

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo plantea un análisis técnico de los materiales locales, utilizados para un mejor aprovechamiento en viviendas sociales en comunidades del municipio de San Lorenzo departamento de Tarija.

Más de 130 millones de habitantes en el mundo, viven en condiciones muy primitivas, en extrema pobreza y aislamiento con pocos beneficios en salud, educación y comunicación a centros poblados. En la zona de estudio de éste trabajo, el municipio de San Lorenzo, se tiene que alrededor del 65 % de la población no puede acceder al beneficio de una vivienda.

La vivienda es una forma de expresión cultural. La permanencia de este tipo de vivienda se transforma y adapta a las condiciones humanas y físicas de cada región. La vivienda y los asentamientos rurales no se pueden definir como homogéneo, son el resultado de una compleja y rica historia, región en la que coexisten dentro de estructuras sociales y económicas.

La vivienda rural y la calidad de vida en los asentamientos rurales (comunidad) constituyen un tema muy importante en el desarrollo social, económico y ecológico de cada región, que es por lo general olvidado

La historia, en torno a la calidad de vida en viviendas y asentamientos rurales está ligada al proceso de organización social, cultural y económica, siendo las precarias condiciones de la vivienda la que refleja los bajos índices de salubridad y calidad de vida, por ende, provoca un alto índice de infestación de insectos como la vinchuca y otros que causan enfermedades infecciosas.

Es un concepto erróneo de modernidad, la utilización exclusiva de materiales tales como el cemento, hierro y otros; siendo la tierra, catalogada como un material de pobreza que incorpora en la gente de bajos recursos a la discriminación y pérdida de identidad.

La vivienda digna es un derecho humano fundamental, que se encuentra contemplado en el Art. 25 de la Declaratoria de los Derechos Humanos, en la que menciona *“Todos los seres humanos tienen derecho a condiciones de vida adecuadas para una salud y bienestar de su familia“* por tanto, la vivienda se considera una obligación del estado de tener políticas que garanticen una vivienda digna, y, facilitar las condiciones apropiadas para el pleno ejercicio de éste derecho, como son los servicios básicos y un hábitat saludable, art. 19 de C.P.E.

Mediante Decreto supremo 24935 se crea el programa nacional de Subsidio a la vivienda, dando solución en parte al problema habitacional en sectores de menores ingresos utilizando materiales alternativos y de bajo costo.

Como política del estado, se pretende dar soluciones habitacionales con diferentes programas de vivienda, tomando la experiencia de comunidades rurales con la utilización de materiales locales.

Este tema surge como una necesidad objetiva, cualitativa y cuantitativa de proponer soluciones, alternativas al uso de los materiales que se encuentren al alcance de la gente de bajos recursos.

Algunas de las viviendas son muy precarias, por lo que este trabajo pretende mostrar que utilizando materiales locales apropiadamente, se pueden mejorar las condiciones de vida y evitar los riesgos de desastres

En el área de estudio, las viviendas son precarias, construcciones hechas de tierra, piedra y cobertura vegetal; empleando conocimientos empíricos en la utilización de los materiales.

Los beneficiarios del presente tema de estudio, basan su economía en la agricultura a pequeña escala, proporcionándoles recursos económicos insuficientes para acceder a beneficios de un hábitat saludable.

1.2. OBJETIVOS

El siguiente trabajo tiene el siguiente objetivo.

I.2.1 Objetivo General_Realizar un análisis sobre el aprovechamiento de los materiales locales como elementos para la construcción de viviendas sociales aplicados en las comunidades de: Cerro Redondo, Melon Pujio, Jarca Cancha, Camarón, Quirusillas, Alpahuasi, San Lorencito, Alizar la Torre, Peñadería, pertenecientes al Municipio de San Lorenzo primera sección de la provincia Méndez.

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Estudiar las características y propiedades de los materiales locales, rendimiento y uso en viviendas sociales.
2. Mostrar el comportamiento de los materiales locales tales como áridos madera y otros aplicados a construcciones de viviendas económicas, obteniendo resultados transferibles.
3. Analizar la utilización de diferentes materiales locales como la arena, ripio, piedra, arcilla y otros en muros internos y externos en la construcción de viviendas sociales.
4. Mostrar el proceso constructivo de vivienda social tipo con el uso de los materiales locales.

1.3. ALCANCE

Uno de los alcances de éste trabajo es mostrar la tipología de vivienda social en el área rural, de manera que identifiquemos los elementos con los que están construidas y la posibilidad de utilizar materiales locales en un gran porcentaje para la obtención de dichos elementos.

Si bien los materiales locales también pueden ser utilizados en elementos estructurales; dado el carácter social de las viviendas cuya disposición debe ser la más simple; no es necesario un análisis estructural del mismo ya que las cargas sobre los elementos de la vivienda no son muy grandes, por ello el presente estudio está orientado sobre todo a la utilización de los materiales locales en la elaboración de los elementos de la vivienda social. Los materiales a utilizar tales como: arena, grava, piedra, madera y paja; en ítems de cimientos, sobre-cimientos, muros, revoques, dinteles, piso y cubierta.

Conocer las ventajas, desventajas y optimización en la utilización de éstos materiales en la ejecución de elementos de una vivienda social, que satisfaga técnicamente y que no represente costos elevados.

Contar con rendimientos y costos reales de los materiales locales utilizados en el proceso constructivo de viviendas sociales, aplicados a comunidades del Municipio de San Lorenzo.

Tener un documento del análisis técnico de los materiales locales que se utilizan en viviendas sociales en comunidades del municipio de San Lorenzo

Por la situación geográfica de las comunidades en estudio, el presente trabajo, no contempla los servicios básicos como luz domiciliaria, agua potable y alcantarillado sanitario. La implementación de estos servicios para los pobladores de estas

comunidades genera un elevado costo por la cantidad de materiales a utilizar, debido a las distancias entre viviendas y línea principal de estos servicios.

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE MATERIALES LOCALES

2.1. GENERALIDADES.

Se denomina materiales locales a los materiales que se encuentran en la zona de estudio, los cuales no implican un costo elevado, y que mejor se aplica al clima y al medio ambiente local. La mano del hombre interviene combinándolos para obtener materiales nuevos, como el adobe.

La importancia del estudio de los mismos se debe al comportamiento individual de cada uno y su relación con otros materiales para formar parte de una vivienda.

El análisis de los materiales locales es fundamental en este trabajo porque nos muestra las características de los mismos, cuando son unidos con otros materiales y trabajados en forma apropiada.

La topografía de la zona en estudio condiciona la calidad de los materiales, pero la sabiduría empírica de los pobladores de la zona hace que estos materiales sean explotados al máximo de su capacidad mecánica y técnica.

2.2. TIPOLOGÍA DE MATERIALES LOCALES

Podemos desagregar estos materiales en áridos, arcillas madera y paja que serán utilizados; la procedencia de cada uno de ellos, sus características físicas, químicas y mecánicas

2.2.1. Áridos.- La mayoría de los suelos que cubren la tierra están formados por la descomposición de las rocas por acción de varios agentes externos llega a ser

transportados mediante procesos físicos a otros lugares. Este depósito de suelos se llama suelos transportados. Otros suelos permanecen donde se forman y cubren la superficie rocosa de la que se originan y se conocen como suelos residuales.

La desintegración de estas rocas por intemperismo mecánico es el proceso por el cual las rocas se fracturan en piezas de menor tamaño bajo la acción de fuerzas físicas como, la corriente de agua de los ríos, el viento, las olas oceánicas, el hielo glacial, la acción de congelamiento, además de expansiones y contracciones causadas por ganancia y pérdida de calor.

El intemperismo químico es el proceso de descomposición química de la roca original. En el caso del intemperismo mecánica, la roca se fractura en piezas menores sin cambiar su composición química. Sin embargo en el intemperismo químico, el material original puede transformarse en otro totalmente diferente. Por ejemplo el intemperismo de los feldspatos puede producir minerales arcillosos.

Dependiendo de la naturaleza de la roca y los agentes externos que actúan sobre ellas se definen de la siguiente manera:

2.2.1.1. Oxidación provocan una reacción química que puede ocurrir en las rocas al recibir el agua de la lluvia, ya que el oxígeno del aire en presencia de la humedad reacciona químicamente, esto ocurre principalmente en las rocas que contienen hierro por el color pardo rojizo.

Entre los agentes de oxidación se tiene: la carbonatación y la hidratación.

2.2.1.1.1. La carbonatación es el ataque del ácido carbónico (anhídrido carbónico (CO_2) y agua (H_2O) efectúa sobre fierro, calcio, magnesio sodio o potasio. Así las rocas ígneas, que en su mayoría contienen dichos elementos pueden ser descompuestas de esa manera.

2.2.1.1.2. La hidratación es la acción y efecto de combinar un cuerpo con agua para formar hidratos. Es decir, compuestos químicos que contienen agua en combinación. El agua se absorbe y se combina químicamente formando nuevos minerales.

2.2.1.2. Agente de transporte, según éste fenómeno, los suelos transportados pueden subdividirse en tres categorías:

- *Suelos aluviales o fluviales* se generan por la acción de corrientes de agua y ríos. En caso que la corriente sea de flujo rápido y gradiente pronunciado, son altamente erosivas y arrastran grandes cantidades de sedimentos.

Los depósitos por el serpenteo meándrico de corrientes, el suelo de sus orillas se erosiona continuamente de donde es cóncavo y se deposita en los puntos en los cuales la orilla es convexa.

- *Suelos depositados por la acción de los glaciares*. Durante la edad de hielo del pleistoceno, los glaciares cubrieron grandes extensiones de tierra y con el paso del tiempo, avanzaron y retrocedieron. Durante su avance arrastraron consigo grandes cantidades de arena, limo, arcilla, grava y bolos.
- *Depósitos Eólicos de suelo*, el viento es un agente importante de transporte que conduce a la formación de depósitos de suelos. Cuando grandes áreas de arena están expuestas, el viento puede desplazarlas y depositarlas en otro lugar adoptando la forma de dunas.

Los depósitos de suelo residual son comunes en los trópicos. La naturaleza de los mismos depende de la roca madre. Cuando las rocas duras como el granito y el gneis sufren intemperismo, la mayor parte de los materiales tienden a permanecer en su lugar. Estos depósitos de suelo, tienen generalmente una capa superior de material arcilloso o de arcilla limosa debajo de cual se encuentran capas de suelo limoso o arenoso.

A diferencia de las rocas duras, algunas rocas químicas como la caliza, están formadas principalmente de mineral de calcita (CaCO_3). El yeso tiene gran concentración de minerales dolomíticos ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Esas rocas tienen grandes cantidades de materiales solubles.

Los suelos residuales que derivan de rocas químicas poseen una zona gradual de transición al lecho de roca.

Los suelos residuales que derivan de la intemperización de rocas tipo caliza son casi todos de color gris; aunque de tipo uniforme.

Los suelos residuales inmediatamente arriba del lecho rocoso, pueden estar normalmente consolidados. Las cimentaciones de gran tamaño con grandes cargas sobre ellas, son susceptibles a grandes asentamientos por consolidación de estos suelos.

Según el origen, los suelos se dividen en suelos por descomposición física y/o química de las rocas, es decir, suelos inorgánicos y los suelos que son orgánicos.

Suelo orgánico se encuentra generalmente en regiones bajas, donde el nivel freático está cerca o por arriba de la superficie del terreno. La presencia de un alto nivel freático ayuda el crecimiento de plantas acuáticas que al descomponerse forman un suelo orgánico que se encuentra por lo general en regiones costeras. Tienen un alto contenido de humedad, son altamente compresibles.

El análisis del origen de los áridos permite identificar el material a utilizar evitando decidirse por los que sufren descomposición química y oxidación.

La clasificación de este material se toma de acuerdo al diámetro de las rocas, teniéndose el siguiente cuadro:

Cuadro N° 2.1

Partícula	Tamaño (mm)
Bloques	< 250
Cantos rodados	75 – 250
Gravas	2 – 75
Arenas	0,05 – 2
Limos	0,002 – 0,05
Arcillas	< 0,0,2

Fuente: Principios de ingeniería de cimentaciones

2.2.2. Piedra también llamado canto rodado con un diámetro comprendido entre 7 y 25 cm. Es un excelente material de construcción, dependiendo del origen de la roca se usan para diferentes resistencias en las construcciones.

La permeabilidad de la piedra varía con el tipo de la misma, grosor y presión de penetración que obliga al agua a pasar por la piedra

La expansión térmica de piedra para construcción las piedras calizas tienen límites de expansión más amplios en comparación con granitos y pizarras

2.2.3. Grava son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas con diámetro entre 2 mm. y 75 mm. Cuando son el resultado del acarreo del agua las gravas sufren desgaste en sus aristas quedando redondeadas. Suele encontrarse en los lechos, márgenes y la deyección que es la acumulación, formación sedimentaria de resultante de la disgregación mecánica de las rocas preexistentes por un torrente en el extremo inferior de su curso, de los ríos.

También en muchas depresiones de terrenos rellenadas por el acarreo de los ríos y en lugares donde las mismas fueron transportadas. Ocupan grandes extensiones, pero casi siempre se encuentran con una mayor o menor proporción de cantos rodados, arenas limos y arcillas. Que es el material que es utilizado para la construcción de las viviendas sociales.

Grava natural, es también el resultado de la trituración a un determinado diámetro con equipo especial para tal situación (Chancadora)

2.2.4. Arena Nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación, quitar lo que en estado natural le cubre; de las rocas o de su trituración artificial, cuyas partículas varían entre 2 y 0.05 mm. de diámetro. Son bancos o cinturones meandricos producto de un río meándrico. Durante las avenidas, los ríos se desbordan inundando zonas de bajo nivel. La arena y las partículas de menor tamaño como limo arrastradas por el agua hacia las planicies de inundación, sedimentándose a diferentes velocidades para depósitos pantanosos.

El origen y también la existencia de las arenas es análoga a las de las gravas; las dos suelen encontrarse juntas en los mismos depósitos. La arena del río, contiene muy a menudo proporciones relativamente grandes de grava y arcilla. Las arenas son materiales que en estado limpias no se contraen al secarse, no son plásticas y si se aplica una carga a su superficie, se comprimen casi instantáneamente

2.2.4. Ripio es el nombre que se le da a la mezcla de arena y grava.

2.2.5. Arcilla son partículas sólidas con diámetro mayor a 0.005 mm. y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua.

Químicamente es una sustancia mineral terrosa compuesta en gran parte de hidrosilicato de alúmina. Aunque en no pocas ocasiones contiene también silicatos de hierro o de magnesio hidratados. La estructura de estos minerales es, generalmente cristalina y complicada con sus átomos dispuestos en forma laminar. Hay dos tipos de clásicos de tales láminas, uno de tipo silícico y otro de tipo alumínico. Otra definición es la descomposición de rocas feldespáticas durante millones de años para dar lugar a partículas pequeñísimas.

Está constituida por silicatos de aluminio hidratado, procedentes de la descomposición de minerales de aluminio. Presente diferentes coloraciones dependiendo de las impurezas que contiene siendo blanca cuando es pura.

Feldespato, es un grupo de minerales tectosilicatos constituyentes fundamentalmente de rocas Ígneas aunque puede encontrarse en cualquier tipo de rocas, Los feldespatos corresponden a los silicatos de aluminio y de calcio, sodio o potasio o mezclas de estas bases. Son minerales duros de peso específico comprendido entre 2.5 y 2.75, Son de color blanco de brillo vítreo o colores muy claros) grupo de los aluminios, originada en un proceso natural que dura decenas de miles de años

Pertenece a la clase de los filosilicatos que es un parte de los silicatos que incluye minerales comunes en ambientes muy diversos y que presentan un hábito común hojoso. Son en general muy blando y de peso específico bajo

- Caolinita - $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$
- Illita - $(\text{K},\text{H}_3\text{O})(\text{Al},\text{Mg},\text{Fe})_2(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2,(\text{H}_2\text{O})]$

Físicamente se considera un coloide, de partículas extremadamente pequeñas y superficie lisa. El diámetro de las partículas de la arcilla es inferior a 0,002 mm. En la fracción textural *arcilla* puede haber partículas no minerales, los

fitolitos. Químicamente es un silicato hidratado de alúmina, cuya fórmula es:



Se caracteriza por adquirir plasticidad al ser mezclada con agua, y también sonoridad y dureza al calentarla por encima de 800 °C. La arcilla endurecida mediante la acción del fuego fue la primera cerámica elaborada por el hombre, y aún es uno de los materiales más baratos y de uso más amplio. También se utiliza en muchos procesos industriales, tales como en la elaboración de papel, producción de cemento y procesos químicos.

Las arcillas pueden clasificarse de acuerdo al proceso geológico que las origina y a los yacimientos en el que se encuentran; color, plasticidad.

Los elementos malos o desengrasantes son la sílice, arena, trozos molidos de terracota, reducen su excesiva plasticidad y aumentan la porosidad.

2.2.6. Características físico-químicas de los áridos

2.2.6.1. Peso Volumétrico (γ) peso por unidad de volumen (Kgr./m³) Se le denomina peso volumétrico seco suelto ($\gamma_{s.s.}$) al peso volumétrico aparente de él tomando el peso del mismo previamente cuarteado y secado en un horno a peso constante. Se refiere al considerar el volumen de los vacíos formando parte del suelo.

2.2.6.2. Densidad absoluta de un cuerpo es la masa de dicho cuerpo contenida en la unidad de volumen, sin incluir sus vacíos.

2.2.6.3. La densidad aparente es la masa de un cuerpo contenida en la unidad de volumen incluyendo sus vacíos.

2.2.6.4. La densidad relativa de un sólido es la relación de su densidad a la densidad absoluta del agua destilada a la temperatura de 4 °C. En los áridos, la

densidad relativa del mismo se define como la relación de la densidad absoluta o aparente de las partículas que constituyen la muestra a la densidad absoluta del agua destilada a 4 °C, tiene un valor de 1 gr/cm³.

2.2.6.5. Absorción la capacidad de los materiales de absorber agua en un determinado tiempo. En el caso de los áridos, se obtiene de la siguiente manera: La muestra se sumerge en agua por 24 horas. Se extrae el material del agua y se procede al secado superficial de la muestra en estas condiciones se determina el peso P_h Se pone la muestra a secar hasta un peso constante P_s y se calcula la absorción mediante la siguiente fórmula:

$$\% A = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100 \quad (2.1)$$

El resultado obtenido nos sirve para comparar con el rango permitido para emplear en la construcción.

2.2.6.6. Humedad es la relación del peso del agua al peso de los sólidos en una determinada muestra expresada en porcentaje:

$$w = \frac{P_w}{P_s} \times 100 \quad (2.2)$$

P_s = Peso de los sólidos

P_w = Diferencia entre peso húmedo y peso seco del sólido

El contenido de humedad se determina pesando una muestra en su estado húmedo, secando luego dicha muestra a peso constante en horno a temperatura de 100 °C a 110 °C y pesándola después, La diferencia entre el peso de la muestra antes y después de secada al horno representa el peso del agua que contenía la muestra. El contenido de humedad puede variar desde cero cuando ésta perfectamente seco, hasta un máximo determinado y variable cuando esta completamente saturado.

2.2.6.7. Grado de saturación es la relación del volumen de agua que contiene el suelo al volumen de vacíos del mismo, expresado como porcentaje:

$$G = \frac{V_w}{V_v} \times 100 \quad (2.3)$$

2.2.6.8. Compacidad relativa se da en partículas gruesas como gravas y las arenas. Es la relación de vacíos en su estado más suelto, en su estado más compacto y en su estado natural. Nos indica el grado de compacidad de un suelo granular en su estado natural determinado mediante la relación del máximo incremento posible de su relación de vacíos a la amplitud total de variación de dicha relación

Los diferentes tipos de arcilla cuando se mezclan con diferentes minerales y en diversas condiciones son utilizados para producir loza, gres y porcelana. Dependiendo del contenido de mineral de la tierra, la arcilla puede aparecer en varios colores desde un pálido gris a un oscuro rojo anaranjado.

La Merma en arcillas debido a la evaporación de la agua de la pasta se produce un encogimiento o merma durante el secado.

2.2.6.9. Refractariedad, todas las arcillas son refractarias, resisten los aumentos de temperatura sin sufrir variaciones.

2.2.6.10. Porosidad.- varía según el tipo de arcilla depende de la consistencia más o menos compacta que adopta el cuerpo después de la cocción.

2.2.6.11. Coloración presenta diversas coloraciones después de la cocción dependiendo de la cantidad de óxido de hierro y carbonato de calcio.

2.3. Madera es un polímero natural compuesto de células en forma de tubos largos y delgados con extremos ahusados; conjunto de filamentos que aparecen durante la división celular, esta situación produce un comportamiento distinto ante los agentes externos.

Es un material liviano, fácil de trabajar, mal conductor de calor, de electricidad y de las vibraciones sonoras, no es cara y se encuentra en todos los climas se distingue por su elasticidad y flexibilidad.

La pared de la célula consiste en celulosa cristalina, paralelamente alineada con el eje de célula; los cristales de la célula están ligados entre si por una compleja lignina amorfa formada por compuestos de hidratos de carbono. La sustancia de la madera es de 50 a 60 % de celulosa y 20 a 35 % de lignina, el resto son hidratos de carbono y minerales.

La mayoría de las células en la madera están orientadas en sentido vertical, pero algunas están orientadas en sentido radial, para servir como esfuerzo en contra de la separación de las fibras verticales bajo la carga natural de compresión del árbol. Debido a la estructura de sus células, la madera tiene mayor resistencia y rigidez en el sentido longitudinal que en los otros sentidos

La densidad (peso específico) del parénquima de la madera es mas o menos la misma para todas las especies.

La densidad (de volumen) aparente de la madera es mucho menor, debido a los huecos (células vasculares) y a las grietas accidentales en la estructura celular,

En las maderas comunes, la densidad varía desde 0.12 para la madera de balsa hasta 0.74 para el roble.

Las diferentes propiedades de la madera como resistencia se pueden relacionar con la densidad.

La pared celular tiene una gran afinidad por la humedad, debido a que la celulosa contiene muchos grupos hidroxilos. Cuando están expuestas al aire con elevada humedad relativa, las paredes celulares absorben grandes cantidades de agua y se hinchan, Esto ocasiona que el agua absorbida neutralice las fuerzas intermoleculares entre las macromoléculas de la celulosa con lo que se reduce la resistencia y la rigidez de la madera.

La humedad en la madera verde consiste en el agua absorbida en las paredes de las células y el agua contenida en las cavidades en las células. Cuando se seca la madera primero se elimina el agua de las cavidades en las células. En el llamado punto de saturación de fibra, las cavidades están vacías en tanto que las paredes de las células todavía están completamente saturadas.

El contenido de humedad de la madera se estabiliza al 11 %

Características de la madera:

Cuadro N° 2.2

Coeficiente de dilatación termina lineal por grado centígrado a 18 °C (sentido de la fibra)	0.000003-000009
Conductibilidad térmica cal/seg/cm ³ /°C	0.0003
Potencia calorífica superior (bs), en cal/Kgr	4100
Velocidad del sonido m/seg.	3000 a 4000
Constante dieléctrica (indica las veces que es mayor la capacidad de un condensador, con dieléctrico de madera, referida a la capacidad del condensador en el vacío a 18°C	2 a 8

Fuente: Manual de maderas

Los caracteres que facilitan el reconocimiento de las maderas, son en general, el color, la dureza, la disposición de las fibras y la densidad.

Las maderas blandas presentan vasos abiertos y fibras largas y gruesas, señales características de un tejido celular flojo que constituye una madera liviana, tierna y capaz de acumular una fuerte cantidad de agua en estado libre

Las maderas duras las cuales poseen vasos pequeños, fibras cortas y delgadas sucede lo contrario y son compactas y resistentes.

2.3.1. Color varía de acuerdo al tipo de madera, las blandas tienen color claro, también llamadas blancas; Las maderas duras varían en su color amarillo, rosado, rojo, moreno, pardo, verdoso y hasta negro.

2.3.2. Dureza se determina con el método Brinell, con bola de acero de 10 mm de diámetro sometida a cargas de 200, 500 y 1000 Kgr. Los ensayos se

realizan, generalmente en el sentido de las fibras y en sentido normal a las fibras. Es la base para la clasificación en cuatro grupos, las muy duras, duras, semi-duras y las blandas.

2.3.3. Peso específico real se determina por el método del picnómetro, usando aserrín muy fino y secado a 100 o 150°C.

2.3.4. Peso específico aparente se determina por la relación del peso de la madera y de su volumen; la madera se talla en cubos cuidadosamente terminados y secos a 105 °C. Para la clasificación de las maderas según su peso específico aparente, se usa generalmente las siguientes escalas:

Cuadro N° 2.3

Muy pesadas	1000 a 2000 Kgr/m ³
Pesadas	700 a 1000 Kgr/m ³
Semi-pesadas	450 a 700 Kgr/m ³
Livianas	200 a 450 Kgr/m ³

Fuente: Manual de maderas

Generalmente, las maderas recién cortadas pesan 1,8 veces más que las secas.

2.3.5. Grado de compacidad se deduce por la relación entre el peso específico aparente y peso específico real el porcentaje de poros es la diferencia 100 del grado de compacidad multiplicado por cien

La densidad de la madera varía dentro de la misma especie como del mismo árbol. En el caso de la caña, es densa en la periferia y no así en el centro. Las diferencias de peso por unidad de volumen se debe a la mayor o menor porosidad de las maderas. El peso promedio de las maderas es de 1,51 Kgrs/

cm³ si son comprimidas hasta que desaparecen los poros. Se entiende por densidad de una madera, al considerar esta con poros y seca, la relación que hay entre el peso de la unidad de volumen con respecto al agua. Así pues decimos, que el decímetro cubico del agua pesa un kilogramo y la densidad de la madera es de 1,2 quiere decir que: 1 m³ de esta madera sin huecos, pesará 1200 kgr.

El árbol cortado en invierno suministra maderas más pesadas que la de otro cortado en verano. Los arboles de crecimiento lento y de mayor longevidad, tienen por lo general, madera más pesada que las de crecimiento rápido.

2.3.6. Higrometricidad, las maderas absorben humedad o agua fácilmente, lo que produce, en las fibras, gran dilatación en forma transversal pero poco en forma longitudinal. La cantidad de agua contenida en la madera verde oscila de un 25 a 45 %. Todas las maderas desecadas al aire, contienen entre un 10 a 15 % de su peso en agua.

La desecación de madera se facilita descortezando la base del tronco algunos meses antes de la tala. El agua subsistente después de secada al aire, puede eliminarse artificialmente por medio de secadores de cámara o túnel. La madera cuando se seca disminuye a la vez de volumen y peso.

2.3.7. Contracción e Hinchamiento, la madera al perder humedad experimenta cierta contracción que puede ser 0,5 % en sentido longitudinal y el 0,5 % en sentido transversal mientras que se dilata y se contrae cuando absorbe agua. La contracción es mucho más enérgica en la región periférica que en el centro de un tronco. A ello se debe el resquebrajamiento del núcleo de las vigas rectangulares y el abarquillamiento (encorvar un cuerpo ancho y delgado) de las tablas mas delgadas, como así también las torsiones de ciertos troncos.

2.3.8. Curvatura, se puede conseguir el curvamiento de ciertas maderas que poseen esta propiedad, sometiéndolas al siguiente método: se calienta la madera en toda su extensión, de manera que se le comunique un calor uniforme, pero impregnándola, el mismo tiempo, de una humedad que la ablande y aumente su densidad; de esta modo puede dársele las formas que se desee sin exponerla a que se raje y se haga astillas durante la curvatura. Por este medio descrito se pueden enderezar las maderas que están encorvadas. Cuando se expone un trozo de madera al calor, ya sea con agua o arena mojada, adquiere mucha flexibilidad, más aun si el trozo de madera está verde.

2.3.9. Elasticidad la madera es elástica, cuando vuelve a tomar su primitiva posición, tan pronto como cesan las fuerzas que actúan sobre la pieza que se flexionó o encorvó. Esta propiedad es muy importante para resistir los choques. Cuanto más seca es la madera, menor será la elasticidad.

2.3.10. Tenacidad esta propiedad se opone a la fuerza que trata de deformar las piezas, sin que por eso pierda la cohesión de las fibras. Las maderas más pesadas tienen más tenacidad que las porosas o livianas: la tenacidad disminuye notablemente con el frío. El calor hace, al contrario, a la madera más tenaz y resistente, le quita toda humedad que le resta resistencia. Una madera bien seca alcanza a tener un **30%** de resistencia más que cuando está húmeda

2.3.11. Resistencias aumentan con la densidad de la madera. Para determinar la resistencia se realizan los siguientes ensayos:

2.3.11.1. Resistencia a tracción, estos ensayos se realizan sobre probetas rectangulares prismáticas de 4,5x2 cm y de 23 a 26 cm.de largo empleando la máquina universal Amsler.

2.3.10.2. Resistencia a compresión los ensayos se practican sobre cubos de 5 cm. De lado, empleando la maquina universal Amsler se realizan, generalmente en el sentido de las fibras y en sentido normal a las fibras.

2.3.10.3. Resistencia a la flexión se determina sobre probetas de 4,5x 1,5 cm de sección y 20 cm. De distancia entre los puntos de apoyo, usando la maquina universal Amsler, hasta rotura de las probetas.

2.3.11. Conductibilidad las maderas son malas conductoras de calor especialmente las más livianas, por ser más porosas, contienen mayor cantidad de aire en su interior. Son malas conductoras de electricidad en estado seco pudiendo considerarse aislantes.

2.3.12. Durabilidad, resistiendo la acción del tiempo y de los agentes que la destruyen, la duración de la madera depende de la naturaleza de las obras que se aplica. El aire seco no la altera, en el húmedo, puede durar también muchos años. El agua desprovista de aire, no le afecta pero la permanencia en alternativas de sequedad y humedad la destruye. En empotramientos o en suelo, resiste más en terrenos arcillosos, no en arenosos que contienen humedad y aire. En agua corriente, siempre que estén totalmente sumergidas, algunas maderas duran ilimitadamente.

Además de las propiedades mencionas, la madera es buena conductora de sonido

2.4. Adobe.- es un bloque macizo de barro (arcilla, arena y paja) sin cocer, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol. Es un material asociado con las familias de

escasos recursos. Poco resistentes a los sismos y la mala fama con la enfermedad de mal de Chagas.

Es un material muy económico, permite la fabricación de uno mismo para construir su propia casa; mano de obra barata

Para su construcción no es necesaria la mano de obra calificada, se necesita arcilla, arena, paja picada, heno seco o fibra de trigo picada y agua.

La mezcla es de 45 – 50 % entre arcilla y limo y 30- 40 % de arena; se mezcla con paja, heno seco, o fibra de trigo picada: la proporción de la paja debe ser de 1 por 6 de tierra. Este barro se introduce en molde y luego se deja secar dependiendo del clima de la zona unos 20 a 30 días.

En su proceso de fabricación se requiere gran cantidad de personas especialmente durante el pisado que permite la mezcla de todos los materiales necesarios, luego se introduce en moldes definidos de acuerdo a la zona; para el estudio, se utiliza las siguientes dimensiones de 10x30x40 cm.

I: Secado de Adobe

El secado se realiza al aire libre, los adobes son movidos apoyados en una de sus caras laterales y así acelerar el secado; con preferencia en sombra para evitar agrietamiento mayor, esta



exposición es por 25 a 30 días. Al evaporarse el agua es capaz de sostenerse por si mismo Lo ideal es hacerlos en primavera.

La desventaja de éste material es el proceso de construcción, que es lento y se hace necesario un espacio amplio para el pisado, secado, almacenado y evitar que la lluvia afecte la producción.

2.4.1. Características Mecánicas al estar construido de arcilla y arena, sus características mecánicas son limitadas siendo un material compacto.

2.4.1.1. Resistencia a flexión permite establecer la resistencia ante una fuerza perpendicular al plano del muro. Para un mejor resultado se realiza este ensayo

2.4.1.2. Resistencia a compresión es un índice de la calidad del adobe, debe tener como resistencia mínima para ser utilizados en la construcción. La resistencia a la compresión no es indicativa de la calidad de la mampostería de adobe ni la resistencia de los muros. La resistencia a la compresión no debe ser inferior a 12 Kgr/cm^2 (1,2 MP)

2.4.1.3. Resistencia a tracción por ser un material hecho de arcilla y arena, no tiene la capacidad de resistir a la tracción. Su tracción es nula.

2.4.1.4. Resistencia a la humedad al ser material de arcilla y arena en su mayor composición tiene un alto índice de absorción de humedad del suelo es por capilaridad. La acción de las lluvias deteriora en gran manera la construcción de adobe

2.4.2. Propiedades adicionales, el adobe tiene una gran inercia térmica, es un excelente regulador o aislante térmico motivo por el cual se reduce las demandas de energía para calentar o refrescar las viviendas.

Buen aislamiento acústico por las características de los materiales y el espesor del adobe.

Es fácil de trabajar y darle forma de acuerdo a la necesidad.

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LAS VIVIENDAS

3.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS SOBRE LA VIVIENDA RURAL

La calidad de vida de la población, está directamente ligada a las características sociales, culturales y económicas donde las condiciones de vivienda posibilitan la multiplicación y la proliferación de enfermedades transmitidas por vectores y las infecciones diarreicas ocasionadas por falta de higiene.

El nivel de instrucción alcanzado por el jefe de hogar es un factor condicionante en las características de los ambientes de la vivienda, encontrándose subordinada a la disponibilidad de recursos económicos.

Las condiciones de habitabilidad de estas viviendas son generalmente precarias y con alto índice de hacinamiento; con una falta de seguridad técnica-jurídica.

Estas viviendas tienen problemas a nivel cualitativo por la calidad de los materiales con los que se trabaja; la mano de obra no es especializada, razón por la que su construcción sigue un camino intuitivo basándose en acciones vistas en otras viviendas similares.

Las viviendas autoconstruidas se encuentran dentro de un índice de riesgo y/o precariedad ya que la calidad de su edificación puede atentar contra el bienestar familiar, no solamente por el riesgo de la estructura que podría colapsar, sino constituye una molestia e incomodidad diaria que a corto o largo plazo puede desencadenar en potenciar, atenuar o inhibir la tendencia del comportamiento de las personas, afectando a las actividades, acciones y sentimientos de las personas que allí

habitan corriendo el riesgo de contraer enfermedades contagiadas por vectores como la vinchuca que anida en grietas, rajaduras y en paredes sin revoque.

Las casas son generalmente rectangulares de 1 a 3 ambientes pequeños en forma lineal, de L o C; de acuerdo al clima pueden tener poca ventilación o no tenerla. Son ambientes de uso múltiple contando con un dormitorio, depósito o almacén donde se guardan la cosecha, herramientas, enseres personales y en algunos casos hasta son utilizados como criadero de animales (aves).

El uso de los espacios no está definido, se limitan a guardar los enseres en bolsas, colgados de cuerdas sujetas a la pared; en varios casos no cuentan con camas, son cueros que al momento de ser utilizados, se desenrollan.

La cocina como ambiente es el más precario o improvisado, no reúne las condiciones de estabilidad de los muros y cubierta; generalmente usan como ventilación pequeños agujeros que no evacuan adecuadamente el humo que provoca el cocinar con leña; no es higiénica la disposición de los utensilios y víveres.

En algunas comunidades, solamente se cuenta con una red principal de tendido eléctrico que ocasionalmente proporciona este servicio.

El alcantarillado y la evacuación de las aguas no existen, por el elevado costo que genera la implementación de estos servicios. Si tienen baños son letrinas que son usadas, por lo general, como depósitos.

3.2. MATERIALES UTILIZADOS EN VIVIENDAS RURALES

Las construcciones son precarias, utilizan los materiales que encuentran en la zona; por lo general los cimientos y sobre cimientos son de piedra con aglomerante de barro. Los muros dependiendo de la zona son de adobe o piedra y en otros casos son

mixtos. La altura de los muros depende del clima, en clima frío, los muros no sobre están en un rango de 1,50 a 1,80 metros de altura; generalmente usan una altura promedio de 1,90 metros. En la cubierta utilizan vigas rollizas con caña hueca o chilca y una cobertura vegetal unida con barro. En su mayoría los pisos son de tierra.

3.3. ESTADO ACTUAL DE LAS VIVIENDAS

da Rural



La problemática habitacional que enfrenta el país se debe a la falta de normas en las políticas públicas sobre el tema que lleva adelante el gobierno.

Actualmente se observa una mala calidad en la construcción de la vivienda, la utilización de los material para su construcción, el mal uso a los ambientes existentes, el hacinamiento más de 2 personas por habitación, la inseguridad jurídica, la falta de agua, luz, alcantarillado y ni se hable del gas de uso doméstico que no llega a dichas zonas; esto se suma a la construcción de la vivienda en lugares de riesgo y sin orientación técnica especializada.

Cerca del 100% de las viviendas fueron construidas por los mismos dueños empleando la lógica progresiva consolidando paulatinamente, utilizando racionalmente sus recursos y la flexibilidad para adaptarse a la dinámica familiar y sus posibilidades económicas.

3.4. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS VIVIENDAS

Gráfico N° 3.2: Ambientes

El proceso de construcción se inicia con el **trazado** de o los ambientes a construir.



3.4.1. Excavación del trazo realizado. De acuerdo a la zona, la profundidad del cimiento es de 0,50 x 0,30.

3.4.2. Cimientos, actividad que utiliza piedra (20-30 cm) existente en la zona utilizando como aglomerante el barro (arcilla y agua)

3.4.3. Sobre cimientos, con piedra manzana de la zona y barro hasta una altura promedio de 30 cm. Si en la zona existe mucha piedra esta cubre la totalidad del muro, en caso de encontrarse en desnivel parte de la construcción, se eleva el muro con piedra hasta la altura necesaria.

3.4.4. Elevación de muros, si es de adobe, se eleva el muro hasta la mitad de la altura, pasa unos cinco días y se continúa elevando muros, se deja por el lapso de otros 3 a 5 días y se concluye con la elevación hasta darle la pendiente correspondiente.

3.4.5. Colocados de dinteles para las ventanas y para la puerta, le dan como mínimo de 15–40 cm. Mas a cada lado de la abertura de la puerta y/o ventana con un palo adecuado al ancho.

3.4.6. Colocado de Tirante (Palo rollizo) por la tipología de las viviendas, la cubierta es de dos caídas. El tirante une los dos extremos laterales de los muros. Su diámetro oscila de 3 a 8 pulgadas, la longitud varia desde los 3 a 6 metros, dependiendo de la longitud de la habitación.

3.4.7. Colocado de Vigas (palizada) son las vigas y/o palos de diámetro de 3 a 4 pulgadas, la longitud varia de 2 a 3 metros, le dan la pendiente a la cubierta Se asegura con barro y el mismo muro de adobe. El espaciamiento utilizado comprende entre 50 a 60 cm. de eje a eje de cada viga. Estas viviendas corren el riesgo de sufrir un desplazamiento lateral de los muros por efecto de la poca pendiente y el peso de la cobertura vegetal produciendo el colapso de la cubierta



áfico N° 3.3: Tirante v vigas

3.4.8. Colocado de aleros las zonas templadas utilizan un alero de 25 cm, vigas (palo rollizo del mismo diámetro que la palizada con la longitud necesaria.

3.4.9. Colocado de cañas actividad que se coloca (Teje la caña) de forma transversal a las vigas de extremo a extremo, uniendo las cañas con tiento, lana de oveja, arbusto de la zona trenzado, alambre de amarre o con clavos de 1 1/2 “. La caña brava es otro de los materiales utilizados al igual que la chilca.

3.4.10. Colocado de barro y/o cobertura vegetal, en zonas bastantes deprimidas y pobres se coloca barro con abundante paja que se deja reposar por el espacio de un día, al cabo del mismo se coloca sobre la caña con un espesor de 4 a 3 centímetros.

3.4.11. Colocado de puertas y/o ventanas si los recursos les alcanzan, acceden al mercado, caso contrario, tanto la ventana como la puerta son confeccionadas en la misma zona en muchos casos por ellos mismos colocando tablones verticales unidos por un travesaño y colocadas precariamente. Las familias más pobres cierran las ventanas con adobe y/o piedra; las puertas son de caña tejidas verticalmente sujetas con hilo o tiento (cordón de cuero de vaca) a cañas transversalmente en los extremos.

3.5. VALORACIÓN TÉCNICA DE LAS VIVIENDAS

La zona en estudio, muestran la calidad de vida de la población que está vinculada a las características sociales, culturales y económicas donde las malas condiciones de la vivienda posibilitan la presencia y multiplicación de enfermedades respiratorias, digestivas y aquellas que son transmitidas por vectores.



Gráfico N° 3.4: Vivienda Precaria

En muchos casos, la vivienda no ofrece la seguridad como estructura de protección a los habitantes debido a la forma de utilización de los materiales y los conocimientos transmitidos en base a la experiencia empírica para la combinación y mejor utilización de los materiales de la zona.

Estas viviendas no cuentan con revoques en los muros, la cubierta lleva cobertura vegetal que es una protección temporal, adquiere humedad en época de lluvia provocando el escurrimiento de arcilla; la paja mantiene la humedad en la cobertura vegetal que humedece la palizada y la caña ocasionando el deterioro y colapso de la estructura del techo.

No cuenta con ningún tipo de servicios básicos, el agua, si existe, es un solo grifo; tienen el hábito de realizar las evacuaciones en los alrededores de la vivienda; no existe un lugar definido, no cuentan con baño.

La vela o mechero son los elementos que se utilizan como iluminación nocturna.

Esta situación limita el desarrollo intelectual y psicológico de los habitantes que le permita desarrollar sus capacidades a todo nivel

3.6. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS VIVIENDAS

La situación económica, solamente les permite la construcción por intuición, con algún asesoramiento y ayuda de un vecino. El trabajo lo realizan a torna vuelta (trabajo solidario que es devuelto por trabajo acordado entre las partes).

Los materiales utilizados por la familia para la construcción de su vivienda son los que se encuentran en los alrededores del espacio seleccionado para la construcción.



Gráfico N° 3.5: Vivienda sin mejorar

El costo de la vivienda, tomando en cuenta los días que la familia utiliza para el acopio de los materiales necesarios, al elaboración de adobes, elevación de muros, colocado de palizada y la cobertura vegetal suman un costo aproximado entre 3.600 a 4.200 Bs. una vivienda de 2 piezas.

CAPÍTULO IV

CARACTERÍSTICAS DE VIVIENDAS SOCIALES

4.1 ANTECEDENTES

La vivienda social es un alternativa habitacional a la gran demanda de vivienda que existente en las zonas rurales y alejadas de los centros poblados y del desarrollo desordenado que se vive en la actualidad.

El estado tiene políticas habitacionales con diferentes modelos pero no se incluye al sujeto que habitará y las posibilidades económicas de construcción.

La experiencia de instituciones que trabajan en la zona con diferentes proyectos, emplean la información y educación para que las familias puedan identificar su necesidad. Unas más que otras. Es importante contar en todo proyecto con un modelo integral que incluya a todos los miembros de las familias, en este caso para que sean ellos mismos los artífices de su propio desarrollo.

La autoconstrucción es tomar las decisiones en el proceso constructivo, en éste caso de la vivienda, desde el diseño, gestión, tipo de vivienda, hasta su funcionamiento. Según el censo de población realizado el año 2001, el material más utilizado en los muros de las viviendas es el adobe (52.84 %) este dato ha disminuido en relación a años pasados.

La construcción con adobe es la mejor manera, para las familias de la zona de estudio, de contar con una vivienda propia.

Varios estudios tanto psíquico como espiritual de las personas han logrado demostrar que la influencia que produce el espacio ambiental y el acondicionamiento espacial de un lugar, la vivienda, puede producir diferentes reacciones en las actitudes y

comportamiento del ser humano. Una persona que se sienta atrapada en un espacio en el que tiene que dormir, porque no tiene otro lugar y si es un lugar con poca altura, poca ventilación muy caliente o muy frío, pequeño o muy grande es seguro que no se siente seguro físicamente sino también psicológicamente, desencadenando diferentes tipos de comportamiento desde el mal trato a sus familiares como la ausencia o directamente el abandono del lugar y de la familia.

Por esta razón es importante la ubicación, construcción, función, el acondicionamiento ambiental para aprovechar al máximo las capacidades de los que habitan dicha vivienda y cualidades físicas propias de la vivienda como luz, sombra, frío, calor, ventilación percepción espacial y así satisfacer las diferentes necesidades que puedan ser complementadas con la vivienda.

4.2 TIPOLOGÍA DE VIVIENDAS SOCIALES

La autoconstrucción con un asesoramiento técnico es una de las soluciones a problemas de vivienda, al ser una forma muy económica para aprovechar y conseguir mayores y mejores resultados, se puede lograr una capacitación y toma de conciencia para que construyan sus propias viviendas.

Es importante considerar la orientación y ubicación de la vivienda, calidad del suelo, acceso como el agua y transporte, alturas mínimas, pendiente de la cubierta, proporciones de frente-fondo según usos y costumbres de la zona con ambientes mínimos.

El presente trabajo propone una alternativa de autoconstrucción asistida para la población de zonas que no pueden acceder a profesionales en el tema.

4.3. COMPONENTES DE LAS VIVIENDAS SOCIALES

En relación a la evolución de las políticas habitacionales en nuestro país, podemos indicar que todos tienen derecho a un hábitat digno, a un principio de equidad social, atención a grupos vulnerables y la sostenibilidad de los programas relacionados a la adquisición de una vivienda digna.

4.3.1. Ambientes indispensables Se plantea los siguientes criterios de diseño y organización funcional con las condiciones mínimas aceptables apta para la convivencia evitando el hacinamiento, promiscuidad teniendo una apropiada distribución de los ambientes tomando en cuenta aspectos físico espaciales, ventilación, el aspecto técnico constructivo y los que se relacionan con la convivencia con los animales de corral. Tomando en cuenta las costumbres y tradiciones de la población

Las habitaciones deben tener la suficiente ventilación y la suficiente altura para que exista renovación de aire.

Además, la vivienda debe contemplar una zona exterior de servicio para lavar y secar ropa y otras actividades.

El presente trabajo plantea criterios de diseño que responda a las necesidades y posibilidades de las familias que respondan a la forma de vida y la economía con que cuentan, siendo la construcción de forma progresiva de acuerdo a las posibilidades económicas y al crecimiento de los miembros de la familia.

La opinión de la madre, es tomada en cuenta en esta etapa por ser la que organiza y distribuye las actividades en la vivienda para brindar comodidad tanto en el interior como en el exterior de la vivienda.

4.4. Viviendas Tipo con un Ambiente.- La conformación de una familia y parte de su consolidación es la construcción de una vivienda. El comienzo de la construcción de la vivienda depende exclusivamente de la parte económica. La construcción se inicia con un ambiente siendo la proyección de un crecimiento progresivo y ordenado a futuro que pueda satisfacer las necesidades que se adquiere con el paso del tiempo.

Este ambiente es de multiuso, al no tener el espacio suficiente para desenvolver las actividades propias de la familia.

Los elementos que conforman dicha construcción, deben reunir las condiciones técnicas y estructurales que permitan continuar con una edificación posterior que no perjudique la estabilidad de la misma.

4.5. Viviendas Tipo con dos Ambientes.- El crecimiento de la familia y la necesidad de almacenamiento de sus productos se incrementa; es un motivo para construir nuevos ambientes. El trabajo de la familia es ahora compartido con vecinos y/o familiares en jornadas de trabajo solidario "*Torna vuelta*" satisfaciendo las necesidades básicas dentro de las posibilidades de la zona.

4.6. Viviendas Tipo con tres Ambientes.- El incremento de los ambientes en una vivienda está condicionado a factores socio económicos, la familia organiza las actividades afines con mayor holgura ordenándolas por ambientes.

Este tipo de crecimiento está directamente relacionado con el nivel de ingresos del hogar, mientras mayor es la capacidad de egreso la vivienda experimenta transformaciones cualitativas en el proceso de desarrollo.

La construcción cuenta con los ambientes mínimos indispensables para una convivencia de la familia. Estos ambientes son: dormitorio para los padres, un

ambiente para los hijos, un ambiente para guardar su cosecha y herramientas de trabajo, un ambiente cocina y el baño.

4.7. Proceso construcción de viviendas sociales.- El proceso constructivo de las viviendas sociales están definidas de la siguiente manera:

4.7.1 Etapas del proceso constructivo

- *Concepción del proyecto* consiste en la idea de la construcción tomando en cuenta necesidad de un espacio propio, ubicación y estabilidad del terreno, acceso al agua, cercanía al terreno de cultivo y la parte económica.
- *Acopio de los materiales necesarios*, los que se encuentran en cercanías a la construcción como los áridos, la tierra para los revoques, la paja y otros; los materiales que necesitan un proceso de construcción al alcance de sus posibilidades como: los adobes, el corte de las cañas, las vigas rollizas, la madera para los dinteles.

4.7.1.1 Elementos de construcción externos

Estos elementos deben tener la capacidad de soportar las fuerzas que actúan en la estructura, que está sometida a esfuerzos, y solicitaciones como a compresión, a flexión horizontal, a fuerza cortante.

- *Cimientos* que deberán soportar el peso de la construcción; tomando como una sola estructura los cimientos y sobre-cimientos.
- *Muros* de adobe que reúna las condiciones técnicas de estabilidad estructural, esbeltez y resistencia a todos los esfuerzos sometidos. La elevación de los muros se realizara en dos etapas para garantizar la completa integración del mortero de barro con los adobes siendo las juntas el lugar de más baja resistencia en el muro. Los dinteles serán parte de esta etapa constructiva. La pendiente estará definida en base a las necesidades climatológicas de la zona.

- *Cubierta* consta del colocado de las vigas rollizas con la pendiente definida, tejido de la caña sobre las vigas rollizo, la capa de tierra sobre el tejido de la caña y el colocado de la teja que permita el escurrimiento de las aguas de lluvia y evitando el estancamiento de la vegetación. Para luces mayores de 3,50 cm y cubierta de dos caídas, es necesario armar la cubierta con tensores que soporten los esfuerzos laterales en los muros provocados por el peso de la cubierta.

4.7.1.2 Elementos de construcción internos

- *Acabados* etapa conclusiva de la construcción, consiste en revoques de muros utilizando el escallado para una mejor adherencia entre el muro y el mortero.
- *Para muros exteriores*, el mortero a utilizar es de cemento cal y arena.
- *En muros internos* con capa base de barro mejorado y el afinado incluyendo al mortero de la capa base la baba de penca como impermeabilizante y para tener una mejor adherencia entre los materiales que componen el barro mejorado. Como otra alternativa se sugiere la utilización de yeso.
- *En revoque sobre cañas* el yeso es el material que se sugiere.
- *Colocado de puertas ventanas*
- *Pisos* el emboquillado de piedra plana como la alternativa más económica. El vaciado de piso con hormigón es una opción para la familia.
- En el ambiente cocina colocado de mesones y armado campana para el fogón.
- En el ambiente del baño ecológico el colocado del inodoro.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS TÉCNICO PARA EL APROVECHAMIENTO DE MATERIALES

5.1. DESCRIPCIÓN DE MATERIALES LOCALES

Varios son conceptos a tomar en cuenta para optar por materiales locales los desde el punto de vista mecánico y económico.

Se utilizan estos materiales en los ítemes que conforman la construcción de la vivienda social. La utilización de los materiales no locales permitirá potenciar la resistencia y durabilidad a estos materiales de estudio.

5.2. EN CIMIENTOS

Para determinar la cimentación, se debe considerar el tipo de suelo que soportara la construcción. En ninguna circunstancia se debe cimentar una vivienda en suelos granulares, suelos de arcillas expansivas, de igual manera en zonas propensas a inundaciones o en fallas geológicas. Las condiciones del subsuelo deben ser seguras contra fallas por corte general del suelo y el posible asentamiento por desplazamiento.

En cualquier masa de suelo, el tamaño de los granos varía; para clasificar de manera apropiada un suelo se debe conocer la distribución granulométrica mediante el análisis granulométrico por mallas.

Cuadro N° 5.1

Malla N°	Abertura (mm)
4	4.750
6	3.350
8	2.360
10	2.000
16	1.180
20	0.850
30	0.600
40	0.425
50	0.300
60	0.250
80	0.180
100	0.150
140	0.106
170	0.088
200	0.075
270	0.053

Fuente: Principios de ingeniería de cimentaciones

Los espacios vacíos o poros entre los granos del suelo permite que el agua fluya por ellos, es necesario tener estos datos para determinar la cantidad de infiltración.

Gráfico N° 5.1 Cimentación

El suelo de cimentación estará determinada por la capacidad portante con un esfuerzo admisible entre 0,5 – 1,00 Kg/cm² dependiendo del terreno.

Estos cimientos son corridos longitudinales y transversales de



pedra manzana, asentada con mortero de barro y paja. La relación entre la piedra y el mortero barro es de 75 % de piedra desplazadora y 25% de mortero, se recomienda que el mortero de barro tenga una relación de 30 – 50% de arena con respecto a la arcilla.

Considerar las piedras de mayor resistencia como el granito y/o ígneas; la profundidad no será menor a 0,40 m y un ancho entre 0,35 a 0,50 cm.

5.3. EN SOBRE-CIMIENTOS

Los sobre cimientos forman una sola estructura con los cimientos. Se utiliza la piedra bruta de la zona con mortero de barro y paja, teniendo las mismas características de los cimientos de piedra y mortero de barro descrito en el punto 5.2.

La altura mínima debe ser de 0,20 m sobre el nivel del suelo o en la altura necesaria para evitar el contacto directo de los muros con el agua retenida en el suelo o la acumulada en la superficie por las lluvias.

5.4. IMPERMEABILIZACIÓN

Sobre el coronamiento del sobre-cimiento, se aplica una capa de alquitrán diluido en kerosene mezclado con arena fina de 5,00 mm de espesor, sobre la cual se coloca polietileno a lo largo y ancho de los sobre-cimientos; posteriormente se coloca nuevamente el alquitrán y la capa fina de arena; para proteger al muro de la humedad por capilaridad ascendente del nivel del terreno.

5.5. EN MUROS

El adobe, para la mampostería, es bloque macizo rectangular, hecho con barro sin cocer con una relación largo / altura de 4/1. Será un muro macizo, si tiene

perforaciones éstas no debe exceder el 15% del área en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento.

Los adobes se prepararan con tierra seleccionada, libre de piedras mayores a 5 mm y elementos extraños; humedecer totalmente y dejarla reposar por 24 a 48 horas y luego moldear. La relación óptima de los materiales para los adobes es la siguiente: 55 – 70% de arena; 15 – 25% de limo y 10 – 20% de arcilla. Si los adobes contiene mucha arcilla, en el proceso de secado, sufren un encogimiento y rajaduras que lo hacen erosionable este material; Si el adobe es arenoso, no ofrece ligazón entre las partículas, tienen poca fuerza cohesiva y fácilmente se desmoronan; Los adobes que contengan material orgánico, son recomendable por la poca resistencia y poca duración a la humedad.

Los adobes para ser utilizados deben estar secos antes de ser utilizados. El tipo de aparejo debe asegurar que los adobes se entrelacen perfectamente de tal modo que no formen planos verticales de juntas o morteros. El espesor del muro es el ancho del adobe (30 cm.)

Las juntas de la mampostería constituyen las zonas críticas por donde tienden a desarrollarse las fisuras de los muros. La integración del mortero y los adobes no se logra alcanzar plenamente, por tanto, las juntas, constituyen las zonas de más baja resistencia del muro. Para lograr una adherencia mayor, el mortero llevara paja seca en una proporción en volumen de 1 de paja y 3 de tierra; se recomienda dormir el barro (dejar remojando) por lo menos 24 horas; utilizar la menos cantidad de agua para lograr un mortero trabajable. Las juntas verticales y horizontales no deberán exceder de 20 mm. y deberán ser llenadas completamente con el mortero. El primer día se avanzará una altura máxima de 1,20 m para evitar el aplastamiento del mortero en las primeras hiladas, después de 24 horas continuar el proceso.

La paja juega un papel muy importante ya que reduce al mínimo la fisuración del mortero durante el proceso de secado.

La mampostería de adobe está sometida a diferentes esfuerzos, y solicitaciones como a compresión, flexión horizontal, fuerza cortante. Los esfuerzos admisibles a compresión por aplastamiento, al corte, esfuerzo admisible de tracción por flexión y esfuerzo admisible de compresión por flexión y a esfuerzos combinados; los que explicaremos a continuación:



Gráfico N° 5.2 Mampostería de adobe

5.5.1. Ensayo de Compresión.- Es la capacidad de los muros de resistir las fuerzas cortantes en su plano y flexión perpendicular al plano del muro. No existe suficiente información que permite correlacionar la compresión con características muy relevantes tales como la resistencia al corte de los muros. Este ensayo se realiza en pilas de adobe, permite la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad en la dirección perpendicular a las hiladas. El valor característico de la resistencia en compresión se calculará con la siguiente expresión:

$$f_p = f_{prom} - S \quad (5.1)$$

Donde:

f_{prom} . = Esfuerzo promedio obtenido en los ensayos.

S = La desviación estándar correspondiente.

f_p = Resistencia a compresión

El Módulo de Elasticidad se calculará entre el 15 y 50 por ciento de la carga máxima.

5.5.2. Flexión Horizontal.- Permite establecer la resistencia de la mampostería ante fuerzas perpendiculares al plano del muro. Corresponde a una sollicitación que induce flexión con plano de fallas perpendicular a las juntas de asiento (flexión horizontal). La siguiente expresión se toma en cuenta para la flexión horizontal:

$$f = \frac{3PI}{2h(t)^2} \quad (5.2)$$

Donde:

P = Carga que produjo la falla

I = La distancia entre apoyos.

h = Altura del muro en estudio.

t = Espesor del muro

El valor característico de la resistencia a la flexión horizontal se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$f_t = f_{prom} - S \quad (5.3)$$

Donde:

f_{prom.} = Esfuerzo promedio obtenido en los ensayos.

S = La desviación estándar correspondiente.

f_t = Resistencia a compresión

Los ensayos de flexión vertical (flexión con plano de falla paralelo a las hiladas) son muy difíciles de ejecutar en albañilería de adobe debido a la baja resistencia en tracción de las juntas.

5.5.3. Fuerza Cortante.- Este ensayo permite establecer la resistencia en la mampostería de adobe ante fuerzas cortantes en el plano del muro. El ensayo utilizado es el de Compresión Diagonal puesto que proporciona una buena medida de calidad de la mampostería para resistir fuerzas cortantes. El esfuerzo cortante resistente (v) se calculará con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{0,7P}{a t} \quad (5.4)$$

Donde:

P = Carga que produjo la falla

a = Lado del murete

t = Espesor del murete

El valor característico de la resistencia al corte se calcula con:

$$V = V_{prom} - S \quad (5.5)$$

Donde:

V_{prom.} = Esfuerzo promedio obtenido en los ensayos.

S = La desviación estándar correspondiente.

V = Resistencia a corte.

El Módulo de Rigidez al Esfuerzo Cortante (**G**) mediante la siguiente expresión:

$$T = G \times E \quad (5.6)$$

Donde:

T= Esfuerzo cortante en el murete correspondiente al 50% de la carga máxima

E = deformación angular correspondiente

G = Módulo de rigidez al esfuerzo cortante

5.5.4. Esfuerzo Admisible de Compresión se determina con la siguiente expresión:

$$F_c = 0,4 f_p F_r \quad (5.7)$$

Donde:

F_c= Esfuerzo admisible de compresión

f_p = resistencia en compresión

F_r = Factor de reducción por excentricidad de las cargas y esbeltez del muro.
(Muros interiores 0,7 y 0,6 para muros exteriores).

Para realizar estas pruebas es necesario tener el equipo apropiado, en caso de no contar con el equipo se toma la siguiente relación:

$$F_c = 0,2Mpa (2 Kg/cm^2) \quad (5.8)$$

Esfuerzo Admisible de Compresión por Aplastamiento en muros de adobe en la vecindad de cargas concentradas será el 25 % mayor que el determinado en el esfuerzo admisible de compresión

$$F_c. apl. = 1,25 F_c \quad (5.9)$$

La resistencia a compresión no debe ser menor a 12 Kgr/cm².

Los esfuerzos que soporta el muro son a causa de la carga muerta, sobre cargas, cargas de viento, excentricidades de las cargas diferenciales. La estabilidad lateral por la altura del muro se debe tomar en cuenta para evitar el colapso de la construcción. No debe sobrepasar la siguiente relación:

$$h = 8 \times t \quad (5.10)$$

Donde:

h= distancia libre vertical entre elementos de arriostre horizontales, medida entre el sobre cimienta y la solera superior.

t = Espesor real y efectivo del muro

La rigidez de los muros evitará las deformaciones por cortante y flexión así como la influencia en la rigidez de las aberturas o vanos.

Estos muros deben tener la capacidad de resistir las fuerzas cortantes en su plano y flexión perpendicular al plano del muro. Debe verificarse la verticalidad de los muros.

5.6. EN CUBIERTA

Por el tipo de construcción serán livianos, distribuyendo su carga en la mayor cantidad de muros y evitando concentraciones de esfuerzos en los mismos. No debe permitir el empuje lateral

Soportara el peso de las vigas, la caña hueca, la torta de barro y la teja .

Definido en las siguientes etapas, el colocado de vigas rollizas, tejido de caña hueca, cubierta de torta de barro con paja y el colocado de la teja colonial.

5.6.1 Vigas rollizas.- Los elementos de madera deben diseñarse con cargas de



servicio; que soporten esfuerzos menores al esfuerzo admisible del material.

Las vigas rollizas y la caña hueca trabajan juntas. Soportan el peso de la torta de barro y la teja.

Gráfico N° 5.3 *Vigas rollizas*

La pendiente y la longitud de la cubierta juega un papel importante al igual que la longitud de los aleros, esta decisión se debe tomar en base al clima de la zona, en zonas lluviosas el alero tendrá una longitud no mayor al 25 cm.

5.6.2 La caña hueca para el colocado de la teja tiene la propiedad de tener una mejor fijación de la teja y adhesión del material a utilizar para el revoque interior del techo. Sobre este tejido de caña se coloca la torta de barro que trabaja como elemento de fijación entre la caña y la teja.



Gráfico N° 5.4 Colocado de caña

5.7. REVOQUES

Este ítem permite la protección del muro. El escallado de los muros es la actividad previa al revoque con capa base; para muros interiores, hecha de barro (tierra, arena, paja y bosta de burro) se deja dormir por espacio de 5 días como mínimo, tiempo que los elementos que la componen se fusiona entre sí formando una masa compacta de fácil manejo y buena adherencia al muro, que es aplicado en todo el muro con un espesor de 1 cm.



Gráfico N° 5.5 Materiales locales

El escallado de los muros en las juntas; de 4 a 5 en las juntas horizontales y 2 a 3 en las verticales permite una mayor y mejor adherencia del aglomerante de cal y cemento un revoque firme.

Gráfico N° 5.6 Empedrado

5.8. PISOS Y ZÓCALOS

Parte de los acabados, es el colocado de piso, la piedra plana emboquillada; en el caso de utilizar una carpeta de hormigón, se utiliza la



piedra manzana con un acabado de enlucido del piso.

El zócalo de aglomerante de cal y cemento aplicado al muro interior a una altura de 0,20 m

5.9. USO DE MATERIALES LOCALES POR ACTIVIDAD

El presente acápite permite detallar los materiales a ser utilizados para cada una de las actividades que comprende la construcción de viviendas sociales en el área rural de la zona alta del municipio de San Lorenzo donde la mayor dificultad es el acceso y/o transporte a dichas zonas. La autoconstrucción y el aprovechamiento de los materiales de la zona permiten construir una vivienda segura en la parte estructural una duración en el tiempo mayor de la que en la actualidad la tienen por diferentes factores.

5.9.1. Cimientos y sobre-cimientos Los materiales a ser utilizados es la piedra debe ser de buena resistencia y el aglomerante a utilizar no debe tener material orgánico, contar con la suficiente cantidad de paja para tener un secado favorable.

La piedra es un excelente material de construcción, más aun si es seleccionado para este ítem

El aglomerante a utilizar es el barro, una composición de arcilla, paja y agua necesaria para formar una pasta trabajable. Tomar en cuenta que la arcilla a ser utilizada no contenga materia orgánica.

La utilización de piedra en el aglomerante es limitada de diámetro no mayor a ½“ que ayuda a mantener la humedad que evite la contracción por el secado. Para que el aglomerante tenga una fusión homogénea de sus componentes es necesario dejar reposar la noche anterior a ser utilizada.

5.9.2. Muros.- Compuesto por mampostería de adobe y aglomerante de barro.

Para la construcción de los muros, los adobes deben estar secos. No es recomendable utilizar mortero de cemento porque la capa resultante es poco permeable al vapor de agua y conserva la humedad interior por lo que se desharía el muro desde dentro. Se utiliza aglomerante de barro compuesto por arcilla, paja y agua.

La calidad de la arcilla y la arena a ser utilizadas para la construcción de los adobes dará la resistencia y la durabilidad del mismo.

5.9.3. Cubierta el uso de la madera es importante en este ítem. Las vigas rollizas y la caña hueca forman parte de la estructura de la cubierta.

Colocado de vigas rollizas, si bien la cubierta de dos aguas es una de las características de las viviendas rurales en Tarija. El diseño que se presente en este trabajo es de una vivienda progresiva tipo La madera recomendada es aliso, el eucalipto o carapari por la resistencia, la durabilidad, la longitud y el peso que aporta a la cubierta y que tendrá que soportar los muros.

Colocado de Caña, la caña es un material que pertenece a la familia de la madera con la característica que tiene una mayor densidad en la periferia que en el centro.

Este material se coloca de forma transversal y sujeta a las vigas rollizas con alambre galvanizado.

La torta de barro (tierra con paja) cubre la superficie de la caña, donde se asentará la teja. Esta capa de barro aporta con fijación entre la caña y la teja; amortigua el impacto, la fuerza y la presión del granizo y la lluvia.

La teja, en su composición primaria es de arcilla; material cocido en hornos a altas temperaturas. Es un material no local, la fijación en el techo se realiza con barro (tierra cernida y agua). Este material es adquirido por la familia que por la el traslado a la obra, incrementa su costo

5.9.4. Pisos para este ítem se utiliza la piedra plana emboquillada; la piedra se utiliza de zona con una capa de arena y emboquillada con mortero de cemento y arena.

5.9.5. Revoques permiten la protección de los muros. La protección en los muros interiores se realiza con la capa de barro (tierra, paja, bosta de burro y agua); utilizando en el afinado la misma mezcla adicionando la penca. Estos materiales solo se necesita ser acopiados y mezclados entre si.

Para tener los muros exteriores protegidos de la humedad, estos necesitan ser revocados. Se utiliza un revoque de cemento cal arena sobre el escallado del muro.

5.9.6. Colocado de puertas y ventanas.- Estos materiales son adquiridos en el mercado local. En caso de estar en una zona donde existe mucha madera, estos materiales son construidos por los mismos dueños.

5.10. PROPUESTA TÉCNICA

El estudio realizado de los materiales locales en los capítulos II y V son la referencia para el diseño de una vivienda social tipo, que pueda satisfacer las necesidades de la familia, cumpla con las características y condiciones técnicas óptimas, y, que los materiales utilizados no generen un alto costo para esta obra.

Esta propuesta está concebida para ser transferible, que las familias puedan optar por la construcción de éste modelo, según sus posibilidades y la necesidad de contar con ambientes necesarios para las diferentes actividades que desempeña.

La vivienda social óptima cuenta con 5 ambientes, 2 dormitorios, un depósito, 1 cocina y un ambiente baño. Los dormitorios para los miembros de la familia definiendo un ambiente para padres y otro para hijos; el depósito que cumple la función de almacenamiento de los enseres y herramientas de trabajo; cocina,

ambiente donde se preparan los alimentos, es considerado el espacio donde se reúne la familia para compartir los alimentos; el baño, la propuesta es el baño ecológico que no necesita el agua, utiliza como material secante la ceniza. Funciona con fosas independientes cambiándose el inodoro a los seis meses para luego ser utilizadas las evacuaciones como abono en los terrenos.

En anexos se tiene el diseño de la vivienda social tipo y las planillas de cálculos métricos.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS DE COSTOS

6.1. MANO DE OBRA

La mano de obra, se estima, al costo para la construcción de la vivienda social óptima, tomándose en cuenta el número de ambientes y el área de la construcción, en relación al tiempo de ejecución previsto.

6.1.1. MANO DE OBRA NO CALIFICADA

Mano de obra no calificada, es la mano de obra de la persona que no tiene conocimientos suficientes para realizar un trabajo con destreza.

En el presente caso, se trata del trabajo que realiza el dueño de casa y otras personas que solamente realizan trabajos de apoyo, traslado, acarreo de los materiales y complementación en los ítemes que se ejecutan, se cancela por jornal y no por ítem o actividad ejecutada.

Tiene su participación en todos los ítemes de la construcción.

El costo de mano de obra no calificada oscila de una comunidad a otra dependiendo de la accesibilidad especialmente vial, para el presente estudio de toma una variante entre 45 – a 50 Bs. Por jornal de trabajo que incluye la comida y la coca (estimulante que la persona necesita para realizar su jornada de trabajo).

Mientras la comunidad esta más cercana a centros poblados, este costo de la mano de obra se incrementó llegando al monte de 60 -70 Bs.

Para obtener una relación de costo de mano de obra no calificada y el costo global de toda la vivienda social óptima se observa en el siguiente dato:

CUADRO 6.1
COSTO MANO DE OBRA NO CALIFICADA

Mano de Obra No Calificada (Bs.)	Total de la Construcción (Bs.)
10.964,52	43.736,11

6.1.2. MANO DE OBRA CALIFICADA

Es la mano de obra que tiene conocimiento y/o especialidad sobre uno o varios ítemes. Se cancela por jornal de trabajo.

Este costo tiene un rango de 60-90 Bs. El costo mayor se da especialmente en el ítem de vaciado de losas, pisos, el entejado y el afinado en los revoques de los muros tanto interior con yeso como en los muros exteriores con cal-cemento arena.

Para este trabajo, la mano de obra calificada está en varios ítemes.

- Para el trazado, una persona con conocimiento en la materia para tener la escuadría en las dimensiones de cada ambiente.
- Para los cimientos, sobre cimientos y elevación de muros; la especialidad de la persona está en mantener la verticalidad y mantener la escuadría de la construcción.
- El colocado de dinteles y las vigas rollizas; el nivel es fundamental que se mantenga en cada viga con el muro.

- El colocado de teja es fundamental que sea una persona entendida en el tema; el armado de la pollera, el colocado de las tejas maestras, mantener los traslapes de 5 cm en lo vertical y de 2 cm. en lo horizontal, tomando en cuenta las dimensiones. Los canales tienen que tener una abertura que permita el escurrimiento rápido de las aguas de lluvia, granizo y vegetación de los alrededores.
- En los revoques de muros interiores y exteriores, mantener las franjas o maestras con un espesor de acabado no mayor a de 1,50 cm. La utilización de los materiales no locales como el yeso para muros interiores conocer el tiempo de fraguado del mismo. El cemento –cal para exteriores, tomar en cuenta el mejor apagado de cal y la dosificación de 1:6.
- Sacar nivel hacia la puerta, es importante realizar en el ítem de empedrado y vaciado de piso.
- El colocado de las puertas y ventanas, es imprescindible el nivel para un buen funcionamiento.
- En el armado y vaciado del hormigón para los mesones y las losas del baño ecológico, la pericia del personal a cargo de esta actividad evitará la fisuración de estas losas.

La relación de mano de obra calificada con el costo total se tiene en el siguiente detalle:

CUADRO 6.2
COSTO MANO DE OBRA CALIFICADA

Mano de Obra Calificada (Bs.)	Total de la Construcción (Bs.)
12.746,93	43.736,11

6.2. MATERIALES LOCALES

Materiales tales como la tierra, la paja, la bosta de burro y la piedra, se dan un costo nominal comparativo. Estos materiales son recogidos del amplio espacio en los que se encuentran.

El adobe es considerado como material local, que es fabricado por el dueño de la construcción y de acuerdo al costo que maneja la comunidad, el costo oscila entre 0,70 y 1,00 Bs. Dependiendo esta vez de la facilidad de acceder a la tierra.

La caña, las vigas rollizas y los dinteles los tienen que cortar en los lugares donde crecen, hacer secar y moldear en caso de ser necesario. Cuando la familia adquiere los mismos, al costo por unidad tiene que añadir el costo del transporte desde el lugar que compara hasta el lugar más cercano a la construcción.

En relación con al costo total, se tiene la siguiente relación:

CUADRO 6.3

COSTO MATERIAL LOCAL

Material Local (Bs.)	Total de la Construcción (Bs.)
7.782,67	43.736,11

6.3. MATERIALES NO LOCALES

Para dar mayor resistencia y durabilidad a las construcción, pero que no se incremente el costo sustancialmente, se utiliza algunos materiales considerados no locales tales como la cal, cemento, yeso, hierro, teja, puertas, ventanas e inodoro ecológico. Al costo unitario de cada uno de estos materiales se incrementa por,

cantidad necesaria el costo de transporte desde el punto de compra hasta el lugar más próximo de la construcción en la comunidad.

Al ser el cliente de recursos económicos limitados, buscan la compra de estos materiales sin factura, de los que se pueden adquirir en estas condiciones.

El siguiente cuadro describe el costo promedio de los materiales por unidad

CUADRO 6.4
COSTO DE MATERIALES NO LOCALES

Material	Costo unitario (Bs.)	Costo Transporte (Bs.)/ Bolsa	Costo total (Bs.)
Cemento	55,00	3,00	58,00
Cal	24	2	26.00
Yeso	17	2	19
Hierro	28	0.5	28.5
Teja	2,50	0.35	2,85
Puertas	670	10	680
Ventanas	275	5	280
Inodoro	435	15	450

El costo por unidad de cada material nos manifiesta el alto precio para la familia debe erogar para adquirirlos.

El siguiente cuadro presenta la relación de costo material no local con el costo total de la construcción:

CUADRO 6.5
COSTO MATERIAL NO LOCAL

Material No Local (Bs.)	Total de la Construcción (Bs.)
11.056,42	43.736,11

6.4. COSTO TOTAL

Como parte de costo total se la obra, se incluye el uso de las herramientas que es considerado como el 5% del costo de mano de obra en cada ítem, debido a que la familia utiliza cualquier recipiente para el traslado de los aglomerantes a utilizarse en los ítemes.

El resultado de la vivienda tipo arroja un costo módico tomando en cuenta que estas familias no pueden acceder a varios materiales y a un personal especializado que oriente el trabajo de la construcción de su vivienda con los materiales que tiene a su alcance y son de bajo costo.

El siguiente cuadro sintetiza el costo de una vivienda social para el caso de una vivienda progresiva. Vivienda que por la necesidad inicia con un ambiente, luego dos ambientes y la vivienda optima con 5 ambientes.

CUADRO 6.5

RELACIÓN DE COSTO POR NÚMERO DE AMBIENTES

Detalle	Costo material local (Bs.)	Costo material no local (Bs.)	Costo mano de obra no calificada (Bs.)	Costo de mano de obra calificada (Bs.)	Costo Total (Bs.)
Vivienda con un ambiente	1.918,09	3.271,68	2.804,54	3.219,51	11.515,03
Vivienda con dos ambientes	3.375,30	5.250,90	4.904,88	5.554,83	19.611,76
Vivienda Tipo	7.782,67	11.056,42	10.964,52	12.746,93	43.736,11

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

La ingeniería civil es la rama de la ingeniería que se ocupa de la planeación, diseño y construcción de proyectos para el control del ambiente, desarrollo de recursos naturales, servicios de transporte, túneles edificios, puentes y otras estructuras con el fin de satisfacer las necesidades de la sociedad.

Manteniendo los principios y normas del ingeniero civil, se debe mantener como principio supremo la seguridad, la salud y el bienestar de la gente; esto significa que el ingeniero se compromete con preservar y atender al mejoramiento del ambiente para incrementar la calidad de vida de las personas. Esta calidad de vida depende de la satisfacción de una serie de necesidades que permite una vida individual y familiar.

El presente trabajo realiza el análisis técnico sobre el aprovechamiento de los materiales locales en viviendas sociales, tomando como premisa el derecho a un hábitat saludable donde el individuo desarrolle todas sus capacidades físicas, psíquicas e intelectuales.

Las construcciones se basan en la utilización de adobe y materiales locales.

El diseño de la vivienda social debe ser simple para ser sostenible y transferible

La poca resistencia del adobe no permite ejecutar construcciones de gran altura. A mayor altura mayor ancho de muro cubriendo aproximadamente del 25 al 30% del total de la superficie de la construcción. La altura recomendable no debe ser mayor a

3 m. de un primer piso; en caso de existir un segundo piso la altura no debe exceder de los 5,5 m.

Las construcciones de adobe son vulnerables a la humedad, es recomendable el revoque de los muros para protegerlos y tener mayor durabilidad en la construcción.

Los muros se impermeabilizan con un producto natural, comprobado en laboratorios, son las hojas de penca, elemento que aporta un nivel de estabilización y protección comparable al asfalto.

Los materiales a utilizarse, tienen la capacidad mecánica de soportar los esfuerzos a los que son sometidos.

Los áridos se encuentran en zonas próximas a excepción de la arena, grava y/o ripio que pueden encontrarse en el Río Pilaya.

La aplicación de los conocimientos adquiridos en la etapa de estudio, debe plasmarse en la ejecución de proyectos al más bajo costo, que sean resistentes a las cargas y al uso al que serán sometidos en un tiempo razonable.

Este tipo de construcciones es recomendable en zonas donde no existen fallas geológicas ni actividad sísmica, por ser los muros macizos débiles y frágiles a fuerzas de inercia. La zona de estudio no se encuentra en territorio con actividad sísmica.

Las fallas comunes en este tipo de construcciones pueden ser reducidas mediante el control de los materiales, el dimensionado de las piezas, de muros y de los cimientos.

Una construcción es estable cuando sus dimensiones son simétricas, con vanos pequeños y centrado al medio de los muros

Los resultados obtenidos, nos indican un costo menor de los materiales locales como piedra, arena, caña y vigas; en relación al costo de estos mismos materiales adquiridos en la capital.

La mano de obra es tomada en cuenta como jornal al costo de la zona, demostrando el costo inferior en relación a un albañil con especialidad.

Nuestra población en el área rural es de 61 %, razón por la que debemos darle mayor dedicación de nuestra capacidad para orientar a este grupo de nuestra sociedad con metodología sencilla, accesible y práctica de manera que sea transferible y podamos satisfacer la necesidad en el área rural con los materiales del lugar.

Son pocos los profesionales que le dedican estudio y tiempo a la construcción de viviendas sociales por ser justamente tan sencillo y simple pero que necesita de los conocimientos para un mejor aprovechamiento de los materiales al alcance de estas personas que no pueden acceder al mercado de otros materiales.

El presente trabajo pretende dar una solución técnica a este sector, siendo la referencia los materiales de la zona. Modelo de vivienda social que es replicable con una acompañamiento en la construcción.

No se tiene que perder la identidad de los pueblos, este material se utilizo a lo largo de la historia y son edificaciones que con una protección y cuidado perduran. La tercera parte de la población mundial, utiliza la tierra como material básico para la construcción de viviendas: rescata y desarrolla tecnologías vernaculares acordes a la región y al clima de la zona.

7.2. RECOMENDACIONES

Este tipo de construcciones presentan una alta vulnerabilidad sísmica ya que se comporten mal ante las fuerzas inducidas por los terremotos.

En construcciones mayores a 3.5 de luz de ancho, se recomienda que la cubierta tenga dos caídas con la inclusión de tensores que permitan la estabilidad de la cubierta.

Los diseños con una sola caída en la cubierta, tiene la posibilidad de adicionar ambientes de tal manera que se tenga una vivienda de dos caídas, tomando en cuenta la luz recomendada para evitar desplazamientos laterales de los muros.

Para ser un modelo sostenible y transferible a futuras generaciones, se recomienda asistir y capacitar de manera no formal a las familias, sobre las propiedades físicas y mecánicas de los materiales existentes en la zona; el beneficio que proporciona su aplicación para este tipo de construcciones y obras civiles necesarias en la zona.

Es importante que el profesional tenga que actualizar y perfeccionar sus conocimientos sobre este tema para aprovechar las grandes ventajas como el bajo costo, ahorro energético, cuidado ecológico, aislamiento térmico, tradición antropológica y valor estético, propiedades que hacen adecuado al desarrollo de un hábitat ecológicamente autosustentable.

Es importante que en la etapa de estudio y adquisición de conocimientos, la facultad y especialmente la carrera de Ingeniería Civil, imparta una significativa atención al estudio de estos materiales locales utilizados en construcciones de tipo social.