de la salida en m².

Q: caudal en m³/s.

- Cálculo de ventilación en verano

$$V = \frac{q}{0.3\Delta t} \quad (4)$$

Δt = según cuadro de diferencias de temperatura

c. Análisis de Iluminación

Cada actividad a realizar requiere de una cantidad de luz necesaria en el interior de los espacios. Se hará el análisis para cada espacio. Los factores de importancia son las configuraciones del cuarto, el fondo y área de ventanas.

$$E = E_a \cdot n \cdot f \cdot F \cdot x \frac{S_v}{S_p} \quad (5)$$

Dónde:

E = Iluminación en lux.

Ea = Iluminación vertical promedio exterior (intensidad de luz en el plano horizontal)

n = Rendimiento del local (con paredes interiores claras = 0.40)

f = Factor de ventana (si no hay edificios fronteros es = 0.50)

F = Factor de reducción

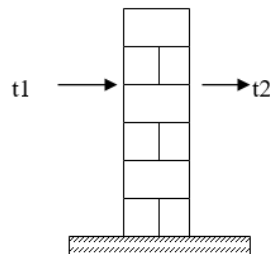
Sv = Superficie de la ventana en m²

Sp = Superficie del piso en m²

d. Transferencia de calor en elementos de construcción homogénea

Figura 15

Transferencia de calor en elementos de construcción



Fuente: (Huaquisto E. , 2021).

$$W = m^2 \times R (t_1 - t_2) \quad (6)$$

$$R = U$$

W = flujo de calor (kcal/hora)

m² = Área de la pared (m²), cantidad de superficie de material

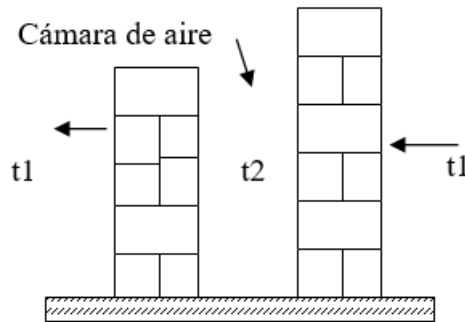
R = Conductividad térmica del material o transmisión térmica W/m²-°C (U).

t1- t2 = temperatura interna y externa.

e. Transmisión de calor de material no homogénea

Figura 16

Transferencia de calor en elementos no homogéneos



Fuente: (Huaquisto E. , 2021).

Para la obtención de la pérdida de calor en cada combinación de material utilizaremos:

$$W = m^2 \times U \times \Delta t \quad (7)$$

W: Pérdida de calor en watos, para una medida de la cantidad de energía necesaria para mantener un cierto nivel de temperatura en el interior, cuando existe cierta temperatura exterior.

m^2 : Cantidad de superficie de cada material.

U: Valor de transmisión de cada material incluyendo la resistencia de membranas del aire en los dos lados del material en términos de $W/m^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Δt : Diferencia en las temperaturas entre el exterior e interior en $^\circ\text{C}$.

Para determinar la pérdida de calor por una pared, necesariamente se debe calcular aquellos efectos producidos por la combinación de materiales, en la siguiente tabla se muestra algunos valores:



f. Pérdida de calor por infiltración

Ocurre cuando el aire frío del exterior ingresa por aquellas aberturas ubicadas en las puertas, ventadas, y aquellos espacios donde se unen materiales diferentes.

Para determinar la pérdida se emplea la siguiente fórmula:

$$W = V \times c/h \times K \times \Delta t \quad (8)$$

W: Pérdida de calor en watos

V: Volumen de cuarto en m³

C/h: Cambios a cada hora depende de lado con aberturas

K: Constante de 335 W/m³/°C

Δt: Diferencia entre las temperaturas exterior e interior

g. Ganancia de calor

Se puede obtener calor a través de la energía solar a fin de compensar las pérdidas de calor, esto se logra a través de un diseño correcto que puede contribuir a la ganancia de calor sin la utilización de combustible. Para el cálculo de la ganancia de calor se debe determinar la ubicación de ventanas y tragaluces, la superficie y la ganancia promedio de cada orientación.

$$W = m^2 \times \text{Radiación solar (orientación)} \times \% \text{ de trasmisidad} \quad (9)$$

h. Capacidad calorífica de materiales

Es aquella cantidad de calor que se almacena por una unidad de volumen, la misma que es requerida para poder elevar en 1°C la temperatura. Se entiende entonces que cada material de manera independiente almacena o absorbe el calor de manera distinta, ello depende de la composición y naturaleza del material.



3.10 MATERIALES Y RECURSOS UTILIZADOS

- Recursos:

En la presente investigación se utilizaron datos meteorológicos de la estación de Ilave, ya que fue la más próxima a la zona de intervención, SENAMHI.

- Materiales:

En la presente investigación se utilizaron materiales de escritorio, que comprenden lapiceros, tablero, registro de apuntes, cuaderno de campo.

- Equipos:

En la presente investigación se utilizó 01 unidad de Sistema de Posicionamiento Global (GPS), 03 unidades de termohigrómetros, cámara, cinta de lona, 01 ordenador portátil para el procesamiento de información.

- Software:

En la presente investigación se utilizó HOBOMobile para el registro de los datos registrados por los termohigrómetros, Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), Microsoft office, AutoCAD, ArchiCAD.

- Recursos humanos:

Para la realización del presente proyecto se requirió de 01 ejecutor de investigación, Asesor o director de investigación, y apoyos asistenciales para la recolección de datos.

3.11 ANÁLISIS Y DISEÑO ESTADÍSTICO

La evaluación del confort térmico de la vivienda tradicional en el centro poblado de Quenafaja y la vivienda rural perteneciente al proyecto Sumaq Wasi,



se hace con el fin de proponer un nuevo prototipo de vivienda rural que satisfaga las necesidades de la población de esta parte de la región, para ello se realiza la prueba estadística

A partir de los datos físicos de las viviendas estas se procesaron en el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) donde se obtienen los resultados de los materiales empleados para la construcción de viviendas (Cobertura, Muro, Piso) así como el número de ambientes y su distribución.

A partir de los datos ambientales estos se procesaron mediante una prueba paramétrica Kolmogorov – Sminow (K-S)



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 FACTORES FÍSICOS

4.1.1 Factores físicos de las viviendas tradicionales en el centro poblado de Quenafaja

A observación directa se pudo apreciar que, las viviendas en el centro poblado de Quenafaja, son construcciones con técnicas ancestrales, es decir, fueron construidas de acuerdo a sus necesidades de cada familia, a continuación, se presentan los resultados de este análisis en el que se emplearon técnicas como observación directa, llenado de fichas y entrevistas realizadas a los 20 jefes de familia los datos de campo se acompañan en anexo, ficha de encuesta e información de Excel, análisis SPSS.

4.1.1.1 Características físicas de las viviendas en el centro poblado de Quenafaja

a. Aspecto social

- Actividad económica

Con esta información se obtuvo datos de las principales actividades que desempeñan las familias en el centro poblado de Quenafaja, lo cual permitió proponer un diseño que se adapte a sus necesidades, los resultados de la información recolectada se muestran en la tabla 7 y el esquema gráfico se muestra en la figura 17.



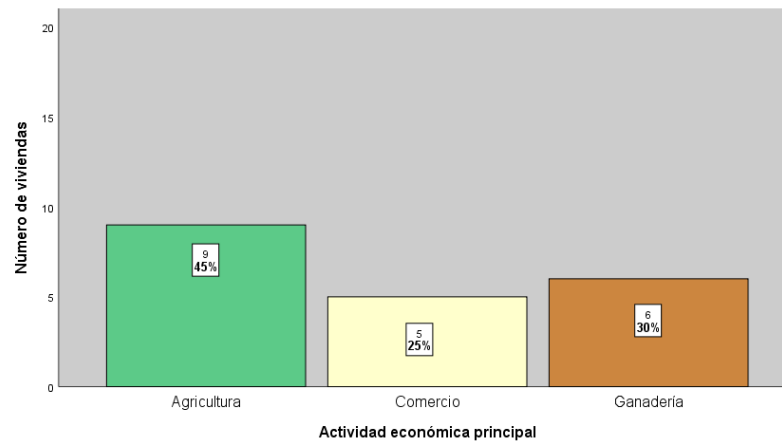
Tabla 7

Resultado de observación directa, actividad económica.

Actividad económica			
Vivienda	Edad de jefe de familia	Miembros	Actividad económica principal
V-1	58	6	Agricultura
V-2	42	6	Ganadería
V-3	58	5	Ganadería
V-4	68	7	Agricultura
V-5	60	6	Agricultura
V-6	55	5	Ganadería
V-7	56	6	Ganadería
V-8	57	5	Comercio
V-9	54	4	Agricultura
V-10	54	6	Agricultura
V-11	65	7	Agricultura
V-12	63	6	Ganadería
V-13	56	5	Comercio
V-14	34	4	Agricultura
V-15	32	3	Comercio
V-16	62	7	Comercio
V-17	60	6	Ganadería
V-18	65	5	Agricultura
V-19	61	6	Comercio
V-20	45	5	Agricultura

Figura 17

Actividad económica principal de las familias.



De estos resultados se obtuvo que, los pobladores de la zona en estudio se dedican a la agricultura (producción de papa, oca, quinua, cebada) hasta en un 45.00%, otras familias sostienen su economía a través de las actividades ganaderas (crianza de vacunos, ovinos, porcinos y cuyes) alcanzando un 30.00%, y por último se identificaron a una parte de la población dedicada a actividades de comercio siendo un 25.00%.

- Formación o grado de instrucción

De las entrevistas a los jefes de familia, se pudo apreciar que en su mayoría presentan un grado de instrucción a nivel de educación secundaria, los datos de estas encuestas se muestran en la tabla 8:

Tabla 8*Resultado de observación directa, formación o grado de instrucción.*

Grado de instrucción			
Vivienda	Edad de jefe de familia	Miembros	Grado de instrucción
V-1	58	6	Primaria
V-2	42	6	Secundaria
V-3	58	5	Secundaria
V-4	68	7	Primaria
V-5	60	6	Secundaria
V-6	55	5	Secundaria
V-7	56	6	Secundaria
V-8	57	5	Secundaria
V-9	54	4	Secundaria
V-10	54	6	Secundaria
V-11	65	7	Primaria
V-12	63	6	Primaria
V-13	56	5	Secundaria
V-14	34	4	Secundaria
V-15	32	3	Secundaria
V-16	62	7	Primaria
V-17	60	6	Primaria
V-18	65	5	Secundaria
V-19	61	6	Secundaria
V-20	45	5	Secundaria

b. Características físicas.**- Habitaciones**

Son los espacios destinados para el descanso nocturno, además en muchos casos estos espacios sirven para el almacenaje de productos, recepción de visitas, en muchos casos estas habitaciones son compartidas, es decir los hijos y los padres y en algunos casos otros familiares descansan en una misma habitación convirtiéndose así en un área de usos múltiples, estas son construidas en su mayoría con muros de adobe, revoque de yeso,



pisos apisonados con material propio, o en algunos casos con cemento, puertas de madera y algunos casos de calamina o metálicas, las ventanas con dimensiones distintas diseñadas a criterio propio.

c. Cocina - comedor

Espacios destinados para preparación de alimentos, estas son construidas en su mayoría con muros de adobe, revoque de yeso pisos apisonados con material propio, o en algunos casos con cemento, puertas de madera y algunos casos de calamina o metálicas, las ventanas con dimensiones distintas diseñadas a criterio propio, estos espacios son destinados también a usos múltiples ya que en su mayoría se pudo ver que utilizan este espacio para almacenar sus productos agrícolas, también se pudo apreciar la presencia de animales menores habitando en estos espacios (cuyes o conejos).

d. Almacén

Espacios destinados para almacenaje de productos agrícolas y alimento de sus animales, así como herramientas manuales (piscos, palas, rastrillos, etc.), estas son construidas en su mayoría con muros de adobe, Revoque de yeso y en otros casos no tienen acabados, pisos apisonados con material propio, puertas de madera y algunos casos de calamina o metálicas, las ventanas con dimensiones distintas diseñadas a criterio propio, algunos de estos espacios no tienen ventanas solo puertas provisionales.



e. Patio

Espacios destinados para la circulación a los distintos ambientes, estos espacios son utilizados también para la realización de eventos sociales menores, los pisos en su mayoría son de material propio, tierra con presencia de cobertura vegetal en algunos casos.

Respecto a la distribución de estos espacios, son de acuerdo a sus necesidades y que van mejorando en el tiempo que transcurre, se ha podido observar que en su mayoría no exceden de tres ambientes, las habitaciones son compartidas en las actividades básicas, la cocina tiende a estar más próximo a las habitaciones, algunos incorporan otros ambientes de acuerdo a sus necesidades, tal es el caso de invernaderos, almacenes, u otro. Los materiales que se utilizan en general la pared son de adobe. Las viviendas construidas con adobe son las que presentarán mejores condiciones de confort térmico y acústico (Holguino *et al.*, 2018) y las viviendas que utilicen otros materiales en la construcción presentarán mayor conductividad térmica (Olukoya & Kurt 2016), que provocan el cambio brusco de las temperatura al interior del ambiente como es el caso del techo de calamina durante las horas de sol, incrementa la temperatura de la habitación, y en la noche disminuye rápidamente, mientras que el adobe mantiene las condiciones de confort térmico, aunque no alcanza los rangos de temperatura de confort térmico de temperatura 20 a 28 °C y humedad 30 a 60% (ASRAE, 2017), es importante resaltar que el techo de calamina no ofrece el confort térmico deseado, de donde se puede derivar que las condiciones de habitabilidad están relacionadas con las condiciones de salud de las personas.

Figura 18

Distribución típica de vivienda rural – vista en planta.



- Número de habitaciones

Los pobladores de la zona de estudio disponen de ambientes que van construyendo de acuerdo con la disponibilidad económica y la necesidad que se genera al transcurrir el tiempo desde que forman la nueva familia. En Figura 19, sin considerar la cocina, se tiene un número de 3 ambientes por familia (55.00%) seguido de 2 ambientes (45%), se muestra a continuación:

Figura 19

Número de habitaciones



A continuación, se muestra los materiales predominantes de los ambientes ocupados por esta parte de la población.

Tabla 9

Características físicas de las viviendas encuestadas

Características de la vivienda				
Vivienda	Número de ambientes	Material predominante de muros	Material predominante del piso	Material predominante del techo
V-1	3	Adobe	Tierra apisonada	Calamina galvanizada
V-2	2	Adobe	Tierra apisonada	Calamina galvanizada
V-3	2	Adobe	Tierra apisonada	Calamina galvanizada
V-4	3	Adobe	Tierra apisonada	Calamina galvanizada
V-5	2	Adobe	Tierra apisonada	Calamina galvanizada
V-6	3	Adobe	Tierra apisonada	Calamina galvanizada



V-7	3	Adobe	Tierra apisonada	Calamina galvanizada
V-8	2	Adobe	Tierra apisonada	Calamina galvanizada
V-9	2	Adobe	Tierra apisonada	Calamina galvanizada
V-10	3	Adobe	Tierra apisonada	Calamina galvanizada
V-11	3	Adobe	Tierra apisonada	Calamina galvanizada
V-12	2	Adobe	Tierra apisonada	Calamina galvanizada
V-13	2	Adobe	Tierra apisonada	Calamina galvanizada
V-14	2	Adobe	Tierra apisonada	Calamina galvanizada
V-15	2	Adobe	Concreto	Calamina galvanizada
V-16	3	Adobe	Tierra apisonada	Calamina galvanizada
V-17	3	Adobe	Tierra apisonada	Calamina galvanizada
V-18	3	Adobe	Tierra apisonada	Calamina galvanizada
V-19	3	Adobe	Tierra apisonada	Calamina galvanizada
V-20	3	Adobe	Concreto	Calamina galvanizada

Con esta información, se observó que los ambientes, en su mayoría cuentan con pisos de material tierra apisonada, ello por razones prácticas y económicas, ya que es un material accesible y reduce los costos de traslado a diferencia de los materiales industrializados, lo mismo sucede con la elección de material para los muros; sin embargo, para las coberturas se ha identificado que en su mayoría optaron por la utilización

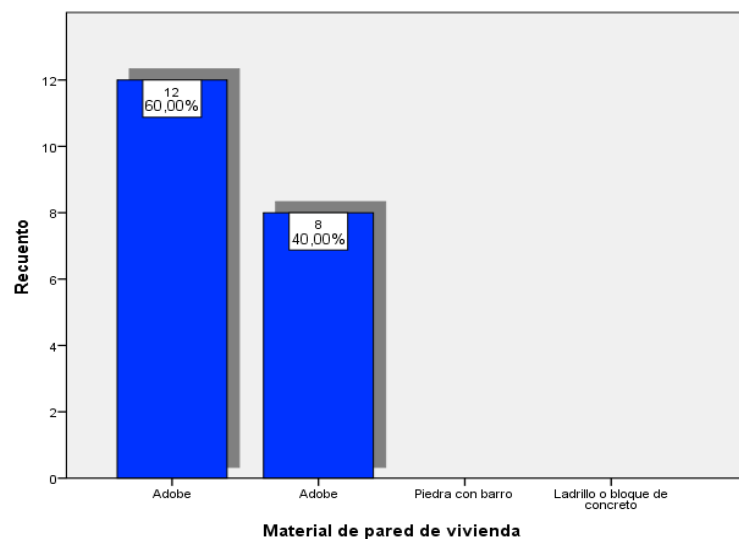
de calaminas galvanizadas, los pobladores indican que es para aminorar tiempo en la instalación de techos y al ser materiales comerciales en las zonas cercas les resulta accesible.

- **Material predominante en muros**

Los materiales predominantes utilizados en la construcción de muros en las viviendas tradicionales se muestran en Figura 20, siendo este los materiales de adobe con acabado exterior en un 60% y adobe sin acabado exterior en un 40% ambos de espesor 0.30m x 0.40m.

Figura 20

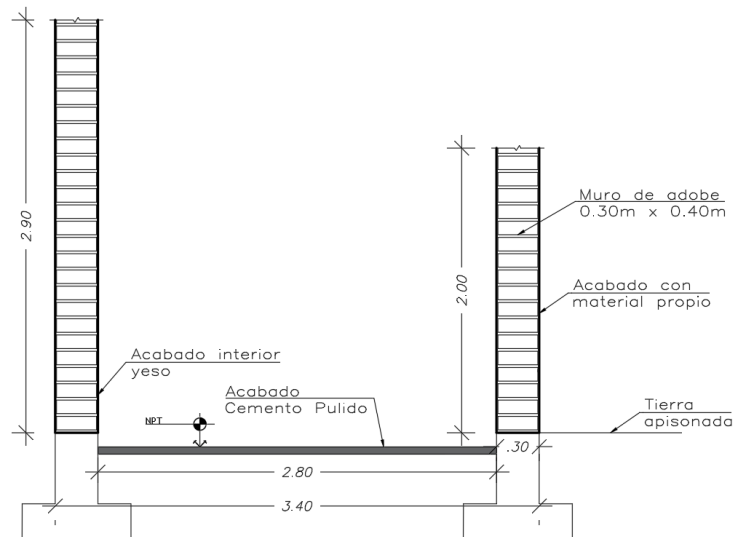
Material predominante en muros.



En general se utiliza el material de adobe en los muros. Las zonas rurales de la región de Puno, existen 26,213 (6.78 %) de viviendas construidas de adobe y piedra (INEI, 2018) de formas rectangulares con techo de paja, en la mayoría de estas construcciones presentan una puerta y una ventana orientada al patio.

Figura 21

Detalle de muros de habitaciones de viviendas tradicionales

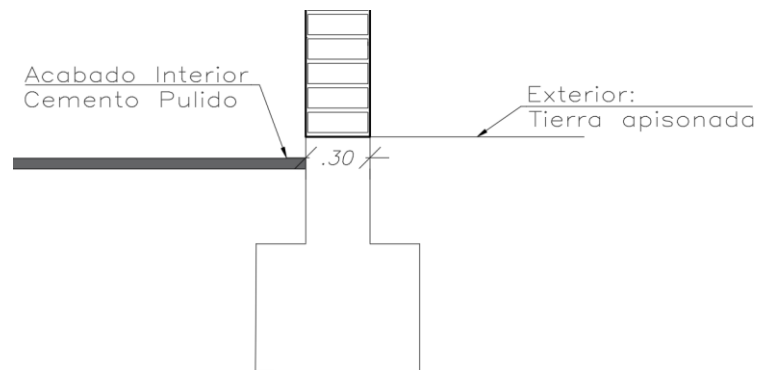


- Material predominante del piso

Los materiales más predominantes en piso de las habitaciones son de cemento pulido y en algunos casos de son de tierra apisonada, sin embargo, en los ambientes destinados a almacén, cocina en su totalidad son de tierra apisonada.

Figura 22

Detalle de muros de ambientes en viviendas tradicionales

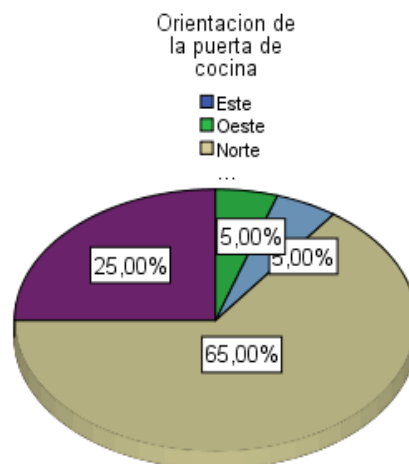


- Orientación de puertas de cocina.

La orientación de las puertas da prioridad a lado norte siendo de 65.00%, seguido de sur con 25.00%, y mínimamente orientan hacia este y oeste, esta definición está en relación a las características topográficas que se encuentra la ubicación de su terreno sin ningún criterio técnico, se detalla:

Figura 23

Orientación de puertas de cocina.

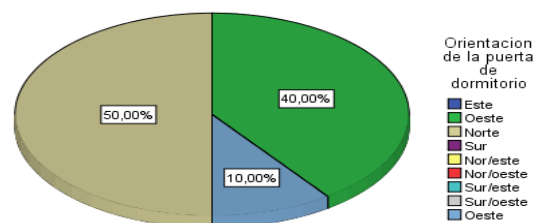


- Orientación de puertas de dormitorio.

La orientación de las puertas de su dormitorio es de prioridad a lado norte siendo de 50.00%, seguido de oeste de 40.00%, esta definición es en relación a las características topográficas y la ubicación de su terreno sin ningún criterio técnico, se detalla:

Figura 24

Orientación de puertas de dormitorios.



Cabe resaltar que los vanos muestran las juntas mal selladas, limitaciones en los acabados, ocasionando el movimiento de aire en el interior de ambiente, según Jentsch *et al.*(2017), las pruebas de hermeticidad al aire muestran que las juntas mal selladas entre elementos de construcción, vanos, muchas viviendas tienen altas tasas de infiltración, alcanzando hasta cinco (05) cambios de aire por hora son limitaciones que deben ser considerados también en el diseño de vivienda rural.

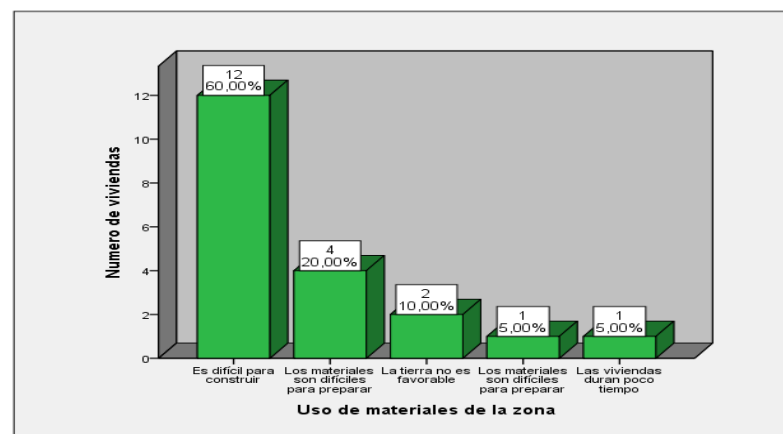
- Uso de materiales propios de la zona

Los pobladores no priorizan en uso de los materiales de la zona para la cobertura o techos de sus ambientes debido a que se convierte muy difícil en el proceso constructivo que genera mayores gastos y no hay la disponibilidad de material por la desertificación como es el caso de paja

y totora básicamente y alcanza un 60.00%, además son difíciles de acopiar no les favorece en el proceso constructivo (20%), otro de las dificultades que cada vez se encuentran en menor cantidad o en menor disponibilidad lo que hace difícil de acumular se detalla:

Figura 25

Uso de material propio de la zona.



El material de la zona que es de prioridad para los muros es el adobe siendo material tradicional ampliamente utilizado en la construcción de viviendas rurales (Abanto *et al.*, 2017), que disponen de la adecuada conductividad térmica (Yancachajlla *et al.*, 2021), el adobe incrementa el confort y la eficiencia energética en las edificaciones (Abanto *et al.*, 2017). Las viviendas rurales en la zona de estudio se ha visto han sufrido grietas en las paredes por asentamiento de las cimentaciones y en algunos casos destruidos completamente, que requieren proponer espesor adecuada, según Reglamento Nacional de Edificaciones determina que los muros de adobe en edificaciones deben ser de 0.40 m. como mínimo (RNE, 2017).

- Uso de materiales industrializados

Los pobladores lo tienen de costumbre en la actualidad el uso de materiales industrializados para la construcción de techos, puertas y ventanas por la mejor apariencia, presentación, fácil de construir siendo de 70.00% y facilidad de uso utilizar materiales industrializados siendo de 15.00%, además las viviendas duran más tiempo (15.00%), se detalla:

Figura 26

Uso de material industrializado.

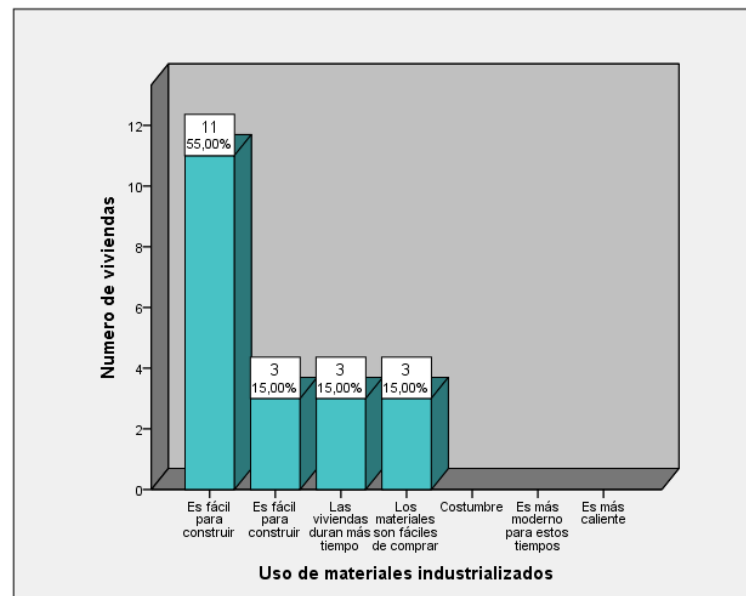
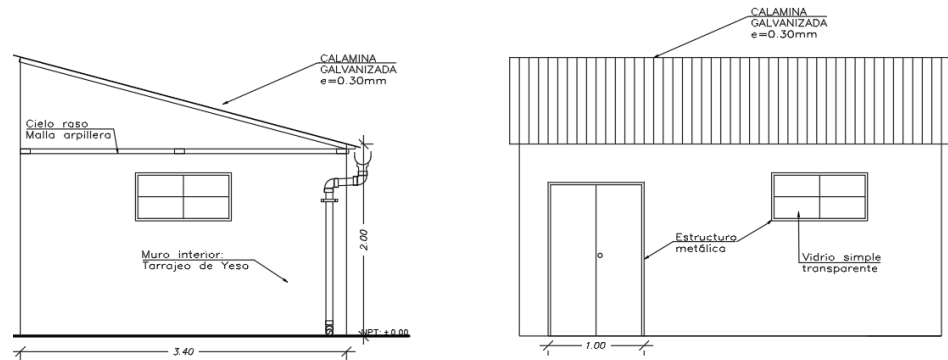


Figura 27

Detalle de techo, puerta y ventanas de vivienda tradicional.



Con estos datos recolectados en campo ampliamos el panorama actual de las viviendas del centro poblado de Quenafaja, lo que nos permite realizar un diseño acorde a la problemática actual de los pobladores de esta parte de la región, Poma (2020) en su trabajo de investigación empleó también el instrumento de recolección de datos a través de fichas de observación la misma que le permitió presentar una propuesta arquitectónica que con valores de confortabilidad permitida. Acero (2016) por su parte se refiere también a los factores de ubicación, orientación y distribución de espacios para lograr el confort térmico. Es así también que consideramos la investigación de Aizana y Romero (2021) quienes determinaron que los criterios para el diseño es la correcta configuración arquitectónica de estos espacios, sin embargo, como se pudo ver y de acuerdo a las fichas de verificación y encuestas realizadas a los jefes de hogar se pudo ver que en su mayoría estas construcciones fueron realizadas a criterio propio sin considerar estos parámetros. Concluimos entonces que es importante, para este tipo de investigaciones realizar visitas a campo para conocer la problemática exacta de la población y que a partir de ello

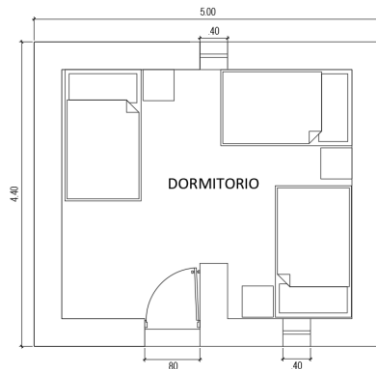
se pueda plantear un modelo adecuado que brinde confortabilidad térmica a la población.

4.1.2 Factores físicos de la vivienda Sumaq Wasi

La construcción de este módulo de vivienda “Sumaq Wasi” del centro poblado de Quenafaja, comprende de un área de 22.00 m², con las siguientes características:

Figura 28

Distribución del módulo Sumaq Wasi – Quenafaja.

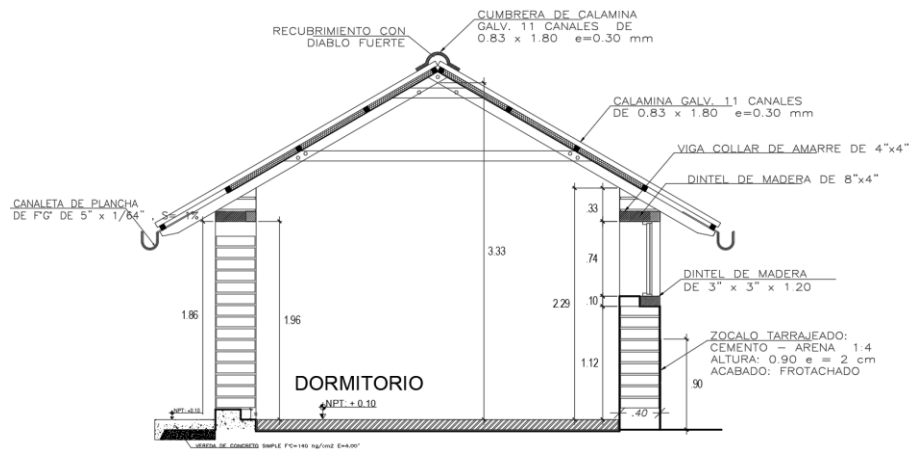


Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Construcción y Saneamiento, programa Nacional de Vivienda Rural, Sumaq Wasi, Ejecutado en el Sector Cutipa-Huallpa C.P. de Quenafaja.

- **Arquitectura:** El módulo es de una dimensión de 5.00 m x 4.40 m, un espesor de muro de adobe de 0.40 m, 2 ventanas de 0.40 m x 0.74 m y una puerta de 0.80 m de ancho, el área útil es de 14.80 m².

Figura 29

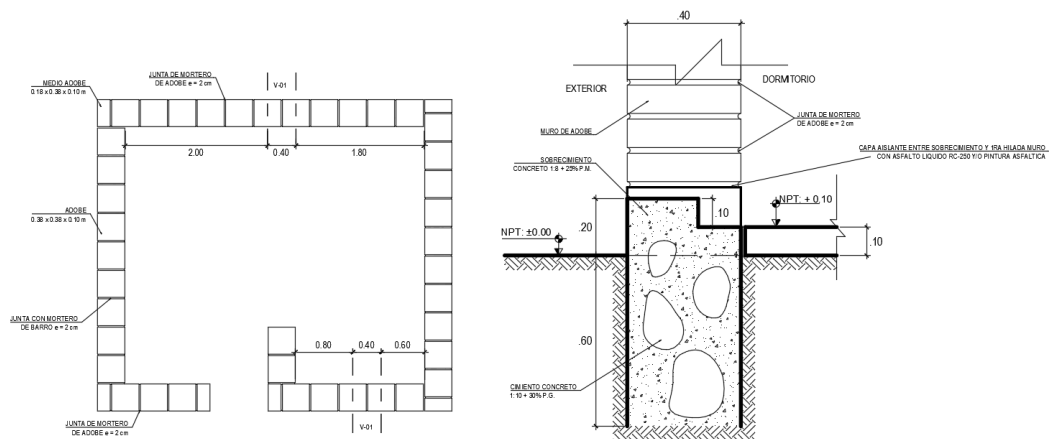
Vista en corte de vivienda Sumaq Wasi.



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Construcción y Saneamiento, programa Nacional de Vivienda Rural, Sumaq Wasi, Ejecutado en el Sector Cutipa-Huallpa C.P. de Quenafaja.

Figura 30

Detalle de muro de la vivienda Sumaq Wasi..

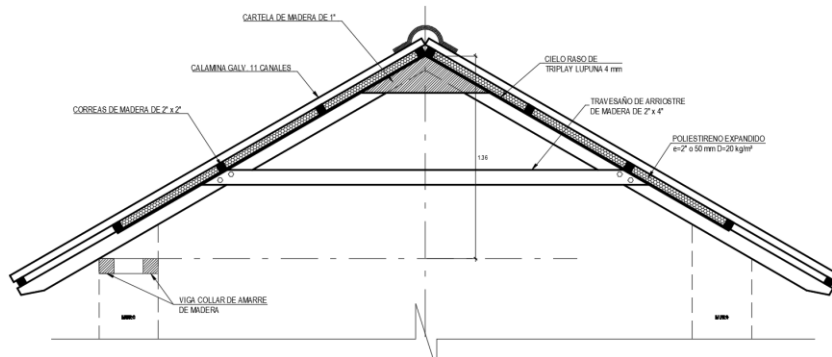


Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Construcción y Saneamiento, programa Nacional de Vivienda Rural, Sumaq Wasi, Ejecutado en el Sector Cutipa-Huallpa C.P. de Quenafaja.

- **Techo:** Cobertura galvanizada, espesor de 0.30 mm, apoyado en estructura de madera, cielo raso de triplay, con una inclinación mayor o igual a 30°.

Figura 31

Detalle del techo del módulo Sumaq Wasi – Quenafaja.

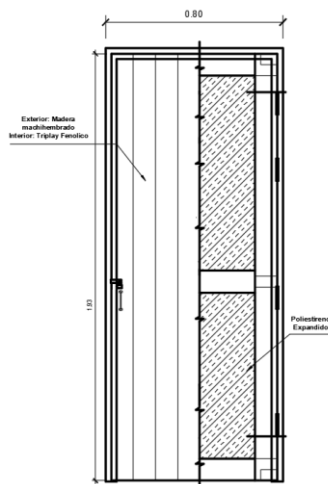


Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Construcción y Saneamiento, programa Nacional de Vivienda Rural, Sumaq Wasi, Desarrollado en el Sector Cutipa-Huallpa del C.P. de Quenafaja, distrito de Acora, Región Puno.

- **Puerta:** Material madera tornillo tipo marco y hoja batiente, una cara machihembrada, relleno de material termo-aislante.

Figura 32

Detalle de puerta del módulo Sumaq Wasi – Quenafaja.

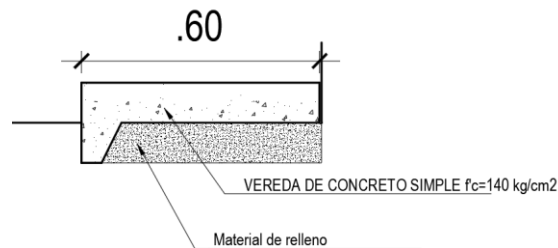


Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Construcción y Saneamiento, programa Nacional de Vivienda Rural, Sumaq Wasi, Desarrollado en el Sector Cutipa-Huallpa del C.P. de Quenafaja, distrito de Acora, Región Puno.

- **Vereda:** Ubicada al frontis con un largo de 5.00 m, ancho de 0.60 m y espesor de 0.10 m con concreto simple $f'c= 140 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 35

Detalle de vereda del módulo Sumaq Wasi – Quenafaja.



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, programa Nacional de Vivienda Rural, Sumaq Wasi, Desarrollado en el Sector Cutipa-Huallpa del C.P. de Quenafaja, distrito de Acora, Región Puno.

Las viviendas construidas por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento son de muro de adobe que presentarán mejores condiciones de confort térmico y acústico (Holguino *et al.*, 2018) y las viviendas que utilicen otros materiales en la construcción presentarán mayor conductividad térmica (Olukoya & Kurt 2016), que provocan el cambio brusco de las temperatura al interior del ambiente como es el caso del techo de calamina durante las horas de sol, incrementa la temperatura de la habitación, y en la noche disminuye rápidamente, mientras que el adobe mantiene las condiciones de confort térmico, aunque no alcanza los rangos de temperatura de confort térmico de temperatura 20 a 28 °C y humedad 30 a 60 % (ASRAE, 2017), es importante resaltar que el techo de calamina no ofrece el confort térmico deseado, de donde se puede derivar que las condiciones de habitabilidad están relacionadas con las condiciones de salud de las personas, situación que las familias encuestadas sienten en horas de sol la presencia de exceso de calor que no les permite realizar trabajos en el día.



4.2 FACTORES AMBIENTALES

4.2.1 Análisis climatológico

Teniendo la información obtenida relacionado al análisis de los factores ambientales (climatológicos) en la zona de estudio de las viviendas tradicionalmente construidas y del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, para determinar el confort térmico del centro poblado de Quenafaja que son medidos con 03 equipos termo higrómetro en los meses más frígido del estación de invierno (mayo, junio y julio del 2021) y que son colocados para medir el comportamiento de la temperatura y la humedad en las 24 horas del día, en el interior de los dos ambientes de dormitorio, siendo entre una vivienda tradicional que fue diseñado y construido por su criterio propio de la familia relacionado a sus actividades propias, materiales de la zona y costumbres y otra vivienda ejecutada por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, denominada (vivienda rural bioclimática Sumaq Wasi), el tercer equipo se instaló en el exterior o espacio libre siendo el patio de la vivienda, se ha recopilado la información de la temperatura y humedad relativa de interior y exterior de ambos ambientes con la finalidad de evaluar el comportamiento de la temperatura, porque el presente objetivo se plantea la prueba de hipótesis mediante análisis de correlación, y que estos resultados nos permita analizar y discutir para proponer alternativas de solución y mejoras frente al problema de bajas temperaturas que provoca la salud de los beneficiarios.

Figura 36

Lectura de datos de equipos termohigrómetros en el interior y exterior

(Temperatura y Humedad Relativa)



4.2.2 Factores ambientales de las viviendas tradicionales en el centro poblado de Quenafaja

4.2.2.1 Análisis de correlación de temperatura en vivienda tradicional

Para probar la normalidad de la variable temperatura en el exterior e interior de la vivienda tradicional se aplicó la prueba no paramétrica de kolmogrov – Sminov (K-S) (Tabla 10), dado que el $n \geq 30$, y que alcanza a 2,752 datos de información climatológica validos (Tabla 11), dicha información detallada se acompaña en el Anexo 2.

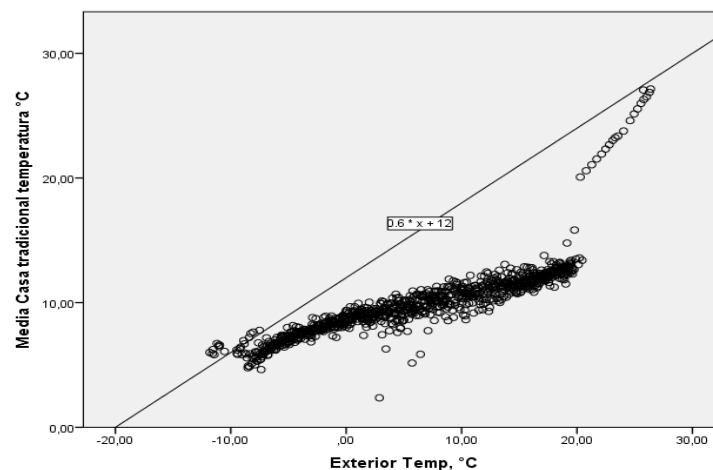
Para determinar si existe relación en el mes crítico entre la temperatura exterior y la temperatura interior de la casita tradicional de la vivienda evaluada, para lo cual se aplicó la prueba paramétrica de Correlación de Spearman porque analizando la normalidad las dos variables no se aproximan a una distribución normal, y que se plantearon las siguientes hipótesis:

$H_0: \rho = 0$, No existe correlación en el mes crítico entre la temperatura exterior y la temperatura interior de la casita tradicional de la vivienda evaluada.

$H_1: \rho \neq 0$, existe correlación en el mes crítico entre la temperatura exterior y la temperatura interior de la casita tradicional de la vivienda evaluada.

Figura 37

Análisis de correlación de temperatura en el exterior e interior de la vivienda tradicional.





a. Prueba de normalidad

- H_0 : la temperatura exterior del mes crítico y la temperatura interior de la casita tradicional de la vivienda evaluada, siguen distribución normal
- H_1 : la temperatura exterior del mes crítico y la temperatura interior de la casita tradicional de la vivienda evaluada, no siguen distribución normal.

Se utilizó el coeficiente de Spearman, porque no es paramétrico

Tabla 10

Resumen de procesamiento de casos

Procesamiento de casos	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Casa						
tradicional	2752	67.4%	1330	32.6%	4082	100.0%
temperatura °C						
Exterior						
Temp, °C	2752	67.4%	1330	32.6%	4082	100.0%

Tabla 11

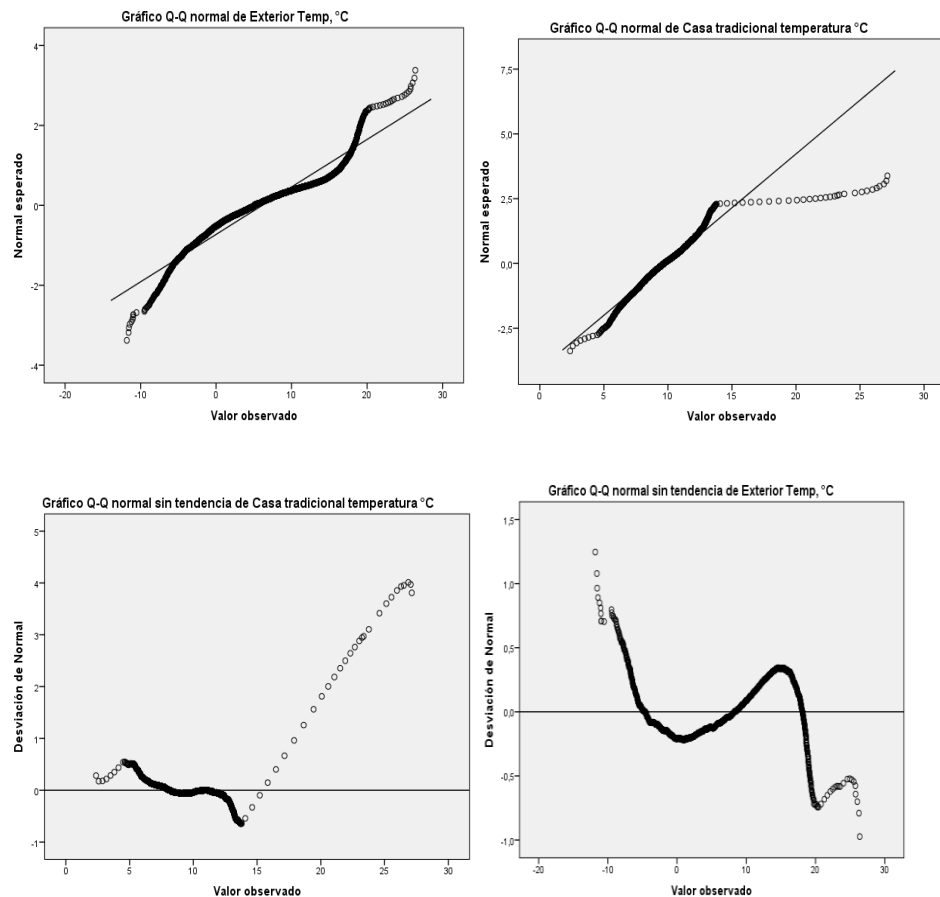
Pruebas de normalidad

Prueba de normalidad	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Casa tradicional temperatura °C	0.052	27	0.000	0.906	2752	0.000
Exterior Temp, °C	0.097	27	0.000	0.947	2752	0.000

b. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 38

Representación de Q-Q normal del exterior y sin tendencia de exterior de la vivienda tradicional.



c. Resultados de correlación

Los resultados indican que existe alta correlación lineal positiva significativa ($r = 0.914$) en Tabla 12, entre la temperatura exterior del mes crítico y la temperatura interior de la casita tradicional de la vivienda evaluada (Valor $p = 0.0 < 0.01$, no se rechaza H_0). Es principalmente por el uso de materiales que generan pérdida de calor por conducción y radiación, con mayor conductividad térmica caso del techo de calamina galvanizada y sin protección del cielo raso, pérdida de calor por infiltración debido a que las uniones entre muro y techo, muro y vanos no muestran acabados completos en general.

Motivo que la relación indica que, a mayor presencia de bajas temperaturas en el exterior en época de invierno, también disminuye la temperatura interior de la vivienda tradicional, generando problemas que afectan directamente a la salud de la familia que repercute en la economía familiar, incomodidad y otros.

Tabla 12

Correlación de temperatura interior y exterior en vivienda tradicional

Correlación de temperatura interior y exterior			Casa tradicional temperatura a °C	Exterior Temp, °C
Rho de Spearman	Casa tradicional temperatura °C	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral) N	1.000 . 2752	0.914** 0.000 2752
	Exterior Temp, °C	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral) N	0.914** 0.000 2752	1.000 . 2752
	**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).			

4.2.2.2 Análisis de correlación de temperatura en casita caliente

Para probar la normalidad de la variable temperatura en el exterior e interior de la casita caliente también se aplicó la prueba no paramétrica de Kolmogorov – Sminov (K-S) (Tabla 13 y Tabla 14), dado que el $n \geq 30$, y que alcanza a 2,752 datos de información climatológica validos (Tabla 15), dicha información esta detallada y se acompaña en el Anexo 2.

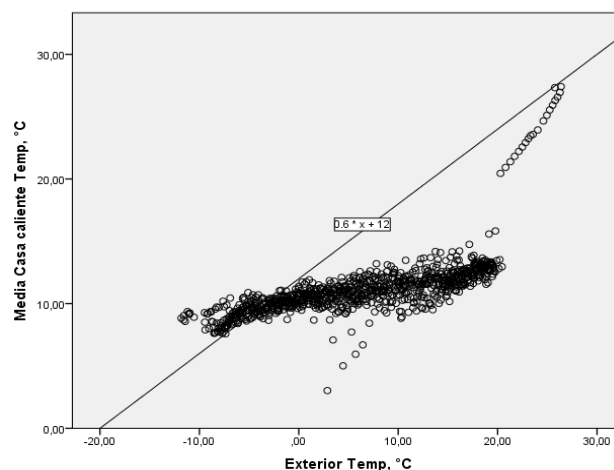
Se aplicó la prueba paramétrica de Correlación de Spearman (las dos variables no se aproximan a una distribución normal), se plantearon las siguientes hipótesis:

$H_0: \rho = 0$ No existe correlación entre la temperatura exterior y la temperatura interior de la casita caliente de MVC.

$H_1: \rho \neq 0$ existe correlación entre la temperatura exterior y la temperatura interior de la casita caliente de MVC.

Figura 39

Análisis de correlación de temperatura en el exterior e interior de la vivienda tradicional.



a. Prueba de normalidad

- H_0 : la temperatura exterior y la temperatura interior de la casita caliente de MVC, siguen distribución normal.
- H_1 : la temperatura exterior y la temperatura interior de la casita caliente de MVC, no siguen distribución normal.

Se utilizará el coeficiente de Spearman porque no es paramétrico.

Tabla 13

Resumen de procesamiento de casos

Procesamiento de datos	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Casa caliente Temp, °C	2752	67.4%	1330	32.6%	4082	100.0%
Exterior Temp, °C	2752	67.4%	1330	32.6%	4082	100.0%

Tabla 14

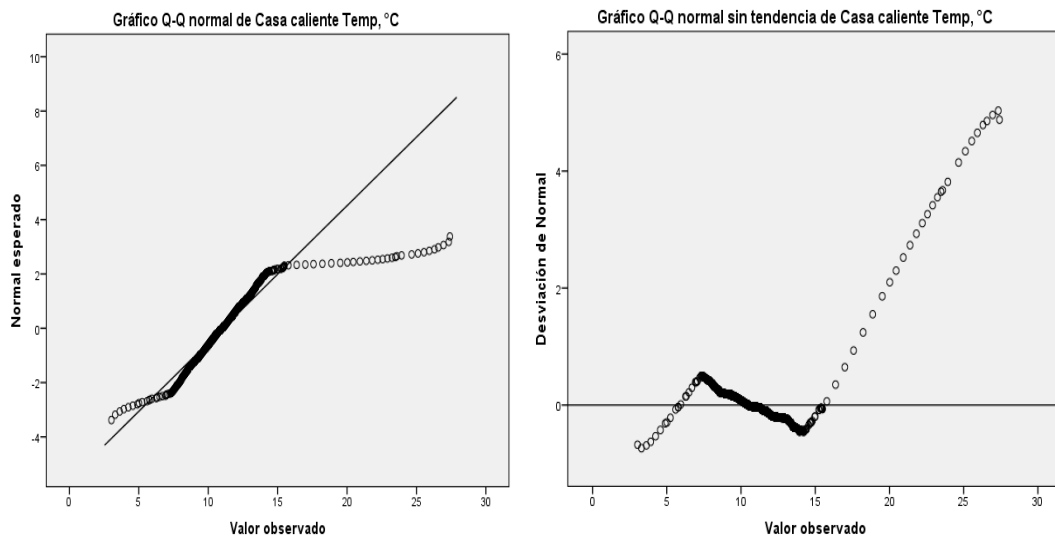
Pruebas de normalidad

Prueba de normalidad	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadísti co	gl	Sig.	Estadísti co	gl	Sig.
	Casa caliente Temp, °C	0.066	2752	0.000	0.856	2752
Exterior Temp, °C	0.097	2752	0.000	0.947	2752	0.000

b. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 40

Gráfico Q-Q normal del exterior y sin tendencia de exterior de la vivienda Sumaq Wasi.



c. Resultados de correlación

Los resultados indican que existe correlación lineal positiva significativa moderada tal como se muestra en la Tabla 15, ($r = 0.727$) entre la temperatura exterior y la temperatura interior de la casita caliente ejecutado por MVC. (Valor $p = 0.0 < 0.01$, no se rechaza H_0).

Esta relación indica que, a mayor incremento de temperatura exterior en época de invierno, también incrementa la temperatura interior de la vivienda de casita caliente ejecutado por MVC, pero comparando con casa tradicional es menor la oscilación de temperatura, lo que quiere decir que la casita caliente muestra mejor control de temperatura que a la casita tradicional por las deficiencias en la construcción y mantenimiento de la infraestructura porque muestra pérdidas por transmisión e infiltración en

el área de los materiales, pero continúa afectando directamente a la salud de la familia en época de invierno.

Tabla 15

Correlación de temperatura interior y exterior en vivienda tradicional

Correlación de temperatura interior y exterior			Exterior Temp, °C	Casa caliente Temp, °C
Rho de Spearman	Exterior Temp, °C	Coefficiente de correlación	1.000	0.725**
		Sig. (bilateral)	.	0.000
	Casa caliente Temp, °C	N	2752	2752
		Coefficiente de correlación	0.725**	1.000
an	Casa caliente Temp, °C	Sig. (bilateral)	0.000	.
		N	2752	2752

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

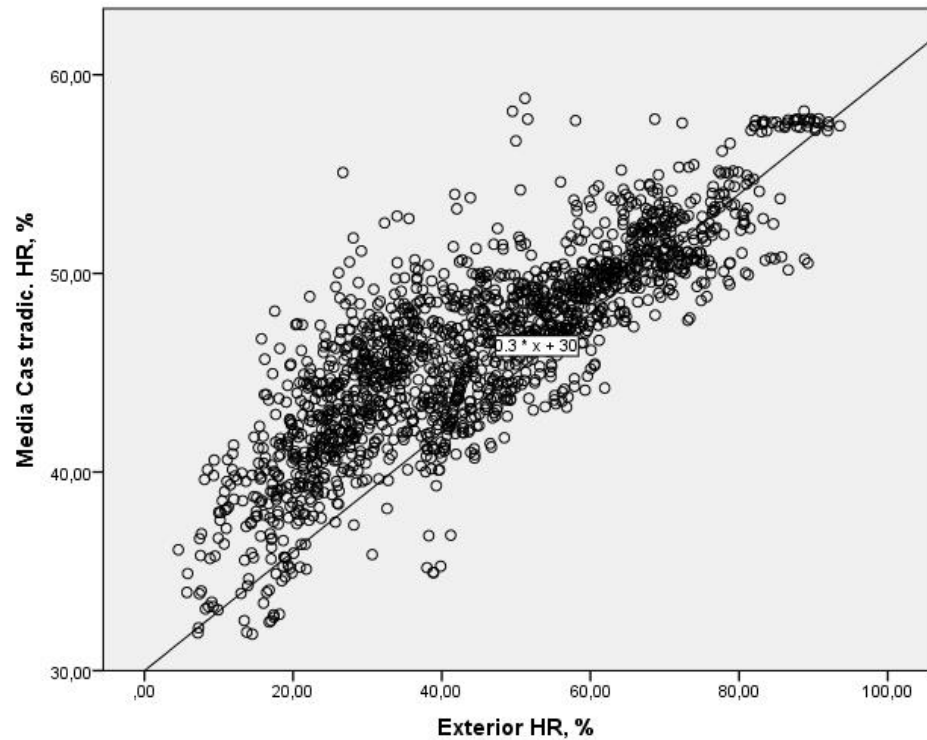
4.2.2.3 Análisis de correlación de humedad relativa en vivienda tradicional

Se aplicó la prueba paramétrica de Correlación de Spearman (las dos variables no se aproximan a una distribución normal), se plantearon las siguientes hipótesis:

- $H_0: \rho = 0$ No existe correlación entre la humedad relativa exterior y la humedad relativa interior de la vivienda tradicional.
- $H_1: \rho \neq 0$ existe correlación entre la humedad relativa exterior y la humedad relativa interior de la vivienda tradicional.

Figura 41

Análisis de correlación de temperatura en el exterior e interior de la vivienda tradicional.



a. Prueba de normalidad

- H_0 : la humedad relativa exterior y la humedad relativa interior de la vivienda tradicional, siguen distribución normal
- H_1 : la humedad relativa exterior y la humedad relativa interior de la vivienda tradicional, no siguen distribución normal

Se utilizará el coeficiente de correlación de Spearman porque no es paramétrico

Tabla 16

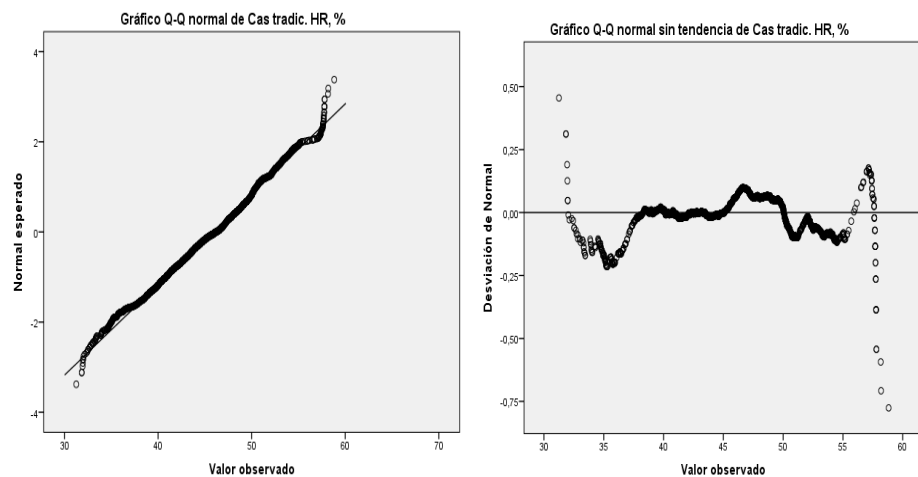
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Cas tradic. HR, %	0.040	2752	0.000	0.994	2752	0.000
Exterior HR, %	0.075	2752	0.000	0.971	2752	0.000

b. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 42

Gráfico Q-Q normal del exterior y sin tendencia de exterior de la vivienda tradicional.



c. Resultados de correlación

Los resultados indican que existe correlación lineal positiva significativa moderada ($r = 0.632$) como se muestra en la Tabla 17, entre la humedad relativa exterior y la humedad relativa interior de la casita tradicional ejecutado por los beneficiarios. (Valor $p = 0.0 < 0.01$, no se rechaza H_0).

Tabla 17*Correlación de humedad relativa en vivienda tradicional*

Correlación de temperatura interior y exterior		Exterior HR, %	Casa caliente HR, %	
Rho de Spearman	Exterior HR, %	Coefficiente de correlación	1.000	0.632**
		Sig. (bilateral)		0.000
		N	8837	8837
	Casa caliente HR, %	Coefficiente de correlación	0.632**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.000	.
		N	8837	8837

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Esta relación indica que, a mayor incremento de humedad relativa exterior en época de invierno, también incrementa la humedad relativa de la vivienda de casita tradicional ejecutado por los familiares, lo que conlleva que continúa afectando directamente a la salud de la familia en época de invierno.

En general los factores climatológicos (temperatura y humedad relativa) en épocas de invierno influyen directamente en el cambio climático del interior de los ambientes en viviendas tradicionales siendo con mayor intensidad en esta, en comparación en las viviendas ejecutadas por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y Construcción, lo que conlleva a bajas temperaturas, generando problemas de salud, coincidiendo de esta manera en los resultados e investigación de (Sagastume, 2006) quien mencionó que los valores de la humedad relativa y la temperatura son factores importantes para lograr un ambiente



confortable. (Gutierrez, Quispe, Mendoza, Betancur, & Ramos, 2021) por su parte determinaron un modelo adecuado que garantice la confortabilidad de los ambientes monitoreando también los valores como temperatura y humedad relativa al interior de los ambientes indicando además que un ambiente húmedo generaría enfermedades respiratorias de los habitantes.

4.3 DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LA VIVIENDA BIOCLIMÁTICA - PROPUESTA

La propuesta de diseño que se plantea en el siguiente modelo de vivienda bioclimática para garantizar el confort térmico y mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de los pobladores en el centro poblado de Quenafaja – Acora, Puno, el módulo de vivienda, comprende de un área de 39.60 m² adicional a ello se contempla un área para el invernadero de un área de 9.90 m², siendo un área total requerido de 49.50m².

Consideraciones para el diseño arquitectónico según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2021) A.010 - Capítulo IV: Relación entre ambientes y circulación horizontal, textualmente se indica que:

Artículo 17: Requerimientos mínimos de los ambientes

Las dimensiones, área y volumen, de los ambientes de las edificaciones deben ser las necesarias para:

- a) Albergar el número de personas propuesto para realizar dichas funciones.
- b) Tener el número de aire requerido por los ocupantes y garantizar su renovación natural o artificial.
- c) Permitir la circulación de las personas, así como su evacuación en casos de emergencia.



d) Distribución de mobiliario equipamiento previsto.

e) Contar con iluminación suficiente.

Artículo 18: Altura de ambientes

18.1 Los ambientes con techos horizontales deben tener una altura mínima de piso terminado a cielo raso de 2.30 m para vivienda, 2.40 m para oficinas y hospedaje, 2.50 m para educación y servicios comunales, 2.70 m para salud, 3.00 m para comercio, recreación y deportes, comunicación y transporte en los ambientes de espera, y hasta el punto más bajo de la estructura en industria. En ambientes con techos inclinados las partes más bajas pueden tener una altura menor debidamente sustentada.

18.3 Las estructuras horizontales tales como vigas u otros elementos deben estar a una altura libre no menor a 2.10 m medida sobre el piso terminado, salvo que conformen divisiones o cerramientos de los ambientes y permitan el desarrollo normal de la(s) actividad(es) que alberga(n). (Págs. 7-8)

Teniendo en consideración, el diseño de la vivienda bioclimática propuesta se puede mencionar que cumple con el espaciamiento mínimo exigido.

El proyecto está diseñado para una familia de cuatro integrantes: padre, madre y 2 hijos. El volumen en la cual está diseñado este proyecto es de: largo x altura x ancho 5.80 m x 2.55 m x 5.20 m respectivamente, del que se obtiene un volumen de 76.90 m³, el cual es suficiente para la renovación de aire en el ambiente para 4 personas.

Para circulación y evacuación de emergencia, el diseño cumple con el espacio mínimo exigido (0.80 m para pasillo por persona), cumpliendo así lo solicitado en la norma, se ha considerado que una persona promedio tiene lateralmente una dimensión de 0.60 m. El diseño planteado es para cuatro personas, y se tiene mobiliario en dimensiones estándares, la cual hace que se tenga una cocina de área neta 2.10 m x 1.80 m obteniendo un área de 3.78 m², una sala de 2.10 m x 2.40 m equivalente a un área de 5.04 m², un

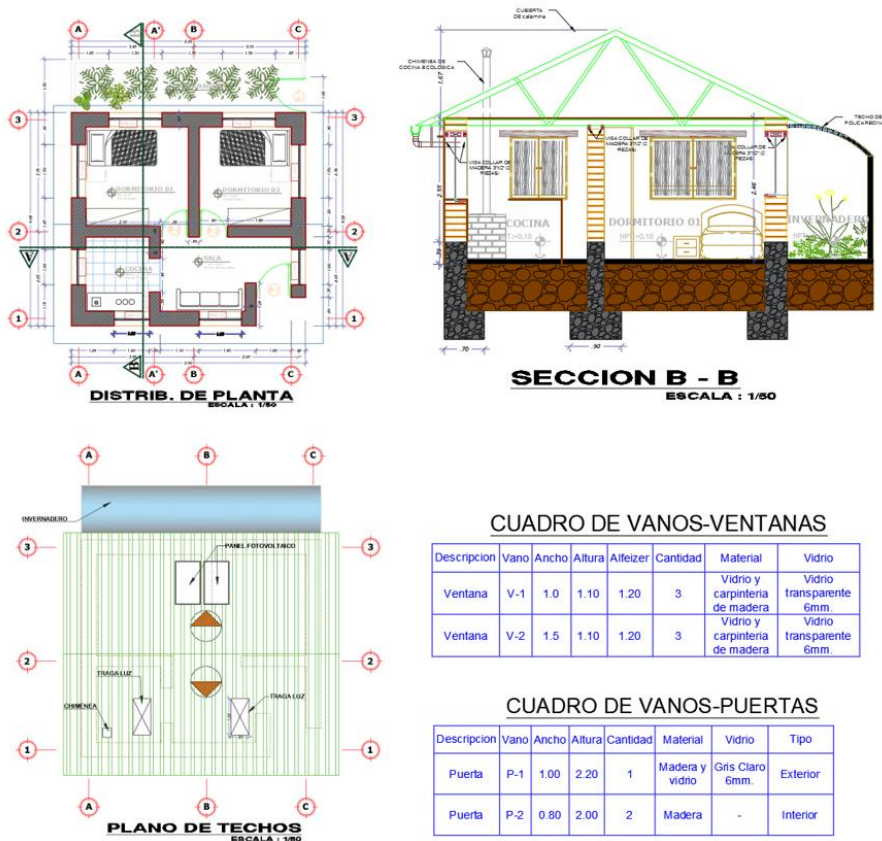
dormitorio de padres de 2.80 m x 2.90 con un área total de 8.10 m² y una habitación con camarote de dimensiones 2.80 x 2.90 m con un área de 8.10 m².

Respecto a la iluminación, este proyecto cuenta con iluminación natural mediante ventanas con medidas efectivas de (1.39 m x 1.04 m) y (0.95 m x 1.10 m) en los ambientes dormitorio de padres e hijos, así como en la cocina y la sala se han añadido claraboyas o tragaluces adosados al techo de dimensiones 1.20 m x 0.70 m.

En el diseño planteado, se tiene dinteles cumpliendo la norma, así como la altura mínima, tal como lo ponemos apreciar en la figura 43.

Figura 43

Distribución del módulo de vivienda propuesto.



CUADRO DE VANOS-VENTANAS

Descripción	Vano	Ancho	Altura	Alfeizer	Cantidad	Material	Vidrio
Ventana	V-1	1.0	1.10	1.20	3	Vidrio y carpintería de madera	Vidrio transparente 6mm.
Ventana	V-2	1.5	1.10	1.20	3	Vidrio y carpintería de madera	Vidrio transparente 6mm.

CUADRO DE VANOS-PUERTAS

Descripción	Vano	Ancho	Altura	Cantidad	Material	Vidrio	Tipo
Puerta	P-1	1.00	2.20	1	Madera y vidrio	Grís Claro 6mm.	Exterior
Puerta	P-2	0.80	2.00	2	Madera	-	Interior



El módulo es de una dimensión de 6.00 m x 6.60 m, con muros de adobe de dimensiones 0.40 m x 0.30 m, tres ventanas de tipo (V-1) de 1.00 m x 1.10 m, cinco ventanas de tipo (V-2) de 1.50 m x 1.10 m, garantizando de esta manera la iluminación y ventilación de cada ambiente, también se considera la puerta principal de tipo P-1 con dimensiones de 2.20 m x 1.00 m y las puertas para las habitaciones de tipo P-2 con dimensiones de 2.00 m x 0.80 m.

4.3.1 Materiales empleados en la construcción del módulo propuesto

a. Cimiento y sobrecimiento

El material a emplearse en la construcción de cimientos y sobrecimientos es de concreto ciclópeo.

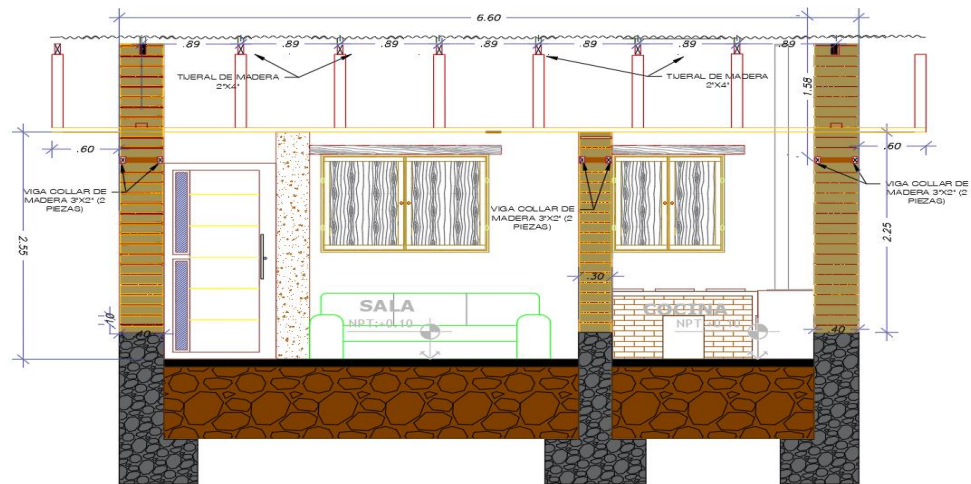
b. Muros

El material predominante en la construcción de muros de esta vivienda bioclimática será de adobe, esto a razón de que el principal componente de la elaboración de adobes es de tierra preparada (libre de malezas) y es materia prima del centro poblado de Quenafaja, otro aspecto importante de la elección de este material es porque el adobe es un material ecológico, renovable y amigable con el medio ambiente.

La fabricación del adobe es in situ para su elaboración se utilizan moldes de madera (adoberas) de 40 cm x 30 cm x 10 cm., adicional a la mezcla de barro se incorporará pajas a fin de evitar el agrietamiento o rajaduras, desde un punto de vista térmico este material permite a los habitantes a tener refugio ante las disminuciones de temperatura, además de ser un material aislante de sonido, controla temperaturas y es resistente al fuego.

Figura 44

Detalle del muro - vivienda propuesta.



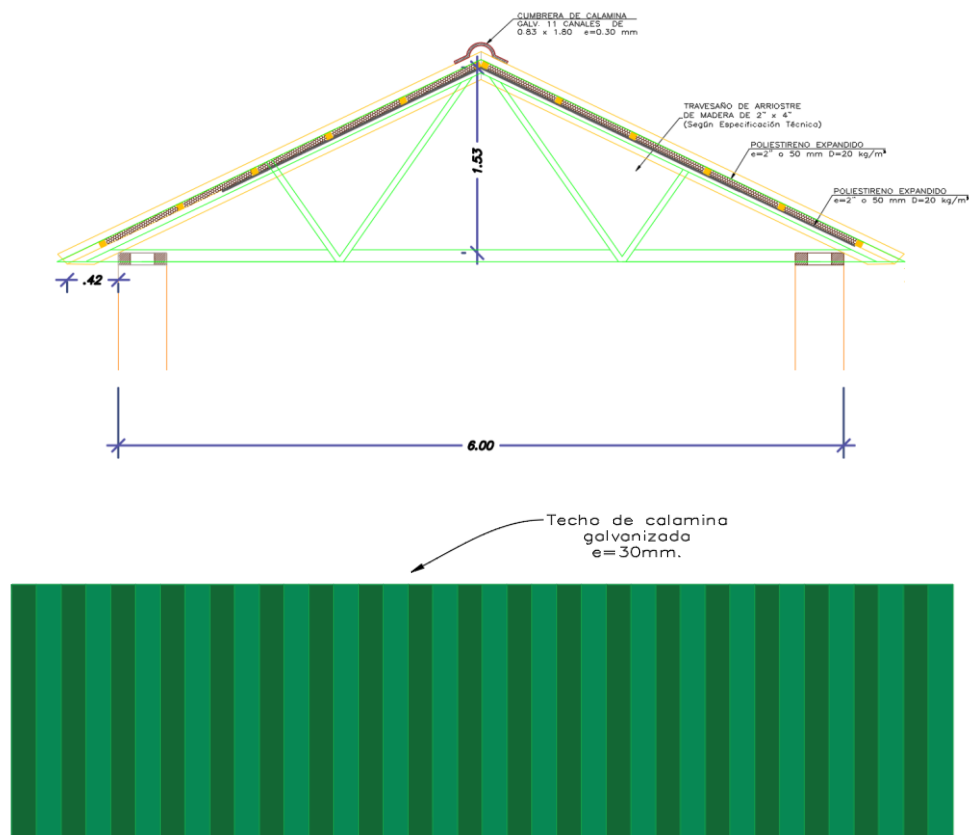
SECCION A-A
ESCALA : 1/50

c. Cobertura

La cobertura de la vivienda bioclimática propuesta será de calamina galvanizada de espesor de 0.30 mm de características comerciales, calamina galvanizada y claraboyas o tragaluces de material policarbonato, el acabado final del techo a fin de no alterar la arquitectura paisajística será con pintura epóxica de color verde.

Figura 45

Detalle del techo del módulo de vivienda propuesto.



d. Cielo raso

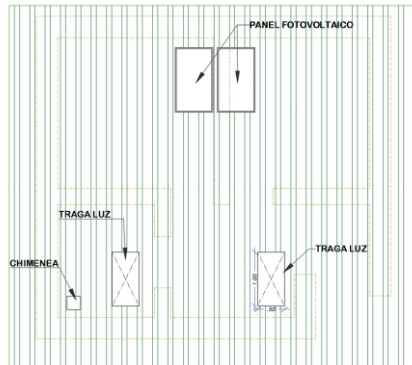
El material a emplearse será de estucado de yeso y carrizo, que será adosado en las correas de la estructura de madera del techo.

e. Claraboya o tragaluz

Se consideran en el diseño dos ingresos de luz natural, por lo que se instalarán dos unidades de claraboyas o tragaluces que se situarán en el techo de la vivienda a la altura de la sala y cocina ello con la finalidad de brindar luz natural durante el día en los ambientes donde será ubicado, el material es de policarbonato de medidas de 1.00 m x 0.50 m. de color transparente.

Figura 46

Detalle de claraboyas del módulo de vivienda propuesto.

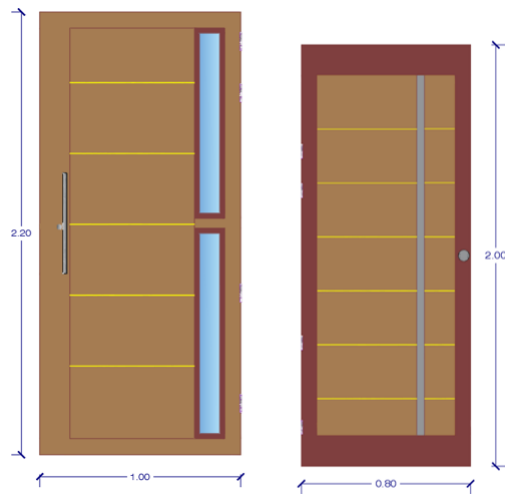


f. Puerta

Se considera para el ingreso principal una puerta de madera de 2.20 m de alto por 1.00 m de ancho, tipo machihembrado en el lado exterior y de triplay o fenólico en 9 mm en el interior, se incluirá al interior poliestireno expandido y vidrio color gris de 6 mm. Para las habitaciones se consideran puertas de 2.00 m de alto por 0.80 m de ancho, serán maderas contra placadas de triplay, el acabado final será barnizado.

Figura 47

Detalle de puertas del módulo propuesto.

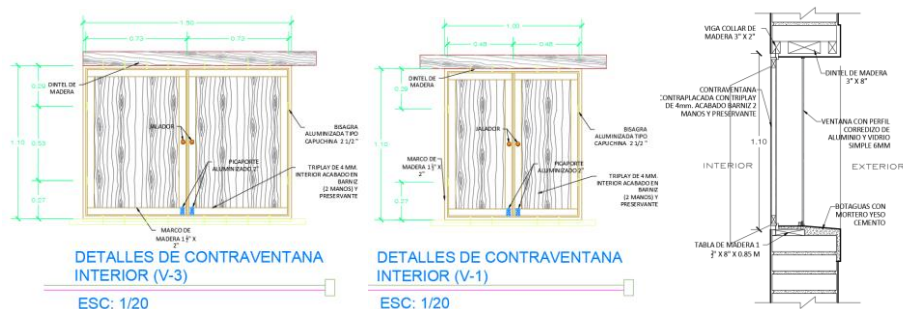


g. Ventana

Las ventanas del módulo propuesto servirán de ingreso de luz natural, así como ventilación dentro de los ambientes, para la instalación se prevén que estos materiales sean de estructura de aluminio con vidrio simple transparente de un espesor 6mm perfectamente sellado con silicona a fin de evitar la pérdida de calor dentro de los ambientes, a ello se incorporará una contraventana de manera contraplacada de con triplay de 4 mm al exterior ello con la finalidad de mantener el confort térmico dentro del módulo.

Figura 48

Detalle de ventana del módulo de vivienda propuesto.

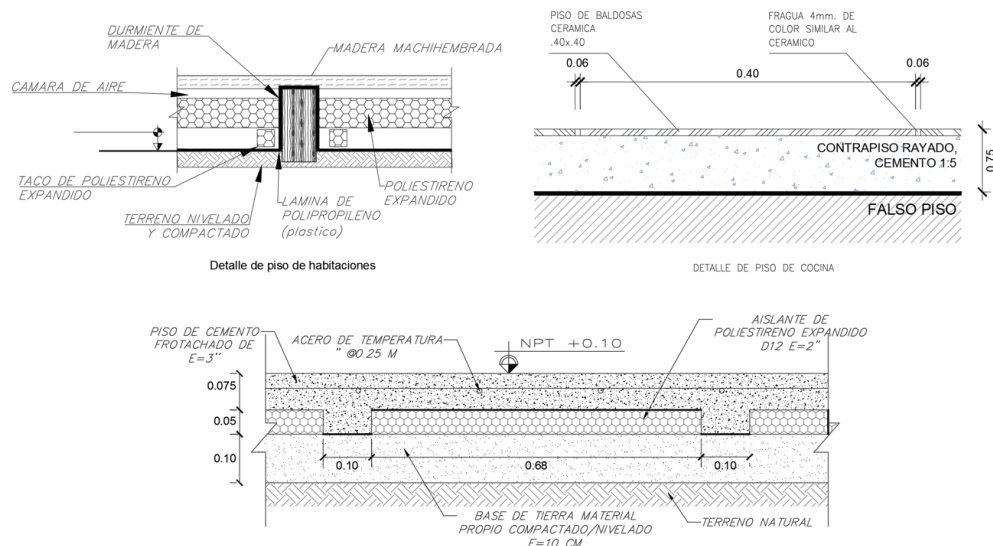


h. Piso

Para el módulo propuesto se considera tres tipos de pisos con la finalidad de dar confortabilidad a cada ambiente, de acuerdo a las actividades destinadas, en las habitaciones de descanso se prevé el piso de madera machihembrada soportada por correas y viguetas de madera (durmiertes impermeabilizadas), la misma que tendrá una base de polipropileno a fin de que no haya humedad dentro de los ambientes, este material no deberá tener contacto directo con la madera machihembrada ni el suelo, para ello se instalará una cama de piedra de un tamaño máximo de 3" correctamente apisonada. Para el espacio de sala comedor se considera un acabado de cemento pulido con aislante de poliestireno expandido, para la cocina de considera un piso de cerámica con contrapiso de cemento, a fin de facilitar la limpieza de estos ambientes.

Figura 49

Detalle de pisos del módulo de vivienda propuesto.



i. Revoque

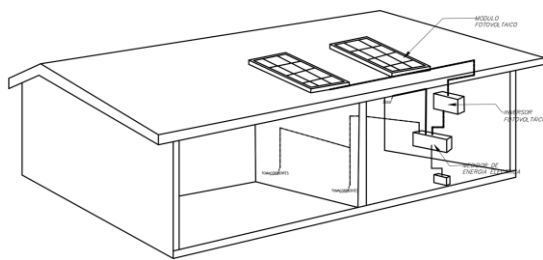
Los muros del módulo de vivienda propuesto serán recubiertos con yeso en las habitaciones, en el exterior estas estarán revestidas por concreto, para una mejor adherencia entre estos materiales se plantea el colocado de mallas electrosoldadas galvanizadas.

j. Sistema Eléctrico

Se plantea el uso de energía fotovoltaica mediante paneles solares que serán ubicados en el techo de la vivienda propuesta.

Figura 50

Detalle del sistema eléctrico del módulo de vivienda propuesta.

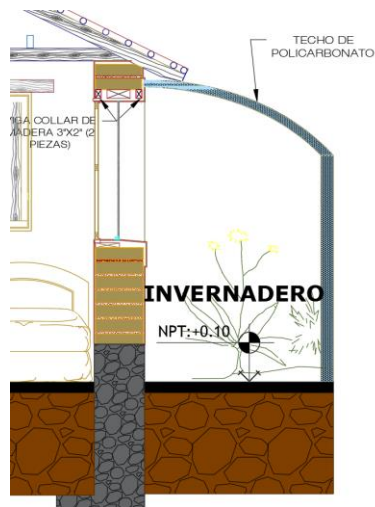


k. Invernadero

En el diseño de este módulo propuesto se incorpora un invernadero en el muro de las habitaciones, ello con la finalidad de poder captar y almacenar energía solar la misma que contribuirá con la calefacción dentro de las habitaciones.

Figura 51

Detalle de invernadero del módulo de vivienda propuesto.



4.4 DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA BIOCLIMÁTICA – PROPUESTA

a. Cálculo de cimentación y sobrecimiento de la vivienda propuesta.

El Reglamento Nacional de Edificaciones (2021), Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada, textualmente indica que la cimentación de debe cumplir condiciones como la transmisión de cargas, así como evitar que la humedad del suelo alcance o ascienda hacia el muro de tierra, además, establece que la profundidad mínima de los cimientos deben de ser de una profundidad no menor a 0.60 m desde el nivel del terreno natural, y un ancho mínimo de 0.60m, adicionalmente agrega que el tipo de cimentación a utilizarse podría ser con piedras grandes tipo pirca, concreto ciclópeo o de albañilería de piedra con mortero de cemento y arena gruesa, para la presente propuesta se ha visto por conveniente hacer uso de un concreto ciclópeo al tratarse de un trabajo sin mayor dificultad y presentar un costo menor.

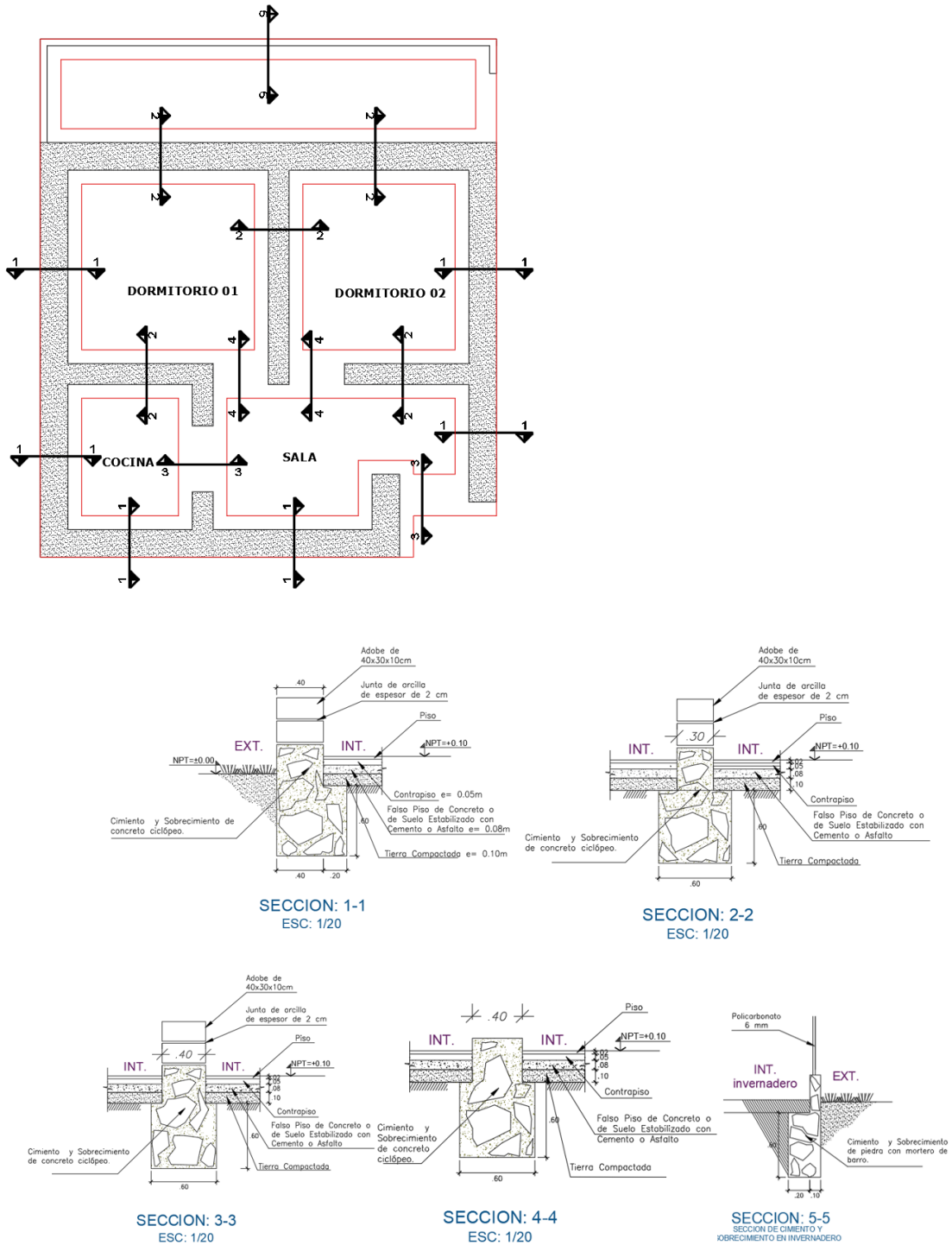


Respecto al sobrecimiento, el citado reglamento indica como función del sobrecimiento la transmisión de cargas y protección del muro ante posibles erosiones y/o ascensiones capilares, establece además que las dimensiones mínimas de los sobrecimientos son de 0.30 m desde el nivel del suelo con un ancho mínimo de 0.40 m, pudiendo emplearse sobrecimientos con mortero, piedra y arena gruesa o de tipo concreto ciclópeo, para el diseño propuesto se optó también por el uso de concreto ciclópeo.

Las dimensiones de los cimientos y sobrecimientos se calcularon teniendo en consideración el espesor de muro 0.40 m de ancho x 0.30 m de largo x 0.10 m de alto, la distribución de muros es se sogas y cabezas. (ver Anexo 3: Cálculo estructural).

Figura 52

Detalle del cimiento y sobrecimiento - vivienda propuesta.

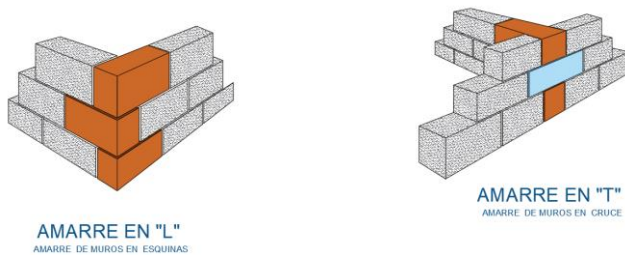


b. Amarre en muros:

Amarre en “L” en muros ubicados en las esquinas, y de tipo “T” en muros de cruce.

Figura 53

Detalle amarre de muro - vivienda propuesta.

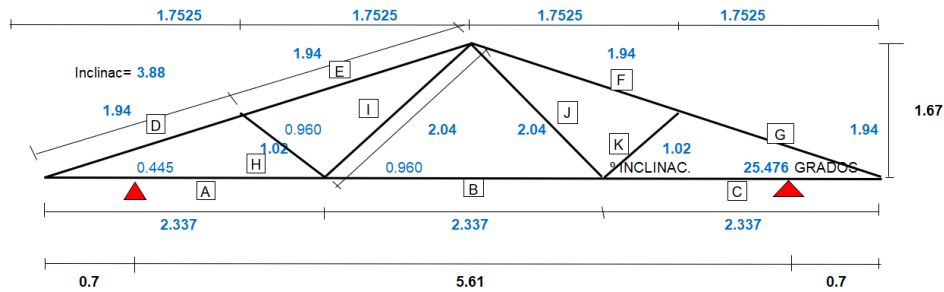


c. Cobertura de la vivienda propuesta

El área techada de la vivienda propuesta es de 39.60 m², se ha considerado lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones (2021) establece que que los techos deben ser de un material liviano y estén fijados en los muros a través de una viga solera, los techos podrían ser inclinados en una o varias aguas, para su diseño se debe considerar las pendientes de acuerdo a las condiciones climatológicas de cada zona; para el diseño propuesto se ha considerado la utilización de calamina galvanizada de once canales 1.83 m x 0.83 m ésta al ser la más comercial, además de la instalación de claraboyas o tragaluces de material policarbonato ondulado que permite la iluminación de ambientes como la cocina y sala, al ser ambientes con mayor uso durante el día. Se adjunta Anexo del cálculo estructural de tijerales de madera., del que se obtuvo el siguiente diseño:

Figura 54

Detalle de tijerales - vivienda propuesta.



4.5 CÁLCULOS DE LA VIVIENDA TRADICIONAL EXISTENTE

4.5.1 Cálculo de ventilación

4.5.1.1 Ventilación del actor – invierno

a. Cálculo de ventilación en invierno:

Caudal de aire a renovar:

$$V = \frac{X}{H_i - H_e} \quad (10)$$

Donde:

V: caudal en m³/h

X: de vapor de agua a extraer en g/h

H_i: humedad absoluta del aire en el interior, expresado en g/m³.

H_e: humedad absoluta del aire en el exterior, expresado en g/m³.

DATOS

H = 2.0 m

T° interior = 18.00 °C

Hr = 50 %

T° exterior = -4.70 °C



$$Hr = 45.50 \%$$

Resultados de variables H_i , H_e

$$H_i = 7.8 \text{ g/m}^3$$

$$H_e = 1.6 \text{ g/m}^3$$

$$X = 60 \text{ m}^3/\text{h}$$

Reemplazando en la ecuación 10:

$$V = \frac{X}{H_i - H_e}$$

Tenemos:

$$V = \frac{60 \text{ g/h}}{7.8 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} - 1.6 \text{ g/m}^3}$$

$$V = 9.6774 \text{ m}^3/\text{h} \dots\dots\dots (\text{Para 01 persona})$$

Para la presente investigación, se estima un promedio de 04 integrantes en una familia, entonces tendremos un caudal del aire a renovar de la vivienda de:

$$V = 38.7097 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Si se quiere ventilar la cantidad calculada de $38.7097 \text{ m}^3/\text{h}$, debe calentarse el ambiente hasta 18°C de T° , donde con 50% de HR. Contiene 7.8 g/m^3 de vapor de agua.
- Para conocer y controlar el contenido de CO_2 a que no alcance 3.5 por mil, verificaremos de acuerdo con la siguiente información:

Una persona exhala por m^3 : 30 l/h (Con un peso promedio de 72 kg)

Entonces será:

$$\text{CO}_2 = \frac{30}{1000} = 0.03 \text{ l/h}$$

El contenido máximo de CO_2 en atmósfera (interior) de alojamiento debe ser inferior o igual a 3.5 por mil.



Entonces será:

$$CO_2(i) = \frac{3.5}{1000} = 0.0035$$

- El contenido de CO₂ en el exterior contiene 0.03 por mil

Entonces será:

$$CO_2(e) = \frac{0.3}{1000} = 0.0003$$

Finalmente obtendremos que, para 01 persona será:

$$V = \frac{0.03}{0.0035 - 0.0003} = 9.3750 \text{ m}^3/\text{h}$$

El caudal de aire a renovar para 04 personas será:

$$Q = 37.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 0.0104 \text{ m}^3/\text{s}$$

Movimiento de aire:

$$V = 1.75 \sqrt{\frac{H(T_i - T_e)}{T_e + 270}} \quad (11)$$

Y el caudal (Q) es:

$$Q = S \times V \quad (12)$$

Donde:

V = velocidad en m/s

H = distancia vertical entre salidas y entradas de aire en m.

T_i = temperatura interior en °C

T_e = Temperatura exterior en °C

S = Sección de salida en m²

Q = caudal en m³/s



Datos:

$$H = 2.00 \text{ m}$$

$$T_i = 18 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_e = -4.7 \text{ }^\circ\text{C}$$

Reemplazando en la ecuación 11:

$$V = 1.75 \sqrt{\frac{H(T_i - T_e)}{T_e + 270}}$$

Tenemos: $V = 0.7239 \text{ m/s}$

Determinamos la Sección de salida (S) – Chimenea, ecuación 12:

$$Q = S \times V$$

$$S = Q/V \tag{13}$$

Reemplazando en la ecuación 13, tenemos:

$$S = \frac{0.0104}{0.7239} = 0.01438 \text{ m}^2$$

4.5.1.2 Ventilación del actor – verano

a. Cálculo de Ventilación en Verano:

Ventilación:

$$V = \frac{q}{0.3\Delta t} \tag{14}$$

Donde:

V: Cantidad de ventilación en m^3/h

q: Calor producido por 01 persona de 72 kg = 145 Kc/h



Δt : Según cuadro de diferencias de temperatura

DATOS

$$q : 145 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\Delta t : 4 \text{ }^\circ\text{C}$$

Reemplazando en la ecuación 14:

$$V = \frac{q}{0.3\Delta t}$$

Tenemos:

$$V = \frac{145 \text{ m}^3/\text{h}}{0.30(4)}$$

$$V = 120.8333 \text{ m}^3/\text{h} \dots\dots\dots (\text{Para } 01 \text{ persona})$$

Para la presente investigación, se estima un promedio de 04 integrantes en una familia, entonces tendremos un caudal del aire a renovar de la vivienda de:

$$Q = 483.33 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 0.1343 \text{ m}^3/\text{s}$$

Movimiento de aire, empleamos la ecuación 11:

$$V = 1.75 \sqrt{\frac{H(T_i - T_e)}{T_e + 270}} \quad (11)$$

Y el caudal (Q) es: $Q = S \times V$

Donde:

V = velocidad en m/s

H = distancia vertical entre salidas y entradas de aire en m.

T_i = temperatura interior en °C

T_e = Temperatura exterior en °C



S = Sección de salida en m^2

Q = caudal en m^3/s

DATOS:

$H = 2.00$ m

$T_i = 18$ °C

$T_e = 19.48$ °C

Reemplazando en la ecuación 11:

$$V = 1.75 \sqrt{\frac{H(T_i - T_e)}{T_e + 270}}$$

Tenemos:

$$V = 0.8905 \text{ m/s}$$

Determinamos la Sección de salida (S) – Chimenea:

$$Q = S \times V$$

$$S = Q/V$$

Reemplazando en la ecuación 13, tenemos:

$$S = \frac{0.1343}{0.8905} = 0.15077 \text{ m}^2$$

4.5.2 Comportamiento térmico de los materiales

4.5.2.1 Pérdidas y ganancias de calor en materiales:

a. Cálculo de coeficiente de transmisión térmico de ambientes

- Pared

Tabla 18

Determinando el Coeficiente de Transmisión Térmica de la Pared

Paredes	Espesor B(m)(\bar{X})	Conductividad K(W/m ² – °C)	Resistencia R = B/K(m ² °C/w)
Aire Exterior	1.0000	33.4100	0.0299
Revoque de yeso	0.0254	28.4000	0.0009
Adobe	0.3000	8.2100	0.0365
Revoque de yeso	0.0254	28.4000	0.0009
Aire Interior	1.0000	8.3000	0.1205
		R TOTAL	0.1887

$$U = \frac{1}{R_{total}} \quad (15)$$

$$U = \frac{1}{0.1887} = 5.2982 \text{ W/m}^2 - \text{°C}$$

- **Techo**

Tabla 19

Determinando el Coeficiente de Transmisión Térmica del Techo.

Techos	Espesor B(m)(\bar{X})	Conductividad K(W/m ² – °C)	Resistencia R = B/K(m ² °C/w)
Aire Exterior	1.0000	33.4100	0.0299
Calaminón	1.0000	110.0000	0.0091
Cámara de aire (0.50)	1.5000	5.9600	0.2517
Revoque de yeso	1.0000	28.4000	0.0352
Aire Interior	1.0000	8.3000	0.1205
		R TOTAL	0.4464

Reemplazando en la ecuación 15:

$$U = \frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{0.4464} = 2.2402 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

b. Pérdidas en invierno

- Por infiltración en invierno:

$$W = V \times c/h \times U \times \Delta t \quad (16)$$

Donde:

W: pérdida de calor

V: volumen del cuarto m^3

c/h: cambio cada hora

U: cte. = $0.335 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$

Δt : Diferencia de T° , exterior (-4.7°C) e interior (18°C).

Tabla 20

Pérdida por Infiltración (invierno) en los dormitorios.

AMBIENTE	VOLUMEN (m^3)	c/h	U	Δt	TOTAL
Dormitorio 1	35.00	1.5000	0.3350	13.30	399.2366
					399.2366

- Por transmisión en invierno:

$$W = m^2 \times U \times \Delta t \quad (17)$$

Donde:



W: pérdida de calor en watts

m²: cantidad superficie cada material

U: valor de transición cada material

Δt: Diferencia de T°

Tabla 21

Pérdida por Transmisión (invierno) en los dormitorios:

Superficie	Superficie área (m ²)	U	Δt	Total
Paredes	36.0000	5.2982	22.7000	4,329.7057
Ventana	3.0000	1.4200	22.7000	96.7020
Puertas	1.8000	3.6400	22.7000	148.7304
Techos	20.0000	2.2402	22.7000	1,017.0408
			TOTAL	5,592.1788

- Resumen de pérdidas en invierno:

Infiltración: 399.2366

Transmisión: 5592.1788

Total, Pérdida: 5991.4158w

c. Ganancia de calor en invierno

- Por radiación solar en invierno:

$$W = m^2 \times Rad\ Solar \times \% \text{transmisión} \quad (18)$$

Donde:

W: ganancia de calor

m²: superficie vidrio



%T: coeficiente de transmisión

Tabla 22

Ganancia por Radiación Solar (invierno) del diseño de la vivienda rural.

Orientación ventana	Área (m ²)	Ganancia promedio	Factor de transmisión	Total
Este		244.00	0.85	0.00
Oeste	1.00	244.00	0.85	207.40
Norte	2.00	500.00	0.85	850.00
Sur		29.00	0.85	0.00
			TOTAL	1,057.40w

- **Generado por las personas**

Tabla 23

Calor Interno: Calor generado por las personas $Q = cte.$

Persona	Tiempo (h)	Calor sensible	Calor/día
Padre	8.00	72.00	576.00
Madre	12.00	72.00	864.00
Hijo 1	8.00	72.00	576.00
Hijo 2	8.00	72.00	576.00
		TOTAL	2,592.00 w



- **Resumen de ganancia de calor en invierno**

Total, ganancia calor

- por radiación solar (ventanas) = 1,057.4000 w
- generado por las personas = 2,592.0000 w

Total, ganancia = 3,649.4000 w

Total, pérdida = 5991.4158 w

Total, ganancia neta = -2,342.0158 w (Pérdida de calor)

% diferencia = -39.85 %

d. Pérdidas en verano

- Por **infiltración** en verano:

$$W = V \times c/h \times U \times \Delta t \quad (16)$$

Donde:

W: pérdida de calor

V: volumen del cuarto m³

c/h: cambio cada hora

U: cte. = 0.335 W/m² °C

Δt : Diferencia de T^o, exterior e interior.

Tabla 24

Pérdida por Infiltración (verano) en los dormitorios.

Ambiente	Volumen (m ³)	c/h	U	Δt	Total
Dormitorio 1	35.00	1.5000	0.3350	-1.48	-26.0295
					-26.0295

- **Por transmisión en verano:**

$$W = m^2 x U x \Delta t \quad (17)$$

Donde:

W: pérdida de calor en watts

m²: cantidad superficie cada material

U: valor de transición cada material

Δt: Diferencia de T°

Tabla 25

Pérdida por Transmisión (verano) en los dormitorios:

Superficie	Superficie área (m ²)	U	Δt	Total
Paredes	36.0000	5.2982	-1.4800	-282.2892
Ventana	3.0000	1.4200	-1.4800	-6.3048
Puertas	1.8000	3.6400	-1.4800	-9.6970
Techos	20.0000	2.2402	-1.4800	-66.3093
			TOTAL	-364.6002



- **Resumen de pérdidas en verano:**

Infiltración : -26.0295

Transmisión: -364.6002

Total, Pérdida: -390.6897 w (Ganancia)

e. Ganancia de calor en verano

- **Por radiación solar en verano:**

$$W = m^2 \times Rad\ Solar \times \% \text{ transmisión} \quad (18)$$

Donde:

W: ganancia de calor

m²: superficie vidrio

%T: coeficiente de transmisión

Tabla 26

Ganancia por Radiación Solar (invierno) del diseño de la vivienda rural.

Orientación ventana	Área (m ²)	Ganancia promedio	Factor de transmisión	Total
Este		244.00	0.85	0.00
Oeste	1.00	244.00	0.85	207.40
Norte	2.00	500.00	0.85	850.00
Sur		29.00	0.85	0.00
			TOTAL	1,057.40w



- **Generado por las personas**

Tabla 27

Calor Interno: Calor generado por las personas $Q = cte.$

Persona	Tiempo (h)	Calor sensible	Calor/día
Padre	8.00	72.00	576.00
Madre	12.00	72.00	864.00
Hijo 1	8.00	72.00	576.00
Hijo 2	8.00	72.00	576.00
		TOTAL	2,592.00 w

- **Resumen de ganancia de calor en invierno**

Total, ganancia calor

- Por radiación solar = 1,057.4000 w

- Generado por las personas = 2,592.0000 w

Total, ganancia = 3,649.4000 w

Total, pérdida = -390.6897 w Ganancia

Total, ganancia neta = 3,940.0897 w

% diferencia = Ganancia total



4.6 CÁLCULOS DE LA VIVIENDA “SUMAQ WASI” - MVCS

4.6.1 Cálculo de ventilación

4.6.1.1. Ventilación del actor – invierno

a. Cálculo de ventilación en Invierno:

Caudal de aire a renovar:

$$V = \frac{X}{H_i - H_e} \quad (10)$$

Donde:

V: caudal en m³/h

X: de vapor de agua a extraer en g/h

H_i: humedad absoluta del aire en el interior, expresado en g/m³.

H_e: humedad absoluta del aire en el exterior, expresado en g/m³.

DATOS

H = 1.96 m

T° interior = 18 °C H_{ri} = 50 %

T° exterior = -4.70 °C H_{re} = 45.50 %

Hombre = 72 kg

CO₂ = 40 g/h

Calor = 145 Kc/h

Determinación de valores H_i, H_e

H_i = 7.8 g/m³

H_e = 1.6 g/m³



$$X = 60 \text{ m}^3/\text{h}$$

Reemplazando en la ecuación 1, tenemos:

$$V = \frac{X}{Hi-He}$$

$$(10) V = \frac{60 \text{ g/h}}{7.8 \text{ g/m}^3 - 1.6 \text{ g/m}^3}$$

$$V = 9.6774 \text{ m}^3/\text{h} \dots\dots\dots (\text{Para 01 persona})$$

Para la presente investigación, se estima un promedio de 04 integrantes en una familia, entonces tendremos un caudal del aire a renovar de la vivienda de:

$$V = 38.7097 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Si se quiere ventilar la cantidad calculada de 38.7797 m³/h, debe calentarse el ambiente hasta 18 °C de T°, donde con 50% de HR.
- Para conocer y controlar el contenido de CO₂ a que no alcance 3.5 por mil, verificaremos de acuerdo con la siguiente información:

Una persona exhala por m³: 30 l/h..... (Con un peso promedio de 72kg)

Entonces será:

$$CO_2 = \frac{30}{1000} = 0.03 \text{ l/h}$$

El contenido máximo de CO₂ en atmósfera (interior) de alojamiento debe ser inferior o igual a 3.5 por mil

Entonces será:

$$CO_2(i) = \frac{3.5}{1000} = 0.0035$$

El contenido de CO₂ en el exterior contiene 0.03 por mil

Entonces será:



$$CO_2 (e) = \frac{0.3}{1000} = 0.0003$$

Finalmente obtendremos que, para 01 persona será:

$$V = \frac{0.03}{0.0035 - 0.0003} = 9.3750 \text{ m}^3/h$$

El caudal de aire a renovar para 04 personas será:

$$Q = 37.5 \text{ m}^3/h$$

$$Q = 0.0104 \text{ m}^3/s$$

Movimiento de aire:

$$V = 1.75 \sqrt{\frac{H(T_i - T_e)}{T_e + 270}} \quad (11)$$

Y el caudal (Q) es:

$$Q = S \times V \quad (12)$$

Donde:

V = velocidad en m/s

H = distancia vertical entre salidas y entradas de aire en m.

T_i = temperatura interior en °C

T_e = Temperatura exterior en °C

S = Sección de salida en m²

Q = caudal en m³/s

Datos:

H = 2 m

T_i = 18 °C

T_e = -4.70 °C



Reemplazando en, la ecuación 11:

$$V = 1.75 \sqrt{\frac{H(Ti-Te)}{Te+270}} \quad (11)$$

Tenemos: $V = 0.7239 \text{ m/s}$

Determinamos la Sección de salida (S) – Chimenea:

$$Q = S \times V \quad (12)$$

$$S = Q/V \quad (13)$$

Reemplazando, tenemos:

$$S = \frac{0.0104}{0.7239} = 0.01439 \text{ m}^2$$

4.6.1.2. Ventilación del actor – verano

a. Cálculo de ventilación en verano:

Ventilación:

$$V = \frac{q}{0.3\Delta t} \quad (14)$$

Donde:

V: Cantidad de ventilación en m^3/h

q: Calor producido por 01 persona de 72 kg = 145 Kc/h

Δt : Según cuadro de diferencias de temperatura

DATOS

q : 145 m^3/h

Δt : 1.48 °C



Reemplazando en la ecuación 14, tenemos

$$V = \frac{q}{0.3\Delta t} \quad (14)$$

$$V = \frac{145 \text{ m}^3/\text{h}}{0.30(4)}$$

$$V = 120.8333 \text{ m}^3/\text{h} \quad \dots\dots\dots (\text{Para } 01 \text{ persona})$$

Para la presente investigación, se estima un promedio de 04 integrantes en una familia, entonces tendremos un caudal del aire a renovar de la vivienda de:

$$Q = 483.33 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 0.1343 \text{ m}^3/\text{s}$$

Movimiento de aire, empleamos la ecuación 11:

$$V = 1.75 \sqrt{\frac{H(T_i - T_e)}{T_e + 270}} \quad (11)$$

Y el caudal (Q) es: $Q = S \times V$

Donde:

V = velocidad en m/s

H = distancia vertical entre salidas y entradas de aire en m.

T_i = temperatura interior en °C

T_e = Temperatura exterior en °C

S = Sección de salida en m²

Q = caudal en m³/s



DATOS:

$$H = 2 \text{ m}$$

$$T_i = 18 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_e = 19.48 \text{ }^\circ\text{C}$$

Reemplazando en la ecuación 11, tenemos:

$$V = 1.75 \sqrt{\frac{H(T_i - T_e)}{T_e + 270}} \quad (11)$$

$$V = 0.8905 \text{ m/s}$$

Determinamos la Sección de salida (S) – Chimenea:

$$Q = S \times V \quad (12)$$

$$S = Q/V \quad (13)$$

Reemplazando, tenemos:

$$S = \frac{0.1343}{0.8905} = 0.1508 \text{ m}^2$$

4.6.2 Comportamiento térmico de los materiales

4.6.2.1. Pérdidas y ganancias de calor en materiales:

a. Cálculo de coeficiente de transmisión térmico de ambientes

- Pared

Tabla 28

Determinando el Coeficiente de Transmisión Térmica de la Pared

Paredes	Espesor B(m)(\bar{X})	Conductividad K(W/m ² – °C)	Resistencia R = B/K(m ² °C/w)
Aire Exterior	1.0000	33.4100	0.0299
Revoque de yeso	0.0254	28.4000	0.0009
Adobe	0.3800	6.0000	0.0633
Revoque de yeso	0.0254	28.4000	0.0009
Aire Interior	1.0000	8.3000	0.1205
		R TOTAL	0.2155

Reemplazando en la ecuación 15, tenemos:

$$U = \frac{1}{R_{total}} \quad (15)$$

$$U = \frac{1}{0.2155} = 4.6396 \text{ W/m}^2 - \text{°C}$$

- **Techo**

Tabla 29

Determinando el Coeficiente de Transmisión Térmica del Techo.

Techos	Espesor B(m)(\bar{X})	Conductividad K(W/m ² – °C)	Resistencia R = B/K(m ² °C/w)
Aire Exterior	1.0000	33.4100	0.0299
Calaminon	1.0000	110.0000	0.0091
Cámara de aire (0.50)	1.5000	5.9600	0.2517
Revoque de yeso	1.0000	28.4000	0.0352
Aire Interior	1.0000	8.3000	0.1205
		R Total	0.4464

Reemplazando en la ecuación 15, tenemos:

$$U = \frac{1}{R_{total}} \quad (15)$$

$$U = \frac{1}{0.4464} = 2.2402 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

b. Pérdidas en invierno

- Por infiltración en invierno:

$$W = V \times c/h \times U \times \Delta t \quad (16)$$

Donde:

W: pérdida de calor

V: volumen del cuarto m³

c/h: cambio cada hora (lados de pared con abertura, ver cuadro)

$$U: \text{cte.} = 0.335 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Δt : Diferencia de T° , exterior e interior.

Tabla 30

Pérdida por infiltración (invierno) en los dormitorios.

Ambiente	Volumen (m ³)	c/h	U	Δt	Total
Dormitorio 1	30.2499	1.5000	0.3350	12.1418	184.5621
					184.5621

- Por transmisión en invierno:

$$W = m^2 \times U \times \Delta t \quad (17)$$

Donde:

W: pérdida de calor en watts

m²: cantidad superficie cada material

U: valor de transición cada material

Δt : Diferencia de T°

Tabla 31

Pérdida por Transmisión (invierno) en los dormitorios:

Superficie	Superficie área (m ²)	U	Δt	Total
Paredes	36.8480	4.6396	12.1418	2,075.7684
Ventana	1.1840	1.4200	12.1418	20.4138
Puertas	1.5680	3.6400	12.1418	69.2996
Techos	22.0000	2.2402	12.1418	598.3954
			TOTAL	2,763.8771



- **Resumen de pérdidas en invierno:**

Infiltración: 184.5621

Transmisión: 2,763.8771

Total, Pérdida: 2,948.4392w

c. Ganancia de calor en invierno

- Por radiación solar en invierno:

$$W = m^2 \times Rad\ Solar \times \% \text{transmisión} \quad (18)$$

Donde:

W: ganancia de calor

m²: superficie vidrio

%T: coeficiente de transmisión

Tabla 32

Ganancia por Radiación Solar (invierno) del diseño de la vivienda rural.

Orientación	Área	Ganancia	Factor de	Total
ventana	(m ²)	promedio	transmisión	
Este		244.0000	0.8500	0.0000
Oeste	1.1840	244.0000	0.8500	245.5616
Norte		500.0000	0.8500	0.0000
Sur		29.0000	0.8500	0.0000
			TOTAL	245.5616 W

- Generado por las personas**Tabla 33**

Calor Interno: Calor generado por las personas $Q = cte.$

Persona	Tiempo (h)	Calor sensible	Calor/día
Padre	8.00	72.00	576.00
Madre	12.00	72.00	864.00
Hijo 1	8.00	72.00	576.00
Hijo 2	8.00	72.00	576.00
Total			2,592.00 w

- Resumen de ganancia de calor en invierno

Total, ganancia calor

Por radiación solar = 245.5616 w

Generado por las personas = 2,592.0000 w

Total, ganancia = 2,837.5616 w

Total, pérdida = 2,948.4392 w

Total, ganancia neta = -110.8776 w

% diferencia = -3.9075 %

d. Pérdidas en verano

- Por infiltración en verano:

$$W = V \times c / h \times U \times \Delta t \quad (16)$$

Donde:

W: pérdida de calor

V: volumen del cuarto m³



c/h: cambio cada hora (lados de pared con abertura, ver cuadro)

U: cte. = 0.335 W/m² °C

Δt: Diferencia de T°, exterior e interior.

Tabla 34

Pérdida por Infiltración (verano) en los dormitorios.

Ambiente	Volumen (m ³)	c/h	U	Δt	Total
Dormitorio 1	30.2499	1.5000	0.3350	0.0400	0.6080
					0.6080

- **Por transmisión en verano:**

$$W = m^2 \times U \times \Delta t \quad (17)$$

Donde:

W: pérdida de calor en watts

m²: cantidad superficie cada material

U: valor de transición cada material

Δt: Diferencia de T°

Tabla 35

Pérdida por Transmisión (verano) en los dormitorios:

Superficie	Superficie Área (m ²)	U	Δt	Total
Paredes	36.8480	4.6396	0.0400	6.8384
Ventana	1.1840	1.4200	0.0400	0.0673
Puertas	1.5680	3.6400	0.0400	0.2283
Techos	22.0000	2.2402	0.0400	1.9714
			TOTAL	9.1053

- Resumen de pérdidas en verano:

Infiltración: 0.6080

Transmisión: 9.1053

Total, Pérdida: 9.7134 w

e. Ganancia de calor en verano

- Por radiación solar en verano:

$$W = m^2 \times Rad\ Solar \times \% \text{ transmisión} \quad (18)$$

Donde:

W: ganancia de calor

m²: superficie vidrio

%T: coeficiente de transmisión



Tabla 36

Ganancia por Radiación Solar (invierno) del diseño de la vivienda rural.

Orientación ventana	Área (m ²)	Ganancia promedio	Factor de transmisión	Total
Este		244.0000	0.8500	0.0000
Oeste	1.1840	244.0000	0.8500	245.5616
Norte		500.0000	0.8500	0.0000
Sur		29.0000	0.8500	0.0000
	Total			245.5616 w

- **Generado por las personas**

Tabla 37

Calor Interno: Calor generado por las personas $Q = cte.$

Persona	Tiempo (h)	Calor sensible	Calor/día
Padre	8.00	72.00	576.00
Madre	12.00	72.00	864.00
Hijo 1	8.00	72.00	576.00
Hijo 2	8.00	72.00	576.00
	Total		2,592.00 w



- Resumen de ganancia de calor en verano

Total, ganancia calor		
- por radiación solar	=	245.5616w
- generado por las personas	=	<u>2,592.0000 w</u>
Total, ganancia	=	2,837.5616 w
Total, pérdida	=	<u>9.7134 w</u>
Total, ganancia neta	=	2,827.8482 w
% diferencia	=	99.6577 %

4.7 CÁLCULOS DE LA VIVIENDA PROPUESTA – PROTOTIPO

4.7.1 Cálculo de ventilación

4.7.1.1. Ventilación del actor – invierno

a. Cálculo de ventilación en Invierno:

Caudal de aire a renovar:

$$V = \frac{X}{H_i - H_e} \quad (10)$$

Donde:

V: caudal en m³/h

X: de vapor de agua a extraer en g/h

H_i: humedad absoluta del aire en el interior, expresado en g/m³.

H_e: humedad absoluta del aire en el exterior, expresado en g/m³.

DATOS

$$H = 2.55 \text{ m}$$



$$T^{\circ} \text{ interior} = 18 \quad ^{\circ}\text{C} \qquad \text{Hr} = 50.00 \quad \%$$

$$T^{\circ} \text{ exterior} = -4.7 \quad ^{\circ}\text{C} \qquad \text{Hr} = 45.50 \quad \%$$

$$\text{Hombre} = 72 \quad \text{kg}$$

$$\text{CO}_2 = 40 \quad \text{g/h}$$

$$\text{Calor} = 145 \quad \text{Kc/h}$$

Según calculo

$$H_i = 7.8 \quad \text{g/m}^3$$

$$H_e = 1.6 \quad \text{g/m}^3$$

$$X = 60 \text{ m}^3/\text{h}$$

Reemplazando en la ecuación 10, tenemos:

$$V = \frac{X}{H_i - H_e} \qquad (10)$$

$$V = \frac{60 \text{ g/h}}{7.8 \text{ g/m}^3 - 1.6 \text{ g/m}^3}$$

$$V = 9.6774 \text{ m}^3/\text{h} \dots\dots\dots (\text{Para } 01 \text{ persona})$$

Para la presente investigación, se estima un promedio de 04 integrantes en una familia, entonces tendremos un caudal del aire a renovar de la vivienda de:

$$V = 38.7097 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Si se quiere ventilar la cantidad calculada de 38.7097 m³/h, debe calentarse el ambiente hasta 18 °C de T°, donde con 50% de HR.
- Para conocer y controlar el contenido de CO₂ a que no alcance 3.5 por mil, verificaremos de acuerdo con la siguiente información:



Una persona exhala por m^3 : 30 l/h..... (Con un peso promedio de 72 kg)

Entonces será:

$$CO_2 = \frac{30}{1000} = 0.03 \text{ l/h}$$

El contenido máximo de CO_2 en atmósfera (interior) de alojamiento debe ser inferior o igual a 3.5 por mil

Entonces será:

$$CO_2(i) = \frac{3.5}{1000} = 0.0035$$

El contenido de CO_2 en el exterior contiene 0.03 por mil

Entonces será:

$$CO_2(e) = \frac{0.3}{1000} = 0.0003$$

Finalmente obtendremos que, para 01 persona será:

$$V = \frac{0.03}{0.0035 - 0.0003} = 9.3750 \text{ m}^3/\text{h}$$

El caudal de aire a renovar para 04 personas será:

$$Q = 37.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 0.0104 \text{ m}^3/\text{s}$$

Movimiento de aire:

$$V = 1.75 \sqrt{\frac{H(T_i - T_e)}{T_e + 270}} \quad (11)$$

Y el caudal (Q) es:

$$Q = S \times V \quad (12)$$



Donde:

V = velocidad en m/s

H = distancia vertical entre salidas y entradas de aire en m.

T_i = temperatura interior en °C

T_e = Temperatura exterior en °C

S = Sección de salida en m^2

Q = caudal en m^3/s

Datos:

$H = 2.55$ m

$T_i = 18$ °C

$T_e = -4.7$ °C

Reemplazando en la ecuación 11, tenemos:

$$V = 1.75 \sqrt{\frac{H(T_i - T_e)}{T_e + 270}} \quad (11)$$

$V = 0.7239$ m/s

Determinamos la Sección de salida (S) – Chimenea:

Despejamos la ecuación 12:

$$Q = S \times V \quad (12)$$

Obtenemos, que la sección de salida será dada por la ecuación 13:

$$S = Q/V \quad (13)$$

Reemplazando, tenemos:

$$S = \frac{0.0104}{0.7239} = 0.01439 \text{ m}^2$$

4.7.1.1 Ventilación del actor – verano

a. Cálculo de Ventilación en Verano:

Ventilación:

$$V = \frac{q}{0.3\Delta t} \quad (14)$$

Donde:

V: Cantidad de ventilación en m³/h

q: Calor producido por 01 persona de 72 kg = 145 Kc/h

Δt : Según cuadro de diferencias de temperatura

DATOS

q : 145 m³/h

Δt : 4 °C

Reemplazando en la ecuación 14, tenemos:

$$V = \frac{q}{0.3\Delta t} \quad (14)$$

$$V = \frac{145 \text{ m}^3/\text{h}}{0.30(4)}$$

$$V = 120.8333 \text{ m}^3/\text{h} \quad \dots\dots\dots (\text{Para 01 persona})$$

Para la presente investigación, se estima un promedio de 04 integrantes en una familia, entonces tendremos un caudal del aire a renovar de la vivienda de:

$$Q = 483.33 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 0.1343 \text{ m}^3/\text{s}$$



Determinamos el movimiento de aire, mediante la ecuación 11:

$$V = 1.75 \sqrt{\frac{H(T_i - T_e)}{T_e + 270}} \quad (11)$$

Y el caudal (Q) es, determinado a través de la ecuación 12:

$$Q = S \times V \quad (12)$$

Donde:

V = velocidad en m/s

H = distancia vertical entre salidas y entradas de aire en m.

T_i = temperatura interior en °C

T_e = Temperatura exterior en °C

S = Sección de salida en m²

Q = caudal en m³/s

DATOS:

H = 2.55m

T_i = 18 °C

T_e = 19.48 °C

Reemplazando en la ecuación 11, tenemos:

$$V = 1.75 \sqrt{\frac{H(T_i - T_e)}{T_e + 270}} \quad (11)$$

$$V = 0.8905 \text{ m/s}$$

Determinamos la Sección de salida (S) – Chimenea:

Despejando la ecuación 12:

$$Q = S \times V \quad (12)$$



Obtenemos la ecuación 13, para la determinación de la sección de salida:

$$S = Q/V \quad (13)$$

Reemplazando, tenemos:

$$S = \frac{0.1343}{0.8905} = 0.1507 \text{ m}^2$$

4.7.2 Comportamiento térmico de los materiales

4.7.2.1. Pérdidas y ganancias de calor en materiales:

a. Cálculo de coeficiente de transmisión térmico de ambientes

- Pared

Tabla 38

Determinando el Coeficiente de Transmisión Térmica de la Pared

Paredes	Espesor B(m)(\bar{X})	Conductividad K(W/m ² – °C)	Resistencia R = B/K(m ² °C/w)
Aire Exterior	1.0000	33.4100	0.0299
Revoque de yeso	0.0254	28.4000	0.0009
Revestimiento de concreto	0.0254	68.2000	0.0004
Adobe	0.4000	6.4800	0.0617
Revoque de yeso	0.0254	28.4000	0.0009
Contraplacado Tecnopor y madera	0.0314	1.9250	0.0163
Aire Interior	1.0000	8.3000	0.1205
	R Total		0.2306

Reemplazando en la ecuación 15, tenemos:

$$U = \frac{1}{R_{total}} \quad (15)$$

$$U = \frac{1}{0.2306} = 4.3362 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- **Techo**

Tabla 39

Determinando el Coeficiente de Transmisión Térmica del Techo.

Techos	Espesor B(m)(\bar{X})	Conductividad K(W/m ² – °C)	Resistencia R = B/K(m ² °C/w)
Aire Exterior	1.0000	33.4100	0.0299
Calaminon	1.0000	110.0000	0.0091
Cámara de aire (0.50)	1.5000	5.9600	0.2517
Revoque de yeso	1.0000	28.4000	0.0352
Aire Interior	1.0000	8.3000	0.1205
	R Total		0.4464

Reemplazando en la ecuación 15, tenemos:

$$U = \frac{1}{R_{total}} \quad (15)$$

$$U = \frac{1}{0.4464} = 2.2402 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Piso**Tabla 40***Determinando el Coeficiente de Transmisión Térmica del Piso.*

Piso	Espesor B(m)(\bar{X})	Conductividad K(W/m ² – °C)	Resistencia R = B/K(m ² °C/w)
Terrazo	25.4000	71.0000	0.3577
Alfombra	1.0000	2.7300	0.3663
Madera suave	19.1000	8.3500	2.2874
Madera dura	25.4000	6.2400	4.0705
	R Total		7.0820

Reemplazando en la ecuación 15, tenemos:

$$U = \frac{1}{R_{total}} \quad (15)$$

$$U = \frac{1}{7.0820} = 0.1412 \text{ W/m}^2 \text{ °C}$$

b. Pérdidas en invierno**- Por infiltración en invierno:**

$$W = V \times c/h \times U \times \Delta t \quad (16)$$

Donde:

W: pérdida de calor

V: volumen del cuarto m³

c/h: cambio cada hora (lados de pared con abertura, ver cuadro)

U: cte. = 0.335 W/m² °C Δt : Diferencia de T°, exterior e interior.

Tabla 41*Pérdida por Infiltración (invierno) en los dormitorios.*

Ambiente	Volumen (m ³)	c/h	U	Δt	Total
Dormitorio 1	35.00	1.5000	0.3350	22.70	399.2363
					399.2363

- Por transmisión en invierno:

$$W = m^2 \times U \times \Delta t \quad (17)$$

Donde:

W: pérdida de calor en watts

m²: cantidad superficie cada material

U: valor de transición cada material

Δt: Diferencia de T°

Tabla 42*Pérdida por Transmisión (invierno) en los dormitorios:*

Superficie	Superficie área (m ²)	U	Δt	Total
Paredes	36.0000	5.2982	22.7000	4,329.7057
Ventana	3.0000	1.4200	22.7000	96.7020
Puertas	1.8000	3.6400	22.7000	148.7304
Techos	20.0000	2.2402	22.7000	1,017.0408
	TOTAL			5,592.1788

- **Resumen de pérdidas en invierno:**

Infiltración: 399.2363

Transmisión: 5,592.1788

Total, Pérdida: 5,992.1788w

c. Ganancia de calor en invierno

- **Por radiación solar en invierno:**

$$W = m^2 \times \text{Rad Solar} \times \% \text{ transmisión} \quad (18)$$

Donde:

W: ganancia de calor

m²: superficie vidrio

%T: coeficiente de transmisión

Tabla 43

Ganancia por Radiación Solar (invierno) del diseño de la vivienda rural.

Orientación ventana	Área (m ²)	Ganancia promedio	Factor de transmisión	Total
Este	1.5	244.0000	0.8500	311.1000
Oeste	1.5	244.0000	0.8500	311.1000
Norte		500.0000	0.8500	0.0000
Sur		29.0000	0.8500	0.0000
	Total			622.100 W

- **Generado por las personas**

Tabla 44

Calor Interno: Calor generado por las personas $Q = cte.$

Persona	Tiempo (h)	Calor sensible	Calor/día
Padre	8.00	72.00	576.00
Madre	12.00	72.00	864.00
Hijo 1	8.00	72.00	576.00
Hijo 2	8.00	72.00	576.00
Total			2,592.00 w

- **Resumen de ganancia de calor en invierno**

Total, ganancia calor

por radiación solar = 622.10 w

generado por las personas = 2,592.0000 w

Total, ganancia = 3,214.10w

Total, pérdida = 5,992.1788 w

Total, pérdida neta = 2,778.08 w

% diferencia = 46.36 %

d. Pérdidas en verano

- **Por infiltración en verano:**

$$W = V \times c / h \times U \times \Delta t \quad (16)$$

Donde:

W: pérdida de calor

V: volumen del cuarto m³



c/h: cambio cada hora

U: cte. = 0.335 W/m² °C

Δt: Diferencia de T°, exterior (19.48 °C) e interior (18.00 °C).

Tabla 45

Pérdida por Infiltración (verano) en los dormitorios.

Ambiente	Volumen (m ³)	c/h	U	Δt	Total
Dormitorio 1	35.00	1.5000	0.3350	-1.48	-26.0295
					-26.0295

- Por transmisión en verano:

$$W = m^2 \times U \times \Delta t \quad (17)$$

Donde:

W: pérdida de calor en watts

m²: cantidad superficie cada material

U: valor de transición cada material

Δt: Diferencia de T°

Tabla 46

Pérdida por Transmisión (verano) en los dormitorios:

Superficie	Superficie área (m ²)	U	Δt	Total
Paredes	36.0000	5.2982	-1.4800	-282.2892
Ventana	3.0000	1.4200	-1.4800	-6.3048
Puertas	1.8000	3.6400	-1.4800	-9.6970
Techos	20.0000	2.2402	-1.4800	-66.3093
	TOTAL			-364.6002



- **Resumen de pérdidas en verano:**

Infiltración: -26.0295

Transmisión: -364.6002

Total, Pérdida: -390.6297w

e. Ganancia de calor en verano

- **Por radiación solar en verano:**

$$W = m^2 \times Rad\ Solar \times \% \text{ transmisión} \quad (18)$$

Donde:

W: ganancia de calor

m²: superficie vidrio

%T: coeficiente de transmisión

Tabla 47

Ganancia por Radiación Solar (verano) del diseño de la vivienda rural.

Orientación ventana	Área (m ²)	Ganancia promedio	Factor de transmisión	Total
Este	1.5000	300.0000	0.8500	382.5000
Oeste	1.5000	300.0000	0.8500	382.5000
Norte	0.000	116.0000	0.8500	0.0000
Sur	0.000	116.0000	0.8500	0.0000
Total				765.00 w



- **Generado por las personas**

Tabla 48

Calor Interno: Calor generado por las personas $Q = cte.$

Persona	Tiempo (h)	Calor sensible	Calor/día
Padre	8.00	72.00	576.00
Madre	12.00	72.00	864.00
Hijo 1	8.00	72.00	576.00
Hijo 2	8.00	72.00	576.00
Total			2,592.00 w

- **Resumen de ganancia de calor en verano**

Total, ganancia calor

por radiación solar = 765.00 w

generado por las personas = 2,592.0000 w

Total, ganancia = 3,357.00 w

Total, pérdida (Ganancia) = 390.6297w

Total, ganancia neta = 3,747.6297 w

% diferencia = no hay diferencia %



4.8 CÁLCULOS DE LA VIVIENDA PROPUESTA – PROTOTIPO - INVERNADERO

4.8.1 Cálculo de ventilación

4.8.1.1. Ventilación del actor – invierno

a. Cálculo de ventilación en Invierno:

Caudal de aire a renovar:

$$V = \frac{X}{H_i - H_e} \quad (10)$$

Donde:

V: caudal en m³/h

X: de vapor de agua a extraer en g/h

H_i: humedad absoluta del aire en el interior, expresado en g/m³.

H_e: humedad absoluta del aire en el exterior, expresado en g/m³.

DATOS

H = 2.20 m

T° interior = 18°C

Hr = 65 %

T° exterior = -8.65 °C

Hr = 20 %

Hombre = 72 kg

CO₂ = 40 g/h

Calor = 145 Kc/h



Según ábaco

$$Hi = 7.8 \text{ g/m}^3$$

$$He = 0.6 \text{ g/m}^3$$

$$X = 40 \text{ m}^3/\text{h}$$

Reemplazando en la ecuación 10, tenemos:

$$V = \frac{X}{Hi-He} \quad (10)$$

$$V = \frac{40 \text{ g/h}}{7.8 \text{ g/m}^3 - 0.6 \text{ g/m}^3}$$

$$V = 5.5556 \text{ m}^3/\text{h} \dots\dots\dots (\text{Para 01 persona})$$

Para la presente investigación, se estima un promedio de 04 integrantes en una familia, entonces tendremos un caudal del aire a renovar de la vivienda de:

$$V = 22.2222 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Si se quiere ventilar la cantidad calculada de 88.46 m³/h, debe calentarse el ambiente hasta 15°C de T°, donde con 75% de HR. Contiene 9.5 g/m³ de vapor de agua.

- Para conocer y controlar el contenido de CO₂ a que no alcance 3.5 por mil, verificaremos de acuerdo con la siguiente información:

Una persona exhala por m³: 30 l/h..... (Con un peso promedio de 72 kg)

Entonces será:

$$CO_2 = \frac{30}{1000} = 0.03 \text{ l/h}$$

El contenido máximo de CO₂ en atmósfera (interior) de alojamiento debe ser inferior o igual a 3.5 por mil



Entonces será:

$$CO_2(i) = \frac{3.5}{1000} = 0.0035$$

El contenido de CO₂ en el exterior contiene 0.03 por mil

Entonces será:

$$CO_2(e) = \frac{0.3}{1000} = 0.0003$$

Finalmente obtendremos que, para 01 persona será:

$$V = \frac{0.03}{0.0035 - 0.0003} = 9.3750 \text{ m}^3/\text{h}$$

El caudal de aire a renovar para 04 personas será:

$$Q = 37.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 0.0104 \text{ m}^3/\text{s}$$

Movimiento de aire:

$$V = 1.75 \sqrt{\frac{H(T_i - T_e)}{T_e + 270}} \quad (11)$$

Y el caudal (Q) es:

$$Q = S \times V \quad (12)$$

Donde:

V = velocidad en m/s

H = distancia vertical entre salidas y entradas de aire en m.

T_i = temperatura interior en °C



Te = Temperatura exterior en °C

S = Sección de salida en m²

Q = caudal en m³/s

Datos:

H = 2.20 m

Ti = 3.4918 °C

Te = -8.65 °C

Reemplazando en la ecuación 11, tenemos:

$$V = 1.75 \sqrt{\frac{H(Ti-Te)}{Te+270}} \quad (11)$$

Tenemos: $V = 0.5595$ m/s

Determinamos la Sección de salida (S) – Chimenea:

$$Q = S \times V \quad (12)$$

Obtenemos, que la sección de salida será dada por la ecuación 13:

$$S = \frac{Q}{V} \quad (13)$$

Reemplazando, tenemos:

$$S = \frac{0.0104}{0.5595} = 0.0186 \text{ m}^2$$

4.8.1.2. Ventilación del actor – verano

a. Cálculo de Ventilación en Verano:

Ventilación:

$$V = \frac{q}{0.3\Delta t} \quad (14)$$

Donde:

V: Cantidad de ventilación en m³/h



q: Calor producido por 01 persona de 72 kg = 145 Kc/h

Δt : Según cuadro de diferencias de temperatura

DATOS

q : 145 m³/h

Δt : 4 °C

Reemplazando en la ecuación 14, tenemos:

$$V = \frac{q}{0.3\Delta t} \tag{14}$$

Tenemos:

$$V = \frac{145 \text{ m}^3/\text{h}}{0.30(4)}$$

$$V = 120.8333 \text{ m}^3/\text{h} \dots\dots\dots (\text{Para } 01 \text{ persona})$$

Para la presente investigación, se estima un promedio de 04 integrantes en una familia, entonces tendremos un caudal del aire a renovar de la vivienda de:

$$Q = 483.33 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 0.1343 \text{ m}^3/\text{s}$$

Determinamos el movimiento de aire, mediante la ecuación 11:

$$V = 1.75 \sqrt{\frac{H(T_i - T_e)}{T_e + 270}} \tag{11}$$

Y el caudal (Q) es, determinado a través de la ecuación 12:

$$Q = S \times V \tag{12}$$

Donde:



V = velocidad en m/s

H = distancia vertical entre salidas y entradas de aire en m.

Ti = temperatura interior en °C

Te = Temperatura exterior en °C

S = Sección de salida en m²

Q = caudal en m³/s

DATOS:

H = 2.20 m

Ti = 18 °C

Te = 17.96 °C

Reemplazando en la ecuación 11, tenemos:

$$V = 1.75 \sqrt{\frac{H(T_i - T_e)}{T_e + 270}} \quad (11)$$

$$V = 0.0306 \text{ m/s}$$

Despejando la ecuación 12:

$$Q = S \times V \quad (12)$$

Obtenemos la ecuación 13, para la determinación de la sección de salida:

$$S = Q/V$$

Reemplazando, tenemos:

$$S = \frac{0.1343}{0.0306} = 4.3886 \text{ m}^2$$

4.8.2 Comportamiento térmico de los materiales

4.8.2.1. Pérdidas y ganancias de calor en materiales:

a. Cálculo de coeficiente de transmisión térmico de ambientes

- Pared

Tabla 49

Determinando el Coeficiente de Transmisión Térmica de la Pared

Paredes	Espesor B(m)(\bar{X})	Conductividad K(W/m ² – °C)	Resistencia R = B/K(m ² °C/w)
Aire Exterior	1.0000	33.4100	0.0299
Policarbonato	1.0000	6.2500	0.1600
Aire Interior	1.0000	8.3000	0.1205
		R TOTAL	0.3104

Reemplazando en la ecuación 15, tenemos:

$$U = \frac{1}{R_{total}} \quad (15)$$

$$U = \frac{1}{0.3104} = 3.2215 \text{ W/m}^2 - ^\circ\text{C}$$

- Techo**Tabla 50***Determinando el Coeficiente de Transmisión Térmica del Techo.*

Techos	Espesor B(m)(\bar{X})	Conductividad K(W/m ² – °C)	Resistencia R = B/K(m ² °C/w)
Aire Exterior	1.0000	33.4100	0.0299
Policarbonato	1.0000	6.2500	0.1600
Aire Interior	1.0000	8.3000	0.1205
	R TOTAL		0.3104

Reemplazando en la ecuación 15, tenemos:

$$U = \frac{1}{R_{total}} \quad (15)$$

$$U = \frac{1}{0.3104} = 3.2215 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

b. Pérdidas en invierno**- Por infiltración en invierno:**

$$W = V \times c/h \times U \times \Delta t \quad (16)$$

Donde:

W: pérdida de calor

V: volumen del cuarto m³

c/h: cambio cada hora (lados de pared con abertura, ver cuadro)

U: cte. = 0.335 W/m² °C Δt : Diferencia de T°, exterior e interior.

Tabla 51*Pérdida por Infiltración (invierno) en el invernadero:*

Ambiente	Volumen (m ³)	c/h	U	Δt	Total
Invernadero	21.7800	2.0000	0.3350	12.1418	177.1804
					177.1804

- Por transmisión en invierno:

$$W = m^2 x U x \Delta t \quad (17)$$

Donde:

W: pérdida de calor en watts

m²: cantidad superficie cada material

U: valor de transición cada material

 Δt : Diferencia de T°**Tabla 52***Pérdida por Transmisión (invierno) en el invernadero:*

Superficie	Superficie área (m ²)	U	Δt	Total
Paredes	21.1200	3.2215	12.1418	826.1083
puerta	1.8000	1.4200	12.1418	31.0344
Techo	9.9000	3.2215	12.1418	387.2382
			TOTAL	1,244.3810



- **Resumen de pérdidas en invierno:**

Infiltración: 177.1804

Transmisión: 1,244.3810

Total, Pérdida: 1,421.5614 w

c. Ganancia de calor en invierno

- **Por radiación solar en invierno:**

$$W = m^2 \times Rad\ Solar \times \% \text{transmisión} \quad (18)$$

Donde:

W: ganancia de calor

m²: superficie vidrio

%T: coeficiente de transmisión

Tabla 53

Ganancia por Radiación Solar (invierno) del diseño del invernadero.

Orientación ventana	Área (m ²)	Ganancia promedio	Factor de transmisión	Total
Este	3.3000	244.0000	0.8500	684.4200
Oeste	3.3000	244.0000	0.8500	684.4200
Norte	14.5200	500.0000	0.8500	6,171.0000
Sur		29.0000	0.8500	0.0000
			TOTAL	7,539.8400 W



- **Generado por las personas**

Tabla 54

Calor Interno: Calor generado por las personas $Q = cte.$

Persona	Tiempo (h)	Calor sensible	Calor/día
Padre	0.1500	72.00	10.8000
Madre	0.1500	72.00	10.8000
		Total	21.60 w

- **Resumen de ganancia de calor en invierno**

Total, ganancia calor

por radiación solar = 7,539.8400 w

generado por las personas = 21.6000 w

Total, ganancia = **7,561.4400 w**

Total, pérdida = 1,421.5614 w

Total, ganancia neta = 6,139.8786 w

% diferencia = 81.1999 %

d. Pérdidas en verano

- **Por infiltración en verano:**

$$W = V \times c/h \times U \times \Delta t \quad (16)$$

Donde:

W: pérdida de calor

V: volumen del cuarto m³

c/h: cambio cada hora

$$U: \text{cte.} = 0.335 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Δt : Diferencia de T°, exterior e interior.

Tabla 55

Pérdida por Infiltración (verano) en el invernadero.

Ambiente	Volumen (m ³)	c/h	U	Δt	Total
Invernadero	21.7800	2.0000	0.3350	0.0400	0.5837
					0.5837

- **Por transmisión en verano:**

$$W = m^2 \times U \times \Delta t \quad (17)$$

Donde:

W: pérdida de calor en watts

m²: cantidad superficie cada material

U: valor de transición cada material

Δt : Diferencia de T°

Tabla 56

Pérdida por Transmisión (verano) en el invernadero:

Superficie	Superficie área (m ²)	U	Δt	Total
Paredes	21.1200	3.2215	0.0400	2.7215
Puerta	1.8000	1.4200	0.0400	0.1022
Techo	9.9000	1.4200	0.0400	0.5623
			TOTAL	3.3861



- **Resumen de pérdidas en verano:**

Infiltración: 0.5837

Transmisión: 3.3861

Total, Pérdida: 3.9698 w

e. Ganancia de calor en verano

- **Por radiación solar en verano:**

$$W = m^2 \times Rad\ Solar \times \% \text{ transmisión} \quad (18)$$

Donde:

W: ganancia de calor

m²: superficie vidrio

%T: coeficiente de transmisión

Tabla 57

Ganancia por Radiación Solar (verano) del diseño del invernadero

Orientación ventana	Área (m ²)	Ganancia promedio	Factor de transmisión	Total
ESTE	3.3000	244.0000	0.8500	684.4200
OESTE	3.3000	244.0000	0.8500	684.4200
NORTE	14.5200	500.0000	0.8500	6,171.0000
SUR		29.0000	0.8500	0.0000
TOTAL				7,539.8400 w



- **Generado por las personas**

Tabla 58

Calor Interno: Calor generado por las personas $Q = cte.$

Persona	Tiempo (h)	Calor sensible	Calor/día
Padre	0.1500	72.0000	10.8000
Madre	0.1500	72.0000	10.8000
		TOTAL	21.6000 w

- **Resumen de ganancia de calor en verano**

Total, ganancia calor

- por radiación solar = 7,539.8400 w

- generado por las personas = 21.6000 w

Total, ganancia = 7,561.4400 w

Total, pérdida = 0.5837 w

Total, ganancia neta = 7,560.8563 w

% diferencia = 99.9923 %

4.9 RESULTADOS DEL ANÁLISIS COMPARATIVO

Tabla 59

Resumen del análisis comparativo de pérdida y ganancia de calor en invierno

Descripción	Vivienda tradicional (w)	Vivienda Sumaq Wasi	Vivienda propuesta (Prototipo + Invernadero)	Vivienda tradicional	Vivienda Sumaq Wasi	Vivienda propuesta (Prototipo + Invernadero)
Radiación Solar	1057.4	245.56	399.2363	1057.4	245.56	765.00
Por Persona	2592	2592	5592.1788	2592	2592	2592.00
Preparación de alimentos	0	0	0	0	0	0.00
Total, Ganancia Calor	3649.4	2837.56	5991.4151	3649.4	2837.56	3357.00
Total, Pérdida Calor	5991.4158	2948.44	3214.1	(+) 390.6897	9.71	(+) 390.6297
Total, Ganancia Neta	-	-110.88	2777.3151	4040.09	2827.85	3747.629

Respecto a la utilización de materiales empleados en el módulo de vivienda propuesta se determina que son seleccionados principalmente por la accesibilidad y disponibilidad en la zona, resultando económico, ya que los pobladores no invertirán mucho dinero en la construcción de los módulos a diferencia de la adquisición y construcción con materiales industrializados, ya que muchas veces por la lejanía y el alto costo se limitan a continuar con las construcciones de manera artesanal; siendo la razón en optar este diseño la utilización prioritaria de material propio de la zona (tierra) para la construcción de muros, además se ha distribuido los ambientes, y ubicación e ingreso de luz de acuerdo a la trayectoria solar. (Rojas, Fernández, Zambrano, & Paredes, 2022),



determinaron que los materiales a emplearse en la construcción de viviendas limitan el confort térmico y sugieren se empleen calefactores que implican consumo energético, sin embargo, en esta investigación pudimos determinar que es posible lograr un confort térmico con el uso adecuado de materiales, orientación y una buena distribución de ambientes, ya que muchas personas no podrían alcanzar a costear los gastos por consumo energético, así como lo propusieron los autores. Molina, Lefebvre, Horn, & Gómez (2020) en su estudio incorporaron un invernadero a su módulo habitacional generando de esta manera un mejor aislamiento de la envolvente, en la presente investigación se consideró la incorporación de un invernadero que da directamente a las habitaciones, del que se logró una mayor ganancia de calor durante el día obteniendo un incremento de temperatura notable durante la noche en los ambientes destinados al descanso de los habitantes. Cabe señalar que Huaquisto (2021), en el estudio de viviendas rurales en el altiplano puneño determina que muestran mala distribución, orientación y carencia de materiales térmicos, porque no utilizan materiales adecuados para enfrentar los cambios climáticos drásticos y bajas temperaturas, el espesor de muros no es suficiente para propiciar un espacio térmico habitable en la zona, los techos están cubiertas de calamina galvanizada, que no mantienen las temperaturas apropiadas y que trae consigo diferentes patologías como humedad y bajas temperaturas, muestran en general orientación inadecuada y las ventanas no están ubicadas a favor, motivo que no se aprovecha el calor del sol resultando ambientes frías.



V. CONCLUSIONES

- De los factores físicos; las viviendas tradicionalmente construidas en el centro poblado de Quenafaja el número de ambientes varían de 2 a 3 habitaciones por familia, el material empleado en los muros son de adobe en un 60 %, y el material predominante en los pisos son de tierra apisonada, la orientación de puertas y ventanas no poseen criterio técnico, el uso de los materiales propios de la zona son utilizados a la fecha por su accesibilidad y bajo costo; las viviendas (Sumaq Wasi) poseen muros de adobe y piso de concreto pulido, sin embargo, es un módulo con un área total de 22.00 m² que limita el refugio de las personas en épocas de frío.
- De los factores ambientales; de acuerdo a registro de temperatura, se ha verificado una temperatura mínima de 2.1 °C y una temperatura máxima de 24.1 °C en el interior de las viviendas tradicionales, por otro lado, en el interior de las viviendas (Sumaq Wasi) se ha registrado cifras similares, siendo la mínima de 2.7 °C y una máxima de 24.3 °C en el interior, siendo estas un riesgo para la salud ya que no brindan confort térmico para los habitantes; la casita caliente muestra mejor control de temperatura que a la casita tradicional por las deficiencias en la construcción y mantenimiento de la infraestructura porque muestra pérdidas por transmisión e infiltración en el área de los materiales, pero continúa afectando directamente a la salud de la familia en época de invierno.
- Se propone en el diseño de vivienda para mejorar el confort térmico, para la adecuación de la vivienda tradicional, con la implantación de sistemas pasivos de climatización, mediante el sistema de un invernadero adosado a los que también se le adicionan mejoras constructivas en cada uno de sus componentes como son los muros, techos, claraboyas, puertas, ventanas, revoques y revestimientos, luego de haber procesado esta información se pudo verificar que la vivienda tradicional,



construida artesanalmente en invierno alcanzan una pérdida total neto de 2,342.015 w de calor y la vivienda rural bioclimática alcanza una pérdida de 110.88 w, y en temporadas de verano vivienda construida artesanalmente adquiere una ganancia total neto de 4,040.09 w, y la vivienda rural bioclimática adquiere una ganancia de 2,827.85 w, mientras que la propuesta de mejora alcanza un ganancia de calor en invierno y verano de 2,777.31 y 3,747.63 w respectivamente, determinando un resultado que no produce desequilibrio en los extremos de invierno y verano lo que nos permitió plantear un nuevo diseño de vivienda bioclimática para las mejoras en condiciones de confort térmico y garantizar la habitabilidad, el nuevo diseño busca aportar con el desarrollo de la comunidad.



VI. RECOMENDACIONES

A través de este trabajo e investigación y tras la revisión de diversas fuentes bibliográficas pudimos identificar que el adobe garantiza la confortabilidad térmica, así también al ser un material accesible aminora costos para su construcción, siendo así una solución económicamente rentable para las personas con bajos recursos a fin de que puedan construir sus viviendas, por lo que se busca que las entidades puedan emplear este material para la construcción de locales comunales, cobertizos, módulos de viviendas habitacionales especialmente en las zonas altoandinas lo que contribuirá también a la revalorización de estas técnicas de construcción ancestrales.

A fin de lograr un diseño adecuado que solucione la problemática de cada poblador es necesario que se realicen estudios in situ, ya que cada diseño de módulo dependerá de la ubicación, factores climatológicos (temperatura, humedad relativa).

Se debe difundir y promover a nivel de los gobiernos locales distritales provinciales y gobierno regional las propuestas de construcción de viviendas bioclimáticas para construcciones existentes y para las que se tiene proyectado, mediante capacitaciones y lograr mejorar las condiciones de vida de la población rural, tener en consideración los resultados de la presente investigación para posteriores acciones constructivas que promuevan los gobiernos de turno o instituciones que busquen la confortabilidad bioclimática.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, G. A., Karkri, M., Lefebvre, G., Horn, M., & Solis, J. L. (2017). Thermal properties of adobe employed in Peruvian rural areas: Experimental results and numerical simulation of a traditional bio-composite material. *Case Studies in Construction Materials Journal*, 6, 177-191. doi:10.1016/j.cscm.2017.02.001
- Acero, N. (2016). Evaluación y diseño de vivienda rural bioclimática en la comunidad campesina de Ccopachullpa del distrito de Ilave. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5441>
- Aizana, W., & Romero, D. (2021). Aspectos de la Configuración Arquitectónica en el Confort Térmico de las Viviendas del Barrio San Bernardo del Distrito de Sapallanga Provincia de Huancayo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12848/2940>
- Alvarez, K., Maldonado, E., Montaña, Y., Neria, S., & Yahuitl, J. (2015). Adecuación bioclimática de un edificio de oficinas. México: Instituto Politécnico Nacional.
- Arauz, M. (2010). Adecuación de los triángulos de confort, para las condiciones climatológicas dominantes en la República Mexicana. Unidad Azcapotzalco. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11191/5541>
- Calla, A. (2007). Vigencia de recursos endógenos en la producción social de la vivienda rural. *Revista INVI*, 22(60), 133-165.
- Chaiña, I. (2019). Propuesta de vivienda rural saludable en el centro poblado de Accaso del distrito de Pilcuyo El Collao Ilave Puno. *Ciencia & Desarrollo*, 21, 73-84. doi:<https://doi.org/10.33326/26176033.2017.21.734>



- Conforme-Zambrano, G., & Castro-Mero, J. (2020). Arquitectura bioclimática. *Polo del Conocimiento*, 5(03), 751-779. doi:<http://dx.doi.org/10.23857/pc.v5i3.1381>.
- Congreso Constituyente Democrático. (1993). Constitución Política del Perú de 1993.
- Correa, T. (2019). *Conceptualización de la vivienda rural*. Panamá: Editorial Portobelo.
- Econova. (s.f.). *La arquitectura vernácula: recurrir a los orígenes para una construcción más sostenible*. Obtenido de Institute of Architecture and Engineering: <https://econova-institute.com/arquitectura-vernacula/>
- Escobar, R. (15 de julio de 2016). Frío y olvido en los Andes. *El País*. Obtenido de https://elpais.com/elpais/2016/07/13/planeta_futuro/1468419517_148536.html
- Fanger, O. (1972). *Thermal Comfort. Analysis and Applications in Environmental Engineering*. E.U: McGraw-Hill.
- Fernandez. (1994). *Clima y confortabilidad humana*.
- Givoni, B. (1969). *Man, climate, and architecture*. Amsterdam: Elsevier Publishing Company Limited.
- González, D., Párraga, V., & Fabián, J. (2016). Urban resilience and housing thermal environment. *Architecture and Urban*, XXXVI(2), 63-73.
- Gutierrez, A., Quispe, G., Mendoza, A., Betancur, H., & Ramos, E. (2021). Confort térmico y el riesgo de infecciones respiratorias en los adultos mayores en la sierra rural del Perú. *Revista Española de Geriátría y Gerontología*, 56(1), 24-28.
- Holguino, A., Olivera, L., & Escobar, K. (2018). Confort térmico en una habitación de adobe con sistema de almacenamiento de calor en los andes del Perú. *Journal of High Andean Research*, 20(3), 289-300.



- Huaquisto, E. (2005). *Manual del curso de Diseño Rural*.
- Huaquisto, E. (2021). *Diseño Rural. Comportamiento térmico de materiales*.
- Jiao, Y., Yu, H., Yu, Y., Wang, Z., & Wei, Q. (2020). Adaptive thermal comfort models for homes for older people in Shanghai, China. *Energy and Buildings*, 215. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109918>
- Lamberts, R. (2011). Conforto e stress térmico. [*Confort y estrés térmico*]. LabEEE.
- Li, R., Wang, M., & Zhu, J. (2019). Indoor thermal environment monitoring and evaluation of double-deck prefabricated house in central China-taking Zhengzhou area as an example. *Energy Procedia*, 158, 2812-2819. doi:<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.02.043>
- Lozano, C. (2010). Aplicación de sistemas de ventilación natural para el confort térmico de las habitaciones en un conjunto de viviendas multifamiliares - distrito de Pichanaki. [*Tesis*]. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Martínez, P., Sarmiento, P., & Urquieta, W. (2005). Evaluación de la humedad por condensación al interior de viviendas sociales. *Revista INVI*, 20(55), 154-165. doi:[10.4067/invi.v20i55.323](https://doi.org/10.4067/invi.v20i55.323)
- MINAM. (2016). *El Perú y el cambio climático*. (1). (Ministerio del ambiente, Ed.) Lima, Perú.
- Molina, J., Lefebvre, G., Horn, M., & Gómez, M. (2020). Diseño de un módulo experimental bioclimático obtenido a partir del análisis de simulaciones térmicas para el centro poblado de Imata (4519 m s.n.m.) ubicado en Arequipa, Perú.



Información tecnológica, 31(2), 173-186. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000200173>

Mora, R. (1970). II Asamblea general de la asociación mundial de la vivienda rural. Málaga: s.e.

Muñoz, C. (2003). *Geografía (2º Bachillerato)*. Madrid: ANAYA.

Organización de las Naciones Unidas. (2010). El derecho a una vivienda adecuada. *Folleto Informativo N° 21*(Rev. 1), 3-4.

Orozco, B., & Rojas, E. (1999). Vivienda rural y medio ambiente. *Luna Azul*, 1-5.

Poma, L. (2020). Propuesta de arquitectura bioclimática aplicada a viviendas unifamiliar para mejorar el confort térmico de sus habitantes en el distrito de Pucará. [*Tesis de Doctorado*]. Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/6150>

Programa Nacional de Viviendas Rurales. (s.f.). *gob.pe*. Recuperado el 14 de junio de 2023, de <https://www.gob.pe/institucion/pnvr/institucional>

Quiroz, J. (1972). *Construcciones Rurales*. Lima, Perú.

Robledo, J. (1985). *El Drama de la Vivienda en Colombia, y la Política del “Si se Puede”* (1a ed ed.). El Áncora Editores.

Rojas, M. A., Fernández, L. M., Zambrano, L., & Paredes, A. (2022). Análisis de la vivienda rural utilizando el confort térmico como medida de habitabilidad. *CienciAmérica*, 11(2), 124-138. doi:10.33210/ca.v11i2.399



- Rosales, S., & Caminada, R. (2015). El eterno retorno del fenómeno de las heladas en el Perú.: Obtenido de https://derecho.usmp.edu.pe/wp-content/uploads/2022/05/el_eterno_retorno_del_fenomeno.pdf.
- Sagastume, W. (2006). Influencia de los factores climáticos en el diseño para la vivienda urbana ubicada en climas extremos. *179*. Universidad Rafael Landívar.
- Sanchez, C., & Jiménez, E. (2010). La vivienda rural: Su complejidad y estudio desde diversas disciplinas. *Luna Azul*, 23.
- Sanchez, E. (1997). *Arquitectura Bioclimática: Consideraciones generales*.
- Saneamiento, M. d. (2021). Reglamento Nacional de Edificaciones. *Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada*. Perú.
- Saravia, J. (1986). Planificación de aldeas rurales. La Paz, Bolivia: Juventud.
- SENAMHI. (2020). *Mapa Climático del Perú*. Recuperado el 2023, de <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru#:~:text=Entre%20los%20climas%20de%20mayor,y%20c%C3%A1lido%20en%20la%20selva>.
- Urbina, J. (1990). *Construcciones rurales*. Lima, Perú: UNALM.
- Vaquero, E. (1987). *Diseño y Construcción de Alojamientos Ganaderos* (3 ed.).
- Vilca, H. M., & Ticona, J. G. (2022). *Vivienda rural bioclimatizada para mejorar el confort térmico en la zona altoandina*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. doi:<https://doi.org/10.35622/inudi.b.023>



Villafuerte, J. (s.f.). *Gsagua*. Recuperado el junio de 2023, de Gestión sostenible del agua:

<https://gsagua.com/cursos/blogs/julio-cesar-villafuerte-osambela/heladas-que-matan/>

Zhang, H., Chen, Y., Rui, J., Yoshino, H., Zhang, J., Chen, X., & Liu, J. (2019). Effects of thermal environment on elderly in urban and rural houses during heating season in a severe cold region of China. *Energy and Buildings*, 61-74. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.05.059>



ANEXOS



ANEXO 1: Ficha de encuesta para evaluación de factores físicos y ambientales de
viviendas rurales ejecutadas tradicionalmente y por MVCS.

I. DATOS DEL JEFE DEL HOGAR

1. Edad de la socio/a en años cumplidos.....
2. Número de miembros en el hogar.....
3. ¿Cuál es el último año o grado que aprobó en la institución educativa?:
 - Sin nivel1 - Educación inicial.....2
 - Primaria incompleta.....3 -Primaria completa.....4
 - Secundaria incompleta.....5 - Secundaria completa..... 6
 - Otro (especifique).....7
4. ¿Cuál es su actividad económica principal?
 - Agricultor.....1
 - Ganadero.....2
 - Comercio.....3 -
 - Artesanía.....4
 - Otro (especifique).....5



II. DATOS DE LA VIVIENDA

1. ¿Sin contar baño y cocina, cuantas habitaciones en total tiene la vivienda?
.....
2. El material predominante en paredes exteriores es:
 - a. Ladrillo o bloque de concreto..... 1
 - b. Mampostería de piedra..... 2
 - c. Adobe.....3
 - d. Piedra con barro..... 4
 - e. Otro material.....5 (Especifique)
3. El material predominante en pisos es:
 - a. Parquet.....1
 - b. Losetas, terrazos o similares 2
 - c. Madera entablada.....3
 - d. Concreto.....4
 - e. Tierra apisonada5
 - f. Otro material6 (Especifique)
4. El material predominante en los techos es:
 - a. Losa de concreto armado 1
 - b. Calamina galvanizada.....2
 - c. Paja con totora3
 - d. Otro material.....4 (Especifique).
5. ¿A qué dirección se dirigen las puertas de su casa?
 - a. La cocina..... ..



- b. El dormitorio.....
 - c. Almacén.....
6. ¿A qué dirección se dirigen las ventanas de su casa?
- a. La cocina.....
 - b. El dormitorio.....
 - c. Almacén.....
7. ¿Por qué no utilizó los materiales propios de la zona en la construcción de sus viviendas?
- a. Los materiales son difíciles para preparar1
 - b. Es difícil para construir2
 - c. Requiere más tiempo en la construcción 3
 - d. No son presentables..... 4
 - e. Las viviendas duran poco tiempo5
 - f. Se ensucian rápido 6
 - g. Otros (especifique) La tierra no es favorable..... 7.

De ser la construcción de sus viviendas o de construir con paredes de ladrillo o bloques de concreto, techos de calamina galvanizada o losas de concreto armado y pisos de concreto o madera.

8. ¿Por qué utilizó los materiales indicados en la construcción de sus viviendas?
- a. Los materiales son fáciles de comprar1
 - b. Es fácil para construir2
 - c. Ahora tiempo en la construcción 3
 - d. Es más presentable y bonito 4



- e. Las viviendas duran más tiempo5
 - f. Es más caliente6
 - g. Es más moderno para estos tiempos7
 - h. Otros (especifique) Costumbre.....8.
9. ¿En temporada de invierno (frío o heladas) que tipo de construcción es más caliente o recomendable para vivir o dormir?
- a. Viviendas con pared de adobe y techo de paja 1
 - b. Viviendas con pared de adobe y techo de calamina 2
 - c. Viviendas con pared de bloque de concreto y techo de calamina 3
 - d. Viviendas con pared de piedra con barro y techo de calamina 4
 - e. Viviendas de material noble 5
 - f. Otros (especifique)8.
10. ¿Cuánto es el jornal en la construcción de viviendas? S/.
11. ¿Cuántos adobes de 0.30x0.40x0.10m hacen en un día entre tres personas?
.....
12. ¿Cuántos bloques de concreto 0.15x0.40x0.20 m hacen en un día entre tres personas?
13. ¿Cuántos amarres de totora se utiliza para un dormitorio de 4.00x8.00 m?
.....
14. ¿Cuánto es el costo de cada atado de totora? S/.



15. ¿Cuántos amarres de paja se utiliza para un dormitorio de 4.00x8.00 m?

.....

16. ¿Cuánto es el costo de un amarre paja? S/.

III. GESTIÓN AMBIENTAL

1. ¿Frecuentemente que hace con los residuos orgánicos?

a. Queman..... 1

b. Deja en campo.....2

c. Usa de abono 3

d. Entierran 4

e. Usa como alimento para animales5

2. ¿Qué hacen con las aguas residuales?

a. Botan al campo..... 1

b. Red de desagüe pública 2

c. Ingresa a la poza séptica 3

d. Hace tratamiento 4

e. Bota al río o acequia 5

3. ¿Frecuentemente que hace con los envases?

a. Quema..... 1

b. Recicla..... 2

c. Arrojan al campo..... 3

d. Entierra 4

e. Venden 5

f. Lavan para su reúso..... 6



4. El baño o servicio higiénico que tiene su hogar está conectado a:
- a. Red pública de desagüe es dentro de la vivienda..... 1
 - b. Pozo séptico2
 - c. Red pública de desagüe es fuera de la vivienda (letrina) ...3
 - d. Pozo ciego4
 - e. Río, acequia o canal5
 - f. Otra (especifique).....6
 - g. No tiene7



ANEXO 2: Información climatológica de viviendas en estudio

Información climatológica de temperatura y humedad relativa de viviendas en estudio									
Fecha	Casa tradición al temperatura °C	Cas tradic. HR, %	Casa Trad. Punto de rocío, °C	Casa caliente Temp, °C	Casa caliente HR, %	Casa caliente Punto rocío, °C	Exterior Temp, °C	Exterior HR, %	Exterior PR, °C
2021-05-31 16:00:00	27.06	45.39	15.12	27.33	46.80	1.04	25.76	49.59	-5.17
2021-05-31 16:15:00	27.14	38.19	12.25	27.41	41.65	-1.65	26.38	43.95	-4.98
2021-05-31 16:30:00	26.87	36.97	10.64	26.95	40.77	-2.02	26.27	42.78	-5.88
2021-05-31 16:45:00	26.51	36.65	7.72	26.57	40.53	-0.82	26.03	41.82	-6.14
2021-05-31 17:00:00	26.30	36.82	3.15	26.30	40.48	-1.36	25.79	41.21	-2.70
2021-05-31 17:15:00	25.97	36.18	2.70	25.92	40.02	-2.75	25.54	40.68	-1.11
2021-05-31 17:30:00	25.54	35.26	0.40	25.54	39.68	0.17	25.25	39.85	-1.41
2021-05-31 17:45:00	25.14	35.06	0.02	25.11	39.33	1.73	24.95	39.58	0.08
2021-05-31 18:00:00	24.60	33.99	-1.02	24.65	38.89	-0.12	24.60	38.55	0.17
2021-05-31 18:15:00	23.77	32.99	1.74	23.93	38.23	-1.45	24.04	37.94	1.09
2021-05-31 18:30:00	23.37	33.94	8.92	23.58	38.53	0.41	23.55	37.94	2.29
2021-05-31 18:45:00	23.23	34.62	6.06	23.47	38.67	0.69	23.31	38.77	1.72
2021-05-31 19:00:00	23.02	34.84	3.59	23.23	38.36	0.53	23.10	38.82	0.41
2021-05-31 19:15:00	22.67	34.94	7.14	22.91	38.11	0.56	22.80	38.92	-0.75
2021-05-31 19:30:00	22.32	35.04	1.59	22.56	37.92	0.74	22.48	38.82	-0.91
2021-05-31 19:45:00	21.92	35.06	3.11	22.21	37.77	1.06	22.13	38.55	0.02
2021-05-31 20:00:00	21.52	35.09	3.36	21.81	37.58	0.98	21.71	38.33	1.99
2021-05-31 20:15:00	21.06	35.13	1.47	21.38	37.40	0.69	21.28	38.14	2.58
2021-05-31 20:30:00	20.58	35.18	0.85	20.93	37.21	-0.18	20.80	38.02	2.74
2021-05-31 20:45:00	20.07	35.26	0.85	20.45	37.04	-0.44	20.29	37.92	2.73
2021-05-31 21:00:00	19.43	35.18	1.32	20.02	37.09	-0.46	19.78	37.82	4.62
2021-05-31 21:15:00	18.65	35.65	1.35	19.51	36.79	-0.25	19.14	37.92	4.85
2021-05-31 21:30:00	17.90	36.23	1.01	18.87	36.50	0.39	18.47	38.04	4.42
2021-05-31 21:45:00	17.15	36.79	1.59	18.23	36.26	0.55	17.80	38.26	4.29
2021-05-31 22:00:00	16.48	37.36	1.48	17.58	36.09	0.55	17.15	38.41	3.88
2021-05-31 22:15:00	15.83	37.84	1.33	16.99	35.96	0.34	16.51	38.63	4.05
2021-05-31 22:30:00	15.21	38.36	1.16	16.37	35.89	0.23	15.91	38.85	4.04
2021-05-31 22:45:00	14.62	38.85	0.93	15.78	35.79	0.32	15.32	39.02	4.01
2021-05-31 23:00:00	14.07	39.31	-0.37	15.24	35.72	0.36	14.78	39.26	3.88
2021-05-31 23:15:00	13.56	39.70	-0.14	14.70	35.65	0.36	14.24	39.46	0.95
2021-05-31 23:30:00	13.06	40.11	-0.26	14.18	35.60	0.41	13.75	39.70	0.55
2021-05-31 23:45:00	12.60	40.43	-0.13	13.69	35.60	0.50	13.26	39.87	-0.72
2021-06-01 00:00:00	12.13	40.80	-0.14	13.20	35.52	0.57	12.76	40.07	-1.34
2021-06-01 00:15:00	11.67	41.04	0.13	12.71	35.48	0.42	12.33	40.21	-2.43
2021-06-01 00:30:00	11.20	41.26	-0.24	12.24	35.43	0.27	11.86	40.36	-3.15
2021-06-01 00:45:00	10.73	41.41	-0.28	11.78	35.35	0.37	11.39	40.46	-3.81
2021-06-01 01:00:00	10.25	41.56	-0.39	11.28	35.28	0.35	10.92	40.55	-4.12
2021-06-01 01:15:00	9.75	41.70	-0.61	10.78	35.21	0.11	10.42	40.63	-4.29
2021-06-01 01:30:00	9.30	41.85	-0.62	10.28	35.16	-0.05	9.95	40.70	-4.37
2021-06-01 01:45:00	8.83	42.02	-0.69	9.81	35.09	-0.16	9.47	40.77	-5.47
2021-06-01 02:00:00	8.37	42.14	-0.68	9.33	35.04	0.03	8.99	40.87	-5.67
2021-06-01 02:15:00	7.89	42.29	-0.74	8.85	34.99	0.34	8.54	40.94	-5.30
2021-06-01 02:30:00	7.47	42.43	-0.84	8.40	34.94	0.51	8.09	41.04	-5.70
2021-06-01 02:45:00	7.04	42.56	-0.96	7.95	34.89	0.54	7.64	41.14	-5.92
2021-06-01 03:00:00	6.61	42.73	-0.90	7.49	34.82	0.61	7.21	41.26	-5.78
2021-06-01 03:15:00	6.20	42.95	-1.10	7.07	34.82	0.56	6.81	41.38	-5.92
2021-06-01 03:30:00	5.86	43.12	-1.20	6.69	34.79	0.60	6.43	41.51	-5.73
2021-06-01 03:45:00	5.51	43.34	-1.25	6.32	34.79	0.43	6.06	41.63	-5.41
2021-06-01 04:00:00	5.16	43.56	-1.39	5.94	34.77	0.27	5.71	41.78	-5.59
2021-06-01 04:15:00	4.81	43.68	-1.46	5.59	34.74	0.12	5.36	41.85	-5.63
2021-06-01 04:30:00	4.48	43.83	-1.54	5.24	34.72	0.08	5.01	41.99	-5.66
2021-06-01 04:45:00	4.13	43.97	-1.67	4.89	34.69	0.02	4.69	42.07	-5.61
2021-06-01 05:00:00	3.80	44.17	-2.28	4.57	34.69	-0.33	4.34	42.21	-5.54

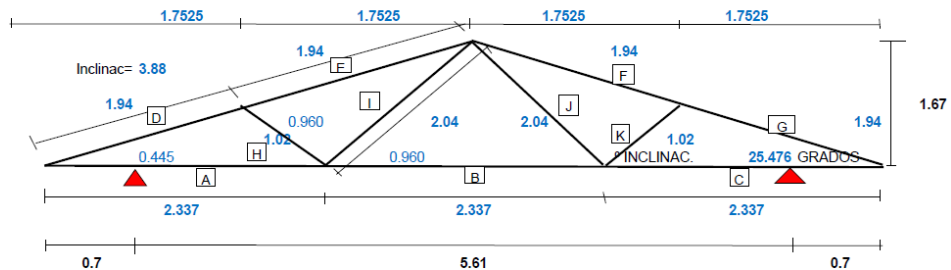


2021-06-28 17:30:00	11.00	40.87	-8.56	11.09	39.50	-0.92	7.44	36.01	-11.81
2021-06-28 17:45:00	10.81	39.41	-9.00	10.97	39.63	-0.75	6.49	36.77	-10.43
2021-06-28 18:00:00	10.61	39.75	-8.82	10.86	40.16	0.15	5.97	38.36	-9.46
2021-06-28 18:15:00	10.45	39.99	-8.30	10.73	40.16	-2.65	6.00	39.92	-9.39
2021-06-28 18:30:00	10.31	40.04	-7.87	10.61	40.24	-2.90	7.72	27.64	-9.43
2021-06-28 18:45:00	10.20	40.36	-7.48	10.53	39.99	-3.74	5.07	37.77	-8.82
2021-06-28 19:00:00	10.09	40.80	-7.68	10.45	40.19	-3.95	3.86	42.78	-9.13
2021-06-28 19:15:00	9.95	41.24	-7.05	10.56	41.36	-4.26	3.65	40.26	-9.60
2021-06-28 19:30:00	9.81	41.36	0.69	10.45	40.92	-3.00	3.71	39.14	-10.28
2021-06-28 19:45:00	9.70	41.46	8.14	10.34	41.56	-0.30	3.92	36.01	-9.32
2021-06-28 20:00:00	9.61	41.70	3.93	10.23	39.90	0.43	3.65	35.23	-9.16
2021-06-28 20:15:00	9.53	41.65	4.34	10.20	40.55	1.32	3.33	34.72	-6.62
2021-06-28 20:30:00	9.47	41.38	0.37	10.23	41.24	2.06	3.65	33.45	-5.12
2021-06-28 20:45:00	9.42	41.21	1.99	10.25	40.90	2.20	4.75	30.89	-3.55
2021-06-28 21:00:00	9.39	41.19	1.79	10.25	41.04	2.50	4.84	30.54	-5.39
2021-06-28 21:15:00	9.39	41.12	0.86	10.31	43.04	2.58	4.07	38.09	-5.00
2021-06-28 21:30:00	9.33	41.12	-1.72	10.20	40.92	2.85	0.84	37.21	-5.49
2021-06-28 21:45:00	9.28	40.87	1.89	10.06	39.36	2.89	3.18	33.28	-6.22
2021-06-28 22:00:00	9.25	40.48	1.17	10.09	40.60	3.08	2.27	35.35	-6.34
2021-06-28 22:15:00	9.16	41.09	0.83	10.11	41.38	3.29	0.15	39.97	-6.83
2021-06-28 22:30:00	9.08	41.38	0.39	10.06	41.87	3.46	-0.29	40.36	-7.03
2021-06-28 22:45:00	8.97	41.21	0.48	10.03	42.39	3.50	-0.51	40.43	-6.29
2021-06-28 23:00:00	8.83	41.34	0.30	9.97	42.68	3.66	-0.76	40.80	-9.10
2021-06-28 23:15:00	8.74	41.26	-0.73	9.89	42.75	3.73	-0.44	40.02	-9.32
2021-06-28 23:30:00	8.66	41.48	-0.95	9.86	43.00	3.85	-0.70	41.73	-11.27
2021-06-28 23:45:00	8.57	41.41	-1.81	9.81	43.34	3.96	-0.16	39.41	-11.67
2021-06-29 00:00:00	8.52	41.34	-4.17	9.78	43.44	4.08	0.46	37.94	-12.90
2021-06-29 00:15:00	8.46	41.51	-3.62	9.75	43.61	4.15	-1.11	41.41	-11.25
2021-06-29 00:30:00	8.40	41.97	-1.08	9.72	43.70	4.30	-1.43	42.97	-11.48
2021-06-29 00:45:00	8.37	41.97	-2.90	9.70	43.75	4.26	-1.01	42.41	-12.61
2021-06-29 01:00:00	8.32	42.19	-2.58	9.67	44.12	4.25	-1.08	42.90	-11.67
2021-06-29 01:15:00	8.26	42.34	-0.28	9.64	43.95	4.05	-2.14	45.02	-9.53
2021-06-29 01:30:00	8.20	42.31	1.09	9.61	44.27	3.94	-2.46	44.70	-9.86
2021-06-29 01:45:00	8.09	42.61	2.67	9.58	44.97	3.66	-2.14	43.39	-9.28
2021-06-29 02:00:00	8.01	42.43	2.02	9.56	44.88	3.72	-2.11	44.34	-10.38
2021-06-29 02:15:00	7.92	42.78	1.12	9.53	44.85	3.13	-2.49	46.07	-13.44
2021-06-29 02:30:00	7.86	42.82	-2.40	9.50	44.88	1.79	-2.82	47.22	-14.31
2021-06-29 02:45:00	7.81	42.90	-5.37	9.47	45.12	1.84	-3.71	48.86	-20.00
2021-06-29 03:00:00	7.72	42.95	-6.25	9.42	45.22	0.87	-4.55	51.71	-23.21
2021-06-29 03:15:00	7.61	43.12	-6.15	9.39	45.68	2.41	-4.79	52.32	-22.60
2021-06-29 03:30:00	7.49	43.24	-5.66	9.33	45.95	3.11	-5.13	53.32	-18.33
2021-06-29 03:45:00	7.38	43.26	-5.15	9.30	46.00	3.52	-5.75	54.74	-19.20
2021-06-29 04:00:00	7.27	43.24	-4.84	9.25	45.88	2.98	-6.17	55.96	-16.55
2021-06-29 04:15:00	7.15	43.26	-3.54	9.19	46.12	2.85	-6.41	56.79	-14.34
2021-06-29 04:30:00	7.04	43.39	-2.85	9.16	45.80	1.02	-6.73	56.72	-13.50
2021-06-29 04:45:00	6.95	43.44	-1.99	9.13	46.24	2.38	-6.87	56.86	-12.25
2021-06-29 05:00:00	6.84	43.56	-0.97	9.11	45.97	2.90	-6.59	56.18	-12.82
2021-06-29 05:15:00	6.72	43.44	0.20	9.05	46.19	0.96	-6.55	55.33	-11.47
2021-06-29 05:30:00	6.64	43.36	-1.15	9.05	46.41	2.68	-6.27	52.81	-10.58
2021-06-29 05:45:00	6.55	43.75	-1.33	8.99	45.95	3.60	-6.62	53.67	-11.77
2021-06-29 06:00:00	6.46	43.85	-1.16	8.99	46.22	3.96	-6.69	55.18	-11.43
2021-06-29 06:15:00	6.38	43.63	-1.15	8.88	44.49	3.90	-6.87	55.15	-10.27
2021-06-29 06:30:00	6.29	43.68	-1.46	8.68	42.92	3.75	-6.66	52.64	-10.47
2021-06-29 06:45:00	6.26	43.80	-1.69	8.63	43.12	4.14	-7.29	54.79	-10.46
2021-06-29 07:00:00	6.46	43.29	-1.82	8.57	41.56	4.77	-6.45	53.91	-10.81
2021-06-29 07:15:00	6.78	44.05	-2.05	8.54	40.85	4.40	-5.13	51.96	-10.73
2021-06-29 07:30:00	7.04	43.68	-2.01	8.54	40.58	4.41	-3.22	49.27	-11.22
2021-06-29 07:45:00	7.32	43.19	-2.24	8.57	40.14	4.30	-0.98	43.83	-11.22

ANEXO 3. Análisis estructural para la vivienda rural bioclimática propuesta.

TIJERALES DE MADERA TIPO FINK

PROYECTO : CONDICIONES DE CONFORT TÉRMICO EN VIVIENDAS RURALES EN EL CENTRO POBLADO DE QUENAFAJA - ACORA, PUNO



DISTANCIA ENTRE TIJERALES 0.89 m
 DISTANCIA ENTRE CORREAS 0.68 m
 y MADERA SECA = 700.00 kg/m³



PREDIMENSIONAMIENTO PARA SU VERIFICACION

PARA NUESTRO CASO

ELEMENTO	LONGITUD	SECCION EN PULG.		AREA M2	PESO KG
		ANCHO	ALTO		
A	2.34	2	4	0.00516	8.44
B	2.34	2	4	0.00516	8.44
C	2.34	2	4	0.00516	8.44
D	1.94	2	4	0.00516	7.01
E	1.94	2	4	0.00516	7.01
F	1.94	2	4	0.00516	7.01
G	1.94	2	4	0.00516	7.01
H	1.02	2	2	0.00258	1.84
I	2.04	2	2	0.00258	3.69
J	2.04	2	2	0.00258	3.69
K	1.02	2	2	0.00258	1.84
20.89					64.42

CARGA DISTRIBUIDA DEL TIJERA

ANCHO TOTAL	7.01	m
PESO TIJERAL (WD1)	9.19	kg/m

PESO DE LA COBERTURA (CORREAS, COBERTURA, ACCESORIOS DE FIJACION)

ESPACIAMIENTO DE CORREAS	0.68	m
DISTANCIA INCLINADA	3.88	und
Nº CORREAS	5.71	und
Nº CORREAS ASUMIDO	6	und
Nº CORREAS AMBOS LADOS	12	und

DESCRIPCION	SECCION		AREA	SUB TOTAL	W distrib.	Und.
	ANCHO	ALTO				
CORREAS	2	2	0.00258	21.7	3.09	kg/m ²
PLANCHA ETERNIT 1.80 X 0.83 E=0.3mm (VER ESPECIFICACION DE F					2.54	kg/m ²
CLAVOS					0.081	kg/m ²
PESO COBERTURA					5.71	kg/m ²

CARGA CORREGIDA POR ANCHO TRIBUTARIO Y HORIZONTALIDAD

Dist. TIJERALES	0.89	m
PESO ANCHO TRIB.	5.08	kg/m
PESO CARGA HORIZONTAL (WD2)	4.59	kg/ml

PESO EN LA CUERDA INFERIOR

DESCRIPCION	SECCION		AREA	LONGITUD	S. TOTAL	UND.
	ANCHO	ALTO				
Correas inferi	2	2	0.00258	1.6	0.004	kg/m ²
Planchas de Tecnopor 50mm					9.28	kg/m ²
					9.28	kg/m ²

dato a verificar
OKK

CARGA DISTRIBUIDA CUERDA INFERIOR

Dist. TIERALES	0.89 m
PESO CUERDA INFER (WD3)	8.26 kg/m

CARGAS VIVAS

Carga Viva Minima techos con coberturas liv	30 kg/m ²
Carga adicional por nieve	30 kg/m ²
	60 kg/m ²

Dist. TIERALES	0.89 m
CARGA VIVA ANCHO TRIB. (WL)	53.40 kg/m

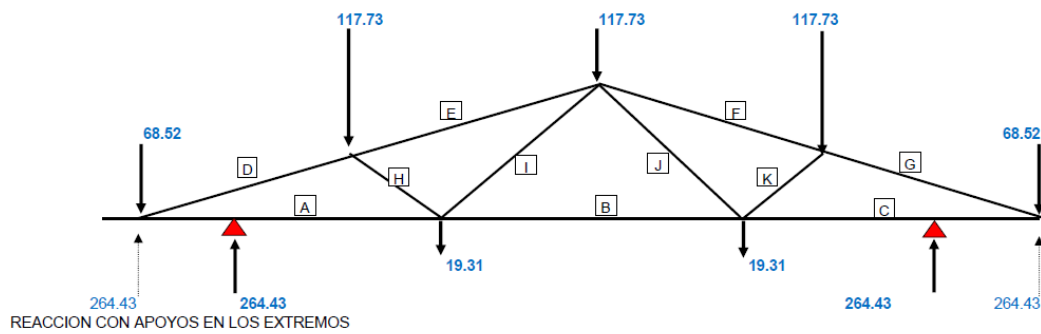
**RESUMEN DE CARGAS
SOBRE CUERDA SUPERIOR**

WD1 (tjeral)	9.19 kg/m
WD2 (correas, calamina y uniones)	4.59 kg/m
WL (viva+nieve)	53.40 kg/m
TOTAL CARGA SUPERIOR	67.18 kg/m

SOBRE CUERDA INFERIOR

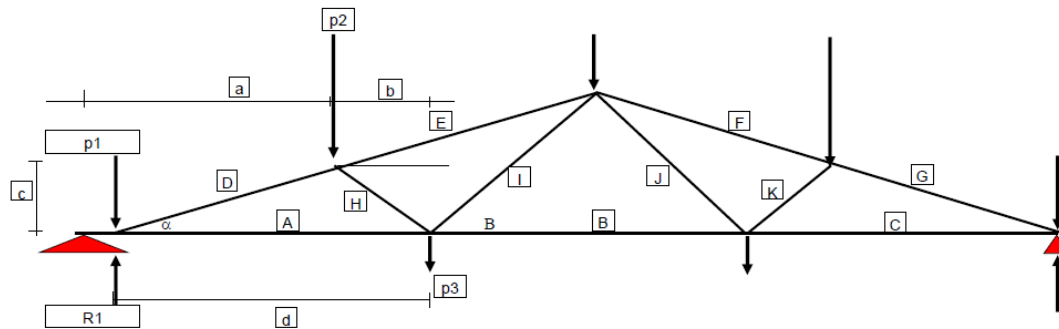
WD3 (cielo raso)	8.26 kg/m
WL (viva)	0.00 kg/m
TOTAL CARGA INFERIOR	8.26 kg/m

DISTRIBUCION DE CARGAS EN NUDOS EN KG



DETERMINACION DE FUERZAS INTERNAS

PARA EL ANALISIS DE LA ARMADURA SE CONSIDERA CON LOS APOYOS EN LOS EXTREMOS PARA SIMPLICIDAD DE ANALISIS



FUERZAS Y MOMENTOS EN LOS DIFERENTES ELEMENTOS

ELEMENT	FUERZA KG	SENTIDO	MOMENTO KG*M
A	411.17	TRACCION	5.639
B	274.11	TRACCION	5.639
C	411.17	TRACCION	5.639
D	455.46	COMPRESION	18.757
E	387.03	COMPRESION	18.757
F	387.03	COMPRESION	18.757
G	455.46	COMPRESION	18.757
H	107.76	COMPRESION	18.757
I	131.33	TRACCION	18.757
J	131.33	TRACCION	18.757
K	107.76	COMPRESION	18.757



DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DEL TIJERAL

NORMAS:

ACUERDO DE CARTAGENA 89 (PROYECTOS ANDINOS DE DESARROLLO EN EL RECURSO FORESTALES TROPICALES)
R.N.C. TITULO VIII ESTRUCTURAS NORMA E101 Y E102

NOTA - SE HA CONSIDERADO MADERA DEL GRUPO C

INGRESAR DATOS EN TEXTO COLOR VERDE

ESFUERZO DE COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS (APOYOS)

CARGA ACTUANTE kg	SEC. ASUMIDA cm		AREA cm ²	fc actua kg/cm ²	fc adm. kg/cm ²
	ANCHO	ALTO			
264.43	4.1	9.2	37.72	7.01	20 O.K.

ESFUERZOS ADMISIBLES KG/CM²

GRUPO	COMPRESION PERPENDICULAR kg/cm ²
A	40
B	28
C	20

ESFUERZOS DE FLEJO TRACCION

$$\frac{N}{Nadm} + \frac{M}{s * fm} < 1$$

ESFUERZOS ADMISIBLES KG/CM²

GRUPO	TRACCION PARALELA (ft) kg/cm ²	FLEXION (fm) kg/cm ²
A	145	210
B	110	150
C	80	100

SE ANALIZARA LA CUERDA INFERIOR MAS CRITICA

CARGA (N) kg	ft kg/cm ² (a)	SEC. ASUMIDA ALTO cm	ANCHO cm	Nadm a x b kg	N/Nadm (A)	MOMENT (M) kg*m	S cm ³	f'm kg/cm ²	M/(S x fm) (B)	A+B
411.17	80	4.1	9.2	3017.6	0.136	563.94	57.837	100	0.098	0.234 OK

ESFUERZOS DE FLEJO COMPRESION

El analisis se realizara en el plano del tijeral debido al arrioste de las correas que impiden el pandeo lateral fuera del plano por lo que el valor de "d" sera el peralte de la madera.

$$\frac{N}{Nadm} + \frac{Km * M}{s * fm} < 1$$

$$Km = \frac{1}{1 - 1.5 \frac{N}{Ncr}}$$

$$Ncr = \frac{\pi^2 * E * I}{Lef^2}$$

$$Lef = 0.8 * L$$

RELACION DE ESBELTEZ

$$\lambda = \frac{Lef}{d}$$

$$\lambda < 10 \text{ columna corta}$$

$$10 < \lambda < Ck \text{ Columna intermedia}$$

$$Ck < \lambda < 50 \text{ columna larga}$$

COLUMNA CORTA

$$Nadm = fc * A$$

COLUMNA INTERMEDIA

$$Nadm = fc * A * \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{\lambda}{Ck} \right)^4 \right]$$

COLUMNA LARGA

$$Nadm = 0.329 \frac{E * A}{\lambda^2}$$

- RELACION DE ESBELTEZ LIMITE ENTRE COLUMNAS INTERMEDIAS Y LARGAS DE SECCION RECTANGULAR
- MODULOS DE ELASTICIDAD PROMEDIO
- COMPRESION PARALELA

GRUPO	CK (columnas)	E promedio kg/cm ²	COMPRESION PARALELA fm kg/cm ²
A	17.98	130000	145
B	18.34	100000	110
C	18.42	90000	80



SE ANALIZARA LA CUERDA SUPERIOR MAS CRITICA

$$d = 9 \text{ cm}$$

$$Ck = 18.42$$

RELACION DE ESBELTEZ 17.24 COLUMNA INTERMEDIA

ESFUERZO ADMISIBLE (escoger del tipo de columna)

Grupo	Corta	Intermedia	Larga
A	145	107.87	143.827
B	110	81.83	110.636
C	80	59.52	99.573

CARGA (N) kg	SEC. ASUMIDA ALTO cm	ANCHO	Esfuerzo Admisible	Nadm kg/cm2	N/Nadm (A)
455.46	4.1	9.2	59.52	2244.96	0.20

MOMENTO kgxm	I kg ⁴ /cm4	E kg/cm2	Ncr. Kg	Km	S cm4	fm kg/cm2	Km ³ /Sfm (B)	A+B
1875.70	266.05	90000	1522618.19	1.00	57.84	80	0.41	0.61 OK

ESFUERZOS DE TRACCION

CARGA	SEC. ASUMIDA ALTO cm	ANCHO	AREA	ft	ft tablas
131.33	4.1	4.1	16.81	7.81	80 OK

ESFUERZOS DE COMPRESION

CARGA	SEC. ASUMIDA ALTO cm	ANCHO	AREA	ft	ft tablas
107.76	4.1	4.1	16.81	6.41	80 OK



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo MELANIA MILAGROS FLORES GONZALEZ,
identificado con DNI 74043191 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERÍA AGRÍCOLA

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

"CONDICIONES DE CONFORT TÉRMICO EN VIVIENDAS RURALES EN EL
CENTRO POBLADO DE QUENAFADA - ACOCA, PUNO

Es un tema original.

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

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

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

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 13 de DICIEMBRE del 20 23

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo MELANIA MILAGROS FLORES GOMEZ,
identificado con DNI 74043191 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERIA AGRÍCOLA

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

“ CONDICIONES DE CONFORT TÉRMICO EN VIVIENDAS RURALES
EN EL CENTRO POBLADO DE QUENAFAJA - ACORA, PUNO ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 13 de DICIEMBRE del 20 28


FIRMA (obligatoria)



Huella