

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA



“EVALUACIÓN Y DISEÑO DE VIVIENDA RURAL BIOCLIMÁTICA EN LA
COMUNIDAD CAMPESINA DE CCOPACHULLPA DEL DISTRITO DE
ILAVE”

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. NATIVIO JESUS ACERO CLAVITEA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO - PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

“EVALUACIÓN Y DISEÑO DE VIVIENDA RURAL BIOCLIMÁTICA EN LA
COMUNIDAD CAMPESINA DE CCOPACHULLPA DEL DISTRITO DE ILAVE”

TESIS


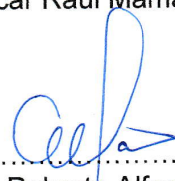

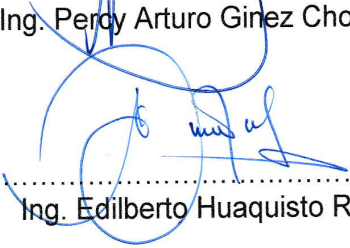
PRESENTADA POR:

Bach. NATIVIO JESUS ACERO CLAVITEA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRICOLA

APROBADA POR EL JURADO DICTAMINADOR:

PRESIDENTE	:	 M.Sc. Oscar Raúl Mamani Luque
1er MIEMBRO	:	 M.Sc. Roberto Alfaro Alejo
2do MIEMBRO	:	 Ing. Percy Arturo Ginez Choque
DIRECTOR	:	 Ing. Edilberto Huaquisto Ramos

ÁREA : Ingeniería y Tecnología
TEMA: Diseño rural
LÍNEA: Ingeniería de Infraestructura Rural

DEDICATORIA

Con inmenso cariño e infinito reconocimiento a mis padres Joaquín y María, por su amor, ejemplo, comprensión e invaluable apoyo material y moral en bien de la conservación y anhelos de superación profesional.

Con gratitud y cariño a mis hermanos: Humberto, Julia, Luzmila, Elisban, Susana, Agripina, Bertha, quienes supieron brindarme el apoyo moral y material en la culminación de mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

- ✓ A mis maestros con respeto y admiración. Por forjar en mí, sus enseñanzas de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional del Altiplano.

- ✓ Al Arq. Jorge Villegas Abril, por la acertada orientación, dirección y apoyo en todo momento en el desarrollo del presente proyecto.

- ✓ Al Ing. Edilberto Huaquisto Ramos, por su consejo, enseñanza y sobre todo por alentarme a continuar adelante y no darme por vencido en el desarrollo del presente proyecto.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE GENERAL.....	v
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I: PROBELMA DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1.1. Problema principal	3
1.2.1.2. Problema específico.....	3
1.3. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivo específico	5
1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.5.1. Hipótesis general	5
1.5.2. Hipótesis específico	5
1.6. JUSTIFICACIÓN	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. MARCO TEÓRICO	7
2.1.1. HISTORIA DE LA VIVIENDA	7
2.1.2. VIVIENDA	11
2.1.3. VIVIENDA RURAL	12
2.1.4. FUNCIONES Y NECESIDADES PRIMARIAS EN LA VIVIENDA	14
2.1.5. DISEÑO DE VIVIENDA	15

2.1.6. LA VIVIENDA BIOCLIMÁTICA	16
2.1.7. DESARROLLO SUSTENTABLE	16
2.1.8. CALIDAD AMBIENTAL	16
2.1.9. CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE LA VIVIENDA BIOCLIMÁTICA.....	17
2.1.9.1. UBICACIÓN	17
2.1.9.2. ORIENTACIÓN	17
2.1.9.3. FORMA	20
2.1.9.4. CAPTACIÓN SOLAR PASIVA	20
2.1.9.4.1. Existen varios tipos de sistemas de captación	20
a.- Sistemas directos.....	20
b.- Sistemas semi directos	20
c.- Sistema indirectos	20
2.1.9.4.2. Protección contra la radiación solar	21
2.1.9.5. AISLAMIENTO TÉRMICO.....	22
2.1.10. FORMAS DE TRANSMISIÓN DEL CALOR.....	22
• Conducción	22
• Convección	23
• Radiación	23
2.1.11. INERCIA TÉRMICA	23
2.1.12. CONFORT TÉRMICO	24
✓ FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RITMO DE GENERACIÓN DE CALOR	
a) Actividad física y mental.....	24
b) Metabolismo.....	24
✓ FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RITMO DE PERDIDA DE CALOR	
.....	24
a) Aislamiento natural del individuo	24
b) Ropa de abrigo	24

c) Temperatura del aire	25
d) Temperatura de radiación	25
e) Movimiento del aire	25
f) Humedad del aire	25
2.1.13. EFECTO INVERNADERO	26
2.1.14. EL DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO	29
2.1.15. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	30
2.2. MARCO CONCEPTUAL	30
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	32
3.1. CARACTERIZACIÓN DEL AREA DE INVESTIGACIÓN	32
3.1.1. ASPECTOS BÁSICOS.....	32
3.1.2. ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS	33
a) Clima.....	33
b) Parametros climatológicos	34
3.1.3. ASPECTO SOCIAL.....	39
3.1.3.1. Población	39
3.1.3.2. Composición familiar	39
3.1.3.3. Nivel de instrucción	39
3.1.3.4. Migración.....	41
3.1.4. ASPECTO ECONÓMICO.....	41
3.1.4.1. Actividad pecuaria	41
3.1.4.2. Actividad agrícola.....	42
3.1.4.3. Consumo y mercado	42
3.1.5. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS	42
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS.....	43
3.3. METODOLOGÍA	44
3.3.1. PROCEDIMIENTO	44

3.3.1.1. EVALUACIÓN Y ANALISIS SITUACIONAL REAL DE LA VIVIENDA RURAL EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CCOPACHULLPA	44
3.3.1.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	45
a) Técnicas.....	45
b) Instrumentos	45
3.3.1.3. Procedimiento de recolección de datos	45
a) Trabajo de campo	45
3.3.1.4. La vivienda rural en la comunidad campesina de Ccopachullpa.....	46
A. Dormitorios	46
B. Cocina	47
C. Patio	47
D. Del proceso de construcción	48
E. Análisis bioclimático de la vivienda.....	50
E.1. Capacidad calorífica	51
E.2. Coeficiente de conductividad térmica	52
E.3. Coeficiente de transmisión térmica	53
E.4. Coeficiente de resistencia térmica	53
E.5. Cálculo analítico de ganancia y pérdida de calor en una vivienda.....	53
✚ Perdidas por transmisión.....	54
✚ Perdidas por infiltración	54
✚ Ganancias de calor	55
F. Análisis del adobe	59
F.1. Norma Técnica de Edificaciones E. 080.	60
F.2. SENCICO.....	61
F.3. Proyecto de Acondicionamiento Territorial y Vivienda Rural.....	62
F.4. Interpretación de los resultados del análisis térmico del adobe	63
3.3.2. DISEÑO DE VIVIENDA RURAL BIOCLIMÁTICA PROPUESTA	63

3.3.2.1. Criterios fundamentales para el diseño de la vivienda bioclimática	63
3.3.2.2. Planteamiento del sistema y criterios constructivos de la vivienda bioclimática	64
3.3.2.3. Zonas principales de la vivienda	69
3.3.2.4. Consideraciones en la construcción de los ambientes de la vivienda bioclimática	70
3.3.2.5. Distribución espacial de la vivienda propuesta.....	71
3.3.2.6. Interrelación de funciones	72
CAPÍTULO IV: RESULTADO Y DISCUSIONES	75
4.1. EVALUACIÓN SITUACIONAL DE LA VIVIENDA EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CCOPACHULLPA.....	75
4.2. CRITERIOS CONSTRUCTIVOS.....	76
4.3. DISEÑO BIOCLIMÁTICA DE LA VIVIENDA PROPUESTA	77
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
5.1. CONCLUSIONES	88
5.2. RECOMENDACIONES	90
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	91
VII. ANEXOS.....	94
ANEXO 1. Análisis estructural para la vivienda rural bioclimática en la comunidad campesina de Ccopachullpa del Distrito de Ilave	95
ANEXOS 2. Fichas de encuesta, económica e infraestructura	99
ANEXOS 3. Ficha de datos climatológicos SENAMHI - Puno	104
ANEXOS 4. Planilla de metrados.....	105
ANEXOS 5. Presupuesto	109
ANEXOS 6. Planos de vivienda propuesta	111
ÍNDICE DE CUADROS	
CUADRO 1. VIAS DE COMUNICACIÓN	33
CUADRO 2. PERIODO DE PRESENCIA DE CLIMAS EN LA ZONA.....	33

CUADRO 3. PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA MINIMA	34
CUADRO 4. PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA MAXIMA.....	35
CUADRO 5. PROMEDIO MENSUAL DE HUMEDAD RELATIVA.....	36
CUADRO 6. PROMEDIO MENSUAL DE VELOCIDAD DE VIENTO	37
CUADRO 7. DIRECCION PREDOMINANTE DE VIENTO	38
CUADRO 8. PRECIPITACION TOTAL MENSUAL	38
CUADRO 9. NIVEL DE INSTRUCCIÓN DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CCOPACHULLPA.....	40
CUADRO 10. CAPACIDAD CALORIFICA DE LOS MATERIALES.....	51
CUADRO 11. COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TERMICA.....	53
CUADRO 12. PROMEDIO DE RADIACION SOLAR	56
CUADRO 13. ANALISIS TERMICO DEL ADOBE SEGÚN E-080	60
CUADRO 14. ANALISIS TERMICO DEL ADOBE SEGÚN SENCICO.....	61
CUADRO 15. ANALISIS TERMICO SEGÚN PRACTVIR	62
CUADRO 16. DISTRIBUCION ESPACIAL DE LA VIVIENDA	71
CUADRO 17. ANALISIS DE GRADO DE PROXIMIDAD	72
CUADRO 18. FUNDAMENTACION DE ANALISIS	72
CUADRO 19. MATRIZ DE ANALISIS DE PROXIMIDAD	73
CUADRO 20. REPRESENTACION GRAFICA DE LA RELACION ENTRE AMBIENTES (FLUJOGRAMA).....	73
CUADRO 21. REPRESENTACION GRAFICA DE LA ZONIFICACION DE ESPACIOS PARA CADA ACTIVIDAD EN LA VIVIENDA PROPUESTA.....	74
CUADRO 22. REPRESENTACION GRAFICA DEL AREA CIRCULACION ..	74
INDICE DE FIGURAS	
FIGURA 1. EDIFICIOS CEREMONIALES DE KALASASAYA.....	7
FIGURA 2. PIRAMIDE DE AKAPANA	8
FIGURA 3. ASOLAMIENTO EN VERANO Y INVIERNO EN UNA VIVIENDA ..	18

FIGURA 4. LA ALTITUD MAXIMA DEL SOL Y SU TRAYECTORIA VARIAN SEGÚN LA EPOCA DEL AÑO.....	18
FIGURA 5. DIAGRAMA BIOCLIMATICO.....	29
FIGURA 6. REPRESENTACION GRAFICA DE LA TEMPERATURA MINIMA	35
FIGURA 7. REPRESENTACION GRAFICA DE TEMPERATURA MAXIMA ...	36
FIGURA 8. REPRESENTACION GRAFICA DE HUMEDAD RELATIVA	37
FIGURA 9. REPRESENTACION GRAFICA DE VELOCIDAD DE VIENTO.....	38
FIGURA 10. REPRESENTACION GRAFICA DE PRECIPITACION TOTAL MENSUAL.....	39
FIGURA 11. REPRESENTACION GRAFICA DE NIVEL DE INSTRUCCIÓN DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CCOPACHULLPA	40
FIGURA 12. ACTIVIDAD PECUARIA EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CCOPACHULLPA.....	41

RESUMEN

La presente investigación titulada “Evaluación y diseño de vivienda rural bioclimática en la comunidad campesina de Ccopachullpa del distrito de llave” se enmarca en la descripción del diseño y su utilidad de una vivienda rural con características bioclimáticas. La investigación se delimitó en toda el área geográfica de la comunidad campesina de Ccopachullpa del distrito de llave. La urgente necesidad de contrarrestar los efectos del cambio climático nos ha llevado a realizar esta investigación y para ello nos hemos planteado como objetivo general evaluar y diseñar una vivienda rural bioclimática, considerando los factores climatológicos, ubicación, orientación, distribución, actividad y que contribuya mejorar la ocupación confortable a sus habitantes en la comunidad campesina de Ccopachullpa. La investigación se sustenta en el método de tipo descriptivo – exploratorio y observacional, porque se realizó una evaluación situacional de la vivienda de dichas familias; asimismo, en el proceso del diseño de la vivienda bioclimática se consideraron criterios constructivos de sistemas pasivos de climatización y aislamiento térmico en los techos, ventanas, puerta y pisos de los dormitorios, con la que se reduce las pérdidas de calor haciéndose uso de los parámetros climatológicos de la estación meteorológica de llave, como temperatura máxima, mínima, velocidad de viento y la radiación solar global de la estación de Puno. Como resultado final se observó que los materiales utilizados para el cálculo bioclimático son adecuados para el diseño propuesto de vivienda rural bioclimática el cual cumple con las exigencias requeridas por tener un confort térmico, almacenando dentro de la vivienda una temperatura de 18°C lo que incluye una adecuada funcionalidad, dimensionamiento, orientación, forma e iluminación de los ambientes, lo cual otorga una calidad de vida saludable a sus habitantes. Finalmente, la vivienda rural bioclimática propuesta es capaz de auto solventarse térmicamente sin necesidad de utilizar de sistemas auxiliares de calefacción activa.

Palabra clave: *Confort térmico, Diseño bioclimático, Energía solar, Vivienda rural.*

ABSTRAC

The present research entitled "Evaluation and design of bioclimatic rural housing in the rural community of Ccopachullpa in the district of Ilave" is part of the description of the design and its usefulness of rural housing with bioclimatic characteristics. The investigation was delimited in the entire geographical area of the peasant community of Ccopachullpa in the district of Ilave. The urgent need to counteract the effects of climate change has led us to carry out this research and for this we have set ourselves the general objective to evaluate and design a rural bioclimatic housing, considering the climatological factors, location, orientation, distribution, activity and that contributes to improve The comfortable occupation of its inhabitants in the peasant community of Ccopachullpa. The research is based on the descriptive - exploratory and observational method, because a situational evaluation of the housing of said families was carried out; Likewise, in the process of designing bioclimatic housing, construction criteria for passive air conditioning and thermal insulation systems were considered in the roofs, windows, doors and floors of the bedrooms, which reduces heat losses by using parameters Climatic conditions of the meteorological station of Ilave, such as maximum, minimum, wind speed and global solar radiation of the Puno station. As a final result it was observed that the materials used for the bioclimatic calculation are adequate for the proposed bioclimatic rural housing design which meets the requirements required for having a thermal comfort, storing a temperature of 18°C inside the house which includes an adequate Functionality, dimensioning, orientation, shape and lighting of the environments, which gives a healthy quality of life to its inhabitants. Finally, the proposed bioclimatic rural housing is capable of self-heating without needing to use auxiliary heating systems.

Keyword: *Thermal comfort, Bioclimatic design, Solar energy, Rural housing.*

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El problema de la vivienda en las comunidades de las zonas alto andinas es permanentemente olvidado, La vivienda es el espacio que debe ofrecer refugio y protección a los seres humanos y es el factor fundamental para reducir el impacto de las intensas olas de frío que viene golpeando a la población de la comunidad campesina de Ccopachullpa. Es importante señalar que las condiciones sociales de la vivienda de un poblador influyen en la producción satisfactoria de sus actividades diarias.

Por lo tanto si se desacierta constituirá un grave problema, obligando al habitante a vivir en viviendas que no brindan el confort térmico, causa asociada es básicamente la técnicas constructivas de las viviendas han devenido a menos, siendo estas menos aisladas térmicamente, los materiales constructivos juegan, un gran papel determinante en el comportamiento térmico de la vivienda.

En relación a ello, se efectuó esta investigación que se enmarca dentro de un proyecto factible, cuyo propósito fue plantear una propuesta de diseño de vivienda rural bioclimática. Para presentar soluciones y lineamientos técnicos para aplicar a viviendas en la comunidad campesina de Ccopachullpa del distrito de llave.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En nuestra región de Puno el problema de las heladas en las comunidades es un fenómeno climatológico que consiste en el descenso de la temperatura que

llegan por debajo de los cero grado, que se presenta año tras año; causando enfermedades respiratorias hasta a veces son mortales sus habitantes (entre niños y ancianos). La vivienda es el espacio que debe ofrecer refugio y protección a los seres humanos y es el factor fundamental para reducir el impacto de las intensas olas de frío que viene golpeando a la población de las comunidades alto andinas. Sin embargo la carencia de viviendas adecuadas y las inadecuadas prácticas de construcción de viviendas en las zonas rurales sin las mínimas consideraciones de confort térmico, originan infiltraciones de aire frío y puentes térmicos dejados en la etapa de construcción en techos, puertas, ventanas o pisos que enfrían el interior de las viviendas. Vivir así es incómodo, por estas razones principalmente la población juvenil y mayores han optado por migrar a las principales ciudades fronterizas más cercanas a la región de Puno, en busca de mejores condiciones de vida y a veces no lo consiguen la comodidad que buscan por mejorar sus vidas.

La comunidad campesina de Ccopachullpa del Distrito de Llave, no es ajeno ante esta situación donde se observa que los pobladores viven en situaciones precarias sus viviendas totalmente rústicas y frías sus diseños hechos sin las mínimas consideraciones de aislamiento térmico, servicios básicos, salud e higiene hechos que dan que la población estén expuestos a adquirir cualquier tipo de enfermedad.

Son las que han motivado para el desarrollo del presente tema de investigación planteando una evaluación y diseño de vivienda rural bioclimática con el fin de elevar la temperatura interior de las viviendas rurales ubicados en zonas de frío extremo, mediante soluciones constructivas adecuadas al ámbito social, económico y cultural de sus pobladores de la comunidad campesina de Ccopachullpa del Distrito de Llave, logrando así un gran nivel de confort térmico de la vivienda y la adecuada adaptación de ambos, ser humano y medio ambiente, realizando el mínimo consumo de energía y haciendo uso de técnicas, materiales renovables de la zona y métodos adecuados, a la vez que se consideran criterios específicos para la generación de microclimas convenientes para el óptimo desarrollo del ser humano en armonía con el medio y las demás especies vivas que conforman el ecosistema en el que le toca desarrollarse. Es importante la realización de esta propuesta porque ofrece alternativas de soluciones habitacionales económicas y brindándole así

una calidad de vida acentuada en el marco de su cosmovisión, salud, higiene, comodidad.

1.2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1.1. Problema principal

¿Qué criterios básicos se debe tomar en cuenta en el diseño de vivienda rural bioclimático para asegurar una ocupación confortable a sus habitantes en la comunidad campesina de Ccopachullpa del Distrito de Ilave?

1.2.1.2. Problema específico

¿Cuáles son las características de la vivienda y servicios básicos de la población de la comunidad campesina de Ccopachullpa del Distrito de Ilave?

¿Frente a las temperaturas bajas de la zona, que criterios constructivos apropiados debe considerarse en el diseño de la vivienda rural bioclimático?

1.3. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

CER – UNI (2009) desarrollo el proyecto propuesta técnica de confort térmico para viviendas ubicadas en comunidades entre los 3000 y 5000 m.s.n.m., en dos comunidades rurales alto andinas, una en el departamento de Ayacucho (a 3700 m.s.n.m.) y la otra en el departamento de Puno (a 4500 m.s.n.m.). Este proyecto buscó llenar los vacíos existentes en el área de bioclimatización de viviendas rurales así como presentar soluciones y lineamientos técnicos para aplicarse a viviendas en el ámbito alto andino, con la finalidad de obtener temperaturas confortables en el interior de ellas, mediante soluciones constructivas adecuadas al ámbito social.

Klay (2005) en Juli, efectúa la investigación realizada por el instituto de educación rural (IER – Palermo) la casa solar, tiene como finalidad aprovechar óptimamente la energía solar, con un invernadero adosado a la vivienda el cual incrementa la temperatura de 6 °C a 10 °C, funcionando por medio del fenómeno efecto fitotoldo. La idea de la casa solar es de utilizar el adobe como material de construcción con el propósito de que este se caliente durante el día

y que durante la noche nos restituya el calor (actuando como termorregulador) permitiendo así el calentamiento de la casa solar durante la noche.

Huaquisto (1995) en Huancané, realizó la investigación titulada: Diagnóstico situacional y propuesta alternativa de vivienda rural, caso comunidad Titihue Huancané, con el objetivo de estudiar las características físico ecológicas de la vivienda rural en la zona de estudio el cual plantea una calefacción solar de 14% donde se llega a mejorar su comportamiento térmico en el diseño modificado de la vivienda, la diferencia entre las pérdidas y ganancias de calor es de 26% en los meses más fríos, obteniendo hasta 32% en primavera. En el planteamiento de la propuesta del diseño se muestra la funcionalidad, zonificación, circulación, esto para resolver la comodidad física de la vivienda.

Merma (1992) en Pomata, realizó la investigación titulada: Una aproximación a la vivienda rural circunlacustre distrito de Pomata – Puno, tiene como finalidad mejorar el nivel de vida de la población rural, teniendo en cuenta el desarrollo de sus actividades económicas; mediante la construcción de viviendas en las propiedades parceladas, previo reordenamiento.

PRATVIR (1990) realizó la programación y ejecución de viviendas en sistema concentrado en las comunidades de Simillaca – Ilave, Chatuma – Pomata, Llachahui – Coata, con diseño de materiales industriales, se logró resultados negativos inadecuados por ser incoherentes con sus propias actividades costumbres y la salubridad, actualmente se encuentran en deterioro y abandonados las viviendas por ser fríos.

1.4.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Evaluar y diseñar una vivienda rural bioclimática, considerando los factores climatológicos, ubicación, orientación, distribución, actividad y que contribuya mejorar la ocupación confortable a sus habitantes en la comunidad campesina de Ccopachullpa del Distrito de Ilave.

1.4.2. Objetivo específico

- Evaluar la situación real de la vivienda, referido a los aspectos de forma, ubicación, orientación, proceso constructivo, temperatura interior y exterior, actividad y la distribución de sus ambientes de la vivienda rural en la comunidad campesina de Ccopachullpa.
- Determinar criterios constructivos apropiados, utilizando materiales renovables de la zona para el comportamiento térmico de la vivienda rural bioclimática.
- Plantear una propuesta de alternativa en el modelo de vivienda rural bioclimática en la comunidad campesina de Ccopachullpa, considerando el resultado de la evaluación de factores climatológicos, actividades y materiales de la zona.

1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Hipótesis general

- El diseño adecuado de la vivienda rural bioclimática mejorará las condiciones de habitabilidad del poblador en la comunidad campesina de Ccopachullpa del Distrito de Ilave.

1.5.2. Hipótesis específico

- Se lograra evaluar la situación real de la vivienda, referido a los aspectos de forma, ubicación, orientación, proceso constructivo, temperatura interior y exterior, actividad y la distribución de sus ambientes de la vivienda rural en la Comunidad Campesina de Ccopachullpa.
- Mediante la evaluación y criterios constructivos apropiados, utilizando materiales renovables de la zona contribuirá en el confort térmico de la vivienda rural bioclimático.
- El diseño de la vivienda rural bioclimática mejorara las condiciones de una vida saludable para el poblador de la comunidad campesina de Ccopachullpa del Distrito de Ilave.

1.6. JUSTIFICACIÓN

Con estos antecedentes el proyecto de tesis de investigación se propone

aportar con una solución de modelo teórico - práctico, al conjunto de necesidades y aspiraciones de la población de la comunidad campesina de Ccopachullpa del Distrito de Llave, sobre el confort y optimización del diseño y planificación de la vivienda rural bioclimática. Además los estudios e investigación coadyuvaran al desarrollo y aplicación de técnicas, dentro de un compendio filosófico profundo de cómo coexistir y vivir cómodo a todo nivel: espiritual, mental, salud, emocional y físico ecológico. La solución al problema de habitabilidad está en manos del hombre como integrante de una comunidad, al que hay que ayudarle con la tecnología actual, para el aprovechamiento de recursos naturales de la zona, promoviendo a su vez los programas de participación comunitaria dentro de un campo de optimización y respeto al medio ambiente. No se piensa que la tecnología sea inapropiada para la vida del hombre, ni que su evolución deba detenerse, muy por el contrario se cree que la tecnología ayudará al hombre, siempre y cuando se aplique el adecuado aprovechamiento, conservación o incremento de los recursos naturales.

La universidad por medio de su facultad de ingeniería agrícola – escuela profesional de ingeniería agrícola como centro formador de profesionales en la rama de diseños y construcción de obras rurales, debe ser la pionera en impulsar y generar proyectos de solución mediante la investigación y desarrollo de tecnologías alternativas, que sean verdadera respuesta a nuestra realidad socioeconómica y geográfica.

Como alternativa de solución a la problemática del confort de la vivienda rural, se propone con el presente proyecto de investigación mejorar las condiciones de confortabilidad de la vivienda, diseñando una vivienda rural bioclimática en la comunidad campesina de Ccopachullpa del Distrito de Llave, para su diseño de la vivienda bioclimática se considera los siguientes criterios:

- Orientación
- Temperatura
- Radiación solar
- Velocidad del viento
- Sistemas de captación de energía solar pasiva
- Sistemas de aislamiento
- Sistemas de ventilación
- Invernadero solar

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. HISTORIA DE LA VIVIENDA

➤ Época Pre-inca

La arquitectura pre-inca se destaca primordialmente por tener construcciones de piedra resaltando así a una de las culturas más importantes dentro del ámbito altiplánico puneño como es la cultura Pucará caracterizado por casas rústicas de planta circular elaboradas de piedras unidas con mortero de barro, la densidad de estas casas refleja una ocupación permanente y compacta.

FIGURA 1
EDIFICIOS CEREMONIALES DE KALASASAYA



Fuente: Guevara (1990).

El elemento más característico de esta cultura es su arquitectura decorada con relieves planos incisos colocados sobre estelas que por lo general representan animales felinos, serpientes, pescados, mientras que las tallas en bulto redondo contienen escenas de hombres que a menudo portan cabezas trofeo. Estos rasgos, junto a las cerámicas policromas, tienen claros paralelos estilísticos con los existentes en la cultura Tiahuanaco el cual estaba organizado en torno a un impresionante complejo ceremonial recubierto de piedras bien talladas y ornamentado con impresionantes esculturas públicas, ocupando una extensión cercana a los 4 km² su evolución abarca desde los inicios de nuestra era hasta el siglo XII.

La arquitectura es de grandes bloques de piedra labrada y con excelente ensambladura y sillares trabajados con grapas de cobre en sus caras interiores. Las piedras fueron traídas al sitio desde grandes distancias, algunas desde canteras que están cerca del lago. Ese trayecto varía de entre 10 y 300 km. y hay bloques que pesan más de 100 toneladas. Tiahuanaco fue un gran centro ceremonial. Entre los edificios ceremoniales el más importante es Kalasasaya, ubicado en el centro del conjunto.

FIGURA 2
PIRAMIDE DE AKAPANA



Fuente: Guevara (1990).

Con todo, la edificación de volumen dominante es la conocida como pirámide de Akapana y se encuentra al Este. Está compuesta por varias terrazas que alcanzan una altura de ocho metros. La planta es la unión de dos rectángulos, uno mayor y otro menor adosado al lado oeste. El mayor es la base de este edificio que recuerda la forma piramidal, en el segundo cuerpo hubo una escalinata que llevaba a la plataforma superior que está destruida. El estilo de estas edificaciones es el patrón del que se sirvieron los Incas, posteriormente, en sus estructuras. Guevara (1990).

➤ **Época Incaica:**

La arquitectura inca se distingue por su sencillez, simplicidad, solidez y simetría, así como por su originalidad belleza y majestuosidad; carente además de decoraciones o adornos. Los incas desarrollaron un estilo altamente funcional de arquitectura que se distinguió principalmente por sus técnicas avanzadas de ingeniería y de trabajo fino de la piedra. Como el de simplicidad severa en sus construcciones, es decir sencilla, carente de adornos, de decoraciones. A la vez que se distingue también por la armonía, esto es, por la simetría en “su conjunto y en sus partes” es decir, que se observa, se distingue armonía, proporción entre las partes de un edificio y su conjunto. La arquitectura también se caracterizaba por ser sólida y de aspecto grandioso e imponente. Mayormente, tratándose de la sierra que empleó la piedra. Del mismo modo predominó en las construcciones, la base rectangular, con muros de piedra ligeramente inclinados hacia atrás con el objeto de darles solidez, fijeza. Ello se aprecia principalmente en las obras arquitectónicas levantadas en la sierra; igualmente, es también notable el empleo de la forma trapezoidal en las puertas y ventanas, así como el uso de muchas de estas, de la doble jamba (especie de doble marco). Guevara (1990).

➤ **Época Colonial:**

La vivienda de los extractos sociales medios y bajos mantuvo en esta época los modelos prehispánicos de vivienda que se adaptan de manera óptima a las necesidades de una sociedad inminentemente rural. Los modelos europeos representaban a los estratos sociales altos y hubo

ejemplares del medio rural y urbano indistintamente, los mismos que por los importantes aportes e innovaciones introducidas, fueron los que se promocionaron como representativos de todo aquel periodo de la historia.

Según información extraída del trabajo de investigación evolución histórica de la estructura urbana de la ciudad de Puno del Waldo Vera Bejar (1997), el Perú tuvo dos tendencias estilísticas muy bien marcadas; la colonial pura que fue una prolongación de los estilos europeos en tierras americanas y el colonial mestizo que recibió los aportes e influencias de la arquitectura prehispánica en elementos de construcción, uso de materiales, iconografía y demás procedimiento autóctonos. En Puno predominó la segunda corriente, la misma que refleja una difusión muy propia y característica andina de interpretar el vocabulario arquitectónico europeo no obstante, en Puno se logró crear una expresión muy distinta, con metas propias y una dinámica que mostraba personalidad en relación con la arquitectura colonial presente en otros departamentos del país.

El proceso de adaptación que convirtió a las canchas incaicas en mansiones solariegas hispánicas fue tanto o más interesante que la arquitectura de las primeras iglesias cuzqueñas. Durante el período de transición, las casas que se construían tuvieron que aprovechar el espacio abierto de las antiguas canchas para transformarlos en patios, de acuerdo con la tipología ya aplicada para Lima. Pero las viviendas del Cusco se caracterizaban por superponer un segundo piso de adobe sobre el paño de muro incaico y los techos son de tejas a dos aguas. Algunas viviendas conservaron el dintel trapezoidal incaico, sobre el cual se fueron adosando los escudos nobiliarios del nuevo ocupante. Esto impide ver el interior de la casa desde la puerta de calle. Sólo después de trasponer el zaguán el visitante descubrirá los típicos patios de corte renacentista, con arquerías de medio punto sostenidas por columnas de piedra en ambos pisos. Esta disposición resulta similar a la observada en los claustros conventuales, aunque en la arquitectura doméstica suelen alternarse dos o tres arquerías con corredores o galerías altas de madera labrada. (Palafox G.L. <http://es.shvoong.com/social-sciences/1730833-la-vivienda-en-la-%C3%A9poca/>)

2.1.2. VIVIENDA

Quiroz (1972) define a la vivienda como toda construcción responde a una necesidad específica y es consecuentemente, el resultado de los factores que intervienen para su orgánico funcionamiento. En las viviendas rurales, la función habitar es similar a la de cualquier tipo de vivienda; se diferencian por sus relaciones con los animales, los cultivos agrícolas, los servicios de almacenaje, etc.

Robledo (1985) refiere que no puede aceptarse como vivienda cualquier cosa que proteja de las inclemencias del tiempo. Hay que definirla de acuerdo con el grado desarrollo material y espiritual de la sociedad. Actualmente la vivienda es el espacio suficiente, higiénico y seguro que permita un correcto desenvolvimiento de las actividades humanas acorde con la evolución general de la sociedad”

Pradilla (1986) señala que la reproducción de la fuerza de trabajo y de la especie misma de los habitantes, requiere de una serie de actividades tales como la alimentación, el sueño, la procreación, el ocio, la protección contra la naturaleza, etc., que a la vez significan el consumo de objetos perecederos o semidurables (alimentos, vestido, mobiliario, utensilios, combustibles, etc.) necesitan de una serie de soportes materiales, uno de los cuales, el más importante para la familia es la vivienda. La vivienda tiene el carácter de soporte material de una parte considerable de las actividades de consumo necesarias a la reproducción de fuerza de trabajo”.

Giraldo (1987) la vivienda se define como un conjunto de espacios abiertos y cerrados dispuestos convenientemente para alojar a una familia, constituyéndose en elemento indispensable para su existencia, conservación y desarrollo. Por consiguiente no es solo la casa, sino todo lo que está relacionado con ella y con sus habitantes. Los espacios cerrados y vacíos es relacionado con diferentes actividades que involucra todo el día mismo humano, desde el simple descanso y albergue, acompañado de condiciones para un ocio dirigido, eficiente y recuperante, relajante y productor de satisfacción y comodidad.

Monzón (1990) las experiencias de PRATVIR muestra el problema que surge cuando se aplica rígidamente una metodología convencional para la organización del trabajo de construcción, que no toma en cuenta la dinámica campesina y su priorización del tiempo. Así mismo las dificultades para poner en práctica el sistema elegido para la construcción de vivienda y las decisiones asumidas por los comuneros, señalan la necesidad de buscar tecnologías más sencillas que puedan estar al alcance de éstas comunidades.

Burga (1992) en la definición de todo estilo arquitectónico es lógico que hayan primado los factores como la necesidad de protección y los materiales disponibles en el lugar. Luego por un proceso experimental de prueba y error, de avances y retrocesos, quedando lo trascendente, mientras se va eliminando lo fortuito y pasajero, siempre en relación a un contenido de mitos, creencias y costumbres y no solo a un conjunto de necesidades domésticas, aspectos importantes a tener en cuenta en el diseño de las viviendas rurales.

Cortés (1995), la vivienda es el espacio cotidiano del entorno próximo en el cual las personas habitamos desde el mismo momento de nuestro nacimiento. Nos encontramos así con un marco exterior común, formado en parte por la vivienda en la que habita la familia a la que pertenecemos. Este hecho inicial, primario y básico de nuestra relación con el medio ambiente social es común a la inmensa mayoría de las personas, lo que permite valorarla como sistema común de convivencia. La vida humana transcurre entonces, desde que viene al mundo, en torno a la relación entre individuo y vivienda.

2.1.3. VIVIENDA RURAL

OEA (1963) la dignificación de la vida del campesino debe de derivarse de acciones específicas por parte del gobierno hacia el desarrollo económico, la mejora de la vivienda, servicios sociales e incluso mejoramiento de los servicios urbanos que requiere el agricultor en sus relaciones sociales y de trabajo.

ONU (1970) la vivienda rural comprende una gama de facilidades y servicios que unen al individuo y a su familia con la comunidad y a ésta con la región,

manifestando que el concepto de vivienda es más que una concha física. La vivienda abarca todos los servicios auxiliares que son necesarios para el bienestar del hombre. Los centros sanitarios, sociales, culturales, y comunales constituyen los facilitadores que se complementan con las instalaciones para el desarrollo de actividades agrícolas y programas agroindustriales; las actividades económicas guardan una íntima relación con la vivienda rural.

Banco mundial (1970) el mejoramiento de la vivienda en el medio rural es el componente básico de todos los programas de desarrollo integral campesino. La vivienda rural juega un papel diferente a la urbana, ya que está ligada a la producción y las actividades de la economía campesina. Por ello éstas son importantes en programas de desarrollo rural porque dan muy claramente el papel que la vivienda representa en el resultado final.

Mora (1970) la vivienda rural se considera como un sistema cuyos elementos básicos son: La casa-vivienda familiar, las instalaciones de corral (almacenes, alojamientos ganaderos, cobertizo para maquinarias, etc.), los centros de servicios donde están ubicados las atenciones económicas sociales y municipales, los centros de actividad agrícola (parcela) y los medios de comunicación. Estos componentes pueden agruparse según dos modelos básicos: viviendas dispersas y viviendas agrupadas en pueblos.

Rapoport (1972) plantea que la arquitectura popular se define por cuestiones socio culturales predominantemente y secundariamente por aspectos modificantes como: el clima, la tecnología, la religión, la economía. Si bien es cierto las fuerzas socio culturales son importantes en la definición del estilo resultante, tan trascendente como valores, si son dominantes o secundarios, es el establecer los procesos que explican su evolución. Es decir su origen y devenir histórico. Al igual que la vivienda urbana, se puede definir como un objeto pero también es un proceso, sobre todo en el medio Rural, en que esta, más que una mercancía objeto de compra venta, se convierte en una práctica individual, familiar o comunal, e incluso, muchas de las veces, en un ritual. La vivienda y calidad de vida en los asentamientos rurales constituye un tema de suma importancia en el desarrollo social, económico y ecológico de la región

latinoamericana que desgraciadamente, a pesar de ser estratégico, ha estado en los últimos años casi olvidado.

2.1.4. FUNCIONES Y NECESIDADES PRIMARIAS EN LA VIVIENDA

Alcalino (1987) las llamadas funciones in-trínsecas de la vivienda o funciones primarias son:

a) Abrigo

Es la función más obvia de la habitación, esto es prestar abrigo contra las inclemencias del tiempo, lo que condiciona los materiales usados, la orientación en la construcción, la adaptación de los factores climáticos con facilidades para la calefacción, ventilación, luz y seguridad de la vivienda, así como las características del techo, las paredes y las ventanas.

b) Alojamiento

El estudio de la función alojamiento, debe tenerse en cuenta el número total de piezas y el tamaño de la vivienda en relación con los habitantes, el área construida, dormitorios y cuartos para descanso, divisiones interiores y los demás espacios disponibles.

c) Intimidad

Los seres humanos necesitan un espacio donde puedan vivir su vida íntima sin interrupciones de vecinos o de personas ajenas al círculo familiar. Esto es una de las bases de la socialización que se efectúa principalmente dentro de la familia.

d) Depósito

En todas partes se siente la necesidad de poseer un lugar seguro para guardar sus bienes materiales y personales, este lugar podría estar dentro o fuera de la vivienda.

e) Estética

Esta función incluye el estudio de la decoración tanto como exterior de las habitaciones, esto depende de cierta forma el grado de cultura de las clases sociales.

2.1.5. DISEÑO DE VIVIENDA

Manrique (2006) el funcionamiento del diseño será simple de entender, sin importar la experiencia, el conocimiento, el lenguaje, ni el nivel de concentración del usuario, ya que se utilizara el recorrido a través de los puntos centrales que concentrarán y dispersarán los flujos de usuarios.

Para dar soluciones mínimas en el diseño es necesario analizar lo siguiente:

- Definición de ambientes para cada actividad específica.
- Determinación de áreas mínimas para cada actividad específica.
- Análisis de proximidad y relación de funciones, zonificación y flujo gram.
- Cálculos de Ventilación.
- Análisis de comportamiento térmico de los materiales a utilizar.
- Iluminación, Radiación Solar.

La información mínima como datos de campo y gabinete que se debe utilizar para dar solución son:

- Información meteorológica: T°, H°R°, radiación solar, horas de sol, velocidad y dirección de viento.
- Plano de ubicación y topográfico.
- Materiales existentes en la zona.
- Información social, situación económica, instituciones, actividades, otros.

Martínez (1995) define al diseño como el acto creativo que implica un proceso de interacción dialéctica entre la capacidad crítica del diseñador y su dominio creativo; asimismo, conjuga las capacidades racionales y empíricas de la estructuración formal del diseño. Esto se logra mediante la adecuada sistematización del proceso, en búsqueda de claridad, precisión y orden, de manera que trascienda la acumulación de experiencias, vivencias y soluciones ambiguas y subjetivas, con una finalidad que supere las condicionantes conductuales de hábito.

Saravia (1986) en el caso altiplánico el diseño obedece principalmente a lograr un refugio para protegerse del frío y de la noche, ya que la vivienda no la utiliza durante el día, por permitírsele así los días claros y soleados que invitan a realizar sus actividades al campo libre.

Unwin (1902) el diseño de cualquier edificación se facilita cuando se definen los requerimientos principales y se piensa el problema desde el principio, eliminando cualquier juicio o conexión que pudiera haberse creado en torno a él. Esto permite distinguir entre los elementos y condiciones esenciales y los que han surgido de los convencionalismos. Posteriormente, deben identificarse las relaciones existentes entre estos elementos y condiciones.

2.1.6. LA VIVIENDA BIOCLIMÁTICA

La vivienda bioclimática se define como aquel tipo de arquitectura que, asegura el confort para los ocupantes en la vivienda, minimiza el uso de energía auxiliar apoyándose en las características climáticas del lugar. Una vivienda bioclimática, es pues, una vivienda que permite gozar de unas condiciones confortables de humedad y temperatura en su interior con bajos consumos de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria.

2.1.7. DESARROLLO SUSTENTABLE

CAMM (1996) el desarrollo sustentable se refiere al incremento del bienestar de la población sin agotar la base de los recursos naturales. El desarrollo sustentable pretende armonizar la conservación con la actividad humana, especialmente tratándose de las poblaciones rurales, que son las protagonistas principales del uso directo de la diversidad biológica.

2.1.8. CALIDAD AMBIENTAL

Se define como las estructuras y los procesos ecológicos que permiten al desarrollo sustentable (o racional), la conservación de la diversidad biológica y el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

(http://www.editorial.cda.ulpgc.es/ambiente/3_bioclima/1_protovivienda)

2.1.9. CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE LA VIVIENDA BIOCLIMÁTICA

2.1.9.1. UBICACIÓN

Con ella, se pretende conseguir el máximo aprovechamiento de la radiación solar y crear corrientes naturales de aire; la casa debe tener una orientación adecuada. La fachada oeste y norte estará iluminada todo el día, por lo que ahí deben construirse las estancias donde los habitantes pasen la mayor parte del tiempo; la radiación solar no llega a la fachada sur de la casa, por lo que conviene construir zonas de paso, pasillos, almacenas, salas de máquina y similares en esa zona de la vivienda. Ascencio C. (1998).

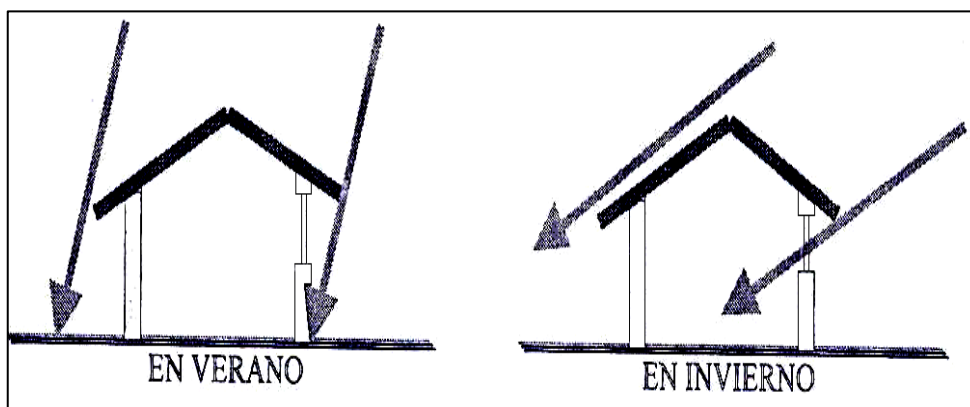
2.1.9.2. ORIENTACIÓN

Buscar la orientación más adecuada para una vivienda es ubicar el lugar más apropiado para cada ambiente de la misma en relación con: el asoleamiento, la ventilación, vistas agradables.

a. Asolamiento

Considerado como criterio de diseño en una vivienda consiste en aprovechar los beneficios de la incidencia directa de los rayos solares en la manera más eficiente, teniendo en cuenta las protecciones correspondientes para los excesos de la misma. Para todo tipo de edificio arquitectónico, especialmente en el caso de la vivienda, la orientación más conveniente para lograr el asoleamiento requerido se consigue conociendo primeramente lo siguiente: las aberturas dirigidas hacia el Norte: en verano reciben menos horas de sol que en invierno con un ángulo de incidencia menor. Es decir que al ser los rayos solares más verticales en verano, durante las horas de mayor intensidad puede evitarse el acceso directo del sol. En invierno, como el ángulo de altura es más bajo los rayos solares alcanzarían a penetrar en los interiores. En equinoccios recibe menor cantidad de horas de sol diarias que en invierno, pero penetra en las habitaciones desde que amanece y hasta el anochecer.

FIGURA 3
ASOLAMIENTO EN VERANO Y INVIERNO EN UNA VIVIENDA

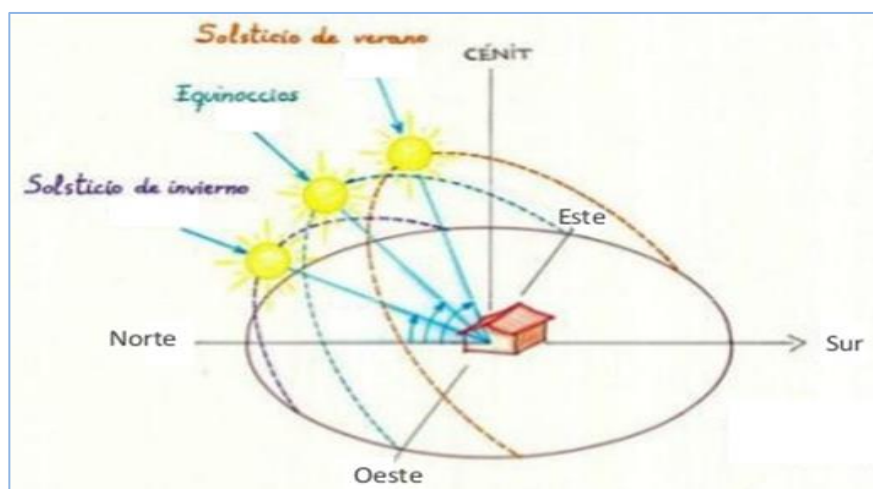


Fuente: Ascencio (1998).

Podría decirse entonces que en Puno esta es la orientación más óptima para las aberturas y para aquellos elementos constructivos destinados a coleccionar, almacenar y/o distribuir calor. Por otro lado, las aberturas orientadas hacia el este, reciben sol hasta la mitad de la mañana en invierno y hasta cerca del mediodía en verano.

Las aberturas orientadas hacia el oeste, reciben sol solamente por las tardes, durante todo el año. Las aberturas orientadas hacia el sur, escasamente reciben el asoleamiento durante todo el año, salvo en verano que reciben los rayos durante todo el día.

FIGURA 4
LA ALTITUD MÁXIMA DEL SOL Y SU TRAYECTORIA VARÍAN SEGÚN LA ÉPOCA DEL AÑO



Fuente: Kral (2015).

El asoleamiento en un plano horizontal, por ejemplo en techos permanece constante durante todo el año. Para obtener un asoleamiento adecuado es necesario considerar:

- De acuerdo a la función de cada ambiente es necesario dotarlo del asoleamiento suficiente requerido.
- Las aberturas deberán tener la dimensión adecuada para no provocar excesos ni carencias de asoleamiento.
- Debe considerarse el empleo de ciertos elementos constructivos que cumplan la función de retener el asoleamiento directo de manera constante o temporalmente.

b. Ventilación.

Es la renovación total o parcial en la cantidad de aire existente en un local cerrado, sustituyendo el anhídrido carbónico (CO₂) y otros gases de la respiración, combustión, etc., por el aire más puro. La ventilación de un ambiente puede realizarse de dos formas: por ventilación natural y ventilación artificial. La ventilación se produce cuando existen corrientes de aire que se conocen con el nombre de vientos.

c. Vistas Agradables.

Este es el último punto determinante que ha detenerse en cuenta al momento de decidir la orientación más óptima de una edificación. Consiste en tratar de disponer las aberturas de los ambientes acordes con los requerimientos del paisaje.

El paisaje natural es siempre la primera opción al momento de elegir las vistas. No obstante y en ocasiones a falta de él se elige el paisaje urbano como punto de atracción focal. Considerando la función que cumplirá cada ambiente en particular se priorizará la elección de las vistas principales, las secundarias, etc. En ocasiones la relación interior exterior puede llegar a ser tan fuerte que ambos espacios logran integrarse en la misma composición. Cuando se logra esto último se puede decir que el confort psicológico del usuario alcanzará una mayor efectividad.

2.1.9.3. FORMA

Quiroz (1972) menciona que existen dos tipos de forma, primero es la forma del espacio interno y el segundo perfil volumétrico externo. El comportamiento de las representaciones espaciales y volumétricos responden a exigencias de carácter funcional, y que incluyen las posibilidades técnicas y los criterios estéticos.

2.1.9.4. CAPTACIÓN SOLAR PASIVA

DEFFIS (1992) en una vivienda bioclimática la captación de energía solar se realiza aprovechando el diseño de la vivienda, sin necesidad de utilizar sistemas mecánicos. Para ello se utiliza el llamado "efecto invernadero": la radiación penetra a través de un vidrio, calentando los materiales dispuestos por detrás. El vidrio no deja escapar la radiación infrarroja emitida por estos materiales. Los materiales así calentados guardan el calor y posteriormente lo liberan, atendiendo a un retardo que dependerá de su inercia térmica.

2.1.9.4.1. Existen varios tipos de sistemas de captación:

a.- Sistemas directos.

El Sol penetra directamente a través del acristalamiento al interior del recinto. Es importante prever la existencia de masas térmicas de acumulación de calor en los lugares (suelos, paredes) donde incide la radiación. Son los sistemas de mayor rendimiento y de menor retardo.

b.- Sistemas semidirectos.

Utilizan un adosado o invernadero como espacio intermedio entre el exterior y el interior. La energía acumulada en el espacio intermedio se hace pasar a voluntad al interior a través de un cerramiento móvil. Este espacio intermedio también puede ser utilizado como un espacio habitable. Menor rendimiento que los sistemas Directos, y mayor retardo.

c.- Sistemas indirectos.

La captación se realiza a través de un elemento de almacenamiento (paramento de material de alta capacidad calorífica, bidones de agua, lecho de

pedras, etc.) dispuesto inmediatamente detrás del cristal. El interior de la vivienda se encuentra anexionado al mismo. El calor almacenado pasa al interior de la vivienda por conducción, convección y radiación.

2.1.9.4.2. Protección contra la radiación solar

Ciertas técnicas utilizadas para el aislamiento del frío en invierno, contribuyen con igual eficacia como aislantes del calor en verano. Otras en cambio, como la ventilación, son prácticamente exclusivas del verano. En contra, los sistemas de captación solar pasiva, tan útiles en invierno, resultan perjudiciales en verano, por cuanto es necesario impedir la penetración de radiación solar, en vez de captarla.

- El solsticio de verano coincide exactamente con los días más calurosos del verano, lo que significa que cuando llega el calor fuerte (segunda quincena de julio y primera de agosto), el Sol ya está más bajo en el cielo y puede penetrar mejor por la cristalera.
- El día tiene mayor duración y son más despejados que en invierno.
- Aunque se evita la llegada de la radiación directa, hay que considerar también la radiación difusa y reflejada, lo que puede suponer considerables ganancias caloríficas.

Se pueden disponer de dispositivos de sombreado que dificulten la llegada de radiación a las cristaleras, como aleros fijos, toldos y otros dispositivos externos, persianas exteriores, contraventanas, árboles. Algunos de estos dispositivos también son válidos para proteger muros, no solo cristaleras, aunque en este caso quizá lo mejor sea disponer de plantas trepadoras sobre los muros y utilizar colores poco absorbentes de la luz solar (colores claros, especialmente el blanco). Los espacios tapón también protegen eficazmente. Las fachadas Este (al amanecer) y Oeste (al atardecer), así como la cubierta (durante todo el día), también están expuestas a una radiación intensa en verano. Para reducir la incidencia de la radiación se procurará que en estas zonas haya pocas aberturas (ventanas y claraboyas) o que sean pequeñas, puesto que no tienen utilidad para ganancia solar invernal, aunque se las puede necesitar como ventilación y/o iluminación.

(http://www.miliarium.com/monografias/Construccion_Verde/criterios.asp#Ubicacion)

2.1.9.5. AISLAMIENTO TÉRMICO

El aislamiento térmico dificulta el paso de calor por conducción del interior al exterior de la vivienda, y a la inversa, por lo que resulta eficaz tanto en invierno como en verano.

Una forma de conseguirlo es utilizar recubrimientos de materiales muy aislantes (espumas, plásticos). Pero tampoco conviene exagerar con este tipo de aislamiento, ya que existe otra causa de pérdida de calor, las infiltraciones. Además, siempre es necesario mantener un mínimo de ventilación por razones higiénicas, lo que implica un mínimo de pérdidas caloríficas.

La colocación ideal del aislamiento es hacerlo por fuera de la masa térmica, a modo de recubrimiento exterior de los muros, techos y suelos, de tal manera que la masa térmica actúe como un acumulador eficaz en el interior de la vivienda, bien aislado del exterior. También es importante aislar los acristalamientos. Durante el día actúan de forma eficaz captando radiación solar, pero por la noche son sumideros de calor por conducción y convección. Un doble acristalamiento reduce las pérdidas de calor, aunque también reduce la transparencia frente a la radiación solar durante el día. Los más eficaces son los aislamientos móviles: persianas, contraventanas, cortinas.

(http://www.miliarium.com/monografias/Construccion_Verde/criterios.asp#Ubicacion)

2.1.10. FORMAS DE TRANSMISIÓN DEL CALOR.

Mamani (2012) es importante tener presentes los mecanismos de transmisión del calor para comprender el comportamiento térmico de una casa. Microscópicamente, el calor es un estado de agitación molecular que se transmite de unos cuerpos a otros de tres formas diferentes:

- **Conducción**

El calor se transmite a través de la masa del propio cuerpo. La facilidad con que el calor viaja a través de un material lo define como conductor o como aislante térmico. Ejemplos de buenos conductores son los metales, y de buenos aislantes, los plásticos, maderas, aire. Este es el fenómeno por el cual las viviendas pierden calor en invierno a través de las paredes, lo que se puede reducir colocando un material que sea aislante. El coeficiente de

conducción térmica de un material es una medida de su capacidad para conducir el calor.

- **Convección**

Si consideramos un material fluido (en estado líquido o gaseoso), el calor, además de transmitirse a través del material (conducción), puede ser "transportado" por el propio movimiento del fluido. Si el movimiento del fluido se produce de forma natural, por la diferencia de temperaturas (aire caliente sube, aire frío baja), la convección es natural, y si el movimiento lo produce algún otro fenómeno (ventilador, viento), la convección es forzada.

- **Radiación**

Todo material emite radiación electromagnética, cuya intensidad depende de la temperatura a la que se encuentre. La radiación infrarroja provoca una sensación de calor inmediata (piénsese en una estufa de butano, por ejemplo). El sol nos aporta energía exclusivamente por radiación.

2.1.11. INERCIA TÉRMICA

Mamani (2012) define como un concepto importante en las viviendas bioclimáticas: si tienen poca inercia térmica, reaccionarán rápidamente a la radiación solar, calentándose pronto durante el día (hablamos del invierno), pero también por la noche se enfrían más rápido: el retardo entre los aportes de calor y la temperatura alcanzada es pequeño. En cambio, en viviendas con gran inercia térmica, la radiación solar no provocará una subida rápida de la temperatura de la casa, porque el calor se está almacenando, y posteriormente se libera lentamente por la noche, por lo que no se producirá una disminución brusca de temperatura; además, las variaciones de temperatura se amortiguan, no alcanzando valores tan extremos. Entonces, la inercia térmica en una vivienda lleva aparejado dos fenómenos: el de retardo (de la temperatura interior respecto a la temperatura exterior), y el de amortiguación (la variación interior de temperatura no es tan grande como la variación exterior).

2.1.12. CONFORT TÉRMICO

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

✚ FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RITMO DE GENERACIÓN DE CALOR

a) Actividad física y mental

Nuestro cuerpo debe generar calor para mantener nuestra temperatura corporal, pero también es un "subproducto" de nuestra actividad física y mental. Para una situación de reposo, el cuerpo consume unas 70 Kcal / hora, frente a una situación de trabajo, donde se pueden consumir hasta 700 Kcal / h para un ejercicio físico intenso.

b) Metabolismo

Cada persona tiene su propio metabolismo y necesita sus propios ritmos para evacuar calor.

✚ FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RITMO DE PÉRDIDA DE CALOR

a) Aislamiento natural del individuo

El tejido adiposo (grasa) y el vello, son "materiales" naturales que aíslan y reducen las pérdidas de calor. La cantidad de cada uno de ellos depende del individuo.

b) Ropa de abrigo

La ropa de abrigo mantiene una capa de aire entre la superficie de nuestro cuerpo y el tejido que nos aísla térmicamente. Aunque la ropa de abrigo provoca una sensación de calentamiento del organismo, en realidad lo único que hacen es reducir las pérdidas de calor pues, evidentemente, no

consumen energía ninguna y, por tanto, no producen calor. Como no consumen, es el mecanismo más barato energéticamente hablando para regular la temperatura del cuerpo.

c) Temperatura del aire.

Es el dato que siempre se maneja pero, como decíamos, no es el fundamental a la hora de alcanzar el confort térmico.

d) Temperatura de radiación.

Es un factor desconocido, pero tan importante como el anterior. Está relacionado con el calor que recibimos por radiación. Podemos estar confortables con una temperatura del aire muy baja si la temperatura de radiación es alta; por ejemplo, un día moderadamente frío de invierno, en el campo, puede ser agradable si estamos recibiendo el calor del sol de mediodía; o puede ser agradable una casa en la cual la temperatura del aire no es muy alta (15°C), pero las paredes están calientes (22°C). Esto es importante, porque suele ocurrir en las casas bioclimáticas, en donde la temperatura del aire suele ser menor que la temperatura de las paredes, suelos y techos, que pueden haber sido calentadas por el sol.

e) Movimiento del aire.

El viento aumenta las pérdidas de calor del organismo, por dos causas: por infiltración, al internarse el aire en las ropas de abrigo y llevarse la capa de aire que nos aísla; y por aumentar la evaporación del sudor, que es un mecanismo para eliminar calor.

f) Humedad del aire.

La humedad incide en la capacidad de transpiración que tiene el organismo, mecanismo por el cual se elimina el calor. A mayor humedad, menor transpiración. Por eso es más llevadero un calor seco que un calor húmedo. Un valor cuantitativo importante es la humedad relativa, que es el porcentaje de humedad que tiene el aire respecto al máximo que admitiría.

2.1.13. EFECTO INVERNADERO

Mamani (2012) dice: Es el fenómeno por el cual la radiación entra en un espacio y queda atrapada, calentando, por tanto, ese espacio. Se llama así porque es el efecto que ocurre en un invernadero, que es un espacio cerrado por un acristalado. Cuando los rayos del sol entran en un invernadero, la radiación es absorbida por los objetos de su interior, que se calientan, emitiendo radiación infrarroja, que no puede escapar pues el vidrio es opaco a la misma. El efecto invernadero es el fenómeno utilizado en las casas bioclimáticas para captar y mantener el calor del sol.

2.1.14. EL DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

El diagrama bioclimático es una representación tal que cada punto del mismo define unas determinadas condiciones atmosféricas dadas por la temperatura ambiente T y las condiciones de humedad H . como se puede ver en la figura 5.
<http://www.interfis-edu.jimdo.com/interfis/interactivos/diagrama-bioclimatico>

- **Humedad absoluta**

Dada como la presión parcial de vapor de agua en mm de Hg. Se representa en el eje de ordenadas del diagrama.

- **Humedad relativa**

Dada como el porcentaje de humedad respecto al máximo que admite la atmósfera a esa temperatura. En el diagrama se representa por un conjunto de curvas. En cuanto a la temperatura, se puede observar de dos maneras diferentes:

- **Temperatura seca**

Que es la temperatura tal como la conocemos habitualmente, medida por un bulbo termométrico seco. Se representa en el eje de abcisas del diagrama.

- **Temperatura húmeda**

Que es la temperatura que tendría un bulbo termométrico permanentemente humedecido. Como la evaporación del agua provoca el enfriamiento del bulbo, la temperatura húmeda es siempre menor que la temperatura seca. En condiciones de atmósfera muy seca, la evaporación es más rápida, por lo

que la temperatura húmeda es menor, mientras que en una atmósfera saturada de agua, no es posible la evaporación, y la temperatura húmeda iguala a la temperatura seca. La medida se realiza con viento en calma (pues este aceleraría la evaporación).

- **El área de confort**

Es el conjunto de puntos (T, H) del diagrama en el cual un individuo de metabolismo medio, vestido con ropa ligera de verano, en reposo o realizando una actividad sedentaria, con el aire en reposo y sin recibir radiación solar, se encontraría en condiciones confortables.

- **El área de confort con ventilación**

Se define de manera igual al área anterior, pero admitiendo que se puede utilizar ventilación. Es fácil darse cuenta que las áreas de confort están pensadas para los casos de climas cálidos.

- **Línea climática**

Necesitamos saber cuatro valores: la media de las temperaturas mínimas diarias (T_{min}), la media de las temperaturas máximas diarias (T_{max}), la media de la humedad relativa mínima diaria (H_{min}), y la media de la humedad relativa máxima diaria (H_{max}). Como la humedad relativa aumenta cuando disminuye la temperatura (puesto que el ambiente admite menos humedad absoluta), los pares a representar sobre el diagrama son (T_{min} , H_{max}) y (T_{max} , H_{min}), que uniremos por una línea. Definiremos tres puntos importantes en la línea climática: el mínimo (MIN) representado por la tupla (T_{min} , H_{max}), el máximo (MAX) representado por la tupla (T_{max} , H_{min}), y el medio (MED) representado por el promedio de los anteriores. En cuanto al confort en este caso, sólo en determinados momentos del día es posible estar en la zona de confort, aunque con ventilación es posible estar en condiciones confortables la mayor parte del tiempo (la temperatura máxima se sale sólo ligeramente de la zona).

- **Zona de fuerte inercia térmica (I)**

Una vivienda con fuerte inercia térmica es capaz de promediar en su interior las temperaturas extremas del exterior. Por ello, si la temperatura media de nuestra línea climática (MED) cae dentro de la zona de confort, y MAX está dentro de la zona I, en principio es posible obtener confort permanente en el interior de una vivienda de estas características.

- **Zona de fuerte inercia térmica con ventilación nocturna (IVN)**

Cuando MED no cae dentro de la zona de confort, pero sí MIN, y MAX está dentro de la zona IVN, es posible obtener confort en una vivienda de fuerte inercia térmica, protegida adecuadamente de la radiación solar, y si realizamos una eficaz ventilación nocturna .

- **Zona de refrigeración por evaporación (E)**

En los puntos de la línea climática que estén dentro de esta zona, es posible obtener confort térmico utilizando la técnica de refrigeración por evaporación. Consiste en humidificar el aire exterior haciéndolo pasar a través de un material poroso (tela) permanentemente humedecido. Este aire se introduce en la casa mezclándolo en la proporción adecuada con el aire interior para obtener confort.

- **Zona de deshumidificación (DH)**

En los puntos de la línea climática que están en esta zona, es necesario una climatización artificial de enfriamiento con deshumidificación del aire.

- **Zona de aire acondicionado (AC)**

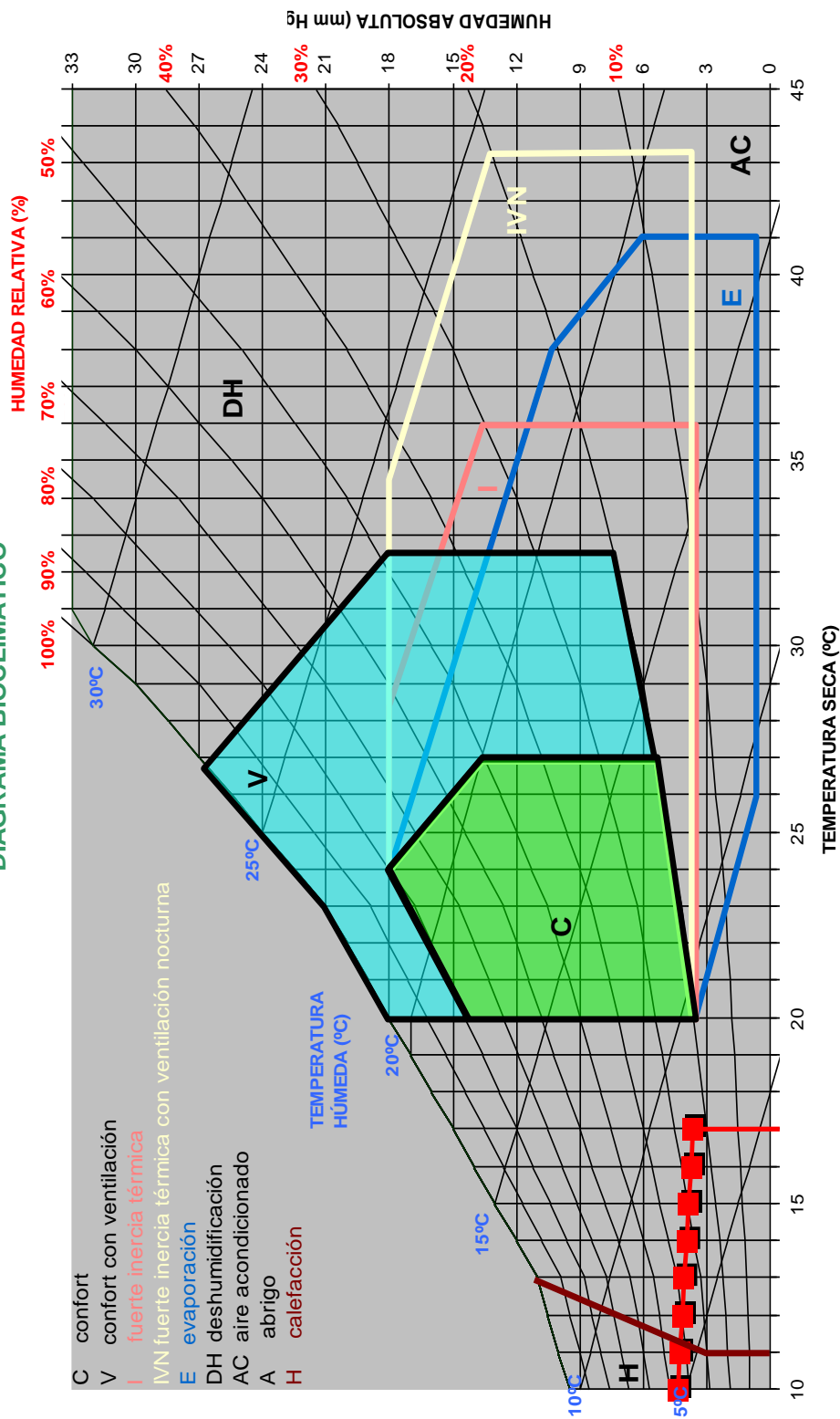
En los puntos de la línea climática que están en esta zona, es necesario una climatización artificial de enfriamiento del aire.

- **Zona de calefacción (H)**

En los puntos de la línea climática que están en esta zona, es necesario el uso de calefacción o utilizar captación solar pasiva.

FIGURA 5

DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO



Fuente: <http://www.interfis-edu.jimdo.com/interfis/interactivos/diagrama-bioclimatico>

2.1.15. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Por lo general los materiales de suelen usarse combinados entre ellos para mejorar sus cualidades. Como por ejemplo, el adobe funciona muy bien en muros portantes a compresión, pero para aumentar sus cualidades elásticas es necesario agregar paja o ichu en su composición en cantidad, proporciones y medida adecuadas. Otro tipo de combinaciones se dan entre los componentes del piso, techo, paredes, etc. Cada elemento arquitectónico debe de recibir un material cuyas propiedades deben ir acordes con las cualidades estructurales, bioclimáticas y demás que se quieran alcanzar.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

➤ **Vivienda Bioclimática**

La bioclimática se define como aquel tipo de arquitectura que, asegurando el confort para los ocupantes del edificio, minimiza el uso de energía auxiliar apoyándose en las características climáticas del lugar. Una vivienda bioclimática, es pues, una vivienda que permite gozar de unas condiciones confortables de humedad y temperatura en su interior con bajos consumos de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria (ACS).

➤ **Diseño**

Es el resultado final de un proceso, cuyo objetivo es buscar una solución idónea a cierta problemática particular, pero tratando en lo posible de ser práctico y a la vez estético en lo que se hace.

➤ **Confort**

Es la sensación agradable y equilibrada entre humedad, temperatura y calidad del aire (no viciado). Estas varían en función de la actividad que desarrollemos y la edad que tengamos.

➤ **Confort térmico**

Confort es aquello que produce bienestar y comodidad. Según la norma ISO 7730, el confort térmico, es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico.

➤ **Asoleamiento**

Es la fuente principal de energía solar emitida a una vivienda, los materiales calentados por la energía solar, guardan este calor y lo liberan, posteriormente, atendiendo a un retardo que depende de su inercia térmica.

➤ **Iluminación**

Es la densidad del flujo luminoso que alcanza una superficie dada.

➤ **Conductividad**

Capacidad de desplazamiento de la energía térmica que tiene un cuerpo (no existe relación entre densidad y conductividad).

➤ **Transmisión**

Es la cantidad de calor que se transmite por unidad de superficie y por °C de diferencia de temperaturas entre dos ambientes considerados.

➤ **Infiltración**

Es la penetración del aire por fenómenos naturales en el edificio.

➤ **Ventilación**

Se le denomina así al movimiento intencionado de aire desde y hacia el exterior y a través de las diferentes partes de la estructura. Esto se logra mediante dos sistemas, uno de ellos denominado sistema de extracción de aire y el otro denominado sistema de inyección de aire.

➤ **Adobe**

Se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer (ladrillo crudo), el cual puede contener paja u otro adherente que mejore su estabilidad frente a agentes externos.

➤ **Solsticio**

Es el momento del año en que el sol se encuentra más elevado y distante del ecuador terrestre. Ocurre solo dos veces al año: el 21 de Junio y el 22 de Diciembre. En estos días el recorrido aparente del sol coincide con los trópicos de cáncer y capricornio, respectivamente para cada fecha.

➤ **Equinoccio**

Es el momento de intersección entre el recorrido solar y el plano del ecuador terrestre. Ocurre el 21 de Marzo y el 22 de Setiembre de cada año.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

El estudio se realiza en la comunidad campesina de Ccopachullpa que se encuentra en el distrito de Ilave, provincia del Collao y departamento de Puno. Posee un clima frío seco durante todo el año, con variaciones según estaciones del año, con precipitaciones fluviales en los meses de diciembre a abril.

3.1.1. ASPECTOS BÁSICOS

a) Ubicación

La comunidad campesina de Ccopachullpa se encuentra ubicada al margen derecha de la carretera Ilave - Mazocruz, en el distrito de Ilave, provincia del Collao, departamento de Puno, a una altitud promedio de 3943.00 m.s.n.m. con coordenadas geográficas Latitud: 16°18'49.52" y Longitud: 69°40'12.74" del meridiano de Greenwich.

b) Límites:

Los límites de la comunidad son:

- Por el Este : Con la Parcialidad de Chocata Morocollo.
- Por el Oeste : Con la Comunidad Campesina de Concahui.
- Por el norte : Con la Comunidad Campesina de Quelecani.
- Por el sur : Con la Comunidad Campesina de Sara Caya.

c) Vías de comunicación

El acceso a la Comunidad Campesina Ccopachullpa es por las siguientes vías:

CUADRO 1
VIAS DE COMUNICACIÓN

Desde	A	Tipo de Vía	Medio de Transp.	Km.	Tiempo	Frecuencia
Puno	Ilave	Asfaltada	Vehículo	54	60 min.	Diario
Ilave	Checca	Asfaltada	Vehículo	10	15 min.	Diario
Checca	Ccopachullpa	Afirmada	Vehículo	17	30 min.	Diario

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS

Los principales parámetros climáticos que definen o caracterizan el clima son: precipitación, temperatura, humedad relativa, radiación solar y velocidad de viento; son los de mayor importancia en cuanto a la caracterización del clima. Los datos considerados en la presente son de la estación meteorológica de Ilave, la estación está a cargo del servicio nacional de meteorología e hidrología Puno (SENAMHI).

a) Clima

El clima de la zona es frío seco durante todo el año, con presencias de heladas en los meses de mayo a agosto y con variaciones de temperatura según estaciones del año, como se puede ver en cuadro 2.

CUADRO 2
PERIODO DE PRESENCIA DE CLIMAS EN LA ZONA

DESCRIPCIÓN	TRIMESTRE			
	Mayo -Julio	Agosto-Oct.	Nov.- Enero	Febrero - Abril
Clima	Frío - Seco	Frío – Seco	Templado	Templado

Fuente: Elaboración propia

b) Parámetros climatológicos

➤ **Temperatura**

Las temperaturas de diseño pueden tener un impacto en la salud de las familias que viven en viviendas precarias, esto se debe principalmente a la prolongada exposición a temperaturas muy bajas, este período comienza en la primera semana de mayo con temperaturas mínimas menores a cero, que descienden más durante los meses de Mayo a Agosto; período en el que tienen lugar las heladas. Durante el mes de septiembre aún se observa temperaturas inferiores a cero, inclusive hasta la primera semana de octubre.

Una importante proporción de las pocas calorías que ingieren las personas vulnerables que viven en la zona altoandina expuesta a temperaturas frías, se va en mantener su temperatura corporal antes que al desarrollo y crecimiento saludable, principalmente en el caso de niños pequeños. Harman (2010).

a) Temperatura Mínima

El descenso de la temperatura mínima se observa a partir de mayo, cuyo promedio mensual es de $-0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$.; durante los meses de Junio a Agosto se observa temperaturas bajas con mayor variabilidad, especialmente durante el mes de Julio cuyo promedio es -3.50 y en mínima extrema $-13.20\text{ }^{\circ}\text{C}$. en cambio, el período comprendido entre Enero y Abril presenta temperaturas con menor variabilidad. Como se puede apreciar en el cuadro 3 y figura 6.

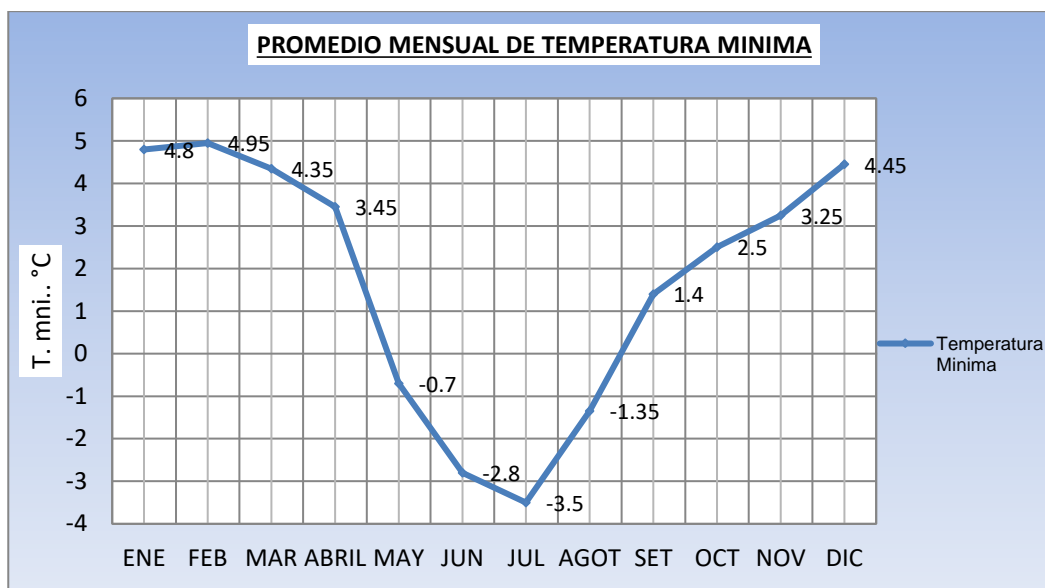
CUADRO 3

PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA MÍNIMA EN $^{\circ}\text{C}$

Años	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOT	SET	OCT	NOV	DIC
2014	5.10	4.80	3.70	2.60	-1.00	-3.20	-3.30	-0.80	2.10	2.90	3.20	4.90
2015	4.50	5.10	5.00	4.30	-0.40	-2.40	-3.70	-1.90	0.70	2.10	3.30	4.00
	4.8	4.95	4.35	3.45	-0.7	-2.8	-3.5	-1.35	1.4	2.5	3.25	4.45

Fuente: Servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI)

FIGURA 6
REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA TEMPERATURA MÍNIMA EN °C



Fuente: Servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI)

b) Temperatura Máxima

Las variaciones de temperaturas máximas presentan fluctuaciones cíclicas desde Diciembre hasta Mayo, con tendencia a un ligero descenso. En este período el promedio de temperaturas máximas media se registra en noviembre 17.75 °C. y la temperatura máxima extrema también en Noviembre con 17.90 °C., Luego sigue otro período también de fluctuaciones cíclicas, pero con promedios ligeramente inferiores; los promedios en este período, comprendido en los meses de Junio con 16.05 °C. y la extrema en julio con 15.10 °C., como se puede apreciar en el cuadro 4 y figura 7.

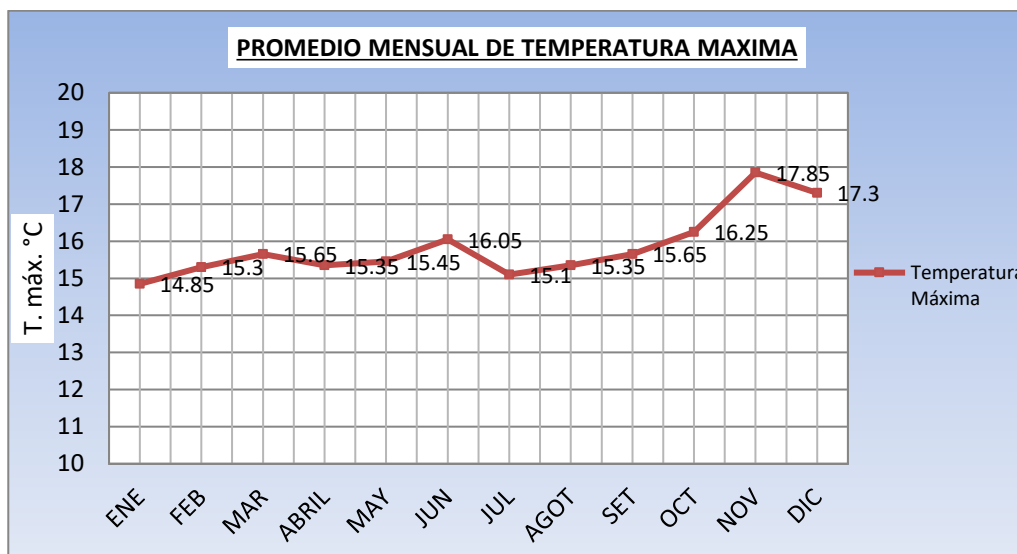
CUADRO 4
PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA MÁXIMA EN °C

Años	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOT	SET	OCT	NOV	DIC
2014	15.2	15.5	16.4	16.2	15.9	16.3	15.1	15.1	15	15.8	17.8	17.3
2015	14.5	15.1	14.9	14.5	15	15.8	15.1	15.6	16.3	16.7	17.9	17.3
	14.85	15.3	15.65	15.35	15.45	16.05	15.1	15.35	15.65	16.25	17.85	17.3

Fuente: Servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI)

FIGURA 7

REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA TEMPERATURA MÁXIMA EN °C



Fuente: Servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI)

c) Humedad Relativa.

Es la cantidad máxima de agua que admite el aire por unidad de volumen, se puede observar en el cuadro 5 y figura 8 el promedio mensual de humedad relativa en el cual se visualiza la más alta y es dada en Enero con 96.50 %.

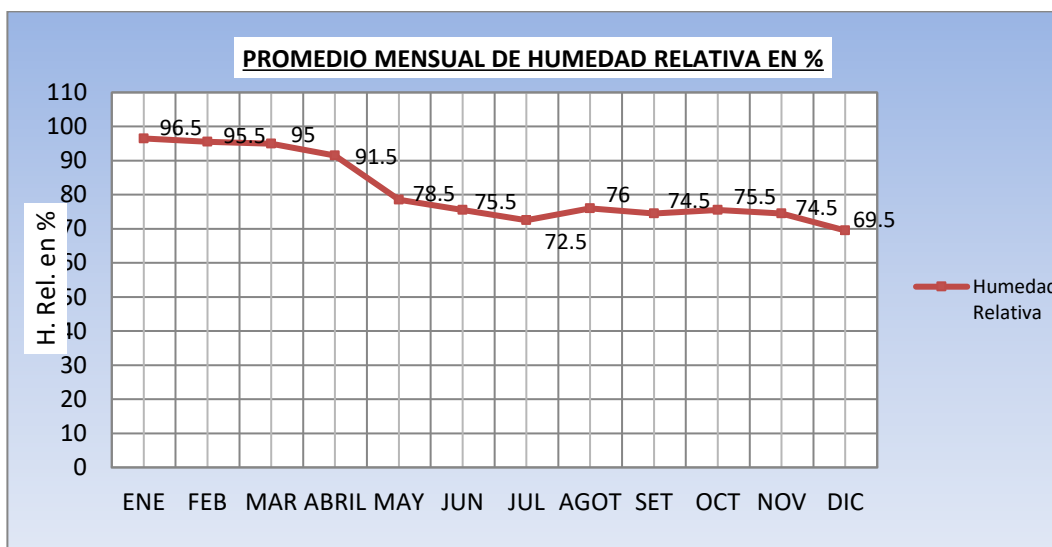
CUADRO 5

PROMEDIO MENSUAL DE HUMEDAD RELATIVA EN %

Años	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOT	SET	OCT	NOV	DIC
2014	97.00	95.00	95.00	94.00	93.00	92.00	88.00	93.00	94.00	93.00	93.00	94.00
2015	96.00	96.00	95.00	89.00	64.00	59.00	57.00	59.00	55.00	58.00	56.00	45.00
	96.5	95.5	95	91.5	78.5	75.5	72.5	76	74.5	75.5	74.5	69.5

Fuente: Servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI)

FIGURA 8
REPRESENTACIÓN GRAFICA DE HUMEDAD RELATIVA EN %



Fuente: Servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI)

d) Dirección del viento

En verano el viento dominante es de norte a este (NE), la entrada de otoño es marcado con una dirección de viento que va de sur a oeste (SE) hasta a mediados de junio, en donde en invierno se tiene presencia de fuertes vientos del norte y en primavera el viento toma diferentes direcciones como se observa en el cuadro 6, los vientos con mayor intensidad se dan en los meses de julio y noviembre.

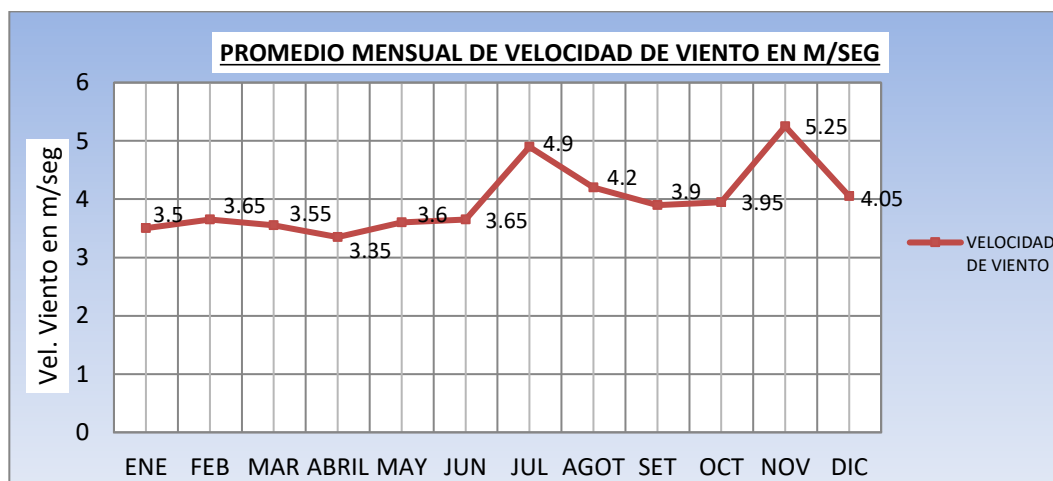
CUADRO 6
PROMEDIO MENSUAL DE VELOCIDAD DE VIENTO EN M/SEG.

Años	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOT	SET	OCT	NOV	DIC
2014	3.00	3.30	4.10	3.70	4.20	4.30	4.80	4.40	3.80	3.90	4.50	4.10
2015	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	5.00	4.00	4.00	4.00	6.00	4.00
	3.5	3.65	3.55	3.35	3.6	3.65	4.9	4.2	3.9	3.95	5.25	4.05

Fuente: Servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI)

FIGURA 9

REPRESENTACIÓN GRAFICA DE VELOCIDAD DE VIENTO EN M/SEG



Fuente: Servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI)

CUADRO 7

DIRECCIÓN PREDOMINANTE DE VIENTO

Años	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOT	SET	OCT	NOV	DIC
2014	SW	NE	SW	NE	SW	SW	SW	SW	SW	NE	NE	NE
2015	NE	NE	NE	SW	SW	N	N	N	N	SW	NE	NE

Fuente: Servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI)

e) Precipitación

La precipitación es una de las variables climáticas más importantes que influyen en la actividad agrícola y ganadería, el período de mayor precipitación pluvial es de Diciembre - Abril, en este últimos períodos ocurre el 84% de la precipitación anual; sin embargo, se observa una amplia desviación respecto del promedio. Esta periodicidad de las precipitaciones pluviales son las que determinan que las actividades agrícolas tengan el carácter estacional.

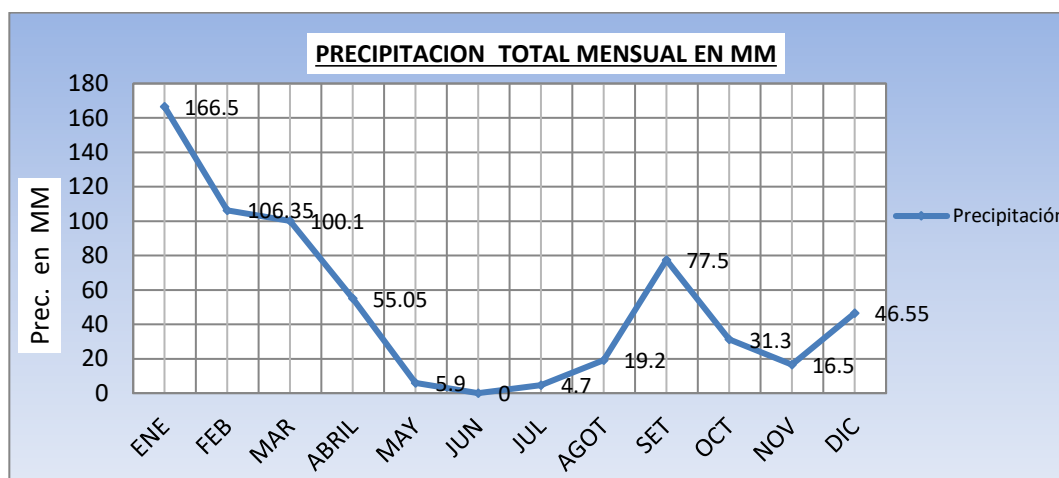
CUADRO 8

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL EN MM

Años	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOT	SET	OCT	NOV	DIC
2014	210.40	77.70	36.00	18.60	0.20	0.00	3.30	29.20	120.50	30.70	20.10	23.50
2015	122.60	135.00	164.20	91.50	11.60	0.00	6.10	9.20	34.50	31.90	12.90	69.60
	166.5	106.35	100.1	55.05	5.9	0	4.7	19.2	77.5	31.3	16.5	46.55

Fuente: Servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI)

FIGURA 10
 REPRESENTACIÓN GRAFICA DE PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL
 EN MM



Fuente: Servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI)

3.1.3. ASPECTO SOCIAL

3.1.3.1. Población

La zona de estudio tiene una población de 127 habitantes distribuidos de la siguiente manera:

3.1.3.2. Composición familiar

La comunidad está constituida por un aproximado de 127 familias las cuales están compuestas de la siguiente manera:

Un jefe de familia (padre), Esposa, 3 a 6 hijos, Abuela o abuelo (en algunos casos), Donde un 15% de las familias poseen entre 5 a 6 miembros, el 30% entre 4 a 5 miembros, el 48% de 2 a 3 miembros y sólo el 7% con más de 6 miembros. Resultados que indican que las familias de la comunidad campesina de Ccopachullpa son numerosas, considerando que una familia compuesto por 5 miembros a más requiere de necesidades múltiples.

3.1.3.3. Nivel de instrucción

En la población de la Comunidad el grado de instrucción está distribuido de la siguiente manera: ver cuadro 9.

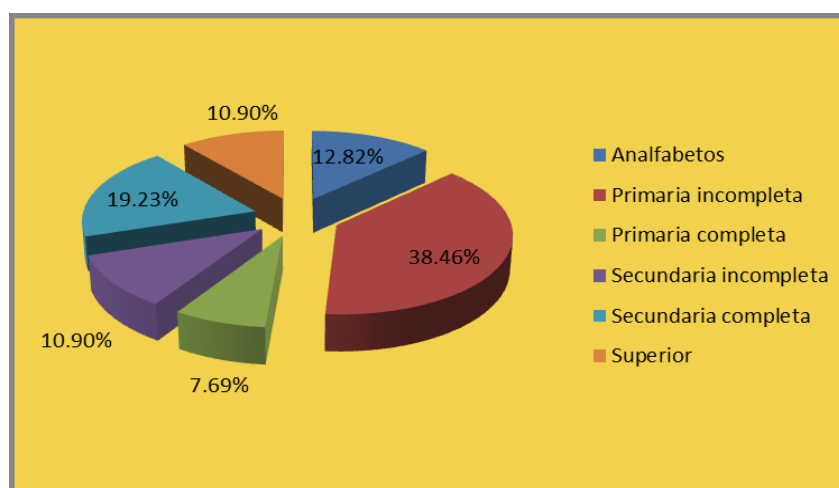
CUADRO 9
NIVEL DE INSTRUCCIÓN DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CCOPACHULLPA

GRADO DE INSTRUCCIÓN	POBLACIÓN	
	Nº	%
Analfabetos	20	12.82
Primaria incompleta	60	38.46
Primaria completa	10	7.69
Secundaria incompleta	10	10.9
Secundaria completa	15	19.23
Superior	12	10.9

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 11 que el 12.82% no tienen una educación y el 38.46% tienen una educación con primaria incompleta, seguido por un 7.69% primaria completa, el 10.90% tienen secundaria incompleta, y secundaria completa se puede decir que es 19.23%, en la comunidad también se puede observar que el 10.90% de la población cuenta con estudios superiores como universitarios y técnicos.

FIGURA 11
REPRESENTACIÓN NIVEL DE INSTRUCCIÓN DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CCOPACHULLPA



Fuente: Elaboración propia

3.1.3.4. Migración:

La migración de sus habitantes en la comunidad se da por falta de servicios salud, educación y vivienda es por ello el 70% migran a las principales ciudades más cercanas a la región de puno como: Tacna, Ilo, Moquegua, Cusco y Arequipa, en busca de mejores condiciones de vida entre mayores y jóvenes, especialmente las personas que se quedan en la comunidad son el 30%, que en su mayoría son de tercera edad.

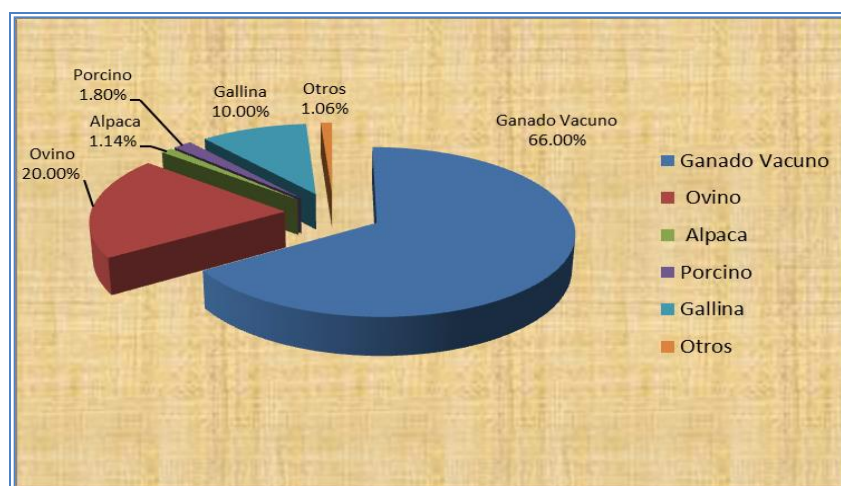
3.1.4. ASPECTO ECONÓMICO

3.1.4.1. Actividad pecuaria

Es una actividad que se efectúa en forma conjunta con la actividad agrícola de acuerdo a la encuesta el 87.14 % de la población se encarga a la explotación de ganado vacuno, ovino y camélidos cuentan en promedio de 7 a 30 vacunos por familia, ovinos 8 a 60 cabezas y alpacas 120 cabezas. Los ganados como vacuno, ovino y alpaca son llevados para la venta a las ferias comerciales de la provincia del Collao los días domingos de cada fin de semana, allí realizan sus transacciones comerciales para adquirir alimentos básicos y otros productos. La crianza de animales menores es de 11.80% como: porcino y gallina, el 1.06% se dedican a otros relativamente importante para la mayoría de las familias porque son utilizadas para el autoconsumo. En la figura 12 se muestra en porcentajes la distribución de la actividad pecuaria.

FIGURA 12

ACTIVIDAD PECUARIA EN LA COMUNIDAD DE CCOPACHULLPA



Fuente: Elaboración propia

3.1.4.2. Actividad agrícola

A nivel de la comunidad, es la actividad constante, a la que se dedican el 100% de las familias que habitan, La comunidad de Ccopachullpa posee un terreno franco limoso, es importante mencionar que en la actividad agrícola para la siembra y cosecha se utilizan herramientas tradicionales en un 100%, la mano de obra en un 98.17% es realizado por el propio poblador, y en un 1.83% el sistema del ayni, para otras actividades como la preparación de la tierra, roturado, rastre y surcado para cultivo el 100% de las familias utilizan maquinaria como el tractor agrícola, con un costo promedio de 40.00 soles por hora; no existiendo otras herramientas de trabajo agrícola de última tecnología. Es la actividad orientada a la producción de cultivos tales como papa dulce, papa amarga, cebada forrajera, oca, olluco, alfalfa, siendo estos productos utilizados en gran medida para autoconsumo. El nivel de vida de la comunidad es de regular a bajo.

3.1.4.3. Consumo y mercado

El abastecimiento de productos de consumo son adquiridos en la feria de llave que se realiza los días domingos de cada semana y en el centro poblado de Churo López que se realiza los días viernes.

3.1.5. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

- **Vivienda**

La infraestructura de las viviendas en la comunidad en estudio el que predomina mayormente son las construcción de material rustico adobe, techos de calamina y paja, así mismo se puede mencionar que sus viviendas son dispersados. A esto debemos agregar la situación de pobreza extrema en la que viven los pobladores de estos lugares, lo que lleva a tener altos grados de desnutrición infantil y los vuelve más vulnerables a contraer enfermedades respiratorias crónicas.

- **Electrificación**

La comunidad campesina de Ccopachullpa en su totalidad de la población cuenta con energía eléctrica en sus domicilios.

- **Agua Potable y alcantarillado**

En cuanto a servicios de agua potable y alcantarillado la comunidad campesina de Ccopachullpa no cuentan con estos servicios antes mencionados, se puede mencionar el consumo de agua son adquiridas de puquios y/o manantiales cercanos, en muchos de los casos estos manantiales están al intemperie por lo que están propensos a cualquier agente contaminante, sumado a este los servicios higiénicos en su mayoría utilizan silo y/o pozo ciego sin las condiciones mínimas de salubridad, esto datos dan cuenta de la precariedad y falta de servicios adecuados que protejan la salud de la población el cual les hacen más vulnerables.

- **Salud**

La comunidad no cuenta con un centro de salud, por lo que, en caso de emergencias y/o de gravedad la población tienen que trasladarse a la ciudad de Ilave.

- **Educación**

Con respecto al sistema de educación no cuenta con un centro educativo la comunidad, pero si existen dos centros educativos en el centro poblado de Tiutire Antamarca que está ubicado a una distancia de 6 km de la comunidad campesina de Ccopachullpa. Asi mismo cabe mencionar los estudiantes tienen que trasladarse a pie llegando asi cansados a su centro educativo y que decir de los niños de educación primaria, el cual esto perjudica en su normal desarrollo de su aprendizaje, es por el cual en las comunidades se tiene un nivel bajo de preparación académica de los estudiantes y educación de sus pobladores.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

Para realizar el presente trabajo de investigación de tesis se utilizaron los siguientes materiales como:

- Información bibliográfica, el cual nos permite tener mejores conceptos y criterios en la etapa del diseño de la vivienda propuesta.

- Información climatológica SENAMHI de la estación de ilave.
- Fichas técnicas de encuestas
- Termómetro Ambiental
- Wincha de 50 m.
- Adobe de 38*38*12
- Madera
- Poliestireno expandido
- Plastico Agrofilm
- Calamina galvanizada
- Planchas de policarbonato

3.3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos trazadas, se estableció una metodología de investigación, que se enmarca en los lineamientos de la investigación científica, aplicando el método de tipo descriptivo – exploratorio y observacional, porque se realizó una evaluación situacional de la vivienda identificando las características y servicios básicos con que cuenta los pobladores de la comunidad campesina de Ccopachullpa, a la vez se plantea las actividades que se realiza durante el proceso constructivo, la secuencia en la propuesta de técnicas apropiadas, para la construcción de viviendas bioclimáticas de bajo costo, como parte dentro de un contexto de calidad de vida y desarrollo sostenible, reviste gran importancia para la población de la comunidad campesina de Ccopachullpa.

Los aspectos que se han tenido en cuenta en el desarrollo de la metodología son los siguientes:

3.3.1. PROCEDIMIENTO

3.3.1.1. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS SITUACIONAL REAL DE LA VIVIENDA RURAL EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CCOPACHULLPA

Los aspectos que se han considerado para evaluar la situación real de la vivienda son los siguientes:

3.3.1.2. Técnica e instrumentos de recolección de datos

a) Técnicas

Las técnicas de recolección de muestras en el presente proyecto de investigación se realizan a base de observación directa, encuestas, entrevistas, fotos, análisis de contenido y datos secundarios.

b) Instrumentos

Se utilizó fichas y/o formatos como instrumentos de recolección:

- **Fichas de entrevista**

Para registrar la información sobre el diagnóstico situacional de las viviendas de la comunidad campesina de Ccopacchullpa.

- **Fichas de Observación**

Se utilizó para el registro de los resultados de parámetros de temperatura máxima, mínima, humedad relativa, precipitación, velocidad de dirección del viento, tipo de materiales utilizados en la construcción, para ser analizados y utilizar según requerimiento de diseño.

3.3.1.3. Procedimiento de recolección de datos

a) Trabajo de campo

Se realiza la coordinación respectiva con las autoridades para solicitar autorización y tener acceso a la comunidad para su respectivo estudio. Una vez seleccionado la comunidad se procedió a seleccionar una vivienda de la comunidad, la vivienda seleccionada tenía que cumplir dos condiciones ser una de las más descuidadas desde el punto de vista térmico y que la familia que habita dicha vivienda brindase facilidades para realizar el estudio de diagnóstico real y mediciones al interior de la misma vivienda. Luego de la selección de la vivienda se realizó un levantamiento de información, elaborándose fichas de encuestas, planos, registrando los materiales utilizados en su construcción y condiciones iniciales. Resultado que posteriormente esta información nos permitió elaborar un diagnóstico de confort térmico de la vivienda. Al exterior se registraron las condiciones meteorológicas de la comunidad, para ello se tomó como datos de temperatura máxima, mínima,

velocidad de viento, humedad relativa, de la estación meteorológica de Ilave y la radiación solar global de la estación de puno. A la vez que se realizaba la evaluación y el diagnóstico térmico de la vivienda, así como dimensiones y geometrías de la vivienda y a propiedades termo físicas de materiales obtenidos de la bibliografía, se va planteando pruebas de validación del modelo de vivienda bioclimática. Esta etapa permitió realizar una validación del modelo propio plantea de la vivienda rural bioclimática.

3.3.1.4. La vivienda rural en la comunidad campesina de Ccopachullpa.

La vivienda rural en la comunidad campesina Ccopachullpa, esta se encuentran diseñada en su mayoría basándose en una creatividad que fue el reflejo de la sabiduría técnica captada de sus ancestros en el transcurso del tiempo. Exclusivamente lo crea de su mente según de sus posibilidades económicas, costumbres para satisfacer sus necesidades habitacionales, el cual enfoca a una vivienda, con un diseño que le permite tener unos ambientes que les permite habitar, con referente a la cobertura se puede indicar son de material de calamina con muros de adobe de 0.30x0.40x0.12m, ventanas pequeñas con marcos de madera, puertas de calamina y/o de metal en algunos casos de madera, con respecto al cielo raso estas viviendas en su mayoría no tienen, realidad que no soluciona los problemas de confort en las épocas de friage que se da en la comunidad campesina de Ccopachullpa, requiriendo así un ambiente adecuado térmicamente para la población.

En la actualidad las viviendas rurales en la comunidad campesina de Ccopachullpa son típicas, por las inadecuadas prácticas constructivas y la falta de mantenimiento y aislamiento térmico originan infiltraciones de aire helada y puentes térmicos que son dejados en la etapa de construcción en los techos, puertas, ventanas o pisos que enfrían el interior de las viviendas, junto a estos problemas de infiltración de aire y costumbres de ventilación no controlada, originan que los ambientes interiores en la vivienda sean fríos. A continuación detallaremos los ambientes más importantes:

A. Dormitorios

Espacio destinado para el reposo nocturno y vestuario, este espacio no es utilizado adecuadamente ya que la mayoría de los pobladores de esta

comunidad campesina de Ccopachullpa, emplean generalmente el dormitorio como un ambiente de usos múltiples, convirtiéndole así a un cuarto de trabajo, estudio, lectura, recepción de visitas y habitación privada de sus ocupantes, a veces la escasez de más ambientes y el aprovechamiento del espacio obliga a esta multiplicidad de funciones, dado que en un solo dormitorio en muchas ocasiones duerme toda la familia y, también en ocasiones aquí almacenan productos destinados a la subsistencia de la familia y si esta fuera más grande, a lo mucho la familia cuentan con dos habitaciones y no son tan privadas como se define un dormitorio.

B. Cocina

Por lo general este ambiente en la comunidad campesina de Ccopachullpa, son construidas de material de adobe con cobertura de paja y de áreas pequeñas, por lo cual la mayoría de este tipo de ambientes están alejado de los demás ambientes, un elemento importante en la cocina es el fogón, construido de piedra y barro sobre una base de adobes, también en algunos casos son de arcilla cocida que se compra en las ferias, está ubicada en las paredes laterales de la habitación o al costado de la puerta en la esquina, a nivel del suelo, en algunas cocinas se encuentra como una especie de nichos donde se ubica el fogón el cual tiene un conducto vertical y funciona como chimenea pero no colabora para el escape total del humo atrapado dentro del ambiente. Cabe mencionarse la mayoría de la población en las zonas rurales, además de ser una cocina también lo utiliza como un dormitorio para aliviar la hospitalidad de sus ocupantes.

C. Patio

Es el espacio que cumple una función de conexión y circulación entre ambientes, las actividades que se desarrollan en el son múltiples: se constituye en la zona social de la vivienda por que permite la relación social ya sea a nivel familiar o vecinal, los pisos en su totalidad son de tierra.

D. Del proceso de construcción

- **Selección del terreno**

El propietario asesorado por los maestros, inspeccionan el terreno más conveniente para construir su casa, después de elegir el área de terreno se toma las dimensiones, algunas veces se realiza un plano de memoria sobre la distribución de los ambientes, o se proyecta construir bajo un modelo típico, donde la distribución de la mayoría de las viviendas cuentan con una organización espacial muy dispersa, en muchos casos no tienen una buena orientación y ubicación.

- **Trazo y replanteo.**

Como primera instancia el maestro encargado realiza conjuntamente con el propietario una limpieza de las malezas y escombros, posteriormente se realizara el trazo, fijando los ejes con estacas de madera y a continuación, se marcará las líneas del ancho de las cimentaciones en armonía al ancho del muro.

- **Excavación de zanja**

Corresponde a los trabajos de excavaciones y perfilado de terreno en forma manual que se realiza en los trazos para las cimentaciones donde se construirá la vivienda. La profundidad de las excavaciones para cimientos corridos en su mayoría se encontraron deficiencias por lo que solo escavaban una altura de 20 cm esto indica que existan riesgos y peligro de fisuramientos, derrumbes o de filtraciones de agua en el muro.

- **Cimentación (cimiento corrido)**

Respecto a la cimentación en la comunidad Campesina de Ccopachullpa utilizan es el cimiento corrido, como paso previo a la excavación, el ancho del cimiento por lo general es el ancho del muro a elevarse, la profundidad es variable varía desde 0.20m hasta 0.40m. Una vez cavadas las zanjas, proceden a realizar el empedrado en las zanjas utilizando piedra y barro, una vez colocada la primera hilada de piedras, se comienza a rellenar los espacios con barro y piedras pequeñas, estos en forma de cuña, cuidando

que no quede por encima del nivel de las piedras principales, hasta lograr la altura requerida.

- **Sobre cimiento**

Los trabajos que los pobladores realizan en cuanto al sobre cimiento en construcción de una vivienda en su mayoría de los casos no son adecuados llegando así a una altura de 0.10m. el cual esto indica a que haya riesgo de humedecimiento de la pared y posteriormente tener peligros de derrumbe. Los materiales que utilizan son de la misma comunidad para dicho trabajo es piedra y barro.

- **Muro de adobe**

La construcción de muros de adobe, presenta características favorables, así como limitaciones, en el muro el adobe como material y sistema constructivo, Dentro de los aspectos favorables permite la construcción de edificaciones plenamente satisfactorias en los aspectos de seguridad, salubridad, confort y economía.

- **Techo y/o cobertura**

Las coberturas y/o techos de las viviendas de la comunidad son básicamente de paja (ichu) y calamina.

El porcentaje de viviendas con techo de paja es en menor proporción el cual este va relacionado con el grado de antigüedad de las viviendas, algunas personas siguen utilizando techo de paja por la cualidades térmicas que presta este material, en cocinas y ambientes donde guardan sus cosechas, también es utilizada la paja en los techos de cocinas debido a que la grasa y el humo malogra la calamina.

Con respecto a los techos de calamina son de dos aguas, se nota en la comunidad en mayor porcentaje la utilización de dicho material, pero no como una solución ideal, pero si como el material que brinda al usuario una solución rápida y económica. Además es un factor de medida de desarrollo entre los campesinos, y es la nueva expresión formal que le da este material a las viviendas.

- **Revoques y/o Revestimiento**

Se considera los **revoques** dentro de la técnica constructiva de acabados en muros, porque constituye parte de ella, la función principal es de proteger la acción de la erosión y el intemperismo y a su vez enriquece la expresión estética y formal de la vivienda.

Por el tipo de revoque que utiliza la comunidad en la mayoría de las viviendas son con pastas de barro y mezclado con cierto porcentaje de trozos de ichu para dar mayor consistencia y evitar rajaduras posteriores al acabado.

- **Piso**

Los tipos de **pisos** encontrados en las viviendas de la Comunidad de Ccopachullpa son:

- **Pisos de tierra**

Son los de mayor porcentaje, tanto en interiores como en patios. Solo basta determinar el nivel, analizar la tierra y se obtiene un piso duro.

- **Pisos de cemento**

Solo se encuentra en interiores, en los ambientes destinados al descanso, nunca en cocinas y eventualmente en veredas. El proceso constructivo es el convencional empedrado y cemento.

E. Análisis bioclimático de la vivienda

El propósito de este análisis bioclimático es de conocer el coeficiente de conductividad térmica de los materiales y los cálculos correspondiente de coeficientes de transmisión térmica, perdidas de carga: por transmisión, por infiltración, así mismo se realiza los cálculo de ganancias de calor o contribuciones: por aportes directos, indirectos, infiltración (ventilación), aportes independientes, cálculo de comportamiento térmico solar, cálculo de almacenaje térmico y inercia térmica de los materiales utilizados en los 3 ambientes principales (dormitorio 1,2,3) de la vivienda bioclimática. Para los cálculos bioclimáticos se ha citado como fuente base de (Ascencio C, 1998) y (Maquera, 2009)

Tomando en cuenta los parámetros a calcular, a continuación se detalla de la siguiente manera:

Definitivamente los materiales más porosos de colores oscuros y opacos, de texturas más irregulares ofrecen un mejor comportamiento térmico tendiente al almacenamiento de calor, que es lo que necesitamos para nuestro propósito y el caso específico de nuestro proyecto. Es muy importante conocer los siguientes términos y sus tablas de valores correspondientes para saber elegir el material adecuado, para lograr las condiciones ambientales deseadas: Arzonmanian (1981).

E.1 Capacidad calorífica

También es conocido como calor de masa de un material es la cantidad de calor que este puede almacenar por unidad de volumen, para elevar la temperatura en 1°C. Se expresa en Kcal/m³ °C ó Wh/m³ °C. la capacidad calorífica de un material se denomina con la letra **y**, siendo equivalente al producto del calor específico por la densidad del material. Estos son algunos valores más usados:

CUADRO 10
CAPACIDAD CALORÍFICA DE LOS MATERIALES MÁS USADOS

MATERIAL	CALOR ESPECIFICO	DENSIDAD	Y
Adobe	0.22	1200	264
Ladrillo	0.20	1700	340
Concreto	0.16	1200	336
Tierra	0.21	2000	420
Arena	0.19	2000	380
Acero	0.12	7000	840
Piedra	0.20	900	180
Agua	1.00	1	1
Madera	0.45	560	252
Yeso	0.31	1450	450
Vidrio	0.20	2700	540

Fuente: Ascencio (1998). Pág. 221

Por otro lado, cuando el almacenaje térmico se considera en función a las temperaturas reales, otro factor a tener en cuenta es la capacidad de almacenaje térmico que presenta un material cualquiera la fórmula es:

$$Q_{at} = V * Y * \Delta T$$

Dónde:

Q_{at} = Capacidad de almacenaje térmico de un material

V = Volumen del material en (m^3)

Y = Capacidad térmica

ΔT = Diferencia de temperaturas a las que está expuesto ($^{\circ}C$)

E.2 COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (λ)

Es la cantidad de calor que atraviesa un metro cuadrado del material estudiado con un espesor de 1 metro, durante 1 hora y para una diferencia de temperaturas de $1^{\circ}C$. entre sus dos caras.

$$\{ \lambda \} = \{ W/m \text{ } ^{\circ}C \} = \{ Kcal./m. h. \text{ } ^{\circ}C \}$$

CUADRO 11
COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

MATERIALES		λ (Kcal / m. h. $^{\circ}C$)
PIEDRA	Granito	2.70 - 3.50
	Areniscas y calizas	1.50
	Marmol	1.80 - 3.00
	Pizarra	1.80
	Grava de piedras grandes compactas	2.50
	Arena seca	0.500
CERÁMICOS	Ladrillo macizo	0.750
	Ladrillo hueco	0.350
	Teja común	0.260
	Baldosa y azulejos corrientes	0.900
CONCRETOS Y AGLOMERANTES	Revoque de cemento	0.750
	Estuco de yeso	0.480
	Mortero de cemento	1.20
	Concreto armado	1.30
METALES	Zinc (Calamina)	95.00
	Aluminio	175.00
	Hierro	45.00
	Plomo	30.00
MADERA	Madera corriente	0.14 - 0.33
	Madera pino	0.150
VIDRIO	Simple	0.500
	Fibra de Vidrio	0.028
M. Terreos	Adobe	0.496
MATERIALES AISLANTES	Corcho aglomerado	0.028 - 0.032
	Tecnopor	0.028 - 0.041
	Cámara de aire	0.28

Fuente: Ascencio (1998).

E.3 COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN TÉRMICA (K):

Es la cantidad de calor que se transmite por unidad de superficie y por °C de diferencia de temperaturas entre dos ambientes considerados. Es la inversa de la resistencia térmica total del cerramiento.

$$K = 1 / R_{\text{Total}}$$

Dónde:

- K: Coeficiente de transmisión térmica en Kcal / m². h. °C
- e: Espesor del material (m)
- λ: Coeficiente de conductividad térmica en Kcal / m. h. °C
- R: Resistencia térmica superficial en Kcal / m². h. °C

Los materiales que tengan mayor K transmiten más calor, tanto para el interior o para el exterior de acuerdo a las leyes de transmisión de calor. el calor siempre se dirige hacia el frío. Lo cual significa que los materiales que tengan mayor K deben actuar complementados con algún sistema que retarde la pérdida (más no la ganancia).

Los coeficientes varían de acuerdo a los componentes de cada material, siendo diferente también de acuerdo a su función en diversos elementos constructivos de la vivienda. Ascencio C. (1998)

E.4 COEFICIENTE DE RESISTENCIA TÉRMICA (R):

Es la resistencia que opone cada material de paso del calor, la misma que es proporcional a su espesor (m) e inversamente proporcional a su conductividad:

$$R = e/\lambda = \text{espesor en (m) / Coef. Conduct. } (\lambda)$$

Se expresa en: m².h. °C / Kcal. ó m². °C / W

E.5 CALCULO ANALÍTICO DE GANANCIA Y PERDIDA DE CALOR EN UNA VIVIENDA

ITINTEC (1998) en general, la aplicación práctica del presente proyecto nos hace generalizar los estudios para condiciones de clima frío, por ser este

nuestro caso preciso. Es por ello que para un clima frío como el nuestro la pauta permanente es disminución de las pérdidas de calor y aumento de las ganancias del mismo. La pérdida del calor se da lugar de muy variadas formas, pero dos son las principales:

Perdidas por transmisión

Son los más importantes y se dan como resultados de la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior. La causa fundamental que define estas pérdidas está dada por los materiales que componen los cerramientos exteriores. Para fines de cálculo se necesita conocer en este caso el coeficiente de transmisión de calor de los materiales que componen la estructura de un cerramiento. Analíticamente, la pérdida de calor para la combinación de materiales de un cerramiento vertical, inclinado y horizontal específico está dada por la siguiente fórmula:

$$P_t = (m^2 * K * \Delta T)$$

Dónde:

P_t = Perdida por transmisión en kcal/h.

m^2 = Área en m².

K = Coeficiente de Transmisión.

ΔT = Diferencia entre las temperaturas Exterior e Interior.

Perdidas por infiltración

Complementan este cálculo. Las mismas ocurren por intercambio y renovación de masas de aire entre el interior y el exterior. Acontecen cuando el aire frío del exterior penetra al interior de la vivienda por rendijas o diferencias de altura en los vanos y su marco respectivo. El mínimo calor de infiltración es de 0.5 renovaciones / hora en un hecho arquitectónico bien aislado, sellado y con áreas mínimas de vanos. La fórmula de pérdida de calor por infiltración contempla la siguiente relación:

$$P_i = V * (c/h) * U * \Delta T$$

Dónde:

Pi = Perdida de infiltración en kcal/h.

V = Volumen de Cuarto en m³.

c/h = Cambios cada hora, depende de Lados con abertura.

U = Constante 0.29

ΔT = Diferencia entre las temperaturas Exterior e Interior.

La estimación de la cantidad de renovaciones / hora por lo general, en viviendas bioclimáticas se encuentra en el rango de 0.5 a 0.75 para toda la vivienda. En casas comunes los mismos están entre 0.5 y 2.0 de acuerdo a la presencia y dimensión de los vanos de cada habitación.

Si aplicamos estos cálculos a una vivienda, los pasos obligados serán los siguientes:

- Definir el área total de elementos de cerramiento expuesto.
- Calcular separadamente los valores de K para el total de paredes, ventanas, puertas, sobre cimientos y techos.
- Definir el valor de Pt respectivo de las fechas de equinoccios y solsticios (días más importantes del año).
- Calcular la perdida por infiltración Pi para las fechas definidas arriba.
- Al sumar los tres resultados obtenemos el total de pérdidas de calor que experimenta una vivienda $P_{total} = P_t + P_s + P_i$.

Al mismo tiempo que ocurren estos gastos energéticos existe siempre la posibilidad de que la vivienda logre recuperar en parte o la totalidad del gasto energético. La presencia de sistemas pasivos de calefacción, las aberturas correctamente dimensionadas y la contribución humana o energía cinética de funcionamiento logran elevar los niveles de ganancia térmica.

Ganancias de calor

Según ITINTEC (1998) la ganancia de calor, son las mismas que deben ser calculadas para valorizar el verdadero comportamiento térmico de la vivienda en estudio. Si tenemos en cuenta que durante el presente trabajo nuestra intención ha sido siempre generar el concepto de vivienda bioclimática en torno a un principio modular en el que la misma se

comporte como un sistema térmico habitable en el que cada elemento aporta con una carga térmica, ya sea desde el punto de vista estructural, arquitectónico, de mobiliario, e incluso de los sistemas pasivos de calefacción, los cuales cumplen un rol que va más allá del aporte térmico y se integran en los aspectos espaciales, funcionales y formales del diseño global; en este sentido el método que interesa a nuestro propósito, procede incluyendo el valor estimado de tres elementos de aporte energético y/o ganancias de calor: En el primer punto nos importa para fines de cálculo, conocer la ganancia de calor que se produce por exposición directa al sol.

✓ **Aportes Directos:**

• **Exposición a Radiación Solar**

Es la ganancia de calor que se produce por exposición directa al sol. Para ello se necesita conocer el área de vidrio o superficie de ventanas, la cantidad de radiación solar que ingresa por ellas de acuerdo a su orientación y también importa conocer el % de transmisividad del vidrio, ya sea si este es doble, simple o con sistema de estanco de aire.

$$G = A * \text{Radiación Solar} * \% \text{ de Transmisividad}$$

Dónde:

G = Ganancia de calor en Kcal/m². hora.

A = Área de ventanas con asolamiento en m².

CUADRO 12
 PROMEDIO DE RADIACIÓN SOLAR EN PUNO PARA EL DÍA MAS REPRESENTATIVO DE CADA ESTACIÓN

Época	Radiación solar (cal/cm ²)	Kcal/m ² .Día	Kcal/m ² . hora
Equinoccio de Otoño	458.5	4585	191
Solsticio de Invierno	457.5	4575	191
Equinoccio de Primavera	563	5630	235
Solsticio de Verano	526.7	5267	219

Fuente: Ascencio (1998).

Como se puede apreciar en el cuadro 3 son los datos de promedio de radiación solar en puno para el día más representativo de cada estación, para lo cual se tomó como referencia para el presente investigación.

✓ **Aportes Indirectos:**

• **Ganancias de calor por Transmisión (Invernadero)**

Los aportes indirectos del sistema presentan una variación, pues en los sistemas pasivos de calefacción que apoyan a la vivienda no solo es importante la captación del calor sino que entra en juego la variable almacenamiento, no todas las viviendas tienen sistemas pasivos de apoyo pero si se da el caso, la ganancia de calor tendrá que calcularse de la siguiente manera:

$$G_t = A * K * \Delta T$$

Dónde:

G_t = Ganancia de calor por transmisión.

A = Área del colector o elemento almacenador de calor en m^2 .

K = Coeficiente de transmisión en $Kcal / m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$.

ΔT = Diferencia de temperaturas a las que está expuesto ($^\circ C$).

• **Ganancias de calor por Infiltración (Ventilación)**

$$G_i = (0.29 \text{ Kcal}/m^3/^\circ C) * V * (R/h) * \Delta T$$

Dónde:

G_i = Ganancia de calor por infiltración.

0.29 = Constante en $Kcal/m^3/^\circ C$.

R/h = Renovaciones por hora.

ΔT = Diferencia de temperaturas a las que está expuesto ($^\circ C$).

• **Ganancias por Aportes Independientes (Artefactos eléctricos)**

$$G_{AI} = (0.86 \text{ Kcal}/h) * E * C$$

Dónde:

G_{AI} = Ganancia de calor por aportes independientes.

0.86 = Constante de conversión en Kcal/h.

E = Energía en vatios.

C = Cantidad de artefactos utilizados.

✓ Almacenaje Térmico

Este resultado nos ofrece el valor estimado de la cantidad de calor que podría almacenar por ejemplo, el muro absorbedor de un invernadero, o los pisos de una sala expuesta directamente a los rayos solares. Si generalizamos este cálculo para todo los elementos constructivos de la vivienda en estudio, o por lo menos, para todo aquellos que cumplan una función almacenadora, obtendremos un valor aproximado de la cantidad de calorías que acepta, haciendo uso de su máxima capacidad, bajo condiciones climáticas determinadas. Para su cálculo se utiliza la siguiente formula:

$$Q_{at} = V * Y * \Delta T$$

Dónde:

Q_{at} = Capacidad de almacenaje térmico de un material.

V = Volumen del material en (m^3)

Y = Capacidad térmica.

ΔT = Diferencia de temperaturas a las que está expuesto ($^{\circ}C$)

Para el cálculo de diferencia de temperaturas se ha tomado los datos climatológicos de la estación meteorológica de Ilave y Puno para el caso de radiación solar, se toma como referencia el día más crítico del mes de junio. De acuerdo a la gráfica de giovani nos muestra que esta zona no tiene mucha inercia térmica y es necesario el uso del abrigo y algún sistema de calefacción durante las horas más frías. Para lo cual es necesario que la propuesta de la vivienda, sea de materiales térmicos que puedan favorecer y poder tener una temperatura interior de $18^{\circ}C$ dentro la vivienda.

F. Análisis del adobe

Considerado como uno de los materiales que ofrece un confort térmico muy apreciado que asegura una regulación natural y óptima entre las temperaturas exteriores e interiores, además de la unidad de imagen de conjunto e integración visual al paisaje que poseen, por estar realizados con los mismos componentes del entorno y finalmente cuando el ciclo de vida de esta obra termine, puede ser reciclada como materia prima o ser reintegrada al medio natural sin ejercer ningún impacto nocivo sobre él. Comúnmente el adobe se forma en bloques uniformes que pueden apilarse como tabiques o ladrillos para formar paredes, pero también puede solamente irse aplicando poco a poco para ir creando una estructura uniforme. MINKE, (2005).

La mejor tierra para el adobe debe tener entre un 15% y un 30% de barro o arcilla para unir el material, el resto de materiales que se utilizan son arena o tierra común. Mucha arcilla hace que los bloques de adobe se encojan y se cuarteen con facilidad, muy poca arcilla haría que los bloques se fragmentaran con facilidad. A veces el adobe se estabiliza con una pequeña cantidad de cemento o asfalto para mantener los bloques intactos a las inclemencias del clima. Val, (2009).

Se ha realizado un análisis que está basado en aplicación de proporciones de agregados que se utilizan para la elaboración del adobe, de acuerdo a las investigaciones realizadas por la Norma Técnica de edificación E. 080 Adobe, SENCICO, PRATVIR, para proceder a seleccionar la mejor propuesta analizamos las siguientes investigaciones realizadas por diferentes instituciones:

F.1. Norma Técnica de Edificaciones E. 080.

Plantea un adobe con una dimensión de 18cm x 40cm x 12cm, su diseño se realiza con un porcentaje de 60% de arena, 22% de limo, 13% de arcilla y un 5% de paja.

CUADRO 13
ANÁLISIS TÉRMICO DEL ADOBE SEGÚN E-080, UTILIZANDO EL TERMO
HIGRÓMETRO RADIO SHACK N° 63-1032

HORA	T. INT.	T. EXT.	Difer. Temp	% HUM
06:00 a.m.	5.8	5.3	0.5	29
07:00 a.m.	8.4	6.7	1.7	36
08:00 a.m.	10.9	8.6	2.3	50
09:00 a.m.	13	10.9	2.1	41
10:00 a.m.	14.2	12.3	1.9	39
11:00 a.m.	23.5	24.1	-0.6	21
12:00 p.m.	24.1	28.2	-4.1	20
01:00 p.m.	27.7	29.8	-2.1	LO%
02:00 p.m.	24.1	27	-2.9	LO%
03:00 p.m.	17.7	20.1	-2.4	40
04:00 p.m.	17.5	19.1	-1.6	28
05:00 p.m.	15.1	16.5	-1.4	41
06:00 p.m.	14.3	14.9	-0.6	47
07:00 p.m.	14.3	15.5	-1.2	54
08:00 p.m.	13.9	14.7	-0.8	61
09:00 p.m.	13.4	14.1	-0.7	65
10:00 p.m.	11.6	12.8	-1.2	62
11:00 p.m.	12.1	12.5	-0.4	76
12:00 a.m.	11.3	11.8	-0.5	83
01:00 a.m.	10.7	11.4	-0.7	67
02:00 a.m.	10.9	11.5	-0.6	60
03:00 a.m.	10.6	11.1	-0.5	73
04:00 a.m.	9.6	10.5	-0.9	57
05:00 a.m.	9.7	10.1	-0.4	66
06:00 a.m.	9.9	10.5	-0.6	58

Fuente: Maquera (2009).

F.2. Servicio nacional de capacitación de la industria de la construcción “SENCICO”

Plantea un adobe con una dimensión de 30cm x 40cm x 12cm, su diseño se realiza con un porcentaje de 60% de arena, 22% de limo, 13% de arcilla y un 5% de paja, este debe de ser macizo, y deberá de estar libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros efectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.

CUADRO 14

ANÁLISIS TÉRMICO DEL ADOBE SEGÚN SENCICO, UTILIZANDO EL TERMO HIGRÓMETRO RADIO SHACK N° 63-1032

FECHA: 16-Sep

HORA	T. INT.	T. EXT.	Difer. Temp	% HUM
06:00 a.m.	6.3	7.4	-1.1	65
07:00 a.m.	11.1	7.3	3.8	59
08:00 a.m.	14.4	14.7	-0.3	51
09:00 a.m.	20.8	18.6	2.2	42
10:00 a.m.	19.5	17.1	2.4	35
11:00 a.m.	18.3	17.2	1.1	37
12:00 p.m.	24.1	22.7	1.4	25
01:00 p.m.	30	26	4	LO %
02:00 p.m.	27.4	25	2.4	LO %
03:00 p.m.	20.9	17.9	3	LO %
04:00 p.m.	18.1	16.2	1.9	27
05:00 p.m.	13.9	13.5	0.4	44
06:00 p.m.	12.3	11.9	0.4	54
07:00 p.m.	11.5	11.3	0.2	61
08:00 p.m.	10.3	10.7	-0.4	69
09:00 p.m.	9.9	9.7	0.2	69
10:00 p.m.	10.5	11.4	-0.9	64
11:00 p.m.	10.3	11.2	-0.9	65
12:00 a.m.	10.2	11.1	-0.9	65
01:00 a.m.	9.9	10.7	-0.8	66
02:00 a.m.	9.2	10	-0.8	61
03:00 a.m.	7.8	7.6	0.2	40
04:00 a.m.	6.7	7.2	-0.5	41
05:00 a.m.	5.9	6.6	-0.7	42
06:00 a.m.	7.5	8.5	-1	64

Fuente: Maquera (2009).

F.3. Proyecto de Acondicionamiento Territorial y Vivienda Rural "PRATVIR":

Plantea un adobe con una dimensión de 38cm x 38cm x 12cm, Con un porcentaje de 90% de limo, y un 10% de paja, este debe de ser macizo, y deberá de estar libre de materias extrañas.

CUADRO 15

ANÁLISIS TÉRMICO DEL ADOBE SEGÚN PRATVIR, UTILIZANDO EL TERMO HIGRÓMETRO RADIO SHACK N° 63-1032

FECHA : 11-Sep

HORA	T. INT.	T. EXT.	Difer. Temp	% HUM
06:00 a.m.	5.3	6.1	-0.8	65
07:00 a.m.	5.6	6.5	-0.9	68
08:00 a.m.	25.5	13	12.5	22
09:00 a.m.	33.9	18.4	15.5	LO%
10:00 a.m.	41.4	22.9	18.5	LO%
11:00 a.m.	40.4	24.7	15.7	LO%
12:00 p.m.	39.4	26.2	13.2	LO%
01:00 p.m.	39.2	25.5	13.7	LO%
02:00 p.m.	39	25	14	LO%
03:00 p.m.	29.7	18.2	11.5	LO%
04:00 p.m.	15.9	15	0.9	27
05:00 p.m.	13	12.5	0.5	42
06:00 p.m.	12	11.7	0.3	52
07:00 p.m.	13.9	12.7	1.2	50
08:00 p.m.	11.8	11.8	0	56
09:00 p.m.	11	11.2	-0.2	59
10:00 p.m.	9.5	9.9	-0.4	61
11:00 p.m.	8.6	9.1	-0.5	64
12:00 a.m.	8.1	8.8	-0.7	66
01:00 a.m.	7.2	8.2	-1	68
02:00 a.m.	6.9	8	-1.1	69
03:00 a.m.	6.5	7.7	-1.2	68
04:00 a.m.	6.4	7.6	-1.2	68
05:00 a.m.	7	6.9	0.1	55
06:00 a.m.	6.6	7.7	-1.1	68

Fuente: Maquera (2009).

F.4. Interpretación de los resultados del análisis térmico del adobe

Como se puede determinar de los cuadros anteriores que el mas optimo recomendado para su utilización de los adobes de acuerdo a los resultados de las diferencias de temperatura interior y exterior que existe entre los adobes analizados lo cual indica visiblemente el rendimiento de termicidad que existe en cada uno de ellos, al dar un resultado positivo demuestra un alto rendimiento térmico y al demostrar una respuesta negativa indica un bajo rendimiento térmico del material, como se sabe es muy importante que una vivienda tenga una buena conservación térmica de la radiación, para poder brindar una confortabilidad agradable para el habitante. Se plantea un adobe de acuerdo a las norma técnica de edificación E. 080 adobe y el sistema unificado de clasificación de suelos – SUCS, indica que pueden considerarse aceptables los suelos cuyo porcentaje de arenas varíe de 55 a 75% (retenidos en la malla N° 200) y el porcentaje de finos lo haga de 25 a 45% (limos, arcillas, etc. que pasan la malla N° 200). Sin embargo en ningún caso se aceptaran suelos con más de 18% de arcillas. Un porcentaje mayor de arcilla puede producirse cambios volumétricos indeseables en los adobes. Sobre este punto la norma recomienda que la gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla de 10 - 20%, limo 15 – 25%, y arena 55 – 70%. Tomando en cuenta las recomendaciones anteriores por la norma para nuestro caso se realizara el adobe con una dimensión de 38cm x 38cm x 12cm, su diseño se realiza Con un porcentaje de 60% de arena, 22% de limo, 13% de arcilla y un 5% de paja de trozos de 10cm, así mismo cabe mencionar en muchas ocasiones se suele utilizar como canteras terrenos de cultivo, con el riesgo grande de introducir materia orgánica; por ello, en caso de utilizarse tales terrenos, deberá de retirarse previamente la capa superficial que contiene la materia orgánica y emplear las capas más profundas, situadas por lo menos a unos cuarenta centímetros de la superficie.

3.3.2. DISEÑO DE VIVIENDA RURAL BIOCLIMÁTICA PROPUESTA

3.3.2.1. Criterios fundamentales para el diseño de la vivienda bioclimática

Para construir una vivienda rural bioclimática confortable es importante considerar los siguientes aspectos:

- a) ver la manera más económica posible de captar la radiación solar.
- b) Considerar la introducción de sistemas adicionales de captación de calor hacia zonas de la vivienda importantes como en los dormitorios.
- c) No permitir que el calor ganado y acumulado durante el día, se pierda inadecuadamente en los ambientes. Por lo cual es necesario considerar el diseño de sistema de cierre a los elementos que posibiliten ingreso de aire frío – techos, puertas, ventanas, ductos y eliminar aberturas dejadas en la construcción.
- d) Trabajar con materiales adecuados que tenga mayor capacidad de inercia térmica como el adobe, barro, madera y otros.
- e) La orientación es importante, lo recomendable es ubicar la vivienda para que los elementos que producen calor estén orientados hacia el norte, por lo cual es la ubicación y orientación más deseable.

3.3.2.2. Planteamiento del sistema y criterios constructivo de la vivienda bioclimático

Para que una casa sea amigable con el medio ambiente debe tener el menor impacto posible sobre el terreno en que se construye, esto implica el uso de materiales ecológicos, como adobe, materiales recuperados y reciclados, así como productos sustentables. Otro punto importante para los cimientos de las casas ecológicas es que si se desea recuperar el terreno, pueda hacerse sin mayores complicaciones y que la tierra pueda reutilizarse o reforestarse. Para seleccionar el tipo de cimiento menos invasivo posible es importante tener opciones que se adapten al diseño que desees, pero siempre tomando en cuenta el uso de materiales ecológicos. (Val, 2009)

Este proyecto propone implementar distintas variantes constructivas para cada componente en el proceso constructivo de la vivienda, es decir para muro, techos, cielo raso, pisos, ventanas y puertas, así como la implantación de sistemas pasivos de climatización. Estos sistemas buscan reducir las pérdidas de calor en el interior de la vivienda hacia el exterior empleando en su mayoría materiales propios del lugar como es el adobe, paja, piedras, y otros. A continuación detallaremos cada mejora constructiva implementada:

Cimentaciones

Los cimientos serán utilizados en su totalidad en todo los ambientes a construirse, serán de tipo cimientos corridos concreto ciclópeo con un ancho de 50 y 50cm de altura de acuerdo al tipo de terreno.

Sobre cimientos

Es la prolongación del cimiento corrido y forma parte del muro con una altura mínima de 20cm

Muros de adobe

Los muros conforman el componente de mayor área de transferencia de calor de la vivienda, tradicionalmente utilizado en las construcciones es el adobe por su bajo costo, ya que la materia prima principal es la tierra, es generalmente obtenida en situ. Por otro lado elaborar adobes y construir con ellos requiere solo del empleo de la mano del hombre y del sol. El bajo costo es pues una razón determinante para su profusa utilización por la población vulnerable de las zonas alto andinas y el uso de materiales disponibles en la zona de estudio a las características ecológicas y ambientales. Además se puede mencionar que una de las particularidades que ofrece el adobe es su inercia térmica llegando así dar un confort térmico a la vivienda, que se caracteriza por su lentitud para calentarse y enfriarse, por lo que las viviendas de adobe resultan abrigados durante las noches debido a que en ese periodo los muros van restituyendo por radiación solar, el calor acumulado durante el día; inversamente permanecen frescas durante el día, periodo en el cual los muros captan y almacenan calor. Esta característica reduce la necesidad de consumir energía para calentar o enfriar los ambientes.

Al proponer este material tratamos de rescatar nuestra cultura y los muchos años de tradición constructiva ancestral. Los sistemas constructivos en tierra son tan sencillos que no requieren del uso de maquinaria sofisticada, y la mano de obra que se utiliza para la edificación se reduce al mínimo. Para llegar a este resultado de material a utilizar no solo basta conocer teóricamente la bondad térmica que ofrece el adobe, sino que también es necesario realizar estudios para determinar los

componentes que van a intervenir en la elaboración de este, estableciendo proporciones de agregados y porcentajes para su elaboración, y así incrementar su condición térmica.

Por lo tanto el adobe propuesto debe ser considerando de acuerdo a la temperatura de la zona, buscando así mejorar el material adecuado para obtener resultados óptimos en el confort de los ambientes. Para la propuesta de la vivienda rural bioclimática se utilizarán adobes 38cm x 38cm x 12cm, su diseño se realizara con un porcentaje de 60% de arena, 22% de limo, 13% de arcilla y un 5% de paja, así mismo cabe mencionar en muchas ocasiones se suele utilizar como canteras terrenos de cultivo, con el riesgo grande de introducir materia orgánica; por ello, en caso de utilizarse tales terrenos, deberá de retirarse previamente la capa superficial que contiene la materia orgánica y emplear las capas más profundas, situadas por lo menos a unos cuarenta centímetros de la superficie para así evitar otros efectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.

Techos

Sin lugar a dudas el techo es el elemento constructivo donde hay una mayor incidencia de radiación solar a lo largo del día; lo que origina que el flujo de calor a través de él sea mayor en comparación que los muros. Tradicionalmente se utilizan planchas de calamina como cobertura apoyadas en una estructura de madera, siendo la más utilizada debido a su bajo costo y liviano peso, razón por lo cual es elegido la calamina por los pobladores; sin embargo al ser esta calamina de metal da facilidades al flujo de calor ya sea desde el exterior al interior en el día o viceversa en la noche, lo que ocasiona altas temperaturas en el día y bajas por las noches al interior de la vivienda. Por ello, en climas muy fríos se recomienda procurar un techo adecuadamente aislado para evitar pérdidas excesivas de calor.

Claraboyas y/o ductos

Se realizara para el ingreso de radiación solar por medio de planchas transparentes de policarbonato u otras. Ubicados en el techo de la

vivienda, con un sistema que permite abrir durante el día y cerrar durante la noche. El objetivo de la claraboya es permitir el ingreso y calentamiento de cada uno de los ambientes durante el día y con el sistema de cerramiento impedir el enfriamiento de calor atrapado en el ambiente, por las noches.

Cielo raso

El cielo raso se realizara a nivel de la cuerda inferior de los tijerales, para eso se utilizara planchas de triplay de 4mm, con cerramientos de las aberturas con tapajuntas y rodones perimetrales. Así mismo mencionar para tener un confort optimo se rellenara con una altura de 5cm con planchas de poliestireno, por encima de la plancha de triplay generando una cámara de aire el cual esto reducirá la perdida de calor.

Marco de puertas y ventanas de madera

El material que se utilizara en el marco de puertas y ventanas es la madera en los ambientes como es el dormitorio, para algunos ambientes se utilizara marcos de aluminio o fierro, estos marcos de material de fierro conforman como un puente térmico a través del cual fluye el calor del exterior al interior o viceversa ya que el valor de transmitancia térmica es $5.87w/m^2K$, mientras que en los marcos de madera es $2.64W/m^2K$, es decir la madera reduce las perdidas en más de un 50%, razón por la cual se recomienda el uso de la madera.

Puertas de madera

Las puertas que se instalara serán de madera de tipo contra placado con aislamiento en el medio utilizado planchas de poliestireno expandido, esto para reducir los puentes térmicos y contrarrestar este efecto de pérdidas de calor.

Ventanas de madera

Las ventanas son las superficies transparente de la vivienda que permite el ingreso de una iluminación natural y ventilación al interior de la vivienda, el material utilizado como cobertura en las ventanas serán con

doble vidrio, aislante diseñado para brindar un confort térmico a la vivienda.

Pisos de machihembrado de madera

El piso de la vivienda en las comunidades alto andinas son en su mayoría de tierra apisonada el cual este tipo de piso se comporta como un sumidero de calor y a su vez permite el ingreso de humedad al interior del ambiente, razón por lo que se propone dos pisos alternativos uno con aislamiento utilizando para los ambientes principales como dormitorios y un piso de concreto pulido para los ambientes donde se ubique la cocina. Para su instalación del piso se utilizara madera machihembrada de 4"x 3/4"x 10', la cual incluye los durmientes de entepiso de 2"x3" de madera similar, que deberán pasar estrictamente las normas de calidad y deberán estar completamente secas. La ejecución comprende en el bañado con RC-250 la madera (durmientes) que esta contacto con el suelo, para proteger de la humedad. Sobre éste suelo tratado, debiendo tener la precaución de no desestabilizar los apoyos de los durmientes, posteriormente se colocarán las planchas de poliestireno expandido de $D=20\text{Kg/m}^3$ de 2"o 50mm y cortadas según indicación de los planos del proyecto. Estas planchas de poliestireno, no deberán tener contacto directo con el suelo, ni contacto alguno con el machihembrado, tal como se muestran en los planos. Deberá verificarse la existencia de 02 cámaras de aire, la primera entre el piso de empedrado (apoyado en el suelo) y el poliestireno, y la segunda entre el poliestireno y el machihembrado. El objetivo de la incorporación del tratamiento a los pisos de los dormitorios es evitar la fuga de la temperatura del ambiente hacia al suelo así como evitar la ascensión de la humedad por capilaridad.

Revoque y/o revestimiento

Los ambientes de la vivienda, sobre todo el dormitorio tienen revoques de yeso en el interior de los muros de adobe en los dinteles de las puertas y ventanas para permitir una buena adherencia se recurre a la malla galvanizada. En los revoques exteriores, los zócalos será con mortero preparado de arena y cemento se ejecutarán después de realizar un

entramado con malla electrosoldada galvanizada # 22 de 1" x 1", alambre N°16 y clavos de 3" sobre el muro de adobe, así mismo en la parte superior de los muros los revoques será mortero de tierra seleccionado en dos capas la primera aproximadamente 2.5 cm y la segunda de 0.5 cm, para que desaparezcan las fisuras de la capa anterior. El agua será de pecanas de cactus y/o de sankayo. La proporción para preparar el mortero de tierra es la siguiente:

Control de intercambios de aire o infiltraciones

La gran masa de aire que rodea la vivienda, interacciona fuertemente con ella, intercambiando así con el aire interior de la vivienda y calor por filtraciones. Si la masa de aire está en movimiento, originado por el viento, tenemos aumento en el flujo de calor entre la vivienda y el entorno. Para lo cual se propone sellar todos los orificios existentes dejados en la etapa de construcción.

Sistemas pasivos de climatización

Para la propuesta se implementó dos sistemas de pasivos de climatización uno directo con claraboyas incorporadas en el techo y otro indirecto con un invernadero adosado en muro. La claraboya funciona dejando pasar radiación solar al interior de la vivienda de manera que calienta la masa interior (muros u otros) de tal forma que esta masa devuelva el calor al ambiente interior durante la noche.

Por otro lado, el invernadero adosado a la vivienda funciona transfiriendo el calor generado durante el día hacia los dormitorios mediante intercambio por el fenómeno de convección – de aire caliente y frío entre estos ambientes.

3.3.2.3. Zonas principales de la vivienda

- Zona íntima : Dormitorio de padres, hijos, hijas.
- Zona Social : Patio, Cocina/comedor.
- Zona de servicios : Almacén y Baño
- Zona Productiva : Cobertizos e Invernadero

3.3.2.4. Consideraciones en la construcción de los ambientes de la vivienda rural bioclimática:

- **Dormitorios**

Su construcción de la vivienda será de material de adobe, con techos de calamina, para tener un adecuado confort térmico dentro de los dormitorios se adosara con un invernadero solar tipo fitotoldo en la parte posterior para así tener mayor ganancias de calor, y en la parte delantera y/o frentera se propone incorporar un pasadizo de adobe con ventanas y techo con planchas de policarbonato transparentes intercalado de acuerdo a la sección de los arriostres considerados en los muros del pasillo, con esto para evitar la pérdida de calor interior de los dormitorio. La propuesta considera un dormitorio para los padres, dos dormitorios para hijos.

- **Cocina**

Para la propuesta se considera una cocina mejora para ello contara con todo los servicios básico de higiene y salubridad, constara con un espacio para el fogón, almacenaje de combustible, estantes para los utensilios, lavatorio y un espacio para el comedor, con esta propuesta el poblador tenga una nueva vida acentuada.

- **Invernadero solar tipo fitotoldo**

Es una de las principales para tener un confort térmico dentro de la vivienda, el invernadero es una fuente de captación y de almacenamiento de energía solar que permite la cobertura de las necesidades de calefacción dentro de la vivienda bioclimática.

- **Baño (SSH)**

El servicio higiénico que se propone es por arrastre hidráulico consta de taza, lava mano, ducha caliente y una poza de percolación con este sistema, se quiere evitar la contaminación del medio ambiente y así brindarlo una mejor calidad de vida al poblador campesino que el servicio higiénico sea más salubre.

3.3.2.5. Distribución espacial de la vivienda propuesta

La característica principal, en la distribución espacial de la vivienda rural bioclimática, será de la siguiente manera: (Ver cuadro 16)

CUADRO 16
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA VIVIENDA RURAL BIOCLIMÁTICA

Nro. Orden	Zona de Refer.	Ambiente	Función	Actividad	Usuario
1	Intima	Dormitorios	Descanso	Dormir, vestirse, guardar, actividad eventual.	Padre, madre, hijos, hijas.
2	Social	Patio	Actividades – varias	Descansar, aseo, lavado y secar ropa, tejer, recibo de visitas, fiestas.	Padre, madre hijos, visitas, familias.
		Cocina - Comedor	Preparación alimentos	Cocinar, lavado, preparación, cocción, servido, comer, guardado, alimentos.	Padre, madre hijos, visitas, familias.
3	Servicios	Almacén de Productos	Guardar	Guardar la producción, herramientas, alimentos para animales	Familia
		Baño	Necesidad	Defecar, orinar y aseo.	Familia
4	Productiva	Cobertizos y Corrales	Producción	Comer, tomar agua, dormir, orinar, defecar	Alpaca, ovinos, vacunos.
		Invernadero	Producción	Captación de radiación solar y generar calor.	Dormitorios

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2.6. Interrelación de funciones

- Análisis de Proximidad

Permite determinar qué ambiente o actividad debe estar próxima al otro, se define de acuerdo a la actividad a realizarse en cada ambiente. Para representar gráficamente se toma en cuenta dos valores: el grado de proximidad y fundamentación de análisis.

- Grado de proximidad

Permite seleccionar y clasificar de acuerdo a la importancia o necesidad requerida en la actividad. Como se muestra en el cuadro 17 el Análisis de grado de proximidad, donde la integración de los ambientes y áreas así, como espacios de la vivienda, permita satisfacer eficientemente el análisis propuesto.

CUADRO 17
ANÁLISIS DE GRADO DE PROXIMIDAD

CLASIFICACIÓN	VALOR NUMÉRICO	
A	4	Absolutamente necesario
E	3	Especialmente importante
I	2	Importante
O	1	Ordinariamente importante.
U	0	Sin importancia
X	Indeseable

Fuente: Maquera, (2009).

- Fundamentación de análisis

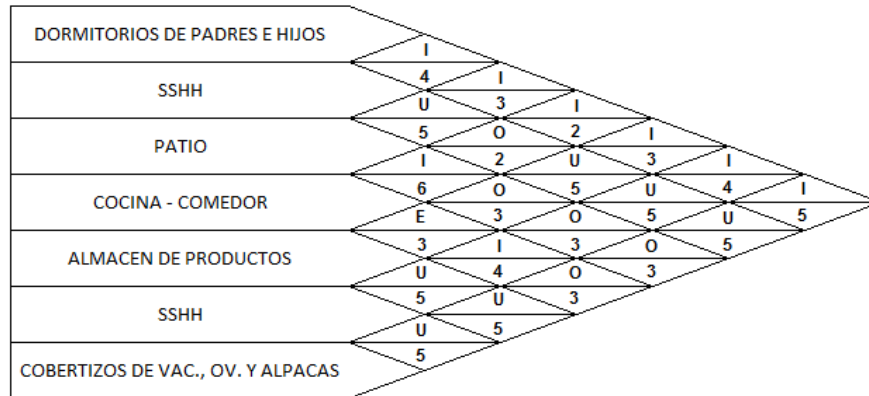
Teniendo el resultado de grado de proximidad, mediante ésta se complementa el por qué o para qué es importante, se clasifican en:

CUADRO 18
FUNDAMENTACIÓN DE ANÁLISIS

CÓDIGO	JUSTIFICACIÓN
1	Integración del espacio
2	Servicio
3	Por funcionalidad
4	Servicio higiénico
5	Relación innecesaria
6	Por comunicación

Fuente: Maquera (2009).

CUADRO 19
MATRIZ DE ANÁLISIS DE PROXIMIDAD



Fuente: Elaboración propia

Fundamentos de análisis

1. Integración del espacio
2. Servicio
3. Funcionalidad
4. Servicio higiénico
5. Relación innecesaria
6. Comunicación

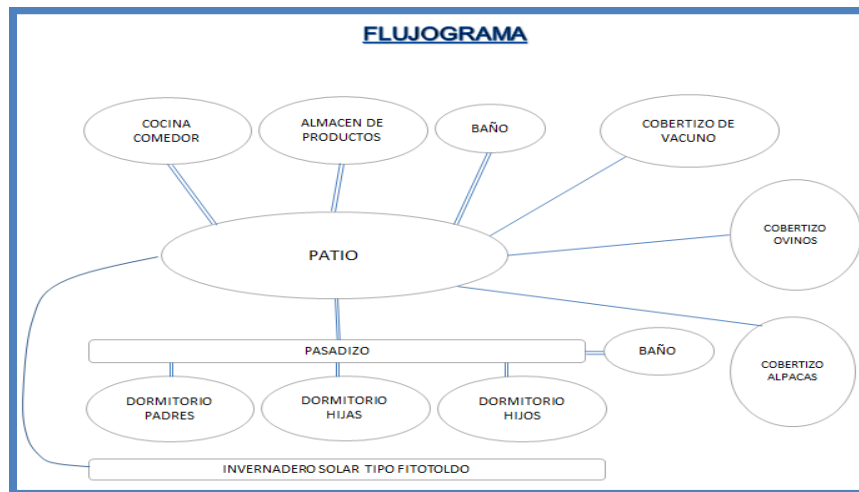
Grado de proximidad

- A. Absolutamente necesario
- E. Especialmente importante
- I. Importante
- O. Ordinariamente importante
- U. Sin importancia
- X. Indeseable

- **Flujograma**

Se obtiene de la representación gráfica de las relaciones frecuentes entre los ambientes; en esta nos explica que a mayor número de líneas existe un alto grado de relación como se muestra en grafico de flujo grama. (ver cuadro 20)

CUADRO 20
REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA RELACIÓN ENTRE AMBIENTES



Fuente: Elaboración propia

Zonificación

Es la planificación de actividades genéricas, el resultado del esquema nos sirve para delimitar espacios para cada actividad, evitando la interferencia entre ellas. (Ver cuadro 21)

CUADRO 21

REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LA ZONIFICACIÓN DE ESPACIOS PARA CADA ACTIVIDAD EN LA VIVIENDA PROPUESTA



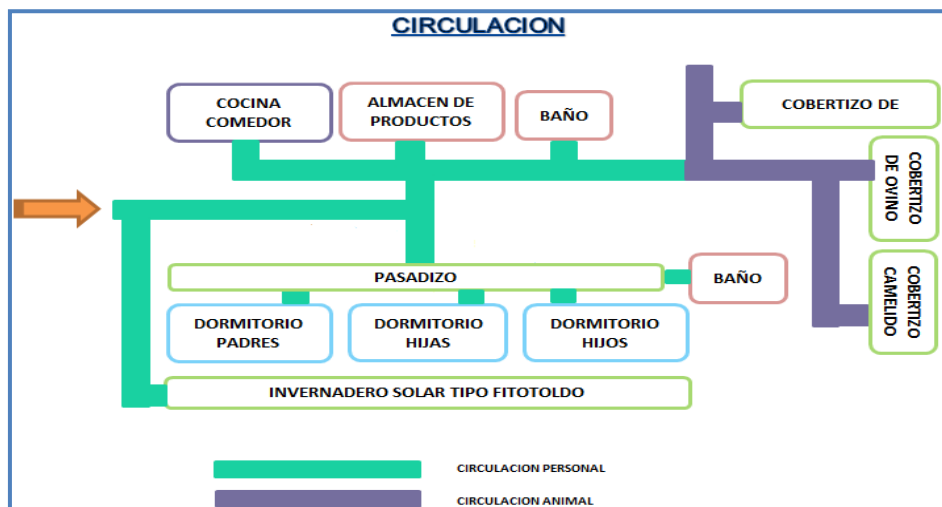
Fuente: Elaboración propia

Circulación

Se refiere a la circulación en la vivienda. Tanto de la persona como de animales como se aprecia en el siguiente cuadro.

CUADRO 22

REPRESENTACIÓN GRAFICA DEL ÁREA DE CIRCULACIÓN



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.EVALUACIÓN SITUACIONAL DE LA VIVIENDA EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CCOPACHULLPA

El problema de la vivienda en las comunidad campesina de Ccopachullpa de las zonas alto andinas del distrito llave, es permanentemente olvidado, La vivienda es el espacio que debe ofrecer refugio y protección a los seres humanos y es el factor fundamental para reducir el impacto de las intensas olas de frio que viene golpeando a la población de la comunidad campesina de Ccopachullpa. Es importante señalar que las condiciones sociales de la vivienda de un poblador influyen en la producción satisfactoria de sus actividades diarias.

Ante esta situación mencionamos las característica de la vivienda rural en la comunidad campesina de Ccopachullpa, esta se encuentran diseñada en su mayoría basándose en una creatividad que fue el reflejo de la sabiduría técnica captada de sus ancestros en el transcurso del tiempo. Se observa que el problema principal, es el déficit cualitativo de las viviendas, es decir la carencia principal de una vivienda adecuada con sus respectivos servicios básicos, se tiene información de que la mayoría de las familias cuentan con una sola habitación para dormir, si tomamos en cuenta que cada familia se compone de 3 a 5 miembros, estamos hablando de un déficit de habitaciones (dormitorio), por lo que esta situación genera, un hacinamiento en los ambientes con que cuentan los pobladores, generalmente el dormitorio lo utilizan como un ambiente de usos múltiples, convirtiéndole así a un cuarto de trabajo, estudio, lectura, recepción de visitas y habitación privada de sus ocupantes, a veces la

escasez de más ambientes y el aprovechamiento del espacio obliga a esta multiplicidad de funciones, dado que en un solo dormitorio en muchas ocasiones duerme toda la familia y también en ocasiones aquí almacenan productos destinados a la subsistencia de la familia y si esta fuera más grande, a lo mucho la familia cuentan con dos habitaciones y no son tan privadas como se define un dormitorio. Finalmente se observado que la mayoría de las construcciones de la vivienda son de materiales rústicos y típicas, por las inadecuada practicas constructivas, la falta de mantenimiento y aislamiento térmico originan infiltraciones de aire helada y puentes térmicos que son dejados en la etapa de construcción en los techos, puertas, ventanas o pisos que enfrían el interior de las viviendas, junto a estos problemas de infiltración de aire y costumbres de ventilación no controlada, originan que los ambientes interiores en la vivienda sean frígidos.

Los materiales que utilizaron en su construcción los techos con planchas de calamina, paredes de adobe o de piedra con barro y piso de tierra apisonada y solo en algunos casos, de cemento, las puertas de calamina y ventanas metálicas en su mayoría. En cuanto a los servicios básicos de agua y desagüe no cuenta la comunidad pero se puede mencionar que el consumo de agua en mayoría son adquiridas de puquios y/o manantiales cercanos, en muchos de los casos estos manantiales están al intemperie por lo que están propensos a cualquier agente contaminante, sumado a este los servicios higiénicos en su totalidad, utilizan silo y/o pozo ciego sin las condiciones mínimas de salubridad, esto datos dan cuenta de la precariedad y falta de servicios adecuados que protejan la salud de la población el cual les hacen más vulnerables.

4.2. CRITERIOS CONSTRUCTIVOS

Para construir una vivienda rural bioclimática confortable se consideró distintas variantes para cada componente en el proceso constructivo de la vivienda, donde se utilizó sistemas adicionales de captación de calor hacia zonas de la vivienda importantes como en los dormitorios.

El cual se consideró los siguientes criterios:

- a) Para la captación de calor mediante la radiación solar sea de manera más económica posible, y así puedan acceder a la adquisición de los materiales que se utiliza en la vivienda rural bioclimática.

- b) Para ello se consideró sistemas pasivos adicionales de captación de calor hacia zonas de la vivienda importantes como en los dormitorios. Adosando en la parte posterior de la vivienda con un invernadero solar tipo fitotoldo que funciona transfiriendo el calor generado durante el día hacia los dormitorios. Sin lugar a duda el techo y el piso de la vivienda, es el elemento constructivo más importante, por lo que se consideró en los techos planchas de policarbonato y calamina galvanizada, en el cielo raso de los ambientes principales se consideró con aislantes térmicos, utilizando materiales como triplay y poliestireno expandido. En cuanto al piso de las habitaciones en las comunidades, son en su mayoría de tierra apisonada el cual este tipo de piso se comporta como un sumidero de calor y a su vez permite el ingreso de humedad al interior del ambiente, es por ello para nuestro diseño se consideró un piso de machihembrado de madera con aislante térmico en todo sus ambientes. Así evitar que el calor ganado y acumulado durante el día, no se pierda inadecuadamente en los ambientes. Por lo cual se consideró también el diseño de sistema de cierre a los elementos que posibiliten el ingreso de aire frío por techos, puertas, ventanas, ductos y eliminar aberturas dejadas en la etapa de construcción.
- c) Se consideró para el diseño de la vivienda los materiales adecuados con mayor capacidad de inercia térmica como el adobe, barro, madera, poliestireno y otros.
- d) Unos de los aspectos más importantes en el diseño de la vivienda rural bioclimática es la orientación y forma, que se debe tener en cuenta. Por lo que en la presente propuesta se consideró una ubicación de la vivienda hacia el norte, para que los elementos y/o sistemas pasivos que se consideraron produzcan calor. Por lo tanto la vivienda rural bioclimática propuesta es capaz de auto solventarse térmicamente sin necesidad de utilizar de sistemas auxiliares de calefacción activa.

4.3. DISEÑO BIOCLIMÁTICA DE LA VIVIENDA PROPUESTA

Se considera para este cálculo, el diseño propuesto de acuerdo a los planos de la vivienda rural bioclimática, planteado en la comunidad campesina de Ccopachullpa, el cual se realizan los cálculos para una temperatura de 18 °C propuesta dentro de la vivienda, para lo cual se determinan los coeficiente de

transmisión térmica, pérdidas de carga: por transmisión, por infiltración, así mismo se realiza los cálculo de ganancias de calor o contribuciones: por aportes directos, indirectos, infiltración (ventilación), aportes independientes, cálculo de comportamiento térmico solar, cálculo de almacenaje térmico y inercia térmica de los materiales utilizados en los 3 ambientes principales (dormitorios) de la vivienda bioclimática. Los cálculos bioclimáticas se realizan en Microsoft Excel.

4.3.1. **CÁLCULOS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO PARA LA VIVIENDA RURAL PROPUESTA**

TIPOLOGIA : VIVIENDA RURAL BIOCLIMATICO
 SISTEMA DE CALEFACCION: INVERNADERO SOLAR TIPO FITOTOLDO
 TEMPERATURA INTERIOR DE LA VIVIENDA: 18 °C
 SUPERFICIE UTIL CALEFACCIONADA: 47.56 M²
 VOLUMEN TOTAL DE LA VIVIENDA: 118.42 M³
 VOLUMEN TOTAL DEL INVERNADERO + PASADIZO: 225.85 M³

4.3.1.1. **TABLA DE COEFICIENTES DE CONDUCTIVIDAD TERMICA**

MATERIALES		λ (Kcal / m. h. °C)
PIEDRA	Granito	2.70 - 3.50
	Areniscas y calizas	1.50
	Marmol	1.80 - 3.00
	Pizarra	1.80
	Grava de piedras grandes compactas	2.50
	Arena seca	0.500
CERAMICOS	Ladrillo macizo	0.750
	Ladrillo hueco	0.350
	Teja comun	0.260
	Baldosa y azulejos corrientes	0.900
CONCRETOS Y AGLOMERANTES	Revoque de cemento	0.750
	Estuco de yeso	0.480
	Mortero de cemento	1.20
	Concreto armado	1.30
METALES	Zinc (Calamina)	95.00
	Aluminio	175.00
	Hierro	45.00
	Plomo	30.00
MADERA	Madera corriente	0.14 - 0.33
	Madera pino	0.150
VIDRIO	Simple	0.500
	Fibra de Vidrio	0.028
M. Terreos	Adobe	0.496
MATERIALES AISLANTES	Corcho aglomerado	0.028 - 0.032
	Tecnopor	0.028 - 0.041
	Camara de aire	0.28

Fuente: (Ascencio, 1998)

4.3.1.2. **TABLA DE CAPACIDAD TERMICA DE LOS MATERIALES MAS USADOS**

MATERIAL	CALOR ESPECIFICO	DENSIDAD	Y
Adobe	0.22	1200	264
Ladrillo	0.20	1700	340
Concreto	0.16	1200	336
Tierra	0.21	2000	420
Arena	0.19	2000	380
Acero	0.12	7000	840
Piedra	0.20	900	180
Agua	1.00	1	1
Madera	0.45	560	252
Yeso	0.31	1450	450
Vidrio	0.20	2700	540

Fuente: Wright Capacidad Termica Pag. 158

4.3.1.3. **CALCULO DE COEFICIENTE DE TRANSMISION TERMICA DE LOS AMBIENTES (K)**

$$K = 1/R_{total}$$

Donde:

- K: Coeficiente de transmision termica en Kcal / m². h. °C
- e: Espesor del material (m)
- λ : Coeficiente de conductividad termica en Kcal / m. h. °C
- R: Resistencia termica superficial en Kcal / m². h. °C

A.- TECHO

	e (m)	λ (Kcal / m. h. °C)	R= e / λ (Kcal / m ² . h. °C)
Aire exterior		33.410	0.0299
Calamina galvanizada		95.000	0.0105
Camara de Aire	0.200	0.280	0.7143
Madera	0.076	0.150	0.5080
Tecnopor	0.051	0.041	1.2390
Triplay	0.004	0.140	0.0286
Aire interior		8.300	0.1205
R.total			2.6209
K			0.3815 Kcal / m ² . h. °C

B.- PARED DE ADOBE INVERNADERO SOLAR

Adobe	0.380	0.496	0.7661
Revoque interior	0.025	0.496	0.0504
R.total			0.8165
K			1.2247 Kcal / m ² . h. °C

C.- PARED DE ADOBE

Revoque ext. con yeso	0.025	0.480	0.0521
Adobe	0.380	0.496	0.7661
Reboque int. con yeso	0.025	0.480	0.0521
R.total			0.8703
K			1.1490 Kcal / m ² . h. °C

D.- PISO

Machihembrada de madera	0.019	0.150	0.1270
Camara de aire	0.025	0.280	0.0893
Tecnopor	0.051	0.041	1.2390
Camara de aire	0.025	0.280	0.0893
R.total			1.5446
K			0.6474 Kcal / m ² . h. °C

E.- VENTANA

Aire exterior		33.410	0.0299
Vidrio 6mm	0.006	0.500	0.0120
Camara de Aire	0.025	0.280	0.0893
Vidrio 6mm	0.006	0.500	0.0120
Aire interior		8.300	0.1205
R.total			0.2637
K			3.7922 Kcal / m ² . h. °C

F.- PUERTA

Madera	0.019	0.150	0.1270
Tecnopor	0.019	0.041	0.4634
Madera	0.019	0.150	0.1270
R.total			0.7174
K			1.3939 Kcal / m ² . h. °C

4.3.1.4. CALCULO DE VARIACION DE TEMPERATURA PARA LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CCOPACHULLP

$$\Delta T = T. \text{ ext.} - T. \text{ int.}$$

	T. ext. (°C)	T. int. (°C)	ΔT (°C)
Solsticio de invierno	-0.02	18	18.02
Solsticio de verano	3.40	18	14.60
Solsticio de primavera	-1.15	18	19.15
Solsticio de otoño	4.70	18	13.30

4.3.1.5. CALCULO DE AREAS DE LOS AMBIENTES

Ambiente	Largo	Ancho	Area m2
Area de pared de adobe	area = 82.80		82.80
Area de pared de concreto			8.04
Area de pared invernadero solar:			
Pared invernadero solar (tipo fitotoldo)	30.88	1.74	53.73
Pared pasadizo	29.68	2.02	59.95
Ventanas	area = 2.516		2.52
Puertas	area = 6.695		6.70
Area de piso			47.56
Dormitorio - Padres (piso madera)	5.21	3.82	19.90
Dormitorio - Hijas (piso madera)	3.62	3.82	13.83
Dormitorio - Hijos (piso madera)	3.62	3.82	13.83
Pasadizo - Machihembrado de madera	13.22	1.62	21.42
Area de piso patio solar	13.22	2.54	33.58
Area de techo	13.98	4.64	64.87
Area de techo invernadero solar:			
Invernadero solar tipo fitotoldo	13.94	2.8	39.03
Pasadizo	13.94	2.2	30.67

4.3.1.6. CALCULO DE VOLUMENES DE LOS AMBIENTES

Ambiente	Area	Alto	Volúmen m3
Volumen de vivienda completa			118.42
Dormitorio - Padres (piso madera)	19.90	2.49	49.56
Dormitorio - Hijas (piso madera)	13.83	2.49	34.43
Dormitorio - Hijos (piso madera)	13.83	2.49	34.43
Cocina - comedor	-	-	-
Almacen de Productos	-	-	-
Volumen de patio solar			214.60
Invernadero solar (tipo fitotoldo)	53.73	1.74	93.49
Pasadizo	59.95	2.02	121.11

4.3.1.7. CALCULO DE PERDIDAS O CARGAS

A).- PERDIDAS POR TRANSMISION (Pt)

$$Pt = (m^2 * K * \Delta T)$$

Donde:

Pt = Perdida por transmision en kcal/h

m2 = Area en m2

K = Coeficiente de Transmision

ΔT = Diferencia entre las temperaturas Exterior e Interior Diferencia de temperaturas

Equinoccio de Otoño

ENVOLVENTES	AREA (m ²)	K Kcal / (W/m ² . h .)	ΔT (°C)	Pt (Kcal/h)
Techo	64.87	0.38	13.30	329
Pared de Adobe	90.84	1.15	13.30	1388
Piso (machihembrado de madera)	47.56	0.65	13.30	410
Ventana	2.52	3.79	13.30	127
Puerta	6.70	1.39	13.30	124
Pared pasadizo	59.954	1.149	13.30	916
Piso del pasadizo	21.416	0.648	13.30	185
Techo del pasadizo	30.668	0.382	13.30	156
				3479

Solsticio de Invierno:

Techo	64.87	0.38	18.02	446
Pared de Adobe	90.84	1.15	18.02	1880
Piso (machihembrado de madera)	47.56	0.65	18.02	555
Ventana	2.52	3.79	18.02	172
Puerta	6.70	1.39	18.02	168
Pared pasadizo	59.954	1.149	18.02	1241
Piso del pasadizo	21.416	0.648	18.02	250
Techo del pasadizo	30.668	0.382	18.02	211
				4712

Equinoccio de Primavera

Techo	64.87	0.38	19.15	474
Pared de Adobe	90.84	1.15	19.15	1999
Piso (machihembrado de madera)	47.56	0.65	19.15	590
Ventana	2.52	3.79	19.15	183
Puerta	6.70	1.39	19.15	179
Pared pasadizo	59.954	1.149	19.15	1319
Piso del pasadizo	21.416	0.648	19.15	266
Techo del pasadizo	30.668	0.382	19.15	224
				5009

Solsticio de Verano:

Techo	64.87	0.38	14.60	361
Pared de Adobe	90.84	1.15	14.60	1524
Piso (machihembrado de madera)	47.56	0.65	14.60	450
Ventana	2.52	3.79	14.60	139
Puerta	6.70	1.39	14.60	136
Pared pasadizo	59.954	1.149	14.60	1006
Piso del pasadizo	21.416	0.648	14.60	203
Techo del pasadizo	30.668	0.382	14.60	171
				3819

B.- PÉRDIDA POR INFILTRACIÓN (Pi)

$$Pi = V * (c/h) * U * \Delta T$$

Donde:

Pi = Pérdida de infiltración en kcal/h

V = Volumen de Cuarto en m³

c/h = Cambios cada hora, depende de Lados con abertura

U = Constante 0.29

ΔT = Diferencia entre las temperaturas Exterior e Interior

Tipo de Ambiente	Cantidad de cambios
Ambiente sin ventanas o puertas exteriores	0.5
Ambiente con ventanas o puertas en solo una pared	1.0
Ambiente con ventanas o puertas en dos paredes	1.5
Ambiente con ventanas o puertas en tres paredes	2.0
Ambiente de entrada principal	2.0

	U	V	c/h	ΔT	Pi (Kcal/h)
Equinoccio de Otoño	0.29	118.42	2.00	13.30	914
Solsticio de Invierno:	0.29	118.42	2.00	18.02	1237
Equinoccio de Primavera	0.29	118.42	2.00	19.15	1315
Solsticio de Verano:	0.29	118.42	2.00	14.60	1003

C.- TOTAL DE PERDIDAS

PERDIDAS	E. OTOÑO	S. INVIERNO	E. PRIMAVERA	S. VERANO
Pérdida por transmisión	3479	4712	5009	3819
Pérdida por infiltración	914	1237	1315	1003
Total	4392	5950	6324	4821

4.3.1.8. CALCULO DE LAS GANANCIAS DE CALOR O CONTRIBUCIONES

De acuerdo a la tabla de datos de radiación solar en puno con promedios diarios nos dan en unidades de cal/cm² por estación, el cual para los calculos correspondientes de ganancias tendríamos que hacer previamente el siguiente calculo de conversion de unidades.

$$1 \text{ Kcal} = 1000 \text{ cal}$$

$$1 \text{ m}^2 = 0.0001 \text{ cm}^2$$

Tabla de Radiación Solar en Puno			
Epoca	Radiación solar (cal/cm ²)	Kcal/m ² .Día	Kcal/m ² . hora
Equinoccio de Otoño	526.7	5267	219
Solsticio de Invierno:	458.5	4585	191
Equinoccio de Primavera	563	5630	235
Solsticio de Verano:	457.5	4575	191

Fuente: Ascencio Costa R. (1998)

A.- APORTES DIRECTOS

$$G = A * \text{Radiación Solar} * \% \text{ de Transmisidad}$$

Donde:

G = Ganancia de calor

A = Area de ventanas con asolamiento en m²

Epoca	Area de ventanas con asolamiento	Radiación Solar (Kcal/m ² h)	% de transmisividad segun maquera 2009	Ganancias por aportes directos
Equinoccio de Otoño	5.11	191	0.85	829
Solsticio de Invierno	8.07	191	0.85	1307
Equinoccio de Primavera	7.00	235	0.85	1396
Solsticio de Verano	5.00	219	0.85	933

Fuente: Ascencio Costa R. (1998)

B.- APORTES INDIRECTOS

B.1.- Por transmisión : (Invernadero)

$$G1 = A * K * \Delta T$$

Donde:

G1 = Ganancia de calor por transmisión

A = Area del colector o elemento almacenador de calor en m²

K = Coeficiente de transmisión en Kcal / m². h. °C

ΔT = Diferencia de temperaturas a las que está expuesto (°C)

Equinoccio de Otoño

Envolvente	Area	K	ΔT	Ganancias 1
Pared invernadero solar	53.731	1.225	13.30	875
Piso del invernadero solar	33.579	2.041		69
Techo del invernadero solar	39.032	0.152	13.30	79
Pared pasadizo	59.954	1.149	13.30	916
Piso del pasadizo	21.416	0.648	13.30	185
Techo del pasadizo	30.668	0.382	13.30	156
Total :				2124

Solsticio de Invierno

Envolvente	Area	K	ΔT	Ganancias 2
Pared invernadero solar	53.73	1.225	18.02	1186
Piso del invernadero solar	33.58	2.041		69
Techo del invernadero solar	39.03	0.152	18.02	107
Pared pasadizo	59.954	1.149	18.02	1241
Piso del pasadizo	21.416	0.648	18.02	250
Techo del pasadizo	30.668	0.382	18.02	211
Total :				2852

Equinoccio de Primavera

Envolvente	Area	K	ΔT	Ganancias 3
Pared invernadero solar	53.731	1.225	19.15	1260
Piso del invernadero solar	33.579	2.041		69
Techo del invernadero solar	39.032	0.152	19.15	114
Pared pasadizo	59.954	1.149	19.15	1319
Piso del pasadizo	21.416	0.648	19.15	266
Techo del pasadizo	30.668	0.382	19.15	224
Total :				3028

Solsticio de Verano

Envolvente	Area	K	ΔT	Ganancias 4
Pared invernadero solar	53.731	1.225	14.60	961
Piso del invernadero solar	33.579	2.041		69
Techo del invernadero solar	39.032	0.152	14.60	87
Pared pasadizo	59.954	1.149	14.60	1006
Piso del pasadizo	21.416	0.648	14.60	203
Techo del pasadizo	30.668	0.382	14.60	171
Total :				2324

B.2.- Por Infiltración: (Ventilación)

$$G_5 = (0.29 \text{ Kcal/m}^3\text{/}^\circ\text{C}) * V * (R/h) * \Delta T$$

Donde:

G5 = Ganancia de calor por infiltración

0.29 = Constante en Kcal/m³/°C

R/h = Renovaciones por hora

ΔT = Diferencia de temperaturas a las que está expuesto (°C)

Epoca	Constante	Volumen de patio solar	Renov/hora	ΔT	Ganancias 5
Equinoccio de Otoño	0.29	93.49	2.00	13.30	721.20
Solsticio de Invierno	0.29	93.49	2.00	18.02	976.96
Equinoccio de Primavera	0.29	93.49	2.00	19.15	1038.42
Solsticio de Verano	0.29	93.49	2.00	14.60	791.69
Total:					3528.27

B.3.- Aportes independientes:

$$G_6 = (0.86 \text{ Kcal/h}) * E * C$$

Donde:

G6 = Ganancia de calor por aportes independientes

0.86 = Constante de conversión en Kcal/h

E = Energía en vatios

C = Cantidad de artefactos utilizados

Segun la formula expresadas en la teoría:

	Cant.	E	Coefficiente	Ganancias 6	
Artefactos eléctricas Radio y Televisor	2	120	0.86	240.00	Kcal/h
Aparatos Electricos focos de 60w c/u)	5	60	0.86	300.00	Kcal/h
Ocupantes dos adultos y tres niños	5	70.7	0.86	353.50	Kcal/h
Total:				893.50	

C.- TOTAL GANANCIAS:

TIPO	E. Otoño	S. Invierno	E. Primavera	S. Verano
G1. (Aportes Direct.)	829	1307	1396	933
G2. (Aportes Ind. Trans.)	2124	2852	3028	2324
G3. (Aportes Ind. Infilt.)	721	977	1038	792
G4. (Aportes Indep.)	893.50	893.50	893.50	893.50
Total :	4567	6030	6355	4942

D.- TOTAL NETO DE CALOR EXISTENTE EN LA VIVIENDA POR HORA (Kcal/h)

	E. Otoño	S. Invierno	E. Primavera	S. Verano
Ganancias	4567	6030	6355	4942
Perdidas	4392	5950	6324	4821
Total :	175	80	31	121

4.3.1.9. COMPORTAMIENTO TERMICO Y PORCENTAJE SOLAR

A).- PERDIDAS

	E. Otoño	S. Invierno	E. Primavera	S. Verano	
Conversión	4392	5950	6324	4821	Kcal/h
	105411	142794	151777	115715	Kcal/día

B).- GANANCIAS

Tabla de Horas de Sol en Cada Estación			
E. Otoño	S. Invierno	E. Primavera	S. Verano
8.9	9.4	8.2	6.5

Fuente: Ascencio (1998)

B.1.- Directas

E. Otoño	S. Invierno	E. Primavera	S. Verano	
829	1307	1396	933	Kcal/h
8.9	9.4	8.2	6.5	hora de sol/día
7379	12285	11445	6063	Kcal/día

B.2.- Indirectas

E. Otoño	S. Invierno	E. Primavera	S. Verano	
3738	4723	4959	4010	Kcal/h
89719	113349	119027	96232	Kcal/día

B.3.- Total Ganancias

E. Otoño	S. Invierno	E. Primavera	S. Verano	
97098	125634	130472	102295	Kcal/día

C).- Totales:

	E. Otoño	S. Invierno	E. Primavera	S. Verano	
Ganacias	97098	125634	130472	102295	Kcal/día
Perdidas	105411	142794	151777	115715	Kcal/día
% de Calefacción	92	88	86	88	

4.3.1.10. CALCULO DE ALMACENJE TERMICO

$$Q_{at} = V * Y * \Delta T$$

Donde

Qat = Capacidad de almacenaje térmico de un material

V = Volumen del material en (m³)

Y = Capacidad térmica

ΔT = Diferencia de temperaturas a las que está expuesto (°C)

A).- MURO ABSORBEDOR

Solsticio de invierno:

Materiales	Volumen	ΔT	Y	Qat
Concreto	2.95	18.02	336	17876
Pared de adobe	34.52	18.02	264	164182
Revoque	2.27	18.02	450	18412
				200470

Solsticio de verano:

Materiales	Volumen	ΔT	Y	Qat
Concreto	2.95	14.60	336	14486
Pared de adobe	34.52	14.60	264	133047
Revoque	2.27	14.60	450	14920
				162453

Equinoccio de otoño:

Materiales	Volumen	ΔT	Y	Qat
Concreto	2.95	13.30	336	13196
Pared de adobe	34.52	13.30	264	121200
Revoque	2.27	13.30	450	13592
				147988

Equinoccio de primavera

Materiales	Volumen	ΔT	Y	Qat
Concreto	2.95	19.15	336	19001
Pared de adobe	34.52	19.15	264	174510
Revoque	2.27	19.15	450	19570
				213080

B).- PISO ABSORBEDOR

Solsticio de invierno:

Materiales	Volumen	ΔT	γ	Qat
Madera	0.91	18.02	252	4132
				4132

Solsticio de verano:

Materiales	Volumen	ΔT	γ	Qat
Madera	0.91	14.60	252	3348
				3348

Equinoccio de otoño:

Materiales	Volumen	ΔT	γ	Qat
Madera	0.91	13.30	252	3050
				3050

Equinoccio de primavera:

Materiales	Volumen	ΔT	γ	Qat
Madera	0.91	19.15	252	4391
				4391

C.- INERCIA TERMICA:

Tabla de Coeficientes de Retraso Térmico

Materiales	Retraso (hrs/m)
Fibra de madera prensada	72.00
Agua	62.00
Madera comun	58.00
Vidrio	46.00
Ladrillo	32.00
Concreto	30.00
Piedras y mármoles	22.00 a 25.00
Aire	5.40
Tierra muy humeda	49.00
Tierra seca	2.00
Adodbe	14.00
Poliestireno expandido	33.33

Fuente: Ascencio Costa R. (1998)

C.1.- Muros de adobe:

Materiales	Grosor	Retraso (h/m)	Retraso (h/grosor)
Revestimineto con cemento zocalo exterior	0.025	30	0.750
Revoque con pasta de barro	0.025	2	0.050
Adobe	0.380	14	5.320
Concreto sobrecimiento	0.200	30	6.000
Revoque con pasta de yeso	0.025	2	0.050
			12.170

hrs

C.2.- Ventana de doble vidrio :

Materiales	Grosor	Retraso (h/m)	Retraso (h/grosor)
Vidrio	0.006	46	0.276
Aire	0.025	5.4	0.135
Vidrio	0.006	46	0.276
Aire	0.025	5.4	0.135
Contraventana de madera	0.025	58	1.45
			2.272

hrs

C.3.- Puerta de madera :

Materiales	Grosor	Retrazo (h/m)	Retraso (h/grosor)
Madera	0.025	58	1.450
Poliestiereno expandido	0.05	33.33	1.667
Madera	0.025	58	1.450
			4.567 hrs

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ En la comunidad campesina de Ccopachullpa, se observó que uno de los principales problemas es la función que cumplen las viviendas; Muchas familias cuentan con una sola habitación destinada como dormitorio; en su gran mayoría, estos núcleos familiares están compuestas de tres a cuatro miembros, ello nos indica de que estamos frente a un déficit de habitantes. Asimismo, estas viviendas habitadas por dichos miembros presentan una inadecuada construcción para un espacio rural donde no se considera las consideraciones de confort térmico, originando filtraciones de aire frío y puentes térmicos en techos, puertas, ventanas o pisos que enfrían el interior de las viviendas.
- ✓ La vivienda propuesta impulsa el uso de la energía solar para climatizar el ambiente interior, la captación solar se da a través de invernadero solar, claraboyas y ventanas con una cobertura de cortinas para reducir las pérdidas de calor por la noche.
- ✓ Esta vivienda rural bioclimática tiene un área de 157.02 m² y consta de 3 ambientes: un ambiente de 19.90m² y dos ambientes de 13.83m². Los muros de la vivienda son de adobe de 38cm de espesor, el techo es a dos aguas con planchas de calamina, todos los ambientes cuentan con un aislante térmico de poliestireno y triplay en el cielo raso a 2.49m del suelo, los pisos está aislado térmicamente y consta de una cama de grava sobre la que se coloca durmientes de madera y planchas de poliestireno y sobre los mismos el colocado de machihembrado de madera. Asimismo, tiene una puerta de madera tipo contraplacado con aislamiento de poliestireno en el medio, esto para reducir los puentes térmicos y contrarrestar este efecto de pérdida de calor en todos los ambientes. Adicionalmente tiene un invernadero adosado de 13.94m x 2.80m x 1.74m en la parte posterior de los dormitorios, así mismo, se tiene adosado un pasadizo en la parte frontal de

los dormitorios, también en los techos se ubican 6 claraboyas translucidas de policarbonato que permiten el ingreso directo de la radiación solar dos en cada ambiente; además, en el cielo raso se acondicionaron ductos con puertas corredizas, de tal forma que en el día se permita el ingreso directo de la radiación solar y en la noche se cierran las puertas corredizas para evitar pérdidas de calor de los ambientes. La orientación del invernadero solar tipo fitotoldo es hacia el norte. Con esta propuesta se reducen las pérdidas de calor y lo que origina un incremento de la temperatura interior dentro del ambiente con respecto a la temperatura exterior.

- ✓ La vivienda diseñada, se caracteriza por lograr un máximo confort dentro de la vivienda con una temperatura de 18°C, tomando en consideración la buena ubicación de la vivienda hacia el norte, para que los elementos y/o sistemas pasivos que se consideraron produzcan calor. Por lo tanto, la vivienda rural bioclimática propuesta es capaz de auto solventarse térmicamente sin necesidad de utilizar sistemas auxiliares de calefacción activa.
- ✓ El diseño propuesto de vivienda rural bioclimática cumple con las exigencias requeridas por ser confortable, lo que incluye una adecuada funcionalidad, dimensionamiento, orientación, forma e iluminación de los ambientes, otorgando una calidad de vida saludable en el marco de su cosmovisión, salud, higiene y comodidad.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Para que esta propuesta funcione de forma adecuada a partir de las 9 horas de la mañana debe abrir las coberturas de las ventanas, claraboyas y la de ductos de intercambio de aire entre el invernadero y la vivienda y minutos antes de las 18 horas, todas las coberturas se deben cerrar. Además las ventanas de vidrio y puertas deberán permanecer cerradas la mayor parte del día para evitar las fugas de calor.

- ✓ Se sugiere a la población tomar en consideración la Propuesta de la Vivienda Rural Bioclimática en la Comunidad Campesina Ccopachullpa con la finalidad de mejorar las condiciones de vida saludable en el marco de su cosmovisión, salud, higiene, comodidad y confortable para sus habitantes.

- ✓ La Universidad por medio de la Facultad de Ingeniería Agrícola – Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola como centro formador de profesionales en la Rama de Diseños y Construcción de Obras Rurales, debe ser la pionera en impulsar y generar proyectos de solución mediante la investigación y desarrollo de tecnologías alternativas, que sean verdadera respuesta a nuestra realidad socioeconómica y geográfica.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Alcalino, J. (1987). *Servicio Social en la Casa Habitacional*. Santiago de Chile: s.e.
- Asencio, R. (1998). *Principios bioclimáticos aplicados a la arquitectura en puno para el diseño de viviendas unifamiliares*. Tesis de la Universidad Nacional del Altiplano – Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura – Puno.
- Banco Mundial, (1970). *Vivienda y Desarrollo Rural*.
- Bartra, B. (1992). *Vivienda popular en Cajamarca*. Lima: Ed. EDAC
- CAAM, (1996). *Conceptos elementales para comprender al desarrollo sostenible*. Quito: s.e.
- Cortés, L. (1995). *La cuestión residencial bases para una sociología del habitar*. Colombia: Editorial Fundamentos.
- Deffis, A. (1992). *La casa ecológica auto sostenible*. México: ed. México.
- ELKE, H., Gonzales, E., Pilar de Oteiza, C. (1986). *Proyecto clima y arquitectura*. México: s.e.
- García U. (1965). *La Ciudad de los Incas. Estudios Arqueológicos*. Disponible en: <http://www.buscalibros.cl/libro.php?libro=245071>.
- Garson, B. Et al. (2012). *Arquitectura sostenible: Bases, soportes y casas demostrativas*. Nobuko Ediciones de la U.
- Giraldo, J. (1987). *La vivienda rural, base del desarrollo integral*. Bogota: s.e.
- Gómez, A. E. (1995). *Diseño y construcción de una escuela típica rural económica para el área rural de la región oriente del país*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Guevara, A. (1990). *Época Incaica – Historia del Perú*. Lima: s.e.
- Hertz, J. (1981). *Diseño Bioclimático en Arquitectura*. Lima: ITINTEC.
http://www.editorial.cdc.ulpgc.es/ambiente/3_bioclima/1_protovivienda
http://www.miliarium.com/monografias/Construccion_Verde/criterios.asp#Ubicacion
- Hualla, F., Gutarra A. y Saavedra G. (2009). *Propuesta térmica de confort térmico para viviendas ubicadas en comunidades entre los 3000 y 5000 m.s.n.m.* Lima: Centro de energías renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería CER – UNI.

- Huaquisto, E. (2000). *Diagnostico situacional y propuesta alternativa de vivienda rural caso comunidad de Titihue – Huancane*. Puno: Tesis de la Universidad Nacional del Altiplano – Facultad de Ingeniería Agrícola.
- Huaylla R. (2010). *Evaluación experimental de cambios constructivos para lograr confort térmico en una vivienda altoandina del Perú*. Lima – Perú: Tesis Universidad Nacional De Ingeniería, Facultad de Ciencias, Escuela Profesional de Ingeniería Física.
- Izard, J. L. (1983). *Arquitectura Bioclimática*. México: edit. Gustavo Gili,
- Klay, T. (2005). *La casa solar*. Puno: Instituto de Educación Rural.
- Kral, M. (2015). *Introducción a la arquitectura*, disponible en: http://www.es.slideshare.net/GabrielBuda11/asoleamiento-terica-2016?next_slideshow=1
- Mamani, P. (2012). *Propuesta de diseño de una vivienda ecológica en el medio rural del Distrito de Vila vila, Lampa – Puno*. Puno: Tesis de la Universidad Nacional del Altiplano – Facultad de Ingeniería Agrícola.
- Manrique, P. (2006). *Complejo de hospedaje recreacional Chucuito*. Puno: Tesis de la Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.
- Maquera, F. (2009). *Propuesta de vivienda rural: comunidad campesina Checca – llave*. Puno: Tesis de la Universidad Nacional del Altiplano – Facultad de Ingeniería Agrícola.
- Martinez, R. (1991). *Investigación aplicada al diseño arquitectónico*. México: s.e.
- Minke, G. (2005). *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra*. Tercera Edición, Abril del 2005.
- Monzon, F. M. (1990). *Tecnología y vivienda popular*. Lima: edición CIDAP.
- Mora, R. (1970). *III Asamblea general de la asociación mundial de la vivienda rural*. Málaga: s. e.
- Moya, J. L. (1974). *Como Se Proyecta Una Vivienda*. Barcelona: ed. G. Gili, S.A.
- Olgay, V. (1998). *Arquitectura y clima*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Organización de las Naciones Unidas (1970). *La vivienda rural estudio de la situación mundial*. EE.UU.

- Organización de Estados Americanos (1963). *La vivienda y desarrollo económico en América Latina*.
- Palafox G.L. La vivienda en la época colonial. Disponible en: <http://www.es.shvoong.com/social-sciences/1730833-la-vivienda-en-la-%C3%A9poca/>
- Pierre, S. (1982). *Arquitectura solar: Concepto, cálculo y ejecución de edificaciones rurales*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Pradilla, E. (1986). *La vivienda rural en Bolivia*. La Paz. S.e.
- PRATVIR (1992). *Proyecto de acondicionamiento territorial y vivienda rural*. Lima: Ministerio de Vivienda y Construcción del Perú.
- Quiroz, J. (1972). *Construcciones rurales*. Lima: s.e.
- Quiroz, J. (1972). *Edificios rurales*. Lima: s.e.
- RAPOPORT, (1972). *Vivienda y Cultura*. Barcelona: Edit. Gustavo Gili.
- Rayter, D. G. A. (2008). *Guía de aplicación de arquitectura bioclimática en locales educativos*. Lima: Viceministerio de Gestión Institucional Oficina de Infraestructura Educativa.
- Robledo, E. (1985). *El drama de la vivienda en Colombia*. Bogotá: s.e.
- Saravia, V. (1986), *Planificación de aldeas rurales*. La Paz: edit. Juventud.
- Unwin, R. (1902). *Cottage Plans and Common Sense*. Londres: The Fabian Society.
- Val, D. (2009). *Tú casa ecológica, un blog ecológico, verde, de medio ambiente, reciclaje y calentamiento global*. Recuperado de: www.unblogverde.com.
- Vera, W. (1997). *Evolución histórica de la estructura urbana de la ciudad de Puno*. Puno: s.e.
- Viqueira, R. (2001). *Introducción a la arquitectura bioclimática*. México D.F.: Edit. Limusa.

ANEXOS

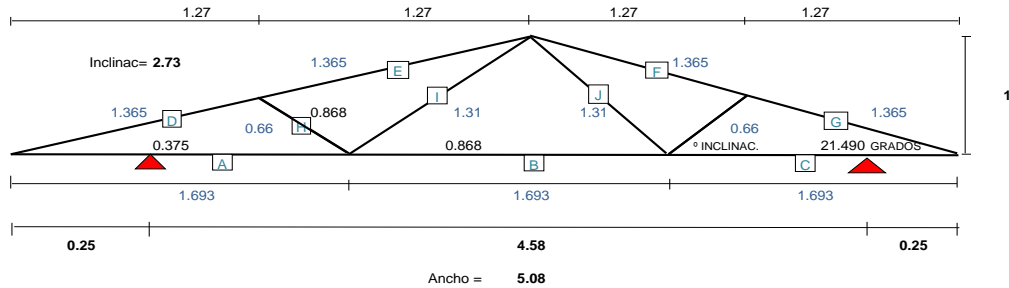
- ANEXO 1. Análisis estructural para la vivienda rural bioclimática en la comunidad campesina de Ccopachullpa del Distrito de Ilave.
- ANEXO 2. Fichas de encuesta, económica e infraestructura.
- ANEXO 3. Ficha de dato climatológicos SENAMHI – Puno.
- ANEXO 4. Planilla de metrados.
- ANEXO 5. Presupuesto.
- ANEXO 6. Planos de vivienda propuesta.

ANEXO 1

ANALISIS ESTRUCTURAL PARA LA VIVIENDA RURAL BIOCLIMATICA PROPUESTA

TIJERALES DE MADERA TIPO HOWE

PROYECTO: "EVALUACION Y PROPUESTA DE VIVIENDA RURAL BIOCLIMATICA PARA LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CCOPACHULLPA EL COLLAO – ILAVE"



Distancia entre tijerales **0.83 m**
 Distancia entre correas **0.65 m**
 Madera seca **700.0 kg/m³** Peso especifico madera

I- PREDIMENSIONAMIENTO PARA SU VERIFICACION

ELEMENTO	LONGITUD	SECCION EN PULG.		AREA M2	PESO KG
		ANCHO	ALTO		
A	1.69	2	3	0.00387	4.59
B	1.69	2	3	0.00387	4.59
C	1.69	2	3	0.00387	4.59
D	1.37	2	3	0.00387	3.70
E	1.37	2	3	0.00387	3.70
F	1.37	2	3	0.00387	3.70
G	1.37	2	3	0.00387	3.70
H	0.66	2	2	0.00258	1.19
I	1.31	2	2	0.00258	2.37
J	1.31	2	2	0.00258	2.37
K	0.66	2	2	0.00258	1.19
	14.48				35.68

II- METRADO DE CARGAS

A.- CARGA MUERTA

Carga distribuida del tijeral

A.1.- PESO PROPIO

ANCHO TOTAL	5.08	m
PESO TIJERAL (WD1)	7.02	kg/m

A.2.- PESO DE LA COBERTURA (CORREAS, COBERTURA, ACCESORIOS DE FIJACION)

ESPACIAMIENTO DE CORREAS	0.65	m
DISTANCIA INCLINADA	2.73	und
Nº CORREAS	4.20	und
Nº CORREAS ASUMIDO	5.00	und
Nº CORREAS AMBOS LADOS	10.00	und

DESCRIPCION	SECCION EN PULG.		AREA (M2)	SUB TOTAL	W distrib.	Und.
	ALTO	ANCHO				
CORREAS	1.5	3.0	0.0029	20.3225	4.00050	kg/m ²
CALAMINA GALVANIZADA					5.00	kg/m ²
CLAVOS					0.081	kg/m ²
PESO DE LA COBERTURA:					9.08	kg/m²

CARGA CORREGIDA POR ANCHO TRIBUTARIO Y HORIZONTALIDAD

Dist. TIJERALES	0.83	m
PESO ANCHO TRIB.	7.56	kg/m
PESO CARGA HORIZONT (WD2)	7.04	kg/ml

A.3.- PESO DE LA CUERDA INFERIOR (CIELO RASO)

DESCRIPCION	SECCION EN PULG.		AREA M2	LONGITUD	SUB. TOTAL	UND.
	ANCHO	ALTO				

Correas inferiores	2	3	0.00387	4.98	0.019	kg/m ²
Planchas de tecnopor					8.28	kg/m ²
Triplay					0.50	kg/m ²
					8.80	kg/m ²

CARGA DISTRIBUIDA CUERDA INFERIOR

Dist. TIJERALES	0.83 m
PESO CUERDA INFER (WD3)	7.33 kg/m

B.- CARGAS VIVAS, MONTAJE

Carga Viva Minima techos con coberturas livianas	30 kg/m ²
Carga adicional por nieve	50 kg/m ²
	80 kg/m ²

Dist. TIJERALES	0.83 m
CARGA VIVA ANCHO TRIB. (WL)	66.64 kg/m

C.- RESUMEN DE CARGAS

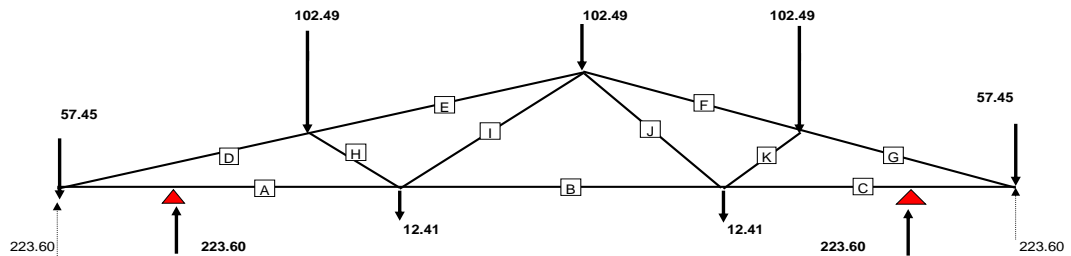
C.1.- SOBRE CUERDA SUPERIOR

WD1 (tijeral)	7.02 kg/m
WD2 (correas, calamina y uniones)	7.04 kg/m
WL (viva+nieve)	66.64 kg/m
TOTAL CARGA SUPERIOR	80.70 kg/m

C.2.- SOBRE CUERDA INFERIOR

WD3 (cielo raso)	7.33 kg/m
WL (viva)	0.00 kg/m
TOTAL CARGA INFERIOR	7.33 kg/m

DISTRIBUCION DE CARGAS EN NUDOS EN KG

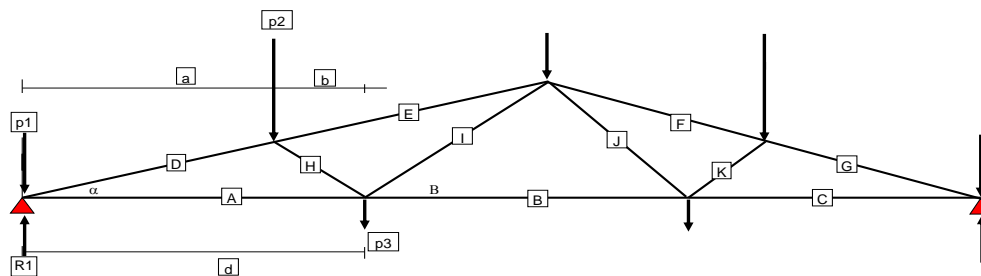


REACCION CON APOYOS EN LOS EXTREMOS

III.- ANALISIS ESTRUCTURAL

3.1.- DETERMINACION DE FUERZAS EXTERNAS

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

ELEMENTO	FUERZA KG	SENTIDO	MOMENTO KG*M
A	422.02	TRACCION	2.627
B	281.35	TRACCION	2.627
C	422.02	TRACCION	2.627
D	453.55	COMPRESION	11.833
E	383.60	COMPRESION	11.833

F	383.60	COMPRESION	11.833
G	453.55	COMPRESION	11.833
H	100.72	COMPRESION	11.833
I	116.98	TRACCION	11.833
J	116.98	TRACCION	11.833
K	100.72	COMPRESION	11.833

IV.- DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DEL TIJERAL

NORMAS:

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

NOTA.- SE HA CONSIDERADO MADERA DEL GRUPO C

4.1. CHEQUEO AL CORTE

ESFUERZO DE COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS (APOYOS)

CARGA ACTUANTE kg	SEC. ASUMIDA cm		AREA cm2	fc actua kg/cm2	fc adm. kg/cm2
	ANCHO	ALTO			
223.60	5.1	7.6	38.76	5.77	20

O.K.

ESFUERZOS ADMISIBLES KG/CM2

GRUPO	PERPENDICULAR A LAS FIBRAS
A	40
B	28
C	20

4.2. ESFUERZOS A FLEJO TRACCION

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

ESFUERZOS ADMISIBLES KG/CM2

GRUPO	TRACCION PARALELA (ft) kg/cm2	FLEXION (f'm) kg/cm2
A	145	210
B	110	150
C	80	100

SE ANALIZARA LA CUERDA INFERIOR MAS CRITICA

CARGA (N) kg	ft kg/cm2 (a)	SEC. ASUMIDA EN cm (b)		Nadm a x b kg	N/Nadm (A)	MOMENT (M) kg*m	S cm3	f'm kg/cm2	M/(S x fm) (B)	A+B
		ANCHO	ALTO							
422.02	80	4.1	6.6	2164.8	0.195	262.72	29.766	100	0.088	0.283

4.3 ESFUERZOS A FLEJO COMPRESION

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

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

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

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

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

$$Lef = 0.8 * L$$

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

COLUMNA INTERMEDIA

COLUMNA LARGA

$$Nadm = fc * A$$

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

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

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

GRUPO	CK (columnas)	E promedio kg/cm2	COMPRESION PARALELA fm kg/cm2
A	17.98	130000	145
B	18.34	100000	110
C	18.42	90000	80

SE ANALIZARA LA CUERDA SUPERIOR MAS CRITICA

$$d = 7 \text{ cm}$$

$$Ck = 18.42$$

RELACION DE ESBELTEZ 15.60 COLUMNA INTERMEDIA

ESFUERZO ADMISIBLE (escoger del tipo de columna)

Grupo	Corta	Intermedia	Larga
A	145.00	120.14	175.75
B	110.00	91.14	135.19
C	80.00	66.28	121.67

CARGA (N) kg	SEC. ASUMIDA		Esfuerzo Admisible	Nadm kg/cm2	N/Nadm (A)
	ANCHO	ALTO cm			
453.55	4.1	6.6	66.28	1793.58	0.25

MOMENTO kgxm	I kg*cm4	E kg/cm2	Ncr. Kg	Km	S cm4	fm kg/cm2	(Km*M)/(S*fm) (B)	A+B
1183.31	98.23	90000	798966.22	1.00	29.77	80	0.50	0.75

OK

ESFUERZOS DE TRACCION

CARGA	SEC.	AREA	ft	ft tablas
116.98	4.1	4.1	16.81	80

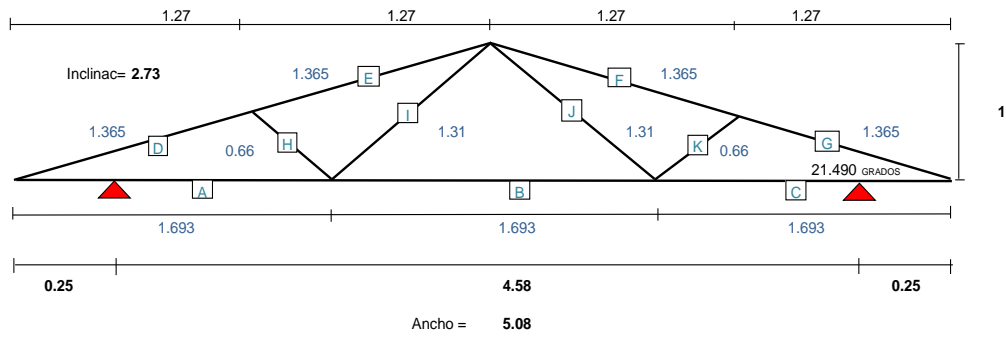
OK

ESFUERZOS DE COMPRESION

CARGA	SEC.	AREA	ft	ft tablas
100.72	4.1	4.1	16.81	80

OK

V.- DISEÑO FINAL



ANEXO 2

FICHA N° 01 ENCUESTA SOCIAL, ECONÓMICO E INFRAESTRUCTURA

COMUNIDAD.....FECHA:.....

NOMBRE DEL PROPIETARIO:.....

1. ASPECTO SOCIO ECONÓMICO

1.1. GRADO DE INSTRUCCIÓN:

MADRE:

- a) Analfabeta ()
- b) Primaria incompleta ()
- c) Primaria completa ()
- d) Sec. Incompleta ()
- e) Sec. Completa ()
- f) Superior ()

PADRE:

- a) Analfabeto ()
- b) Primaria incompleta ()
- c) Primaria completa ()
- d) Sec. Incompleta ()
- e) Sec. Completa ()
- f) Superior ()

1.2. TAMAÑO FAMILAR

- a) 2 a 3 miembros ()
- b) 4 a 5 miembros ()
- c) 6 A 7 miembros ()
- d) 8 a más miembros ()

1.3. OCUPACION

PADRE:

- a) Comerciantes ()
- b) Artesano ()
- c) Pescador ()
- d) Agricultor ()
- e) Obrero ()
- f) Estudiante ()

MADRE:

- a) Su casa ()
- b) Comerciante ()
- c) Artesano ()
- d) Pescador ()
- e) Agricultor ()

1.4. CONDICION LABORAL DE JEFE DE FAMILIA

condición	Ingreso económico s/.
Estable	
Eventual	
Desocupado	
Razón agropecuaria	

1.5. VIVIENDA

- a) Propia ()
- b) Alquilada ()
- c) Cedida ()

1.6. CONSTRUCCION DE VIVIENDA

- a) Faena Comunal ()
- b) Individual ()
- c) Familiar ()
- d) Otros

1.7. SANEAMIENTO BASICO

Servicio de Agua que consume es de:

- a) Potable ()
- b) Manantial ()
- c) Pozo ()
- d) Otro

- Distancia de la fuente de agua?.....

Servicios Higiénicos:

- a) Campo Abierto ()
- b) Letrina ()
- c) Río ()

Disposiciones de Basura:

- a) Campo Abierto ()
- b) Entierran ()
- c) Queman ()

2. ASPECTO AGROPECUARIO

2.1. PECUARIO

2.1.1. QUE ANIMALES TIENE Y CUANTOS?

Animales	(x)	cantidad	raza
a) vacuno			
b) ovino			
c) porcino			
d) aves			

Otros.....

2.2. AGRICULTURA

2.2.1. Producción

Que Produce?	(x)	Destino del producto			
		Comercio kg	P.U. s./kg	Consumo kg	P.U. s./kg
a) papa					
b) Quinoa					
c) Cañihua					
d) Oca					
e) Izaño					
f) Cebada					
g) otros					

d) Ventana con marcos de:

Madera () Fierro () Aluminio ()

e) Puerta:

Madera () Fierro () Calamina ()

f) Revestimiento y/o estuco:

- Interior:

Yeso () Cemento () Tierra () Sin revestir ()

- Exterior:

Yeso () Cemento () Tierra () Sin revestir ()

3.3. PROCESO CONSTRUCTIVO

a) Época :

b) Tiempo de ejecución de cada ambiente

- Dormitorios (.....)
- Cocina (.....)
- Sala (.....)
- Comedor (.....)
- Establo (.....)
- Almacén (.....)
- Pozo (.....)
- Letrina (.....)

3.4. DIMENSIONES DE LOS AMBIENTES

a) Dormitorio:

Largo () Alto ()
Ancho () Orientación ()

Ventana:

Largo () Ancho ()
Alto () Orientación ()

Puerta:

Largo () Ancho ()
Alto () Orientación ()

b) Cocina Comedor

Largo () Alto ()
Ancho () Orientación ()

Número y dimensión de la ventana: ().....

Dimensión de la puerta:.....

c) Almacén

Largo ()
Ancho ()

Alto ()
Orientación ()

Número y dimensión de la ventana: ().....

Dimensión de la puerta:.....

3.5. TIPOS DE SUELO

- a) Arcilloso ()
- b) Arenoso ()
- c) Limoso ()
- d) franco arcilloso ()
- e) franco limoso ()
- f) franco arenoso ()

ANEXO 3

Ficha de dato climatológicos

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU

ESTACION: CO. 116027 LATITUD 14°54'51,7" DEPARTAMENTO PUNO
 ILAVE LONGITUD 70°11'26,7" PROVINCIA EL COLLAO
 ALTITUD 3863 DISTRITO ILAVE

PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA MAXIMA EN °C

Años	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOT	SET	OCT	NOV	DIC
2014	15.2	15.5	16.4	16.2	15.9	16.3	15.1	15.1	15	15.8	17.8	17.3
2015	14.5	15.1	14.9	14.5	15	15.8	15.1	15.6	16.3	16.7	17.9	17.3
	14.85	15.3	15.65	15.35	15.45	16.05	15.1	15.35	15.65	16.25	17.85	17.3

PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA MINIMA EN °C

Años	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOT	SET	OCT	NOV	DIC
2014	5.10	4.80	3.70	2.60	-1.00	-3.20	-3.30	-0.80	2.10	2.90	3.20	4.90
2015	4.50	5.10	5.00	4.30	-0.40	-2.40	-3.70	-1.90	0.70	2.10	3.30	4.00
	4.8	4.95	4.35	3.45	-0.7	-2.8	-3.5	-1.35	1.4	2.5	3.25	4.45

PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA MEDIA EN °C

Años	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOT	SET	OCT	NOV	DIC
2014	10.00	10.10	9.90	9.80	7.40	7.20	5.60	7.10	8.50	9.30	10.40	11.10
2015	9.50	10.10	10.00	9.40	7.30	6.70	5.70	6.80	8.50	9.40	10.60	10.60
	9.75	10.1	9.95	9.6	7.35	6.95	5.65	6.95	8.5	9.35	10.5	10.85

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL EN MM

Años	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOT	SET	OCT	NOV	DIC
2014	210.40	77.70	36.00	18.60	0.20	0.00	3.30	29.20	120.50	30.70	20.10	23.50
2015	122.60	135.00	164.20	91.50	11.60	0.00	6.10	9.20	34.50	31.90	12.90	69.60
	166.5	106.35	100.1	55.05	5.9	0	4.7	19.2	77.5	31.3	16.5	46.55

PROMEDIO MENSUAL DE HUMEDAD RELATIVA EN %

Años	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOT	SET	OCT	NOV	DIC
2014	97.00	95.00	95.00	94.00	93.00	92.00	88.00	93.00	94.00	93.00	93.00	94.00
2015	96.00	96.00	95.00	89.00	64.00	59.00	57.00	59.00	55.00	58.00	56.00	45.00
	96.5	95.5	95	91.5	78.5	75.5	72.5	76	74.5	75.5	74.5	69.5

PROMEDIO MENSUAL DE VELOCIDAD DE VIENTO EN M/SEG

Años	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOT	SET	OCT	NOV	DIC
2014	3.00	3.30	4.10	3.70	4.20	4.30	4.80	4.40	3.80	3.90	4.50	4.10
2015	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	5.00	4.00	4.00	4.00	6.00	4.00
	3.5	3.65	3.55	3.35	3.6	3.65	4.9	4.2	3.9	3.95	5.25	4.05

DIRECCION PREDOMINANTE DEL VIENTO

Años	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL	AGOT	SET	OCT	NOV	DIC
2014	SW	NE	SW	NE	SW	SW	SW	SW	SW	NE	NE	NE
2015	NE	NE	NE	SW	SW	N	N	N	N	SW	NE	NE

ANEXO 4
PLANILLA DE METRADOS

PROYECTO: EVALUACION Y DISEÑO DE VIVIENDA RURAL BIOClimATICA EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CCOPACHULLPA DEL DISTRITO DE ILAVE

ITEM	DESCRIPCIÓN	N° DE VECES	MEDIDAS			AREA	PARCIAL	TOTAL	UND.
			ANCHO	LARGO	ALTURA				
01	ESTRUCTURAS								
01.01	OBRAS PRELIMINARES								
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO								
01.01.01.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO	1.00	9.70	16.50			160.05	160.05	m2
01.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS								
01.01.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMENTOS EN TERRENO NORMAL							26.83	m3
	CC - 1	1.00	0.38	0.98	0.50		0.19		
	CC - 2	1.00	0.38	1.76	0.50		0.33		
	CC - 3	4.00	0.50	4.90	0.50		4.90		
	CC - 4	2.00	0.50	2.10	0.50		1.05		
	CC - 08	2.00	0.38	14.42	0.50		5.48		
	CC - 09	4.00	0.50	3.55	0.50		3.55		
	CC - 10	2.00	0.50	5.29	0.50		2.65		
	CC - 11	2.00	0.50	1.95	0.50		0.98		
	CC - 11'	1.00	0.50	0.60	0.50		0.15		
	CC - 11"	1.00	0.50	0.90	0.50		0.23		
	CC - 12	1.00	0.50	3.11	0.50		0.78		
	CC - 13	1.00	0.50	1.30	0.50		0.33		
	CC - 14	1.00	0.50	4.00	0.50		1.00		
	CC - 15	1.00	0.50	5.09	0.50		1.27		
	CC - 16	1.00	0.50	13.90	0.50		3.48		
	CC - 17	1.00	0.38	2.54	0.50		0.48		
01.01.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE							26.83	m3
01.02	OBRAS DE MAPOSTERIA								
01.02.01	CIMENTACION CON PIEDRA + BARRO (Preparado manual)							6.48	m3
	CC - 1	1.00	0.38	0.98	0.50		0.19		
	CC - 2	1.00	0.38	1.76	0.50		0.33		
	CC - 08	2.00	0.38	14.42	0.50		5.48		
	CC - 17	1.00	0.38	2.54	0.50		0.48		
01.02.02	SOBRECIMIENTO DE PIEDRA BARRO							2.53	m3
	CC - 1	1.00	0.38	0.98	0.20		0.07		
	CC - 2	1.00	0.38	0.94	0.20		0.07		
	CC - 08	2.00	0.38	14.42	0.20		2.19		
	CC - 17	1.00	0.38	2.54	0.20		0.19		
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE								
01.03.01	CIMENTOS CORRIDOS								
01.03.01.01	CIMIENTO CONCRETO CICLOPEO 1:12 + 30% P.G							20.35	m3
	CC - 3	4.00	0.50	4.90	0.50		4.90		
	CC - 4	2.00	0.50	2.10	0.50		1.05		
	CC - 09	4.00	0.50	3.55	0.50		3.55		
	CC - 10	2.00	0.50	5.29	0.50		2.65		
	CC - 11	2.00	0.50	1.95	0.50		0.98		
	CC - 11'	1.00	0.50	0.60	0.50		0.15		
	CC - 11"	1.00	0.50	0.90	0.50		0.23		
	CC - 12	1.00	0.50	3.11	0.50		0.78		
	CC - 13	1.00	0.50	1.30	0.50		0.33		
	CC - 14	1.00	0.50	4.00	0.50		1.00		
	CC - 15	1.00	0.50	5.09	0.50		1.27		
	CC - 16	1.00	0.50	13.90	0.50		3.48		
01.03.01.02	VEREDA RIGIDA, CONCRETO f _{cd} =140 kg/cm ²					0.10	21.93	2.19	m3
01.03.02	SOBRECIMENTOS								
01.03.02.01	CONCRETO SOBRECIMENTOS MEZCLA 1:8 + 25% P.M.							5.28	m3
	CC - 3	4.00	0.38	4.40	0.20		1.34		
	CC - 4	2.00	0.38	2.10	0.20		0.32		
	CC - 09	2.00	0.38	3.72	0.20		0.57		
	CC - 10	2.00	0.38	5.41	0.20		0.82		
	CC - 11	2.00	0.38	1.95	0.20		0.30		
	CC - 11'	1.00	0.38	0.98	0.20		0.07		
	CC - 11"	1.00	0.38	0.78	0.20		0.06		
	CC - 12	1.00	0.38	2.20	0.20		0.17		
	CC - 13	1.00	0.38	1.18	0.20		0.09		
	CC - 14	1.00	0.38	2.98	0.20		0.23		
	CC - 15	1.00	0.38	4.19	0.20		0.32		
	CC - 16	1.00	0.38	13.18	0.20		1.00		
01.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN SOBRECIMIENTO H=0.20M							27.78	m2
	CC - 3	8.00		4.40	0.20		7.04		
	CC - 4	4.00		2.10	0.20		1.68		
	CC - 09	4.00		3.72	0.20		2.98		
	CC - 10	4.00		5.41	0.20		4.33		
	CC - 11	4.00		1.95	0.20		1.56		
	CC - 11'	2.00		0.98	0.20		0.39		
	CC - 11"	2.00		0.78	0.20		0.31		
	CC - 12	2.00		2.20	0.20		0.88		
	CC - 13	2.00		1.18	0.20		0.47		
	CC - 14	2.00		2.98	0.20		1.19		
	CC - 15	2.00		4.19	0.20		1.68		
	CC - 16	2.00		13.18	0.20		5.27		
01.04	ESTRUCTURAS DE MADERA								
01.04.01.01	VIGA COLLAR DE MADERA 2"x3"							80.19	m
		1.00		80.19			80.19		
01.04.01.02	DINTEL DE MADERA 2"x3"							17.00	und
		3.00		14.00			17.00		
01.04.02	TIJERALES Y RETICULADOS								
01.04.02.01	TIJERAL DE MADERA DE 2"x3"							283.90	m
	Cuerda Inferior 2"x3"	17.00		5.08			86.36		
	Cuerda Superior 2"x 2"	17.00		9.40			159.80		
	pasadizo								
	Cuerda Inferior 2"x3"	17.00		2.22			37.74		

01.04.02.02	CORREAS DE MADERA DE 11/2"x2"								201.32	m	
	Correas de 11/2"x2"	2.00	5.00	14.38				143.80			
	pasadizo										
	Correas de 11/2"x2"	4.00		14.38				57.52			
01.05	COBERTURAS										
01.05.01	TECHO										
01.05.01.01	COBERTURA CON CALAMINA GALVANIZADA DE 0.83x1.83m x 0.30mm	1.00						82.78	82.78	122.83	m2
	pasadizo	1.00	2.42	16.55				40.05	40.05		
01.05.01.02	COBERTURA CON CALAMINA TRANSPARENTE	6.00	0.83	0.80				3.98		7.47	m2
	pasadizo	5.00	0.83	0.84				3.49			
01.06	CARPINTERIA DE MADERA										
01.06.01	PUERTA										
01.06.01.01	PUERTAS CONTRAPLACADA 35mm CON TRIPLAY DE 4mm, CON RELLENO DE POLIESTIRENO	2.00	1.02	2.06				2.00		5.00	und
	P1	1.00	1.22	2.06				1.00			
	P2	1.00	1.62	1.97				1.00			
	P3	1.00	0.82	1.97				1.00			
	P4	1.00	0.82	1.80				1.00			
	P6 (PUERTA DE MADERA SIMPLE PARA INVERNADERO)	1.00	0.82	1.80				1.00			
01.06.02	VENTANA										
01.06.02.01	VENTANA CON MARCOS DE MADERA 1.00 x 0.74m INC/CON DOBLE VIDRIO	5.00	1.00	0.74				5.00		5.00	und
	V1										
01.06.02.02	VENTANA CON MARCO DE MADERA 0.90 x 0.74m INC/CON DOBLE VIDRIO	2.00	0.90	0.74				2.00		2.00	und
	V2										
01.06.02.03	VENTANA CON MARCO DE MADERA 0.60 x 0.74m INC/CON DOBLE VIDRIO	1.00	0.60	0.74				1.00		4.00	und
	V8	1.00	0.60	0.74				1.00			
	V4	1.00	0.60	0.74				1.00			
	V5	2.00	0.50	0.40				2.00			
01.07	INVERNADERO SOLAR TIPO FITOTOLDO										
01.07.01	TECHO										
01.07.01.01	TIJERAL DE MADERA DE 2"x3"	17.00		2.86				48.62		48.62	m
	Cuerda inferior de 2"x3" (o rollo de eucalipto de 3")										
01.07.01.02	CORREAS DE MADERA DE 11/2"x2"	5.00		14.38				71.90		71.90	m
01.07.01.03	COBERTURA CON PLASTICO AGROFILM	1.00	2.87	14.38				41.27		41.27	m2
01.07.02	VENTANA										
01.07.02.01	VENTANA CON MARCO DE MADERA 0.66 x 0.55m	2.00	0.61	0.44				2.00		2.00	und
02	ARQUITECTURA										
02.01	MUROS Y TABIQUES										
02.01.01	MUROS DE ADOBE MEJORADO										
02.01.01.01	MUROS DE ADOBE MEJORADO									160.96	m2
	Muro de dormitorios										
	Muro eje 2 - 2			15.18	2.29			34.76			
	Muro eje A-A, B-B, C-C, D-D.			15.28	2.29			34.99			
	Muro eje 3 - 3	1.00						8.86	8.86		
		1.00						6.16	6.16		
				1.18	2.29			2.70			
				2.58	2.29			5.91			
				2.20	2.29			5.04			
				0.60	2.29			1.37			
	Muro del pasadizo										
	Muro eje A - A	1.00						7.40	7.40		
	Muro eje 4 - 4	1.00						26.45	26.45		
	Muro del invernadero tipo fitotoldo										
	Muro eje 1 - 1	1.00						27.32	27.32		
02.01.02	REVOQUES										
02.01.02.01	REVOQUE CON YESO EN MURO INT.									153.55	m2
	Muro de dormitorios										
	Muro eje 2 - 2	1.00		15.18	2.09			31.73			
	Muro eje A-A, B-B, C-C, D-D.	1.00		15.28	2.09			31.94			
	Muro eje 3 - 3	1.00						8.86	8.86		
		1.00						6.16	6.16		
		1.00		1.18	2.09			2.47			
		1.00		2.58	2.09			5.39			
		1.00		2.20	2.09			4.60			
		1.00		0.60	2.09			1.25			
	Muro del pasadizo										
	Muro eje A - A	1.00						7.40	7.40		
	Muro eje 4 - 4	1.00						26.45	26.45		
	Muro del invernadero tipo fitotoldo										
	Muro eje 1 - 1	1.00						27.32	27.32		
02.01.02.02	REVOQUE CON BARRO EN MURO EXT.									153.55	m2
	Muro de dormitorios										
	Muro eje 2 - 2	1.00		15.18	2.09			31.73			
	Muro eje A-A, B-B, C-C, D-D.	1.00		15.28	2.09			31.94			
	Muro eje 3 - 3	1.00						8.86	8.86		
		1.00						6.16	6.16		
		1.00		1.18	2.09			2.47			
		1.00		2.58	2.09			5.39			
		1.00		2.20	2.09			4.60			
		1.00		0.60	2.09			1.25			
	Muro del pasadizo										
	Muro eje A - A	1.00						7.40	7.40		
	Muro eje 4 - 4	1.00						26.45	26.45		
	Muro del invernadero tipo fitotoldo										
	Muro eje 1 - 1	1.00						27.32	27.32		
02.01.02.03	TARRAJEO CON CEMENTO EN ZOCALO EXTERIOR H=0.40m									64.05	m2
	Muro de dormitorios										

	Muro eje 2 - 2	2,00	15,18	0,40	12,14		
	Muro eje A-A, B-B, C-C, D-D.	2,00	15,28	0,40	12,22		
	Muro eje 3 - 3	2,00	4,19	0,40	3,35		
		2,00	2,98	0,40	2,38		
		2,00	1,18	0,40	0,94		
		2,00	2,58	0,40	2,06		
		2,00	2,20	0,40	1,76		
		2,00	0,60	0,40	0,48		
	Muro del pasadizo						
	Muro eje A - A	2,00	1,62	0,40	1,30		
	Muro eje 4 - 4	2,00	16,16	0,40	12,93		
	Muro del invernadero tipo fitotoldo						
	Muro eje 1 - 1	2,00	18,09	0,40	14,47		
02.01.03	CIELO RASOS						
02.01.03.01	CIELO RASO TERMICO CON POLIESTIRENO EXPANDIDO Y TRIPLAY					74,45	m2
	Dormitorios principales						
	Dormitorio 1	1,00	3,82	5,21	19,90		
	Dormitorio 2	1,00	3,82	3,62	13,83		
	Dormitorio 3	1,00	3,82	3,63	13,87		
	Pasadizo						
		1,00			26,85	26,85	
02.01.04	PISOS Y PAVIMENTOS						
02.01.04.01	PISO MACHIHEMBADO DE MADERA						
02.01.04.01.01	PISO TERMICO DE MADERA MACHIHEMBADO DE 4"x3/4"x10' INC/POLIESTIRENO EXPANDIDO					74,45	m2
	Dormitorios principales						
	Dormitorio 1	1,00	3,82	5,21	19,90		
	Dormitorio 2	1,00	3,82	3,62	13,83		
	Dormitorio 3	1,00	3,82	3,63	13,87		
	Pasadizo						
		1,00			26,85	26,85	
02.02	PINTURAS						
02.02.01	PINTURA						
02.02.01.01	PINTURA LATEX EN MUROS INTERIORES					168,36	m2
		1,00			168,36	168,36	
02.02.01.02	PINTURA LATEX EN MUROS EXTERIORES					168,36	m2
		1,00			168,36	168,36	
02.03	FLETE TERRESTRE						
02.03.01	FLETE DE TERRESTRE RURAL						
02.03.01.01	TRANSPORTE VERTICAL Y HORIZONTAL DE MATERIALES EN OBRA					1,00	glb
		1,00			1,00	1,00	
03	INSTALACIONES ELECTRICAS						
03.01	TABLERO DE DISTRIBUCION COMPLETO					1,00	und
		1,00			1,00	1,00	
03.02	SALIDA PARA CENTRO DE LUZ					9,00	pto
		1,00			9,00	9,00	
03.03	SALIDA PARA TOMACORRIENTES SIMPLES					9,00	pto
		1,00			9,00	9,00	
03.04	TUBERIAS PARA INTERRUPTORES DE LUZ PVC 3/4"					12,54	m
		1,00	12,54		12,54		
04	INSTALACIONES SANITARIAS						
04.01	RED DE AGUA						
04.01.01	CONEXIONES DOMICILIARIAS						
04.01.01.01	REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA					6,00	m
		1,00	6,00		6,00	6,00	
04.02	RED DE DESAGUE						
04.02.01	CONEXIONES DOMICILIARIAS						
04.02.01.01	REDES DE DESAGUE					39,12	m
		1,00	39,12		39,12	39,12	
04.03	POZO DE PERCOLACION						
04.03.01	CAJA DE REUNION O REPARTIDORA						
04.03.01.01	CAJAS DE REGISTRO DE DESAGUE 12" x 24"					2,00	und
		2,00			1,00	2,00	
04.03.02	OBRAS PRELIMINARES						
04.03.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
04.03.02.01.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS					0,49	m3
		1,00		0,29	1,67	0,49	
04.03.02.01.02	EXCAVACION PARA POZO DE PERCOLACION					6,54	m3
		1,00		2,30	2,84	6,54	
04.03.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE						
04.03.03.01	LOSA FONDO DE CAMARA						
04.03.03.01.01	PISO CON PIEDRA ACOMODADO					1,16	m2
				1,00	1,16	1,16	
04.03.03.02	CIMIENTO MURO DE POZO PERCOLACION						
04.03.03.02.01	CONCRETO CICLOPEO PARA CIMENTACIONES MEZCLA 1:12 + 30% P.G.					0,49	m3
		1,00		0,29	1,67	0,49	
04.03.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO DE CIMIENTO					1,10	m2
		2,00	1,90	0,29	1,10		
04.03.03.03	MUROS						
04.03.03.03.01	MURO DE PIEDRA DE POZO					1,45	m3
			0,38	1,90	2,01	3,82	1,45
04.03.03.04	INSTALACIONES SANITARIAS						
04.03.03.04.01	RED DE DERIVACION PVC SAL PARA DESAGUE 4"					6,00	m
		1,00	6,00		6,00	6,00	
04.03.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO						
04.03.04.01	TAPA DE CAMARA DE POZO DE PERCOLACION						
04.03.04.02	ACERO DE REFUERZO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 EN TAPA					17,75	kg
		1,00			17,75	17,75	
04.03.04.03	CONCRETO F'c=175KG/CM2 PARA LOSA EN POZO DE PERCOLACION					0,43	m3
		1,00		0,15	2,84	0,43	
04.03.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFADO DE LOSA DE POZO PERCOLACION					7,00	m2
		1,00	7,55	0,15	1,13		
			3,60		4,52	4,52	
			0,90	0,15	0,54		
			0,90	0,90	0,81		

ACERO POZO PERCOLADOR

PROYECTO EVALUACION Y DISEÑO DE VIVIENDA RURAL BIOCLIMATICA EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CCOPACHULLPA DEL DISTRITO DE ILAVE

Item	Descripcion	Diseño de Fierro	Ø	Nº Elementos Iguales	Nº Piezas por Elemento	Long. Pieza	Longitud (m) por Ø				Peso Kg	Long por Ø en ml
							1/4"	3/8"	1/2"	5/8"		
							0.248	0.56	0.994	1		
POZO PERCOLADOR												
ACERO f _y =4200 KG/CM ²												
	Tapa de Pozo Percolador		3/8"	1	7	1.9	-	13.30	-	-	7.448	13.3
			3/8"	1	7	1.9	-	13.30	-	-	7.448	13.3
	Losa Caja Válvulas		3/8"	1	3	0.85	-	2.55	-	-	1.428	2.55
			3/8"	1	3	0.85	-	2.55	-	-	1.428	2.55
TOTAL PESO Y LONGITUD DE ACERO											17.75	31.7

ANEXO 5
Presupuesto

Presupuesto **0103001 Evaluación y Diseño de Vivienda Rural Bioclimática en la Comunidad Campesina de Ccopachullpa del Distrito de**
 Cliente **Universidad Nacional del Altiplano - Puno**
 Lugar **PUNO - EL COLLAO - ILAVE**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	ESTRUCTURAS				14,110.20
01.01	OBRAS PRELIMINARES				
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO				
01.01.01.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO	m2		4.29	
01.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.01.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMENTOS EN TERRENO NORMAL	m3		10.99	
01.01.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3		2.19	
01.02	OBRAS DE MAPOSTERIA				153.82
01.02.01	CIMENTACION CON PIEDRA + BARRO (Preparado manual)	m3	6.48	17.96	116.38
01.02.02	SOBRECIMIENTO DE PIEDRA BARRO	m3	2.53	14.80	37.44
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				2,936.51
01.03.01	CIMENTOS CORRIDOS				1,915.54
01.03.01.01	CIMIENTO CONCRETO CICLOPEO 1:12 + 30% P.G	m3	20.35	86.35	1,757.22
01.03.01.02	VEREDA RIGIDA, CONCRETO f'c=140 kg/cm2	m3	2.19	72.29	158.32
01.03.02	SOBRECIMENTOS				1,020.97
01.03.02.01	CONCRETO SOBRECIMENTOS MEZCLA 1:8 + 25% P.M.	m3	5.28	81.35	429.53
01.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN SOBRECIMIENTO H=0.20M	m2	27.78	21.29	591.44
01.04	ESTRUCTURAS DE MADERA				4,015.35
01.04.01	VIGAS DE MADERA				599.61
01.04.01.01	VIGA COLLAR DE MADERA 2"x3"	m	80.19	6.11	489.96
01.04.01.02	DINTEL DE MADERA 2"x3"	und	17.00	6.45	109.65
01.04.02	TIJERALES Y RETICULADOS				3,415.74
01.04.02.01	TIJERAL DE MADERA DE 2"x3"	m	283.90	11.06	3,139.93
01.04.02.02	CORREAS DE MADERA DE 11/2"x2"	m	201.32	1.37	275.81
01.05	COBERTURAS				3,561.65
01.05.01	TECHO				3,561.65
01.05.01.01	COBERTURA CON CALAMINA GALVANIZADA DE 0.83x1.83m x 0.30mm	m2	122.83	27.79	3,413.45
01.05.01.02	COBERTURA CON CALAMINA TRANSPARENTE	m2	7.47	19.84	148.20
01.06	CARPINTERIA DE MADERA				2,102.79
01.06.01	PUERTA				1,267.70
01.06.01.01	PUERTAS CONTRAPLACADA 35mm CON TRIPLAY DE 4mm, CON RELLENO DE POLIESTIRENO	und	5.00	253.54	1,267.70
01.06.02	VENTANA				835.09
01.06.02.01	VENTANA CON MARCOS DE MADERA 1.00 x 0.74m IINC/CON DOBLE VIDRIO	und	5.00	78.51	392.55
01.06.02.02	VENTANA CON MARCO DE MADERA 0.90 x 0.74m INC/CON DOBLE VIDRIO	und	2.00	83.05	166.10
01.06.02.03	VENTANA CON MARCO DE MADERA 0.60 x 0.74m INC/CON DOBLE VIDRIO	und	4.00	69.11	276.44
01.07	INVERNADERO SOLAR TIPO FITOTOLDO				1,340.08
01.07.01	TECHO				1,234.66
01.07.01.01	TIJERAL DE MADERA DE 2"x3"	m	48.62	11.06	537.74
01.07.01.02	CORREAS DE MADERA DE 11/2"x2"	m	71.90	1.37	98.50
01.07.01.03	COBERTURA CON PLASTICO AGROFILM	m2	41.27	14.50	598.42
01.07.02	VENTANA				105.42
01.07.02.01	VENTANA CON MARCO DE MADERA 0.66 x 0.55m	und	2.00	52.71	105.42
02	ARQUITECTURA				15,980.32
02.01	MUROS Y TABIQUES				14,541.19
02.01.01	MUROS DE ADOBE MEJORADO				1,216.86
02.01.01.01	MUROS DE ADOBE MEJORADO	m2	160.96	7.56	1,216.86
02.01.02	REVOQUES				2,552.91
02.01.02.01	REVOQUE CON YESO EN MURO INT.	m2	153.55	8.29	1,272.93
02.01.02.02	REVOQUE CON BARRO EN MURO EXT.	m2	153.55	3.71	569.67

02.01.02.03	TARRAJEO CON CEMENTO EN ZOCALO EXTERIOR H=0.40m	m2	64.05	11.09	710.31
02.01.03	CIELO RASOS				3,560.94
02.01.03.01	CIELO RASO TERMICO CON POLIESTIRENO EXPANDIDO Y TRIPLAY	m2	74.45	47.83	3,560.94
02.01.04	PISOS Y PAVIMENTOS				7,210.48
02.01.04.01	PISO MACHIHEMBRADO DE MADERA				7,210.48
02.01.04.01.01	PISO TERMICO DE MADERA MACHIHEMBRADO DE 4"x3/4"x10' INC/POLIESTIRENO EXPANDIDO	m2	74.45	96.85	7,210.48
02.02	PINTURAS				1,239.13
02.02.01	PINTURA				1,239.13
02.02.01.01	PINTURA LATEX EN MUROS INTERIORES	m2	168.36	3.83	644.82
02.02.01.02	PINTURA LATEX EN MUROS EXTERIORES	m2	168.36	3.53	594.31
02.03	FLETE TERRESTRE				200.00
02.03.01	FLETE DE TERRESTRE RURAL				200.00
02.03.01.01	TRANSPORTE VERTICAL Y HORIZONTAL DE MATERIALES EN OBRA	gjb	1.00	200.00	200.00
03	INSTALACIONES ELECTRICAS				2,687.70
03.01	TABLERO DE DISTRIBUCION COMPLETO	und	1.00	50.06	50.06
03.02	SALIDA PARA CENTRO DE LUZ	pto	9.00	92.66	833.94
03.03	SALIDA PARA TOMACORRIENTES SIMPLES	pto	9.00	84.36	759.24
03.04	TUBERIAS PARA INTERRUPTORES DE LUZ PVC 3/4"	m	12.54	83.29	1,044.46
04	INSTALACIONES SANITARIAS				5,506.10
04.01	RED DE AGUA				479.94
04.01.01	CONEXIONES DOMICILIARIAS				479.94
04.01.01.01	REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA	m	6.00	79.99	479.94
04.02	RED DE DESAGUE				4,584.47
04.02.01	CONEXIONES DOMICILIARIAS				4,584.47
04.02.01.01	REDES DE DESAGUE	m	39.12	117.19	4,584.47
04.03	POZO DE PERCOLACION				441.69
04.03.01	CAJA DE REUNION O REPARTIDORA				16.00
04.03.01.01	CAJAS DE REGISTRO DE DESAGUE 12" x 24"	und	2.00	8.00	16.00
04.03.02	OBRAS PRELIMINARES				37.52
04.03.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				37.52
04.03.02.01.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS	m3	0.49	3.30	1.62
04.03.02.01.02	EXCAVACION PARA POZO DE PERCOLACION	m3	6.54	5.49	35.90
04.03.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				116.72
04.03.03.01	LOSA FONDO DE CAMARA				7.34
04.03.03.01.01	PISO CON PIEDRA ACOMODADO	m2	1.16	6.33	7.34
04.03.03.02	CIMIENTO MURO DE POZO PERCOLACION				74.01
04.03.03.02.01	CONCRETO CICLOPEO PARA CIMENTACIONES MEZCLA 1:12 + 30% P.G.	m3	0.49	92.29	45.22
04.03.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CIMIENTO	m2	1.10	26.17	28.79
04.03.03.03	MUROS				10.59
04.03.03.03.01	MURO DE PIEDRA DE POZO	m3	1.45	7.30	10.59
04.03.03.04	INSTALACIONES SANITARIAS				24.78
04.03.03.04.01	RED DE DERIVACION PVC SAL PARA DESAGUE 4"	m	6.00	4.13	24.78
04.03.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				271.45
04.03.04.01	TAPA DE CAMARA DE POZO DE PERCOLACION				
04.03.04.02	ACERO DE REFUERZO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 EN TAPA	kg	17.75	5.68	100.82
04.03.04.03	CONCRETO F'C=175KG/CM2 PARA LOSA EN POZO DE PERCOLACION	m3	0.73	24.98	18.24
04.03.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA DE POZO PERCOLACION	m2	7.00	21.77	152.39
	COSTO DIRECTO				38,284.32

ANEXO 6

Planos de Vivienda rural bioclimática propuesta