

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE AGRONOMIA



**“CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES ANTISISMICAS Y SALUDABLES
EN EL BARRIO EL MOLINO - CASTROVIRREYNA - HUANCAVELICA,
4,080 m.s.n.m.”**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRONOMO

PRESENTADO POR

SILVIO LUIS ALVIZURI CHUCHON

AYACUCHO – PERU

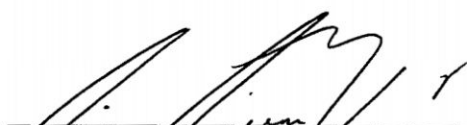
2013

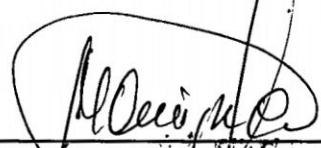
Tesis
Ag 1007
Alv


**“CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES ANTISISMICAS Y SALUDABLES
EN EL BARRIO EL MOLINO - CASTROVIRREYNA - HUANCVELICA,
4,080 m.s.n.m.”**

RECOMENDADO : 20 de setiembre de 2013

APROBADO : 04 de octubre de 2013


Ing. CRISTIAN CASTRO PÉREZ
Presidente


Ing. MOISÉS ANATOLIO QUISPE CADENAS
Miembro


Ing. EDUARDO PACORI QUISPE
Miembro


M.Sc. Ing. RUBÉN ALFREDO MENESES ROJAS
Miembro


Dr. JUAN RAMIRO PALOMINO MALPARTIDA
Decano (e) de la Facultad de Ciencias Agrarias

RESUMEN

El presente trabajo de Tesis, surge de la experiencia ejecutada en el proyecto de "Reconstrucción de Huancavelica"; que consistió en la construcción de más de 600 viviendas rurales seguras y saludables, a nivel de las provincias de Huaytará y Castrovirreyna del departamento de Huancavelica; de tal forma se construyeron 42 viviendas rurales en el barrio El Molino, del distrito y provincia de Castrovirreyna; a una altitud de 4,080 m.s.n.m; financiada por la ONG CARE CANADA y CARE PERU; en convenio con los gobiernos locales y familias beneficiarias, quienes fueron afectadas por el sismo del 15 de agosto del 2007.

En tal sentido, se pretende propiciar la construcción de viviendas de adobe reforzado con geomalla, diseñado con fines antisísmicos; planteando determinar el sistema de refuerzo estructural sísmo resistente y arquitectónico; con categoría de vivienda rural saludable. Además de plasmar el sistema constructivo, técnicas de reforzamiento y procedimiento de la construcción de la vivienda antisísmica; se plantea la categorización de la vivienda saludable, que posee componentes elementales como el saneamiento básico, confort térmico, salud, producción y medio ambiente; cuyos diseños tienen el objetivo de mejorar exclusivamente la calidad de vida de los pobladores de las zonas alto andinas.

Finalmente se demuestran, según los cálculos en los diseños de la falla de estructura; por corte y flexión de los muros de adobe reforzado y los diseños de la armadura de madera; que obedecen al regimiento de la norma técnica del Reglamento Nacional de Edificaciones, cuyo dimensionamiento estructural adecuado, materiales bajo control de calidad y buen procedimiento constructivo; garantiza evitar pérdidas humanas durante ocurrencias del sismo.

DEDICATORIA

En memoria a mi padre; que
desde el cielo ilumina mi camino y
mi adorada madre por su incansable
apoyo, para el logro de mi profesión.

A Yavett; la compañera ideal de mi vida,
Lenin S. y Alexandra; que son la razón de mí ser.

A mis hermanos; por su cariño,
apoyo y comprensión invariable.

AGRADECIMIENTO

Con gratitud y sentimiento, debo expresar mi sincero reconocimiento:

A la tricentenaria UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA; mi alma máter, forjadora de profesionales que vienen aportando al desarrollo de la Región y el País.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, por haberme acogido en sus aulas, para el logro de mi formación profesional.

A la Escuela de Formación Profesional de AGRONOMÍA, que a pesar de las dificultades, forja profesionales íntegros y consecuentes para el desarrollo de la Universidad, la Región y el País.

Al Ing. Moisés Quispe Cadenas, por su valioso tiempo empleado en el asesoramiento del presente trabajo.

Al Ing. Cristian Castro Pérez, por su colaboración generosa en la ejecución y conclusión de la presente tesis.

A mis amigos, compañeros Cristobalinos, por hacerme sentir uno más de ellos y haberme dado la oportunidad de representarlos.

A la ONG Care Perú; del proyecto de "Reconstrucción de Huancavelica", por acogerme y permitirme realizar el presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Resumen	02
Dedicatoria	03
Agradecimiento	04
Índice general	05
Índice de figuras	12
Índice de tablas o cuadros	14

INTRODUCCIÓN

Contexto	15
Objetivos	16
Hipótesis	17
Variables	17

CAPITULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

N°	DESCRIPCION	Pág.
1.1	Antecedentes	18
1.1.1	El Perú: País sísmico	18
1.1.2	Sismos más notables de los últimos 40 años en el Perú	17
1.1.3	El terremoto de Pisco	19
1.2	Planteamientos teóricos	21
1.2.1	Aspectos básicos de sismos	21
1.2.1.1	Sismicidad en el Perú	21
1.2.1.2	Sismos	22
1.2.1.3	Manifestaciones de sismos	22
1.2.1.4	Tipos de ondas sísmicas	23
1.2.1.5	Efectos sísmicos sobre las edificaciones	25
1.2.1.6	Fallas provocadas por sismos	26
1.2.1.7	Intensidad y magnitud	26
1.2.2	Red Sísmica Nacional en el Perú	27
1.2.3	Aspectos generales de la vivienda con adobe reforzado	29
1.2.3.1	Sistemas constructivos	29

1.2.3.2	Sistemas constructivos no convencionales	30
1.2.4	Sistema estructural de vivienda sismorresistente de adobe	30
1.2.5	Sistemas de refuerzo en adobe	30
1.2.6	Diseño arquitectónico de la vivienda	31
1.2.6.1	Introducción al diseño arquitectónico	31
1.2.6.2	Antropometría	31
1.2.7	Vivienda rural saludable	32
1.2.8	Familia saludable	32
1.2.9	Vivienda bioclimática	32
1.3	Análisis y diseño de vivienda sismorresistente de adobe	33
1.3.1	Estructuración	33
1.3.2	Análisis estructural	34
1.3.2.1	Análisis sísmico de las edificaciones de adobe	34
1.3.2.2	Masa distribuida	35
1.3.2.3	Diafragma rígido o flexible	35
1.3.2.4	Análisis manual	35
1.3.2.5	Determinación del cortante basal	36
1.3.3	Diseño estructural en viviendas de adobe	36
1.4	Evaluación estructural de vivienda de adobe	37
1.5	Marco normativo	38
1.5.1	Norma Técnica de Edificaciones E.080 Adobe	38
1.5.2	Norma Técnica E.030 diseño sismo resistente	39
1.5.3	Norma Técnica E.010 Madera	41
1.5.4	Norma Técnica A.010 Condiciones generales de diseño	41
1.5.5	Norma Técnica A.020 Vivienda	42
1.6	Experiencias exitosas	42
1.6.1	Proyectos realizados por las instituciones	42

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1	Materiales usados	44
2.2.1	El adobe	44
2.1.1.2	Dimensionamiento del adobe	44
2.1.1.3	Propiedades estructurales del adobe	45
2.1.2	El mortero	45

2.1.3	La geomalla	45
2.1.3.1	Propiedades físicas y mecánicas de la geomalla	47
2.1.3.2	Consideraciones de uso	48
2.1.3.3	Comprobación experimental de la eficiencia de las geomallas como material de refuerzo	48
2.1.4	La madera	48
2.1.4.1	Consideraciones de diseño	49
2.1.4.2	Agrupamiento de las maderas	50
2.1.5	Piedra	50
2.1.6	Eternit	51
2.2	Características constructivas de vivienda reforzada	51
2.3	Tipología arquitectónica de la vivienda saludable	51
2.3.1	Configuraciones	51
2.3.2	Programa arquitectónico de la vivienda saludable	52
2.3.2.1	Parte interior	53
2.3.2.2	Parte exterior	53
2.3.3	Confort	54
2.4	Técnicas y procedimientos en el sistema de refuerzo de la vivienda de adobe	54
2.4.1	Antecedentes de técnicas aplicadas	54
2.4.2	Principales técnicas aplicadas	55
2.4.2.1	Muro reforzado con caña y viga collar de madera	55
2.4.2.2	Muro reforzado con columnas y viga collar de concreto armado	56
2.4.2.3	Muro reforzado con malla electrosoldada y viga collar de concreto armado	58
2.4.2.4	Muro reforzado con geomalla y viga collar de madera	59
2.4.3	Compatibilidad de los materiales con el adobe	60
2.4.3.1	Compatibilidad del adobe con la madera	60
2.4.3.2	Compatibilidad del adobe con el acero	60
2.4.3.3	Compatibilidad del adobe con el concreto armado	60
2.4.4	Comportamiento de la vivienda reforzada en el Perú	61
2.5	Diseño metodológico	63
2.5.1	Enfoque metodológico	63
2.5.2	Descripción del área en estudio	63
2.5.3	Población de información	64

CAPITULO III

CASO DE ESTUDIO:

BARRIO EL MOLINO – CASTROVIRREYNA – HUANCAVELICA

3.1	Información general	65
3.1.1	Ubicación	65
3.1.2	Ubicación política	66
3.1.3	Ubicación geográfica	66
3.2	Vías de acceso	66
3.3	Clima	66

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1	Diseño estructural de la vivienda sismo resistente	68
4.1.1	Diseño de la cimentación	68
4.1.2	Diseño de muros (altura, arriostre y vanos)	68
4.1.3	Elementos de arriostre	70
4.1.4	Diseño sísmico de muros de adobe reforzados con geomallas	71
4.1.5	Procedimiento de diseño	74
4.1.5.1	Datos geométricos para el diseño	75
4.1.5.2	Cálculo del centro de masas	76
4.1.5.3	Cálculo del centro de rigideces	77
4.1.5.4	Cálculo de la fuerza horizontal	78
4.1.5.5	Cálculo del momento torsor	78
4.1.5.6	Cálculo de los incrementos de la fuerza cortante debido al Momento torsor	79
4.1.6	Comparación del resultado de esfuerzos por corte en los muros con el programa SAP 2000 v12	81
4.1.7	Estructuras de madera	82
4.1.7.1	Dimensionamiento de materiales	82
4.1.7.2	Diseño de madera	84
4.1.8	Diseño de las correas	85
4.1.9	Diseño de techo y la armadura principal	88
4.1.9.1	Predimensionamiento de la armadura principal	88

4.1.9.2 Diagramas y cálculo de las reacciones	89
4.1.9.3 Cálculo de la sección por flexo compresión	94
4.1.9.4 Verificación por compresión	94
4.1.9.5 Verificación por cortante	95
4.1.10 Diseño de la viga collar	96
4.1.11 Costo comparativo de vivienda sismo resistente y vivienda típica	97
4.2 Diseño arquitectónico de la vivienda modelo	97
4.2.1 Elementos de la antropometría	98
4.2.2 Diseño arquitectónico de la sala	102
4.2.3 Diseño arquitectónico de la cocina – comedor	103
4.2.4 Diseño arquitectónico del dormitorio	104
4.3 Procedimiento constructivo de la vivienda rural sismo resistente y saludable	104
4.3.1 Control de calidad	104
4.3.2 Especificaciones técnicas para la construcción de viviendas de adobe reforzado con geomalla	105
4.3.2.1 Trabajos preliminares	105
4.3.2.2 Movimiento de tierra	106
4.3.2.3 Obras de concreto simple	107
4.3.2.4 Encofrado y desencofrado de sobrecimiento	110
4.3.2.5 Muros	111
4.3.2.6 Revoques o enlucidos con tierra	115
4.3.2.7 Techos y cubiertas	116
4.3.2.8 Techos con cubiertas de fibrocemento	117
4.3.2.9 Cumbreras	118
4.3.2.10 Cobertura de tímpanos con caña y yeso	118
4.3.2.11 Pisos	119
4.3.2.12 Zócalos y contra zócalo	119
4.3.2.13 Elementos de refuerzo	120
4.3.2.14 Carpintería de madera	121
4.3.2.15 Pintura	123
4.3.2.16 Instalaciones eléctricas	124
4.3.3 Elaboración de adobe mejorado	126
4.3.3.1 Pruebas de campo	126
4.3.3.2 Materiales para la fabricación de adobes	129
4.3.3.3 El dormido del barro	129

4.3.3.4	Fabricación de adobes	130
4.3.3.5	Proceso de secado y apilado	131
4.3.4	Proceso constructivo de la vivienda	131
4.3.4.1	Trazo y replanteo	131
4.3.4.2	Excavación de zanja	131
4.3.4.3	Cimentación corrida	132
4.3.4.4	Sobrecimiento	132
4.3.4.5	Construcción de muros de adobe	133
4.3.4.6	Colocación de la viga collar	135
4.3.4.7	Colocación de la geomalla	135
4.3.4.8	Construcción de la armadura y cobertura de techo	136
4.3.4.9	Tarrajeo interior y exterior de muros y zócalos	137
4.3.4.10	Aceras o veredas	138
4.3.4.11	Instalación eléctrica	138
4.3.4.12	Acabados en pintura	138
4.4	Propuesta de una vivienda saludable o bioclimática	139
4.4.1	Conexión domiciliar de agua potable	139
4.4.2	El invernadero familiar o muro trombe	140
4.4.2.1	Diseño	140
4.4.2.2	Construcción del invernadero	143
4.4.3	La cocina ecológica modelo Inkawasi	144
4.4.3.1	Construcción de la cocina	144
4.4.4	La letrina sanitaria de tipo pozo seco ventilado	146
4.4.4.1	Ubicación de la letrina	147
4.4.4.2	Diseño y construcción	148
4.4.5	Sistema de confort térmico de la vivienda	153
4.4.5.1	Piso de madera machihembrada	153
4.4.5.2	Ductos de climatización	153
4.4.5.3	Cielo raso de madera, triplay y claraboyas	154
4.4.5.4	Puertas y ventanas de madera con cerramiento hermético	155
4.4.6	Las pozas sanitarias	155
4.4.6.1	Pozas de basura orgánica o compostera	156
4.4.6.2	Pozas de basura inorgánica	157
4.4.7	Construcción y uso de pozo de drenaje	157
4.4.8	Categorización de la vivienda rural saludable	159

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	160
5.2	Recomendaciones	161

CAPITULO V

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

- Presupuesto de la vivienda sismo resistente de adobe reforzado con geomalla.
- Precios y Cantidades de Insumos de la vivienda sismo resistente.
- Presupuesto de la vivienda típica de adobe.

PLANOS DEL PROYECTO

1. Plano de Ubicación del proyecto
- PLANOS - VIVIENDA SISMO RESISTENTE.**
2. Plano planta y elevación
 3. Plano de elevación y secciones
 4. Plano de cimiento y sobrecimiento
 5. Plano de emplantillado de adobe
 6. Plano de refuerzo de muros
 7. Plano de viga collar
 8. Plano de estructura de techo
 9. Plano de cielo raso
 10. Plano de piso machihembrado
 11. Plano de aceras o vereda
 12. Plano de ducto de climatización 01
 13. Plano de ducto de climatización 02
 14. Plano de puerta con cerramiento hermético
 15. Plano de ventanas térmicas
 16. Plano de Instalaciones eléctricas

PLANOS - VIVIENDA SALUDABLE

17. Plano de Instalación domiciliaria de agua potable
18. Plano de Invernadero familiar - Planta
19. Plano de Invernadero familiar - Cortes
20. Plano de Cocina mejorada
21. Plano de Letrina sanitaria

22. Plano arquitectónico de la vivienda saludable.

INDICE DE FIGURAS

N°	DESCRIPCION	Pag.
01.	Viviendas de adobe afectadas en la provincia de Castrovirreyna	20
02.	Construcciones de adobe destruidas por el sismo de Pisco	20
03.	Las ondas primarias	23
04.	Las ondas secundarias	23
05.	Las ondas superficiales – love wave	24
06.	Las ondas superficiales-rayleigh	25
07.	Geomalla biaxial tensor bx-1100	46
08.	Configuración en planta de la vivienda	52
09.	Elevación frontal de la vivienda asísmica y saludable	52
10.	Refuerzo vertical y horizontal con caña en los muro de adobe	56
11.	Refuerzos con caña y adobes con alveolos	56
12.	Detalle del refuerzo vertical - La columna de confinamiento	57
13.	Detalle de la viga solera de concreto armado	57
14.	Refuerzos de malla electrosoldada en los encuentros de muro	58
15.	Refuerzos de malla electrosoldada en los encuentros de muro	59
16.	Vivienda de adobe con refuerzo de malla electrosoldada	59
17.	Vivienda reforzada en Moquegua sin daño después del terremoto de 2001	62
18.	Vivienda reforzada en Ica sin daño después del terremoto de 2007	63
19.	Ubicación del proyecto en estudio	65
20.	Hiladas de adobe con traslapes	69
21.	Longitud, vanos y espesor del muro	70

22.	Datos geométricos de los muros - vista en planta	76
23.	Esfuerzos por cortadura en los muros de adobe (eje 1 – 1)	81
24.	Esfuerzos por cortadura en los muros de adobe (eje 3 – 3)	81
25.	Deformación de los muros en el modelo de vivienda	82
26.	Carga distribuida de la vigueta o correa	86
27.	Carga concentrada de la vigueta	86
28.	Diagrama de momentos flectores	86
29.	Diagrama de fuerza cortante de la correa	86
30.	Fuerzas axiales en cada miembro en kg. fuerza de la armadura principal	89
31.	Fuerzas cortante en kilogramos fuerza del tijeral	89
32.	Momento flexor en metros-kilogramos fuerza de la armadura	89
33.	Carga vertical aplicada en cada nudo, en kilogramos fuerza	90
34.	Deformación de la estructura	90
35.	Representación de las barras en la armadura	90
36.	Esquemas antropométricos	100
37.	Prueba de la tierra para la construcción de adobes	127
38.	Prueba del enrollado para la elaboración de adobes	128
39.	Prueba de resistencia de los adobes	129
40.	Proceso de dormido del barro	130
41.	El proceso de secado y protección a los adobes	131
42.	Trazo y replanteo	131
43.	Excavación de zanja y cimentación corrida	132
44.	Vaciado de concreto-sobrecimiento y el empotramiento de la geomalla	133
45.	Colocación del asfalto RC - 250	134
46.	Construcción de muros de adobe	134
47.	Construcción de la viga collar y colocación de barro	135
48.	Colocación de la geomalla	136
49.	Construcción de la estructura y cobertura del techo	137
50.	Tarrajeo exterior de muros	138
51.	Invernadero familiar adosado a los dormitorios de la vivienda	140
52.	Tamaño recomendado de los conductos del invernadero	141
53.	Conductos de madera del invernadero con puertas corredizas	142
54.	Vista interior y frontal del invernadero	144
55-61.	Proceso constructivo de la cocina mejorada	145
62.	Instalación del brocal y la losa de la letrina sanitaria	150
63.	Letrina de tipo pozo seco ventilado	152

64.	Piso de madera machihembrada	153
65.	Ducto de iluminación y calefacción	154
66.	Cielo raso móvil y las claraboyas	154
67.	Puertas y ventanas térmicas	155
68.	Pozo sanitario de residuos orgánicos	156
69.	Partes del pozo de drenaje	158

INDICE DE TABLAS Y CUADROS

N°	DESCRIPCION	Pag.
01.	Sismos de los últimos años en el Perú	19
02.	Daños ocasionados por el terremoto de Pisco	21
03.	Viviendas antisísmicas y saludables construidas en el Barrio El Molino	64
04.	Vía de acceso	66
05.	Datos climatológicos de la zona	67
06.	Esbeltez, arriostres y altura del muro	70
07.	Datos geométricos de los muros	75
08.	Centro de masas de los muros	76
09.	Rigidez respecto al eje "y"	77
10.	Rigidez respecto al eje "x"	77
11.	Variación de fuerza cortante por cada muro	80
12.	Grupo de madera según propiedades mecánicas de la madera	83
13.	Grupo de madera según densidad básica y módulo de elasticidad	84
14.	Resultado del diseño de correas	85
15.	Pendiente e inclinación para las coberturas con eternit	88
16.	Cálculo de las reacciones de la armadura de madera, desarrolladas con el software SAP 2000	91
17.	Cálculo de deformaciones	91
18.	Cálculo de las fuerzas internas y momento flector, en cada miembro	92
19.	Resultado de fuerzas cortante, axial y momento flector en cada miembro de la armadura	93
20.	Costos de una vivienda rural sismo resistente y vivienda típica	97

INTRODUCCIÓN

El barrio El Molino, así como otros lugares del Departamento de Huancavelica, Ica y Lima; fue devastado por el sismo del 15 de agosto del 2007, dejando desastrosos daños materiales y pérdidas de vidas humanas; así que muchas viviendas de adobe colapsaron y fueron las más afectadas; debido a la falta de sistemas de refuerzo estructural, configuración arquitectónica inadecuada, sin control de calidad con las especificaciones técnicas de los materiales e incorrecto procedimiento constructivo.

(Bautista 1994), indica que la mayor parte de la destrucción causada por los sismos es debida tanto a insuficiente atención en el diseño sismo resistente, como el uso de procedimientos constructivos defectuosos y materiales de construcción de baja calidad. Otra de las causas de los daños, asociada a los sismos es la construcción en suelos de características geológicas desfavorables y/o en suelos poco resistentes.

(Kuroiwa 2002), plantea que las edificaciones de adobe o tapial; es el tipo de construcción más común en los países latinoamericanos; y también el más vulnerable en caso de sismos. Es el responsable de la gran mayoría de víctimas causadas por terremotos, y se puede clasificar, en orden creciente de resistencia, en 3 sub grupos: a) Tapial, b) Muros de adobe y c) Muros de ladrillo o piedras unidas con mortero de arena-cemento.

(Torrealva 2009), manifiesta que; mi experiencia en el refuerzo sísmico de viviendas de adobe se limitaba a utilizar materiales naturales como la caña, bambú y madera, los cuales no era posible implementar en el proyecto debido a su escasa disponibilidad en la zona afectada. Finalmente se optó por un refuerzo que combinaba el concreto armado y tensores de acero, materiales industriales que si era factible conseguir pero cara. En el año 2001 una experiencia en El Salvador con la diferencia que eran decenas de miles las viviendas rurales afectadas o destruidas, hizo evidente que se debía buscar un material de refuerzo alternativo y de producción industrial para construcciones de adobe que reemplace a los materiales naturales que tradicionalmente habían sido estudiados como refuerzo sísmico de estas construcciones, la propuesta fue la construcción y la importancia de un sistema

constructivo no convencional, denominado sistema constructivo de adobe reforzado con geomalla; que consiste de un método alternativo adquirido como referencia de las experiencias de los sismos ocurridos en nuestro país.

Existen viviendas rurales ubicadas por encima de los 4000 m.s.n.m. en climas extremadamente fríos, cuyas temperaturas nocturnas que oscilan debajo de los 0°C genera en la familia enfermedades de infecciones respiratorias, causadas por el enfriamiento; donde las familias viven en ambientes de alto riesgo, en lo que se refiere a la seguridad de salud y abrigo de la vivienda.

De tal forma es importante, pretender la categorización de la vivienda saludable, que conserva elementos básicos de salud, alimentación, producción, medio ambiente y vivienda abrigada con estructuras bioclimáticas; dando un enfoque principal al confort térmico, para las zonas alto andinas; donde las familias se encuentran consideradas de condición económicamente pobres y extremadamente pobres.

OBJETIVOS

- **Objetivo General**

El proyecto plantea determinar el sistema de refuerzo estructural en vivienda sismo resistente de adobe, diseñada con la categoría de vivienda rural saludable.

- **Objetivos Específicos**

- Evaluar el diseño arquitectónico y estructural de la vivienda de adobe reforzado con geomalla.
- Plantear el adecuado procedimiento constructivo de la vivienda sismo resistente; con énfasis en gestión de riesgo.
- Proponer la categoría de vivienda rural saludable; con importancia en el confort térmico de una vivienda bioclimática.

HIPÓTESIS

- **Hipótesis Central**

- El proyecto propone sismorresistencia y salubridad en una vivienda rural con sistema de refuerzo estructural de geomalla y madera, que brindará comodidad, seguridad y salud a la familia.

- **Hipótesis Específico**

- El diseño arquitectónico y estructural; ofrecerá comodidad, confort y salubridad en la vivienda y seguridad estructural frente a eventos sísmicos.
- El procedimiento y técnicas constructivas adecuadas, garantiza una estructura apropiada.
- La categorización de la vivienda, propone tipos de vivienda rural saludable, de acuerdo a los componentes de seguridad, salud, producción y medio ambiente.

VARIABLES

- Configuración y programa arquitectónico de la vivienda rural sismorresistente y saludable.
- Esfuerzos de corte en muros de adobe y flexión - cortadura en estructuras de madera.
- Sistema de refuerzo estructural, técnicas constructivas y procedimiento constructivo en una vivienda de adobe.
- Componentes o elementos de seguridad, salud, producción y medio ambiente; para la categorización de la vivienda rural.

CAPITULO I

REVISION BIBLIOGRAFICA

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 EL PERÚ: PAÍS SÍSMICO

El Perú es uno de los países de Sudamérica ubicados dentro del "Cinturón del fuego del Pacífico", un área que engloba más del 80% de la actividad sísmica en el mundo (Kuroiwa 2002). Esta actividad sísmica es producida por la constante interacción de las placas tectónicas ubicadas en la zona, la cual ha ocasionado numerosos terremotos en la parte occidental de Sudamérica. Muchos de ellos tuvieron gran magnitud y causaron destrucción y numerosas pérdidas materiales y de vidas humanas.

La mayoría de los movimientos sísmicos que se producen en el Perú se deben al proceso de subducción de la placa de Nazca por debajo de la placa Sudamericana a razón de 9 cm/año (Kuroiwa 2002). Entre estas placas se generan esfuerzos de fricción y se acumula gran cantidad de energía. Cuando estos esfuerzos son mayores a los que resiste la roca, esta se rompe. La ruptura libera la energía acumulada en forma de ondas que se propagan y llegan a la superficie.

Uno de los terremotos más devastadores ocurridos en nuestro país se produjo en mayo de 1970; el cual ocasionó la muerte de casi de 70,000 personas y la desaparición total del poblado de Yungay. En Noviembre de 1996, en el sur del Perú, se produjo otro terremoto que causó gran destrucción, dejando más de 90,000 damnificados, cerca de 5,000 viviendas destruidas y más de 10,000 viviendas afectadas (INDECI 2006). En Junio del 2001; un nuevo terremoto en el sur del Perú dejó el saldo de 83 personas fallecidas, cerca de 220,000 damnificados, alrededor de 37,000 viviendas afectadas y aproximadamente 22,000 viviendas destruidas.

1.1.2 SISMOS MÁS NOTABLES DE LOS ULTIMOS 40 AÑOS EN EL PERU

Según el Instituto Geofísico del Perú (IGP 2011), presenta las características de los sismos más trascendentales ocurridos en los últimos 40 años en el Perú.

Fecha	Hora	Profundidad (Km)	Magnitud Richter	Intensidad Máxima (MMI)	Zonas afectadas	Efectos secundarios
17-Oct- 66	16:41	38	7.5	VII	Norte de Lima	Tsunami moderado
19-jun-69	-	33	6.9 (MS)	IX	Moyobamba	Licuación de suelos
31-may-70	15:23	52	7.7	VIII	Chimbote Huaraz	Deslizamientos y Licuación de suelos
03-Oct-74	09:21	13	7.5	VIII	Lima y sur del país	Tsunami moderado
16-feb-79	05:08	53	6.9(MS)	VII	Arequipa	-
29-may-90	21:34	33	6.4	VII	Rioja	Deslizamientos leves y licuación de suelos
04-abr-91	23:30	20	6.2	VII	Moyobamba	Licuación de suelos
12-nov-96	11:59	14	7.3	VII	Nazca	Tsunami leve y licuación de suelos
15-Ago-2007	06:10	33	7.0	VII	Sur Lima, Ica y Oeste de Hvca.	Deslizamientos y licuación de suelos

Tabla 01. Sismos de los últimos años en el Perú. IGP - Centro Nacional de datos geofísicos.

1.1.3 EL TERREMOTO DE PISCO

El 15 de agosto del 2,007 a las 18:40 hrs. (hora local) se produjo un gran terremoto de 7.0 en la escala de Richter (ML) frente a la zona de Pisco, el cual tuvo una duración aproximada de 210 segundos y que afectó a los departamentos de Lima, Ica y Huancavelica. El epicentro del terremoto, con coordenadas 13,67° S y 76,76° W, se ubicó a 60 km al oeste de la ciudad de Pisco y a 33 km de profundidad (IGP 2011).

El sismo tuvo su origen en la superficie de fricción de las placas de Nazca y Sudamericana, siendo estas a nivel mundial, las de mayor velocidad de convergencia (10 cm/año) (Instituto Geofísico del Perú 2011).



Figura 01. Viviendas de adobe afectadas en la provincia de Castrovirreyna: Izquierda; grietas verticales falla por tracción. Derecha; grietas horizontales falla por corte.



Figura 02. Construcciones de adobe destruidas por el sismo de Pisco (INDECI 2008).

Según cifras del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), el Terremoto de Pisco dejó cerca de 435,000 personas damnificadas, casi 600 personas fallecidas, más 48,000 viviendas destruidas y muchos monumentos históricos sufrieron daños incalculables. Además, aproximadamente 1,200 aulas de clase sufrieron serios daños estructurales y más de 100 establecimientos de salud fueron muy afectados. A esto se sumó el bloqueo de la carretera Panamericana Sur debido a las grietas y desniveles ocasionados por el terremoto, lo que impidió que la ayuda llegue rápidamente. La (Tabla 01) Presenta la evaluación de daños ocasionados por el Terremoto de Pisco en cada departamento (INDECI 2008).

UBICACIÓN	Personas				Viviendas		
	Damnif.	Afectadas	Heridas	Fallecidas	Destruídas	Inhabitables	Afectadas
ICA	363,841	157,369	1,133	586	43,388	35,519	31,966
Prov. Chíncha	147,520	44,916	256	114	17,511	14,349	9,343
Prov. Ica	155,660	60,501	173	89	14,032	21,170	12,787
Prov. Pisco	59,971	50,522	701	383	11,707	-	9,550
Prov. Palpa	690	1,430	-	-	138	-	286
Prov. Nazca	-	-	3	-	-	-	-
LIMA	59,483	40,371	155	10	4,245	8,298	9,183
Prov. Cañete	47,527	27,801	20	10	3,304	6,813	6,678
Prov. Huarochiri	70	2,005	-	-	9	-	394
Prov. Lima	636	175	128	-	167	-	33
Prov. Yauyos	11,075	9,985	2	-	730	1 485	1,997
Prov. Callao	175	405	5	-	35	-	81
HUANCAVELICA	10,810	20,870	4	0	479	1,683	4,174
Prov. Castrovirreyna	7,060	10,320	-	-	66	-	90
Prov. Huancavelica	470	365	4	-	8	86	73
Prov. Huaytará	3,280	10,185	-	-	114	542	2,037
AYACUCHO	460	2,450	0	0	92	0	490
Prov. Cangallo	330	450	-	-	66	-	90
Prov. Huamanga	100	250	-	-	20	-	50
Prov. Huaná	-	50	-	-	-	-	10
Prov. La Mar	-	5	-	-	-	-	1
Prov. Lucanas	-	1,120	-	-	-	-	224
Prov. Paríacocho	-	525	-	-	-	-	105
Prov. Paucar Sarasara	30	50	-	-	6	-	10
JUNIN	20	0	0	0	4	0	0
Prov. Huancayo	20	-	-	-	4	-	-
TOTAL	434,614	221,060	1,292	596	48,208	45,500	45,813

Tabla 02. Daños ocasionados por el terremoto de Pisco (INDECI 2008)

1.2 PLANTEAMIENTOS TEORICOS

1.2.1 ASPECTOS BASICOS DE SISMOLOGIA

1.2.1.1 SISMICIDAD EN EL PERU

(Salinas 2001) Plantea que los patrones de sismicidad en el Perú, es resultado de:

- 1.- La interacción de las placas tectónicas de Nazca y sud América.
- 2.- Los reajustes de la corteza terrestre como consecuencia de esta interacción y la morfología alcanzada por la cordillera de los andes.
- 3.- Esta última se desarrolla siguiendo los patrones geomorfológicos y tectónicos dominantes de los bordes de las cordilleras occidental y oriental.

1.2.1.2 SISMOS.- Son vibraciones o sacudimientos de la corteza terrestre, causadas por ondas sísmicas que se generan por súbita generación de energía elástica acumulada en la corteza y parte superior del manto terrestre.

El punto interior de la Tierra donde se origina el sismo se denomina foco sísmico o hipocentro. El punto de la superficie que se halla directamente en la vertical del hipocentro; que por tanto, es el primer afectado por la sacudida; recibe el nombre de epicentro (Salinas 2001).

En un terremoto se distinguen:

Hipocentro; zona interior profunda, donde se produce el terremoto.

Epicentro; área de la superficie perpendicular al hipocentro, donde con mayor intensidad repercuten las ondas sísmicas.

1.2.1.3 MANIFESTACIONES DE LOS SISMOS

I.- EFECTOS DIRECTOS:

a.- Fallas en el terreno:

- Ruptura de fallas (superficiales)
- Vibración del suelo (efecto de las ondas sísmicas):
- Agrietamiento de suelos
- Licuación
- Sacudida brusca del suelo
- Asentamiento diferencial
- Escurrimiento lateral (lateral spreading)
- Deslizamiento.

b.- Vibraciones transmitidas del suelo a la estructura.

II.- EFECTOS INDIRECTOS:

a.- Tsunamis, b.- Cambios en el nivel de agua de los lagos (Seiches),
c.- Deslizamientos, d.- Inundaciones; e.- Incendios.

1.2.1.4 TIPOS DE ONDAS SÍSMICAS

A.- LAS ONDAS PRIMARIAS - ONDAS "P".- Denominadas Ondas de cuerpos, sólidas o esféricas; (Longitudinales, volumétricas y compresionales).

Las ondas P; son ondas longitudinales o compresionales, lo cual significa que el suelo es alternadamente comprimido y dilatado en la dirección de la propagación. Estas ondas generalmente viajan a una velocidad 1.73 veces de las ondas S y pueden viajar a través de cualquier tipo de material líquido o sólido. Velocidades típicas son 1450m/s en el agua y cerca de 5000m/s en el granito (Salinas 2001).

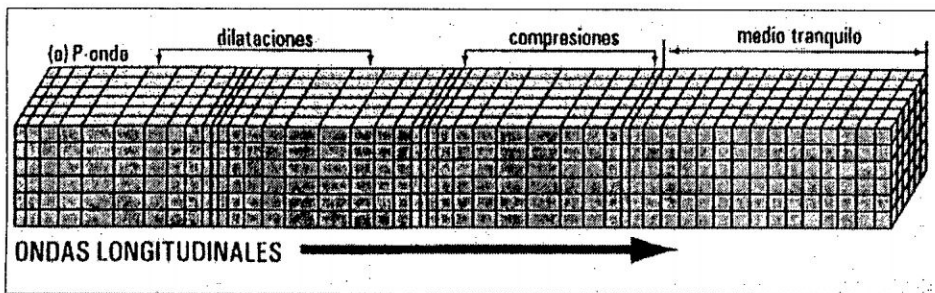


Figura 03. Las ondas primarias

B.- LAS ONDAS SECUNDARIAS - ONDAS "S".- Denominadas las Transversales, distorsionales y cortantes; son ondas en las cuales el desplazamiento es transversal a la dirección de propagación. Su velocidad es menor que la de las ondas primarias. Debido a ello, éstas aparecen en el terreno algo después que las primeras. Estas ondas son las que generan las oscilaciones durante el movimiento sísmico y las que producen la mayor parte de los daños. Sólo se trasladan a través de elementos sólidos. Son ondas de cuerpo más lentas que las anteriores (entre 4 y 8 km/s). Se propagan perpendicularmente en el sentido de vibración de las partículas. Atraviesan únicamente sólidos. En los sismógrafos se registran en segundo lugar (Salinas 2001).

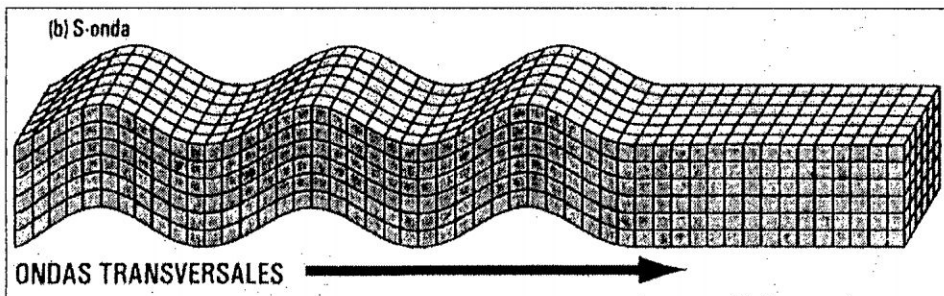


Figura 04. Las ondas secundarias

C.- ONDAS SUPERFICIALES.- Denominadas ondas de superficie: Tipo Rayleigh y Love; son cuando las ondas internas llegan a la superficie, se generan las ondas L (*longae*), que se propagan por la superficie de discontinuidad de la interfase de la superficie terrestre (tierra-aire y tierra-agua). Son las causantes de los daños producidos por los sismos en las construcciones. Estas ondas son las que poseen menor velocidad de propagación a comparación de las otras dos. Son las más lentas: 3,5 km/s. Resultan de interacción de las ondas P y S a lo largo de la superficie terrestre. Son las que causan más daños; se propagan a partir del epicentro y son similares a las ondas (olas) que se forman sobre la superficie del mar. En los sismógrafos se registran en último lugar (Salinas 2001).

Las ondas de Love; son ondas superficiales que producen un movimiento horizontal de corte en superficie. Se denominan así en honor al matemático neocelandés A.E.H. Love, quien desarrolló un modelo matemático de estas ondas en 1911. La velocidad de las ondas Love es un 90% de la velocidad de las ondas S y es ligeramente superior a la velocidad de las ondas Rayleigh (Salinas 2001).

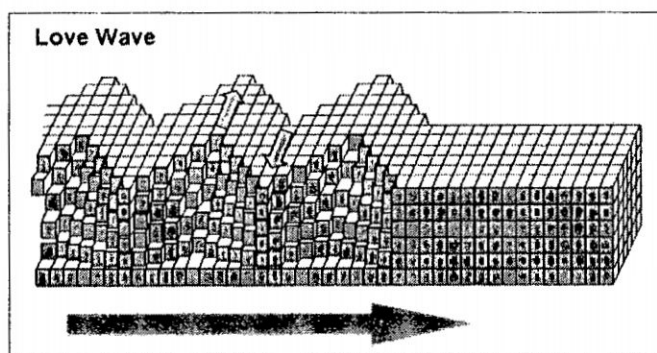


Figura 05. Las ondas superficiales - Love wave (ondas de Love)

Las ondas Rayleigh; también denominadas ground roll (*rollo de tierra*), son ondas superficiales que producen un movimiento elíptico retrógrado del suelo. La existencia de estas ondas fue predicha por John William Strutt, Lord Rayleigh, en 1885. Son ondas más lentas que las ondas internas y su velocidad de propagación es casi un 70% de la velocidad de las ondas S (Salinas 2001).

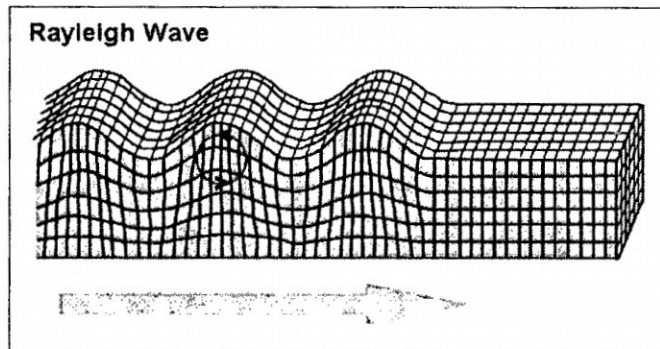


Figura 06. Las ondas superficiales – Rayleigh wave (ondas de Rayleigh)

1.2.1.5 EFECTOS SISMICOS SOBRE LAS EDIFICACIONES

(Bautista 1994) Menciona:

a.- **LA SOLICITACION.**- Ocurre cuando un terremoto, se disipa una energía al interior de la tierra y, produce un movimiento del suelo; como todo movimiento posee un desplazamiento, velocidad y aceleración.

b.- **RESPUESTA DE LA ESTRUCTURA A LA SOLICITACIÓN.**- El comportamiento sísmico de un edificio no depende exclusivamente, del correcto dimensionamiento de sus secciones resistentes; como el caso para cargas de gravedad, sino, es principalmente dependiente de la forma del edificio, de su simetría en planta y de elevación. La distribución de su masa y de sus elementos resistentes; de la sencillez, con que es capaz de transmitir las cargas sísmicas al terreno. El movimiento del suelo no daña al edificio por impacto o por presión, es por acción de fuerzas externas, que lo realiza por generación de fuerzas internas de inercia causada por la aceleración del movimiento actuando sobre cada parte de la masa del edificio.

1.2.1.6 FALLAS PROVOCADAS POR SISMOS.- Menciona (Bautista 1994):

a.- **FALLA POR FLEXIÓN DE LOS MUROS EN DIRECCION NORMAL A SU PLANO**

Se debe principalmente a la escasa rigidez horizontal de los muros, lo cual hace que las fuerzas de inercia no sean transmitidas a los muros que están en la dirección del movimiento, sino que estas se transmiten a los muros en la otra dirección, generando

en estos muros esfuerzos de tracción por flexión, ya que el muro actúa como una losa apoyada en su base y en los elementos verticales que lo arriostran, cuando el nivel de esfuerzos por tracción es alto se produce el agrietamiento del muro en sus extremos y puede producirse el volteo de éste.

b.- FALLA ESTRUCTURAL POR CORTE

Se produce cuando el muro toma cargas horizontales en su plano, esta falla se produce por la aparición de grietas diagonales en el muro, producidos por excesivos esfuerzos cortantes en las juntas horizontales, en otros casos la grieta también puede cruzar los adobes (falla por tracción horizontal).

c.- FALLA POR COMPRESION

Es poco común, esto podría ocurrir por excesivos momentos de volteo inducidas a una edificación, lo que origina compresiones en la parte inferior del muro produciendo la falla.

d.- FALLA POR TRACCION

Se produce en los encuentros de muros, ésta se debe principalmente a esfuerzos de tracción directa que se genera en uno de los muros, el cual da lugar a un arriostre lateral a otros muros.

1.2.1.7 INTENSIDAD Y MAGNITUD

(IGP 2011) Define:

Magnitud.- Concepto creado por Richter en 1935, para sismos registrados localmente en California. Cuantifica los sismos de forma absoluta, que se define como: $M_L = \text{Log. } A$, donde A = Es la amplitud en micras (Milésima parte de mm), registrada en un sismómetro Wood-Anderson. En la definición no se distingue entre ondas primarias, secundarias o Rayleigh y Love.

Intensidad.- Es la valoración empírica del sacudimiento del suelo que se produce durante un sismo, considerando: a.- Como es percibido por las personas, b.- Cuales son los efectos en las construcciones, c.- alteraciones del entorno.

La severidad de un sismo se califica con dos parámetros: Intensidad y Magnitud. La magnitud mide la cantidad de energía liberada por el sismo, mientras que la intensidad mide el sacudimiento percibido por las personas y su efecto sobre la propiedad. La magnitud es una escala objetiva y la intensidad es una escala subjetiva.

Por ejemplo:

La magnitud del sismo que sacudió la costa central del Perú el 15 de agosto del 2007 fue una sola: 8.0 Magnitud momento (Mw). En cambio, la intensidad no fue la misma en las distintas ciudades afectadas. En Pisco el sismo tuvo una intensidad de VII - VIII grados en la escala modificada de Mercalli, destruyó 80% de las viviendas y causó más de 550 muertos. En Lima, el mismo terremoto de 7.9 magnitud momento (Mw) de magnitud tuvo una intensidad de V en la escala de Mercalli. La magnitud en la escala de Richter tiende a "saturarse" por encima de los 6 grados. Por esta razón, los sismólogos utilizan otra escala, denominada de Magnitud momento (Mw), especialmente para sismos muy fuertes.

La intensidad se mide en la escala modificada de Mercalli, que va de I a XII. El XII de Mercalli califica un evento cataclismo, con destrucción total y escasos sobrevivientes. El terremoto ocurrido en 1960 en Concepción, Chile, alcanzó 9,7 Mw de magnitud y XII grados de intensidad en la escala de Mercalli en una franja costera de más de 200 km de extensión. Felizmente, eventos como este ocurren sólo una o dos veces cada 100 años. En cambio, los sismos de VII y VIII en la escala de Mercalli son bastante comunes, y cada año se registran una docena a nivel mundial.

En los pasados 50 años, más de 20 sismos han superado los VII grados de intensidad en el Perú. Se puede afirmar, con certeza casi absoluta, que en los próximos 50 años habrá otros 20 sismos con el mismo potencial destructivo.

1.2.2 RED SISMICA NACIONAL EN EL PERU

(IGP 2011) Señala, la Red Sísmica del Perú a cargo del IGP, funciona actualmente a lo largo del país.

Primera estación instalada en Lima – 1907 y funciona por escasos 2 meses.

En 1931 la US Coast and Geodetic Survey instala en HUA (Huancayo) una estación con 6 sismómetros Wenner y Bennioff (3 PC, 3 PL) y registro en papel fotográfico.

En 1962 se instala estaciones en NNA (Ñaña – Lima) y ARE (Arequipa) con sismómetros Benniof (3PC, 3 PL), ambas integradas a la Red Mundial.

La Red Sísmica Nacional se inició en los años 80 y está constituida por estaciones con sensores de PC, transmisión por telemetría y registro en papel ahumado (Centro y norte)

Desde 1996, la RSN se implementa con estaciones de Banda Ancha e incorpora en el año 2005 la estación ATH a la red del CTBTO junto a la estación de NNA.

Actualmente la Red sísmica del Perú funciona, con 40 estaciones de medición y registro de movimientos telúricos, debidamente distribuidas a lo largo de todo el territorio nacional. Cada estación se encuentra instalada en puntos alejados de la población y cuenta con el instrumental necesario para su labor, manteniendo su operatividad mediante el uso de paneles solares, que generan la energía necesaria para su uso.

Es parte de la RSN, 18 acelerómetros digitales, de los cuales seis se encuentran funcionando en Lima y 15 de banda ancha distribuidas en todo el país.

(CISMID 2011) Mencionan que, existe la Red Nacional de Acelerógrafos del CISMID "El Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres" de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería cuenta con una red de acelerógrafos a nivel nacional, instalados en las principales ciudades del país.

Esta Red, en sus inicios, fue instalada con el apoyo económico de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), bajo la responsabilidad del Laboratorio Geotécnico del CISMID. El funcionamiento de esta red se inició en el año 1988, utilizándose acelerógrafos analógicos modelo RION (Manufactura japonesa) instalándose en las siguientes ciudades: Piura, Moyobamba, Chimbote, Huaraz, Callao, Lima, Ica, Ayacucho, Cusco, Arequipa, Moquegua y Tacna.

En la Actualidad, se está renovando la red con la adquisición de acelerógrafos digitales modelo ETNA marca Kinematics. Hasta el momento se han instalado nueve acelerógrafos digitales de los cuales tres fueron comprados con recursos propios del

CISMID y los otros seis donados por JICA, dichos equipos digitales cuentan con modem y GPS. Estos dispositivos permitirán centralizar el manejo de los datos desde la estación central ubicada en el CISMID.

1.2.3. ASPECTOS GENERALES DE LA VIVIENDA CON ADOBE REFORZADO

1.2.3.1 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

(ICG 2002) Menciona que; Existe una clasificación adoptada por el servicio nacional de normalización, capacitación e investigación para la industria de la construcción – SENCICO, que ha dividido a este sistema en 3 grupos:

A.- SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CONVENCIONALES; que consta de:

a.1.- Albañilería portante.

- Albañilería confinada
- Albañilería armada

a.2.- Estructuras aporticadas.

B.- SISTEMAS NO CONVENCIONALES:

b.1.- Vaciado en sitio

b.2.- Semi prefabricadas

- Livianos
- Semi pesados
- Pesados

b.3.- Prefabricados

- Livianos
- Semi pesados
- Pesados

C.- SISTEMAS TRADICIONALES:

c.1.- Adobe

c.2.- Tapial

c.3.- Quincha

c.4.- Piedra

c.5.- Sillar.

1.2.3.2 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS NO CONVENCIONALES

(ICG 2002) En la actualidad la necesidad de construir en menos tiempo, ha generado una competencia en conseguir un método de diseño que pueda incrementar beneficios finales a los constructores, es decir se ha financiado el estudio de diferentes sistemas constructivos empleando materiales nuevos o combinando los ya existentes, creándose de esta forma una serie de tipos o sistemas de construcción denominados no convencionales; o en el transcurso de los años se denominen como sistemas constructivos alternativos; entre los más representativos se encuentran:

- Sistema constructivo de quincha prefabricada.
- Sistema constructivo de adobe armado o reforzado y
- Sistema constructivo en seco DRYWALL

1.2.4 SISTEMA ESTRUCTURAL DE VIVIENDA SISMORRESISTENTE DE ADOBE

Según la norma técnica RNE E. 080 Adobe; que por efectos de diseño se detallan cada una en el capítulo IV:

- a) Cimentación
- b) Muros
- c) Elementos de arriostre horizontal
- d) Elementos de arriostre vertical
- e) Entrepiso y techo
- f) Refuerzos.

1.2.5 SISTEMAS DE REFUERZO EN ADOBE

Desde hace más de 35 años, se viene investigando en la PUCP y desarrollando sistemas de refuerzo exitosos para las construcciones de adobe. Refuerzos de madera y varillas de acero dieron resultados positivos en ensayos estáticos sobre una mesa inclinable. Un refuerzo basado en una malla de caña interna, han mejorado la respuesta sísmica en construcciones de adobe. Asimismo, la colocación de una malla electrosoldada externa en franjas horizontales y verticales, simulando vigas y columnas, cubierta por un tarrajeo de cemento-arena, ha protegido satisfactoriamente a viviendas de adobe frente a sismos (Blondet 2009).

Como una contribución importante para mejorar las condiciones de vida de las familias damnificadas por el Terremoto de Pisco, y luego de evaluar las opciones de refuerzo existentes, el equipo de la PUCP diseñó una pequeña vivienda de adobe reforzada sísmicamente con geomalla (ya que es utilizada en la geotecnia), que envuelve completamente a los muros de adobe. La geomalla provee confinamiento, resistencia y rigidez adicional a las paredes.

Durante los terremotos fuertes, las paredes se agrietan y separan, pero la malla, al ser resistente y tener capacidad de deformarse, mantiene los muros juntos, y así limita los daños y previene el colapso de la vivienda (Blondet 2009).

1.2.6 DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LA VIVIENDA

1.2.6.1 INTRODUCCION AL DISEÑO ARQUITECTÓNICO

(FONSECA 2003) Menciona que; el diseño arquitectónico es un proceso complejo pues cada género de viviendas posee diferentes estructuras funcionales y espaciales. De igual manera, cada proyecto es diferente: no se puede establecer una norma para solucionar un tipo de proyecto pues cualquier género de edificios posee características en su estructura espacio funcional a necesidades particularidades. Sin embargo, una actitud "normalizadora" de los criterios de diseño es aplicable sobre todo al trabajar producciones seriadas de elementos arquitectónicos.

1.2.6.2 ANTROPOMETRIA

Antropometría es el estudio de las medidas del cuerpo humano en todas sus posiciones y actividades, tales como alcanzar objetos, correr, sentarse, defecar, descansar, etc. Para el diseño es importante saber la relación de las dimensiones de un hombre y que espacio necesita para moverse y estar cómodo en distintas posiciones. Al tener en cuenta al hombre como usuario y generador de actividades que son, a su vez, responsable de la forma y dimensión de los espacios arquitectónicos, podemos saber cuáles son los espacios mínimos que el hombre necesita para desenvolverse diariamente (FONSECA 2003).

1.2.7 VIVIENDA RURAL SALUDABLE

(GVSS 2009) Proponen que; son viviendas construidas de adobe reforzado, denominadas seguras por las características que reúne el diseño de ser sismo resistente y ubicada en un lugar geográfico fuera de riesgo. Denominado vivienda rural saludable; porque reúne principalmente los servicios básicos de saneamiento, cuenta con sistemas de iluminación y ventilación adecuada, la vivienda posee una cocina mejorada, un biohuerto familiar, además la familia cuenta con los conocimientos de ordenamiento, aseo y mantenimiento de la vivienda; que garantiza la seguridad y protección, facilita el descanso, presenta condiciones adecuadas para el almacenamiento, preparación y consumo de los alimentos, suministra los recursos para la higiene personal, doméstica y el saneamiento, entre otros.

1.2.8 FAMILIA SALUDABLE

(MIN. SALUD 2005) Define qué; es aquella en la que sus miembros se encuentran en la búsqueda continua de su bienestar físico, psíquico, social y mantienen condiciones favorables para preservar y fomentar su desarrollo, respetando su dignidad, sus expectativas y necesidades; viven resolviendo adecuadamente los conflictos entre sus miembros y en un entorno saludable, siendo responsables de sus decisiones individuales y familiares, promoviendo principios, valores así como actitudes positivas para la vida.

1.2.9 VIVIENDA BIOCLIMÁTICA

(Müller 1998) Menciona que; el mejoramiento térmico de viviendas con climatización pasiva y uso pasivo de la energía solar exige una optimización compleja de todos los elementos constructivos en su interacción con las condiciones de clima y de uso, que las herramientas tradicionales de cálculo y diseño no pueden ofrecer. Programas computacionales de simulación térmica permitieron el cálculo dinámico del comportamiento térmico de una vivienda a nivel horario y así el estudio de la influencia que tienen los principales parámetros constructivos y de manejo en las condiciones de confort térmico.

(HUAYLLA 2010) Explica que; en el Perú no se ha tocado con profundidad el tema de eficiencia energética en edificaciones, así como tampoco el tema de bioclimatización

de viviendas en zonas rurales andinas. Así pues, bajo el marco de desarrollo de la "Red Iberoamericana para el uso de las Energías Renovables y diseño bioclimático en viviendas y edificios de interés social" del CYTED, coordinada por el Dr. Helder Goncalvez del INETI de Portugal, vigente entre 2 005 y 2 008, se comprobó que en el Perú no se ha tratado sistemáticamente la problemática del clima extremadamente adverso en altitudes mayores a 3000 m.s.n.m.

Se hace notoria la gran carencia de estudios adecuados y de información real de las condiciones climáticas en las que las poblaciones rurales andinas viven; esto implica, incluso, información acerca de las condiciones de confort térmico asociadas al poblador andino, el cual está sujeto a condiciones de clima frío durante casi toda su vida. Algunas de las consecuencias que genera vivir en ambientes extremadamente fríos son: mortandad por enfermedades respiratorias, restricción de actividades nocturnas, depresión y entre otras.

"En el Perú, un total de 6 millones 511 mil habitantes según (INDECI 2008), son sometidos a condiciones climáticas frías y extremas en la zona sur, centro y oriente del país; específicamente en los departamentos de Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Ancash y Apurímac, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Junín, La Libertad, Moquegua, Pasco, Puno y Tacna (todos sobre los 3000 m.s.n.m.). Así pues, desde enero a junio del año 2009 fallecieron cerca de 300 personas, entre niños y ancianos, a consecuencia de infecciones respiratorias agudas (neumonía)."

"Pese a ser un problema recurrente, el tema de confort térmico en el contexto bioclimático actual (rural principalmente) no ha sido una preocupación que haya marcado una ruta de acción en el Perú en los 10 ó 20 últimos años" (Huaylla 2010).

1.3 ANALISIS Y DISEÑO DE VIVIENDA SISMORRESISTENTE DE ADOBE

Para el análisis y diseño de viviendas de adobe, se tiene las siguientes consideraciones:

1.3.1 ESTRUCTURACION

El diseño arquitectónico; debe guardar relación con el diseño estructural según establecida por NTE Adobe E.080; considerando la forma, dimensionamiento y

simetría en la planta; tanto en la distribución de masas como en las rigideces de los muros (Gernot 2001). Mientras más compacta sea la planta, más estable será la vivienda. Una planta cuadrada es mejor que una rectangular y una circular es la forma óptima.

La resistencia; consiste en construir una estructura con una resistencia alta o mediana; con ello, la intensidad del diseño causará solamente deformaciones plásticas moderadas y el requerimiento de la ductilidad se mantiene relativamente bajo. La calidad del comportamiento sísmico está dada por la resistencia y la ductilidad; es decir: cuanto menor sea la resistencia, mayor es la ductilidad necesaria y cuanto menor sea la ductilidad, mayor es la resistencia necesaria. De tal modo se debe realizar el diseño y análisis de estructuras buscando los esfuerzos por compresión y corte de los materiales a utilizar (Gernot 2001).

La estabilización por la masa y forma; cuando los impactos horizontales del sismo alcanzan el muro perpendicularmente este tiende a colapsar. Solamente muros de gran espesor, tienen la capacidad de resistir estas cargas laterales sin requerir elementos de estabilización adicional, así como mochetas o arriostres. Debido a que los muros delgados son débiles a los impactos horizontales perpendiculares, se propone una solución de estabilización mediante la forma angular, es decir elementos de forma de L, T, U, X, Y o Z que solo por su forma provee resistencia al volcamiento y al colapso (Gernot 2001).

Uso de sistemas de refuerzo horizontal y vertical; que consiste en la utilización de sistemas constructivos y nuevas tecnologías apropiadas para el refuerzo de los muros de adobe; así como refuerzos horizontales y verticales con madera, caña, bambú, varillas de acero corrugado, malla electrosoldada, hormigón armado y la geomalla; que ayudan la resistencia de la estructura.

1.3.2 ANALISIS ESTRUCTURAL

1.3.2.1 ANÁLISIS SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES DE ADOBE

El análisis de esfuerzos en general, para las construcciones de adobe ha tenido los problemas de su casi nula resistencia a tracción, razón que impide aplicar métodos elásticos de análisis, y la consecuente incertidumbre sobre si es válido o no realizar un

análisis sísmico considerando diafragma rígido. Con el uso de las geomalla como refuerzo existe la posibilidad de utilizar los diversos programas de análisis elásticos para determinar la respuesta dinámica sísmica de este tipo de construcciones (Torrealva 2009).

1.3.2.2 MASA DISTRIBUIDA

En el análisis sísmico de edificaciones en general, el tipo de análisis depende entre otros factores, de la distribución de masas en el edificio, así se pueden considerar dos tipos de análisis: la masa concentrada en los pisos, típico de las construcciones aporticadas y el de masa distribuida. Para el caso de edificaciones de adobe el tipo apropiado es el de masa distribuida, debido a que las paredes de adobe contribuyen con un porcentaje importante de masa total que puede llegar hasta el 90% en el caso de construcciones de un piso con techo liviano (Torrealva 2009).

1.3.2.3 DIAFRAGMA RÍGIDO O FLEXIBLE

En este caso un techo de madera de conexión clavada adecuadamente unido a los muros podría actuar como un diafragma rígido para definir el comportamiento sísmico de la edificación, o en todo caso estaría más cerca de ese comportamiento que de un comportamiento de un diafragma totalmente flexible. En este sentido, aquellos muros sobre los cuales se apoyan las vigas o viguetas de madera estarán mejor integrados que aquellos que no soportan la carga del techo, sin embargo tratándose de muros que son reforzados con geomalla, se pueden especificar detalles constructivos que permitan conseguir la integración de todos los muros con los entrepisos o techos (Torrealva 2009).

1.3.2.4 ANALISIS MANUAL

Un análisis manual simplificado que reparta el cortante sísmico proporcional a la rigidez lateral de los muros podría ser lo suficientemente representativo como para definir el tipo y calidad de refuerzo necesario por corte. Un análisis a base de elementos finitos es que en un mismo análisis se tienen los esfuerzos de corte coplanar, los de tracción horizontal y los de flexión fuera del plano, además de la concentración de esfuerzos producto de las aberturas de puertas y ventanas en los muros. En el caso de un análisis manual simplificado, los esfuerzos de tracción y de

flexión fuera del plano tendrían que ser evaluados independientemente (Torrealva 2009).

1.3.2.5 DETERMINACIÓN DEL CORTANTE BASAL

El Reglamento nacional de Edificaciones a través de la Norma Técnica E.030 determina el cortante basal de diseño para estructuras convencionales y deriva a la Norma Técnica E.080 la determinación del cortante basal de diseño para construcciones de adobe.

El cálculo del cortante basal para muros de adobe reforzados con geomalla es un tema en que todavía queda un camino por recorrer, por un lado existe una amplificación de la respuesta estructural que no se producía con otros tipos de refuerzo y por otro, una capacidad de disipación de energía que justifica el uso de un factor de reducción R en forma similar a otros materiales convencionales. Otra variable importante a tener en cuenta, es el valor del amortiguamiento en etapa post elástica, que en el caso del adobe o tierra en general es más alto que en los materiales convencionales. Un aspecto importante a considerar es que el criterio de diseño propuesto; asegura un comportamiento inelástico de los muros independientemente del valor del cortante sísmico basal.

En conclusión, en el caso de construcciones de adobe reforzados con geomalla, se pueden tomar las siguientes consideraciones para el análisis sísmico:

- Considerar un modelo de masas distribuidas.
- Considerar diafragma rígido en los entrepisos y techos.
- Realizar de preferencia un análisis por elementos finitos.
- Aplicar la norma NT E 0.80 para el cálculo del cortante basal.

Alternativamente se puede realizar un análisis simplificado para determinar el corte basal en cada muro y una estimación del momento fuera del plano (Torrealva 2009).

1.3.3 DISEÑO ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS DE ADOBE

El diseño estructural, se refiere a los cálculos de resistencia de esfuerzos máximos y mínimos, que es por cortadura y compresión, menos por tracción por que el adobe

tiene nula capacidad a éste; pudiendo realizar otros criterios de diseño así como el diseño por flexión cuando las viviendas poseen diferentes sistemas de refuerzo estructural, que depende del peso específico y el módulo de elasticidad, cuyo criterio que hasta hoy no se encuentra aprobada en el RNE.

(Torrealva 2009) Plantea diseños en viviendas reforzadas con geomalla, como:

- Criterio de diseño por corte coplanar.- Que se refiere al cálculo de esfuerzo cortante máximo elástico (0.2 Kg/cm²) y esfuerzo cortante último (0.4 Kg/cm²)
- Criterio de diseño por flexión.

1.4 EVALUACION ESTRUCTURAL DE VIVIENDA DE ADOBE

Viene a ser la evaluación final como un sistema único estructuralmente, apreciando las tolerancias de desplazamiento, esfuerzos de compresión, flexión y torsión en una edificación para que sea sismo resistente (Abanto 2010).

(Esquivel 2009) Plantea que existen peculiaridades de las edificaciones de adobe para la evaluación estructural:

Materiales de construcción. El conocimiento de las propiedades mecánicas de los materiales como las relaciones de esfuerzo deformación, flujo plástico, rango de esfuerzos admisibles, etc. son importantes para una asignación adecuada de las propiedades mecánicas de estos.

Las Conexiones Estructurales. Un aspecto importante son las conexiones de los elementos estructurales en especial cuando se trata de distintos materiales. Se pueden encontrar vigas de acero apoyados en columnas de mampostería, entramados de madera apoyada sobre muros de barro, sobrecimiento de concreto con muro de adobe y muro de adobe con viga collar de concreto.

El Análisis y Reforzamiento. Existe una complejidad de algunas conexiones y propiedades de los materiales conllevan a una dificultad en el modelamiento de las estructuras. Por ejemplo: definición de conexiones rígidas o semirrígidas, excentricidad de las conexiones, conexiones entre elementos de distinto material, elementos con

materiales con baja o nula capacidad a la tracción, y condiciones de apoyo como el grado de empotramiento.

Los Procedimientos de Reforzamiento. Un aspecto importante se refiere a los procedimientos de reforzamiento en caso de ser necesario.

Finalmente cabe indicar, es necesario realizar una evaluación estructural respecto al costo comparativo de los sistemas de refuerzo a utilizar, materiales industriales, materiales de la zona y así como también la eficiencia de la mano de obra calificada y no calificada.

1.5 MARCO NORMATIVO

1.5.1 NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.080 ADOBE

▪ ALCANCE

La Norma comprende lo referente al adobe simple o estabilizado como unidad para la construcción de albañilería con este material, así como las características, comportamiento y diseño.

El objetivo del diseño de construcciones de albañilería de adobe es proyectar edificaciones de interés social y bajo costo que resistan las acciones sísmicas, evitando la posibilidad de colapso frágil de las mismas.

Esta Norma se orienta a mejorar el actual sistema constructivo con adobe tomando como base la realidad de las construcciones de este tipo, existentes en la costa y sierra.

Los proyectos que se elaboren con alcances y bases distintos a los consideradas en esta Norma, deberán estar respaldados con un estudio técnico.

▪ REQUISITOS GENERALES

El proyecto arquitectónico de edificaciones de adobe deberá adecuarse a los requisitos que se señalan en la presente Norma.

Las construcciones de adobe simple y adobe estabilizado serán diseñadas por un método racional basado en los principios de la mecánica, con criterios de comportamiento elástico.

Las construcciones de adobe se limitarán a un solo piso en la zona sísmica 3 y a dos pisos en las zonas sísmicas 2 y 1 definidas en la NTE E.030 Diseño Sismo resistente.

Por encima del primer piso de adobe, podrán tenerse estructuras livianas tales como las de quincha o similares.

No se harán construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos, ni arcillas expansivas. Tampoco en zonas propensas a inundaciones cauces de avalanchas, aluviones o huaycos o suelos con inestabilidad geológica.

Dependiendo de la esbeltez de los muros, se deberá incluir la colocación de refuerzos que mejoren el comportamiento integral de la estructura.

1.5.2 NORMA TÉCNICA E.030 DISEÑO SISMO RESISTENTE

▪ (Artículo 2) ALCANCES

Esta Norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados en el Artículo 3.

Se aplica al diseño de todas las edificaciones nuevas, a la evaluación y reforzamiento de las existentes y a la reparación de las que resultaren dañadas por la acción de los sismos.

Además de lo indicado en esta Norma, se deberá tomar medidas de prevención contra los desastres que puedan producirse como consecuencia del movimiento sísmico: fuego, fuga de materiales peligrosos, deslizamiento masivo de tierras u otros.

▪ (Artículo 3) FILOSOFÍA Y PRINCIPIOS DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE

La filosofía del diseño sismorresistente consiste en:

- a. Evitar pérdidas de vidas
- b. Asegurar la continuidad de los servicios básicos
- c. Minimizar los daños a la propiedad.

Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. En concordancia con tal filosofía se establecen en esta Norma los siguientes principios para el diseño:

- a. La estructura no debería colapsar, ni causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en el sitio.
- b. La estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados, que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños dentro de límites aceptables.

▪ REFUERZOS ESPECIALES

De acuerdo a la esbeltez de los muros que se indican en la Tabla 06, se requieren refuerzos especiales. Estos tienen como objetivo mejorar la conexión en los encuentros de muros o aumentar la ductilidad de los muros. Dentro de los refuerzos especiales más usados se tienen caña, madera o similares, malla de alambre y columnas de concreto armado.

▪ ESFUERZOS ADMISIBLES

Los ensayos para la obtención de los esfuerzos admisibles de diseño considerarán la variabilidad de los materiales a usarse.

Para fines de diseño se considerará los siguientes esfuerzos mínimos

Resistencia a la compresión de la unidad: $f_o = 12 \text{ kg / cm}^2$

Resistencia a la compresión de la albañilería: $f_m = 2 \text{ kg / cm}^2$

Resistencia a la compresión por aplastamiento: $1,25f_m$

Resistencia al corte de la albañilería: $V_m 0,25 \text{ kg / cm}^2$

1.5.3 NORMA TÉCNICA E.010 MADERA

CAPÍTULO II DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON MADERA

▪ ALCANCES

1. Esta Norma establece los requisitos mínimos para los materiales, análisis, diseño, construcción y mantenimiento de edificaciones de madera de carácter permanente.
2. La Norma se aplica tanto a edificaciones cuya estructura sea íntegramente de madera como a las construcciones mixtas, cuyos componentes de madera se combinen con otros materiales.
3. Excepcionalmente podrá utilizarse materiales, métodos de diseño o criterios constructivos no contemplados en esta Norma, bajo la responsabilidad del proyectista o constructor.

1.5.4 NORMA TÉCNICA A.010 CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO

CAPITULO IV - DIMENSIONES MÍNIMAS DE LOS AMBIENTES

Artículo 21.- Las dimensiones de los ambientes de las edificaciones deben ser suficientes para:

- a) Realizar las funciones para las que son destinados.
- b) Albergar al número de personas propuesto para realizar dichas funciones.
- c) Tener el volumen de aire requerido por ocupante y garantizar su renovación natural o artificial.
- d) Permitir la circulación de las personas así como su evacuación en casos de emergencia.
- e) Distribuir el mobiliario o equipamiento previsto.
- f) Contar con iluminación natural o artificial suficiente.

CAPITULO V - ACCESOS Y CIRCULACIONES

Artículo 35.- Las dimensiones de los vanos para la instalación de puertas de acceso, comunicación y salida deberán calcularse según el uso de los ambientes a los que sirven y al tipo de usuario que las empleará, cumpliendo los siguientes requisitos:

- a) La altura mínima será de 2.10 m.
- b) Los anchos mínimos de los vanos en que instalarán puertas serán:
 - Vivienda ingreso principal 0.90
 - Vivienda habitaciones 0.80
 - Vivienda baños 0.70

1.5.5 NORMA TÉCNICA A.020 VIVIENDA

CAPITULO II - CONDICIONES DE DISEÑO

Artículo 7.- Las dimensiones de los ambientes que constituyen la vivienda serán aquellas capaces de permitir el amueblamiento mínimo requerido para la función propuesta, acorde con el número de habitantes de la vivienda. Las dimensiones de los muebles se sustentan en las características antropométricas de las personas que la habitarán.

1.6 EXPERIENCIAS EXITOSAS

1.6.1 PROYECTOS REALIZADOS POR LAS INSTITUCIONES

(Rubiños 2009) Para poder difundir la tecnología sismorresistente, CARE Perú y la PUCP han compartido todos los materiales desarrollados con ONGs y agencias de cooperación relacionadas con los esfuerzos de reconstrucción. Muchas otras organizaciones están adoptando un proceso similar de capacitación. En Setiembre del 2007 se creó el Grupo de Vivienda Seguras y Saludables (GVSS), conformado por agencias de cooperación y ONG's como CARE Perú, CARITAS (Organismo de la Iglesia Católica en el Perú), GTZ (Cooperación Técnica Alemana), y PUCP. La finalidad del grupo es promover la reconstrucción de viviendas seguras y saludables para familias pobres afectadas por el Terremoto de Pisco. Para eso, el grupo ha desarrollado modelos de vivienda sismo resistente de bajo costo y programas de

capacitación, los cuales permiten a los pobladores de las zonas rurales aprender a construir viviendas más dignas, bajo asistencia técnica.

Asimismo, CARE Perú ha ejecutado el proyecto "Desarrollo de capacidades para la reconstrucción de viviendas en Chíncha" en las zonas rurales de El Carmen, Chíncha Baja, Sunampe, Alto Larán, Grocio Prado, Pueblo Nuevo y Chíncha Alta. Este proyecto contó con el financiamiento de la Oficina de Atención a Desastres (OFDA) de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

El proyecto logró capacitar a más de 2,300 familias y a cerca de 180 técnicos en construcción en temas de viviendas sismorresistentes de adobe reforzado con geomalla y quincha mejorada.

Adicionalmente, desde el mes de octubre del 2008 CARE Perú y el BANMAT (Banco de Materiales) realizaron el "Proyecto de reconstrucción con viviendas reforzadas con geomalla", en la provincia de Castrovirreyna (Ticrapo), Pisco y Chíncha; con la finalidad de desarrollar un modelo de gestión de vivienda rural aplicable en el Perú.

Paralelo al proyecto anterior desde octubre del 2008 a 2010, con el proyecto de "Reconstrucción de Huancavelica" CARE Perú, gobiernos municipales y familias afectadas por el sismo, realizaron la construcción de más de 600 viviendas rurales de adobe reforzado con geomalla, a nivel de las provincias de Castrovirreyna y Huaytará en el departamento de Huancavelica (Rubifios 2009).

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 MATERIALES USADOS

2.1.1 ADOBE

(Bautista 1994) El vocablo adobe se deriva del árabe "at – tob", que significa "ladrillo seco al sol". De acuerdo a la norma E – 080, el adobe es un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos.

(Martínez 2006) Define qué; el adobe es un bloque rectangular hecho de tierra cruda, que está formada por arcilla, limo y arena; además posee algunas fibras vegetales, secado al sol y fabricado en forma artesanal. La arcilla es un material que tiene propiedades adhesivas y ligantes, y actúa como un cementante de las arenas, las que constituyen materiales inertes del suelo y que lo confiere su capacidad resistente.

La gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10% - 20%, limo 15% - 25% y arena 55% - 70%, no debiendo utilizar suelos orgánicos.

2.1.1.2 DIMENSIONAMIENTO DEL ADOBE

En razón de que las dimensiones de los adobes son variadas, solo es conveniente establecer sobre este tema, algunas recomendaciones de carácter general. La longitud no debe ser mayor que el doble de su ancho más el espesor de una junta de pega.

Tanto la longitud como el ancho tendrán una dimensión máxima de 40 cm.

La relación entre la longitud y la altura debe ser de 4 a 1 para permitir un traslape horizontal en proporción 2 a 1 lo cual brinda seguridad ante el efecto de corte producido por los sismos.

Por facilidades constructivas y de comportamiento mecánico se recomienda la forma cuadrada del adobe y las dimensiones más adecuadas para su fabricación son: 0.38x0.38x0.08m. ó 0.40x0.40x0.10m. (Martínez 2006).

2.1.1.3 PROPIEDADES ESTRUCTURALES DEL ADOBE

Para cuyo efecto se realiza ensayos para la obtención de los esfuerzos admisibles de diseño considerando la variabilidad de los materiales a usarse.

(BAUTISTA 1994) Realizó trabajo de investigación en la ciudad de Ayacucho, considerando muestras de adobe en los ensayos, obteniendo los esfuerzos admisibles, comparativamente a la norma técnica RNE E. 080 Adobe:

- Esfuerzo a la compresión en pilas = 2.18 Kg-cm^2 / Por R.N.E. = 2.00 Kg-cm^2
- La resistencia a la compresión por aplastamiento = 2.725 Kg-cm^2 / Por R.N.E. = 1.25 fm . (fm: Resistencia a la compresión de la albañilería = 2 Kg-cm^2)
- El módulo de elasticidad promedio = $1,824.80 \text{ Kg-cm}^2$
- Esfuerzo a la compresión diagonal = 0.20 Kg-cm^2 / Por R.N.E. = 0.06 Kg-cm^2
- El esfuerzo de corte en muretes = 0.19 Kg-cm^2 / Por R.N.E. = 0.25 Kg-cm^2
- El esfuerzo de compresión en unidades = 12.83 Kg-cm^2 / Por R.N.E. = 12 Kg-cm^2

2.1.2 MORTERO

El mortero empleado es el tipo II, que es la mezcla entre los materiales como la tierra seleccionada; zarandeada con malla metálica de $\frac{3}{4}$ ", más arena gruesa y paja o hichu cortadas a 5 cm. Cuya proporción es de 3: 1: 1. Lo cual fue adecuada para la zona en estudio, debido a que la tierra del lugar o de zonas alto andinas predomina la tierra arcillosa; por lo que requiere mayor pisoteo y más días de dormido del barro, como caso similar para la elaboración de adobes (BAUTISTA 1994).

Las juntas horizontales y verticales no deberán exceder de 2 cm y deberán ser llenadas completamente.

2.1.3 GEOMALLA

(Peralta 2009) La geomalla o malla de refuerzo es un material geosintético que consiste de juegos de costillas paralelas conectadas, con aperturas de suficiente tamaño para permitir la trabazón del suelo, piedra u otro material geotécnico circundante.

Las geomallas son de polipropileno y polietileno y para su fabricación parten de una plancha perforada. Estas pueden ser uniaxiales (una dirección) o biaxiales (dos direcciones) que son las utilizadas en este proyecto de investigación. Se utilizan en diferentes tipos de refuerzo como:

- Debajo de capas de agregado en vías no pavimentadas.
- Debajo de relleno de sobrecarga o relleno temporales como plataformas de construcción
- Para reforzar rellenos de terraplenes y presas de tierra.
- Para reparar fallas en taludes y deslizamientos.
- Como refuerzo de fundaciones sobre suelos blandos.
- Como injertos entre geotextiles y/o geomembranas
- Para estabilizar suelos de cobertura sobre geomembranas.

Las geomallas se fabrican en rollos de 50 metros de longitud por 3 metros de ancho, y posee características de resistencia diferentes en sus dos direcciones principales.

La geomalla, está constituido por un material sintético, que reúne las siguientes características para ser usada en las edificaciones de adobe:

- Conformación de retícula rectangular o cuadrada, con abertura máxima de 50 mm. y nudos integrados.
- Capacidad mínima de tracción 3.5 KN/m, (350 Kgf/m) en ambas direcciones, para una elongación de 2%.
- Flexibilidad y durabilidad para su uso como refuerzo en estructura de tierra.

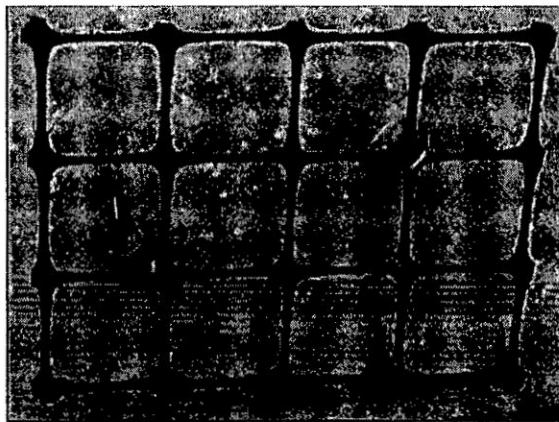


Figura 07. Geomalla biaxial TENSAR BX-1100

2.1.3.2 CONSIDERACIONES DE USO.- La geomalla se puede usar como refuerzo en las edificaciones de adobe, colocando en ambas caras de los muros portantes y no portantes, sujeta horizontal y verticalmente con pasadores de polietileno de un grosor de 3/32, a máximo de separación de 30 cm. La geomalla deberá abarcar los bordes de los vanos (puertas y ventanas) y estará convenientemente anclada en la cimentación y a la viga collar. La misma debe estar embutida en un tarrajeo de barro (Peralta 2009).

2.1.3.3 COMPROBACIÓN EXPERIMENTAL DE LA EFICIENCIA DE LAS GEOMALLAS COMO MATERIAL DE REFUERZO

La idea de utilizar geomallas como refuerzo de construcciones de adobe nació en el año 2001 después de que investigadores de la PUCP viajaron a El Salvador como asesores en la reconstrucción de viviendas destruidas por los sismos ocurridos en Enero y Febrero de ese año. La imposibilidad de conseguir cañas para utilizarlas como refuerzo de construcciones de adobe, hizo que se planteara la necesidad de crear un refuerzo industrial que reemplazara las cañas de bambú utilizadas como refuerzo interior, planteándose la posibilidad de usar tubos de PVC en vez de las cañas verticales y geomallas en vez de la caña chancada horizontal (Torrealva 2009).

Sin embargo no fue sino hasta el año 2004 en que la investigación experimental con geomallas como refuerzo de muros de adobe empezó en la Pontificia Universidad Católica del Perú, mediante la comparación de muros reforzados con diversos materiales industriales, entre ellos la geomalla, sometidos a fuerza horizontal cíclica. En el año 2005 se realizó en el Laboratorio de Estructuras de la PUCP y con el apoyo del Instituto Getty de Conservación, el primer ensayo de simulación sísmica en un módulo de adobe a escala natural completamente reforzado con geomalla biaxial y tarrajado la mitad del módulo (Torrealva 2009).

2.1.4 MADERA

Según la junta de acuerdo de Cartagena (PADT-REFORT) plantea lo siguiente:

Madera.- Es parte sólida de los árboles debajo de la corteza. Es el tejido principal de sostén, reserva y conduce el agua en los tallos y raíces. Es estructural por lo que tiene características mecánicas, principalmente, resulta apta para la elaboración de piezas estructurales.

Para el presente trabajo, se utilizó la madera tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*), que se encuentra ubicada en el grupo C con densidades que oscila entre 0.55 a 0.40 g/cm³ (PADT-REFORT).

2.1.4.1 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

A. Particularidades del diseño con madera

La madera como cualquier otro material de construcción, tiene ventajas que pueden ser utilizadas y desventajas que deben ser controladas (PADT-REFORT).

Para usar apropiadamente este material en construcción, es recomendable que el diseñador tenga el conocimiento de los diferentes aspectos tecnológicos, comportamiento físico, mecánico y estructural, criterios de uso y protección por diseño, posibilidades de transformación y prefabricación de la madera y finalmente, las características de erección y montaje que requiere este tipo de construcción.

B. Principios generales de diseño.

Buen criterio de diseño, materiales apropiados y una construcción segura son los aspectos que deben tomarse en cuenta en cualquier tipo de edificación para garantizar un buen comportamiento sísmico (PADT-REFORT).

Adicionalmente a los conceptos generales tradicionales que se toman en cuenta para diseñar estructuras antisísmicas, es conveniente considerar:

La respuesta en estructuras en sismos pasados sugiere que es muy importante fijar todos los elementos entre sí a través de soleras de amarre, riostras, travesaños, etc. que incluyan a los componentes portantes y no portantes. Esto es particularmente aplicable en los sistemas tipo entramado, que están formados por muchas piezas de madera de poca sección y longitud donde la unidad estructural se basa en el éxito del proceso de fabricación y de los mecanismos de unión.

Es recomendable proveer flexibilidad en las uniones, que es posible obtener mediante el uso de clavos, pernos y pletinas como elementos de unión.

Cuanto mayor sea el peso de la cobertura, mayores serán las fuerzas de inercia que se producirán durante un sismo. Si la edificación tiene una cobertura de poco peso, la acción sísmica y el riesgo de desprendimiento será menos y menores serán las deformaciones. Si por el contrario el techo es muy pesado, se hace notoria la diferencia de masas con la estructura liviana de madera que la soporta y se traduce en mayores efectos sobre la edificación (PADT-REFORT).

2.1.4.2 AGRUPAMIENTO DE LAS MADERAS

El agrupamiento está basado en los valores de la densidad básica y de la resistencia mecánica (PADT-REFORT).

El grupo A, comprende las maderas de mayor resistencia y su densidad varía entre 0.9 a 0.71 g/cm³. Su uso se recomienda para construcciones pesadas, trabajos portuarios, marinos y electrificación.

El grupo B, Comprende las maderas de mediana resistencia y sus densidades se sitúan entre 0.70 a 0.56 g/cm³. Su empleo se limita a piezas o partes estructurales de cierta envergadura, denominadas estructuras semi - pesadas.

El grupo C, Comprende las maderas de menor resistencia y sus densidades se sitúan en el rango de 0.55 a 0.40 g/cm³. Se puede usar como madera de construcción, donde conviene la resistencia y facilidad de trabajo.

Los valores de la densidad básica, módulos de elasticidad y esfuerzos admisibles para los grupos A, B y C se detallan en el capítulo IV diseño estructural de madera.

2.1.5 PIEDRA

Es utilizada en los diferentes procesos constructivos; en los cimientos se utilizaron tamaños promedios de 8" a 10" y en sobrecimentación de los muros se usaron tamaños de 4" a 6", también utilizaron como material de confort térmico cantos rodados de 2"; para colocar debajo de los pisos machihembrados de la vivienda.

2.1.6 ETERNIT

Son planchas onduladas de fibra de refuerzo y cemento de color roja y gris, fabricadas de acuerdo a la Norma Técnica Peruana ISO 9933; realizada bajo un estricto control de calidad en toda las etapas de proceso (Manual de Eternit). En el presente proyecto para la zona alta se ha utilizado el tipo GRAN ONDA, cuyas dimensiones son de 1,097m x 2.44m x 5mm de espesor y peso aprox. 26.30kg. El eternit forma la cobertura de la vivienda, las cuales son aseguradas con tirafones de 5" x ¼" fijadas en la madera de tirantillos o correas.

2.2 CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS DE VIVIENDA REFORZADA

Las características constructivas están detalladas dentro del procedimiento constructivo y las especificaciones técnicas; así como:

- Cimentación y sobrecimiento de concreto simple: cimiento concreto f'c 100 kg/cm² + 50 % de PG y sobrecimiento de concreto f'c 100 kg/cm² + 25 % de PM.
- Muros: Adobe y barro, dimensión del adobe es de 0.40 x 0.40 x 0.10m. y 0.40 x 0.19 x 0.10m; dimensión del muro es 0.44m de ancho y altura de 2.40m.
- Refuerzos: Geomalla biaxial TENSAR BX-1100
- Viga collar: Madera tornillo de 3" x 3", doble unidad a lo largo del muro y con travesaños de la misma dimensión cada 0.45 a 0.50 m.
- Cobertura: Estructura con madera tornillo y cobertura con planchas onduladas de eternit tipo Gran Onda, de dimensiones de 2.44m x 1.097m x 5mm.de espesor.

2.3 TIPOLOGIA ARQUITECTONICA DE LA VIVIENDA SALUDABLE

2.3.1 CONFIGURACIONES

La tipología de las viviendas diseñadas se caracteriza por una estructura de cajón; de una geometría cuadrada para una estabilidad adecuada (Figura 08).

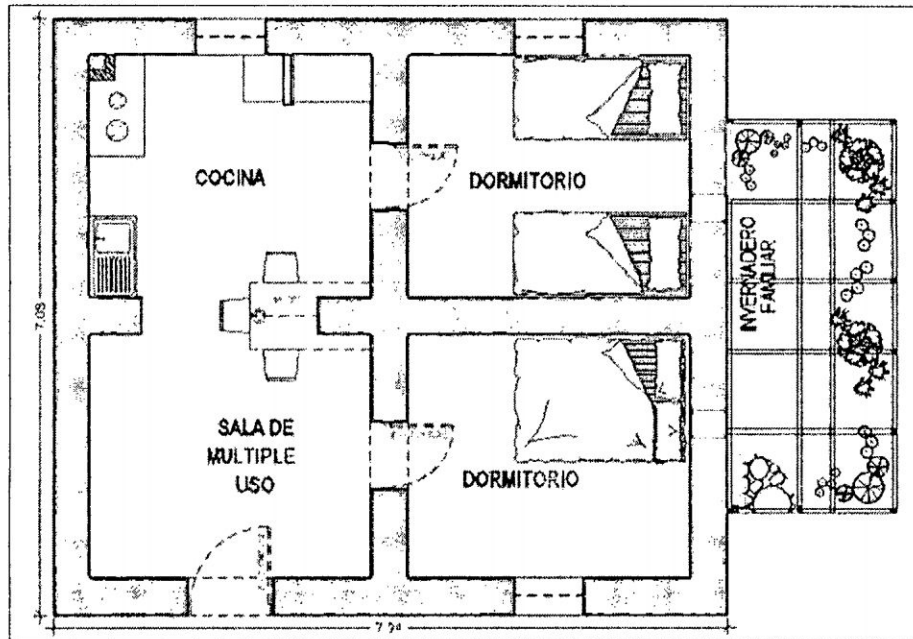


Figura 08. Configuración en planta de la vivienda

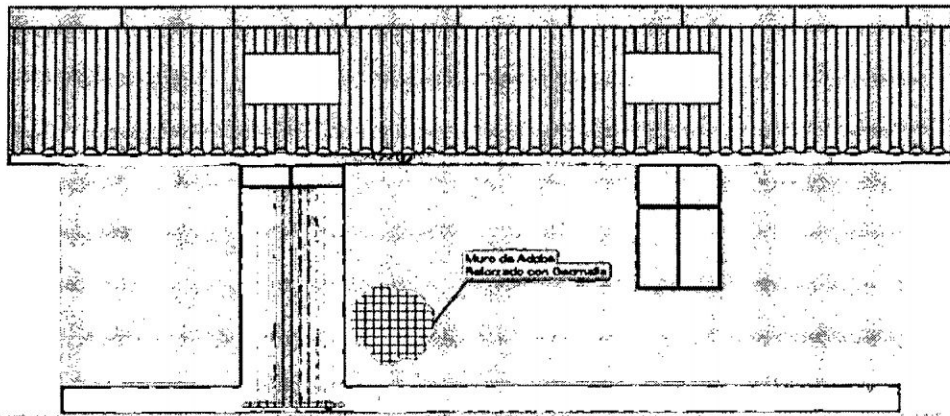


Figura 09. Elevación frontal de la vivienda asísmica y saludable

2.3.2 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO DE LA VIVIENDA SALUDABLE

El esquema o la presentación arquitectónica de la vivienda saludable, está conformado por 2 partes:

2.3.2.1 PARTE INTERIOR

- Sala de uso múltiple.- Área de 10.25 m2.
 - Uso para recepción de visitas, sala de descanso o para almacén de alimentos.

- Cocina.- Área de 9.55 m2; donde se encuentran 02 elementos de vivienda saludable como: La instalación domiciliaria de agua potable (Lavadero) y la cocina mejorada.
 - Uso para preparación y servicio de alimentos.

- 02 dormitorios.- Área de 9.55 m2 cada uno. Cuyos ambientes poseen 02 entradas tipo ventana de madera, con dimensiones de 0.10m x 0.30m. una ubicada en la parte inferior para la salida de aire frío del dormitorio y otra en la parte superior para la entrada de aire caliente durante la noche desde el invernadero o muro trombe.
 - Dormitorio 01.- Para el servicio de los padres.
 - Dormitorio 02.- Para el servicio de los hijos.

Asimismo en la parte interior de la vivienda está considerado el diseño de la ubicación de los elementos de servicio y así como el amueblamiento de acuerdo al uso y la comodidad.

2.3.2.2 PARTE EXTERIOR

- Invernadero familiar o muro trombe
- Letrina sanitaria de tipo seco ventilado
- Pozas sanitarias (Pozo de drenaje, micro relleno sanitario)

Cada uno de los elementos de la vivienda saludable, se detallan en el capítulo IV; el diseño, su construcción y uso.

2.3.3 CONFORT

Está referida a la comodidad de sus ocupantes tanto en el espacio, circulación, servicio, abrigo, iluminación y ventilación; diseñadas según las normas establecidas A. 010 condiciones generales de diseño, A. 020 vivienda y E. 080 Adobe.

2.4 TECNICAS Y PROCEDIMIENTOS EN EL SISTEMA DE REFUERZO DE LA VIVIENDA DE ADOBE

2.4.1 ANTECEDENTES DE TECNICAS APLICADAS

En muchos países donde se utiliza la construcción con tierra y además se encuentran en zonas de alta sismicidad se han propuesto una serie de técnicas de refuerzo para este tipo de construcciones. Particularmente en el Perú que es uno de los países donde más se ha desarrollado la técnica de refuerzo sísmico de construcciones de adobe, el proceso empieza luego del terremoto de Huaraz en 1970 (Torrealva 2009).

Dentro de las técnicas de refuerzo propuestas en nuestro medio, algunas de las cuales están validadas por la actual norma de construcción NTE.080 las más comunes son:

- Refuerzo interior de caña vertical entera cada 40 a 60 centímetros y caña vertical chancada cada tres hiladas formando una malla interior de caña.
- Vigas soleras de madera o concreto armado conectadas con refuerzos verticales.
- Mallas de acero electrosoldadas colocadas en ambas caras de los muros en forma equivalente a vigas y columnas esquineras y revestidas de mortero de cemento arena.
- Vigas y columnas de concreto armado.
- Tensores de acero horizontales, especialmente usados en construcciones históricas.
- Llaves de madera en esquinas, también usadas principalmente en construcciones históricas.

Otras técnicas de refuerzo no muy comunes involucran el uso de canastillas interiores de alambre soldado, fibras de carbono y cintas de polímero colocadas como confinamiento exterior de los muros.

Todas estas técnicas de alguna manera incrementan la resistencia sísmica de las edificaciones de tierra pero ninguna de ellas ha sido reconocida como una solución de ingeniería ante la imposibilidad de poder determinar a priori su nivel de resistencia ni poder establecer por otro lado la cantidad de refuerzo necesario para alcanzar una seguridad deseada. En otras palabras existen técnicas de refuerzo más o menos efectivas pero no existen herramientas de ingeniería que puedan usarse para analizar o diseñar con esas técnicas (Torrealva 2009).

2.4.2 PRINCIPALES TECNICAS APLICADAS

(Zegarra y Quiun 2009) Indican las principales técnicas aplicadas para el sistema de reforzamiento en viviendas sismorresistente de adobe.

2.4.2.1 MURO REFORZADO CON CAÑA Y VIGA COLLAR DE MADERA

Principales características constructivas:

- Cimiento y sobrecimiento de concreto simple
- Refuerzo vertical con cañas redondas (Carrizo) en el centro de los muros fijadas al cimiento y a la viga collar; para fijar la caña en el cimiento se amarra alambre galvanizada N° 08 o atravesar clavos 3" para que la caña quede anclada y firme en el sobrecimiento (Figura 10).
- El refuerzo horizontal posee cañas abiertas o estiradas, que se colocan cada 04 hileras de adobe, luego el colocado del mortero y los adobes.
- La viga collar es de madera rolliza o aserrada en todo el muro longitudinalmente, con travesaños de madera cada 0.50m. perpendicular a las longitudinales; con los cuales el refuerzo vertical se fijan amarrando con alambra N° 16. Luego los espacios entre los travesaños y los largueros se llenan con barro al nivel de la viga collar.
- Techo: Estructura de madera con cobertura de teja, calamina y eternit. En la costa la cobertura estructural puede ser con caña Guayaquil, planchas de caña chancada y torta de barro.

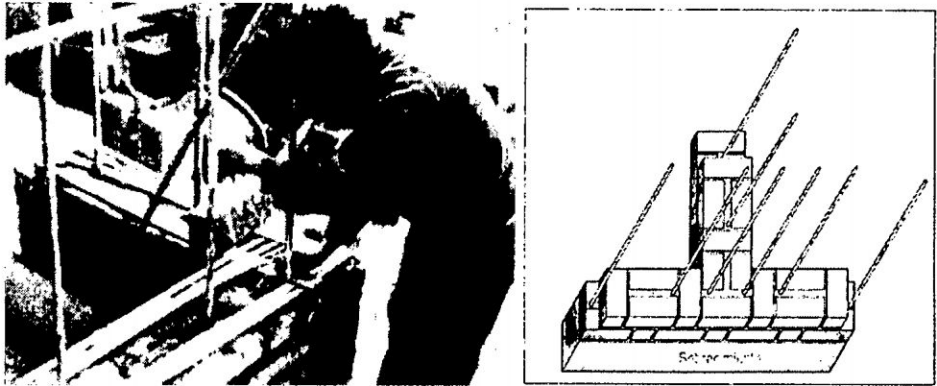


Figura 10. Refuerzo vertical y horizontal con caña en los muro de adobe

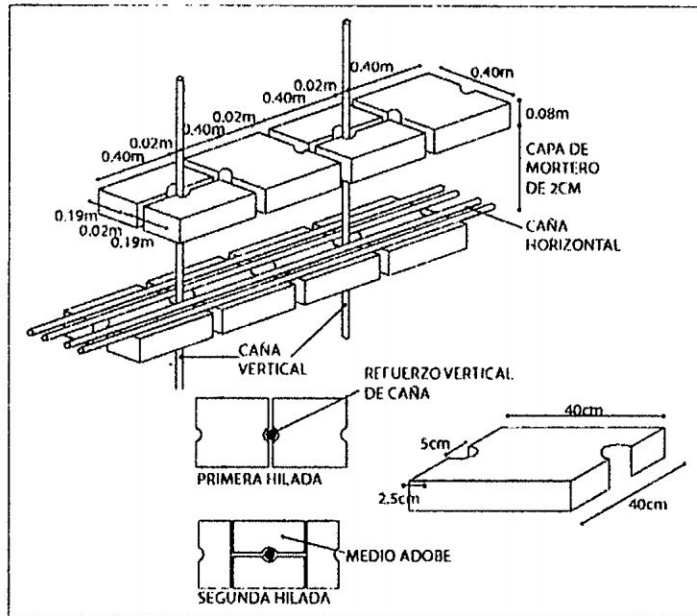


Figura 11. Refuerzos con caña y adobes con alveolos

2.4.2.2 MURO REFORZADO CON COLUMNAS Y VIGA COLLAR DE CONCRETO ARMADO

Se caracteriza principalmente:

- Posee columnas de confinamiento de concreto armado de $f'c$ 210 kg/cm²; de 0.30m x 0.30m. en todo las esquinas, intersecciones y 0.30m x 0.20m. en los vanos de los muros de adobe; como refuerzo vertical de la estructura; los aceros se distribuyen en un número de 04 unidades de 3/8" y estribos con acero de 1/4", distribuidos 1 @ 0.05, 4 @ 0.15 y resto @ 0.30m. empezando de las intersecciones hacia el centro de la longitud.

- Cimiento y sobrecimiento de concreto simple de $f'c$ 100kg/cm² mas piedra grande y piedra mediana.
- Refuerzo horizontal; posee al medio del muro cada 5 hiladas 01 acero corrugado de $\frac{1}{4}$ ", luego se aplica una capa de mortero de concreto 1 : 5 de cemento : arena gruesa para colocar la siguiente hilada de adobe (Figura 12).
- La viga solera de concreto de 1 : 8 de cemento : hormigón, con dimensiones de 0.30m x 0.15m; 02 unidades de acero de $\frac{3}{8}$ " y estribos con acero de $\frac{1}{4}$ " distribuidos 1 @ 0.05, 4 @ 0.15 y resto @ 0.30m (Figura 13).
- Techo: Estructura con madera como vigas de 5" x 2", sobre estas la colocación de planchas de caña chancada y encima la torta de barro, o de lo contrario, luego de las vigas se coloca los tirantillos o correas y en el cual se coloca las coberturas de teja andina, calamina o planchas onduladas de eternit.

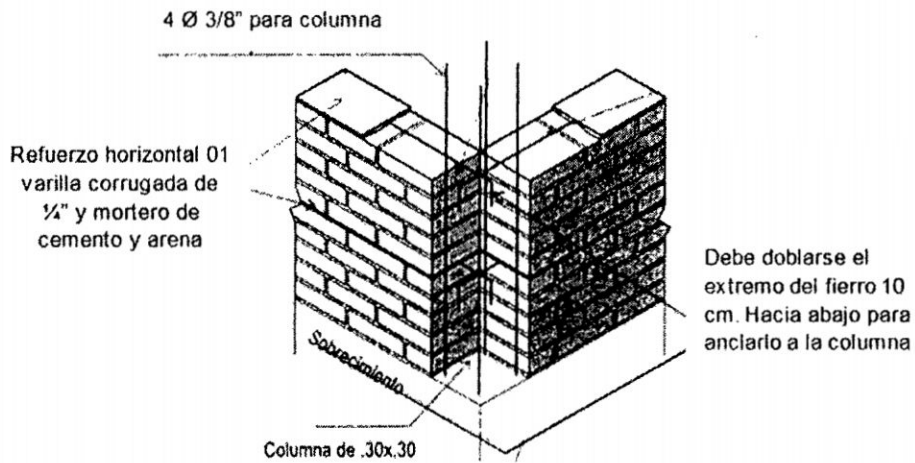


Figura 12. Detalle del refuerzo vertical - La columna de confinamiento

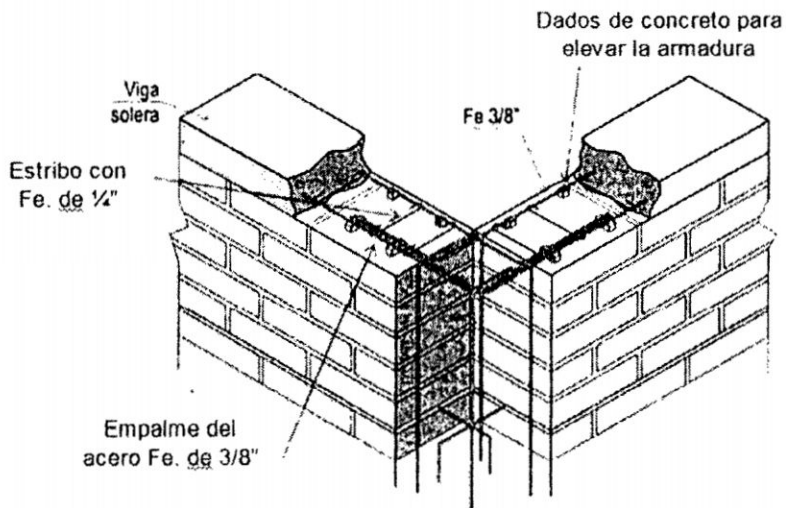


Figura 13. Detalle de la viga solera de concreto armado

2.4.2.3 MURO REFORZADO CON MALLA ELECTROSOLDADA Y VIGA COLLAR DE CONCRETO ARMADO

Principales características constructivas:

- Cimiento y sobrecimiento de concreto simple.
- Refuerzo con malla electrosoldada de $\frac{3}{4}$ " de cocada, ubicada en todo los encuentros de los muros tanto externo e internamente, luego el tarrajeo con mortero 1:4 de cemento : arena (Figura 14).
- Se colocan conectores de alambre negro N° 08 cada 4 hiladas de adobe para asegurar la malla electrosoldada doblando hacia abajo y fijándola con tiras de lata y clavo de 2 1/2" cada 30 cm.
- La viga collar es de concreto armado con 02 aceros corrugados de 3/8" y estribos con alambre negro N° 08 cada 30 cm. En caso de los vanos o dinteles se agrega 02 fierros de $\frac{1}{2}$ " que sobrepasen 50 cm. a cada lado para conformar la viga solera. Cuyo diseño de mezcla para el concreto armado es de 1 : 5 de cemento : hormigón (Figura 15).

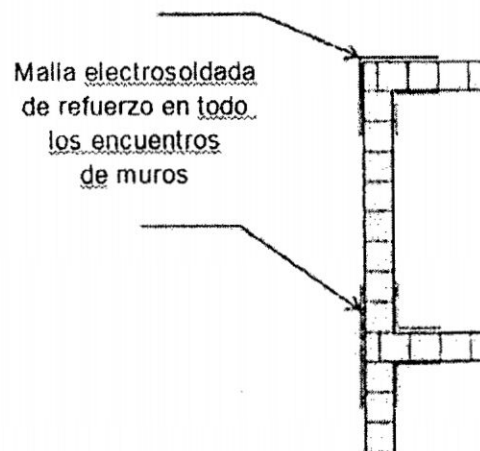


Figura 14. Refuerzos de malla electrosoldada en los encuentros de muro

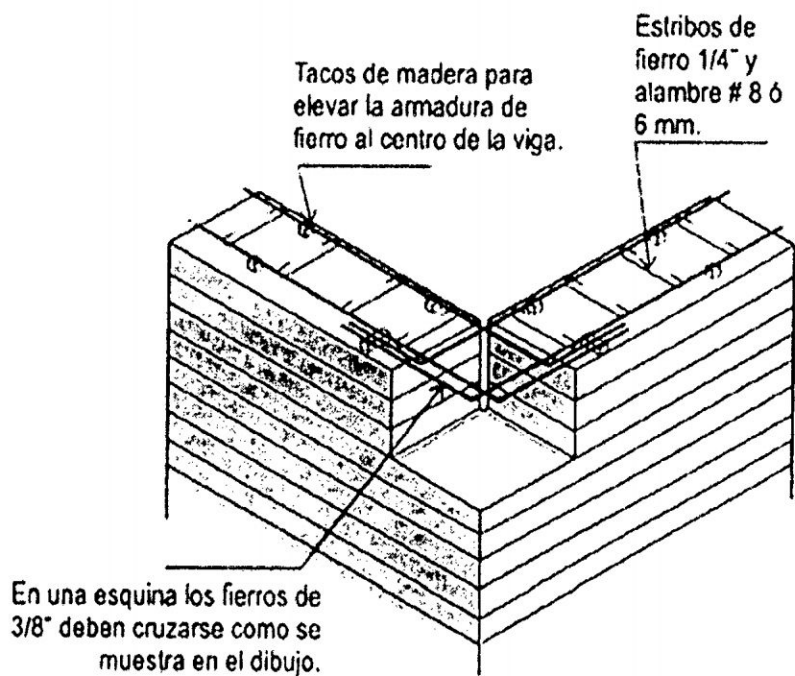


Figura 15. Viga collar del sistema de refuerzo con malla electrosoldada



Figura 16. Vivienda de adobe con refuerzo de malla electrosoldada

2.4.2.4 MURO REFORZADO CON GEOMALLA Y VIGA COLLAR DE MADERA

Las características constructivas de este sistema constructivo, están indicadas dentro de las especificaciones técnicas, procedimiento constructivo, y los planos de ejecución que se adjunta en el presente trabajo de la tesis.

2.4.3 COMPATIBILIDAD DE LOS MATERIALES CON EL ADOBE

(Esquivel 2009) Actualmente, se vive un momento singular de la tecnología constructiva. Por un lado, la aparición de nuevas técnicas y los nuevos materiales que se incorporan al cambio general y progresivo del sector de la construcción; por el otro, el desconocimiento y la desconfianza hacia las viejas tecnologías es cada vez mayor y predomina una irracional confianza en los nuevos materiales que no están constatados suficientemente como para introducirlos en edificios históricos. Los nuevos materiales se deben utilizar con prudencia y sabiduría.

2.4.3.1 COMPATIBILIDAD DEL ADOBE CON LA MADERA

La madera es un material anisotrópico, liviano, flexible, de baja densidad y de fácil trabajabilidad. Entre sus propiedades tiene una alta resistencia a la compresión, baja resistencia a la tracción y moderada resistencia a la cizalladura. Además por ser fibrosa, de dureza superior a la del adobe, y que su superficie permite cierta adherencia con la tierra lo cual hace que trabaje bien con el adobe en conjunto. Por lo tanto, se considera que la madera es un material compatible con el adobe (Esquivel 2009).

2.4.3.2 COMPATIBILIDAD DEL ADOBE CON EL ACERO

Los tensores de acero son usados como refuerzos horizontales y verticales de los muros. Esta técnica es reconocida como una solución adecuada y además cumple con el requisito de ser reversible. Un inconveniente para la colocación de estos refuerzos es la pérdida de tensión al transcurrir el tiempo por la relajación del acero (Esquivel 2009).

2.4.3.3 COMPATIBILIDAD DEL ADOBE CON EL CONCRETO ARMADO

Es importante tener presente el concepto de que el concreto armado es un material homogéneo, isótropo, mientras que los edificios de mampostería son heterogéneos, anisótropos. A pesar de estas diferencias, con excesiva facilidad se sigue recurriendo al concreto armado, cuya efectividad y coexistencia en materia de compatibilidad es en algunas ocasiones dudosa.

Específicamente se comprobó que las incompatibilidades mecánicas en el caso de zonas no sísmicas, se presentan en un período a largo plazo. En cambio en zonas sísmicas, la introducción de refuerzos de concreto armado ha modificado sustancialmente el comportamiento estructural original debido a que posee módulo de elasticidad y rigidez sustancialmente diferente del adobe, lo que ocasiona incompatibilidad para absorber los movimientos sísmicos de manera adecuada.

Otra incompatibilidad que se presenta es por la contracción de fraguado del concreto armado que puede hacer que se pierda la conexión adobe-concreto armado. Además, se debe tener en cuenta que es un material cuyo uso no es reversible (Esquivel 2009).

2.4.4 COMPORTAMIENTO DE LA VIVIENDA REFORZADA EN EL PERU

(Rubiños 2009) Menciona; entre 1994 y 1999, instituciones como la Cooperación Técnica Alemana (GTZ), el Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS) y la PUCP realizaron un proyecto de investigación con el objetivo de disminuir la vulnerabilidad sísmica de las tradicionales construcciones de adobe. En la primera fase de este proyecto se realizaron una serie de ensayos de simulación sísmica en el laboratorio de estructuras de la PUCP, con el objetivo de investigar posibles sistemas de refuerzo. El refuerzo elegido el sistema de refuerzo con mallas electrosoldadas en las intersecciones de los muros y en la parte superior vigas y columnas de concreto armado, recubiertas con un tarrajeo de cemento: arena (Zegarra et al. 1996).

(Rubiños 2009) Estas viviendas fueron localizadas en las ciudades de Tacna (2), Moquegua (3), Ica (2), Huaraz (4), Trujillo (5) y Cusco (4) (Zegarra et al. 1999). La tercera fase se desarrollaría luego de evaluar el comportamiento sísmico de las viviendas reforzadas después de un terremoto. Así, seis de estas viviendas reforzadas soportaron adecuadamente el terremoto del 2001 que afectó el sur del Perú. (Figura 17) Muestra una de estas viviendas ubicada en Moquegua.

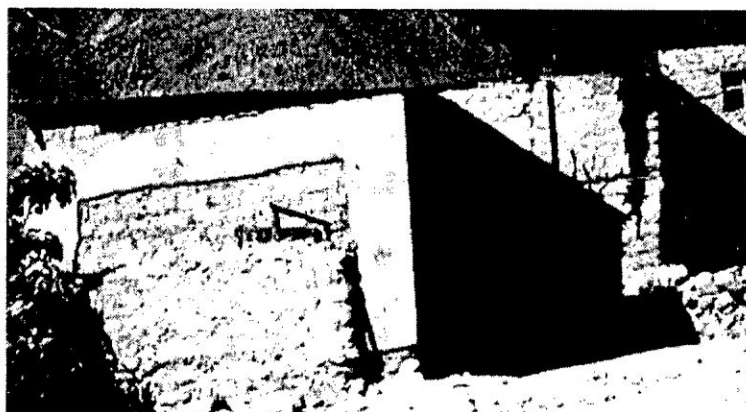


Figura 17. Vivienda reforzada en Moquegua sin daño después del terremoto de 2001

El terremoto del 2001 en el sur del Perú destruyó miles de viviendas, muchas de las cuales estuvieron hechas de adobe. Luego de comprobar el comportamiento sísmico adecuado de las viviendas reforzadas en Arequipa, Moquegua y Tacna, instituciones como GTZ, COPASA, PUCP y SENCICO desarrollaron un proyecto de reconstrucción de viviendas de adobe utilizando el refuerzo de malla electrosoldada. Este proyecto fue implementado en las zonas alto andinas del departamento de Arequipa luego del terremoto del 2001.

Un segundo terremoto ocurrió el 13 de junio del 2005, en Tarapacá, norte de Chile. Las construcciones de adobe tradicionales en la zona del epicentro sufrieron derrumbes de muros y agrietamientos diagonales (San Bartolomé y Quiun 2009). Nuevamente, las casas reforzadas en Arica y Tacna soportaron el movimiento sin daños.

De igual manera, las dos viviendas reforzadas en el departamento de Ica tuvieron un adecuado comportamiento sísmico, frente al terremoto de Pisco en el 2007. (San Bartolomé 2009). Se observa en la (Figura 18) una de las viviendas reforzadas en Ica, sin daños después del sismo.

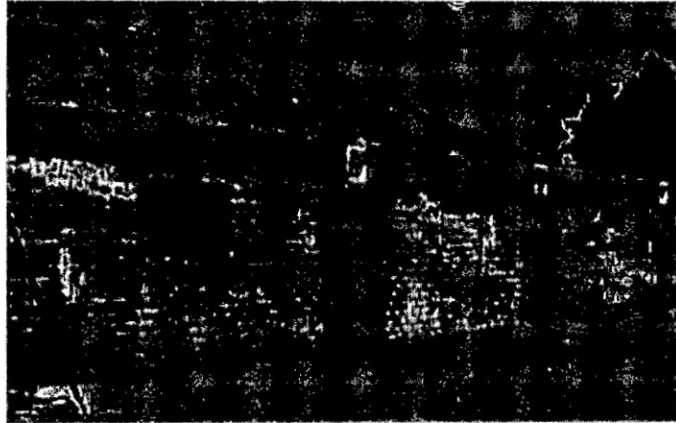


Figura 18. Vivienda reforzada en Ica sin daño después del terremoto de 2007

Estas experiencias demostraron que, así como las geomallas, las mallas electrosoldadas brindan una adecuada resistencia a las construcciones de adobe que permiten un mejor comportamiento sísmico y que evitan su colapso (Rubiños 2009).

2.5 DISEÑO METODOLOGICO

2.5.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

El enfoque metodológico que se ha utilizado para realizar el presente trabajo es de Tipo: aplicada; Nivel: explicativo; el Método es: descriptivo, deductivo, de análisis, síntesis e interpretación.

Se ha realizado la demostración de los diseños estructurales y arquitectónicos de la vivienda modelo en estudio.

Se ha detallado correlativamente el procedimiento adecuado de las características constructivas de una vivienda sismo resistente.

Se plantea una descripción detallada, del modelo para categorizar los componentes de una vivienda rural saludable.

2.5.2 DESCRIPCION DEL AREA EN ESTUDIO

El área en estudio se encuentra a 1 Km. del distrito de Castrovirreyna; lo cual a causa de la falta de terrenos adecuados y hacinamiento, se optó por conveniente construir

las viviendas en terrenos de la comunidad provistos para un nuevo barrio urbanístico aledaño al distrito.

Previa evaluación del lugar respecto al tipo de suelo, humedad, topografía o presencia de la ocurrencia de huaycos o deslizamientos, se aprueba el inicio con los trabajos de lotización, trabajos preliminares y procedimiento constructivo de las viviendas.

2.5.3 POBLACION DE INFORMACION

Del total de la población del distrito de Castrovirreyna, se seleccionaron 41 familias afectadas por el sismo de agosto del 2007 y familias de condición de extrema pobreza, quienes bajo el apoyo de la ONG CARE y Municipalidad distrital, se comprometieron a realizar el trabajo de la mano de obra no calificada; cuyo apoyo de CARE consistía en la entrega de materiales de construcción, capacitación y la asistencia técnica de principio a fin; mientras la Municipalidad se comprometió con la entrega de agregados como piedra, hormigón y arena fina. Se construyeron 20 viviendas sismorresistentes y saludables en una 1ra etapa y 21 casas en una 2da etapa, más un albergue materno muy abrigadora para el centro de salud del distrito.

VIVIENDAS SISMO RESISTENTES Y SALUDABLES					
I ETAPA			II ETAPA		
Nrº	LOTE	MZ.	Nrº	LOTE	MZ.
1	13	A2	22	34	C2
2	14	A2	23	35	C2
3	15	A2	24	36	C2
4	16	A2	25	37	C2
5	17	A2	26	38	C2
6	18	A2	27	39	C2
7	19	B2	28	40	C3
8	20	B2	29	41	C3
9	21	B2	30	42	C3
10	22	B2	31	43	C3
11	23	B2	32	44	C3
12	24	B2	33	45	C3
13	25	B2	34	46	D2
14	26	B2	35	47	D2
15	27	B2	36	48	D2
16	28	B2	37	49	D2
17	29	B2	38	50	D2
18	30	B2	39	57	D2
19	31	B2	40	58	D2
20	32	B2	41	59	D2
21	33	B2	42	Casa materna	

Tabla 03. Viviendas antisísmicas y saludables construidas en el Barrio El molino.

3.1.2 UBICACIÓN POLÍTICA:

El proyecto está ubicado políticamente en:

Lugar : Barrio El Molino.
Distrito : Castrovirreyna.
Provincia : Castrovirreyna.
Departamento : Huancavelica.

3.1.3 UBICACIÓN GEOGRAFICA:

Latitud Sur : 13° 24.91´
Longitud Oeste : 75° 26.31´
Coordenadas : E 0466612
: N 8533246
Altitud : 4,080.00 m.s.n.m.

3.2 VÍAS DE ACCESO:

Tabla 04. Vía de acceso

DESDE	HASTA	Km.	TIPO DE VÍA
Ayacucho	Pisco	337.00	Asfaltada
Pisco	Km. 80 – Libertadores	80.00	Asfaltada
Km. 80	Castrovirreyna	50.00	Afirmada
Lima	Pisco	240.00	Asfaltada

3.3 CLIMA

El clima del distrito de Castrovirreyna es templado a frío, principalmente es frígido debido a que existen sus pisos ecológicos, que comprenden las regiones de puna por encima de los 4000 m.s.n.m. La temperatura oscila desde 3.50 y 16 °C; la precipitación promedio anual es de 595 mm; debiendo variar relativamente porque el distrito abarca pisos altitudinales desde 3000 a 4800 m.s.n.m. La velocidad del viento

promedio es de 24 Km/h considerándose dentro de los vientos severos con una dirección mayormente hacia Nor - oeste. Para ello se tiene como referencia el cuadro de datos climatológicos (Tabla 05).

Estación: Sinto, Tipo convencional - Meteorológica.						
Departamento: Huancavelica Provincia: Castrovirreyna Distrito: Castrovirreyna						
Latitud: 13° 20" 1'		Longitud: 75° 20" 1'		Altitud: 3,850 m.s.n.m.		
Mes/año	Temperatura max. (°C)	Temperatura min. (°C)	Precipitación (mm)	Dirección del viento 13h	Velocidad del viento 13h (m/s)	Velocidad del viento 13h (Km/h)
10/1979	14.74	5.61	8.00	NW	8.32	29.95
11/1979	15.80	4.50	0.00	NW	7.77	27.97
12/1979	15.94	4.65	27.00	NW	7.00	25.20
01/1980	15.42	1.58	89.34	NW	7.16	25.78
02/1980	15.43	1.30	208.20	NW	8.40	30.24
03/1980	15.60	2.38	146.75	NW	7.29	26.24
04/1980	15.54	1.48	0.00	NW	6.33	22.79
05/1980	14.97	2.63	0.00	NW	7.45	26.82
06/1980	16.79	5.15	0.00	NW	7.40	26.64
07/1980	16.38	4.54	0.00	NW	7.71	27.76
08/1980	16.87	3.20	0.00	NW	6.13	22.07
09/1980	17.95	4.55	0.00	NW	6.71	24.16
10/1980	16.50	S/D	0.00	NW	7.25	26.10
11/1980	16.80	S/D	3.80	NW	8.00	28.80
12/1980	16.23	4.76	32.90	NW	6.26	22.54
1/1981	15.85	4.34	43.00	NW	6.07	21.85
2/1981	15.58	4.47	350.00	SW - NW	4.40	15.84
3/1981	15.71	4.46	245.00	SW - NW	4.00	14.40

Fuente: SENAMHI-HUANCAVELICA - Elaboración propia.
 Tabla 05. Datos climatológicos de la zona.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA SISMORRESISTENTE

4.1.1 DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN

De acuerdo a la Norma Técnica RNE Adobe E. 080; se debe cumplir lo siguiente:

- No se harán construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos ni en arcillas expansivas. Tampoco en zonas propensas a inundaciones, cauces de avalanchas, aluviones o huaycos, o suelos con inestabilidad geológica.
- La cimentación deberá transmitir la carga de los muros al terreno de acuerdo a su esfuerzo permisible y tendrá una profundidad mínima de 60 cm medida a partir del terreno natural y un ancho mínimo de 40 cm.
- Los cimientos para los muros deberán ser concreto ciclópeo o albañilería de piedra. En zonas no lluviosas de comprobada regularidad e imposibilidad de inundación, se permitirá el uso de mortero Tipo II para unir la mampostería de piedra.
- El sobrecimiento deberá ser de concreto ciclópeo o albañilería de piedra asentada con mortero Tipo I (Tierra + aglomerantes: cemento, cal, asfalto) y tendrá una altura tal que sobresalga como mínimo 20 cm sobre el nivel del suelo.

Por lo que el presente proyecto posee la cimentación de $H = 0.60\text{m}$ y ancho = 0.40m .

4.1.2 DISEÑO DE MUROS (ALTURA, ARRIOSTRE Y VANOS)

- Deberá considerarse la estabilidad de todos los muros. Esto se conseguirá controlando la esbeltez y utilizando arriostres o refuerzos.
- Las unidades de adobe deberán estar secas antes de su utilización y se dispondrá en hiladas sucesivas considerando traslape tal como se muestra en la (Figura 20).

- El espesor de los muros se determinará en función de la altura libre de los mismos y la longitud máxima del muro entre arriostre verticales será 12 veces el espesor del muro (Ver Tabla 06).
- En general los vanos deberán estar preferentemente centrados. El borde vertical no arriostrado de puertas y ventanas deberá ser considerado como borde libre.
- El ancho máximo de puertas y ventanas (vanos) será de $1/3$ de la longitud del muro y la distancia entre el borde libre al arriostre vertical más próximo no será menor de 3 ni mayor de 5 veces el espesor del muro. Se exceptúa la condición de 3 veces el espesor del muro en el caso que el muro esté arriostrado al extremo (Ver Figura 21)

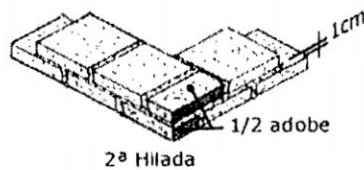
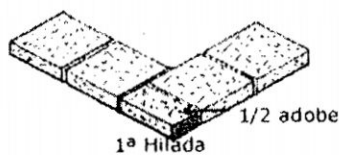
$A \leq L/3 \rightarrow 1.00+1.43+1.58=4.01$ Entonces $1.00 \leq 4.01/3$Puerta principal.

$0.84+1.01+1.01=2.86$ Entonces $0.84 \leq 2.86/3$Puerta interior.

$0.84+1.68+1.43=3.95$ Entonces $0.84 \leq 3.95/3$Ventanas.

$3e \leq b \leq 5e \rightarrow 3 \times 0.44 \leq 1.43 \leq 5 \times 0.44$ Por lo tanto ok.

Caso esquina



Caso encuentro en (T)

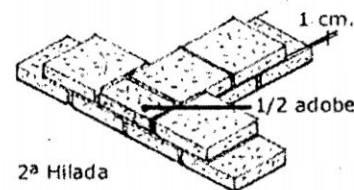
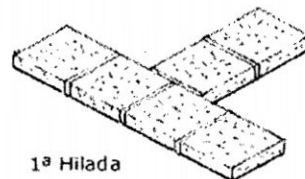


Figura 20. Hiladas de adobe con traslapes

Esbeltez	Arriostres y Refuerzos Obligatorios	Espesor mín. Muro (m)	Altura mín. Muro (m)
$\lambda \leq 6$	Solera	0,4 – 0,5	2,4 – 3,0
$6 \leq \lambda \leq 8$	Solera + elementos de refuerzos horizontal y vertical en los encuentros de muros	0,3 – 0,5	2,4 – 4,0
$8 \leq \lambda \leq 9$	Solera + elementos de refuerzos horizontal y vertical en toda la longitud de los muros	0,3 – 0,5	2,7 – 4,5

Tabla 06. Esbeltez, arriostres y altura del muro

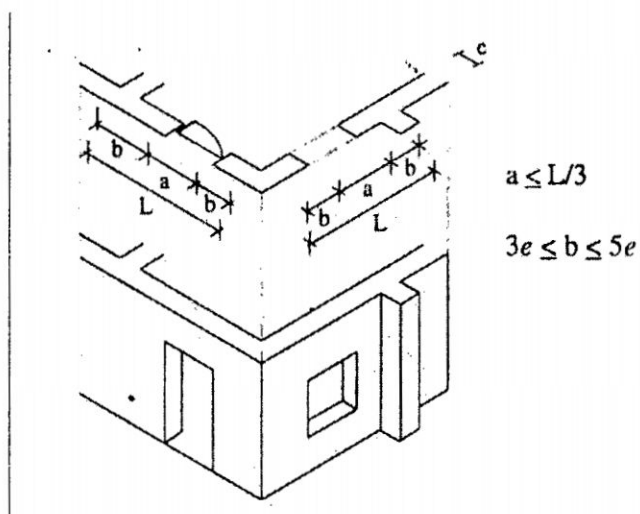


Figura 21. Longitud, vanos y espesor del muro.

4.1.3 ELEMENTOS DE ARRIOSTRE

Para que un muro se considere arriostrado deberá existir suficiente adherencia o anclaje entre éste y sus elementos de arriostre, para garantizar una adecuada transferencia de esfuerzos.

Los elementos de arriostre serán verticales y horizontales.

Los arriostres verticales serán muros transversales o contrafuertes especialmente diseñados. Tendrán una adecuada resistencia y estabilidad para transmitir fuerzas cortantes a la cimentación.

Para que un muro o contrafuertes se consideren como arriostre vertical tendrá una longitud en la base mayor o igual que 3 veces el espesor del muro que se desee arriostrar. Pueden usarse como elementos de arriostre vertical, en lugar de los muros transversales o de los contrafuertes de adobe, refuerzos especiales como son las columnas de concreto armado.

Los arriostres horizontales son elementos o conjunto de elementos que poseen una rigidez suficiente en el plano horizontal para impedir el libre desplazamiento lateral de los muros. Los elementos de arriostre horizontal más comunes son los denominados viga collar o solera. Estas pueden ser de madera o en casos especiales de concreto madera.

Los elementos de arriostre horizontal se diseñarán como apoyos del muro arriostrado, considerándose al muro como una losa vertical sujeto a fuerzas horizontales perpendiculares a él. Se deberá garantizar la adecuada transferencia de esfuerzos entre el muro y sus arriostres, los que deberán conformar un sistema continuo e integrado.

Refuerzos Especiales.- De acuerdo a la esbeltez de los muros que se indican en la (Tabla 06), se requiere refuerzos especiales. Estos tienen como objetivo mejorar la conexión en los encuentros de muros o aumentar la ductilidad de los muros. Dentro de los refuerzos especiales más usados se tienen caña, madera o similares, geomalla, malla de alambre, columnas y vigas de concreto armado.

4.1.4 DISEÑO SÍSMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLAS

4.1.4.1 ANTECEDENTES

El Profesor Principal del Departamento de Ingeniería de la pontificia Universidad católica del Perú Daniel Torrealva, con la asesoría del Profesor Fernando Torres, especialista en polímeros, se inició en el 2002, el trabajo de buscar materiales que reemplacen las cañas verticales y horizontales usadas como refuerzo sísmico en viviendas de adobe por elementos industriales, sugiriendo que para la caña chancada horizontal se usaran geomallas de polipropileno de amplia utilización en proyectos de geotecnia.

En el año 2003 tuvo la oportunidad de realizar una pasantía de estudio en el instituto Getty de Conservación de Los Ángeles, donde se investigó al respecto; realizando el primer ensayo de simulación sísmica, demostrándose la eficacia de esta técnica de refuerzo. Otros diferentes proyectos corroboraron la conveniencia de usar geomallas biaxiales con características de resistencia y durabilidad certificadas. Esta técnica de refuerzo se está aplicando en diversos proyectos de reconstrucción de viviendas después del sismo del 15 de agosto del 2007 en Pisco.

Si ciertamente los ensayos de simulación sísmica representan con mucha fidelidad, la eficacia o no de las soluciones en estudio, las conclusiones no pueden ser sino comparativas entre ellas dada la dificultad de establecer a priori relaciones matemáticas que se puedan corroborar con estos ensayos, y mientras ello no sea posible, el adobe seguirá siendo considerado un material "no ingenieril" manifiesta el autor.

Los ensayos de simulación sísmica sin embargo han demostrado que el conjunto adobe - malla tiene un comportamiento sustancialmente diferente de todas las otras técnicas de refuerzo experimentadas hasta entonces, ya que se trata de un material compuesto con una casi perfecta compatibilidad para la transmisión de esfuerzos de compresión y tracción entre ellos; esto abre la posibilidad de realizar ensayos de caracterización de propiedades estructurales como la resistencia a flexión y fuerza cortante cíclica en forma similar a los que se utilizan en materiales normales de ingeniería.

4.1.4.2 BASE CONCEPTUAL PARA EL DISEÑO SÍSMICO DE MUROS DE ADOBE REFORZADOS CON GEOMALLAS

La hipótesis que se deben cumplir para este objetivo son las siguientes:

- Los muros están completamente reforzados con geomalla por ambas caras.
- La geomalla de ambas caras están conectadas entre sí y a través del muro cada 30 cm aproximadamente horizontal y verticalmente.
- Los muros se tarrajean con barro y estas contengan paja embebiendo en ellos a la geomalla.
- Los muros así reforzados son lo suficientemente esbeltos para generar un comportamiento predominantemente de flexión para fuerzas transversales al plano, estimándose conseguir una esbeltez mayor a 5.

- Los esfuerzos de compresión por el efecto combinado de la carga vertical y el momento flector coplanar no son relevantes debido a la poca altura de las edificaciones de adobe en áreas sísmicas.

4.1.4.3 CRITERIO DE DISEÑO POR CORTE COPLANAR

Según Torreaiiva, existe un valor máximo del esfuerzo cortante que puede soportar un muro de adobe, y este es de 0.04 MPa, asociado a una distorsión angular de 2.5%.

Los valores promedio de resistencia al esfuerzo cortante en un muro de adobe reforzado con geomalla serían los siguientes:

- Esfuerzo cortante máximo elástico = 0.02 MPa (0.2 Kg/cm²)
- Esfuerzo cortante ultimo = 0.04 MPa (0.4 Kg/cm²).

Un criterio conservador de diseño por corte coplanar debe asegurar que la malla de refuerzo soporte fuerzas de tracción asociadas a un esfuerzo de corte de 0.4 Kg/cm², luego del cual se asegura un comportamiento inelástico del muro con disipación de energía por deformación en ciclos histéricos.

La resistencia requerida del refuerzo (f_g) por unidad de longitud se calcula con la siguiente expresión:

$$f_g = S V_u b \frac{1}{N} \dots\dots\dots \text{Ecuación 01.}$$

Donde:

- f_g Resistencia de la malla a la tracción por unidad de longitud al 5% de elongación.
- S Factor de comportamiento inelástico de la malla (1.3).
- b Espesor bruto del muro incluyendo tarrajeo.
- V_u Esfuerzo cortante ultimo tarrajeado (0.4 Kg/cm²).
- N Número de capas de malla en el muro en ambas caras.

Para el presente trabajo.

$$f_g = 0.208 \text{ Kg/m.}$$

4.1.4.4 CRITERIO DE DISEÑO POR FLEXIÓN

La resistencia a flexión por unidad de longitud M_r se determina multiplicando la resistencia nominal M_n por un factor de reducción ϕ de acuerdo a:

$$M_r = \phi(f_g)(d) \dots\dots\dots \text{Ecuación 02.}$$

Donde:

- ϕ Factor de reducción de la resistencia a flexión (0.9).
- f_g Resistencia última a tracción de la geomalla por unidad de longitud.
- d Distancia de la fibra extrema en compresión del muro, sin considerar el mortero de tarrajeo, al centroide del refuerzo en tensión. Usualmente es igual al espesor neto del muro.

Para el presente trabajo.

$$M_r = 7.488 \text{ cm} - Kg.$$

4.1.5 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Una vez calculados las fuerzas en cada muro, se procede con los siguientes pasos:

Con la fuerza cortante en el plano de cada muro se determina el nivel de esfuerzo cortante dividiendo entre la sección transversal neta del muro, restando las aberturas de puertas y/o ventanas si los hubiera.

Si el esfuerzo cortante es menor que 0.02 MPa, entonces el muro se comportará elásticamente y el refuerzo aplicado puede tener condición de refuerzo mínimo.

Si el esfuerzo cortante está entre 0.02 y 0.04 MPa, quiere decir que se ha sobrepasado el límite elástico inicial y el refuerzo de geomalla debe tomar conservadoramente el corte máximo que puede soportar el muro reforzado, para el cual utilizamos la primera ecuación antes indicada.

Si el esfuerzo cortante es mayor a 0.04 MPa, el muro entrará en el rango inelástico con deterioro significativo del muro de adobe, lo cual asegura usando el refuerzo estipulado en la misma expresión indicada.

Una vez definida la resistencia a tracción del refuerzo, se determina el momento resistente de la sección por unidad de longitud según la segunda ecuación y se verifica que sea mayor que los momentos generados por las aceleraciones perpendiculares al plano del muro.

Si los momentos flectores actuantes por efecto de la fuerza fuera del plano son mayores al momento resistente, se puede colocar capas de malla adicional u otro tipo de malla más resistente en las zonas que lo requieran.

4.1.5.1 DATOS GEOMETRICOS PARA EL DISEÑO

Los datos geométricos se refieren a las dimensiones de los muros de la edificación construida.

Cuadro 07. DATOS GEOMETRICOS DE LOS MUROS					
	Altura (h)	Espesor (t)	Long (L)	X	Y
MURO	M	M	M	M	M
1Y	2.40	1.68	0.40	0.40	1.18
2Y	2.40	3.93	0.40	0.40	3.93
3Y	2.40	1.68	0.40	0.40	1.18
4Y	2.40	4.98	0.40	0.40	4.98
5Y	2.40	1.23	0.40	0.40	1.23
6Y	2.40	1.18	0.40	0.40	1.18
7Y	2.40	3.22	0.40	0.40	3.22
8Y	2.40	1.66	0.40	0.40	1.66
1X	2.40	0.40	2.92	2.92	0.40
2X	2.40	0.40	2.92	2.92	0.40
3X	2.40	0.40	1.05	1.05	0.40
4X	2.40	0.40	1.05	1.04	0.40
5X	2.40	0.40	1.05	1.04	0.40
6X	2.40	0.40	1.05	1.05	0.40
7X	2.40	0.40	2.92	2.92	0.40
8X	2.40	0.40	2.92	2.92	0.40

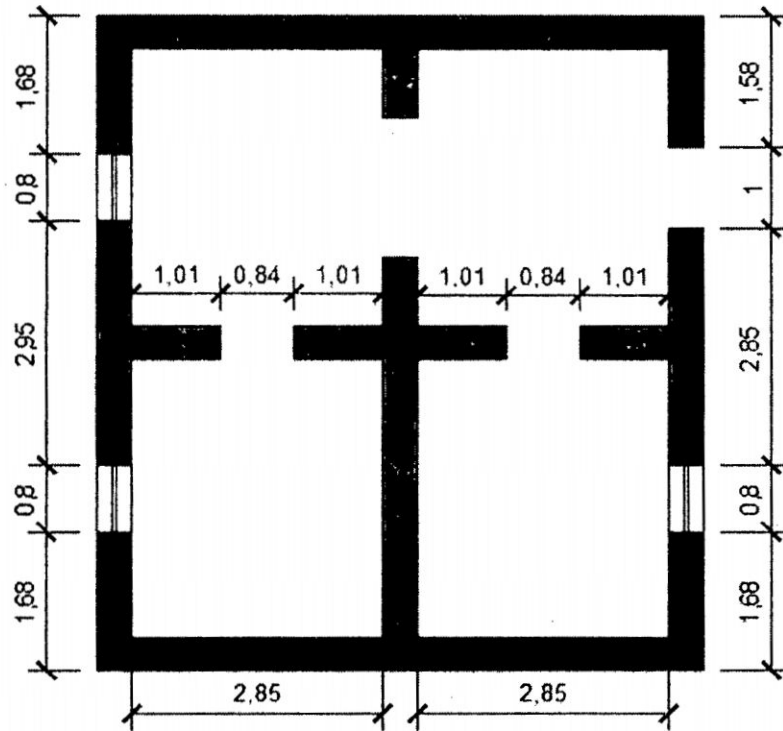


Figura 22. Datos geométricos de los muros - vista en planta

4.1.5.2 CÁLCULO DEL CENTRO DE MASAS

Cuadro 08. CENTRO DE MASAS									
MURO	Long M	Ancho M	Altura M	Γ kgs/m ³	Y M	Peso Kgs	YxPeso	X	XxPeso
1Y	7.90	0.40	2.20	1900.00	3.95	13208.80	52174.76	0.20	2641.76
1Y	-0.80	0.40	1.20	1900.00	1.68	-729.60	-1222.08	0.20	-145.92
1Y	-0.80	0.40	1.20	1900.00	6.03	-729.60	-4395.84	0.20	-145.92
2Y	5.25	0.40	2.20	1900.00	2.63	8778.00	23086.14	3.52	30898.56
3Y	1.23	0.40	2.20	1900.00	7.29	2056.56	14992.32	3.52	7239.09
4Y	1.66	0.40	2.20	1900.00	7.07	2775.52	19622.93	6.84	18984.56
5Y	5.30	0.40	2.20	1900.00	2.65	8861.60	23483.24	6.84	60613.34
5Y	-0.80	0.40	1.20	1900.00	2.08	-729.60	-1513.92	6.84	-4990.46
1X	0.40	2.92	2.20	1900.00	0.20	4882.24	976.45	1.86	9080.97
2X	0.40	2.92	2.20	1900.00	0.20	4882.24	976.45	5.18	25290.00
3X	0.40	1.05	2.20	1900.00	3.95	1755.60	6934.62	0.93	1623.93
4X	0.40	1.04	2.20	1900.00	3.95	1738.88	6868.58	2.81	4886.25
5X	0.40	1.04	2.20	1900.00	3.95	1738.88	6868.58	4.25	7390.24
6X	0.40	1.05	2.20	1900.00	3.95	1755.60	6934.62	6.14	10770.61
7X	0.40	2.92	2.20	1900.00	7.70	4882.24	37593.25	1.86	9080.97
8X	0.40	2.92	2.20	1900.00	7.70	4882.24	37593.25	5.18	25290.00
						60009.60	230973.33		208507.98
				Y	3.85			X	3.47

4.1.5.3 CÁLCULO DEL CENTRO DE RIGIDECES

Cuadro 09. RIGIDEZ RESPECTO AL EJE Y				
	3(h/L)	4(h/L) ³	3(h/L)+4(h/L) ³	K/E
MURO				
1Y	4.29	11.66	15.95	0.025082
2Y	1.83	0.91	2.74	0.145823
3Y	4.29	11.66	15.95	0.025082
4Y	1.45	0.45	1.89	0.211249
5Y	5.85	29.72	35.57	0.011246
6Y	4.29	11.66	15.95	0.025082
7Y	2.24	1.66	3.89	0.102768
8Y	4.34	12.09	16.43	0.024352
1X	18.00	864.00	882.00	0.003311
2X	18.00	864.00	882.00	0.003311
3X	18.00	864.00	882.00	0.001190
4X	18.00	864.00	882.00	0.001190
5X	18.00	864.00	882.00	0.001190
6X	18.00	864.00	882.00	0.001190
7X	18.00	864.00	882.00	0.003311
8X	18.00	864.00	882.00	0.003311
Σ				0.588688

Cuadro 10. RIGIDEZ RESPECTO AL EJE X				
	3(h/L)	4(h/L) ³	3(h/L)+4(h/L) ³	K/E
MURO				
1Y	4.29	11.66	15.95	0.025082
2Y	1.83	0.91	2.74	0.145823
3Y	4.29	11.66	15.95	0.025082
4Y	1.45	0.45	1.89	0.211249
5Y	5.85	29.72	35.57	0.011246
6Y	4.29	11.66	15.95	0.025082
7Y	2.24	1.66	3.89	0.102768
8Y	4.34	12.09	16.43	0.024352
1X	18.00	864.00	882.00	0.003311
2X	18.00	864.00	882.00	0.003311
3X	18.00	864.00	882.00	0.001190
4X	18.00	864.00	882.00	0.001190
5X	18.00	864.00	882.00	0.001190
6X	18.00	864.00	882.00	0.001190
7X	18.00	864.00	882.00	0.003311
8X	18.00	864.00	882.00	0.003311
Σ				0.588688

RESUMEN:

Peso total de la construcción	77,023 Kg.
Centro de masas :	X = 3.47 m Y = 3.85 m
Centro de rigideces :	X' = 2.89 m Y' = 3.27 m
Excentricidad en :	X = 0.58 Y = 0.58

4.1.5.4 CALCULO DE LA FUERZA HORIZONTAL

Según la NT E. 080

$$H = SUCP$$

Donde:

- H Fuerza horizontal estática debido al sismo.
- S Factor suelo (Suelo intermedio S=1.2)
- U Factor uso (Viviendas comunes U=1.0)
- C Coeficiente sísmico (Zona 3 C=0.2).
- P Peso de la edificación (77,020 Kg)

$$H = 18,484.8 \text{ Kg.}$$

4.1.5.5 CALCULO DEL MOMENTO TORSOR

De acuerdo a la NTE E. 030, para cada dirección de análisis la excentricidad accidental, se considera 0.10 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la aplicación de las fuerzas.

$$M_t = V_n(e')$$

$$e'_1 = |e| + e_{acc} \quad (\text{Condición 1})$$

$$e'_2 = |e| - e_{acc} \quad (\text{Condición 2})$$

Sismo en el sentido X:

Excentricidad real $e_y = y_{cm} - y_{cr} = e$

Excentricidad accidental $e_{accy} = 0.10 d_y$

$$M_{t1x} = V_{nx}(|e_y| + e_{accy})$$

$$M_{t2x} = V_{nx}(|e_y| - e_{accy})$$

Sismo en el sentido Y:

Excentricidad real $e_x = x_{cm} - x_{cr} = e$

Excentricidad accidental $e_{accx} = 0.10 d_x$

$$M_{t1y} = V_{ny}(|e_x| + e_{accx})$$

$$M_{t2y} = V_{ny}(|e_x| - e_{accx})$$

RESUMEN:

$$e_{accx} = 0.705 \text{ m}$$

$$e_{accy} = 0.790 \text{ m}$$

$$M_{t1y} = 18484.80(0.58 + 0.705)$$

$$M_{t1y} = 23752.97 \text{ m} - Kg.$$

$$M_{t1x} = 18484.80(0.58 + 0.790)$$

$$M_{t1x} = 25324.18 \text{ m} - Kg.$$

4.1.5.6 CÁLCULO DE LOS INCREMENTOS DE LA FUERZA CORTANTE DEBIDO AL MOMENTO TORSOR.

Para cada muro existirá un incremento de fuerza cortante mayor.

En la dirección X:

$$\Delta V_{ix} = \frac{M_{tx} \left(\frac{K_{ix}}{E_m} \right)}{J} y$$

En la dirección Y:

$$\Delta V_{iy} = \frac{M_{ty} \left(\frac{K_{iy}}{E_m} \right)}{J} x$$

$$J = \sum \left(\frac{K_{ix}}{E_m} \right) (y^2) + \sum \left(\frac{K_{iy}}{E_m} \right) (x^2)$$

Donde:

ΔV_i Variación o incremento de fuerza cortante.

J Momento polar de inercia

Cuadro 11. Variación de fuerza cortante por cada muro

MURO	ΔV		V	CORTANTE TOTAL		Vm
	Vy	Vx		Vy	Vx	
Y1	260.56	307.14	1402.65	1663.210	1709.79	0.25
Y2	423.38	1785.65	3281.20	3704.581	5066.85	0.24
Y3	406.21	307.14	1402.65	1808.859	1709.79	0.27
Y4	1077.86	557.75	4157.85	5235.714	4715.60	0.26
Y5	192.93	29.69	1026.94	1219.870	1056.63	0.25
Y6	260.56	435.02	1402.65	1663.210	1837.67	0.25
Y7	276.44	1782.38	2688.41	2964.848	4470.79	0.23
Y8	399.58	422.36	1385.95	1785.533	1808.31	0.27
X1	43.40	16.05	2437.94	2481.334	2453.99	0.21
X2	43.40	32.93	2437.94	2481.334	2470.87	0.21
X3	3.46	10.77	876.66	880.112	887.43	0.21
X4	3.46	0.77	876.66	880.112	877.43	0.21
X5	3.46	6.84	876.66	880.112	883.50	0.21
X6	3.46	16.84	876.66	880.112	893.50	0.21
X7	62.62	16.05	2437.94	2500.558	2453.99	0.21
X8	62.62	32.93	2437.94	2500.558	2470.87	0.21

Vm = Cortante máxima que deberá soportar cada muro (Kg/cm2).

El reglamento recomienda que el máximo valor deberá ser de $V_m=0.25$ Kg/cm², sin embargo existen muros que superan esta recomendación.

CONCLUSIÓN:

Los muros Y3 y Y8 superan el valor de la cortante recomendada en dos centésimas; los cuales son mínimas, que están expuestas a posibles fallas por cortadura.

4.1.6 COMPARACION DEL RESULTADO DE ESFUERZOS POR CORTE EN LOS MUROS CON EL PROGRAMA SAP 2000 V12

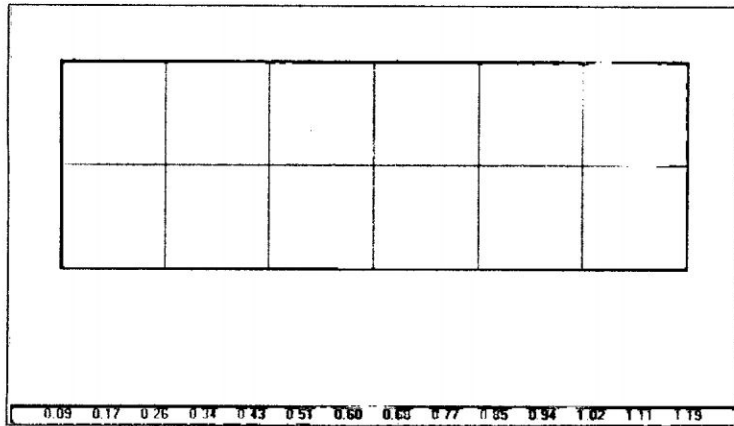


Figura 23. Esfuerzos por cortadura en los muros de adobe (eje 1 – 1)

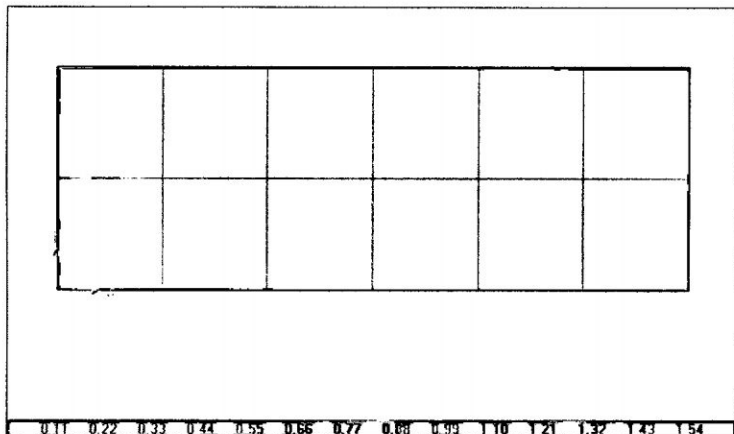


Figura 24. Esfuerzos por cortadura en los muros de adobe (eje 3 – 3)

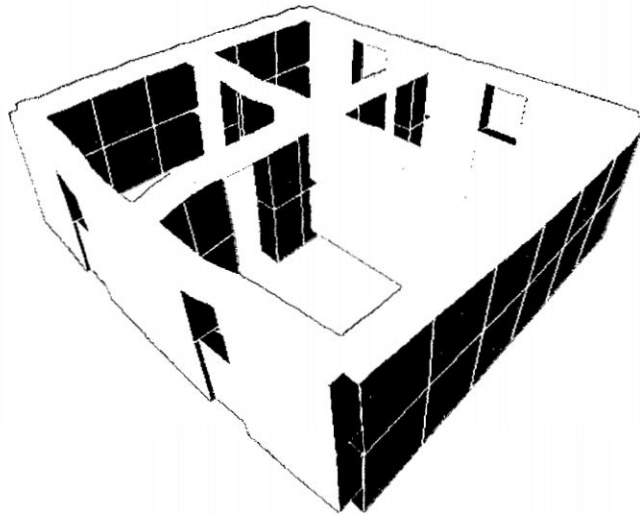


Figura 25. Deformación de los muros en el modelo de vivienda

(Figura 23 y 24) Se ha llegado a comprobar los esfuerzos por cortadura calculadas manualmente y el programa SAP 2000, muestra a lo largo del muro de adobe, que se encuentran dentro del rango; menores a 0.25 kg/cm^2 , que plantea la Norma Técnica de Edificaciones; se observa en los extremos del muro o a partir de los colores amarillos hacia azul considerándose crítico, que puede ocurrir falla del muro por corte o tracción; los cuales son mínimas, de tal manera más la aplicación del sistema de refuerzo con la geomalla asegura la mejor resistencia de la estructura.

(Figura 25) Se observa pequeñas deformaciones donde existen los vanos como puertas y ventanas, si fuera necesario requiere atención o mayor reforzamiento con el sistema estructural o doble cubierta con la geomalla. En tal sentido el sistema de refuerzo estructural con geomalla y viga collar de madera; como refuerzo vertical y horizontal, proporciona mayor esfuerzo por cortadura y flexión, buen confinamiento estructural; asimismo la viga collar rigidiza la edificación y distribuye uniformemente la carga del techo, finalmente para garantizar la sismoresistencia de la vivienda.

4.1.7 ESTRUCTURAS DE MADERA

4.1.7.1 DIMENSIONAMIENTO DE MATERIALES

a. Eternit rojo Gran Onda

- Longitud 2.44 m.
- Ancho 1.097 m.
- Espesor 5.00 mm.
- Peso aproximado 26.30 Kg.

Medidas útiles:

- Longitud 2.30 m.
- Ancho 1.05 m.
- Área 2.41 m².

b. Cumbreira articulada ondulada

- Longitud 1.097 m.
- Ancho 0.30 m.
- Espesor 5.00 mm.
- Peso aproximado 4.00 Kg.

c. Madera según la Norma E.010

Aplicables para elementos a flexión, tracción o compresión en la dirección a las fibras.

d. Esfuerzos admisibles (Kg/cm²)

Nota:

- Para los esfuerzos admisibles en compresión deberán considerarse los efectos de pandeo.
- Los esfuerzos de tracción no a esta metodología, habiéndose considerado los esfuerzos admisibles como un 70% de los correspondientes a flexión.
- Las estructuras de madera, en la práctica mundialmente establecida, se diseñan por métodos de esfuerzos admisibles, reducido la resistencia, en vez de incrementar las cargas.

Cuadro 12. Grupo de madera según propiedades mecánicas de la madera.

GRUPO	FLEXION fm	TRACCION Ft	COMPRESION Paralela fc	COMPRESION Perpendicular fc	CORTE Paralelo
A	210	145	145	40	15
B	150	105	110	28	12
C	100	75	80	15	8

Cuadro 13. Grupo de madera según densidad básica y módulo de elasticidad.

GRUPO	Densidad básica Gr/cm3	Módulo de Elasticidad E (mínimo) Kg/cm2	Módulo de Elasticidad E (promedio) Kg/cm2
A	≥ 0.71	95,000	130,000
B	0.56 A 0.70	75,000	100,000
C	0.40 A 0.55	55,000	90,000

4.1.7.2 DISEÑO DE MADERA

En conformidad a esta norma, deberá hacerse para cargas de servicio o sea usando el método de esfuerzos admisibles.

Módulo de elasticidad: En general deberá usarse los módulos indicados como E mínimo. El valor E promedio, podría utilizarse solo cuando exista una acción de conjunto garantizado, como en el caso de muros entramados, viguetas y entramados.

i. DEFLEXIONES ADMISIBLES

- Para cargas permanentes más sobrecarga de servicio en edificaciones con cielo raso de yeso se permite una deflexión de L/300. Sin cielo raso de yeso L/250.
- Para techos inclinados y edificaciones industriales L/200.
- Para sobre cargas de servicio en todo tipo de edificaciones L/350 o 13 mm como máximo.

ii.- CARGAS ADMISIBLES EN ELEMENTOS SOMETIDOS A TRACCION AXIAL

Elementos sometidos a esfuerzos combinados de flexión y tracción

$$\frac{N}{Aft} + \frac{|M|}{Zfm} < 1$$

Dónde:

- N Carga aplicada
- M Valor absoluto del momento flector máximo en el elemento
- A Área de la sección
- Z Modulo de sección con respecto al eje alrededor del cual se produce la flexión.
- ft Esfuerzo admisible en tracción
- fm Esfuerzo admisible en flexión

iii. **CARGAS ADMISIBLES EN ELEMENTOS SOMETIDOS A COMPRESION Y FLEJO COMPRESION**

$$P = \frac{EI\pi^2}{(KL)^2}$$

Donde:

- P Carga admisible a compresión
- E Modulo de elasticidad
- K Factor de longitud de acuerdo al apoyo
- L Longitud del elemento sometido a compresión.
- I Momento de inercia de la sección.

4.1.8 DISEÑO DE LAS CORREAS

- i. Dimensiones utilizadas:
 - Longitud total 8.90 m
 - Sección de pre dimensión 2"x3"
 - Espaciamiento 1.07 m
 - Peso específico madera 700 Kg/m³
 - Considerando una viga continua.

- ii. Cargas consideradas
 - Peso propio de la madera clase "C" cuyo peso específico es 700 Kg/m³ para una sección de 2"x3"
 - Peso de la plancha de eternit 26.30 Kg por plancha
 - Peso del operario 70 Kg
 - Fuerza que genera el viento 70 Kg/m² horizontal RNE (vertical 20 Kg/m²)
 - Carga distribuida w=40 Kg/m.

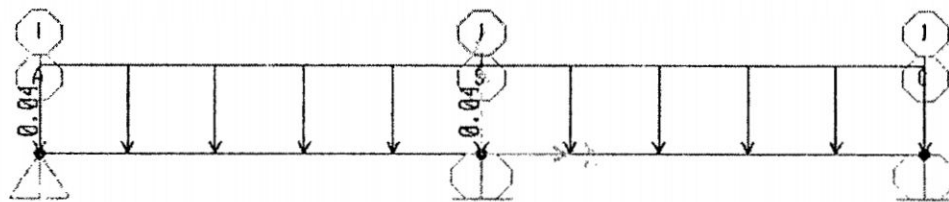


Figura 26. Carga distribuida $w=40$ Kg/m

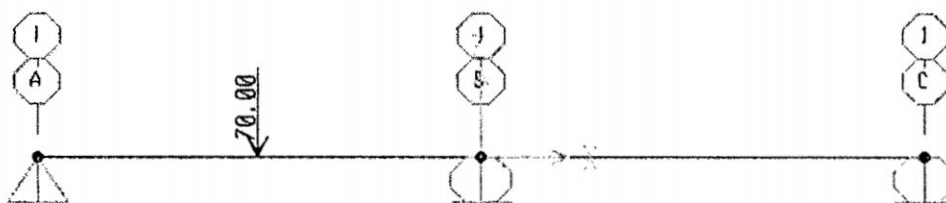


Figura 27. Carga concentrada $P=70.00$ Kg

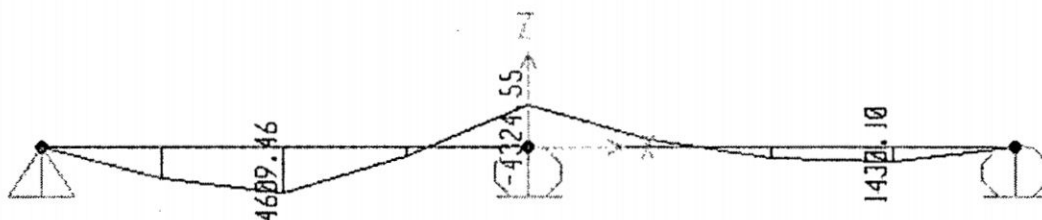


Figura 28. Diagrama de momentos flectores
Momento máximo = 4609.46 Kg-cm

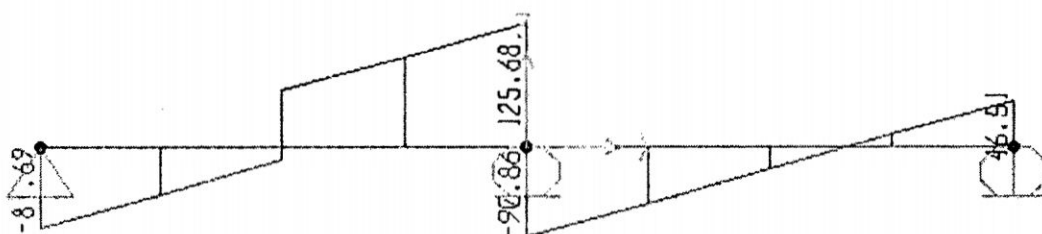


Figura 29. Diagrama de Fuerza Cortante
Cortante máximo = 125.68 Kg

iii. Diseño por tensiones

$$\sigma = \frac{Mc}{I}$$

Donde:

- σ Esfuerzo a la tensión. 100 Kg/cm²
 M Momento máximo de flexión 4,609.46 Kg-cm
 c Fibra de mayor tensión $h/2$
 I Momento de inercia de la sección

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

- b Base de la sección de correa, sea $h/2$
 h Altura de la sección, h

iv. Verificación por cortadura

$$\tau = \frac{3V}{2bh}$$

Donde

- τ Tension por cortadura, máximo recomendado 8 Kgs/cm²
 V Cortante máximo en la estructura 125.68 Kg

Cuadro 14. Resultado del diseño de correas

Momento máximo Kg-cm	Cortante máximo Kg	b cm	h cm	τ Kg/cm ²	τ_c Kg/cm ²
4,609.46	125.68	5.00	7.62	4.95	8.00

Por lo que $\tau < \tau_c$, es aceptable las dimensiones a utilizar.

4.1.9 DISEÑO DE TECHO Y LA ARMADURA PRINCIPAL

Los techos deberán en lo posible ser livianos, distribuyendo su carga en la mayor cantidad posible de muros, evitando concentraciones de esfuerzos en los muros; además, deberán estar adecuadamente fijados a éstos a través de la viga solera. Los techos deberán ser diseñados de tal manera que no produzcan en los muros, empujes laterales que provengan de las cargas gravitacionales.

En general, los techos livianos no pueden considerarse como diafragmas rígidos y por tanto no contribuyen a la distribución de fuerzas horizontales entre los muros. La distribución de las fuerzas de sismo se hará por zonas de influencia sobre cada muro longitudinal, considerando la propia masa y las fracciones pertinentes de las masas de los muros transversales y la del techo.

En el caso de utilizar tijerales, el sistema estructural del techado deberá garantizar la estabilidad lateral de los tijerales.

En los techos de las construcciones se deberá considerar las pendientes, las características de impermeabilidad, aislamiento térmico y longitud de los aleros de acuerdo a las condiciones climáticas de cada lugar.

4.1.9.1 PREDIMENSIONAMIENTO DE LA ARMADURA PRINCIPAL

- Longitud de la base = 8.84m.
- Dimensión entre cada montante o tirantillo vertical = 1.10m. se colocaron de acuerdo a las correas que se encuentran distribuidas dependiendo a la longitud de las planchas de eternit de tipo Gran Onda.
- Altura de la armadura = 1.50 m. de acuerdo a la norma se consideró según los cálculos la inclinación adecuada de 25°, para viviendas en zonas lluviosas tal como muestra el siguiente cuadro (Manual de eternit):

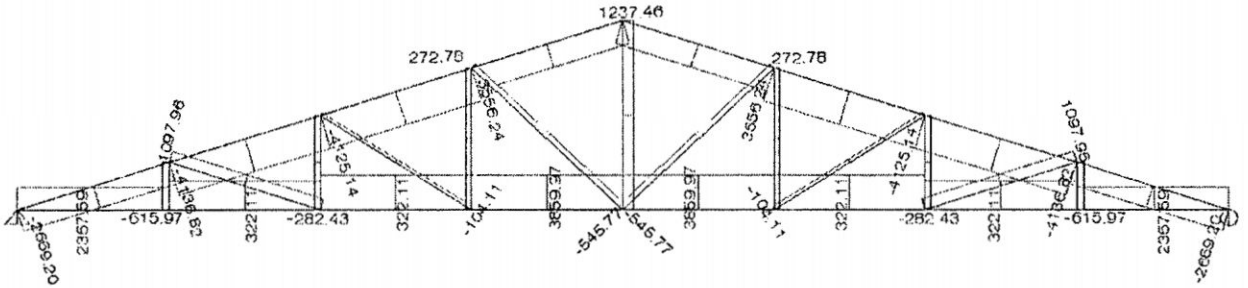
Cuadro 15. Pendiente e inclinación para las coberturas con eternit

ZONA	PENDIENTE MÍNIMA	INCLINACIÓN MÍNIMA
Sin lluvia	12%	7°
Lluvias moderadas	30%	17°
Lluviosas	45%	25°

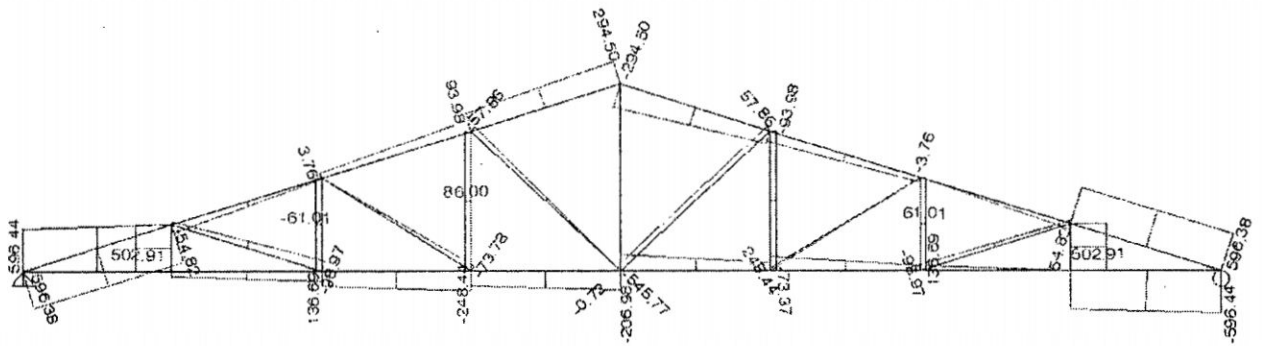
4.1.9.2 DIAGRAMAS Y CÁLCULO DE LAS REACCIONES.- Resultados del SAP

2000, versión 12

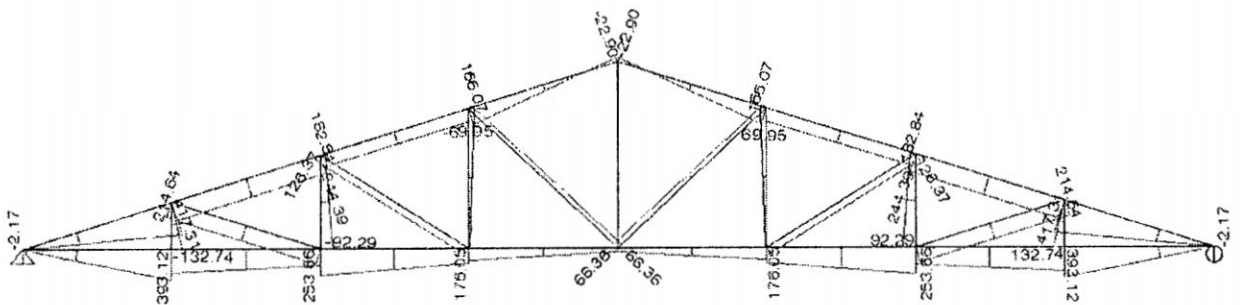
- Figura 30. Fuerzas axiales en cada miembro en Kilogramos fuerza.



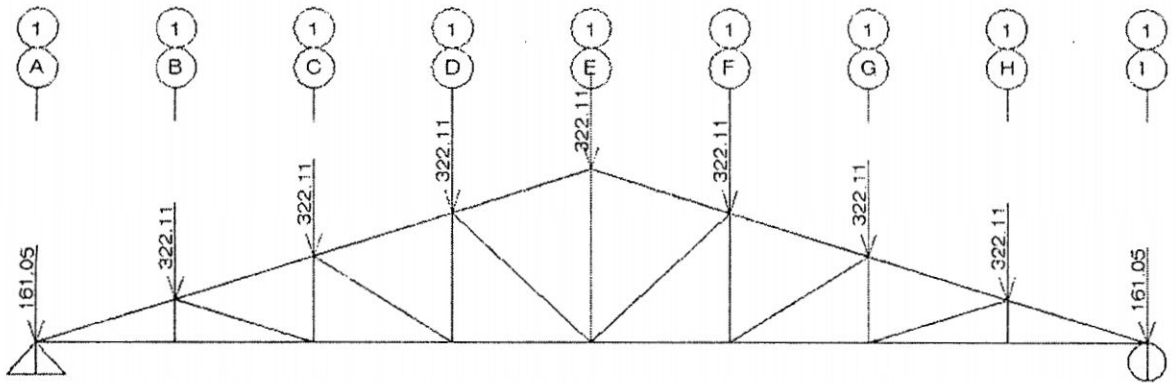
- Figura 31. Fuerzas cortante en kilogramos fuerza



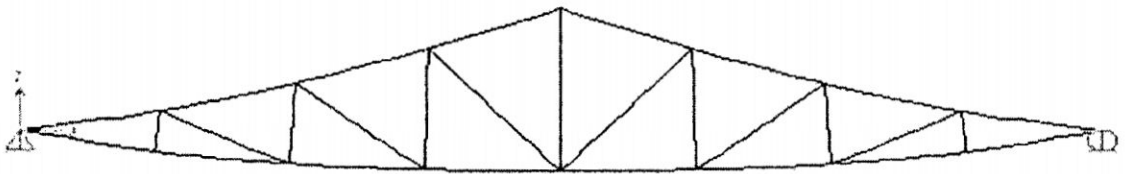
- Figura 32. Momento flexor en metros-kilogramos fuerza.



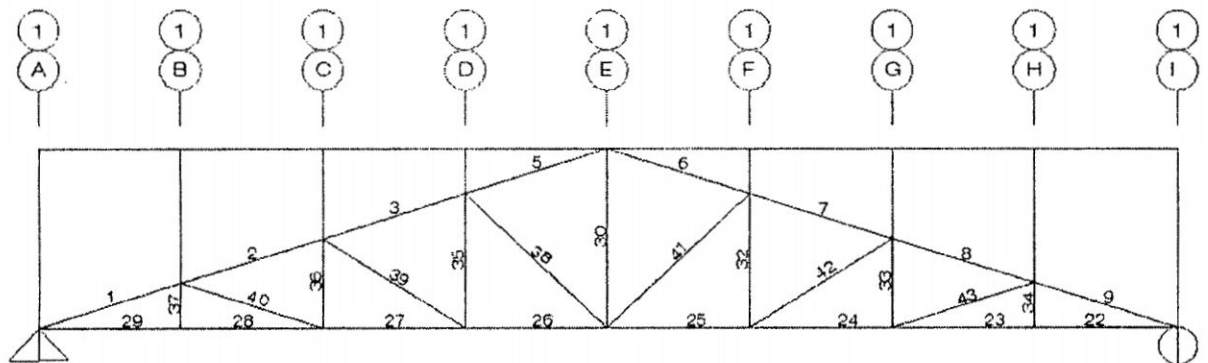
- Figura 33. Carga vertical aplicada en cada nudo, en kilogramos fuerza.



- Figura 34. Deformación de la estructura.



- Figura 35. Representación de las barras en la armadura



- i. Cuadro 16. Cálculo de las reacciones, desarrolladas con el software SAP 2000 v. 12.

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m
18	COMB1	Combination	-3.565E-11	0	2126.72	0	0	0
20	COMB1	Combination	0	0	2126.72	0	0	0

Observamos que las reacciones en cada apoyo corresponden a 2,126.72 Kg.

- ii. Cuadro 17. Cálculo de deformaciones (SAP 2000 V 12)

Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	m	m	M	Radians	Radians	Radians
6	COMB1	Combination	0.00024	0	-0.000504	0	-0.000431	0
9	COMB1	Combination	0.000211	0	-0.00079	0	-0.000246	0
12	COMB1	Combination	0.000171	0	-0.000918	0	-0.000097	0
16	COMB1	Combination	0.000132	0	-0.000943	0	7.405E-19	0
18	COMB1	Combination	0	0	0	0	0.000594	0
19	COMB1	Combination	0.000132	0	-0.000928	0	7.725E-19	0
20	COMB1	Combination	0.000264	0	0	0	-0.000594	0
29	COMB1	Combination	0.000096	0	-0.000916	0	-0.000064	0
30	COMB1	Combination	0.00009	0	-0.000791	0	-0.000205	0
31	COMB1	Combination	0.000134	0	-0.000506	0	-0.000411	0
32	COMB1	Combination	0.000167	0	-0.000916	0	0.000064	0
33	COMB1	Combination	0.000174	0	-0.000791	0	0.000205	0
34	COMB1	Combination	0.00013	0	-0.000506	0	0.000411	0
35	COMB1	Combination	0.000093	0	-0.000918	0	0.000097	0
38	COMB1	Combination	0.000053	0	-0.00079	0	0.000246	0
40	COMB1	Combination	0.000024	0	-0.000504	0	0.000431	0

En este caso nos interesa, el desplazamiento del punto medio denominado por el programa como NODO 16, el cual corresponde a 0.943 mm.

Comprobado con el permisible, publicado en el RNC de $8/270=29.63$ mm; significa que la estructura en diseño por cargas verticales, es mucho menor, o sea 0.943 mm es menor que 29.63 mm.

iii. Cuadro 18. Cálculo de las fuerzas internas y momento flector, en cada miembro (SAP 2000 v 12).

Frame Text	Joint Text	Output Text	Case Text	CaseType Text	F1 Kgf	F2 Kgf	F3 Kgf	M1 Kgf-m	M2 Kgf-m	M3 Kgf-m	FrameElem Text
1	18	COMB1	Combination	Combination	2367.59	0	1369.24	0	2.92	0	22
1	34	COMB1	Combination	Combination	-2367.59	0	-1307.83	0	-523.05	0	22
2	34	COMB1	Combination	Combination	3930.06	0	1292.62	0	283.95	0	23
2	33	COMB1	Combination	Combination	-3930.06	0	-1231.22	0	-307.36	0	23
3	33	COMB1	Combination	Combination	3945.97	0	1203.06	0	230.76	0	24
3	32	COMB1	Combination	Combination	-3945.97	0	-1141.66	0	-171.43	0	24
4	32	COMB1	Combination	Combination	3463.37	0	841.19	0	211.26	0	25
4	19	COMB1	Combination	Combination	-3463.37	0	-779.79	0	31.99	0	25
5	19	COMB1	Combination	Combination	3463.37	0	-779.79	0	-31.99	0	26
5	29	COMB1	Combination	Combination	-3463.37	0	841.19	0	-211.26	0	26
6	29	COMB1	Combination	Combination	3945.97	0	-1141.66	0	171.43	0	27
6	30	COMB1	Combination	Combination	-3945.97	0	1203.06	0	-230.76	0	27
7	30	COMB1	Combination	Combination	3930.06	0	-1231.22	0	307.36	0	28
7	31	COMB1	Combination	Combination	-3930.06	0	1292.62	0	-283.95	0	28
8	31	COMB1	Combination	Combination	2367.59	0	-1307.83	0	523.05	0	29
8	20	COMB1	Combination	Combination	-2367.59	0	1369.24	0	-2.92	0	29
22	20	COMB1	Combination	Combination	2367.59	0	596.44	0	2.92	0	1
22	6	COMB1	Combination	Combination	-2367.59	0	-537.86	0	493.34	0	1
23	6	COMB1	Combination	Combination	2870.5	0	-78.11	0	-325.93	0	2
23	9	COMB1	Combination	Combination	-2870.5	0	136.69	0	231.96	0	2
24	9	COMB1	Combination	Combination	3995.07	0	-189.86	0	-319.31	0	3
24	12	COMB1	Combination	Combination	-3995.07	0	248.44	0	127.55	0	3
25	12	COMB1	Combination	Combination	3859.97	0	-148.4	0	-222.18	0	4
25	16	COMB1	Combination	Combination	-3859.97	0	206.98	0	66.69	0	4
26	16	COMB1	Combination	Combination	3859.97	0	206.98	0	-66.69	0	5
26	35	COMB1	Combination	Combination	-3859.97	0	-148.4	0	222.18	0	5
27	35	COMB1	Combination	Combination	3995.07	0	248.44	0	-127.55	0	6
27	38	COMB1	Combination	Combination	-3995.07	0	-189.86	0	319.31	0	6
28	38	COMB1	Combination	Combination	2870.5	0	136.69	0	-231.96	0	7
28	40	COMB1	Combination	Combination	-2870.5	0	-78.11	0	325.93	0	7
29	40	COMB1	Combination	Combination	2367.59	0	-537.86	0	-493.34	0	8
29	18	COMB1	Combination	Combination	-2367.59	0	596.44	0	-2.92	0	8
30	16	COMB1	Combination	Combination	1.031E-12	0	-1163.82	0	6.068E-13	0	9
30	19	COMB1	Combination	Combination	-1.03E-12	0	1237.46	0	6.984E-13	0	9
32	12	COMB1	Combination	Combination	86	0	-217.55	0	-17.61	0	10
32	29	COMB1	Combination	Combination	-86	0	272.78	0	88.56	0	10
33	9	COMB1	Combination	Combination	-65.01	0	282.43	0	-116.94	0	11
33	30	COMB1	Combination	Combination	65.01	0	-245.61	0	81.19	0	11
34	6	COMB1	Combination	Combination	-502.91	0	615.97	0	-167.4	0	12
34	31	COMB1	Combination	Combination	502.91	0	-597.56	0	29.1	0	12
35	35	COMB1	Combination	Combination	-86	0	-217.55	0	17.61	0	13
35	32	COMB1	Combination	Combination	86	0	272.78	0	-88.56	0	13
36	38	COMB1	Combination	Combination	65.01	0	282.43	0	116.94	0	14
36	33	COMB1	Combination	Combination	-65.01	0	-245.61	0	-81.19	0	14
37	40	COMB1	Combination	Combination	502.91	0	615.97	0	167.4	0	15
37	34	COMB1	Combination	Combination	-502.91	0	-597.56	0	-29.1	0	15
38	16	COMB1	Combination	Combination	-396.61	0	374.93	0	-83.09	0	16
38	32	COMB1	Combination	Combination	396.61	0	-294.42	0	48.73	0	16
39	35	COMB1	Combination	Combination	-49.09	0	117.52	0	-112.24	0	17
39	33	COMB1	Combination	Combination	49.09	0	-48.33	0	157.79	0	17
40	38	COMB1	Combination	Combination	1059.56	0	-229.26	0	-204.29	0	18
40	34	COMB1	Combination	Combination	-1059.56	0	290.66	0	268.21	0	18
41	16	COMB1	Combination	Combination	396.61	0	374.93	0	83.09	0	19
41	29	COMB1	Combination	Combination	-396.61	0	-294.42	0	-48.73	0	19
42	12	COMB1	Combination	Combination	49.09	0	117.52	0	112.24	0	20
42	30	COMB1	Combination	Combination	-49.09	0	-48.33	0	-157.79	0	20
43	9	COMB1	Combination	Combination	-1059.56	0	-229.26	0	204.29	0	21
43	31	COMB1	Combination	Combination	1059.56	0	290.66	0	-268.21	0	21

iv. Cuadro 19. Resultado de fuerzas cortante, axial y momento flector en cada miembro de la armadura (SAP 2000 v 12)

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	M	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Text	m
1	0	COMB1	Combination	-2669.2	-596.38	0	0	0	2.92	1-1	0
1	0.9172	COMB1	Combination	-2650.79	-537.8	0	0	0	523.05	1-1	0.9172
2	0	COMB1	Combination	-4136.82	-54.82	0	0	0	283.95	2-1	0
2	0.4586	COMB1	Combination	-4127.61	-25.53	0	0	0	302.37	2-1	0.4586
2	0.9172	COMB1	Combination	-4118.41	3.76	0	0	0	307.36	2-1	0.9172
3	0	COMB1	Combination	-4125.14	35.4	0	0	0	230.76	3-1	0
3	0.4586	COMB1	Combination	-4115.94	64.69	0	0	0	207.81	3-1	0.4586
3	0.9172	COMB1	Combination	-4106.73	93.98	0	0	0	171.43	3-1	0.9172
4	0	COMB1	Combination	-3556.24	235.92	0	0	0	211.26	4-1	0
4	0.4586	COMB1	Combination	-3547.04	265.21	0	0	0	96.35	4-1	0.4586
4	0.9172	COMB1	Combination	-3537.83	294.5	0	0	0	-31.99	4-1	0.9172
5	0	COMB1	Combination	-3537.83	-294.5	0	0	0	-31.99	5-1	0
5	0.4586	COMB1	Combination	-3547.04	-265.21	0	0	0	96.35	5-1	0.4586
5	0.9172	COMB1	Combination	-3556.24	-235.92	0	0	0	211.26	5-1	0.9172
6	0	COMB1	Combination	-4106.73	-93.98	0	0	0	171.43	6-1	0
6	0.4586	COMB1	Combination	-4115.94	-64.69	0	0	0	207.81	6-1	0.4586
8	0	COMB1	Combination	-2650.79	537.8	0	0	0	523.05	8-1	0
8	0.4586	COMB1	Combination	-2659.99	567.09	0	0	0	269.7	8-1	0.4586
8	0.9172	COMB1	Combination	-2669.2	596.38	0	0	0	2.92	8-1	0.9172
22	0	COMB1	Combination	2367.59	-596.44	0	0	0	-2.92	22-1	0
22	0.4375	COMB1	Combination	2367.59	-567.15	0	0	0	251.62	22-1	0.4375
22	0.875	COMB1	Combination	2367.59	-537.86	0	0	0	493.34	22-1	0.875
23	0	COMB1	Combination	2870.5	78.11	0	0	0	325.93	23-1	0
23	0.4375	COMB1	Combination	2870.5	107.4	0	0	0	285.35	23-1	0.4375
23	0.875	COMB1	Combination	2870.5	136.69	0	0	0	231.96	23-1	0.875
24	0	COMB1	Combination	3995.07	189.86	0	0	0	319.31	24-1	0
24	0.4375	COMB1	Combination	3995.07	219.15	0	0	0	229.84	24-1	0.4375
24	0.875	COMB1	Combination	3995.07	248.44	0	0	0	127.55	24-1	0.875
25	0	COMB1	Combination	3859.97	148.4	0	0	0	222.18	25-1	0
25	0.4375	COMB1	Combination	3859.97	177.69	0	0	0	150.84	25-1	0.4375
25	0.875	COMB1	Combination	3859.97	206.98	0	0	0	66.69	25-1	0.875
26	0	COMB1	Combination	3859.97	-206.98	0	0	0	66.69	26-1	0
26	0.4375	COMB1	Combination	3859.97	-177.69	0	0	0	150.84	26-1	0.4375
26	0.875	COMB1	Combination	3859.97	-148.4	0	0	0	222.18	26-1	0.875
27	0	COMB1	Combination	3995.07	-248.44	0	0	0	127.55	27-1	0
27	0.4375	COMB1	Combination	3995.07	-219.15	0	0	0	229.84	27-1	0.4375
27	0.875	COMB1	Combination	3995.07	-189.86	0	0	0	319.31	27-1	0.875
28	0	COMB1	Combination	2870.5	-136.69	0	0	0	231.96	28-1	0
34	0	COMB1	Combination	-615.97	502.91	0	0	0	167.4	34-1	0
34	0.1375	COMB1	Combination	-606.77	502.91	0	0	0	98.25	34-1	0.1375
34	0.275	COMB1	Combination	-597.56	502.91	0	0	0	29.1	34-1	0.275
36	0	COMB1	Combination	-282.43	-65.01	0	0	0	-116.94	36-1	0
36	0.275	COMB1	Combination	-264.02	-65.01	0	0	0	-99.07	36-1	0.275
36	0.55	COMB1	Combination	-245.61	-65.01	0	0	0	-81.19	36-1	0.55
37	0	COMB1	Combination	-615.97	-502.91	0	0	0	-167.4	37-1	0
37	0.1375	COMB1	Combination	-606.77	-502.91	0	0	0	-98.25	37-1	0.1375
37	0.275	COMB1	Combination	-597.56	-502.91	0	0	0	-29.1	37-1	0.275
38	0	COMB1	Combination	-545.77	-0.72	0	0	0	83.09	38-1	0
38	0.6013	COMB1	Combination	-518.16	28.57	0	0	0	74.71	38-1	0.6013
38	1.2026	COMB1	Combination	-490.54	57.86	0	0	0	48.73	38-1	1.2026
39	0	COMB1	Combination	-104.11	-73.37	0	0	0	112.24	39-1	0
39	0.51675	COMB1	Combination	-85.7	-44.08	0	0	0	142.58	39-1	0.51675
39	1.0335	COMB1	Combination	-67.29	-14.79	0	0	0	157.79	39-1	1.0335
40	0	COMB1	Combination	1079.55	-98.97	0	0	0	204.29	40-1	0
40	0.4586	COMB1	Combination	1088.76	-69.68	0	0	0	242.97	40-1	0.4586
41	1.2026	COMB1	Combination	-490.54	57.86	0	0	0	48.73	41-1	1.2026
42	0	COMB1	Combination	-104.11	-73.37	0	0	0	112.24	42-1	0
42	0.51675	COMB1	Combination	-85.7	-44.08	0	0	0	142.58	42-1	0.51675
42	1.0335	COMB1	Combination	-67.29	-14.79	0	0	0	157.79	42-1	1.0335
43	0	COMB1	Combination	1079.55	-98.97	0	0	0	204.29	43-1	0
43	0.4586	COMB1	Combination	1088.76	-69.68	0	0	0	242.97	43-1	0.4586
43	0.9172	COMB1	Combination	1097.96	-40.4	0	0	0	268.21	43-1	0.9172

v. Resultados numéricos del cálculo.

- La barra Nro. 2 es la que soporta mayores cargas de trabajo; tenemos:
Fuerza axial a compresión de 4,127 Kg.
Momento flector de 307.36 m-Kg.
Fuerza cortante perpendicular 54.82 Kg.
- La barra nro. 01 soporta:
Fuerza axial a compresión de 2,669.20 Kg.
Momento flector de 523.05 Kg.
Fuerza cortante perpendicular 596.38 Kg.

4.1.9.3 CALCULO DE LA SECCION POR FLEXO COMPRESION

Verificación de la carga admisible:

$$P = \frac{EI\pi^2}{(KL)^2}$$

P Carga admisible a compresión 4,127 Kg.

E Modulo de elasticidad para la madera 55,000 Kg/cm²

K Factor de longitud de acuerdo al apoyo 1.00 para apoyos fijos o articulados

L Longitud del elemento sometido a compresión. 91.72 cm.

$$4,127 = \frac{55,000I\pi^2}{(1 \times 91.72)^2}$$

$$I = 63.958 \text{ cm}^4$$

Sea $3b=h$ en la sección del elemento de la armadura, por lo tanto:

$$h = \sqrt[4]{36xI} \text{ cm}$$

$$h = 6.927 \text{ cm}$$

$$b = 2.300 \text{ cm}$$

4.1.9.4 VERIFICACION POR COMPRESION

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

De acuerdo a los resultados obtenidos verificamos el esfuerzo por compresión.

$$\sigma = \frac{4127}{6.927 \times 2.300}$$

$$\sigma = 259.04 \text{ Kg/cm}^2$$

Este valor supera largamente a la recomendación del RNC en esfuerzos a flexo compresión, que deberá ser un máximo de 80 Kg/cm²., significa que debemos incrementar las dimensiones de la sección, por lo tanto asumimos un valor de 12.70 cm x 5.08cm.

$$\sigma = 63.97 \text{ Kg/cm}^2$$

Este valor es menor que el recomendado por el RNC. Por lo tanto es un valor aceptable.

4.1.9.5 VERIFICACION POR CORTANTE.

$$\tau = \frac{3 V}{2 bh}$$

$$\tau = \frac{3}{2} \times \frac{596.38}{12.70 \times 5.08}$$

$$\tau = 13.87 \text{ Kgr/cm}^2$$

El reglamento recomienda un valor máximo de 15 Kg/cm², significa que nos encontramos dentro de los valores recomendados.

Resumen:

Las dimensiones de los pares y tirantes deberán considerar el calculado de: 12.70 cm x 5.08 cm; y en pulgadas corresponde a 5" x 2".

Las dimensiones de los tirantillos y tornapuntas deberán considerarse una sección de 7.62 cm x 5.08 cm; y en pulgadas corresponde a 3" x 2".

4.1.10 DISEÑO DE LA VIGA COLLAR

(Blondet 2003) Una viga collar (también conocida como viga corona, viga de amarre, viga anillo, viga solera o banda sísmica) que amarra los muros formando una estructura tipo caja es uno de los componentes esenciales para la resistencia ante terremotos de la construcción de albañilería portante. Para asegurar el buen comportamiento sísmico de una edificación de adobe, se debe colocar una viga collar continua como un cinturón. La viga collar debe ser fuerte, continua y muy bien amarrada a los muros y debe recibir y soportar el techo.

Podemos suponer que este elemento estructural frente a la acción de la fuerza cortante trabaja a tracción, por lo tanto consideremos la siguiente expresión:

$$A_c = \left(\frac{0.9}{\sqrt{\sigma_c}} \right) H$$

$$A_c = \left(\frac{0.9}{\sqrt{\sigma_c}} \right) H$$

Donde:

A_c	Área del elemento que trabaja a tracción.
σ_c	Esfuerzo a la tracción permisible (100 Kg/cm ²)
H	Fuerza cortante (270 Kg).

Por lo tanto $A_c = 27.20 \text{ cm}^2$.

El área corresponde a una sección rectangular de $b \times h$; considerando que $h = 2b$, tenemos

$$b = 2''$$

$$h = 4''$$

Esto significa que podemos utilizar dos listones, cada uno de una sección de $2'' \times 4''$, o por razones de criterio simétrico se optó las dimensiones de $3'' \times 3''$.

4.1.11 COSTO COMPARATIVO DE VIVIENDA SISMORRESISTENTE Y VIVIENDA TÍPICA

Se extrae de la hoja de presupuestos (Anexo), los costos de construcción de una vivienda sismorresistente, frente a una vivienda típica de adobe, incluye los elementos de confort térmico para ambos casos; cuya diferencia se observa en el (cuadro 20); s/. 5,052.32 n.s; que significa el 18.57% más, el costo de una vivienda sismorresistente, que garantiza la seguridad de la familia durante el sismo, evitando muchas tragedias.

Ítems.	VIVIENDA SISMORRESISTENTE S/.	VIVIENDA TÍPICA S/.
Mano de obra	6,463.47	5,848.78
Materiales	20,347.10	16,057.14
Equipo - Herramientas M.	399.21	251.54
Costo directo	27,209.78	22,157.46
Costo directo Autocons.	20,746.31	16,308.68
Diferencia	5,052.32	
Costo/m2, incluye M.O.	501.56	408.43
Costo/m2, autoconstrucción	382.42	300.62

Cuadro 20. Costos de una vivienda rural sismorresistente y vivienda típica.

4.2 DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LA VIVIENDA MODELO

(Fuentes 2007) Señala que, el diseño de la vivienda como una de las principales necesidades del hombre y centrándose principalmente en su comodidad a llevado al arquitecto a pensar en el buen funcionamiento, por medio de la ciencia llamada antropometría que estudia en concreto las medidas del cuerpo con el fin de establecer diferencia en los individuos. Por tal razón el dimensionamiento de los elementos de la vivienda se hará a partir del estudio espacial conocido como estudio antropométrico, siendo su base principal las medidas del hombre en cada una de sus diferentes posiciones y así también algunos factores relacionados con cada espacio entre los que se encuentran.

Condiciones de uso del espacio. Cada uno de estos factores determinaran una serie de requerimientos específicos para el funcionamiento de una vivienda y al combinarlos determinan rangos y límites de dimensiones que un espacio debe cumplir.

4.2.1 ELEMENTOS DE LA ANTROPOMETRÍA

a.- Dimensiones antropométricas

(Fuentes 2007) Son aquellas dimensiones físicas requeridas para ejercer un movimiento o serie de movimientos y así poder realizar una actividad, por tal razón se han estimado cuatro posiciones fundamentales del cuerpo humano: sentado, acostado, agachado y de pie (Figura 36).

Para un mejor análisis de diferentes posiciones, se ha determinado que las dimensiones antropométricas se dividen en dimensiones estructurales y dimensiones funcionales (Fuentes 2007).

Dimensiones estructurales.- Son aquellas dimensiones que se relacionan con el cuerpo humano en posiciones definidas y estáticas correspondiente a medidas estándares ya definidas tomando como patrón al hombre latinoamericano.

Dimensiones funcionales.- Son aquellas dimensiones que se relacionan al cuerpo cuando este adopta una serie posiciones, a medida que realiza diferentes actividades, es decir el cuerpo en estado dinámico. Mediante la unión de las dimensiones estructurales y funcionales se puede establecer las dimensiones necesarias para realizar diferentes actividades en conjunto con el mobiliario.

b.- Dimensiones del mobiliario

El mobiliario desempeña un papel muy importante en la vivienda, ya que sirven de auxiliar y apoyo dentro de las diferentes actividades que se realizan dentro de ella; el mobiliario en conjunto con el cuerpo humano define las áreas circulaciones más importantes para la realización de las diferentes actividades (Fonseca 2003).

c.- Condiciones de uso del espacio

Este factor depende de la condición requerida por el hombre en cada espacio, de acuerdo a la función y la actividad a realizarse; para tal condición se estimara un número de personas dentro del espacio en condiciones cómodas de uso, el mobiliario y el horario de uso del espacio. Con la descripción de estas condiciones, se determinaran características generales que deberá cumplir cada espacio de la vivienda, para la cómoda ejecución de las diferentes actividades en conjunto con el mobiliario y el uso de esta.

Otros factores muy importantes que se deben tomar en cuenta para el buen funcionamiento de la vivienda:

Dimensionamiento de puertas

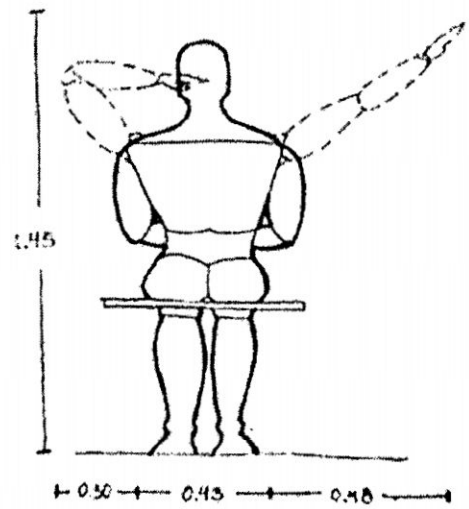
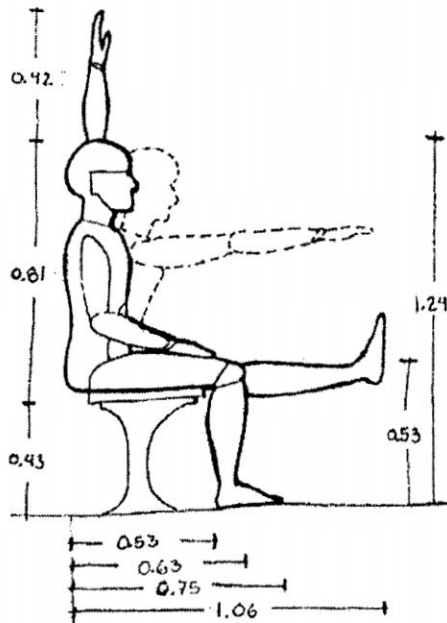
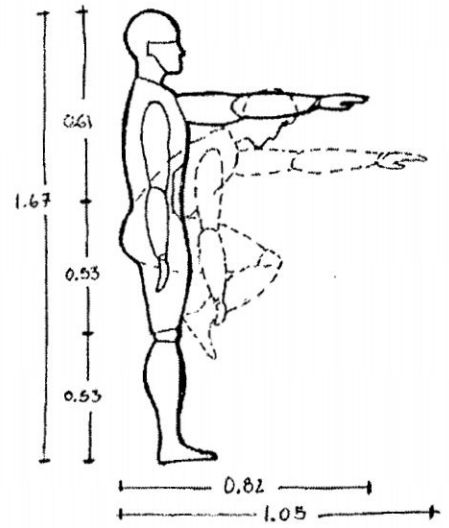
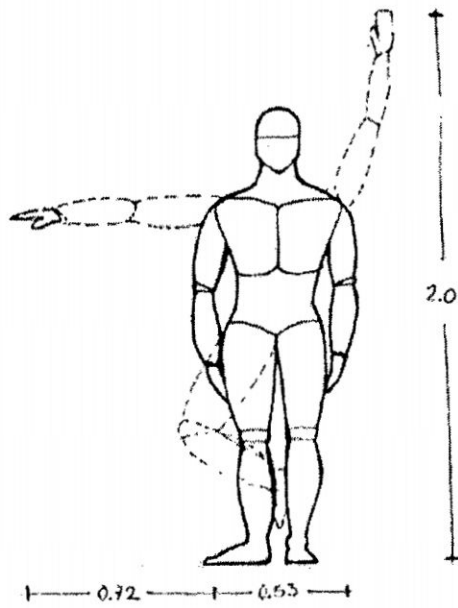
Este se determinara de tal manera que permita realizar las actividades que se desarrollan a través de ellas, estableciendo así variables que dependerán del espacio a utilizar, tomando en cuenta principalmente el ancho de puerta (Fonseca 2003).

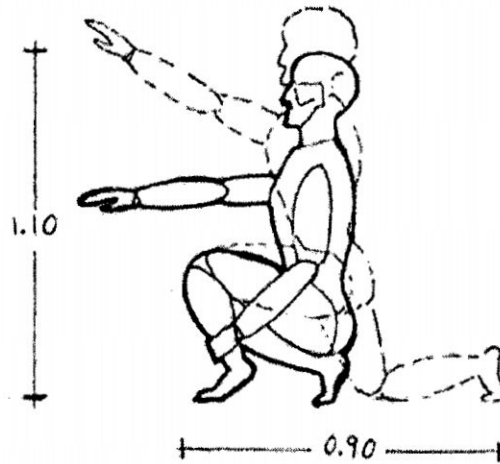
d. Iluminación y ventilación

(Fonseca 2003) El objetivo de estos requerimientos es el de lograr condiciones que satisfactorias e higiénicas en los ambientes de la vivienda; para satisfacer las necesidades mínimas de ventilación e iluminación, es necesario establecer:

- **Altura mínima del espacio:** la altura mínima dentro del espacio, independiente de la solución derecho.
- **Área mínima de ventana:** para esta en necesario conocer el comportamiento de los fenómenos meteorológicos como la humedad relativa, la temperatura, los vientos y el asoleamiento.
- **Dimensión del alero:** con el fin de controlar la temperatura y humedad relativa dentro del espacio.

Figura 36. Esquemas Antropométricos





Según la Norma Técnica A. 010 del RNE, existe condiciones generales de diseño:

Artículo 21.- Las dimensiones de los ambientes de las edificaciones deben ser suficientes para:

- a) Realizar las funciones para las que son destinados.
- b) Albergar al número de personas propuesto para realizar dichas funciones.
- c) Tener el volumen de aire requerido por ocupante y garantizar su renovación natural o artificial.
- d) Permitir la circulación de las personas así como su evacuación en casos de emergencia.
- e) Distribuir el mobiliario o equipamiento previsto.
- f) Contar con iluminación natural o artificial suficiente.

Artículo 22.- Los ambientes con techos horizontales, tendrán una altura mínima de piso terminado a cielo raso de 2.30 m. Las partes más bajas de los techos inclinados podrán tener una altura menor.

Artículo 35.- Las dimensiones de los vanos para la instalación de puertas de acceso, comunicación y salida deberán calcularse según el uso de los ambientes a los que sirven y al tipo de usuario que las empleará, cumpliendo los siguientes requisitos:

- a) La altura mínima será de 2.10 m.
- b) Los anchos mínimos de los vanos en que instalarán puertas serán:

Vivienda ingreso principal	0.90 m.
Vivienda habitaciones	0.80 m.
Vivienda baños	0.70 m.

La Norma Técnica A. 020 Vivienda del RNE; señala:

Artículo 5.- Para el cálculo de la densidad habitacional, el número de habitantes de una vivienda, depende del número de dormitorios, según lo siguiente:

Vivienda	Número de Habitantes
De un dormitorio	2
De dos dormitorios	3
De tres dormitorios o más	5

Artículo 7.- Las dimensiones de los ambientes que constituyen la vivienda serán aquellas capaces de permitir el amueblamiento mínimo requerido para la función propuesta, acorde con el número de habitantes de la vivienda. Las dimensiones de los muebles se sustentan en las características antropométricas de las personas que la habitarán.

Para tal efecto de acuerdo a la norma técnica del RNE y (FONSECA 2003), se plantea el siguiente diseño de cada ambiente:

4.2.2 DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LA SALA

Las alternativas para el diseño de la sala dependen de patrones culturales del usuario. Los diseños giran de grupos de muebles que, por su disposición, propician la conversación. Los diseños en espacios mínimos parten de un grupo de amueblado de conversación primario; de ahí en adelante se pueden lograr las combinaciones deseadas entre dos o más grupos de conversación, tal como la ubicación de los sillones o mesas de centro y además anexar radios, televisores, etc.

El paso de una persona por detrás de los muebles es de 0.60 a 0.90m. Por lo que se considera dimensiones mínimas de la sala, de acuerdo a la norma técnica del RNE; mínimo 9m², para lo cual la vivienda objeto del proyecto tiene un área de 9.50m², aceptable para 3 a 5 personas ocupantes de la casa.

Se recomienda en este caso, orientar la sala del este al oeste pasando por el sur; en este local toma gran importancia los conceptos de luz, textura, color, etc., para lograr espacios agradables.

Asimismo se recomienda dimensionar puertas o vanos para viviendas rurales en zona alta, menores a la que la norma plantea debido a que, el clima es muy agresivo, afectando la temperatura interna de la vivienda.

4.2.3 DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LA COCINA – COMEDOR

La cocina no es solamente un local de trabajo especializado, ya que se dan diferentes actividades en este espacio. También se usa para la preparación y conservación de los alimentos, almacenamiento de comida y utensilios.

Es importante que los espacios sean compactos en la distribución de los muebles, sobre todo para el trabajo básico.

La orientación de la cocina debe ser en lo posible, al norte o al noreste y permitir la incidencia directa de los vientos dominantes para una correcta ventilación.

La ventilación es uno de los locales de la habitación que requiere un mayor índice de ventilación.

La iluminación se recomienda que sea directa y dirigida a las zonas de trabajo. Además, debe haber una iluminación general difusa de todo el local, tratando de evitar los espacios sombreados.

El comedor representa un lugar familiar importante por ser donde se reúne la familia para toma alimento. Actualmente, por la diversificación de las actividades familiares, no se usa con tanta frecuencia. Por lo que la cocina es el lugar donde sirve también de comedor.

Para comedores de dimensiones mínimas, en cuyo caso la circulación alrededor de la mesa de 90 cm., se tiene:

Personas	Ancho cm.	Largo cm.	Superficie
4	270	315	8.50 m2.
6	270	370	10.00 m2.
8	270	425	11.50 m2.

Cabe indicar que la cocina comedor del presente proyecto, posee estas dimensiones mínimas, para ocupantes de 3 a 5 personas.

4.2.4 DISEÑO ARQUITECTÓNICO DEL DORMITORIO

Los dormitorios, sirven para realizar otras actividades que requieren de mobiliario específico además de las camas y espacios de guardado de ropa. Estas actividades suelen ser: leer, estar íntimo, vestirse, estudiar, etc. cuya dimensión básica depende del número de camas.

Los principales factores que intervienen en el diseño de los dormitorios se resumen de la siguiente manera:

- a. El número de la familia determina el número de camas y por lo tanto, el número de dormitorios.
- b. La estructura usual de la familia determina que para los padres deberá haber un dormitorio principal y puede ser el más grande.
- c. La edad y el sexo de los hijos determina las agrupaciones en la distribución.

En tal sentido la vivienda en el proyecto posee 2 dormitorios diseñado para 3 personas a 5, por lo que se tiene 2 dormitorios, distribuidos uno para los padres y el otro para los hijos de manera privada.

La orientación de los ambientes, se da de acuerdo a lo que plantea el diseño arquitectónico, para lo cual se realiza el giro y el espejismo del plano para ubicar adecuadamente.

4.3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA VIVIENDA RURAL SISMORRESISTENTE Y SALUDABLE

4.3.1 CONTROL DE CALIDAD

Se debe cumplir los requisitos de calidad y resistencia de materiales y acatar las especificaciones técnicas de diseño y construcción. La falta de control de calidad en la construcción y la ausencia de supervisión técnica ha sido la causa de daños y

colapsos de edificaciones que aparentemente cumplen con las características de o principios de sismorresistencia.

4.3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE ADOBE REFORZADO CON GEOMALLA

Las Especificaciones Técnicas del Módulo de Adobe Reforzado con Geomalla” han sido redactadas de acuerdo a las recomendaciones técnicas de la norma E.80 Adobe, normas vigentes del Reglamento Nacional de Construcciones y los estudios de investigación realizados por la PUCP en el tema de refuerzo de estructuras con mallas sintéticas.

Para la descripción de los trabajos a realizar se ha tomado como referencia la información existente en la cartilla: “Construcción de casas saludables y sismorresistentes de adobe reforzado con geomallas”, editado por el fondo editorial de la PUCP, con la participación de CARE Perú, SENCICO y el MVCS.

4.3.2.1 TRABAJOS PRELIMINARES

▪ LIMPIEZA DE TERRENO

Descripción.- Se refiere a la provisión de mano de obra y herramientas para la limpieza del área de trabajo antes de iniciar el proceso de trazado y excavación. Deberán ser retirados todas las hierbas, arbustos, montículos para dejar debidamente limpio y perfilado el terreno.

Método de construcción.- Esta partida se efectuará con herramientas manuales, lampas, picos, barretas, carretillas con llanta neumática u otras. Se deberán eliminar las hierbas y arbustos desde sus raíces, lo montículos serán eliminados y todo el material resultante será acarreado hasta los lugares desde donde serán finalmente eliminados. El terreno deberá quedar sustancialmente limpio y debidamente perfilado, para proceder al trazado.

Medición.- Esta partida será medida por m².

▪ **TRAZO Y REPLANTEO**

Descripción.- Consiste en la provisión de personal técnico, mano de obra, materiales y herramientas para la ubicación y medida de todos los elementos indicados en los planos, sus linderos y establecer normas y señales de referencia.

Es importante indicar para la ubicación, que el terreno debe ser de una topografía no inclinada, libre de deslizamientos, huaycos, libre de humedad y el insitu de la construcción debe ser bien nivelado y compacto.

Método de ejecución.- Los ejes deben ser fijados en el terreno mediante estacas, balizas o tarjetas; para posteriormente realizar el pintado de las líneas con yeso.

Medición.- La unidad de medida es por m².

4.3.2.2 MOVIMIENTO DE TIERRA

▪ **EXCAVACIÓN DE ZANJAS**

Descripción.- Este ítem consiste en la excavación de las zanjas para alojar los cimientos de las estructuras que contempla el proyecto de acuerdo a las dimensiones y recomendaciones indicadas en los planos.

Método de construcción.- La excavación se efectuará con el concurso de herramientas manuales, para lo cual previamente se procederá al trazado. El fondo de la zanja de cimentación deberá estar limpio y nivelado, debiéndose retirar todo material suelto. No se permitirá ubicar cimientos sobre material de relleno, suelos no compactos y suelos con presencia de humedad. Debe ser suelo combinado con presencia de arcilla, arena y limo; que estén sueltos y compactos.

Ensayos de Mecánica de Suelos (EMS)

La norma vigente (Norma E 0.50 Suelos y Cimentaciones Art. 1° Capítulo 1; Punto 1.3.1 y 1.3.2) estipula que para una vivienda de un solo piso y que ocupa menos de 500m² en planta no existe la obligación de efectuar el EMS.

Si durante la excavación se encuentran condiciones extraordinarias no previstas como suelos colapsables, basurales antiguos o restos arqueológicos el responsable de obra puede exigir el estudio de mecánica de suelo (EMS). El procedimiento será detenido hasta conseguir la aprobación de la supervisión para seguir la excavación de zanjas. En excavaciones de material suelto, deberá evitar que se produzcan derrumbes, pudiéndose en algunos casos utilizar entibado o tablestacas.

Medición.- Este ítem será medido por m³.

Acarreo de material excavado

Descripción.- El material resultante de las excavaciones, será trasladado hasta un punto que permita su posterior eliminación.

Método de construcción.- Se procederá al acarreo del material excavado, utilizando herramientas manuales y carretillas de llanta neumática. También se deberá emplear tabloncillos para posibilitar el acarreo sobre ellos como plano inclinado. En todo caso se podrá emplear el método más adecuado o proponer la forma más conveniente.

4.3.2.3 OBRAS CONCRETO SIMPLE

Esta especificación se refiere a la obra de construcción de concreto que no lleva armadura metálica. Las características generales para el concreto simple son:

a) Cemento.- Se usará cemento Portland Tipo I. El cemento deberá ser de reciente adquisición, se eliminarán las bolsas que presenten signos de endurecimiento o grumos, se almacenará en lugar seco y bajo techo y deberá cumplir con todas las recomendaciones de la norma ASTM C150.

b) Hormigón.- El hormigón será un material de río o de cantera, compuesta de partículas fuertes y limpias. Estará libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, ácidos, materias orgánicas u otras sustancias perjudiciales. Su granulometría deberá ser uniforme entre las mallas N° 100 como mínimo y de 2" como máximo. El almacenaje del hormigón se efectuará en forma similar a la de los otros agregados. Este material deberá ser procedente de una

cantera de calidad comprobada, debiendo cumplir con las condiciones de granulometría.

c) Agregado fino.- La arena gruesa deberá encontrarse limpia, con los granos resistentes a la abrasión, lustrosa, libre de cantidades perjudiciales de polvo, de materiales orgánicos que permitan cumplir con la Norma Peruana de Concreto.

d) Agregado grueso Como agregado grueso se considera a la piedra o grava rota o fracturada de constitución dura libre de tierra, resistente a la abrasión, deberá cumplir las Normas Peruanas de Concreto.

e) Agua.- Será limpia, sin partículas y libre de cantidades perjudiciales de ácidos, álcalis o sulfatos.

Dosificación.- El diseño de mezclas de concreto deberá satisfacer los requisitos exigidos de resistencia, consistencia y trabajabilidad. Los componentes del concreto serán dosificados dentro de los criterios que establece las Normas Peruanas.

Mezclado.- El mezclado en obra será efectuado a mano o mezcladora de concreto.

Transporte.- El concreto será transportado del punto de producción a su posición final tan pronto como sea posible, con métodos que prevengan la segregación de los componentes y su pérdida.

Colocación.- El concreto será depositado en una operación continua o en capas de tal espesor que ninguna cantidad de concreto se deposite sobre una capa ya endurecida (junta fría). El ritmo de colocación será tal, que el concreto ya depositado que este siendo integrado con concreto fresco, permanezca en estado plástico; el concreto que haya endurecido parcialmente o que haya sido contaminado por sustancias extrañas será eliminado. El concreto será vaciado de una altura lo más corta posible, de tal forma que se evite su segregación.

Consolidación.- La consolidación del concreto se efectuará a mano por medio de una varilla de construcción. El concreto debe ser trabajado hasta la máxima densidad posible, debiendo evitarse las formaciones de las bolsas de aire, de agregados

gruesos o de grumos contra la superficie de los encofrados y de los materiales empotrados en el concreto.

Curado.- El curado del concreto se deberá efectuar tan pronto como sea posible, sin dañar la superficie de concreto y prolongarse por humedecimiento directo e ininterrumpido por un mínimo de siete días completando intercaladamente el curado hasta los 28 días.

▪ **CIMIENTO CORRIDO C:H 1:12 + 50 % PG, MEZCLADO A MANO**

Descripción.- Consiste en la provisión de materiales, mano de obra, herramientas y equipos para el vaciado con piedra de 6" a 8" de diámetro nominal asentadas con mezcla de concreto.

Proceso constructivo.- Sobre el fondo de la zanja previamente nivelada se coloca una primera capa de concreto y luego se coloca las piedras del tamaño de 8" aproximadamente de manera que las piedras no choquen entre sí. Asimismo es necesario llenar los vacíos con piedras de tamaño menor para dejar la primera capa de piedras sin vacíos.

La mezcla de cemento y hormigón tendrá una proporción de 1:12 en volumen y será de consistencia tal que permita hacer una cimentación tipo muro, con una adición de 50% de piedras en volumen y luego se volverá a realizar la colocación de una capa de piedras. Se repite los pasos de colocación y relleno hasta llegar al ras del terreno natural.

Medición.- Se determinara el volumen neto total de zanja, multiplicando su longitud por su altura y el ancho, sumándose los resultados parciales. El ítem se mide en m3.

▪ **SOBRECIMIENTO DE 0.40 DE ANCHO C:H 1:10 + 25 % PM**

Descripción.- Consiste en la provisión de materiales, mano de obra, herramientas y equipos para el vaciado con piedra de 6" de diámetro nominal asentadas con mezcla de concreto.

Proceso constructivo.- Sobre el fondo de la zanja previamente nivelada se coloca una primera capa de concreto y luego se coloca las piedras del tamaño de 4" a 6" aproximadamente de manera que las piedras no choquen entre sí.

La mezcla de cemento y hormigón tendrá una proporción de 1:10 con una adición de 25% de piedras en volumen, luego se volverá a realizar los pasos indicados de colocación de una capa de piedras asegurando el correcto acomodo de las piedras. Se repite los pasos de colocación y relleno hasta llegar al ras del terreno natural.

Colocación de la Geomalla en el sobrecimiento

Para anclar la geomalla de refuerzo al sobrecimiento; se deberá rellenar primero una capa de 20 cm de concreto ciclópeo e inmediatamente después se colocara una franja de geomalla de 90 cm de ancho, de tal manera que quede centrada en la cimentación. Sobre la geomalla se colocara una capa de piedras medianas para evitar que la malla se levante, luego se rellenara con 10 cm de mezcla hasta llegar a la altura final de 30cm.

Medición.- Se determinara el volumen neto total de zanja, multiplicando su longitud por su altura y el ancho, sumándose los resultados parciales en m³.

4.3.2.4 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO

Descripción.- Comprende la provisión de materiales, mano de obra y herramientas para el encofrado y desencofrado de los sobre cimientos, los que deberán cumplir con contener sin alteraciones la mezcla de concreto ciclópeo. Su diseño estará a cargo del responsable de la obra.

Método de construcción.- Para el encofrado de los sobre cimientos, se tendrá en cuenta las dimensiones que mandan los planos, para las tablas se empleara madera tornillo de 1 ½" y para los barrotes también madera tornillo, de 2" x 3", para el apuntalamiento se debe usar madera de eucalipto.

Previamente se fijaran los niveles y alineamientos, se procederá a la colocación de la madera con el empleo de cordeles, debiendo las mismas ser debidamente arriostradas, con el empleo de clavos y alambre negro N° 8.

Medición.- Este ítem será medido por m² de superficie encofrada.

4.3.2.5 MUROS

▪ MURO DE ADOBE DE 40CM DE ANCHO

Descripción.- Se utilizan adobes de 40 x 40 x 9 cm y mortero optimizado de barro. Los adobes deben ser del mismo tamaño y ser colocados como indica el plano de hiladas. El mortero de barro para unir los adobes se prepara con: Tierra zarandeada, Arena gruesa y paja cortada. La dosificación indicada es 5 : 1 de Tierra seleccionada : Paja cortada.

Proceso constructivo.- Para ejecutar los muros se debe colocar las maestras, que se ejecutan asentando adobes a nivel y plomada en las esquinas de los sobrecimientos sobre 1 cm de mortero barro. Amarrar un cordel entre estos adobes para alinear la hilada. Luego asentar adobes hasta completar la hilada, colocando mortero de barro máximo para 3 adobes a la vez, se deben rellenar las juntas verticales por completo. Para ejecutar las siguientes hiladas, seguir el mismo procedimiento, humedeciendo previamente el adobe para evitar que se seque demasiado rápido. De esta manera logramos una mejor adherencia entre las hiladas, así como para evitar que los adobes absorban el agua del mortero. La traba en los muros se consigue intercalando la posición de los adobes. Durante la elevación del muro se deberán incluir los conectores a cada 3 hiladas en forma vertical y a cada 30 cm en forma horizontal.

En las esquinas de la ventana y puerta se alternará la colocación de adobes de 40x19x10cm para lograr la trabazón y en la siguiente se mantiene la posición y el tamaño de los adobes de 40x40x10cm.

Construir el muro máximo hasta un metro de altura por día, para evitar que el peso aplaste las juntas de barro antes de que sequen. Colocar los adobes alineados y a plomada, debiendo estar bien trabados. Las juntas horizontales y verticales son de mortero de barro de 1cm de espesor como máximo. Los adobes se deberán mojar ligeramente antes de la colocación para mejorar la adherencia entre mortero y adobe.

Medición.- Se determinará el área neta total de cada tramo, multiplicando su longitud por su altura, sumándose los resultados parciales, el ítem se mide en m²,

descontando el área de los vanos. Se realizarán una previa inspección del correcto desarrollo de los trabajos descritos, cuidando la verticalidad y horizontalidad de los muros, por cada metro cuadrado.

- **Elaboración de adobes**

Descripción.- Los adobes que se han de usarse en la construcción de los muros son de 40 x 40 x 10 cm y se fabricarán a partir de gaveras de 40.5x40.5x10.5cm, debido a la contracción del material.

Pruebas y ensayos para determinar el control de calidad del suelo para adobe

Ensayo de sedimentación.- Simple prueba para evaluar la composición de la tierra mediante un frasco de vidrio de boca ancha, de aproximadamente medio litro de capacidad.

Con la tierra que se quiere investigar se llena parcialmente el frasco (más o menos la mitad) y se le agrega agua limpia hasta cubrir holgadamente el nivel de la tierra. Se agita el frasco vigorosamente y luego se deja reposar la mezcla por lo menos 6 horas.

La grava y la arena gruesa se asentaran rápidamente en el fondo y luego, progresivamente, se depositarán los demás componentes formando capas. La arcilla se depositará en la parte superior. Midiendo con una regla graduada los espesores de las distintas capas se puede determinar el porcentaje de cada una de ellas.

Debido a que un factor muy importante para la calidad del adobe es la arcilla, se reitera que el control granulométrico del suelo es solo una parte de la investigación del suelo. Por lo tanto, es imperativo verificar, además la calidad de la arcilla contenida en la tierra.

El método de la bolita.- Consiste en preparar a mano, con el barro cinco bolitas pequeñas de aproximadamente 2 cm de diámetro (excluyendo a mano la grava y arena gruesa). Se las deja secar a la sombra, durante uno o dos días. La prueba consiste en apretar cada bolita entre los dedos pulgar e índice. Si ninguna se rompe, la calidad de la arcilla es adecuada. Si se rompen una o dos, la arcilla es medianamente

aceptable y, si se rompen más de tres, la arcilla no es adecuada o el contenido de arcilla en la tierra es deficiente.

Prueba del enrollado.- consiste en realizar a mano el enrollado de diámetro aprox. de 1 a 1.5 cm. E cual si llega a medir una longitud de 5 a 15 cm. Es aceptable para la elaboración de adobes, si no llega a medir los 5 cm. El suelo tiene demasiada arena y si la longitud del enrollado llega a medir más de 15 cm. la tierra tiene exceso de arcilla por lo tanto los adobes tiende a rajarse.

Debe tener en cuenta que las pruebas mencionadas anteriormente son solamente de carácter orientativo. Por si solas, ninguna de ellas proporciona una información definitiva. Por lo tanto es conveniente efectuar las pruebas y, aplicando criterio y experiencia, decidir respecto a la calidad del barro para elaborar los adobes.

Ensayo de la caída de la bola.- Consiste en formar una bola a mano de una mezcla de barro suficientemente húmeda y consistente, de una dimensión de 4 cm. de diámetro; luego se deja caer desde una altura de 1.50 m. sobre una superficie plana, donde se observa que; si la bola se aplana levemente y muestra muy pocas o ninguna fisura, por lo tanto ésta tiene elevado contenido de arcilla; si la bola no se aplana y tiene pocas fisuras, es el suelo adecuado para adobe y, si la bola al caer se destroza el suelo no tiene aglutinantes existe exceso de arena.

Cantidad de agua para la preparación del barro

La cantidad de agua necesaria para obtener una mezcla homogénea, que sea trabajable y que conduzca a adobes resistentes y de buena calidad, depende de muchos factores, particularmente de la granulometría. Consecuentemente, no se puede establecer una regla fija sobre este tema.

A simple orientación aproximada, puede considerarse que por cada metro cúbico de tierra (en estado húmeda) se requieren 230 litros de agua. En general se puede establecer que mayor cantidad de agua afecta de manera directa al decrecimiento lineal de la tierra durante el proceso de secar y por ello a la aparición de fisuras y grietas.

Las Adoberas

Las Adoberas pueden estar hechas de madera o metal. La madera debe estar limpia y lisa en su superficie. Para hacer la adobera resistente al agua, hay que aplicarle una capa de aceite, o petróleo. La medida de las adoberas tiene que incluir la contracción de la mezcla por el secado para asegurar medidas exactas de los adobes; para el presente proyecto las dimensiones son: Adobera grande de 0.405 x 0.405 x 0.105 m.

Adobera mediana de 0.405 x 0.195 x 0.105m.

La mezcla

La tierra a utilizar tiene que ser libre de todo material orgánico como raíces y libre de otros materiales como por ejemplo basura.

El material para los adobes se prepara con tierra seleccionada y cernida Arena gruesa Paja cortada. Primero se deja "dormir" la mezcla preparada en seco con un poco de agua por unos 2 - 3 días. Después se amasa hasta lograr una mezcla flexible para ponerse en los moldes. Se llenan las adoberas con el mortero preparado lanzando con fuerza la cantidad requerida para llenar la adobera. Todo el material de exceso se retira dejando una superficie recta y rugosa. De ninguna manera se deja la superficie lisa. Cuando se levanta el molde, los adobes deberán mantener su forma. Si se aplastan es que hay demasiada agua en la mezcla y al contrario si parte de la mezcla queda en el molde o los adobes se deforman levantándose las esquinas, es porque falta agua en la mezcla.

Existen pruebas y ensayos para evaluar la resistencia de los adobes, el cual se detalla en el proceso constructivo de las viviendas.

Proceso de secado y apilado de los adobes

El proceso de secado influye de una manera muy importante a la calidad de los adobes. Después de hacer los adobes se deberán secar en la sombra asegurando una suficiente ventilación para garantizar el proceso de secado. Después de un lapso de uno a tres días hay que levantarlos parándolos en un costado para dejarlos secar uniformemente por las dos caras. Cuando ya estén endurecidos, hay que apilarlos en hileras abiertas para que el aire pueda circular. Se deberán dejar en esta forma

alrededor de 15 días. Los adobes secados y apilados hay que protegerlos de las inclemencias del tiempo. En zonas lluviosas es imprescindible cubrirlos para evitar que el agua superficial llegue a la base del apilado.

Calidad de los adobes

La calidad de los adobes es verificado en la obra, sobre las medidas, del grado de compactación de la tierra utilizada y pruebas de campo para evaluar su resistencia.

4.3.2.6 REVOQUES O ENLUCIDOS CON TIERRA

- REVOQUE DE BARRO 1.5 CM, PRIMERA CAPA
- REVOQUE DE BARRO 0.5 CM, SEGUNDA CAPA
- DERRAMES DE TIERRA

Descripción.- El revoque de barro, en su primera capa, se aplica para cubrir el refuerzo de geomalla colocado en la pared y sirve como base para el revoque final de nivelación de la pared de adobe.

Proceso constructivo.- Antes de empezar el proceso de aplicación del revoque es necesario preparar la misma mezcla utilizada en el mortero de los muros de adobe con la adición de jugo de "Cactus" el cual le proporcionara un ligante natural. Para aplicar la primera capa hay que limpiar el polvo y humedecer ligeramente la pared antes de aplicar el revoque de tierra, luego se procederá a colocar bolas de barro haciendo presión con la mano.

En la sección del enmallado los conectores deberán estar cubiertos por completo con la primera capa de revoque. Es importante indicar que no se debe lanzar el barro por que no tendrá la adherencia necesaria en el muro. La mezcla aplicada de esta manera se empareja con una regla de madera con movimientos en zigzag apretando lo más posible y el espesor será de 1.5cm como máximo. La aplicación de la segunda capa del revoque de tierra se realizará recién cuando la primera capa de revoque se encuentra en estado completamente seco.

Luego de secada la primera capa se humedecerá la superficie y se procederá a la aplicación de una segunda capa de barro de 0.5 cm. Esta aplicación se realizara por

medio de una con una plancha de emplastar. Esta segunda capa cubre totalmente las rajaduras de la primera capa y permite obtener un mejor acabado. De acuerdo a las condiciones locales se podrá usar resinas vegetales de "cactus" o similar para mejorar la calidad del tarrajeo final.

Luego de secada la segunda capa se procederá a realizar un pulido para obtener un acabado liso y brillante frotando la superficie del tarrajeo con una piedra lisa en forma circular y luego con otra más lisa aun.

Medición.- El cómputo total de la superficie de revoque será la suma en metros cuadrados (m²) de las áreas revocadas.

4.3.2.7 TECHOS Y CUBIERTAS

- VIGA COLLAR DE MADERA TORNILLO 3"X3"
- TIJERALES DE MADERA TORNILLO 5"X2"
- CORREAS DE MADERA DE 3"X2"

Generalidades.- Las presentes especificaciones se refieren la provisión e instalación de madera tornillo. El cual debe inmunizarse para evitar el ataque de insectos xilófagos. El inmunizado no significa protección frente a otros efectos ambientales, de manera que la madera no debe exponerse al sol, ni al agua en el módulo de vivienda, porque la acción de los rayos UV producen desecamiento, desfiguración, decoloración y pérdida de brillo y los cambios de humedad pueden causar pudrición.

Materiales.- La madera tornillo tendrá las dimensiones especificadas en los planos y será cortada en obra de acuerdo a las necesidades de la obra y se deberá evitar que el material presente las siguientes condiciones:

- Cortes o rajaduras perpendiculares al sentido de la fibra.
- Rajaduras pronunciadas en el sentido de la fibra.
- Contenido de humedad excesiva, mayor al 20%.
- Picaduras.
- Manchas de aceite, petróleo, pintura u otras.
- Deformaciones excesivas en su alineamiento o en su sección.
- Dimensiones de la sección menores que las permitidas en las tolerancias.

Protección de la madera.- La madera será protegida mediante la impregnación de sales preservantes, o baño de pentaclorofenol diluido al 5% en thinner.

Medición.- Las partidas antes descritas de se medirán en pie cuadrado.

4.3.2.8 TECHOS CON CUBIERTAS DE FIBROCEMENTO

Materiales.- La cobertura será con planchas onduladas de fibrocemento eternit de perfil gran onda, de 2.44m x 1.097m x 5mm; las que serán fijadas sobre correas de madera mediante tirafones de 5" x 1/4" de grosor. La cobertura será soportada mediante viguetas y correas descritas en el plano, sobre las cuales se apoyaran las planchas de eternit gran onda.

Características Técnicas.- Material: Mezcla homogénea de cemento, fibras sintéticas, agua, materiales y otros agregados con los cuales se logra un producto de gran resistencia y durabilidad.

Norma Técnica Peruana de referencia: ISSO 9933, Productos de cemento con fibra de refuerzo.

Producto	: Lamina Fibrocemento
Longitud	: 2.44m.
Espesor mínimo	: 5.00 mm.
Ancho	: 1.097 m.
Ancho de cresta (Paso de onda)	: 177mm
Alto de cresta (Altura de onda)	: 56 mm.
Número mínimo de Ondas	: 12 und.
Peso aproximad	: 26.30 kg.
Area útil	: 2.41 m ² .

Método de Medición.- Este ítem será medido en m².

4.3.2.9 CUMBRERAS

Descripción.- Esta partida contempla la instalación de cumbreras de eternit gran onda denominada cumbrera articulada ondulada, compuesta por dos piezas superior e inferior; que se adapta a cualquier inclinación del techo.

Características Técnicas.- Material: Mezcla homogénea de cemento, fibras sintéticas, agua, materiales y otros agregados.

Norma Técnica Peruana de referencia: ISSO 9933, Productos de cemento con fibra de refuerzo.

Producto	: Lamina Fibrocemento
Longitud	: 1.05 m.
Espesor mínimo	: 5.00 mm.
Ancho	: 0.30 m.
Ancho de cresta (Paso de onda)	: 177mm.
Alto de cresta (Altura de onda)	: 56 mm.
Número mínimo de Ondas	:12 und.
Peso aproximad	: 4.0 kg.

Medición.- Este ítem será medido en ml.

4.3.2.10 COBERTURA DE TIMPANOS CON CAÑA Y YESO

Descripción.- Estas partidas se refieren a la provisión de materiales, mano de obra, equipos y herramientas para la habilitación y montaje de la cobertura de caña chancada y tarrajeo con yeso puro o mezcla cemento-yeso-arena en proporciones de 1:3:2, respectivamente.

Materiales.- Se usará la caña chancada de 5.50 – 6.00 m. de longitud, por un ancho de 0.25-0.30m.

No se aceptarán los siguientes defectos en el producto:

- Contenido de humedad excesiva, mayor al 20%
- Picaduras

- Manchas de aceite, petróleo, pintura u otras.
- Deformaciones excesivas en su alineamiento o en su sección.
- Dimensiones de la sección menores que las permitidas en las tolerancias.

Método de construcción.- Sobre las vigas de caña de Guayaquil o madera tornillo se colocará la caña chancada y clavada con clavo de 1 ½" sin espaciamiento entre las cañas. Finalmente se aplicará dos capas de 2.0cm. con yeso o mezcla de cemento - yeso - arena.

Medición.- Este ítem será medido en m².

4.3.2.11 PISOS

El piso es de madera machihembrada de 3" x ¾", colocadas encima de vigas de madera de 3" x 2 que están embutidas en una mezcla de concreto f'c 100 kg/cm² para estabilizarlas.

El piso está diseñado con un sistema para aislamiento térmico de la habitación, que entre los durmientes o vigas de madera empotrados en una mezcla de concreto simple, se colocan el canto rodado en un espesor de 4", dejando un espacio libre de 3 cm. entre piedras y la madera machihembrada, que servirá para aislar el calor obtenido durante el día y evitar la filtración del agua en el interior. Cuya madera machihembrada será colocada a través de clavos sobre los durmientes de madera.

Medición.- Este ítem será medido en m².

4.3.2.12 ZOCALOS Y CONTRAZOCALO

Tendrá una altura de 0.30 cm de acuerdo a lo indicado en los planos, con mezcla de concreto de 1 : 5 de cemento : arena fina. El mismo será pulido con cemento y ocre rojo importado para dar el color adecuado.

Medición.- Este ítem será medido en metros lineales.

4.3.2.13 ELEMENTOS DE REFUERZO

▪ REFUERZO CON MALLA DE POLIPROPILENO

Descripción.- El sistema de refuerzo planteado para la estructura de adobe está constituido por una cubierta de malla de polipropileno atada al muro por medio de hilos de polipropileno de 4mm. X 0.70 m. de largo (2 hilos por conector), colocados según se indica en los planos.

Materiales.- La geomalla es parte de la familia de los geosintéticos y es de uso común en proyectos de ingeniería geotécnica, minera y vial principalmente. Estas geomallas de Polipropileno tienen alta resistencia a tracción y la resistencia a los rayos ultravioletas UV - A y UV - B que garantizan su función a largo plazo.

Para atar las mallas a los muros se usarán hilos de polietileno de 4mm. o soguilla sin alma de polipropileno de 4mm. de diámetro cortadas según se indica en los planos y en el proceso constructivo.

La geomalla deberá reunir las siguientes características, según el anexo 1 de la norma E.80 Adobe:

- Conformación de retícula rectangular o cuadrada con abertura máxima de 50mm.y uniones integrales.
- Capacidad mínima de tracción de 3.5 kN/ml en ambas direcciones, elongación de 2%.
- Módulo de elasticidad de 200 kN/max.
- Flexibilidad y resistencia a rayos ultravioletas compatible con el uso de refuerzo embutido para estructuras de tierra.

Método de construcción.- Durante el proceso de construcción de muro se colocarán 2 hilos de polipropileno x 70 cm de longitud colocadas cada 3 hiladas en sentido vertical y cada 30 cm en sentido horizontal. De esta manera se cuenta con un mínimo de 12 conectores por metro cuadrado.

Los primeros conectores se ubican sobre la primera hilada del muro de adobe empezando de la esquina del muro más el ancho del muro. Todas las franjas de malla a colocar se preparan previamente de acuerdo a las medidas indicadas en el plano correspondiente. Para la correcta colocación de la malla de Polipropileno es conveniente colocarla mediante grampas o clavos antes de fijarla con los conectores. La malla debe estar bien tensada sin formar bolsones.

Asegurando la correcta posición de la malla se fija de manera definitiva cerrando todos los conectores mediante nudos definidos. Los cuales necesariamente son dobles para evitar que los puntos de fijación se abran. Las mallas deberán estar embutidas en un tarrajeo de barro y paja. Este sistema es aplicable a construcciones existentes que cumplan con la Norma Técnica de Edificación E.080.

Traslape de dos mallas.- El traslape de dos mallas en el sentido horizontal al igual al traslape de dos mallas en el sentido vertical es de mínimo 15 cm. De esta manera se asegura que la conexión entre dos mallas es de dos líneas paralelas de conectores. Las mallas envuelven la totalidad de los muros portantes y no portantes abarcando los bordes de los vanos (puertas y ventanas)

Derrames de los vanos.- La malla de Polipropileno debe traspasar los vanos de un lado del muro al otro sin realizar cortes de la malla o traslapes.

Medición.- Este ítem se mediará por m² ejecutados. Para proceder con la medición es impertinente verificar el correcto empleo del refuerzo por el encargado de obra antes de la aplicación del tarrajeo.

4.3.2.14 CARPINTERÍA DE MADERA

Este capítulo se refiere a la provisión, colocación, cuidado y entrega de todas las piezas de maderamen, por un personal especializado en la carpintería garantizando la calidad en el trabajo.

Generalidades.- A continuación se presenta las recomendaciones generales para la fabricación de puertas y ventanas con diseño para un confort térmico en el interior de la vivienda.

▪ PUERTAS DE MADERA CON CERRAMIENTO HERMÉTICO

Descripción

Para las puertas se usará madera tornillo nacional, que tendrá las siguientes especificaciones de calidad:

- La madera será de tipo seleccionada y totalmente seca.
- Será de fibra recta u oblicua con dureza de suave a media.

Las superficies de los marcos se entregarán limpias y planas con uniones ensambladas nítidas y adecuadas.

En todo caso la carpintería de madera quedará de acuerdo a lo especificado en el detalle correspondiente, con tolerancia en las medidas de 1/16" máximo, en puertas machihembradas.

Las puertas de carpintería serán de tipo machihembrada encajonada, como indica los planos, en particular para el presente trabajo, se considera elementos de cerramiento hermético que se coloca en el perímetro total del marco de la puerta.

El acabado en pintura, será como base la aplicación de laca selladora y una última capa con barniz de buena calidad.

Método de medición.- El método de medición será por unidad.

▪ VENTANAS CON DISEÑO PARA CONFORT TERMICO

Descripción.- Consiste en la provisión de materiales, mano de obra, equipo y herramientas para la habilitación, confección y montaje de la estructura según indican los planos de ejecución.

Método de construcción.- Para la elaboración de las ventanas se utilizará madera tornillo, triplay, vidrio y teknoport; que conserven las características del diseño para un confort térmico de la vivienda expresado en los planos. Los elementos serán soldados o pegados con esquinas perfectamente a escuadras, estando a cargo la inspección para verificar este ítem.

Todos los elementos se ceñirán exactamente a los cortes, detalles y medidas especificadas en los planos del expediente.

Método de medición.- Será el número por unidades.

▪ VIDRIOS

Descripción.- Comprende el suministro de la mano de obra, materiales y equipo, y la ejecución de operaciones necesarias para la instalación de vidrios del tipo crudo semidoble incoloro, en los lugares indicados en los planos.

Método de construcción.- Se empleara vidrios simples con una apariencia uniforme, los mismos que estarán libres de burbujas, manchas, opacidad y desperfecto que perjudiquen el aspecto y visibilidad o deformación de imágenes. Se empleará silicona o rodones de madera para fijar el vidrio en los elementos del maderamen.

Medición.- La medición se hará en pies cuadrados de vidrio semidoble colocado.

4.3.2.15 PINTURA

▪ PINTURA EN MUROS EXTERIORES E INTERIORES

Generalidades.- La pintura es el producto formado por uno o varios pigmentos con o sin carga y otros aditivos dispersos homogéneamente, con un vínculo, que se convierte en una película sólida; después de su aplicación en capas delgadas y que cumplen con una función de objetivos múltiples. Es un medio de protección contra los agentes destructivos del clima y el tiempo; un medio de higiene que permite lograr superficies lisas, limpias y luminosas, de propiedades asépticas, un medio de ornato de primera importancia y un medio de señalización e identificación de las cosas y servicios.

Material.- Para el pintado del módulo se usaran 2 capas de pintura al temple de fabricación industrial, preparado a base de cola, tiza y resina látex que evita el deslizamiento. La presentación de este producto normalmente se realiza en bolsas de 5, 30 y 50 kg. o baldes de 1 y 5 galones.

Las paredes exteriores por tema del friaje y lluvia, serán pintadas 1ra. mano con base de pinturas selladoras y la segunda capa con pintura satinada.

Medición.- La medición se hará en metros cuadrados.

4.3.2.16 INSTALACIONES ELECTRICAS

▪ RED DE DISTRIBUCIÓN TW 14 AWG

Descripción.- Se refiere a la instalación y provisión de los cables THW, para los diferentes puntos descritos en los planos.

Método de construcción.- Para ello, se colocaran ductos de tuberías PVC SEL de 5/8" en las paredes debajo de la geomalla y en los pisos debajo de los durmientes del machihembrado, de acuerdo a los puntos descritos en el plano, luego se realiza el cableado del alambre TW 14 AWG con una wincha de instalación.

Medición.- Este ítem se medirá por ml.

▪ CAJA DE PASE

Descripción.- Las cajas de pase serán metálicas del tipo liviano galvanizado fabricados con planchas de 1/32" de espesor (mínimo), llevarán tapas ciegas aseguradas con dos tornillos. Este ítem comprende la provisión de mano de obra, materiales y herramientas.

Método de construcción.- Irán colocadas encima de la superficie de muro terminada y de ninguna manera empotradas en la pared, fijadas mediante 02 tarugos de PVC con los tornillos correspondientes.

Medición.- Este ítem será medido por unidad.

▪ TABLERO GENERAL

Descripción.- El tablero estará formado por los siguientes elementos:

- Caja para máximo 02 circuitos, marco, tapa, riel DIN. La caja será de material PVC blanco o gris, para colocar encima de la pared.
- El cable entre pozo a tierra y tablero conecta de manera directa utilizando el camino más corto entre estos dos elementos.
- Las dimensiones de la caja serán apropiadas para alojar los interruptores, los cables y la conexión a tierra.
- Los interruptores serán del tipo termo magnético 02 polos 2 x 15 amp.

Método de construcción.- El tablero se colocara encima del enlucido del muro a la altura de 1.70m. del piso terminado y conectado a los ductos de ingreso y salida de los cables. La caja del tablero principal se fija utilizando 04 tarugos de PVC 8 mm y 04 tornillos de acuerdo a esta medida.

Medición.- Este ítem se medirá por unidad de tablero de distribución colocado.

▪ **SALIDA DE TOMACORRIENTE**

Descripción.- Está constituida por una caja rectangular de PVC colocada encima de la superficie terminada. Los ductos serán de PVC de 5/8" para instalaciones eléctricas.

El punto de salida de tomacorriente es monofásica y los conductores serán de cobre de 1,4 mm² TW. Este ítem comprende la provisión de materiales, mano de obra y herramientas.

Método de construcción.- Los ductos irán empotrados en pisos y colocados encima de la superficie terminada de la pared. Los cables serán debidamente aislados y para los empalmes se utilizara cinta aislante. Irán colocadas encima de la superficie de muro terminada y de ninguna manera empotradas en la pared, fijadas mediante 02 tarugos de PVC con los tornillos correspondientes.

Medición.- Este ítem se medirá por punto de salida para tomacorriente colocado.

▪ **SALIDA DE INTERRUPTOR SIMPLE**

Descripción.- Está constituida por una caja rectangular de PVC colocada encima de la superficie terminada. Los ductos serán de PVC de 5/8" para instalaciones eléctricas.

El interruptor simple es monofásico. Los conductores serán de cobre de 1,4 mm² TW. Este ítem comprende la provisión de materiales, mano de obra y herramientas.

Método de construcción.- Los ductos irán empotrados en pisos y colocados encima de la superficie terminada de la pared. Los cables serán debidamente aislados y para los empalmes se utilizara cinta aislante Irán colocadas encima de la superficie de muro terminada y de ninguna manera empotradas en la pared, fijadas mediante 02 tarugos de PVC con los tornillos correspondientes.

Medición.- Este ítem se medirá por punto de salida para interruptor colocado.

▪ **ILUMINACIÓN SIMPLE C/SOQUETE P/FOCO 60W**

Descripción.- Se refiere a la provisión de materiales, mano de obra y herramientas para la instalación de los puntos destinados a los centros de luz. Está constituida por una caja octogonal de fierro galvanizado adosada al entramado de los cielos rasos. Los ductos serán de PVC de 5/8" para instalaciones eléctricas.

Los conductores serán de cobre de 1,4 mm² TW. Así mismo, comprende la provisión del artefacto de iluminación que en este caso será fluorescente de 40 w. El punto de salida de techo es monofásico.

Método de construcción.- Los ductos irán acomodados al costado de las vigas y viguetas. Los cables serán debidamente aislados y para los empalmes se utilizará cinta aislante.

Medición.- Este ítem se medirá por punto de salida para iluminación colocado.

4.3.3 ELABORACIÓN DE ADOBE MEJORADO

4.3.1.1 PRUEBAS DE CAMPO

En las construcciones de tierra el material predominante, tanto para fabricación de las unidades de adobe como para la elaboración del mortero es la tierra. Para la elección de este material se indica dos referencias:

a.- NORMA TÉCNICA Adobe E.080 sección 4.1 Requisitos generales se especifica que la gradación del suelo debe aproximarse en los siguientes porcentajes: arcillas 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, no debiendo utilizarse suelos orgánicos. Estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados.

b.- Manual de la PUCP, "Construcción de viviendas resistentes de adobe", allí se indica un método práctico para seleccionar el suelo. La prueba que consiste en preparar una mezcla húmeda y formar con las manos de 5 a 6 bolitas de 2cm de diámetro, aproximadamente, se dejan secar por 24 horas para luego tratar de romperlas con 2 dedos de una mano (Figura 37), si no se rompe el suelo es adecuado para la fabricación de adobes, si se rompe el suelo no sirve para la fabricación de adobes debido a que no contiene la suficiente arcilla requerida.



Figura 37. Prueba de la tierra para la construcción de adobes (Referencia: Cartilla Nuevas Casas Resistentes de Adobe PUCP/USAID-PERU/SENCICO)

Igualmente señalan la prueba del enrollado; que consiste en determinar la calidad de mezcla, según sea la longitud del mismo, tal como se observa (Figura 38).

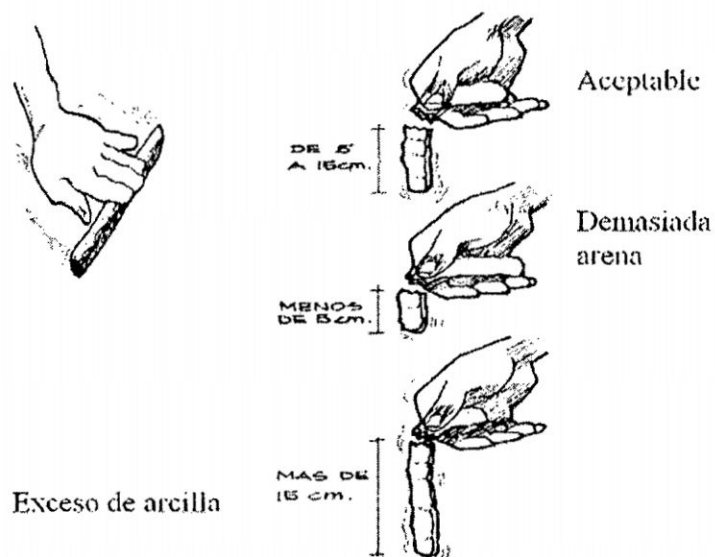


Figura 38. Prueba del Enrollado. Referencia: Cartilla Nuevas casas Resistentes de Adobe PUCP/USAID-PERU/SENCICO)

Existen muchos ensayos o métodos, para realizar una buena selección del suelo o barro para la elaboración de los adobes; algunas se detallan en las especificaciones técnicas.

Asimismo una vez fabricado los adobes se debe hacer las pruebas de calidad para evaluar la resistencia adecuada de los adobes, tal como se observa (Figura 39).

1. Resistencia:

a) Sobre dos apoyos colocados en el piso, asentar un adobe seco apoyado en sus dos esquinas dejando su parte central libre.



Un adobe de buena calidad debe resistir en esta posición el peso de una persona, si se rompe significa que tiene poca arcilla.



b) Dejar caer un adobe de esquina desde un metro de altura, si es bueno solo presentará pequeños daños, si es malo se romperá en pedazos.

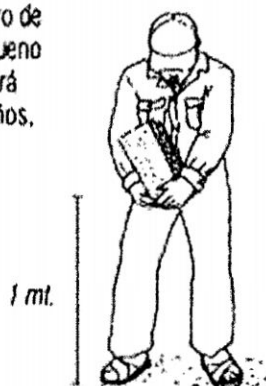


Figura 39. Prueba de resistencia de los adobes. Fuente: Proyecto AHSA, Lak'A Uta – La Paz, Bolivia.

4.3.3.2 MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE ADOBES

Se fabricaron las gaveras de madera para la elaboración de los adobes, cuyas dimensiones son dos; una para adobes enteros (0.10x0.40x0.40m) y la segunda para los medios adobes (0.10x0.20x0.40m). En la fabricación se consideró 5mm adicionales en cada dimensión para contemplar la contracción de secado que sufren los adobes.

(Blondet 2003) Menciona que, La mezcla posee tierra seleccionada cernida y aditivos como arena gruesa, y paja o hichu cortadas a 5 cm, los cuales evitan la microfisuración de los adobes, en proporciones volumétricas de 3:1:1, de tierra, arena gruesa, paja, y agua hasta obtener una consistencia trabajable.

4.3.3.3 EL DORMIDO DEL BARRO

Es el efecto positivo de almacenar el barro durante uno o dos días antes de la fabricación de las unidades de adobe o del mortero, previo un apisonado tradicional hasta obtener una mezcla homogénea (Figura 40). Este procedimiento permite una mayor integración y distribución del agua entre las partículas de arcilla, logrando de esta manera activar sus propiedades cohesivas.

Experiencias del proyecto recomienda, que a mayores días de dormido y sólo con proporciones de 3:1 de tierra seleccionada y paja o ichu cortadas de 10 cm, previamente bien apisonado tradicional; se obtuvo buenos adobes y sin microfisuras, esto en la zona alta donde predomina la arcilla. En la zona baja menores a 3000 m.s.n.m. donde predominan suelos semiarenosos, la proporción es 5:1 de tierra y paja o ichu cortadas entre 10 cm. respectivamente.

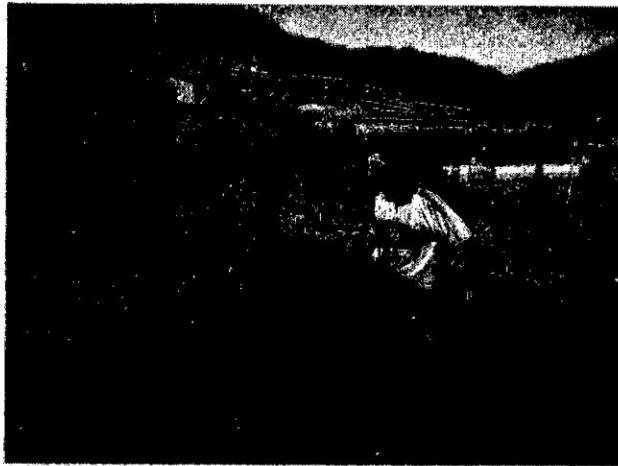


Figura 40. Proceso de dormido de la tierra

4.3.3.4 FABRICACIÓN DE ADOBES

Consiste en la colocación del barro previamente dormido, después de amasar hasta lograr una mezcla flexible para ponerse en los moldes. Se llenan las adoberas con el mortero preparado lanzando con fuerza la cantidad requerida para llenar la adobera. Todo el material de exceso se retira dejando una superficie recta y rugosa; de ninguna manera se deja la superficie lisa. Cuando se levanta el molde, los adobes deberán mantener su forma.

4.3.3.5 PROCESO DE SECADO Y APILONADO

El proceso de secado influye de una manera muy importante a la calidad de los adobes. Después de hacer los adobes se deberán secar en la sombra asegurando una suficiente ventilación para garantizar el proceso de secado; en las zonas altas donde predomina el hichu, se ha realizado la cobertura con este material para regular el calor intenso y proteger de las inclemencias de la helada. El apilonado se realiza una vez cuando ha logrado el secado adecuado (Figura 41).

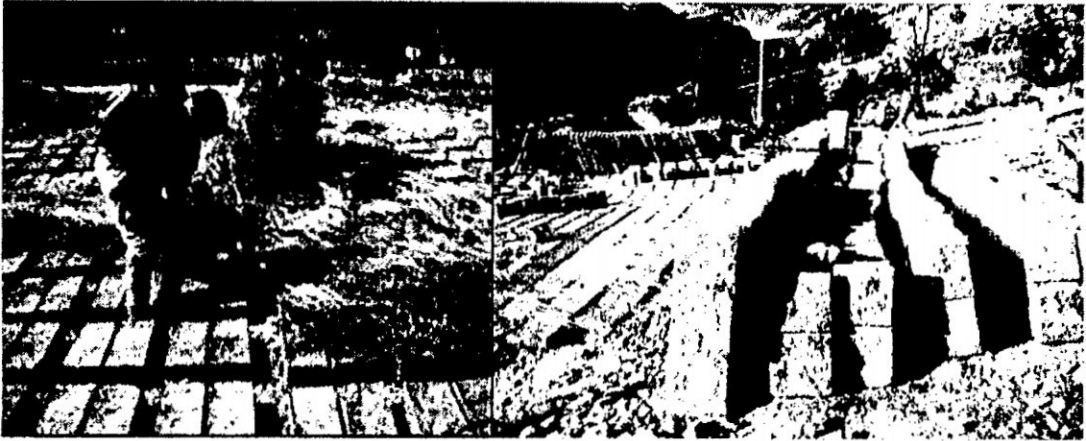


Figura 41. El proceso de secado y protección a los adobes con hichu por heladas y calor intenso.

4.3.4 PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA VIVIENDA

4.3.4.1 TRAZO Y REPLANTEO

Los ejes deben ser fijados en el terreno mediante estacas, balizas o tarjetas debiendo ser, señaladas con tiza blanca o yeso bajo la línea de un cordel, toda las dimensiones de la cimentación según indican los planos.

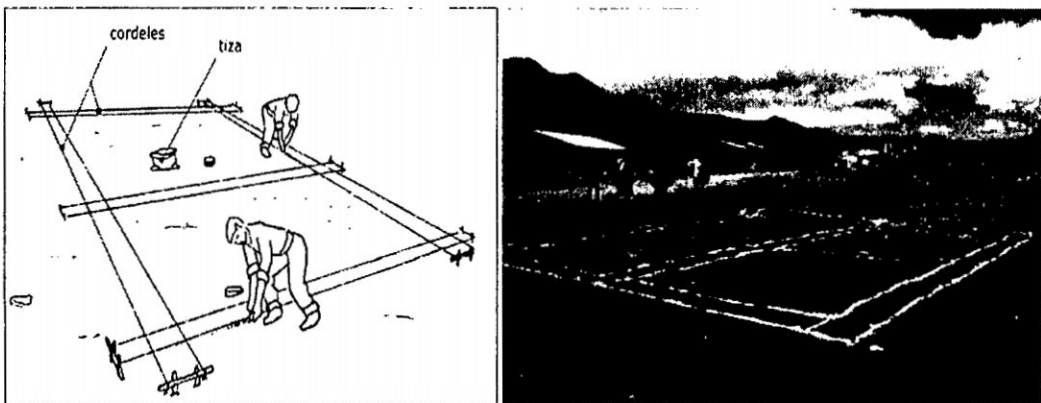


Figura 42. Trazo y replanteo

4.3.4.2 EXCAVACIÓN DE ZANJA

Consiste en la excavación de las zanjas para alojar los cimientos de las estructuras que contempla el proyecto de acuerdo a las dimensiones y recomendaciones

indicadas en los planos; cuyas dimensiones de acuerdo a los diseños establecidos es; 0.60 m. de profundidad, con ancho de 0.40 m. acuerdo al ancho de los adobes de muro.

Se detalla más indicaciones en las especificaciones técnicas, sobre las características específicas del terreno o del suelo adecuado.

4.3.4.3 CIMENTACIÓN CORRIDA

Sobre el fondo de la zanja previamente nivelada se asienta una primera capa de concreto $f'c$ 100 kg/cm^2 más 50 % de PG; piedras de tamaño de 6" a 8", de manera que las piedras no choquen entre sí.

La mezcla de cemento y hormigón tendrá una proporción de 1:12 en volumen y será de consistencia tal que permita hacer una cimentación tipo pirca, con una adición de piedras en volumen y luego se volverá a realizar la colocación de una capa de piedras. Se repite los pasos de colocación y relleno hasta llegar al ras del terreno natural.

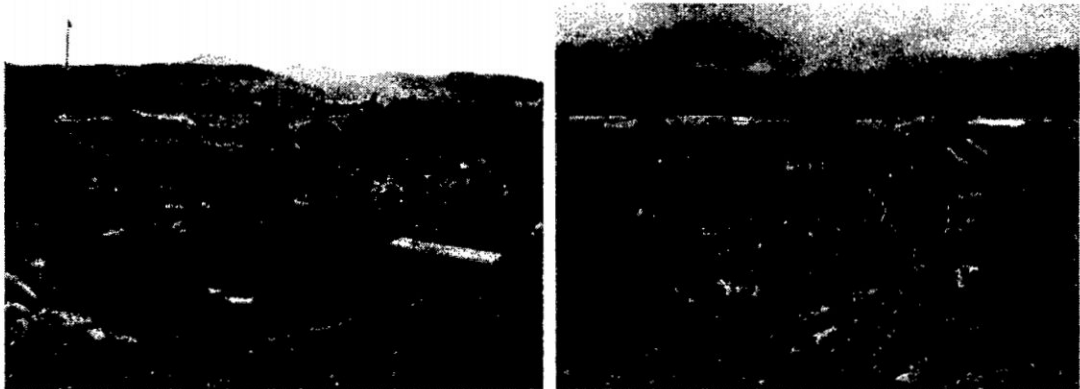


Figura 43. Excavación de zanja y cimentación corrida

4.3.4.4 SOBRECIMIENTO

El sobrecimiento inicia con el encofrado de las dimensiones siguientes: $H=0.30m$. $a=0.40m$. Luego realizar el vaciado del concreto simple de 1:8+25% de PM. de 4 – 6". A partir del nivel del sobrecimiento (a 20cm.) se empotra la geomalla, dejando a ambos lados 15 cm. de geomalla, lo cual servirá para unir la geomalla de los muros;

tal como se muestra en (Figura 44).

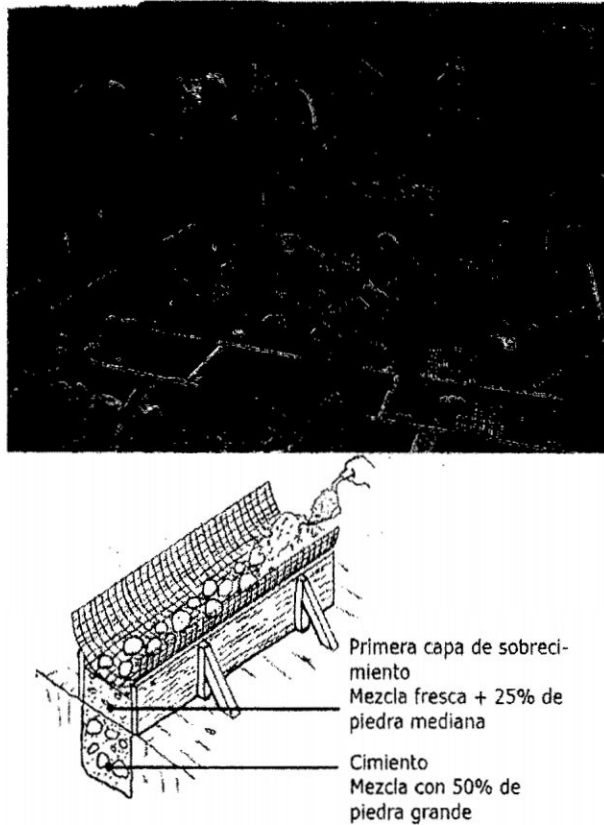


Figura 44. Vaciado de concreto - sobrecimiento y el empotramiento de la geomalla.

Luego en seguida se coloca las piedras pequeñas de 2", como para sostener la geomalla colocada; finalmente se realizar el llenado del concreto simple hasta la altura de los 10 cm. restantes.

4.3.4.5 CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE ADOBE

Para este proceso constructivo, se prepara 1 a 2 días antes, el mortero de barro de los siguientes materiales: Tierra zarandeada con malla de $\frac{3}{4}$ ", arena gruesa y paja o hichu cortadas a 5 cm; las proporciones es 3:1:1; cuya mezcla homogénea y apisonada se deja dormir por 2 días, esto más aplicable en las zonas de altura y donde predomina la arcilla, requiere buen pisoteo y más días de dormido, aún más para el caso de la elaboración de adobes.

Se inicia este proceso con el colocado de una capa de asfalto RC-250, cuyo fin es para proteger de la humedad del suelo y silicatos (Figura 45).

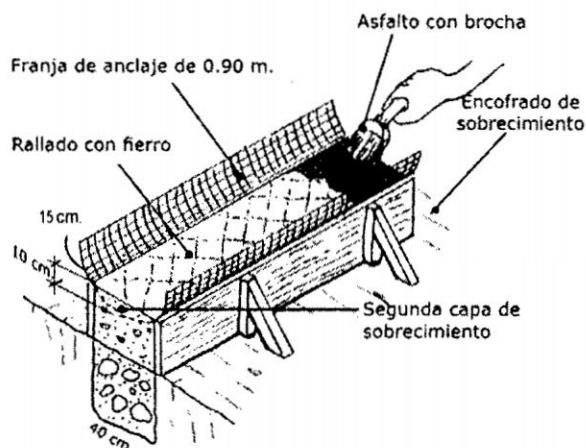


Figura 45. Colocación del asfalto RC-250.

En seguida se realiza el emplantillado de los adobes con dimensiones de 0.40x0.40x0.10m. y 0.40x0.19x0.10m. Además la colocación de las soguillas de polipropileno en forma transversal al muro cada 30 cm, tanto como horizontal y verticalmente, según indica los planos de ejecución. El reemplazo de la rafia a polipropileno, Resistencia a la Degradación por U.V: 100% se realiza de acuerdo a las recomendaciones y asesoramiento de la UPCP; por causas a la degradación de las rafias por rayos del sol, que sufrieron roturas durante el amarrado a las geomallas; mientras los polietilenos tienen resistencia a la degradación por U.V. en un 100%. Cabe señalar, que las juntas horizontales y verticales deben considerarse de 1 a 2 cm; como máximo. Los adobes se colocan previa rociada de agua en los lados donde conforma el muro.



Figura 46. Construcción de muros de adobe.

4.3.4.6 COLOCACIÓN DE LA VIGA COLLAR

Se construye la viga collar por tramos en el piso y después se arma sobre los muros. Los materiales son madera de tornillo de 3" x 3" y clavos para asegurar los travesaños y las uniones. Una vez concluido se realiza, el llenado con barro; en todos los espacios entre largueros y travesaños del viga collar; como muestra en (Figura 47).

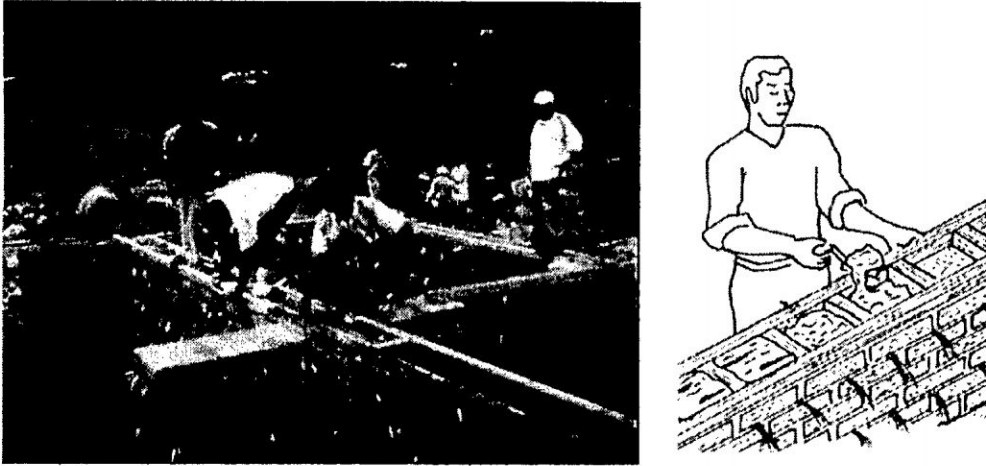


Figura 47. Construcción de la viga collar y colocación de barro

4.3.4.7 COLOCACIÓN DE LA GEOMALLA

Se realiza de la siguiente manera; mientras uno jala con soga, el otro sujeta la malla con grapas de 1", y luego se amarra con las soguillas de polipropileno.

Se debe fijar la malla entre dos hombres: mientras uno la sostiene estirada, el otro amarra la malla desde el empalme de sobrecimiento hacia arriba y luego se traslapan ambas caras arriba en la viga collar amarradas y clavadas.

Los traslapes de la malla serán de mínimo 15 cm. y amarrados con soguilla; los empalmes y corte de la geomalla en los vanos, se detallan en los planos de ejecución.

La longitud de las soguillas se deben cortar a 0.70 ó 0.80m. los cuales se colocan encima del mortero a una distancia empezando a 10 cm. de las esquinas, a continuación cada 30 cm. iniciando a la 3ra hilada del muro y proseguir sucesivamente la colocación cada 3 hiladas del muro.

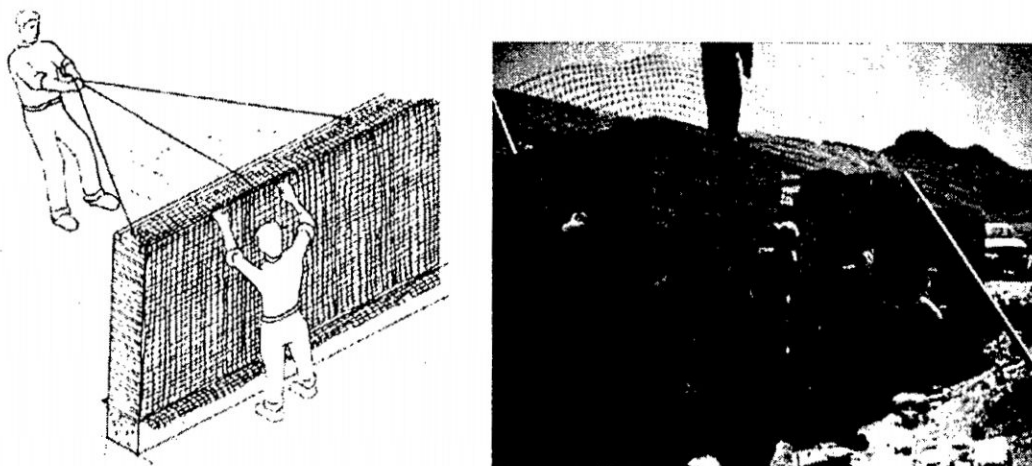


Figura 48. Colocación de la geomalla

4.3.4.8 CONSTRUCCIÓN DE LA ARMADURA Y COBERTURA DE TECHO

Según el diseño en el presente trabajo, los cálculos arrojan la construcción de una armadura principal o tijerales con dimensiones de 5"x2" (Tirante principal) y 3"x2" (Montantes o tornapuntas). Cuya armadura, consiste en 5 tijerales distribuidos en los ejes principales e intermedios, en el cual están apoyadas las viguetas o correas de madera de 3"x2"; que sobre éstas se colocan las planchas de fibrocemento Eternit gran onda, de dimensiones de 2.44mx1.097mx5mm.

Todo el entramado del techo está fijada convenientemente a la viga collar y aseguradas a los muros de adobe a través de alambre galvanizado # 16, alambre negro # 8, clavos de alambre c/c de 6" y unidas el tijeral y la viga collar a través de piezas de madera de forma de triángulo rectángulo, colocadas en escuadra y clavadas, que aseguran la unión y la estabilidad de la armadura. La colocación de las planchas de eternit gran onda, están fijadas con tirafones de acero de 5"x1/4", empotradas en las viguetas o correas de madera de 3"x2".

Respecto al mantenimiento del maderamen, excepto la madera tornillo requieren el tratamiento con preservantes químicos, para evitar el ataque por los insectos y hongos; sin embargo por el clima que posee la zona alta; poco o nada requiere el tratamiento con preservantes de madera.

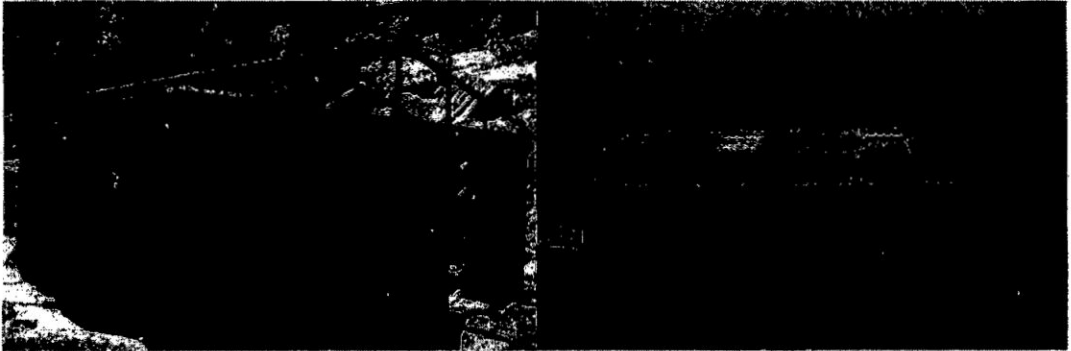


Figura 49. Construcción de la estructura y cobertura del techo

4.3.4.9 TARRAJEO INTERIOR Y EXTERIOR DE MUROS Y ZOCALOS

Consiste en el revestimiento de 1.5 a 2 cm con barro previamente preparado de, tierra zarandeada con malla de alambre de $\frac{1}{2}$ ", arena fina, paja o ichu cortadas entre 2 cm. y agua de cactus remojada por varios días (1 a 2 semanas).

Las proporciones de tierra seleccionada y arena fina varía de acuerdo al lugar y características granulométricas del suelo, son recomendables según experiencias del proyecto para la zona alta o donde predomina la arcilla de; 3:1:1 ó 2.5:1:1 de arena fina, tierra zarandeada y paja o ichu cortadas de 2cm. respectivamente.

Cuya mezcla o combinación del mortero, se realiza con agua de cactus o tuna en una proporción de 8 a 10 kg. de cactus/cilindro de 200 Lt.

Los tímpanos de la vivienda; están cubiertas con caña chancada, la misma que debe ser tarrajado con yeso; esto debido a la baja compatibilidad del barro con la caña chancada.

El tarrajeo de los zócalo y contrazócalos, es de concreto simple con mortero de cemento y arena en una proporción 1:5, con un espesor de 2cm. H=30cm. pulido con cemento y ocre importado color rojo.



Figura 50. Tarrajeo exterior de muros

4.3.4.10 ACERAS O VEREDAS

Veredas construidas en los tres o 4 lados perimetrales, con la finalidad de proteger la cimentación y los muros de las posibles humedades por el agua. Está construida de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, que poseen drenes perimetrales para evacuar el agua superficial de la lluvia. Las mismas están separadas entre juntas de dilatación de 1" cada 3 m. y bruña de centro y canto cada 1 m.

4.3.4.11 INSTALCIÓN ELÉCTRICA

Consiste en la colocación de las tuberías PVC SEL de 3/8", debajo de la geomalla según los puntos descritos en el plano de la vivienda, cuyo proceso se realiza antes de iniciado el tarrajeo.

Una vez concluido el tarrajeo y la construcción del cielo raso, se realiza la instalación y provisión de los cables THW para los diferentes puntos, y la colocación de los accesorios eléctricos.

4.3.4.12 ACABADOS EN PINTURA

Es un medio de protección contra los agentes destructivos del clima y el tiempo; un medio de higiene que permite lograr superficies lisas, limpias y luminosas, de propiedades asépticas, un medio de ornato de primera importancia y un medio de señalización e identificación de las cosas y servicios.

Los acabados en pintura inician con la limpieza y lijado de las paredes, se ha considerado según experiencias del proyecto en la zona alta de la sierra, por la agresividad de la lluvia y heladas lo siguiente:

- Pintura en interiores; primera capa con base de imprimante y 2da. 2 capas de pintura al temple color blanco humo.
- Pintura en exteriores; primera capa como base pintura selladora y 2da. 1 a 2 capas con pintura satinada, eficaz para proteger los tarrajeos exteriores ante la inclemencia de la lluvia y el friaje.

Los cielorrasos poseen pinturas de esmalte sintético como protección a la madera, previamente con una base de pintura imprimante.

Las puertas y ventanas, tienen un acabado con laca selladora o barniz en color adecuado a la madera como color cedro o caoba.

4.4. PROPUESTA DE UNA VIVIENDA SALUDABLE O BIOCLIMATICA

Según experiencias en proyecto rural y visto por conveniente, se propone los siguientes componentes en orden categórico de acuerdo a las necesidades básicas de la familia rural, en el cual se describe el diseño y la construcción de cada uno.

4.4.1 LA CONEXIÓN DOMICILIARIA DE AGUA POTABLE

Es el componente principal de una vivienda saludable; un sistema de saneamiento básico que requiere la familia con el abastecimiento del líquido elemental que es el agua; para subsistir y mejorar la calidad de vida de los integrantes de la familia.

En el presente proyecto se considera, la instalación o conexión domiciliaría, proponiendo la ubicación en el interior de los ambientes de la vivienda, tal como dispone el plano arquitectónico, planteando una distribución esquemática de los mobiliarios y algunas tecnologías bioclimáticas. Para tal efecto se realiza la instalación del lavadero de aluminio, situada en el ambiente de la cocina. Cuya instalación es a través de 2 losas de concreto armado que sirven como soporte o trípode, en el cual se sostiene el lavadero empotrado con una mezcla de concreto simple.

4.4.2 EL INVERNADERO FAMILIAR O MURO TROMBE

4.4.2.1 DISEÑO

(BOHÓRQUEZ, J) Señala que, el muro trombe es un sistema que recolecta la energía solar para luego utilizarla en el calentamiento interno de la vivienda, durante el día el aire que se encuentra en el muro trombe, se calienta y se eleva hasta la parte alta del muro ingresando a la habitación por los orificios superiores de la pared. El aire frío de la habitación ingresa al muro trombe por los orificios inferiores y de igual forma se calienta y vuelve a ingresar a la habitación por los orificios superiores. Es necesario tener en cuenta que este proceso se invierte en las noches y por esta razón los orificios deben de ser cerrados cuando empieza la oscuridad en las casas.

La ubicación y posición es de acuerdo a los hemisferios; para lugares que se encuentran en el hemisferio norte el muro trombe debe de mirar hacia el sur. Para lugares que se encuentran en el hemisferio sur, como el Perú, el muro trombe debe de mirar hacia el norte; esto permite una mayor captación de radiación solar y por ende una mayor ganancia de calor por lado de los dormitorios.

Para el efecto del presente proyecto, se diseñó un muro trombe alternativo llamado Invernadero Familiar, teniendo los principios y fundamentos de esta tecnología, bajo el asesoramiento de la PUCP y la UNI; por lo que el invernadero adosado a la vivienda, tiene como finalidad los siguientes objetivos:

- a.- Dotar de calefacción nocturna a los dormitorios del módulo de vivienda.
- b.- Servir como biohuerto familiar, básicamente para el cultivo de hortalizas en las zonas de altura, lo cual le permitirá a la familia mejorar la calidad de vida y la seguridad alimentaria.

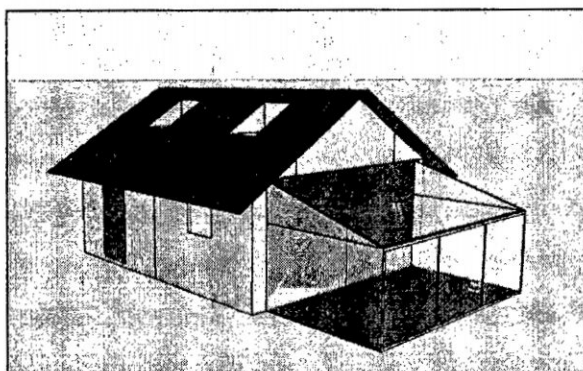


Figura 51 Invernadero familiar adosado a los dormitorios de la vivienda.

El Invernadero adosado a la vivienda, permite que la pared contigua a los dormitorios acumule calor de día (pudiendo dicho muro entregar calor de noche a los dormitorios en forma de calor radiante). Otra función del invernadero es proteger la pared de vientos fríos y de temperaturas también frías (los mínimos de temperatura dentro de los invernaderos son en promedio 4°C, pudiendo al exterior tenerse mínimos bajo 0°C (Huaylla 2010).

Con la finalidad de lograr un intercambio de aire adecuado entre el invernadero y los dormitorios algunos autores sugieren una relación empírica para el tamaño de los orificios en la pared, dicha relación es (Bohórquez, J.):

$$A_1 + A_2 = \frac{L \times H}{100}$$

Dónde:

H: Altura de la pared (m)

L: Largo de la pared (m)

A1: área de superficie del ducto de intercambio de aire entre invernadero y dormitorios (m²)

A2: área de superficie del ducto de intercambio de aire entre invernadero y dormitorios (m²)

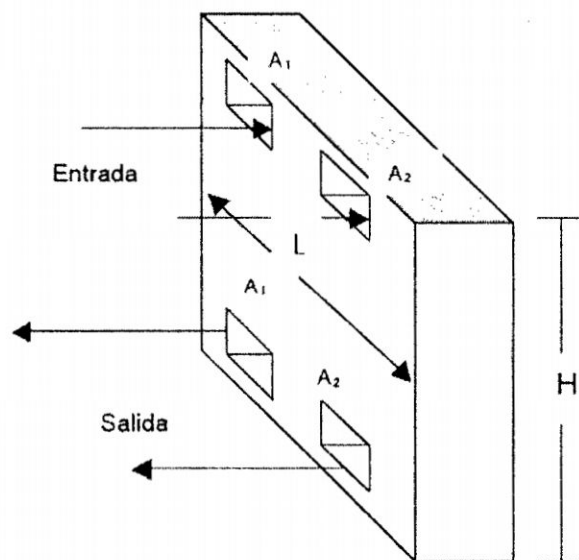


Figura 52. Tamaño recomendado de los ductos de aire instalados en la pared a fin de permitir un intercambio adecuado de aire entre el invernadero y los dormitorios.

Para el presente caso, se consideró dicha relación que arroja según los cálculos, las siguientes dimensiones de los conductos, (ancho=0.30, altura=0.10, fondo=0.40m.); cada una de las mismas dimensiones que se colocarán 02 en la parte inferior y 02 en la parte superior equidistantemente, tal como se muestra en los planos de ejecución, lo cual permite el mejor funcionamiento del aire por el sistema de convección entre el dormitorio y el invernadero.

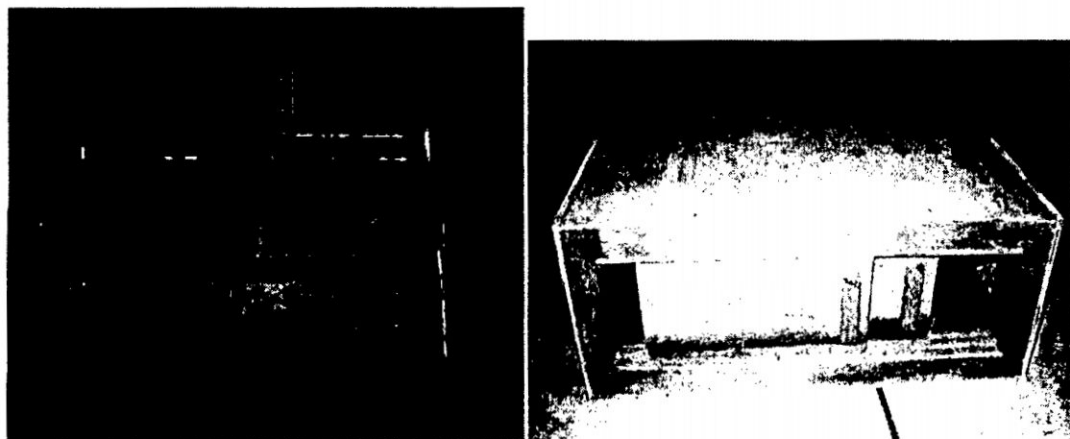


Figura 53. Conductos de madera con puertas corredizas. L=0.30, H=0.10 y Fondo=0.40 m.

4.4.2.2 CONSTRUCCIÓN DEL INVERNADERO

Paredes

Los muros se construirán de travesaños y columnas de madera embutidos como cimiento en una mezcla de cemento-hormigón y recubierto estos con material plástico infralene o agrofil, para asegurar el ambiente tipo cobertor de un invernadero o vivero forestal.

Cuyo ambiente está empotrado a un lado exterior de la vivienda; en donde se debe considerar durante el proceso de la construcción del sobrecimiento y muro de adobe, la colocación de los 04 conductos prefabricados de madera, (02 en la parte inferior y 02 en la parte superior según indica los planos de ejecución); los cuales son aberturas con pequeñas puertas que controla la entrada y salida de aire frío y/o caliente.

Muro de plástico transparente

Se utiliza este material para la cobertura de invernaderos o viveros forestales, se denomina infralene transparente CX CAB 100, la misma que será colocado para la cobertura de las paredes del invernadero familiar. Será cimentado en una zanja de 0.30 de altura por 0.30 de ancho, para luego ser relleno y compactado con material de tierra, con la finalidad de evitar la fuga de aire caliente.

Cuando atraviesa por un elemento vertical u horizontal de madera, este cobertor será asegurado con clavos cada 0.10 metros, así mismo se practicará una junta horizontal o vertical, con su respectivo material elástico.

Techo

El techo del invernadero familiar, posee una estructura de vigas y correas de madera, colocadas sobre éstas el cobertor de material transparente, que debe ser resistente a la acción de los rayos solares y las posibles sobrecargas de nieve u otros; el cual debe proveer la mayor estanqueidad posible frente a la penetración de aire frío a la vivienda. La cobertura son planchas corrugadas de polipropileno de 1 mm de espesor de 3.05 x 1.10 de ancho, las que serán fijadas sobre correas de madera, mediante tirafones de 4" x ¼".

Puertas y ventanas

La puerta y las ventanas son fabricadas de listones de madera tornillo, cubiertas con material de planchas de fibraforte plana, pudiendo garantizar que no se presente la fuga de aire caliente una vez cerradas.

Las ventanas están consideradas a ambos lados del invernadero (adelante y posterior) para facilitar el movimiento del aire frío durante las primeras horas del día.

Pintura

Lado empotrado al muro de la vivienda, está considerado luego de un resane con yeso el tarrajeo de la pared, con acabado de pintura esmalte color negro, con la finalidad de captar el calor y generar el confort térmico hacia el interior de la vivienda.



Figura 54. Izquierda: Vista interior muro de color negro; derecha: vista frontal del invernadero.

4.4.3 LA COCINA ECOLÓGICA MODELO INKAWASI

(CARE 2002) Afirma que El proyecto Energía, Desarrollo y Vida, ha realizado un modelo de cocina mejorada denominado Inkahuasi, nombre conseguido por realizar la implementación como piloto y los estudios de investigación en el efecto de los combustibles de biomasa en el aparato respiratorio, en las comunidades de Ayamachay y Uyshawasi del distrito de Inkawasi del Dpto. de Lambayeque; realizado por la Universidad Peruana Cayetano Heredia, organización mundial de salud y la cooperación Alemana GTZ. Cuyo proyecto de implementación y certificación se realizó por la institución SENCICO. La cocina mejorada, es uno de los componentes principales en una vivienda rural saludable, cuyas ventajas que ofrece es; que genera mayor higiene, mejora la salud visual, concentra mayor calor, es económico por que ahorra combustible, por lo tanto protege el medio ambiente y mejora la calidad de la familia.

4.4.3.1 CONSTRUCCION DE LA COCINA

La ubicación adecuada de la cocina mejorada, debe cumplir lo siguiente:

- La ubicación de la cocina debe tener una vista frontal hacia la puerta del ambiente, para proporcionar la ventilación de la cámara de combustión y evacuar el humo por la chimenea hacia el exterior.
- La salida de la chimenea a través del techo debe sobrepasar una altura de 50cm. para facilitar la succión del humo por movimiento de convención del aire exterior.

- Debe haber un ingreso adecuado del aire por las ventanas y buena iluminación en el ambiente.

La base y la plataforma de la cocina mejorada, se construye generalmente de adobe y/o ladrillo; donde se instalan componentes y accesorios de la cocina. La base, tiene dimensiones de 75 cm. ancho, 1.20 metros de largo y 20 cm. de alto. En la parte posterior, a partir de los 44 centímetros, se levanta la estructura hasta que alcance una altura de 44 centímetros como plataforma posterior, tal como se muestra en la (Figura 55); luego se construye el cenicero y colocar sobre éste la parrilla de hierro corrugado de $\frac{1}{2}$ " y la plataforma de lata (Figura 56).

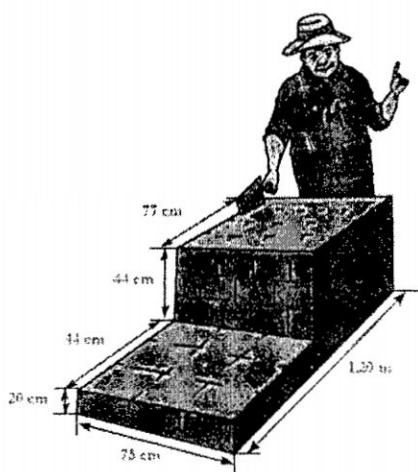


Figura 55. Dimensión de la plataforma de adobe.

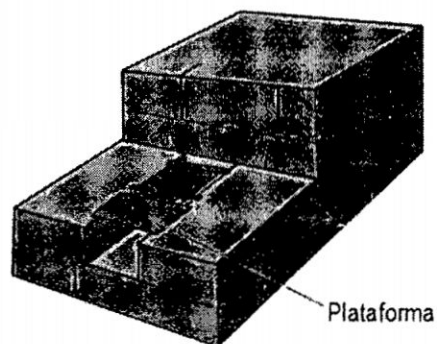


Figura 56. Colocado de la emparrillada y plataforma.

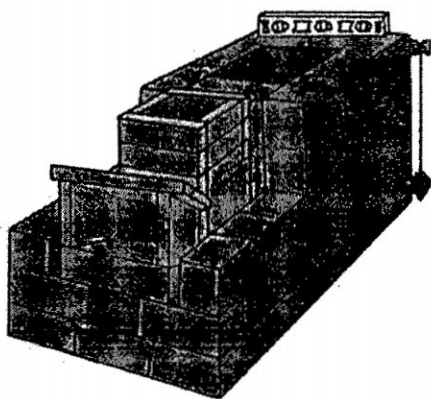


Figura 57. Colocado de la cámara de combustión y la entrada de leña, de material arcilla refractaria.

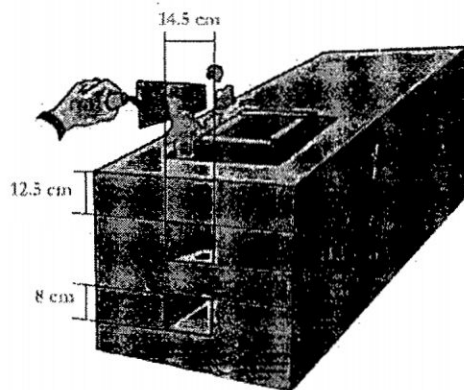


Figura 58. Llenado de ceniza y vidrio chancado, al contorno de la cámara de combustión.

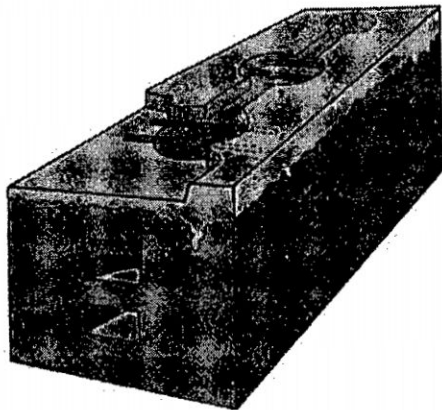


Figura 59. Construcción de las hornillas y colocación de F°C de 1/2", para el soporte de la olla.

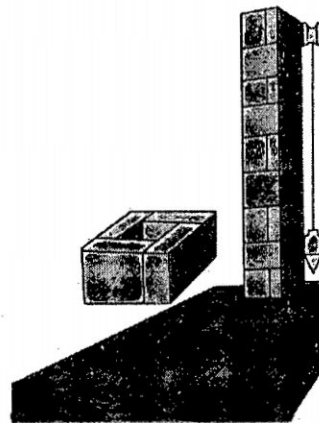


Figura 60. Construcción de la chimenea de ladrillo una altura variable y plataforma de concreto de 3mm.

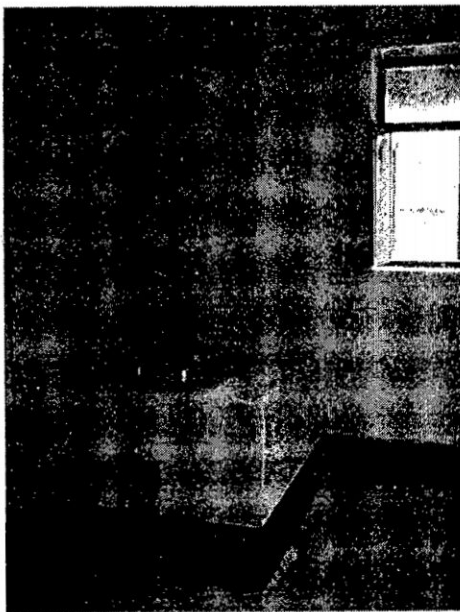


Figura 61. Finalmente se coloca la chimenea galvanizada de largo 1.20 m. diámetro de 4", para expulsar el humo hacia el exterior de la vivienda.

4.4.4 LA LETRINA SANITARIA DE TIPO POZO SECO VENTILADO

Uno de los servicios básicos de mayor importancia para habitar una vivienda saludable, se constituye como una de las alternativas para el manejo sanitario de las heces, y contribuye a tener una vivienda en condiciones más habitables mejorando la salud de la familia y protegiendo el medio ambiente.

De acuerdo a la organización para el desarrollo (OPD – 2005), Define: La letrina de hoyo seco ventilado; una estructura que se construye para disponer las excretas o materia fecal, con la finalidad de proteger la salud de la población y evitar la contaminación del suelo, aire y agua. Se caracteriza por tener un tubo vertical de ventilación por el cual se eliminarán los malos olores.

Es un sistema adecuado para la disposición de las excretas en zona rural y urbana marginal, cuyas condiciones socioeconómicas no permitan una solución sanitaria con arrastre hidráulico.

4.4.4.1 UBICACIÓN DE LA LETRINA

(OPS 2005) Para evitar posibles contaminaciones se recomienda distancias mínimas entre la letrina y las siguientes estructuras:

Letrina – vivienda	: 5,00 m – 30,00 m.
Letrina - linderos de propiedad	: 5,00 m
Letrina - tanque de agua sobre suelo	: 10,00 m
Letrina – nivel freático (vertical)	: 8,00 m
Letrina - tubo de agua potable	: 3,00 m

a) La letrina ventilada de hoyo seco se ubicará en el exterior de la vivienda, siendo conveniente que la distancia a la misma no sea menor a cinco metros, ni mayor a 30m; cuya orientación de la puerta debe ser hacia el sur de preferencia, para evitar la posible radiación solar que genera los malos olores.

b) El espacio destinado al almacenamiento de las heces será del tipo hoyo, cuando las características del suelo favorezcan su excavación; y del tipo cámara, cuando el nivel de las aguas subterráneas esté elevado, el suelo subyacente es rocoso o el terreno sea de difícil excavación. Así también cuando se requiera, podrá elevarse la boca del hoyo, mediante la formación de un terraplén o mampostería, respetando el mínimo establecido para no contaminar las aguas subterráneas.

c) Las letrinas ventiladas de hoyo seco no podrán ser construidas en áreas pantanosas o fácilmente inundables.

d) Las letrinas ventiladas de hoyo seco podrán ser construidas en terrenos calcáreos o con presencia de rocas fisuradas, siempre que se tomen las medidas de seguridad del caso.

e) En los lugares donde se proyecte construir letrinas no deberán existir sistemas de extracción de agua para consumo humano en un radio de 30 m alrededor de ellas, y en todos los casos las letrinas deberán ubicarse aguas debajo de cualquier pozo o manantial destinado al abastecimiento de agua para consumo humano, respetando la distancia indicada.

f) Cuando la letrina cumple su vida útil, debe sellarse con tierra e instalar una nueva a 2m. del anterior.

4.4.4.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

A. Hoyo o cámara

Para proceder al diseño del hoyo se tiene que tener en consideración los siguientes criterios:

- Volumen del hoyo.- Esto dependerá de tres condiciones principales:
 - Velocidad de acumulación de sólidos (m³/hab-año).
 - Cantidad de personas que lo utilizan.
 - Tiempo de llenado (en años).

Volumen de hoyo = Velocidad de acumulación x Cantidad de personas x tiempo.

La velocidad de acumulación de sólidos se encontrará entre los siguientes valores:

Limpieza con agua o papel higiénico 0,04-0,05 m³/hab-año

Limpieza con papel grueso u hojas 0,05-0,06 m³/hab-año

Limpieza con material duro o voluminoso 0,04-0,05 m³/hab-año.

- Periodo de diseño.- Es el tiempo de vida útil proyectado del hoyo, es decir el tiempo en el cual este ha sido llenado. El periodo de diseño se da en años:
Mínimo 4 años y máximo 10 años.

- Profundidad

Se considera un rango de profundidad entre: 1.50 – 2,00 metros.

- Forma

El hoyo de la letrina puede ser de forma circular, rectangular y cuadrado, para su diseño se tendrá las siguientes consideraciones:

- Para hoyos circulares: Diámetro: 0.80 – 1,00 metros
- Para rectangulares y cuadrados: Ancho: 0.80 – 1,20 metros.

B. Brocal

- a) Podrá ser construido con vigas de madera, concreto simple o reforzado, ladrillos o bloques de piedra o de concreto asentados con mortero de cemento-arena.
- b) Debe iniciarse faltando 0,20 m para llegar a la superficie y prolongarse 0,10 m por encima de ella.
- c) El brocal debe tener la misma geometría que el hoyo y su parte interna deberá coincidir con las paredes internas del hoyo.
- d) El espesor del brocal en concreto o mampostería no deberá ser menor de 0,20 m de los cuales 0,10 m servirán de apoyo a la losa.
- e) Cuando el brocal es de madera, los extremos deben prolongarse por lo menos 0,50 m del borde del hoyo.

C. Losa

- a) Podrá ser construido de madera resistente a la humedad, concreto reforzado, plástico, fibra de vidrio o cualquier otro material durable y capaz de soportar el peso de la persona y del aparato sanitario.
- b) Las dimensiones de la losa deberán prolongarse a cada uno de sus lados internos del brocal, en por lo menos 0,10 m, de modo de cubrir con amplitud el íntegro del hoyo.
- c) La losa deberá poseer una abertura que estará ubicada en el eje central y distanciado no menos de 0,18 m del borde de la losa. Las dimensiones de la abertura serán de 0,17 de diámetro en su parte más cercana al borde de la pared, 0,12 m de ancho en la más angosta, y la distancia de sus extremos de 0,40 m en el caso de utilizar aparato sanitario o taza la dimensión del orificio se adecuará al mismo.
- d) En el caso que la losa no cuente con un aparato sanitario, la losa deberá contar con plantillas para ubicar los pies.
- e) El nivel de la losa instalada deberá ubicarse a un nivel no menos de 0,10 m y no más de 0,60 m con respecto al terreno natural, para evitar el acceso de agua de lluvia.
- f) A fin de dar seguridad y sostenibilidad estructural a losas fabricadas con madera, deberá proyectarse dos viguetas de madera resistente de 0,10 x 0,10 m extendiéndose como mínimo 0,20 m más allá del corte del terreno.

D. Terraplén

Se colocará alrededor de la losa para protegerla y puede ser de arcilla o de tierra. La ubicación del terraplén; deberá estar ubicada por lo menos a 15 cm y no más de 60 cm sobre el nivel regular del terreno, ello se hace para impedir el paso de aguas superficiales o de lluvia (Figura 62).

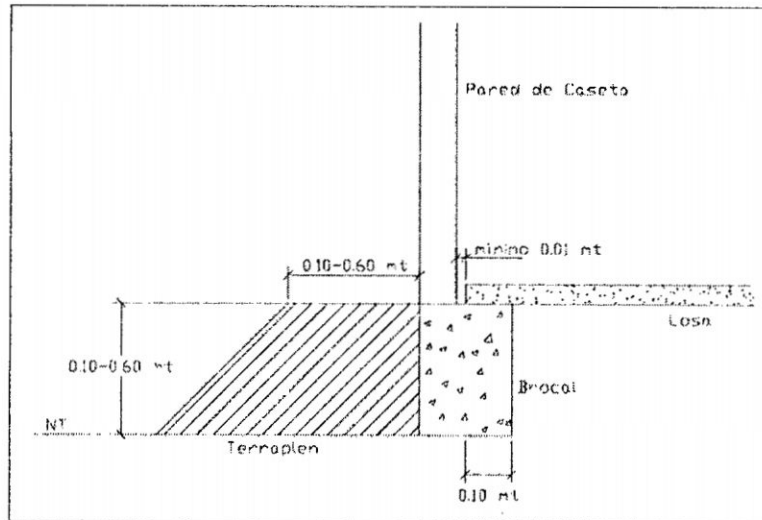


Figura 62. Instalación del brocal y la losa

E. Aparato sanitario

- Podrá emplearse el tipo turco o el tipo taza.
- El aparato sanitario tipo turco podrá ser un accesorio independiente o ser construido conjuntamente con la losa.
- El aparato sanitario o taza deberá ser un accesorio independiente.
- El aparato sanitario o taza deberá ser de una sola pieza y con acabado, lo más liso posible.
- El aparato sanitario, bien sea tipo turco o taza, deberá estar herméticamente unido a la losa para impedir el ingreso de insectos o salida de malos olores.

F. Caseta

Para diseñar el largo y ancho de la caseta se tomará como referencia las dimensiones de la losa, de tal manera que las paredes sean construidas sobre la base y el extremo de la plancha.

- **Dimensiones**

Las dimensiones internas de la letrina, es recomendable de 1.00x1.00m. ó 0.90x1.00m. La altura de la sección frontal hasta la parte superior de la pared deberá de ser de 1.80 – 2.00 m. La altura de la sección posterior hasta la parte superior de la pared deberá de ser de 1.70 – 1.90 m.

- **Puerta.-** Las medidas de la puerta deberán tener un ancho mínimo recomendable de 0,70 m y una altura mínima de 1,60 m. Debe tener un sistema de contrapeso para garantizar su cierre automático, con el fin de evitar el ingreso de moscas u otros insectos. La puerta de la letrina debe abrirse hacia a fuera y orientado en dirección norte a sur.

- **Iluminación y ventilación.-** La iluminación interior de la caseta deberá ser provistas por una ventana situada entre la parte alta superior de la caseta. El área total de la ventana no deberá ser mayor a 0,10m² y el alto no mayor a 0,15 m.

- **Techo.-** Para el diseño del techo se recomienda lo siguiente:
Debe presentar una inclinación de aproximadamente 10% y zonas alta 25%.
Debe tener un voladizo alrededor de la caseta.

G. Ventilación

Este se diseña para sacar los malos olores del hoyo hacia el exterior de la letrina y evitar la entrada y salida de moscas.

- **Ubicación.-** Este deberá colocarse en la parte posterior de la caseta.
- **Longitud.-** La longitud del tubo de ventilación deberá ser tal que permita sobresalir 0,50 m. de la sección superior del techo de la caseta (OPS 2005).

El material a usar para la tubería de ventilación dependerá de las condiciones climáticas de la zona para ello tendremos en consideración lo siguiente:

- Para climas fríos la ventilación se considera tubería PVC SAL de 2" a 4" de diámetro.
- Para climas cálidos se considera: PVC SAL de 4" de diámetro.

Es necesario colocar la terminación de ventilación tipo sombrero, a una altura mínima de 0.50m; que servirá para eliminar los malos olores e insectos que pudieran afectar su buen funcionamiento.

H. Uso y mantenimiento

Para tener una familia saludable y una letrina adecuada, se debe realizar las siguientes prácticas, un hábito diario de los miembros de la familia:

- Antes de iniciar el uso, se debe echar 4-5 paladas de bosta de vacunos en el fondo del hoyo; en zonas donde no se encuentra la bosta, echar paladas de tierra negra o tierra agrícola.
- Hacer las deposiciones en el hoyo y arrojar dentro del él los papeles usados.
- Semanalmente echar cal o ceniza, bosta o tierra negra; 01 a 02 paladas, para ayudar la descomposición y evitar los malos olores.
- Cuando no esté en uso mantener la tapa bien tapada. No echar agua dentro del hoyo, desinfectantes, insecticidas, ácidos y basuras.
- Limpiar cuidadosamente la tasa o el turco con un trapo húmedo cuando lo requiera y eliminar el trapo dentro del hoyo.
- La vida útil de la letrina se concreta cuando las excretas se hallan a 40 cm. debajo de la losa.
- Para el sellado de la letrina echar una capa de 05 cm. de cal o ceniza, luego rellenar con tierra hasta el nivel del suelo.

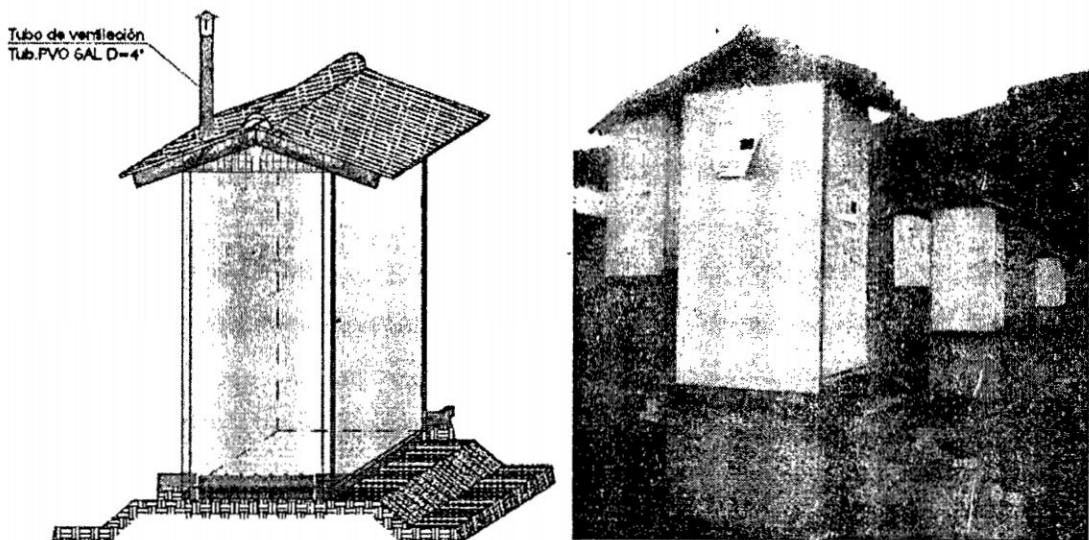


Figura 63. Letrina de tipo pozo seco ventilado

4.4.5 SISTEMA DE CONFORT TÉRMICO DE LA VIVIENDA

4.4.5.1 PISO DE MADERA MACHIHEMBRADA

Las maderas poseen propiedades térmicas para un apropiado confort de calefacción en la vivienda; de tal manera las maderas machihembradas de $\frac{3}{4}$ " x 4", son colocadas sobre vigas de listones de 3" x 2" a 0.60m. entre vigas, las cuales embutidos en una mezcla de concreto simple y entre éstas se encuentra el canto rodado de 2" a una altura de menos 2 cm. que forma un espacio vacío entre la grava y la madera machihembrada que cumple funciones de aislamiento térmico y a la vez evita la posible ascensión capilar de las aguas subterráneas. Cuyas indicaciones y dimensiones se encuentran en el plano de ejecución.

Para el mantenimiento del piso machihembrado, se recomienda utilizar petróleo o cera de piso.



Figura 64. Piso de madera machihembrada

4.4.5.2 DUCTOS DE CLIMATIZACIÓN

Están ubicadas entre el cielo raso y el techo, en la parte central de cada ambiente de la infraestructura. Los ductos están contruidos de listones y cubierto los 4 laterales con plástico de color negro, con la finalidad de absorber mejor las radiaciones solares y no convertir la luz en difusa como los plásticos blancos y además de perder la luz por reflexión.

El techo posee planchas transparentes de policarbonato que permiten el ingreso de la

luz y calor durante el día, generando en el ambiente el sistema de iluminación y calefacción.

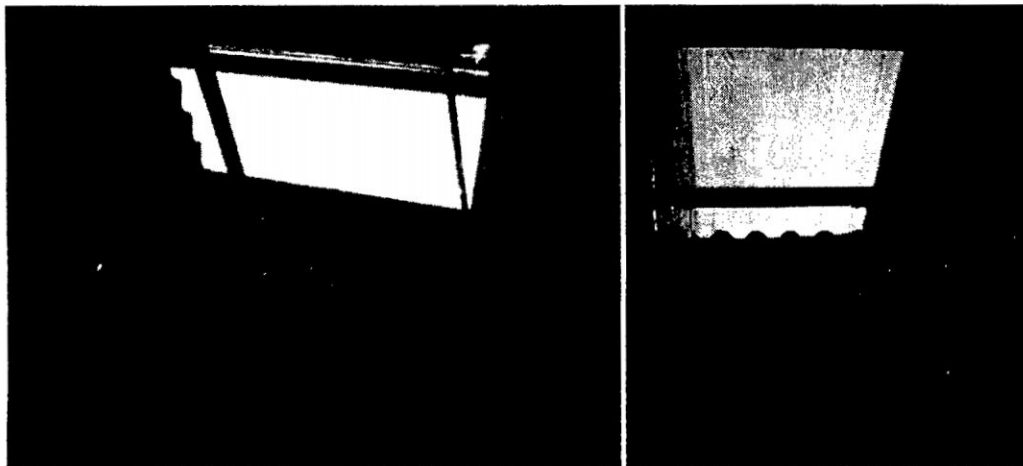


Figura 65. Ducto de iluminación y calefacción

4.4.5.3 CIELO RASO DE MADERA, TRIPLAY Y CLARABOYAS

Está construido de madera tornillo, en la que está apoyada las planchas de triplay de 2.44m.x1.22mx4mm., las juntas de estos elementos están cubiertas por tapajuntas de 1/4"x1 1/2" y rodones de madera de 1"x1", respectivamente. Posee una estructura de madera y triplay, sistema de corredizas o claraboyas en el cielo raso; que regulan la entrada de la luz o calor hacia la vivienda. La función del cielo raso para este caso es, para aislar los ambientes del ingreso de corrientes de aire frío, especialmente en épocas de helada y horario nocturno, y las corredizas cumplen la función de regular la entrada de la luz y calor durante el día, mientras de noche permanecen cerradas generando un confort térmico en la vivienda.

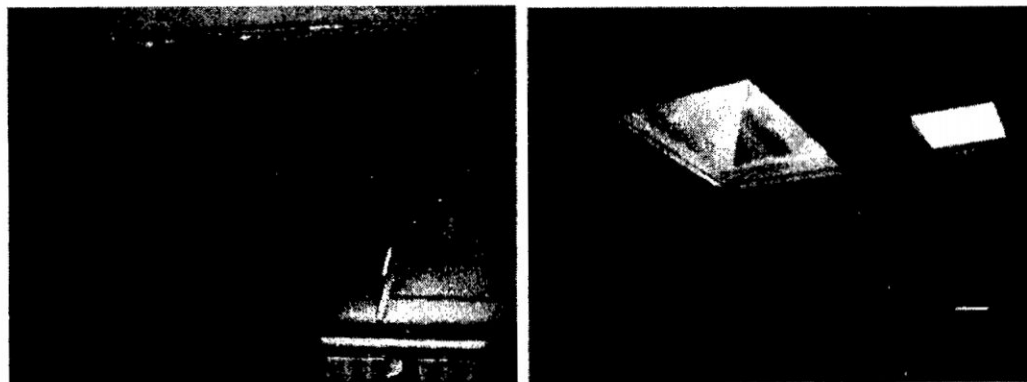


Figura 66. Cielo raso móvil y las claraboyas

4.4.5.4 PUERTAS Y VENTANAS DE MADERA CON CERRAMIENTO HERMÉTICO

Elementos prefabricados diseñados con capacidad de acumular energía térmica, para el confort de la vivienda, que constituye puerta de madera con cerramiento hermético y ventanas que posee 2 puertas de 2 hojas cada una, las hojas internas que se abren hacia adentro, (posee un sándwich térmico de triplay 4 mm + tecknoprt 10 mm + triplay 4mm) y hojas externas que se abren hacia afuera, (poseen 2 láminas de vidrio catedral semi doble, con espacio libre entre vidrios de 10 mm.)

Para efectos de mantenimiento de los elementos prefabricados de madera, es necesario aplicar pinturas de protección como laca selladora y barniz.



Figura 67. Puertas y ventanas térmicas

4.4.6 LAS POZAS SANITARIAS

Es uno de los componentes de una vivienda saludable; que son hoyos o fosas, construidas bajo el nivel del suelo, que sirve para depositar los residuos sólidos tanto orgánicos como inorgánicos y drenar el agua servida; con la finalidad de mejorar la calidad de vida de las familias de zona rural.

Las enfermedades infecciosas y parasitarias en niños y adultos dentro de la comunidad se vuelven común, debido a la existencia de la basura y aguas servidas o grises, que genera la inestabilidad de la salud de los pobladores.

Las pozas sanitarias son:

1. Pozas de basura orgánica o compostera
2. Pozas de basura inorgánica
3. Pozas de drenaje

4.4.6.1 POZAS DE BASURA ORGÁNICA O COMPOSTERA

Diseño.- Es una poza u hoyo de 1.00 m. de ancho x 1.00 m de largo y 1.20 m. de profundidad. (CARE 2002) Describe, que la ubicación de las pozas de basura orgánica, es conveniente situarlo junto al biohuerto familiar, para facilitar el manejo adecuado del compost o la descomposición de residuos orgánicos, cuya distancia aprox. es de 30 a 50m.

Construcción y funcionamiento

- Realizar una excavación de pozo de 1m x 1m x 1.20m. de profundidad.
- Luego se coloca en el perímetro adobes o piedras, para dar forma y evitar la entrada excesiva del agua de lluvia.
- Las pozas deben estar cubiertas con pequeños listones de madera o tablas, para evitar la entrada de animales.

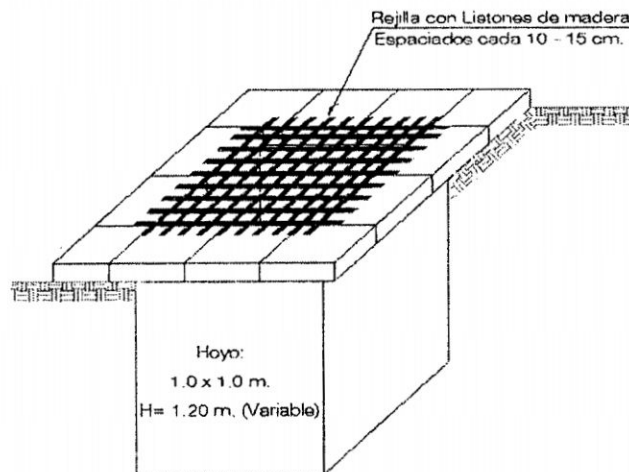


Figura 68. Pozo sanitario de residuos orgánicos.

El funcionamiento del pozo, tiene 2 objetivos: depósito de residuos orgánicos y descomponer para obtener el abono de compost.

Para el proceso de compostaje, se debe realizar el siguiente paso:

- Echar a la poza todas las basuras orgánicas, hasta formar una capa suficiente durante una o 2 semanas.
- Luego echar a la poza 2 a 3 palanas de excremento de animales rumiantes o estiércol, con la finalidad de facilitar la descomposición del residuo.
- Verter o espolvorear la ceniza, formando una capa delgada en la poza.
- Finalmente echar con un balde unos litros de agua hasta lograr una humedad adecuada.
- Continuar este proceso cada vez que los residuos forman una altura de 10 cm.
- Una vez lleno el pozo se tapa con tierra durante 4 a 5 meses, hasta lograr la descomposición de los desechos, para luego abrir y recoger el compost. Para lo cual se recomienda la construcción de 2 pozas de basura orgánica, para un manejo adecuado.

4.4.6.2 POZAS DE BASURA INORGÁNICA

Diseño y funcionamiento

Llamado también micro relleno sanitario, tiene las mismas dimensiones que la poza compostera. Lo cual sirve como depósito de desperdicios que no se descomponen y que no son reciclables; como plásticos, pañales descartables, pila o baterías, etc. Una vez que el pozo se llena, se cubre con tierra a una capa de 20 a 30 cm. Luego se debe apisonar o compactar, para afirmar la tierra a nivel de la superficie. Seguidamente se construye un nuevo pozo para este efecto.

La ubicación de este componente, es conveniente situar a una distancia aprox. de 50m. de la vivienda, en áreas no agrícolas ni de construcciones.

4.4.7 CONSTRUCCIÓN Y USO DE POZO DE DRENAJE

Diseño.- Los pozos de drenaje conocidas también como depósito de aguas servidas, funcionales en las viviendas de zonas rurales, donde carecen del sistema de

alcantarillado o pozos sépticos; son un complemento muy importante de los lavaderos y permiten almacenar el agua utilizada en los lavados y piletas

Construcción y funcionamiento

- La ubicación del pozo de drenaje, depende principalmente del tipo de suelo donde se encuentra la vivienda, por lo que en suelos arenosos se recomienda instalar el pozo de dren a 2 ó 5m. del lavadero, y en suelos muy arcillosos o presencia de mojadales, no es recomendable su instalación para evitar el estancamiento del agua.
- Realizar la excavación del hoyo de 1m x1mx1.50m. de profundidad.
- Luego llenar el pozo con capas de piedra según tamaño, formando especie de filtro de piedra, una capa de 50 cm. de piedra grande de 8", 50cm. de piedra mediana de 4" a 5" y 30cm. de piedra pequeña de 1" a 2".
- En seguida se coloca la tubería y codos de PVC SAL de 2", desde el lavadero hasta el pozo, como indica (Figura 69).
- Finalmente se llena una capa de hormigón grueso, para cubrir con un manto de plástico y sellar al nivel suelo con la tierra extraída.

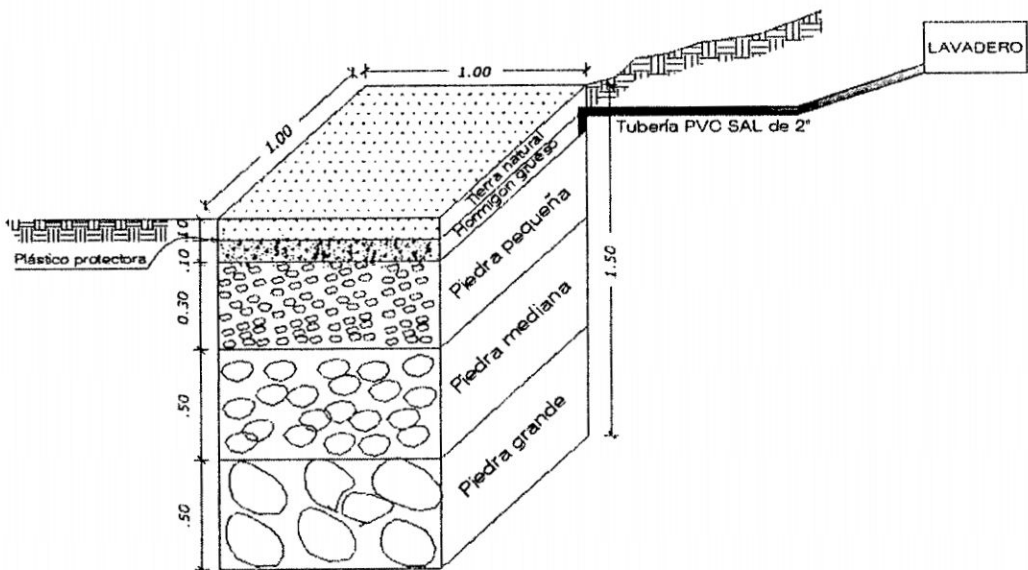


Figura 69. Partes del pozo de drenaje.

4.4.8 CATEGORIZACION DE LA VIVIENDA RURAL SALUDABLE

De acuerdo a la evaluación realizada sobre los elementos básicos de salubridad de una vivienda, se propone diferenciar 02 categorías para denominar que una vivienda rural de zona alta se considere saludable.

4.4.8.1 CATEGORIA "A"

1. Vivienda sismorresistente
2. Agua potable y pozo de drenaje
3. Confort térmico (Piso de madera machihembrada, cielo raso, ductos de climatización, puertas y ventanas de madera con aislamiento térmico)
4. Invernadero familiar (Biohuerto familiar)
5. Cocina mejorada
6. Letrina sanitaria – ss.hh – tanque séptico.
7. Pozo de residuos sólidos o micro relleno sanitario (Orgánico e inorgánico)
8. Granja (Crianza de animales mayores o menores)

4.4.8.2 CATEGORIA "B"

Es la categoría que prescinde de cualquier elemento secundario de la categoría "A" y son los siguientes:

1. Vivienda sismorresistente
2. Agua potable y pozo de drenaje
3. Confort térmico (Piso de madera, cielo raso, puertas y ventanas de madera)
4. Cocina mejorada
5. Letrina sanitaria
6. Granja (Crianza de animales)

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Obedeciendo al regimiento de la Norma Técnica del RNE, el cálculo físico matemático; realizado en forma manual y a través del software SAP 2000, se ajusta a las dimensiones obtenidas en los muros de la vivienda planteada; así como las demostraciones en los diseños de la falla de estructura por corte y los diseños por flexión y cortadura en la madera.
- El adobe es considerado un elemento estructural capaz de soportar cargas de compresión y cortadura como muro. En la presente evaluación los esfuerzos de cortadura cumplen de manera general con los valores recomendados por el Reglamento Nacional de Edificaciones E. 080 (0.25 Kg/cm²)
- De acuerdo al diseño de la configuración arquitectónica: los ambientes, vanos, área de iluminación y ventilación de la vivienda; tienen características antropométricas adecuadas de acuerdo a las dimensiones mínimas que establece la Norma Técnica de Edificaciones.
- El proceso constructivo y proceso de autoconstrucción de viviendas de adobe, es un trabajo muy importante que deben aplicar el poblador rural, de acuerdo a la Norma Técnica del RNE, lo cual requiere un trabajo social de asistencia y capacitación técnica a los maestros y operarios en la autoconstrucción.
- La propuesta planteada para la categorización de viviendas seguras y saludables para zonas mayores de 3,500 m.s.n.m; se propone 02 categorías, donde la 1ra reúne todos los elementos como: seguridad, salud, producción, alimentación, medio ambiente y vivienda abrigada, y la 2da. prescinde de algún elemento secundario de la categoría "A"; así como el invernadero o biohuerto familiar y micro relleno sanitario.
- Respecto al costo comparativo de una vivienda sismorresistente frente a una vivienda típica, varía en un 18.57%, cuyo costo adicional corresponde a una vivienda

modelo proyectado, que garantiza la seguridad, confort y abrigadora para las zonas proyectadas.

5.2 RECOMENDACIONES

- Es necesario acogerse a las normas técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones, para los diseños y ejecución de las edificaciones de adobe reforzado.
- Es preciso señalar la participación de los profesionales, en el asesoramiento técnico del proceso constructivo de vivienda sismorresistente, especialmente en las zonas sísmicas de nuestro país.
- Es importante practicar la estrategia social de sensibilizar, capacitar y dar asistencia técnica, sobre la importancia de los sistemas de refuerzo y el proceso autoconstructivo de una vivienda sismorresistente, a las familias beneficiarias y operarios de la zona; para garantizar la calidad de la construcción y evitar más tragedias durante el sismo.
- En vista que se encuentran viviendas a la agresividad del clima en las zonas alto andinas, se recomienda el uso de estas tecnologías de vivienda bioclimática, para mejorar la calidad de vida de los pobladores de la zona.
- Se recomienda a los estudiantes y profesionales, de continuar con las investigaciones de buscar nuevas tecnologías; para la construcción de viviendas rurales bioclimáticas, ante la agresividad del clima en las zonas alto andinas de nuestro país.

CAPITULO X

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABANTO CASTILLO, Flavio; (2010): "Análisis y diseño de edificaciones de albañilería" – Editorial San Marcos, Lima – Perú.
2. ARONES OCHOA, Iván; (2008): "Diseño y evaluación de módulos educativos con sistemas constructivos no convencionales" – Tesis – Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga – Ayacucho.
3. BARRIONUEVO, R. y ESPINOZA, R. (2005): "Edificaciones Bioclimáticas en el Perú". En GONCALVES, H. (editores): Los Edificios Bioclimáticos en los Países de Ibero América. PROGRAMA CYTED – INETI. LISBOA.
4. BAUTISTA ORTEGA, Florencio; (1994): "Propiedades Estructurales del Adobe en la ciudad de Ayacucho" - Tesis - Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga – Ayacucho.
5. BOHÓRQUEZ, J.: "Muro de Trombe". Universidad de los Andes, Bogotá D.C., Colombia, Departamento de Energía.
6. BLONDET, Marcial; VILLA GARCIA, M Gladis; (2009): "Construcción de adobes resistentes a los terremotos" – Pontificia Universidad Católica Del Perú – Lima.
7. CARE (2002): "Familia en la chacra integral" – Proyecto REDESA; Redes sostenibles para la seguridad alimentaria – Huancavelica.
8. ESQUIVEL FERNÁNDEZ, Yhosimi W. "sistemas de refuerzo estructural en monumentos históricos de la región cusco" - Tesis PUCP - Lima.
9. FONSECA Xavier; (2003): "Las medidas de una casa – antropometría de la vivienda" – Editorial PAX MEXICO.
10. FUENTES BERMÚDEZ, Hebert J; (2007) "Lineamientos y criterios de diseño arquitectónico para vivienda rural en el área norte del municipio de San Juan Opico". Tesis - Universidad de El Salvador - Facultad de Ingeniería y Arquitectura - El Salvador.
11. GERNOT, Minke; (2001) "Manual de construcción de viviendas antisísmicas de tierra" – Alemania.
12. GVSS - Grupo vivienda segura y saludable; (2009): "Vivienda para el sector rural en el Perú" La experiencia de la reconstrucción del sismo del agosto de 2007 – Lima.
13. INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2006 y 2011 – Lima.
14. INEI, 2005. Censo Nacional de Vivienda – Lima.

15. IGP (2011); Instituto Geofísico Del Perú – “Sismología y Geodesia Espacial” El Pulso de la Tierra – memoria 2012 El presente y el Futuro - Lima, PP. 13 – 18.
16. JUNTA DE ACUERDO DE CARTAGENA; “Manual de diseño para maderas del grupo andino” Proyectos andinos de desarrollo tecnológico en el área de los recursos forestales tropicales-PADT-REFORT.
17. MARTINEZ LIRA, Máximo; (2,006): “Evaluación de vulnerabilidad y reforzamiento de edificaciones de adobe en la ciudad de Ayacucho” – Tesis – Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga – Ayacucho.
18. MINISTERIO DE SALUD; (2005): “Guía de Implementación del Programa Familias y Viviendas Saludables” Lima.
19. MÜLLER, Ernst; (1998): “Mejoramiento Térmico de Viviendas con Climatización Pasiva” Trabajo presentado en El CONGRESO INTERNACIONAL DE ENERGÍAS SUSTENTABLES SENESE X. Punta Arenas – Chile.
20. OPS (Organización para la salud)/CEPIS/UNATSABAR; (2005): “Guías de diseño para letrinas de procesos secos” – Lima.
21. PERALTA ROZAS, Gonzalo F; (2009): “Resistencia a flexión de muros de adobe reforzados con geomallas - influencia del tipo de tarrajeo” – Tesis – Pontificia Universidad Católica del Perú – Lima.
22. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES – SENCICO; (2008)
 - Norma Técnica A. 010 Condiciones generales de diseño
 - Norma Técnica A. 020 Vivienda
 - Norma Técnica E. 010 Madera
 - Norma Técnica E. 030 Diseño sismo resistente.
 - Norma Técnica E. 080 Adobe.
23. Rubiños M, Álvaro; (2009): “Propuesta de reconstrucción post-terremoto de viviendas de adobe reforzado” – Tesis – PUCP - Lima.
24. SALINAS BASUALDO, Rafael; (2001): “Aspectos básicos de sismología” – Universidad Nacional de Ingeniería – UNI - Lima.
25. SAN BARTOLOMÉ RAMOS, Ángel F. y QUIJUN WONG, Daniel R. (2009): “Comportamiento sísmico de viviendas de adobe en los terremotos del 2001 y 2007 en Perú” – PUCP – Lima.
26. SENCICO -“Servicio Nacional De Capacitación Para La Industria De La Construcción” (2003): “Mejores casas de adobe” - Lima.
27. TORREALVA, Daniel; (2009): “Diseño sísmico de muros de adobe reforzados con geomallas” - Pontificia Universidad Católica Del Perú – Lima.

28. TORRES RAMIREZ, Antonio Gottlieb; (2012): "Comportamiento sísmico del adobe confinado. Variable: Refuerzo horizontal – Pontificia Universidad Católica del Perú – Lima.
29. VARGAS NEUMANN, Julio; (2007): "Construcción de casas saludables y sismorresistente de adobe reforzado con geomalla" - Manual - PUCP - Lima.
30. ZEGARA CIQUERO, Luis; QUIUN WONG, Daniel; SAN BARTOLOME, Angel; (2009): "Técnicas para el reforzamiento sísmico de viviendas de adobe" - PUCP - Lima.

ANEXOS

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

- Presupuesto de la vivienda sismorresistente de adobe reforzado con geomalla.
- Precios y Cantidades de Insumos de vivienda sismorresistente.
- Presupuesto de la vivienda típica de adobe.

PLANOS DEL PROYECTO

S10					Página	1	
B/Ing. Silvio L. Alvizuri Chuchón							
Presupuesto							
Presupuesto	:CONSTRUCCION DE VIVIENDA SISMORRESISTENTE Y SALUDABLE						
Subpresupue	:MODULO BASICO DE ADOBE REFORZADO CON GEOMALLA 4 AMB. > 3500 M.S.N.M.						
Ciente	:UNSCH - AYACUCHO					Costo al	05/10/2013
Lugar	:HUANCAVELICA - CASTROVIRREYNA - CASTROVIRREYNA						
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.		
01	TRABAJOS PRELIMINARES					99.52	
01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	90.26	0.76		68.60	
01.02	TRAZO; NIVELES Y REPLANTEO	m2	56.22	0.55		30.92	
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					227.85	
02.01	EXCAVACIÓN DE ZANJAS P/CIMENTACION h=60 cm	m3	10.85	21.00		227.85	
03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					2,541.32	
03.01	CIMIENTO CORRIDO C:H 1:12 + 50 % PG	m3	10.85	126.94		1,377.30	
03.02	SOBRECIMIENTO DE 0.40 DE ANCHO C:H 1:10 + 25 % PM	m3	4.42	154.49		682.85	
03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SOBRECIMIENTO HASTA 0.30 MT	m2	24.97	19.27		481.17	
04	MUROS					2,957.50	
04.01	MURO DE ADOBE - E=40 CM.	m2	77.30	38.26		2,957.50	
05	ELEMENTOS DE REFUERZO					3,112.82	
05.01	VIGA COLLAR DE MADERA TORNILLO*	M	44.82	37.17		1,665.96	
05.02	REFUERZO CON MALLA DE POLIPROPILENO	m2	236.03	6.13		1,446.86	
06	TECHOS Y CUBIERTAS					7,929.43	
06.01	ESTRUCTURA DE TECHO	m2	82.41	24.95		2,056.13	
06.02	TECHO PERFIL GRAN ONDA	M2	82.41	27.46		2,262.98	
06.03	CUMBRETA ARTICULADA DE ETERNIT	m	8.90	52.28		465.29	
06.04	COBERTURA DE TIMPANOS CON CAÑA GUAYAQUIL	m2	10.56	28.93		305.50	
06.05	CIELO RASO CON TRIPLAY DE 4 mm.	m2	55.28	33.26		1,838.61	
06.06	DUCTOS DE CLIMATIZACION E ILUMINACION CON POLICARBONATO	und	4.00	250.23		1,000.92	
07	TARRAJEO INTERIOR Y EXTERIOR					1,574.14	
07.01	TARRAJEO CON MATERIAL SELECCIONADA-ESPESOR MAX. 2.00 CM.	m2	161.33	8.26		1,332.59	
07.02	VESTIDURA DE DERRAMES CON MATERIAL SELECCIONADA	m2	11.97	10.14		121.38	
07.03	ENLUCIDO DE YESO EN LOS TIMPANOS	m2	10.56	11.38		120.17	
08	PISOS					3,337.91	
08.01	PISO DE MADERA MACHIHEMBADA DE 3/4"	m2	40.00	68.79		2,751.60	
08.02	VEREDA PERIMETRAL DE CONCRETO DE 4"	m3	3.12	187.92		586.31	
09	ZOCALOS					877.81	
09.01	ZOCALO Y CONTRAZOCALO DE CEMENTO PULIDO C/MORTERO 1:5 DE 2CM.X	m	74.58	11.77		877.81	
10	CARPINTERIA					1,507.24	
10.01	PUERTA DE MADERA CON CERRAMIENTO HERMETICO	und	1.00	456.86		456.86	
10.02	PUERTA CONTRAPLACADA DE DE TRIPLAY DE 4MM.	und	2.00	234.76		469.52	
10.03	VENTANA DE MADERA DE 0.80 x 1.20 M. CON DISEÑO PARA CONFORT TERMICO	und	3.00	193.62		580.86	
11	PINTURA					1,099.24	
11.01	PINTURA SATINADA EN EXTERIORES	m2	71.67	3.02		216.44	
11.02	PINTURA AL TEMPLE 2 MANOS EN INTERIORES	m2	101.63	1.90		193.10	
11.03	IMPRIMADO DE MUROS INTERIORES	m2	101.63	1.53		155.49	
11.04	SELLADORA BASE EN EXTERIORES	m2	71.67	4.06		290.98	
11.05	PINTURA AL ESMALTE SINTETICO EN CIELO RASO	m2	55.28	4.40		243.23	
12	INSTALACIONES ELECTRICAS					445.00	
12.01	INSTALACIONES ELECTRICAS PARA MODULO DE 04 AMB.	GLB	1.00	445.00		445.00	
13	FLETE					1,500.00	
13.01	FLETE TERRESTRE (MATERIAL INDUSTRIAL)	GLB	6,000.00	0.25		1,500.00	
COSTO DIRECTO						27,209.78	
GASTOS GENERALES(12.02%)						3,271.15	
GASTOS DE SUPERVISION (4.85%)						1,319.34	
PRESUPUESTO TOTAL						31,800.27	
SON: TRENTIUNOMIL OCHOCIENTOS Y 27/100 NUEVOS SOLES							

ANALISIS DE GASTOS GENERALES

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS SISMORRESISTENTES Y SALUDABLES
 ADMINISTRACION : POR CONTRATA
 META : CONSTRUCCIÓN DE 40 MODULOS DE VIVIENDAS RURALES DE 04 AMBIENTES
 LUGAR : CASTROVIRREYNA - CASTROVIRREYNA - HUANCAVELICA
 PLAZO DE EJECUCION : 20 VIVIENDAS X 3 MESES
 FECHA : CASTROVIRREYNA, AGOSTO 2013

Nro.	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	P.U.	PRECIO PARCIAL	TOTAL
1.00	Retribuciones y complementos-contratos a plazo fijo					12,600.00
	01 Almacenero (oficial)	Mes	6.00	1,200.00	7,200.00	
	01 Guardianes (peón)	Mes	6.00	900.00	5,400.00	
2.00	Viaticos Asignaciones Personal-Varios	Día	15.0	100	1,500.00	1,500.00
3.00	Vestuario					3,550.00
	Casco de protección	Und	30.0	20	600.00	
	Botas de jebe N° 38,39 y 40	Par	30.0	25	750.00	
	Guantes de cuero	Par	40.0	15	600.00	
	Guantes de jebe	Par	40.0	10	400.00	
	Mamelucos	Und	30.0	40	1,200.00	
4.00	Combustibles y lubricantes					14,300.00
	Gasolina 84 oct.	Gln	1000.0	14.00	14,000.00	
	Lubricantes	Gln	6.0	50.00	300.00	
5.00	Servicios No Personales (Profesionales y Téc.)					78,000.00
	Ingeniero Residente de Obra (Coef. 1)	Mes	6.00	4,000.00	24,000.00	
	Maestro de Obra	Mes	6.00	2,500.00	15,000.00	
	Asistente Tecnico de Obra	Mes	6.00	3,000.00	18,000.00	
	Asistente Administrativo	Mes	6.00	2,000.00	12,000.00	
	Chofer de Camioneta	Mes	6.00	1,500.00	9,000.00	
6.00	Bienes de cons. (mat. Fotográfico, productos quimicos, etc.)					886.00
	Rollo de Pelicula	Rollo	6.0	15.00	90.00	
	Pilas	Par	6.0	6.00	36.00	
	Tinta color para impresora Laser	Und	6.0	60.00	360.00	
	USB 8 G Imation	Und	5.0	80.00	400.00	
7.00	Pasaje y Gastos de transportes					600.00
	Pasaje de Sede Oficina-Obra(viceversa)	Est	1.0	600.00	600.00	
8.00	Otros servicios de terceros					2,120.00
	Fotocopias	Gbl	1.0	400.00	400.00	
	Ploteo de Planos	Gbl	1.0	350.00	350.00	
	Anillados	Gbl	1.0	150.00	150.00	
	Legalización de Cuaderno de Obra	Und	5.0	20.00	100.00	
	Revelado de Fotos	Gbl	1.0	120.00	120.00	
	Imprevistos	Gbl	1.0	1,000.00	1,000.00	
9.00	Medicamentos					600.00
	Medicamentos y otros primeros auxilios	Gbl	1.0	600.00	600.00	
10.00	Materiales de Escritorio					690.00
	Papel bond A4 60 grs.	Mil	4.0	30.00	120.00	
	Papel 80 grs A4.	Mil	6.0	35.00	210.00	
	Papel Carbon	Caja	1.0	25.00	25.00	
	Lapiceros c/Azúl	Und	12.0	1.00	12.00	
	Perforador	Und	2.0	12.00	24.00	
	Cuaderno de Obra de 100 Hojas	Und	5.0	25.00	125.00	
	Cuaderno Cuadrulado de 100 hojas	Und	10.0	6.00	60.00	
	Resaltador	Und	2.0	10.00	20.00	
	Corrector liquido	Und	4.0	15.00	60.00	
	Minas de Lápiz N°05 HB caja de 12 estuches	Caja	2.0	14.00	28.00	
	Borrador grande	Und	4.0	1.50	6.00	
11.00	Bienes Duraderos					4,000.00
	Laplop	Und	1.0	3,500.00	3,500.00	
	Impresora	Und	1.0	500.00	500.00	
12.00	Alquiler de Bienes Mubles					12,000.00
	1 Camioneta 4x4 (c=0.50)	Mes	6.0	2,000.00	12,000.00	
TOTAL SI. X 40 VIVIENDAS						130,846.00
GG SI. X 01 VIVIENDA						3,271.15

ANALISIS DE GASTOS DE SUPERVISIÓN

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS SISMORRESISTENTES Y SALUDABLES
 ADMINISTRACION : POR CONTRATA
 META : CONSTRUCCIÓN DE 40 MODULOS DE VIVIENDAS RURALES DE 04 AMBIENTES
 PLAZO DE EJECUCION : 20 VIVIENDAS X 3 MESES
 LUGAR : CASTROVIRREYNA - CASTROVIRREYNA - HUANCVELICA
 FECHA :CASTROVIRREYNA, AGOSTO 2013

Nro.	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	P.U.	PRECIO PARCIAL	TOTAL
1.00	Vestuario					103.00
	Casco de protección	Und	1.0	20	20.00	
	Botas de jebe N° 38,39 y 40	Par	1.0	28	28.00	
	Guantes de cuero	Par	1.0	15	15.00	
	Mamelucos	Und	1.0	40	40.00	
2.00	Combustibles y lubricantes					4,780.00
	Gasolina 84 oct.	Gln	320.0	14.00	4,480.00	
	Lubricantes	Gln	6.0	50.00	300.00	
3.00	Servicios No Personales (Profesionales y Téc.)					37,800.00
	Ing. Supervisor de Obra (Coef. 1)	Mes	6.00	4,800.00	28,800.00	
	Chofer de camioneta	Mes	6.00	1,500.00	9,000.00	
4.00	Bienes de cons. (mat. Fotográfico, productos químicos, etc.)					274.00
	Rollo de Pelicula	Rollo	6.0	15.00	90.00	
	Pilas	Par	4.0	6.00	24.00	
	Tinta color para impresora Laser	Und	2.0	60.00	120.00	
	USB 8G Imation	Und	1.0	40.00	40.00	
5.00	Otros servicios de terceros					500.00
	Fotocopias	Gbl	1.0	150.00	150.00	
	Ploteo de Planos	Gbl	1.0	200.00	200.00	
	Anillados	Gbl	1.0	100.00	100.00	
	Revelado de Fotos	Gbl	1.0	50.00	50.00	
6.00	Medicamentos					200.00
	Medicamentos y otros primeros auxilios	Gbl	1.0	200.00	200.00	
7.00	Materiales de Escritorio					116.50
	Papel 80 grs A4.	Mil	1.0	35.00	35.00	
	Papel Carbon	Caja	0.5	25.00	12.50	
	Lapiceros c/Azul	Und	5.0	1.00	5.00	
	Perforador	Und	1.0	12.00	12.00	
	Cuaderno Cuadrulado de 50 hojas	Und	2.0	6.00	12.00	
	Resaltador	Und	1.0	10.00	10.00	
	Corrector liquido	Und	2.0	10.00	20.00	
	Minas de Lápiz N°05 HB caja de 12 estuches	Caja	0.5	14.00	7.00	
	Borrador grande	Und	2.0	1.50	3.00	
8.00	Alquiler de Bienes Mubies					9,000.00
	1 Camioneta 4x4 (c=0.5)	Mes	6.0	1,500.00	9,000.00	
	TOTAL SI. X 40 VIVIENDAS					52,773.50
	GSS SI. X 01 VIVIENDA					1,319.34

Precios y cantidades de recursos con IGV

Obra :CONSTRUCCION DE VIVIENDA SISMORRESISTENTE Y SALUDABLE
 Subpresupuesto :MODULO BASICO DE ADOBE REFORZADO CON GEOMALLA 4 AMB. > 3500 M.S.N.M.
 Fecha :05/10/2013
 Lugar :HUANCAVELICA - CASTROVIRREYNA - CASTROVIRREYNA

Nro.	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
MANO DE OBRA					
1	OPERARIO	hh	373.98	7.50	2804.82
2	OFICIAL	hh	354.52	5.00	1772.62
3	PEON	hh	502.94	3.75	1886.03
					6,463.47
MATERIALES					
1	ADOBE 19 X 40 X10 CM	und	208.71	0.50	104.36
2	ADOBE 40 X 40 X 10 CM	und	1700.60	1.00	1700.60
3	AGUA	m3	3.37	3.00	10.10
4	ALAMBRE AWG-TW #12	m	45.00	1.50	67.50
5	ALAMBRE AWG-TW #14	m	45.00	1.50	67.50
6	ALAMBRE GALVANIZADO # 12	kg	2.00	4.50	9.01
7	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	2.00	4.50	9.00
8	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg	4.00	4.50	18.00
9	ARENA FINA	m3	2.85	80.00	227.80
10	ASFALTO RC - 250	qln	3.00	14.00	42.03
11	CAJA OCTOGONAL GALVANIZADA DE 4"x2 1/8"	und	6.00	3.00	18.00
12	CAJA RECTANGULAR PESADA DE 4"x2 1/8"	und	10.00	3.00	30.00
13	CAJA RECTANGULAR PLASTICO 8"x4"x2" PARA INTERRUPTOR TERMOMAGNETICA	und	1.00	6.00	6.00
14	CANTO RODADO DE 2"	m3	4.00	35.00	140.00
15	CAÑA GUAYAQUIL DE 0.25 x 6.00 M.	und	10.00	25.00	250.01
16	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL	57.45	20.00	1149.01
17	CINTA AISLANTE 3/4" x 22 Yd	und	1.00	2.00	2.00
18	CLAVOS PARA MADERA C/C 1 1/2 "	kg	0.54	7.00	3.76
19	CLAVOS PARA MADERA C/C 1"	kg	1.16	7.00	8.15
20	CLAVOS PARA MADERA C/C 2"	kg	5.54	5.00	27.68
21	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg	3.80	5.00	19.01
22	CLAVOS PARA MADERA C/C 5"	kg	10.01	5.00	50.06
23	CLAVOS PARA MADERA C/C DE 6"	kg	1.01	4.50	4.52
24	COLA DE CARPINTERO	qln	0.25	20.00	4.98
25	CUMBRERA ARTICULADA CORRUG.INFER. G-ONDA	pza	9.00	25.50	229.49
26	CUMBRERA ARTICULADA CORRUG.SUPER. G-ONDA	pza	9.00	25.50	229.49
27	CURVAS PVC SEL 5/8"	pza	16.00	0.50	8.00
28	ESMALTE SINTETICO	qln	2.00	30.00	60.03
29	FLETE TERRESTRE - MATERIAL INDUSTRIAL	kg	6000.00	0.25	1500.00
30	FOCOS AHORRADORES DE 60 WATTS	und	6.00	5.00	30.00
31	GASOLINA	qln	2.00	14.00	28.01
32	GEOMALLA DE POLIPROPILENO x 75 ml. x 3.80 ml.	rl	0.99	1100.00	1090.43
33	GRAPAS DE 1"	kg	2.36	7.50	17.70
34	HOJAS CORREDIZAS PARA CIELO RASO MOVIL	und	4.00	80.00	320.00
35	HORMIGON DE RIO	m3	18.29	40.00	731.54
36	IMPRIMANTE BASE	kg	30.00	0.80	24.00
37	INTERRUPTOR DOBLE MARCA TICINO	und	1.00	3.00	3.00
38	INTERRUPTOR SIMPLE MARCA TICINO	und	3.00	3.00	9.00
39	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2x16 AMP. x 240 V	und	1.00	18.00	18.00
40	LACA SELLADORA DE 1/4 GLN. COLOR CEDRO.	und	1.00	8.00	8.00
42	LJA GRANATE # 40	und	3.00	1.50	4.50
44	LJA GRANATE #80	und	5.00	1.50	7.50
45	MADERA MACHICHEBRADA 4"x3/4"	p2	362.50	4.80	1740.00
46	MADERA PARA DURMIENTES DE PISO MACHICHEBRADO	m2	115.00	4.50	517.50
47	MADERA TORNILLO CEPILLADA P/CIELO RASO	p2	162.13	4.50	729.59
48	MADERA TORNILLO INC.CORTE P/ENCOFRADO	p2	30.31	4.50	136.41
49	MADERA TORNILLO P/DUCTO SOLAR	p2	30.00	4.50	135.00
50	MADERA TORNILLO PARA CORREAS DE 3"x2"	p2	170.33	4.50	766.50
51	MADERA TORNILLO PARA TECHO	p2	232.62	4.50	1046.78
52	MADERA TORNILLO PARA VIGA COLLAR	p2	295.50	4.50	1329.74

53	OCRE ROJO IMPORTADO	kg	4.00	10.00	39.98
54	PAJA O HICHU CORTADO x 2.00 CM.	m3	2.19	30.00	65.81
55	PEGAMENTO PVC DE 1/24 GLN	und	1.00	5.00	5.00
56	PERFIL GRAN ONDA 2.44 X 1.10 M R C.	pln	36.26	50.00	1813.02
57	PETROLEO PARA MANTENIMIENTO DEL ENCOFRADO	gln	2.00	12.00	24.00
58	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3	7.87	35.00	275.32
59	PIEDRA MEDIANA DE 4"	m3	1.38	35.00	48.35
60	PINTURA AL TEMPLE	kg	50.00	0.80	40.00
61	PINTURA SATINADA	gln	2.00	45.00	89.98
62	PINTURA SELLADOR	gln	2.00	35.00	69.99
63	PLANCHA DE POLICARBONATO DE 1.10 X 1.83M.	pln	4.00	90.00	360.00
64	PLASTICO RESISTENTE A RAYOS UV. a=1.40M.	m	20.00	1.50	30.00
66	PRESERVANTE DE MADERA	gln	2.00	12.00	24.03
67	PUERTA CONTRAPLACADA DE 0.80MX2.30. INC TRAGALUZ.	und	2.00	180.00	360.00
68	PUERTA DE MADERA CON CERRAMIENTO HERMETICO 1.03M X 2.10M TRAGA LUZ DE 0.20M.	und	1.00	400.00	400.00
69	RODON DE MADERA DE 1"x1"	m	72.00	1.50	108.00
70	SILICONA	und	1.00	9.00	9.00
71	SOGUILLA SIN ALMA DE POLIPROPILENO DE D=4MM.	m	1710.03	0.04	68.40
72	SOQUETS PARA TECHO MARCA TICINO	und	6.00	3.00	18.00
73	TAPAJUNTAS DE MADERA TORNILLO DE 1 1/2" x 1/4"	m	78.00	1.50	117.00
74	THINER STANDAR	gln	2.68	13.00	34.88
75	TIERRA SELECCIONADA	m3	8.49	20.00	169.87
76	TIRAFONES PARA ETERNIT DE 5"x1/4"	und	181.30	2.00	362.60
77	TOMACORRIENTE DOBLE MARCA TICINO	und	4.00	3.00	12.00
78	TRIPLAY LUPUNA DE 4 MM	pln	19.00	25.00	474.99
79	TUBERIA PVC SEL 5/8" X 3 MTS. PARA INSTALACIÓN ELECTRICA	und	18.00	2.00	36.00
80	VENTANA DE MADERA 0.80MX1.20M, CON DISEÑO PARA CONFORT TERMICO	und	3.00	150.00	450.00
81	VIDRIO CATEDRAL SEMI DOBLE	p2	67.71	1.50	101.56
82	YESO EN BOLSAS DE 12 KG.	BOL	12.50	4.00	50.00
					20,347.10
EQUIPOS					
1	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			322.42
2	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	día	1.54	50.00	76.79
					399.21
Total					27,209.78

Presupuesto

Presupuesto	CONSTRUCCION DE VIVIENDA SISMORRESISTENTE Y SALUDABLE			
Subpresupuesto	MÓDULO BÁSICO DE VIVIENDA TÍPICA DE DOBE 4 AMB. > 3500 M.S.N.M.			
Cliente	UNSCH - AYACUCHO		Costo al	05/10/2013
Lugar	HUANCAVELICA - CASTROVIRREYNA - CASTROVIRREYNA			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				99.52
1.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	90.26	0.76	68.60
1.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	KM	56.22	0.55	30.92
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				341.78
2.01	EXCAVACIÓN DE ZANJAS P/CIMENTACION h=60 cm	m3	10.85	31.50	341.78
03	OBRAS DE PIEDRA Y BARRO				1,121.70
3.01	CIMIENTO: PIEDRA GRANDE 80% Y BARRO 20%	m3	10.85	71.22	772.74
3.02	SOBRECIMIENTO: PIEDRA GRANDE 70% Y MORTERO DE BARRO 30%	m3	4.42	78.95	348.96
04	MUROS				3,647.39
4.01	MURO DE ADOBE - E=40 CM.	m2	99.71	36.58	3,647.39
05	TECHOS Y CUBIERTAS				7,016.81
5.01	ESTRUCTURA DE MADERA - TECHO	m2	82.41	22.62	1,864.11
5.02	TECHO PERFIL GRAN ONDA	m2	82.41	26.20	2,159.14
5.03	CUMBRERAS ETERNIT	m	8.90	52.28	465.29
5.04	CIELO RASO CON TRIPLAY DE 4 mm.	m2	55.28	28.29	1,563.87
5.05	DUCTOS DE CLIMATIZACION E ILUMINACION CON POLICARBONATO	und	4.00	241.10	964.40
06	TARRAJEO INTERIOR Y EXTERIOR				1,505.77
6.01	TARRAJEO CON MATERIAL SELECCIONADA-ESPESOR MAX. 2.00 CM.	m2	171.89	8.18	1,406.06
6.02	DERRAMES DE TIERRA	m2	11.97	8.33	99.71
07	PISOS				3,326.40
7.01	PISO DE MADERA MACHIHEMBADA DE 3/4"	m2	40.00	68.23	2,729.20
7.02	VEREDA PERIMETRAL DE CONCRETO DE 4"	m3	3.12	191.41	597.20
08	ZOCALOS				877.06
8.01	ZOCALO Y CONTRAZOCALO DE CEMENTO PULIDO C/MORTERO 1:5 DE	m	74.58	11.76	877.06
09	CARPINTERIA				1,507.24
9.01	PUERTA DE MADERA CON CERRAMIENTO HERMETICO	und	1.00	456.86	456.86
9.02	PUERTA CONTRAPLACADA DE DE TRIPLAY DE 4MM.	und	2.00	234.76	469.52
9.03	VENTANA DE MADERA DE 0.80 x 1.20 M. CON DISEÑO PARA CONFORT	und	3.00	193.62	580.86
10	PINTURA				1,096.79
10.01	PINTURA SATINADA EN EXTERIORES	m2	71.67	3.02	216.44
10.02	PINTURA AL TEMPLE 2 MANOS EN INTERIORES	m2	101.63	1.86	189.03
10.03	IMPRIMADO DE MUROS INTERIORES	m2	101.63	1.56	158.54
10.04	SELLADORA BASE EN EXTERIORES	m2	71.67	4.04	289.55
10.05	PINTURA AL ESMALTE SINTETICO EN CIELO RASO	m2	55.28	4.40	243.23
11	INSTALACIONES ELECTRICAS				442.00
11.01	INSTALACIONES ELECTRICAS PARA MODULO DE 04 AMB.	GLB	1.00	442.00	442.00
12	FLETE				1,175.00
12.01	FLETE TERRESTRE (MATERIAL INDUSTRIAL)	GLB	4,700.00	0.25	1,175.00
COSTO DIRECTO					22,157.46
SON : VEINTIDOS MIL CIENTO CINCUENTISIETE Y 46/100 NUEVOS SOLES					

3/Ing. Silvio L. Alvizuri Chuchón

Precios y cantidades de recursos con IGV

Obra CONSTRUCCION DE VIVIENDA SISMORRESISTENTE Y SALUDABLE
 Subpresupuesto MÓDULO BÁSICO DE VIVIENDA TÍPICA DE DOBE 4 AMB. > 3500 M.S.N.M.
 Fecha 05/10/2013
 Lugar HUANCAVELICA - CASTROVIRREYNA - CASTROVIRREYNA

Código	Recurso	Uní	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
1.00	OPERARIO	hh	342.8376	7.50	2,571.28
2.00	OFICIAL	hh	313.2730	5.00	1,566.37
3.00	PEON	hh	456.3026	3.75	1,711.13
					5,848.78
MATERIALES					
1.00	ASFALTO RC - 250	gln	1.0000	13.50	13.50
2.00	ALAMBRE GALVANIZADO # 12	kg	2.0026	4.50	9.01
3.00	CLAVOS PARA MADERA C/C 1 1/2 "	kg	0.5375	7.00	3.76
4.00	CLAVOS PARA MADERA C/C 1"	kg	1.1648	7.00	8.15
5.00	CLAVOS PARA MADERA C/C 2"	kg	4.2848	5.00	21.42
6.00	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg	1.8042	5.00	9.02
7.00	CLAVOS DE ALAMBRE PARA MADERA C/C DE 2"	kg	0.2530	5.00	1.27
8.00	CLAVOS PARA MADERA C/C DE 6"	kg	1.0054	5.00	5.03
9.00	CLAVOS PARA MADERA C/C DE 5"	kg	4.9446	5.00	24.72
10.00	ARENA FINA	m3	3.1547	80.00	252.38
11.00	BARRO	m3	5.0230	20.00	100.46
12.00	TIERRA SELECCIONADA	m3	8.3785	20.00	167.57
13.00	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3	18.4124	35.00	644.43
14.00	CANTO RODADO DE 2"	m3	4.0000	35.00	140.00
15.00	ALAMBRE AWG-TW #12	m	45.0000	1.50	67.50
16.00	ALAMBRE AWG-TW #14	m	45.0000	1.50	67.50
17.00	CAJA RECTANGULAR PLASTICO 8"x4"x2" PARA INTERRUPTOR TERMOMAGNETICA	und	1.0000	6.00	6.00
18.00	ADOBE 19 X 40 X 10 CM	und	271.2112	0.50	135.61
19.00	ADOBE 40 X 40 X 10 CM	und	2,193.6200	1.00	2,193.62
20.00	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL	23.9975	20.00	479.95
21.00	YESO EN BOLSAS DE 12 KG.	BOL	0.5004	4.00	2.00
22.00	AGUA	m3	4.9539	3.00	14.86
23.00	PLASTICO RESISTENTE A RAYOS UV. a=1.40M.	m	20.0000	1.00	20.00
24.00	SILICONA	und	0.9999	9.00	9.00
25.00	OCRE ROJO IMPORTADO	kg	3.9975	10.00	39.98
26.00	IMPRIMANTE BASE	kg	30.0012	0.80	24.00
27.00	FLETE TERRESTRE - MATERIAL INDUSTRIAL	kg	4,700.0000	0.25	1,175.00
28.00	PAJA O HICHU CORTADO x 2.00 CM.	m3	0.8938	30.00	26.81
29.00	PAJA O HICHU CORTADO x 5.00 CM.	m3	1.7166	30.00	51.50
30.00	GASOLINA	gln	0.5001	14.00	7.00
31.00	HORMIGON DE RIO	m3	5.3184	40.00	212.74
32.00	LIJA GRANATE # 40	und	4.9977	1.50	7.50
33.00	LIJA GRANATE #80	und	4.0032	1.50	6.00
34.00	MADERA PARA DURMIENTES DE PISO MACHIHembrado	m2	115.0000	4.50	517.50
35.00	VENTANA DE MADERA 0.80MX1.20M, CON DISEÑO PARA CONFORT TERMICO	und	3.0000	150.00	450.00
36.00	PUERTA DE MADERA CON CERRAMIENTO HERMETICO 1.03M X 2.10M TRAGA LUZ DE 0.20M.	und	1.0000	400.00	400.00
37.00	HOJAS CORREDIZAS PARA CIELO RASO MOVIL	und	4.0000	80.00	320.00
38.00	MADERA TORNILLO CEPILLADA P/CIELO RASO	p2	114.9824	4.50	517.42
39.00	MADERA TORNILLO P/DUCTO SOLAR	p2	30.0000	4.50	135.00
40.00	PUERTA CONTRAPLACADA DE 0.80MX2.30. INC TRAGALUZ.	und	2.0000	180.00	360.00
41.00	MADERA PARA DINTELES	p2	45.0783	4.50	202.85
42.00	TRIPLAY LUPUNA DE 4 MM	pln	18.9997	25.00	474.99
43.00	MADERA MACHIHembrada 4"x3/4"	p2	362.5000	4.60	1,667.50
44.00	LACA SELLADORA DE 1/4 GLN, COLOR CEDRO.	und	1.0006	8.00	8.00
45.00	ESMALTE SINTETICO	gln	2.0011	30.00	60.03
46.00	PINTURA SELLADOR	gln	1.9996	35.00	69.98
47.00	PINTURA SATINADA	gln	1.9996	45.00	89.98
48.00	PRESERVANTE DE MADERA	gln	1.6482	10.50	17.31
49.00	PINTURA AL TEMPLE	kg	50.0020	0.80	40.00
50.00	PERFIL GRAN ONDA 2.44 X 1.10 M R C.	pln	36.2604	48.00	1,740.50

51.00	PLANCHA DE POLICARBONATO DE 1.10 X 1.83M.	pln	4.0000	85.00	340.00
52.00	CUMBRERA ARTICULADA CORRUG.INFER. G-ONDA	pza	8.9997	25.50	229.49
53.00	CUMBRERA ARTICULADA CORRUG.SUPER. G-ONDA	pza	8.9997	25.50	229.49
54.00	TIRAFONES PARA ETERNIT DE 5"x1/4"	und	181.3020	1.80	326.34
55.00	TUBERIA PVC SEL 5/8" X 3 MTS. PARA INSTALACIÓN ELECTRICA	und	18.0000	2.00	36.00
56.00	CURVAS PVC SEL 5/8"	pza	16.0000	0.50	8.00
57.00	VIDRIO CATEDRAL SEMI DOBLE	p2	67.7059	1.50	101.56
58.00	THINER STANDAR	gln	2.6828	13.00	34.88
59.00	TAPAJUNTAS DE MADERA TORNILLO DE 1 1/2" x 1/4"	m	54.0086	1.50	81.01
60.00	RODON DE MADERA DE 1"x1"	m	54.0086	1.50	81.01
61.00	COLA DE CARPINTERO	gln	0.2488	20.00	4.98
62.00	MADERA TORNILLO PARA CORREAS DE 3"x2"	p2	170.3332	4.50	766.50
63.00	MADERA EUCALIPTO PARA VIGAS DE 5"x3"x15FT	p2	187.8618	3.50	657.52
64.00	FOCOS AHORRADORES DE 60 WATTS	und	6.0000	5.00	30.00
65.00	CAJA RECTANGULAR PEŞADA DE 4"x2 1/8"	und	10.0000	3.00	30.00
66.00	CAJA OCTOGONAL GALVANIZADA DE 4"x2 1/8"	und	6.0000	3.00	18.00
67.00	INTERRUPTOR SIMPLE MARCA TICINO	und	3.0000	3.00	9.00
68.00	INTERRUPTOR DOBLE MARCA TICINO	und	1.0000	3.00	3.00
69.00	TOMACORRIENTE DOBLE MARCA TICINO	und	4.0000	3.00	12.00
70.00	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2x16 AMP. x 240 V	und	1.0000	15.00	15.00
71.00	SOQUETS PARA TECHO MARCA TICINO	und	6.0000	3.00	18.00
72.00	CINTA AISLANTE 3/4" x 22 Yd	und	1.0000	2.00	2.00
73.00	PEGAMENTO PVC DE 1/24 GLN	und	1.0000	5.00	5.00
					16,057.14
EQUIPOS					
1.00	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			243.74
2.00	MEZCLADORA CONCRETO TROMPO 8 HP 9 P3	DIA	0.1560	50.00	7.80
					251.54
				Total	S/. 22,157.46