

Tesis profesional de Arquitectura  
**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
2010

**ESTUDIO DE LOS SISTEMAS  
CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN  
MADERA**

Director: Arq. Marcelo Zúñiga  
Autoras: Silvana Carangui R.  
Viviana Lasso R.





Tesis profesional de Arquitectura  
**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
2010

**ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS  
TRADICIONALES EN MADERA**

**Autoras: Silvana Carangui R.  
Viviana Lasso R.**

**Director: Arq. Marcelo Zúñiga**

Dedico este trabajo a mi familia por acompañarme en cada etapa de mi carrera.  
A mis padres por todo lo que me han dado en esta vida, especialmente por sus sabios consejos y por estar a mi lado en los momentos difíciles.  
A mi madre por sus desvelos y a mi padre por su confianza y por ser un modelo de constancia y superación  
A mi hermana Gabriela, quien me ha acompañado en silencio con una comprensión a prueba de todo.  
A mi enamorado Chris, por su paciencia, apoyo , por caminar a mi lado durante todo este tiempo y mostrarme con una sonrisa, que el amor de verdad puede existir.

**VIVIANA VERONICA**

**D  
E  
D  
I  
C  
A  
T  
O  
R  
I  
A**

A mis padres por su gran esfuerzo y apoyo incondicional durante mis años de estudio, a ellos les debo el haber hecho realidad este sueño.  
A mis hermanos y a todas aquellas personas que de una u otra forma me alentaron para no rendirme en esta etapa de mi vida

SILVANA ALEXANDRA

D  
E  
D  
I  
C  
A  
T  
O  
R  
I  
A

Ante todo queremos agradecer a Dios por darnos las fuerzas necesarias en los momentos en que mas lo necesitamos y bendecirnos con la posibilidad de caminar a su lado durante toda nuestra vida.

No podemos dejar de agradecer a nuestro director Arq. Marcelo Zúñiga y a nuestro asesor Arq. Felipe Quezada, por sus consejos y ayuda desinteresada.

De igual manera a los Arquitectos colaboradores: Arq. Elizabeth Alcívar y Arq. Marcelo Vásquez. Finalmente queremos dar un sincero agradecimiento a la población de Parroquia de Turupamba en el desarrollo de este trabajo.

Las ciudades, parroquias y pueblos han ido creciendo de una manera lenta pero devoradora, aquellas grandes planicies existentes en épocas anteriores se han ido convirtiendo en pequeños asentamientos humanos, y es que la vivienda segura es un derecho que no se le puede negar al ser humano; por ello empresas públicas y privadas han desarrollado programas de vivienda para cubrir esta necesidad, lamentablemente este proceso ha olvidado los valores paisajísticos, culturales, arquitectónicos y estéticos que debe mantener una vivienda, considerando únicamente el aspecto económico, haciendo uso de materiales como el bloque y el zinc, que no hacen otra cosa que empalidecer la imagen espontánea del paisaje rural.

Nuestro trabajo pretende contribuir de alguna forma a la solución de este problema, principalmente busca el rescate de aquellas técnicas y experticias desarrolladas por nuestros antepasados en los sistemas constructivos tradicionales, en especial el de la madera, que es un material natural, térmico, acústico, resistente y sobre todo que se adapta fácilmente a cualquier entorno.

Con este proyecto pretendemos mostrar que es factible la construcción de una vivienda accesible para las familias de nivel económico medio bajo, y que a su vez conserve la estética, la cultura, la armonía, pero sobre todo las condiciones de habitabilidad que debe tener todo hogar dentro de los parajes rurales.

La Parroquia Turupamba perteneciente al cantón Biblián es el área de estudio, donde aplicaremos los conocimientos adquiridos con el desarrollo de los primeros capítulos, en ellos hemos desarrollado un estudio completo de la madera con sus propiedades, patologías, ventajas y desventajas y la aplicación de este material en los sistemas constructivos tradicionales, para luego realizar un diagnóstico general del área de estudio partiendo del Plan de Ordenamiento Territorial de Turupamba 2008-2028 realizado por los estudiantes de Universidad de Cuenca. Este diagnóstico consiste en un registro de las viviendas patrimoniales existentes y de las cuales se obtendrá una muestra que servirá para el análisis comparativo con el sistema constructivo elaborado por el MIDUVI en el que se utiliza estructura metálica y mampostería de bloque.

Este modelo de vivienda pretende además de evitar el deterioro progresivo del medio rural, servir como un proyecto de aplicación para las diferentes zonas del área rural de la Sierra Ecuatoriana.



## **OBJETIVO CENTRAL**

- Conocer los sistemas constructivos tradicionales en madera, sus aplicaciones, sus técnicas y beneficios en la construcción de las viviendas especialmente del medio rural, a partir de un estudio técnico a realizarse en los bienes patrimoniales de la Parroquia Turupamba en el Cantón Biblián.

## **OBJETIVOS COMPLEMENTARIOS:**

- Demostrar que el sistema constructivo tradicional en madera es una técnica aplicable a un modelo de vivienda económica adaptable al medio rural.
- Conocer nuestra cultura constructiva en madera, para saber qué arquitectura contemporánea proponer y así recrear el patrimonio del futuro.
- Diseñar una vivienda unifamiliar aplicando el sistema constructivo existente en la parroquia con el fin de recuperar las técnicas y experticias de los habitantes de la zona que son conocedores del mismo.

DEDICATORIA  
 AGRADECIMIENTO  
 INTRODUCCION

**CAPITULO 1: LA MADERA Y SU INFLUENCIA EN LA CONSTRUCCION**

1. ESTUDIO DE LA MADERA Y SU INFLUENCIA.....2

    1.1 GENERALIDADES.....9

    1.2 PROPIEDADES DE LA MADERA.....9

        1.2.1 Propiedades básicas.....9

        1.2.2 Propiedades físicas.....11

        1.2.3 Propiedades eléctricas.....14

        1.2.4 Propiedades acústicas.....14

        1.2.5 Propiedades térmicas..... 14

        1.2.6 Propiedades mecánicas.....15

    1.3 GEOMETRÍA DE UNA PIEZA DE MADERA.....36

    1.4 FACTORES QUE AFECTAN LAS PROPIEDADES MECANICAS.....37

        1.4.1 Defectos de la madera.....38

    1.5 CONDICION ACUSTICA.....39

    1.6 CONDICION TERMICA.....40

    1.7 CONCLUSIONES GENERALES.....42

2. PATOLOGIA DE LA MADERA.....43

    2.1 AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA.....43

        2.1.1 Agentes Abióticos de Degradación de la madera.....43

        2.1.2 Agentes Bióticos de Degradación de la madera.....44

    2.2 CONCLUSIONES GENERALES.....52

3. APLICACIÓN DE LA MADERA EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL PARA EL MEDIO RURAL.....53

    3.1 USO DE LA MADERA COMO MATERIAL ESTRUCTURAL.....53

    3.2 APLICACIÓN DE LA MADERA EN LA VIVIENDACOMO MATERIAL ESTRUCTURAL.....55

        3.2.1 Sistemas Estructurales en madera.....55

    3.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA UTILIZACION DE LA MADERA EN LA CONSTRUCCION.....58

        3.3.1 Comportamiento de la madera ante el medio ambiente.....58

        3.3.2 Comportamiento de la madera ante los efectos sísmicos.....59

        3.3.3 Comportamiento de la madera ante el fuego.....59

        3.3.4 Comportamiento ante el fuego de los componentes de madera en la construcción.....59

    3.4 CONCLUSIONES GENERALES.....61



4. UTILIZACION DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES: ADOBE TAPIAL Y BAHAREQUE.....	62
4.1 SISTEMA CONSTRUCTIVO EN ADOBE.....	63
4.1.1 Comportamiento del Adobe en la Construcción.....	63
4.1.2 Desventajas del Adobe.....	64
4.1.3 Ventajas del Adobe.....	64
4.1.4 Causas de Fallas en las Construcciones.....	65
4.1.5 Características de procedimiento constructivo.....	65
4.2 SISTEMA CONSTRUCTIVO EN TAPIAL.....	68
4.2.1 Desventajas del Tapial.....	69
4.2.2 Beneficios del Tapial.....	69
4.2.3 Causas de fallas en las Construcciones.....	70
4.2.4 Características del Procedimiento Constructivo.....	70
4.3 SISTEMA CONSTRUCTIVO EN BAHAREQUE.....	75
4.3.1 Desventajas del Bahareque.....	75
4.3.2 Beneficios del Bahareque.....	75
4.3.3 Tipos de Bahareque.....	76
4.3.4 Causa de Fallas en las Construcciones.....	78
4.3.5 Características del Procedimiento Constructivo.....	78
4.4 CONCLUSIONES GENERALES.....	81
I. CONCLUSIONES GENERALES DEL CAPITULO 1.....	82

## CAPITULO 2: SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA.

5. ANALISIS DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN MADERA.....	84
5.1 ANALISIS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL SISTEMA.....	84
6. DIAGNOSTICO DEL AREA DE ESTUDIO.....	104
6.1 GENERALIDADES.....	104
6.1.1 Localización y Extensión del Área de estudios.....	104
6.1.2 Historia.....	104
6.1.3 Accesibilidad.....	105

I

Z

D

I

C

E

6.1.4 Hidrografía.....	105
6.1.5 Clima.....	105
6.1.6 Edafología.....	105
6.1.7 Fallas Geológicas.....	105
6.1.8 Topografía.....	106
<b>7. ANALISIS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO UTILIZADO EN LAS EDIFICACIONES PATRIMONIALES USADOS EN LA PARROQUIA TURUPAMBA.....</b>	<b>107</b>
7.1 ANALISIS DE LAS EDIFICACIONES PATRIMONIALES IDENTIFICADAS POR EL P.O.T 2008-2028.....	107
7.2 REGISTRO TÉCNICO DE LAS EDIFICACIONES.....	111
7.3 FICHA TÉCNICA DE REGISTRO.....	122
7.3.1 Objetivo de la ficha.....	122
7.3.2 Estructura de la ficha.....	101
7.4 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS FICHAS.....	125
7.4.1 Descripción del Sistema Constructivo.....	125
7.4.2 Análisis de los elementos estructurales del sistema constructivo.....	126
7.4.3 Daños Analizados en las Viviendas.....	135
7.4.4 Registro de las Patologías encontradas en las Viviendas.....	124
7.4.5 Resultado del Registro de Patologías.....	145
7.5 SELECCIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO.....	166
7.5.1 Criterios de Selección.....	166
7.6 SELECCIÓN DE LAS VIVIENDAS.....	168
7.7 ANALISIS VIVIENDAS SELECCIONADAS.....	169
7.7.1 Análisis Morfológico.....	169
7.7.2 Análisis Funcional.....	169
7.7.3 Análisis Tecnológico Constructivo.....	169
7.8 ANÁLISIS SÍSMICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE BAHAREQUE.....	202
7.8.1 Origen de los sismos.....	202
7.8.2 Sismo Resistencia de una vivienda.....	202
7.8.3 Fuerzas Sísmicas.....	203
7.8.4 Efectos Sísmicos en una Vivienda.....	205
7.8.5 Vivienda Parasísmica.....	207

7.8.6 Errores estructurales que provocan riesgos de derrumbe durante un sismo.....	208
7.8.7 Aspectos Estructurales.....	208
7.9 CONCLUSIONES GENERALES.....	211
8. COMPARACION ENTRE EL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL EN MADERA ESTUDIADO Y EL SISTEMA UTILIZADO EN LOS PROGRAMAS DE VIVIENDA ECONOMICA EL MIDUVI.....	212
8.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.....	212
8.1.1 Ventajas Tecnológicas del Sistema Constructivo en Bahareque.....	212
8.1.2 Desventajas Tecnológicas del Sistema Constructivo en Bahareque.....	214
8.1.3 Ventajas Tecnológicas del Sistema Constructivo en Estructura Metálica con Mampostería de Bloque de Pómez.....	214
8.1.4 Desventajas Tecnológicas del Sistema Constructivo en Estructura Metálica con Mampostería de Bloque de Pómez.....	215
8.2 COMPARACION FUNCIONAL.....	217
8.3 COMPARACION TECNOLOGICA – CONSTRUCTIVA.....	220
8.4 COMPARACIÓN GRÁFICA.....	224
8.5 COMPARACIÓN COSTO - BENEFICIOS.....	225
8.6 COMPARACIÓN COSTO - BENEFICIOS.....	227
8.7 CONCLUSIONES GENERALES.....	228
II CONCLUSIONES GENERALES DEL CAPITULO 2.....	229

### CAPITULO 3: APLICACIÓN EN UNA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL PARA EL MEDIO RURAL

9. APLICACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN UN PROYECTO DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL PARA EL AREA RURAL.....	231
9.1. CONDICIONES DE HABITABILIDAD.....	232
9.1.1. Aislamiento Térmico.....	232
9.1.2. Aislamiento Acústico.....	233
9.1.3. Ventilación.....	233
9.1.4. Iluminación.....	234
9.2. OBJETIVOS Y ALCANCES DEL DISEÑO ARQUITECTONICO.....	235
9.2.1. Objetivos.....	235
9.2.2. Alcances.....	235
9.3. ANALISIS DEL ENTORNO.....	236
9.3.1. Turupamba y su entorno rural.....	236
9.3.2. Ubicación Geográfica de la Parroquia.....	236
9.3.3. Análisis de los Elementos Naturales.....	237
9.3.4. Análisis de los Elementos Antrópicos.....	237

9.4. ZONIFICACION.....	251
9.4.1. Zonificación de las viviendas rurales de la Parroquia Turupamba.....	252
9.4.2. Zonificación del Proyecto.....	254
9.4.3. Espacios Mínimos.....	255
9.5. ORGANIGRAMA.....	258
9.6. MODULACIÓN.....	260
9.6.1. Modulación.....	260
9.6.2. Módulo Básico.....	260
9.6.3. Módulo de Diseño.....	260
9.6.4. Criterios de Diseño.....	261
9.6.5. Proceso de Modulación.....	261
9.6.6. Tipologías Comunes en la Parroquia Turupamba.....	267
9.6.7. Dimensiones Requeridas.....	269
9.6.8. Dimensiones de las Piezas de Madera.....	271
9.7. CUADRO DE AREAS.....	275
9.8. CUADRO DE CONDICIONES DE HABITABILIDAD.....	276
III. CONCLUSIONES GNERALES DEL CAPITULO.....	277
10. DISEÑO ARQUITECTÓNICO	
10.1. PLANOS ARQUITECTÓNICOS.....	278
10.2. DETALLES ARQUITECTÓNICOS.....	294
10.3. PERSPECTIVAS.....	316
10.4. CALCULO DEL COSTO PROMEDIO DE LA VIVIENDA.....	321
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES	
BIBLIOGRAFIA	

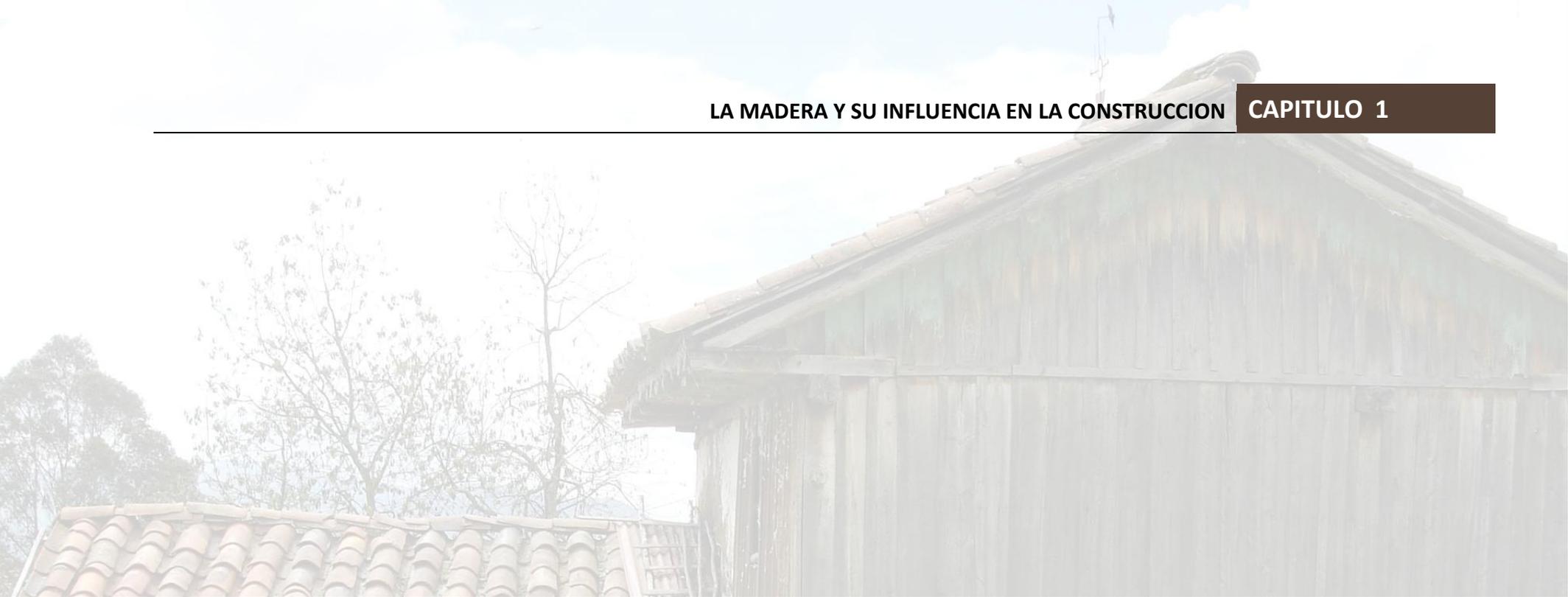
Ante todo queremos agradecer a Dios por darnos las fuerzas necesarias en los momentos en que mas lo necesitamos y bendecirnos con la posibilidad de caminar a su lado durante toda nuestra vida.

No podemos dejar de agradecer a nuestro Director Arq. Marcelo Zúñiga y a nuestro asesor Arq. Felipe Quezada, por sus consejos y ayuda desinteresada.

De igual manera a los Arquitectos: Rodrigo Montero, Marcelo Vásquez, Elizabeth Alcívar. A los Ingenieros: Hernán García , Juan Solá y Diana Garces por su apoyo.

Finalmente queremos dar un sincero agradecimiento a la población de la Parroquia Turupamba por su aceptación y colaboración en el desarrollo de este trabajo.

A  
G  
R  
A  
D  
E  
C  
I  
M  
I  
E  
N  
T  
O



## 1.- ESTUDIO DE LA MADERA Y SU INFLUENCIA

### 1.1.- GENERALIDADES

La madera es un material de origen orgánico empleado en la construcción y está constituida por el conjunto de tejidos que forman la masa de los troncos de los árboles; no es un material homogéneo, está formado por diversos tipos de células especializadas que forman tejidos. Estos tejidos sirven para realizar las funciones fundamentales del árbol; conducir la savia, transformar y almacenar los alimentos y por último formar la estructura resistente o portante del árbol.

Es el material de construcción más ligero, resistente y de fácil trabajo; se ha utilizado durante miles de años como combustible, materia prima para la fabricación de papel, mobiliario, construcción de viviendas y una gran variedad de utensilios para diversos usos.

La madera es un material complejo, con unas propiedades y características que dependen no sólo de su composición sino de su constitución, su comportamiento se basa en cómo están colocados y ordenados cada uno de sus elementos.



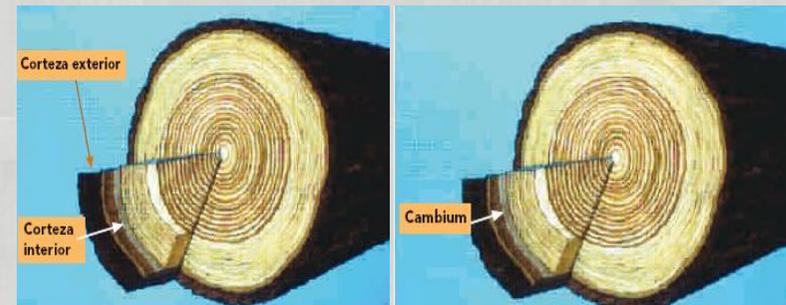
a).- **Estructura de la madera.**\_ La madera es un material de estructura compleja de y carácter anisótropo, está constituida por una aglomeración de células tubulares de forma y longitud muy variable. Al hacer un corte transversal de un árbol y analizar desde el exterior hacia el interior una sección de éste, se pueden apreciar zonas claramente diferenciadas, las cuales cumplen funciones específicas:

La primera zona apreciable es la **corteza**, formada por materia muerta, de aspecto resquebrajado, que se divide en corteza exterior y corteza interior (floema).

La corteza exterior está compuesta por células muertas que cumplen la función de proteger la estructura interior frente a agentes climáticos y biológicos.

Siguiendo hacia dentro se encuentra la **corteza interior**, compuesta por células que trasladan savia elaborada.

Luego se presenta el **cambium** o cambio, zona que corresponde al tejido generador de células, es decir, donde se produce el crecimiento del árbol. Hacia el interior forma el xilema y hacia el exterior, forma el floema.



En el xilema podemos distinguir la **albura** hacia el exterior, con células que cumplen la función de sostén y traslado de agua y nutrientes. Hacia el interior del xilema se forma el **duramen**, compuesto por células inactivas, pero que mantienen la función de sostén.



En el centro del árbol se encuentra la médula, tejido inactivo sin función específica.



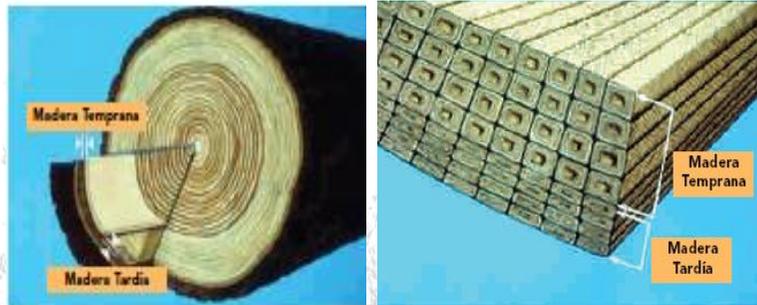
Otra de las características relevantes del árbol en su sección transversal son los denominados anillos de crecimiento (concéntricos), los cuales son apreciables a simple vista, dependiendo de la especie. Las especies madereras se clasifican en dos grandes grupos: coníferas y latifoliadas.

En las primeras, los anillos de crecimiento son perfectamente diferenciables, mientras que en las segundas, no son tan apreciables.



En las coníferas se pueden apreciar dos bandas concéntricas, diferenciadas en los anillos de crecimiento. La banda más clara es denominada madera de primavera o temprana. La banda más oscura, más densa que la de primavera, es la madera de verano o tardía. En esta última, al llegar el receso invernal puede observarse la

Reducción de su crecimiento. La madera temprana, formada por células de mayor tamaño y la madera tardía, compuesta por células más concentradas.



**b).- Composición Química de la madera.** La composición química de la madera es del 50% de carbono, 6% de hidrógeno, 42 % de oxígeno, 1 % de nitrógeno y 1 % de cenizas.

El 50 % de la madera está formada por celulosa, el 30 % por lignina, más rica en carbono y de carácter aromático, y el resto por la hemicelulosas, materias tánicas, colorantes, resinas y albúminas.

**c).- Recurso Forestal.** En Ecuador existen amplias zonas aptas para el aprovechamiento forestal, localizadas principalmente en el noroeste y en la región Oriental del país. De las 27 millones de hectáreas que constituyen el territorio nacional, el 40% se encuentra cubierto por bosques; de ese porcentaje casi siete millones de hectáreas se encuentran catalogadas como bosques potencialmente productores.

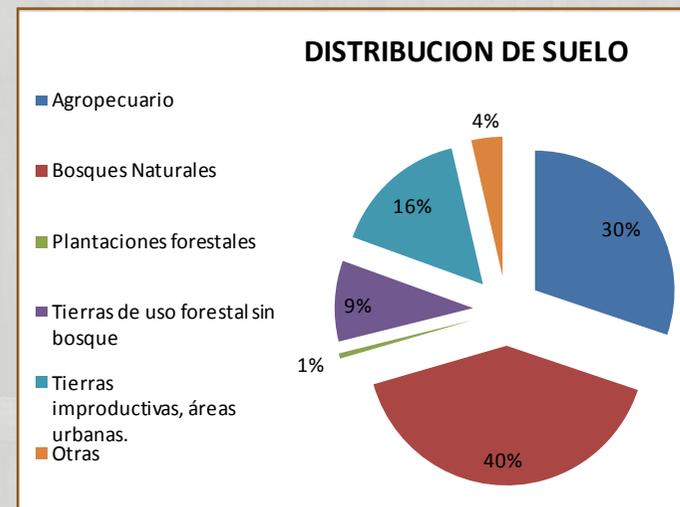
Cuadro N° 1.1: Distribución del suelo

DISTRIBUCION DE SUELO		
CATEGORIAS DE SUELO	SUPERFICIE (ha)	%
Agropecuario	8.155.907	30,13
Bosques Naturales	10.937.000	40,41
Plantaciones forestales	163.391	0,6
Tierras de uso forestal sin bosque	2.530.750	9,35
Tierras improductivas, áreas urbanas.	4.294.800	15,87
Otras	984.852	4
<b>TOTAL</b>	<b>27.066.700</b>	<b>100</b>

FUENTE: Documentos Dirección del Medio Ambiente

ELABORACION: Grupo de Tesis

Cuadro N° 1.2: Distribución de suelo

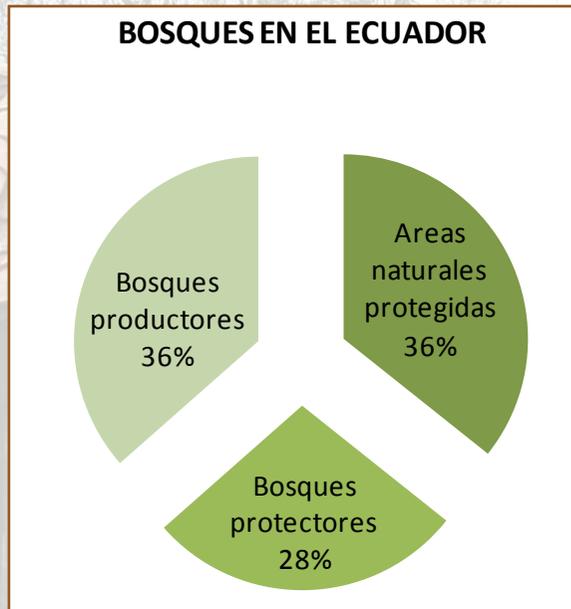


FUENTE: Documentos Dirección del Medio Ambiente

ELABORACION: Grupo de Tesis

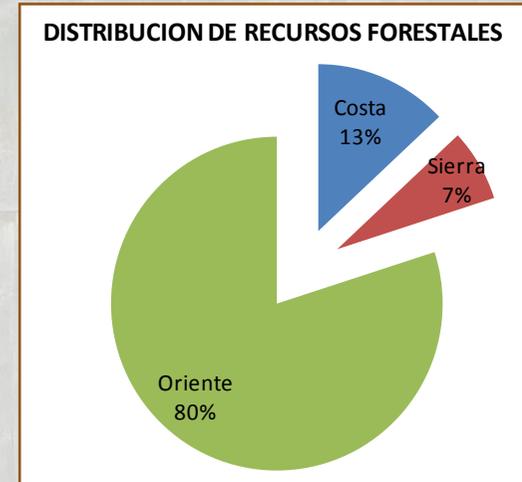
La superficie de bosques nativos en el Ecuador es de 10'937.000 a que representan el 40.41% del territorio del país; de esa superficie el 80% está en la Amazonía, el 13% en la región litoral y el 7% restante en la serranía. De los bosques nativos, el 35.7% corresponden a áreas naturales protegidas, 27.8% a bosques protectores y 36.5% a bosques productores.

Cuadro Nº 1. 3: Bosques en el Ecuador



FUENTE: Documentos Dirección del Medio Ambiente  
ELABORACION: Grupo de Tesis

Cuadro Nº 1.4: Distribución de Recursos Forestales



FUENTE: Documentos Dirección del Medio Ambiente  
ELABORACION: Grupo de Tesis

Las principales especies disponibles son el canelo, el chanul, el mascarey, el tangeré y el fernansánchez; además de éstas, el higuérón, el árbol del algodón, la balsa y otras variedades forman parte de las especies que se pueden explotar en Ecuador.

Las plantaciones forestales alcanzan en la actualidad a más de 100.000 hectáreas, formadas principalmente por eucalipto y pino, así como otras especies nativas y exóticas que se localizan sobre todo en la región interandina; por su parte, la superficie reforestada supera las 90.000 hectáreas. La provincia de Cotopaxi es la más favorecida, contando con un 18% del área plantada.

En la región de la Costa unas 8.500 hectáreas están sembradas de *ochoma* y caucho. En la zona tropical destacan las plantaciones de

laurel y teca, especies muy demandadas en los mercados internacionales y por la industria nacional.

Una de las especies que ha registrado un fuerte incremento en las cifras de exportación ha sido la madera de balsa, de que la existen actualmente, entre bosques naturales y artificiales, más de 20.000 hectáreas de plantaciones. Ecuador es el primer exportador de madera de balsa a nivel mundial.

También ocupa uno de los primeros lugares como exportador de tableros contrachapados a Sudamérica, después de Brasil y Chile, y el segundo como productor a nivel regional de tableros MDF; además, se exportan molduras, tableros aglomerados y para parquet, así como puertas, ventanas y otras manufacturas de madera.

De acuerdo con la Ley Forestal en vigor, los bosques constituyen el patrimonio forestal del Estado y cumplen una importante función en la preservación del equilibrio ecológico, por lo que su aprovechamiento se encuentra regulado y protegido con el fin de asegurar el mantenimiento de los diversos ecosistemas. La industria de la madera se ha desarrollado considerablemente, tanto en el corte de troncos como en la madera procesada para construcciones, muebles, madera contrachapada y aglomerada, así como la industria de las manufacturas de madera.



Lamentablemente Ecuador ha sufrido un proceso histórico de deforestación, provocado por varios factores, y es la causa principal para que este capital natural que constituye la biodiversidad se esté perdiendo; uno de los agravantes de esta situación es la deficiencia de información confiable y precisa sobre la situación de nuestros bosques y otras tierras de aptitud forestal

La pérdida de bosques en el Ecuador y el cambio de la cubierta vegetal natural, es producto de las actividades de aprovechamiento en sí, las cuales en la mayoría de los casos han sido de tipo extractivo selectivo y por la importancia económica y de subsistencia de las actividades agropecuarias.

En este país se ha producido un fuerte cambio del uso de la tierra, incluso en suelos de aptitud forestal. Otras causas, tales como políticas de colonización mal dirigidas acompañadas por leyes que han promovido la deforestación; las ventajas económicas de otros usos de la tierra frente al uso forestal; la inseguridad en la tenencia de la tierra; la subvaloración de los bosques y la madera; el débil control estatal; entre otras, conducen a una alta presión sobre el bosque y al cambio

del uso de la tierra. Es un deber de todos salvaguardar nuestro ecosistema con miras a futuro, lo cual se logra a través de un adecuado sistema de conservación, forestación y reforestación.

En la región se provee principalmente de madera desde la región costa y el oriente ya que en el lugar no existen bosques potencialmente productores, sin embargo se ha iniciado un proyecto de reforestación en la Región Austral que incluye la provincia de cañar, un total de 4.391 hectáreas han sido ya reforestadas con la variedades que mejor se adecúan al suelo del sector: teca, boyacá blanco, eucalipto, pino, melina, caoba, pachaco, moralfino, laurel.

La problemática forestal del Ecuador y Cañar, tiene su origen en 2 aspectos principales, el primero se debe a la creciente concentración de la tierra de uso forestal y una irracional explotación de los recursos forestales y, por otro, debido al incremento permanente de la pobreza rural por la falta de una estrategia agraria incluyente e integral.

Los efectos ambientales y sociales, como son la deforestación y la degradación de los recursos forestales producen una constante pérdida de biodiversidad y de fertilidad de los suelos; una drástica disminución de la capacidad de las montañas y bosques como fuente de generación y mecanismo de regulación y la desertificación de extensas áreas.

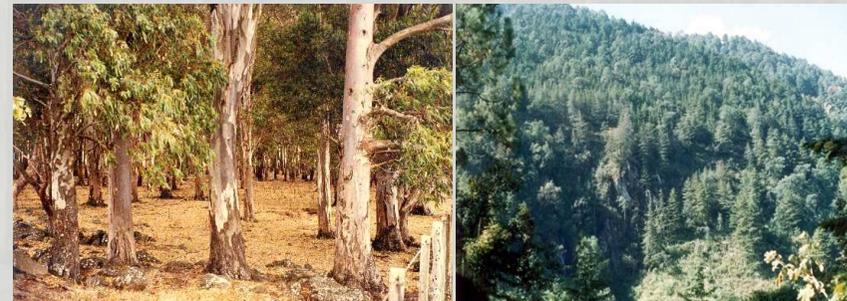
Las principales especies que se traen desde la Costa y la Amazonia son:

- Seique
- Sangre de Gallina
- Laurel blanco
- Laurel prieto

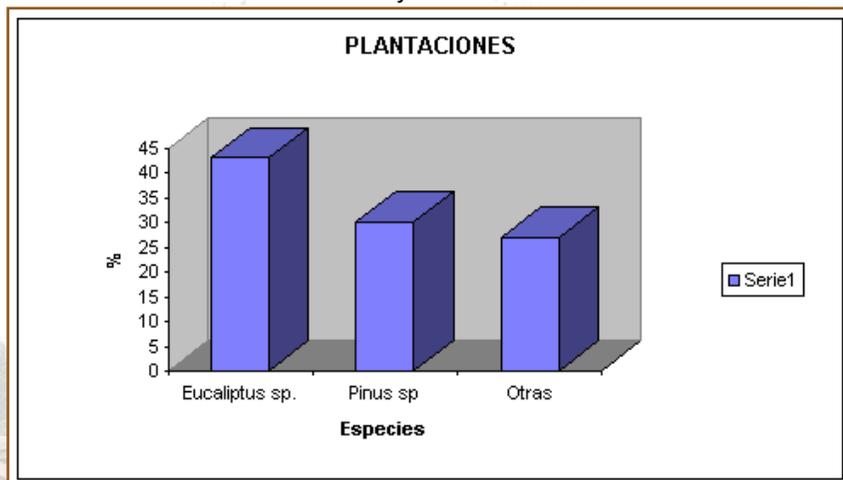
- Eucalipto
- Colorado
- Fernansánchez
- Romerillo
- Pino radiata
- Ciprés
- Tigua
- Chonta
- Teca
- Caña guadua.

Todas estas especies son utilizadas para los diferentes elementos de la construcción, ya sean estructuras, pisos, puerta, ventanas, encofrado y en si todo tipo de acabado, dependiendo del costo de las maderas.

El eucalipto y el pino son las especies que tiene mayor demanda para la construcción debido a sus propiedades y sobre todo a su precio.



Cuadro Nº 1.5: Porcentaje de Plantaciones existentes



FUENTE: Documentos Dirección del Medio Ambiente

ELABORACION: Grupo de Tesis

### c.1).- Agrupación de Maderas Tropicales en Grupos Estructurales

El número de especies de madera de la Subregión Andina que pueden ser adecuadas para la construcción es muy grande, mucho mayor que el número de especies que actualmente se conocen y destinan a esta aplicación. Para evitar la selectividad de los usuarios hacia una o pocas especies conocidas cuando existen otras de características similares, se ha considerado apropiado agrupar a las especies en tres grupos estructurales. Esto debe permitir mayor flexibilidad en el uso de las maderas tropicales, evitando preferencias injustificadas que incrementan los precios del material.

Las propiedades mecánicas, especialmente el esfuerzo de rotura en flexión (módulo de rotura MOR), están correlacionados con la densidad básica.

Por lo tanto, el agrupamiento de las especies en tres grupos está basado generalmente en las densidades. Los límites entre grupos han sido establecidos considerando tanto las características de resistencia como de rigidez.

Las maderas estudiadas en el grupo andino han sido agrupadas en tres grupos estructurales, en función de su resistencia y densidad básica.

Se denomina A al grupo de maderas de mayor resistencia, las densidades básicas de este grupo están por lo general en el rango de 0.71 a 0.90; B al grupo intermedio con una densidad entre 0.56 y 0.70 y las del grupo C de menor resistencia con una densidad básica entre 0.40 y 0.55.

Cualquier especie de las ubicadas en un grupo estructural determinado se considera que reúne por igual las características de resistencia y rigidez asignadas al grupo. Desde el punto de vista de comportamiento estructural es indiferente usar cualquiera de ellas una vez seleccionado el grupo. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que las maderas del mismo grupo estructural no siempre tienen características similares de trabajabilidad y durabilidad natural.

Cuadro N° 1.6: Grupos estructurales de Maderas Tropicales

GRUPO	NOMBRE COMUN	DENSIDAD
A	guayacan pechiche	0,76
A	caimitillo	0,74
A	moral fino	0,71
B	chanul	0,66
B	chimi	0,62
B	yumbingue	0,61
B	mascarey	0,59
B	romerillo fino	0,57
C	Eucalipto	0,55
C	pacora	0,54
C	fernansanchez	0,53
C	pituca	0,51
C	romerillo azuceno	0,44
C	piaste	0,43
C	sande	0,40

FUENTE: Manual de Diseño para maderas del grupo Andino  
 ELABORACION: Grupo de Tesis

## 1.2.- PROPIEDADES DE LA MADERA

La madera elaborada a través de un proceso de aserrío se denomina pieza de madera y posee propiedades definidas.

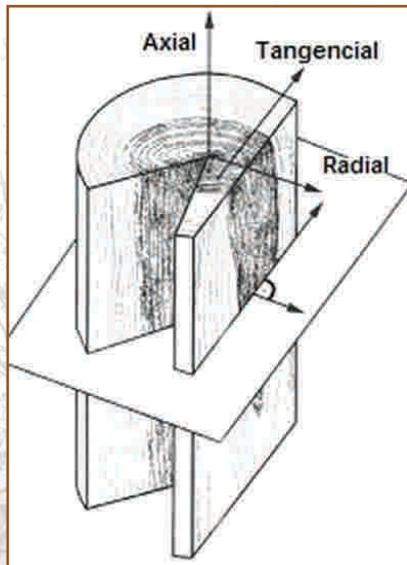
**1.2.1.- Propiedades Básicas.** Independientemente de la especie, la madera puede ser considerada como un material biológico, anisotrópico e higroscópico.

**a).-Material biológico.\_** Porque está compuesto principalmente por moléculas de celulosa y lignina, por ello puede ser un material biodegradado por el ataque de hongos e insectos xilófagos, como la polilla. Debido a esto la madera debe tener un especial tratamiento de protección que garanticen su durabilidad en el tiempo en relación con los otros materiales inorgánicos (ladrillo, acero, hormigón entre otros)

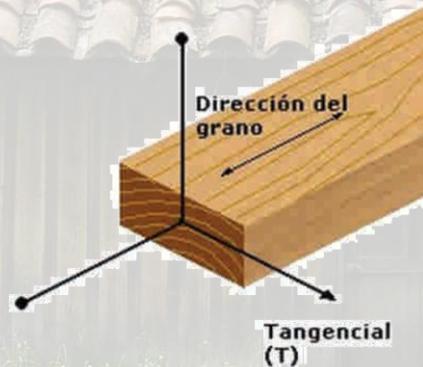
**b).-Material anisotrópico.\_** Según sea el plano o dirección que se considere respecto a la dirección longitudinal de sus fibras y anillos de crecimiento, el comportamiento tanto físico como mecánico del material, presenta resultados dispares y diferenciados. Para tener una idea de cómo se comporta, la madera resiste entre 20 y 200 veces más en el sentido del eje del árbol, que en el sentido transversal.

Debido a este comportamiento estructural tan desigual, se ha hecho necesario establecer:

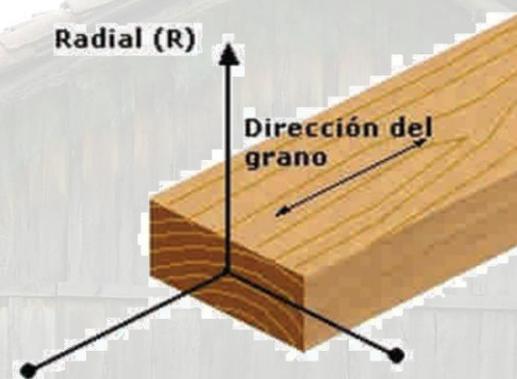
- Eje tangencial
- Eje radial y
- Eje axial o longitudinal



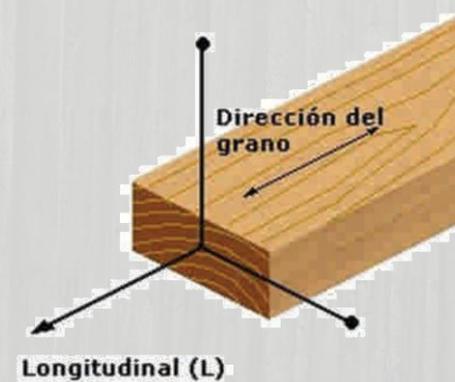
El eje tangencial, como su nombre lo indica, es tangente a los anillos de crecimiento y perpendicular al eje longitudinal de la pieza.



El eje radial es perpendicular a los anillos de crecimiento y al eje longitudinal.



El eje longitudinal es paralelo a la dirección de las fibras y por ende, al eje longitudinal del tronco. Forma una perpendicular respecto al plano formado por los ejes tangencial y radial.



c).- **Material higroscópico** porque tiene la capacidad de captar y ceder humedad en su medio, proceso que depende de la temperatura y humedad relativa del ambiente. Este comportamiento es el que determina y provoca cambios dimensionales y deformaciones en la madera.

**1.2.2.-Propiedades Físicas**

**a).- Contenido de humedad.-** La estructura de la madera almacena una considerable cantidad de humedad, la cual agua de constitución, inherente a su naturaleza orgánica; agua de saturación ligada en las paredes celulares y agua libre en el interior de las cavidades celulares absorbida por capilaridad.

Como la madera es higroscópica, absorbe o desprende humedad, según el medio ambiente. Para conocer el contenido de humedad que posee una pieza de madera se debe realizar una relación entre masa de agua contenida en una pieza y masa de la pieza anhidra, expresada en porcentaje. A este cociente se le conoce como contenido de humedad.

Cuadro Nº 1.6: Fórmulas contenido de humedad y peso del agua

$\% \text{ Contenido de humedad} = \frac{\text{Peso del agua} \times 100}{\text{Peso de madera seca en cámara}}$
$\text{Peso del agua} = \text{Peso madera húmeda} - \text{Peso madera seca en cámara}$

FUENTE: Centro de Transferencias Tecnológicas, Manual La construcción de Viviendas en Madera, Corma.  
 ELABORACION: Grupo de Tesis

El porcentaje de agua que contiene la madera ya sea en forma natural o por exposición a condiciones del medio ambiente, puede variar principalmente debido a la humedad y temperatura que predomine en el lugar donde se la utiliza.

Al cortar un árbol, la madera contiene gran volumen de agua en sus cavidades y paredes celulares, humedad que oscila alrededor del 80%. En algunos casos, puede ser superior al 100%, es decir, el peso del agua contenida en el volumen de madera es superior al peso de ésta anhidra, la madera secada al aire contiene del 10 al 15% de su peso de agua.

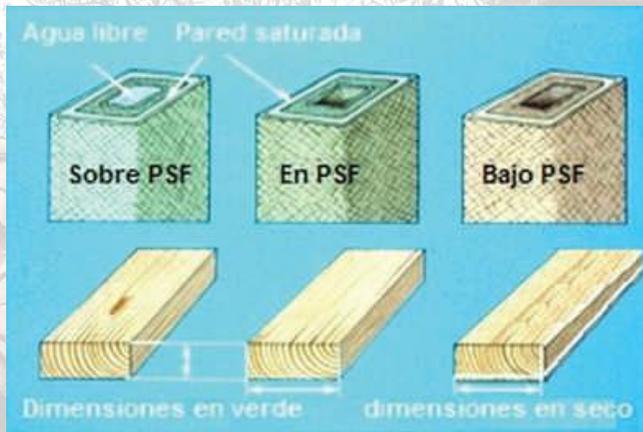
Dependiendo de las condiciones ambientales, la madera entrega al medio agua libre contenida en sus cavidades la cual desaparece totalmente, quedando además del agua de constitución, el agua de saturación correspondiente a la humedad de la atmosfera que rodea a la madera . La humedad de la madera varía entre límites muy amplios. En la madera recién cortada fluctúa entre 50 y 60% y por absorción puede llegar hasta el 250 y 300%.

Se dice que la madera ha alcanzado un punto denominado humedad de equilibrio, cuando el intercambio de humedad que produce el medio ambiente cesa, diciéndose que la madera esta secada al aire. Se denomina, entonces, humedad de equilibrio al porcentaje de agua que alcanza una madera sometida durante un lapso determinado a condiciones de temperatura y humedad en su medio ambiente. Los cambios climáticos del aire que se suceden continuamente, día y noche según las estaciones, hacen que la humedad de la madera también cambie, aunque en valores pequeños.

Dicha condición se produce en casi todas las especies cuando el agua libre ha sido entregada al ambiente, permaneciendo con agua sólo las paredes celulares.

A este punto de humedad se le denomina punto de saturación de la fibra (PSF).

Desde este punto porcentual y sobre él, la madera tiene las dimensiones de la madera verde.



Cuando la madera tiene un contenido de humedad bajo (el punto de saturación de las fibras es menor al **30%**), se habla de madera seca. Sin embargo, para ser utilizada como material de construcción, y específicamente con fines estructurales, el contenido de humedad debe ser inferior al **15%**.

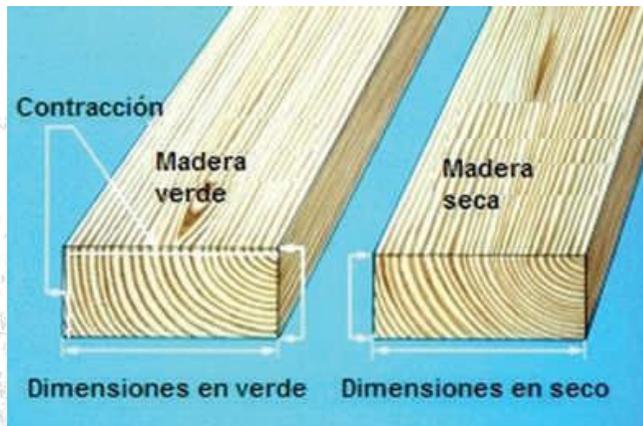
**b).- Densidad de la madera.-** La densidad de un cuerpo es el cociente formado por masa y volumen. En la madera, por ser higroscópica, la masa y el volumen varían con el contenido de humedad; por lo que

resulta importante expresar la condición bajo la cual se obtiene la densidad. Esta es una de las características físicas más importantes, ya que está directamente relacionada con las propiedades mecánicas y durabilidad de la madera. Se puede determinar la densidad, estableciendo las siguientes densidades de la madera, determinadas a partir del contenido de humedad de la pieza:

- Densidad Anhidra donde se relaciona la masa y el volumen de la madera anhidra (completamente seca).
- Densidad Normal es aquella que relaciona la masa y el volumen de la madera con un contenido de humedad del 12%.
- Densidad Básica que relaciona la masa anhidra de la madera y su volumen con humedad igual o superior al 30%.
- Densidad Nominal es la que relaciona la masa anhidra de la madera y su volumen con un contenido de humedad del 12%.
- Densidad de Referencia: Aquella que relaciona la masa y el volumen de la madera ambos con igual contenido de humedad.

Las maderas se clasifican por su densidad aparente en pesadas si el valor es mayor de 0,8; ligeras, si está comprendida entre 0,5 y 0,7 y muy ligeras las menores de 0,5.

**c).- Contracción de la madera.-** La madera cambia de volumen según la humedad que contiene. El secado de la madera por debajo del punto de saturación de la fibra, provoca pérdida de agua en las paredes celulares, lo que a su vez produce contracción de la madera. Cuando esto ocurre se dice que la madera “trabaja”.



Las dimensiones de la madera comienzan a disminuir en los tres ejes tangencial, radial y longitudinal. Sin embargo, en este proceso la contracción tangencial es mayor a la que se produce en un árbol y varía entre el 5 y 11,5%, luego le sigue la radial de 1 al 7,8% que es menor pero significativa sobretodo en la deformación de la pieza, finalmente la contracción longitudinal es prácticamente despreciable sobretodo en madera estructural, esta no pasa del 0,8%.

El punto de saturación de la fibra es una variable muy importante dentro del comportamiento de la madera, cuando se encuentra sobre él, la madera no varía sus características, ni su comportamiento físico o mecánico, pero cuando la madera se encuentra bajo este punto, sufre cambios en su dimensión y volumen que podría variar de leves a drásticos.

Las consecuencias de dicho proceso en beneficio de las propiedades resistentes de la madera, dependerán de las condiciones y método de secado aplicado (al aire o en cámara).

Cuadro N° 1.7: Contracción de la madera secada al aire y en cámara

HUMEDAD	DIMENSION	CONTRACCION %
Verde -12%	Tangencial	4,0
	Radial	2,0
	Longitudinal	0,1
	Volumétrica	6,0
Verde-Seco en cámara	Tangencial	7,0
	Radial	3,4
	Longitudinal	0,2
	Volumétrica	10,5

FUENTE: Centro de Transferencias Tecnológicas, Manual La construcción de Viviendas en Madera, Corma.

ELABORACION: Corma

La contracción es mayor en la albura que en el corazón, originándose tensiones por desecamiento que agrietan y alabean la madera, estando la convexidad en el duramen y si una pieza de madera contiene corazón, duramen y albura esta se contrae más por los extremos. Sin embargo con un adecuado método, los efectos son beneficiosos sobre las propiedades físicas y mecánicas de la madera.



**d).- Hinchamiento de la madera.** El hinchamiento se produce cuando la pieza de madera absorbe humedad. La madera sumergida aumenta poco de volumen en sentido longitudinal o de las fibras y más en el perpendicular o radial con más o menos 2,5 y 6%; pero el peso de una madera sumergida si puede variar entre un 50 y 150%. La madera aumenta de peso hasta llegar a un punto llamado punto de saturación a partir del cual el volumen se estabiliza en un 20 y 25 % de agua, aunque siga absorbiéndola.

Debido a estos cambios de volumen en las piezas que están sometidas a cambios de sequedad y humedad, es preciso dejar las holguras necesarias para no afectar la estabilidad de la estructura.

**e).- Hendibilidad.** Es la propiedad que tiene la madera de resistir a la rajadura o corte en sentido de sus fibras, paralelos al eje del tronco, El rajado es más fácil en sentido de los radios, por ello mientras más dura, densa, carezca de nudos, tenga fibras rectas, la madera es más hendible

### 1.2.3.-Propiedades eléctricas

La madera anhidra es un excelente aislante eléctrico, propiedad que decae a medida que aumenta el contenido de humedad.

En estado anhidro y a temperatura ambiental, la resistencia eléctrica es de aproximadamente 1016 ohm-metro, decreciendo a 104 ohm-metro, cuando la madera está en estado verde. Esta gran diferencia se produce cuando el contenido de humedad varía entre 0% y 30 %, base para el diseño de los instrumentos eléctricos que miden humedad (xilohigrómetros).

### 1.2.4.-Propiedades acústicas

La madera, como material de construcción, cumple un rol acústico importante en habitaciones y aislación de edificios, ya que tiene la capacidad de amortiguar las vibraciones sonoras. Su estructura celular porosa transforma la energía sonora en calórica, debido al roce y resistencia viscosa del medio, evitando de esta forma transmitir vibraciones a grandes distancias. La madera absorbe el 70% y devuelve el 30% de las ondas sonoras

### 1.2.5.-Propiedades térmicas

La madera es un material aislante, ya que no trasmite su temperatura debido a su composición, la madera que posee más lignina es mejor aislante térmico, al igual que aquellas que son más densas son menos aislantes y las menos densas tienen mayor aislamiento. No existe un material acústico y térmico a la vez ya que el sonido viaja por el aire y el calor no lo hace.

### 1.2.6.- Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas de la madera determinan la capacidad o aptitud para resistir fuerzas externas, es decir cualquier esfuerzo externo que altere su forma, dimensión o la deforme

El conocimiento de las propiedades mecánicas de la madera se obtiene a través de la experimentación, mediante ensayos que se aplican al material, y que determinan los diferentes valores de esfuerzos a los que puede estar sometida.

El esfuerzo que soporta un cuerpo por unidad de superficie es la llamada tensión unitaria.

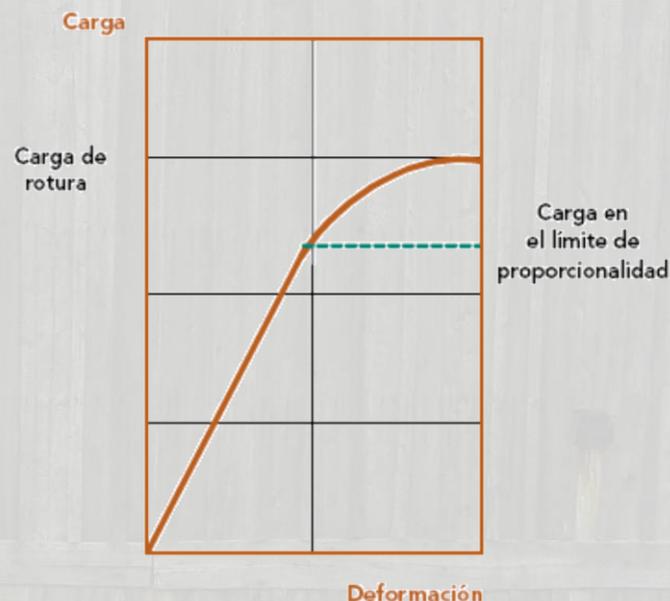
Cuando la carga aplicada a un cuerpo aumenta, se produce una deformación que se incrementa paulatinamente. Esta relación entre la carga aplicada y la deformación que sufre un cuerpo se puede representar gráficamente por una recta, hasta el punto donde se inicia el límite elástico del material ensayado.

Al principio del estiramiento, la deformación es proporcional al esfuerzo, es zona de validez de la Ley de Hooke. Esto ocurre hasta que el esfuerzo aplicado alcanza un valor llamado **Límite de proporcionalidad**. Si el material es sometido hasta este valor de esfuerzo, al suprimir el mismo, el material retoma su forma original sin sufrir deformación permanente.

Más allá del Límite de proporcionalidad, la gráfica se desvía de la recta y no existe una relación sencilla entre carga y deformación. Sin embargo, hasta el límite elástico, el objeto regresará a su longitud original si se remueve la fuerza aplicada, es decir los esfuerzos aplicados no producen deformaciones permanentes en el material. La zona desde el origen hasta el límite elástico se llama zona elástica. Si el objeto se somete a un esfuerzo más allá del límite elástico, entra a la

región plástica y no regresará a su longitud original al retirar la fuerza aplicada, sino que quedará permanentemente deformado. Si el esfuerzo continuo incrementándose más allá del límite elástico, se alcanza el punto de ruptura. Entre el límite elástico y el punto de ruptura, a menudo existe una zona de fluencia, donde el material se deforma fácilmente, sin necesidad de aumentar el esfuerzo (región plana de la curva).

Cuadro N° 1.8: Gráfico Carga Deformación



FUENTE: Centro de Transferencias Tecnológicas, Manual La construcción de Viviendas en Madera, Corma.

ELABORACION: Corma

**a).-Resistencia a la compresión perpendicular a la fibra:** las fibras están sometidas a un esfuerzo perpendicular a su eje y que tiende a comprimir las pequeñas cavidades contenidas en ellas. Esto permite que se pueda cargar la madera sin que ocurra una falla claramente distinguible. Al incrementarse la magnitud de la carga la pieza se va comprimiendo (aplastando los pequeños cilindros que semejan las fibras), aumentando su densidad y también su misma capacidad para resistir mayor carga.

La resistencia está caracterizada por el esfuerzo al límite proporcional. Este varía entre 1/4 a 1/5 del esfuerzo al límite proporcional en compresión paralela.

Su resistencia a compresión perpendicular a la fibra es muy inferior a la de la dirección paralela. Sus valores característicos varían entre 43 y 57 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa la cuarta parte de la resistencia en dirección paralela a la fibra.

Este tipo de esfuerzo es característico de las zonas de apoyo de las vigas, donde se concentra toda la carga en pequeñas superficies que deben ser capaces de transmitir la reacción sin sufrir deformaciones importantes o aplastamiento.



**a.1).- Norma chilena oficial NCh974.Of86 Madera – Determinación de las propiedades mecánicas – Ensayo de compresión perpendicular a las fibras.**

Principio:

El método se basa en aplicar, sobre una cara radial de la probeta, una carga continua de dirección perpendicular a dicha cara, midiendo las deformaciones producidas por la aplicación de la carga hasta llegar al punto de falla de la probeta o en su defecto hasta una deformación máxima de 2,5 mm.

**Aparatos:**

1. Máquina de ensayo para compresión con dispositivo para regular la velocidad de ensayo
2. Placa metálica rígida de 50 mm de ancho y de un espesor no inferior a 15 mm
3. Extensómetro con sensibilidad de 0,002 mm
4. Aparatos para medir humedad y densidad.

**Probetas:**

1. Las probetas deben ser paralelepípedos rectos de 50 x 50 x 200 mm medidos con una precisión de  $\pm 0,3\%$ ,
2. No deben presentar defectos ni fallas ni defectos.
3. La probeta debe tener su eje longitudinal paralelo a la dirección de la fibra con dos caras opuestas paralelas a los anillos de crecimiento.

**Procedimiento:**

1. Medir el ancho,  $a$ , de la probeta sobre la cara radial a cargar en puntos ubicados a 50 mm de ambos extremos.
2. Ubicar la placa metálica rígida sobre la cara radial superior de la probeta de manera que las distancias entre los extremos de la probeta y la placa sean iguales.
3. Aplicar la carga sobre la placa metálica en forma continua y con una velocidad del cabezal de la máquina de 0,3mm/min, no variando más allá de un 25%.
4. Medir la deformación vertical con una precisión de 0.002 mm, para cargas progresivas, con intervalos de carga convenientemente elegidos, de modo que las lecturas permitan efectuar la determinación del límite de proporcionalidad,  $P_{lp}$ , en el grafico carga – deformación.
5. Tomar las lecturas de carga y deformación hasta que se obtenga una deformación total por compresión igual a 2,5 mm, después de lo cual se suspenderá el ensayo
6. Registrar como carga máxima,  $Q$ , la carga para la cual se obtiene la falla de la probeta, o en su defecto, una deformación de 2,5 mm.
7. Después del ensayo, extraer de las cercanías de la zona de falla, una muestra de 25 mm de longitud y de la misma sección transversal de la probeta, a fin de determinar en ella el contenido de humedad y la densidad.

**Expresión de resultados:**

1. Con las cargas,  $P$ , y las deformaciones,  $\sigma$ , dibujar un gráfico carga (ordenada) versus deformación (abscisa) en el cual se determina el límite de proporcionalidad de la curva conjuntamente con la carga,  $P_{lp}$ , y la deformación,  $\sigma_{lp}$ , que a él le corresponda.
2. Determinar para cada probeta la tensión de compresión perpendicular a las fibras en el límite de proporcionalidad,  $f_{cn, lp}$  mediante la fórmula:

$$f_{cn,lp} = \frac{P_{lp}}{z \cdot \bar{a}}$$

De donde:

$P_{lp}$ =carga en el límite de proporcionalidad;

$\bar{a}$ =promedio de los anchos medidos en la probeta

$z$ =ancho de la placa metálica rígida (igual a 50 mm)

3. Determinar para cada probeta la tensión máxima o de rotura de compresión perpendicular a las fibras  $R_{cn}$  mediante la fórmula:

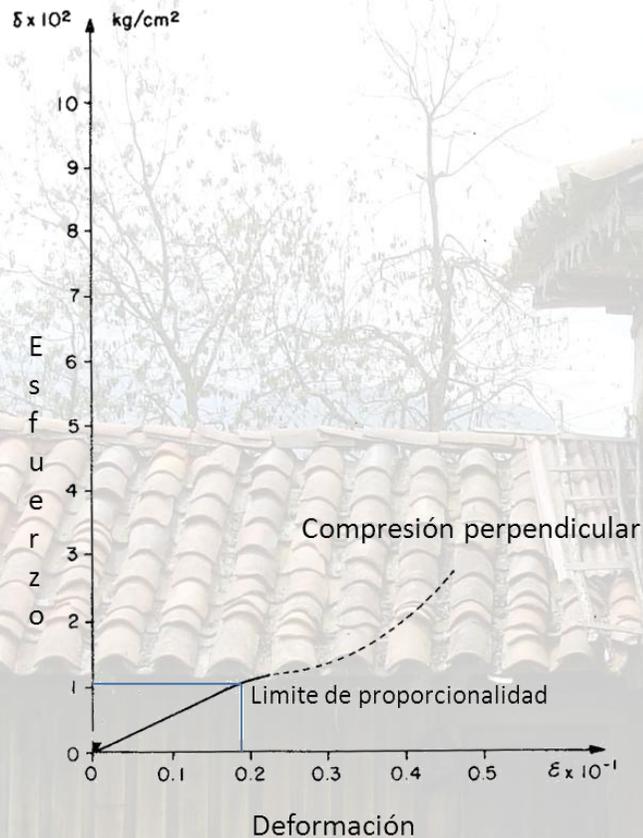
$$R_{cn} = \frac{Q}{z \cdot \bar{a}}$$

De donde:

$Q$ = carga máxima para la cual se obtiene la falla de la probeta, o en su defecto, una deformación de 2,5 mm.

$\bar{a}$ =promedio de los anchos medidos en la probeta

$z$ =ancho de la placa metálica rígida (igual a 50 mm)



**b).-Resistencia a la compresión paralela:**

La madera presenta gran resistencia a los esfuerzos de compresión paralela a sus fibras. Esto proviene del hecho que las fibras están orientadas con su eje longitudinal en esa dirección y que a su vez coincide, o está muy cerca de la orientación de las microfibrillas que constituyen la capa media de la pared celular. Esta es la capa de mayor espesor de las fibras. Los esfuerzos de trabajo que se dan para la compresión paralela al hilo se aplican a postes, columnas y puntales. La resistencia a la compresión paralela a las fibras en la madera es aproximadamente la mitad que su resistencia a la tracción.

Valores del esfuerzo de rotura en compresión paralela a las fibras para ensayos con probetas de laboratorio varían entre **100 y 900 Kg/cm²** para maderas tropicales. Esta variación es función de la densidad (entre 0.2 y 0.8 de D.B.). El esfuerzo en el límite proporcional es aproximadamente el 75 por ciento del esfuerzo máximo y la deformación es del orden del 60% de la máxima.

Para comprender el comportamiento mecánico de la madera es preciso tener presente la constitución anatómica de la misma. El ensayo principal en la madera es el de compresión, del cual se pueden deducir las demás características mecánicas en forma simplificada.



**b.1).-Norma chilena oficial NCh973.Of86 Madera – Determinación de las propiedades mecánicas – Ensayo de compresión paralela**

Principio:

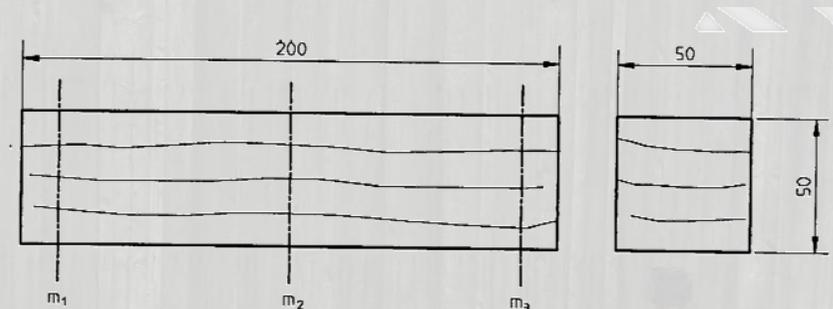
El método se basa en aplicar, sobre una sección transversal extrema de la probeta, una carga continua de dirección paralela a las fibras de la madera, midiendo las deformaciones producidas por la aplicación de dicha carga hasta llegar al punto de falla de la probeta.

Aparatos:

5. Máquina de ensayo para compresión con dispositivo para regular la velocidad de ensayo y con cabezal rotulado de modo que permita una distribución uniforme de la carga sobre la probeta.
6. Extensómetro con sensibilidad de 0,002 mm
7. Aparatos para medir humedad y densidad.

Probetas:

1. Las probetas deben ser paralelepípedos rectos de 50 x 50 x 200 mm medidos con una precisión de  $\pm 0,3\%$ ,
2. No deben presentar defectos ni fallas ni defectos.
3. Las secciones transversales extremas de la probeta deben ser paralelas entre si y perpendiculares a su eje longitudinal.
4. La probeta debe tener su eje longitudinal paralelo a la fibra con dos de sus caras opuestas paralelas a los anillos de crecimiento



**Procedimiento:**

1. Medir el ancho,  $a$ , y el espesor,  $e$ , de la probeta en ambos extremos y en el centro de ella.
2. Aplicar la carga sobre la probeta con la máquina de ensayo para compresión, en forma continua con una velocidad de 0,6mm/min, no variando más allá de un 25%.
3. Medir las deformaciones por compresión paralela,  $\sigma$ , que se producen en el tramo central (L= 150 mm) de la probeta.
4. Medir las deformaciones con una precisión de 0,002 mm, para cargas progresivas, con intervalos de carga convenientemente elegidos, de modo que las lecturas que así se obtengan permitan efectuar la determinación del límite de proporcionalidad  $P_{lp}$ , en el grafico carga + deformación.
5. Anotar la carga máxima,  $Q$ , obtenido durante el ensayo de la probeta.
6. Para obtener resultados uniformes y satisfactorios es necesario que las roturas no se produzcan en los extremos de la probeta.

**Expresión de resultados:**

1. Con las cargas,  $P$ , y las deformaciones,  $\sigma$ , dibujar un gráfico carga (ordenada) versus deformación (abscisa) en el cual se determina el límite de proporcionalidad de la curva conjuntamente con la carga,  $P_{lp}$ , y la deformación,  $\sigma_{lp}$ , que a él le corresponda.
2. Determinar para cada probeta la tensión de compresión paralela en el límite de proporcionalidad,  $f_{c,lp}$ , mediante la fórmula:

$$f_{c,lp} = \frac{P_{lp}}{a \cdot e}$$

De donde:

$P_{lp}$ =carga en el límite de proporcionalidad;

$\bar{a}$ =promedio de los anchos medidos

$\bar{e}$ =promedio de los espesores

3. Determinar para cada probeta la tensión máxima o de rotura de compresión paralela mediante la fórmula:

$$R_c = \frac{Q}{a \cdot e}$$

De donde:

$Q$ = carga máxima aplicada

$\bar{a}$ =promedio de los anchos medidos

$\bar{e}$ =promedio de los espesores

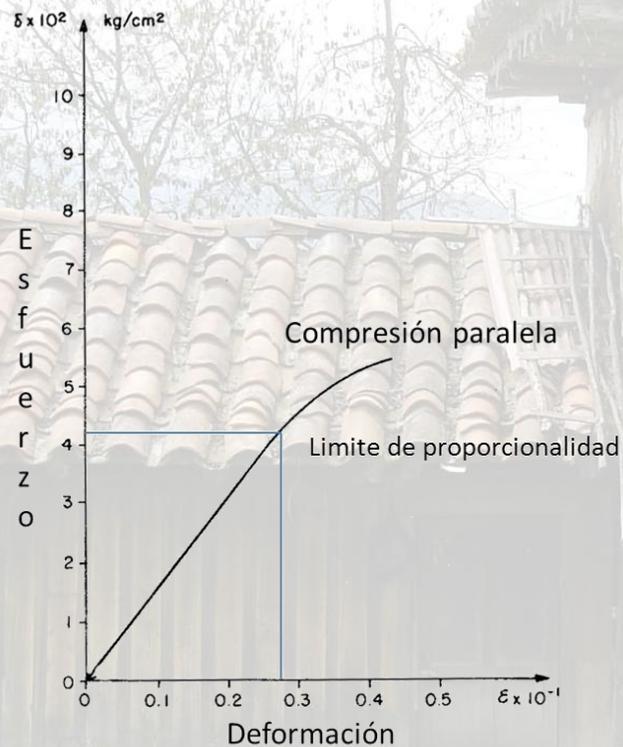
4. Determinar para cada probeta el módulo de elasticidad de compresión paralela  $E_c$ , mediante la fórmula:

$$E_c = \frac{P_{lp} \cdot L}{\sigma_{lp} \cdot a \cdot e}$$

De donde:

$L$ = tramo central de la probeta, de 150 mm de longitud en el cual se han medido las deformaciones

$P_{lp}$ =carga en el límite de proporcionalidad;  
 $Q_{lp}$ = deformación en el límite de proporcionalidad  
 $\bar{a}$ =promedio de los anchos medidos  
 $\bar{e}$ =promedio de los espesores



**c).- Flexión estática.** Es la resistencia de la viga a una carga puntual, aplicada en el centro de la luz, determinando la tensión en el límite de proporcionalidad, tensión de rotura y el módulo de elasticidad. El límite de proporcionalidad de la madera puede variar entre los 300 – 500 kg/cm<sup>2</sup> en estado verde y desde los 300 700 kg/cm<sup>2</sup> en estado seco al 12%



**c.1).- Norma chilena oficial NCh987.Of86 Madera – Determinación de las propiedades mecánicas – Ensayo de flexión estática.**

**Principio:**

Este método se basa en aplicar una carga continua, a una velocidad constante, en la mitad de la luz de la probeta, midiendo las deformaciones producidas por la aplicación de dicha carga hasta llegar al punto de rotura de la probeta.

**Aparatos:**

1. Máquina para ensayos para flexión
2. Extensómetro, con sensibilidad de 0,01 mm
3. Aparatos para medir humedad y densidad

**Probetas:**

1. Las probetas deben ser paralelepípedos rectos de 50 x 50 x 760 mm medidas con una precisión de ± 0,3%,
2. No deben presentar defectos ni fallas ni defectos.
3. La probeta debe tener su eje longitudinal paralelo a la dirección de la fibra con dos de sus caras opuestas paralelas a los anillos de crecimiento.

**Procedimiento:**

1. Medir el ancho, *b*, y la altura, *h*, de la probeta en el centro de su longitud, *l*.
2. Utilizar una luz, *L*, de ensayo de 700 mm y aplicar la carga en el centro de la luz.
3. Apoyar la probeta de tal manera que sus extremos sean capaces de seguir libremente los defectos de deflexión y que en ellos no se origine roce u otra sollicitación que sea ajena a la flexión.
4. Usar como elemento de carga un cabezal de madera dura o de metal, de la forma y tamaño que se indica a continuación:
5. Colocar la probeta sobre los apoyos de modo que la carga sea aplicada en el plano tangencial más cercano a la medula.
6. Aplicar la carga en forma continua con una velocidad de ensayo de 2,5 mm/min no variando más allá del 25%.

7. Medir la deflexión,  $\delta$ , producida en la mitad de la luz, para cargas progresivas, con intervalos de cargas convenientemente elegidos, de modo que las lecturas que así se obtengan permitan efectuar la determinación del límite de proporcionalidad  $P_{lp}$ , en el gráfico carga – deformación.
8. Medir las deflexiones con una precisión de 0,001 mm.
9. Anotar la carga máxima, *Q*, obtenida durante el ensayo de la probeta.
10. Después del ensayo, extraer de las cercanías de la zona de falla de la probeta, una muestra de 25 mm de longitud y de la misma sección transversal de la probeta, a fin de determinar en ella el contenido de humedad y la densidad.

**Expresión de resultados:**

1. Con las cargas, *P*, y las deflexiones,  $\delta$ , dibujar un gráfico carga (ordenada) versus deformación (abscisa) en el cual se determina el límite de proporcionalidad de la curva conjuntamente con la carga,  $P_{lp}$ , y la deflexión  $\delta_{lp}$ , que a él le corresponda.
2. Determinar para cada probeta la tensión unitaria en el límite de proporcionalidad  $f_{lp}$ , mediante la fórmula:

$$f_{lp} = \frac{3P_{lp} \cdot L}{2b h^2}$$

En donde:

$P_{lp}$ = carga al límite de proporcionalidad

*L*= luz del ensayo

*b*= ancho de la probeta.

*h*= altura de la probeta.

- Determinar para cada probeta el módulo de rotura a la flexión, R, mediante la fórmula:

$$R_f = \frac{3Q \cdot L}{2b h^2}$$

De donde:

Q= carga máxima obtenida

L= luz del ensayo

b= ancho de la probeta.

h= altura de la probeta.

- Determinar para cada probeta el módulo de elasticidad a la flexión, E, mediante la fórmula:

$$E_f = \frac{P_{lp} \cdot L^3}{4 \cdot \delta_{lp} b h^3}$$

De donde:

P<sub>lp</sub>= carga al límite de proporcionalidad

δ<sub>lp</sub>= deflexión en el límite de proporcionalidad.

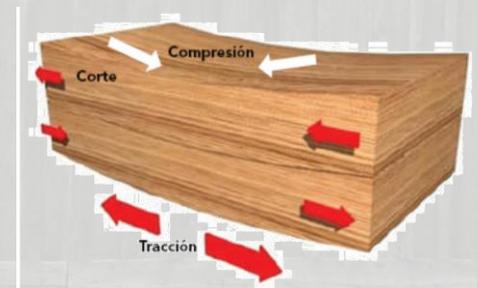
L= luz del ensayo

b= ancho de la probeta.

h= altura de la probeta.

**d).-Resistencia a la flexión paralela al grano:** la diferencia entre la resistencia a la tracción y a la compresión paralela resulta en un comportamiento característico de las vigas de madera en flexión. Como la resistencia a la compresión es menor que a la tracción, la madera falla primero en la zona de compresión. Con ello se incrementan las deformaciones en la zona comprimida, el eje neutro se desplaza hacia la zona de tracción, lo que a su vez hace aumentar rápidamente las deformaciones totales; finalmente la pieza se rompe por tracción. En vigas secas, sin embargo, no se presenta primeramente una falla visible de la zona comprimida sino que ocurre directamente la falla por tracción.

En ensayos de probetas libres de defectos los valores promedios de la resistencia a la flexión varían entre 200 y 1700 kg/cm<sup>2</sup> dependiendo de la densidad de la especie y del contenido de humedad.



**e).- Resistencia al cizalle paralelo a las fibras:**

En elementos constructivos el esfuerzo por corte o cizallamiento se presenta cuando las piezas están sometidas a flexión (corte por flexión). Los análisis teóricos de esfuerzos indican que en un punto dado los esfuerzos de corte son iguales tanto a lo largo como perpendicularmente al eje del elemento. Como la madera no es homogénea, sino que sus fibras se orientan por lo general con el eje longitudinal de la pieza, presenta distinta resistencia al corte en estas dos direcciones. Perpendicularmente a las fibras la resistencia es de tres a cuatro veces mayor que en la dirección paralela.

El esfuerzo de rotura en probetas sometidas a corte paralelo varía entre 25 y 3200 kg/cm<sup>2</sup> en promedio. Es mayor en la dirección radial que en la tangencial. Aumenta con la densidad aunque en menor proporción que la resistencia a la compresión.

En elementos a escala natural hay una disminución por la presencia de defectos como por la influencia del tamaño de las piezas. Por otro lado este esfuerzo casi siempre se presenta combinado con otros lo que puede resultar en menores valores.



**e.1).- Norma chilena oficial NCh976.Of86 Madera – Determinación de las propiedades mecánicas – Ensayo de cizalle paralelo a las fibras**

**Principio:**

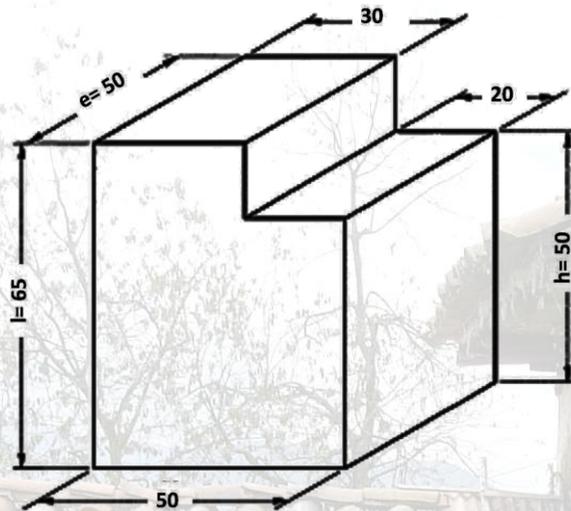
El método se basa en aplicar, sobre un plano perpendicular al eje longitudinal de la probeta, una carga continua de dirección paralela a las fibras de la madera hasta llegar al punto de falla de la probeta.

**Aparatos:**

1. Máquina de ensayo para la compresión, con dispositivo para regular la velocidad de ensayo
2. Accesorio para cizalle, que consta de una pieza central que se puede deslizar verticalmente en cuyo extremo superior se aplica la carga y que en el extremo inferior lleva una cizalla libre de moverse sobre un semicírculo.
3. Aparatos para medir la humedad y la densidad.

**Probetas:**

1. Las probetas deben ser paralelepípedos rectos de 50 x 50 x 65 mm medidos con una precisión de ± 0,3% y recortados en la forma señalada, con el propósito de producir un plano de falla por cizalle de 50 mm x 50 mm.



2. No deben presentar fallas ni defectos
3. La probeta debe tener su eje longitudinal paralelo a la dirección de la fibra con sus caras opuestas paralelas a los anillos de crecimiento.

**Procedimiento:**

1. Medir la altura,  $h$ , y el ancho,  $e$ , de la superficie que se debe someter a cizalle con un mínimo de dos mediciones tomadas en los extremos de dicha superficie.
2. Aplicar la carga mediante el dispositivo de compresión en forma continua y con una velocidad del cabezal de la máquina de 0,6 mm/min, no variando más allá de un 25%.
3. Registrar como carga máxima,  $Q$ , la carga para la cual se obtiene la falla de la probeta.

4. Después del ensayo, extraer de las cercanías de la zona de falla de la probeta, una muestra de 25 mm de longitud y de la misma sección transversal de la probeta, a fin de determinar en ella el contenido de humedad y la densidad.

**Expresión de resultados**

1. Determinar para cada probeta la tensión máxima de cizalle paralelo a las fibras,  $R_v$ , mediante la fórmula:

$$R_v = \frac{Q}{\bar{h} \cdot \bar{e}}$$

De donde:

$Q$  = Carga para la cual se obtiene la falla de la probeta

$\bar{h}$  = Promedio de las medidas de altura del plano de falla de la probeta

$\bar{e}$  = Promedio de las medidas del ancho del plano de falla de la probeta.

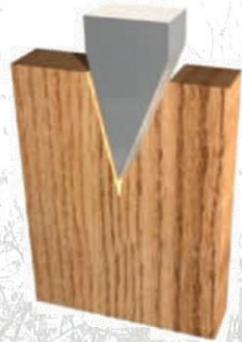
**f).-Clivaje tangencial y radial.** El clivaje es la resistencia que ofrece la madera al rajamiento. Puede ser tangencial y radial, dependiendo de la ubicación de los anillos de crecimiento.

a) Clivaje tangencial

El plano de falla es tangente a los anillos de crecimiento.

b) Clivaje radial

Es aquel en que el plano de falla es normal a los anillos de crecimiento.



**g).- Resistencia a la tracción paralela a las fibras:**

La resistencia a la tracción paralela en especímenes pequeños libres de fallas es aproximadamente 2 veces la resistencia a la compresión paralela, se puede observar el comportamiento lineal y elástico de la curva de esfuerzo – deformación, se observa también la naturaleza explosiva y violenta con la que se produce la falla. El valor típico que caracteriza este ensayo es el esfuerzo de rotura que varía entre 500 y 1500 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia a tracción paralela es afectada significativamente por la inclinación del grano. Por ejemplo, para una inclinación de 7° el esfuerzo de rotura es el 75 % del esfuerzo de rotura paralela al grano, para una inclinación de 14° el esfuerzo de rotura es solo el 45 por ciento. El esfuerzo de rotura perpendicular al grano 90° es del 2 al 5% del esfuerzo de rotura paralelo al grano. Para efectos prácticos la resistencia a la tracción perpendicular es nula. La influencia de otros defectos característicos de la madera hace que la resistencia de elementos a escala real puede ser tan baja como un 15% del esfuerzo de rotura en tracción en probetas.



**h).- Resistencia a la tracción perpendicular a las fibras:**

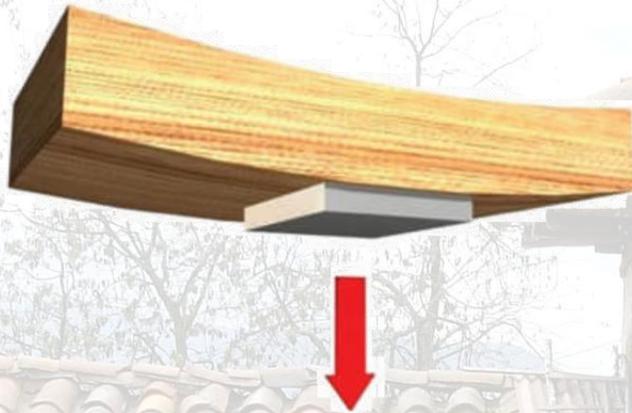
La resistencia de la madera a la tracción perpendicular es muy baja del orden de 30 a 70 veces menos que en la dirección paralela. El valor característico de la resistencia a tracción perpendicular es de 0,0306 a 0,0408 kg/cm<sup>2</sup>

Esta baja resistencia se justifica por las escasas fibras que tiene la madera en la dirección perpendicular al eje del árbol y la consiguiente falta de trabazón transversal de las fibras longitudinales. Este hecho que podríamos denominar como de economía, es coherente con las reducidas necesidades del árbol en esa dirección.

En la práctica y aplicado a las estructuras, esta sollicitación resulta crítica únicamente en piezas de dirección curva (arcos, vigas curvas, etc.)

Estas tensiones de tracción también se pueden producir como consecuencia de la coacción de libre movimiento transversal de la

madera en soluciones constructivas incorrectas, que pueden ser evitadas fácilmente con el conocimiento del material.



**h.1).-Norma chilena oficial NCh975.Of86 Madera – Determinación de las propiedades mecánicas – Ensayo de tracción perpendicular a las fibras.**

**Principio:**

El método se basa en aplicar una carga continua de tracción de dirección perpendicular a las fibras de la madera hasta llegar al punto de falla de probetas.

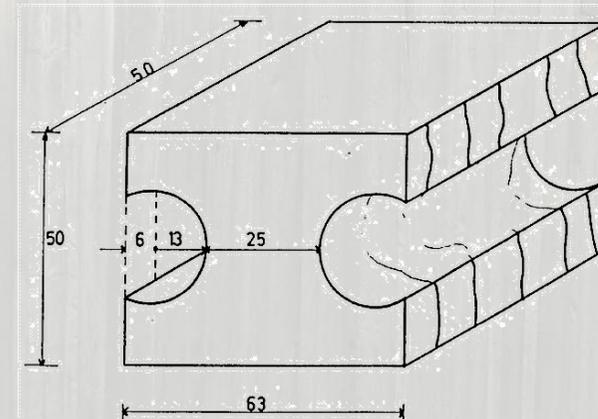
**Aparatos:**

1. Máquina de ensayo para tracción, con dispositivo para regular la velocidad de ensayo
2. Accesorios para tracción, que consta de dos mordazas para toma a probeta

3. Aparatos para medir humedad y densidad.

**Probetas:**

1. Las probetas deben ser paralelepípedos rectos de 50 x 50 x 63 mm medidos con una precisión de  $\pm 0,3\%$  y perforada en la forma señalada, con el propósito de producir un plano de falla por tracción de 25 mm x 50 mm



2. No deben presentar fallas ni defectos
3. La probeta debe tener su longitud paralela a la dirección de la fibra con dos caras opuestas a los anillos de crecimiento.

**Procedimiento:**

1. Medir el largo, l, y el ancho a de la menor superficie que se debe someter a tracción con un mínimo de dos medidas tomadas en el extremo de dicha superficie.
2. Aplicar la carga mediante el accesorio de tracción, en forma continua y con una velocidad de cabezal de la máquina de 2,5 mm/min, no variando más allá de un 25%
3. Registrar como carga máxima, Q, la carga para la cual se obtiene la falla de la probeta.
4. Después del ensayo, extraer de las cercanías de la zona de la falla de la probeta, un amuestra de 25 mm de longitud y de la misma sección transversal de la probeta, a fin de determinar en ella el contenido de humedad y densidad.

**Expresión de resultados:**

1. Determinación para cada probeta la tensión máxima de tracción perpendicular a las fibras,  $R_m$  mediante la fórmula:

$$R_m = \frac{Q}{\bar{l} \cdot \bar{a}}$$

De donde:

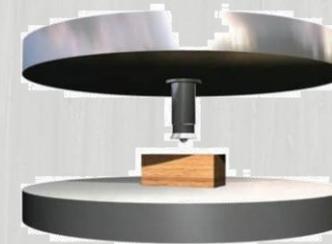
Q= carga para la cual se obtiene la falla de la probeta

$\bar{l}$ = promedio de las medidas de altura del plano de falla de la probeta

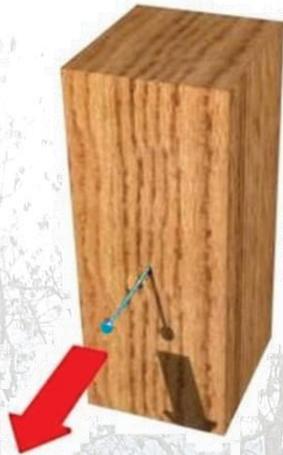
$\bar{a}$ = promedio de las medidas del ancho del plano de falla de la probeta.

**i).-Dureza.** La dureza de la madera es la resistencia que opone al rayado, desgaste, clavado, etc. Depende de su edad, densidad, estructura y si se trabaja en el sentido de las fibras o perpendicular. Cuanta más vieja y dura es, mayor resistencia opone. La madera de la médula es más dura que la de la albura.

Las madera se clasifican por su dureza en: bastante duras: roble, fresno acacia, cerezo; algo duras: nogal, aliso, castaño; blandas: sauce, pino, abeto; muy blandas: el tilo, álamo



**j).- Extracción de clavo.** Se mide su resistencia por la fuerza necesaria para extraer un clavo de la madera. Se debe considerar la resistencia al desclavo en una superficie paralela a las fibras y en una superficie normal a las fibras.



**1.2.7. Módulo de elasticidad (MOE)**

El módulo de elasticidad de la madera puede ser obtenido directamente de una curva esfuerzo deformación obtenida en un ensayo de compresión paralela. Puede ser hallado también por métodos indirectos como en los ensayos a flexión. Según los resultados obtenidos en maderas tropicales, el MOE en compresión paralela es mayor que el MOE en flexión estática, no obstante, usualmente se toma el segundo como genérico de la especie, por ser las deflexiones en elementos a flexión criterio básico en su dimensionamiento.

Los módulos de elasticidad representan el grado de rigidez de un material y es el resultado de dividir su esfuerzo unitario entre su deformación unitaria correspondiente.

Cuadro N° 1.9: Modulo de elasticidad

MODULO DE ELASTICIDAD (kg/cm <sup>2</sup> )		
grupo	E min	E promedio
A	95	130
B	75	100
C	55	90

FUENTE: Manual de Diseño para maderas del grupo Andino

ELABORACION: Grupo de Tesis

Se clasifican en:

**a).- Módulo volumétrico:** Un fluido aplica una fuerza sobre un material, esa presión hace que el material tienda a comprimirse de manera uniforme, este a su vez genera una respuesta a este cambio el cual es llamado modulo volumétrico.

Supongamos que las fuerzas externas actúan sobre un objeto en forma perpendicular, el cuerpo experimenta un cambio de volumen pero no cambia su forma, el esfuerzo volumétrico  $\Delta P$ , está definido como el cambio de la fuerza por unidad de área,  $\Delta P = \Delta F/A$ ; pero como el fluido no es viscoso;  $P = F/A$ , su deformación será definida como el cambio del volumen  $\Delta V$  sobre el volumen original  $V$ , entonces el modulo volumétrico B se puede expresar como:

$$B = \frac{\text{Esfuerzo de volumen } \Delta P}{\text{Deformación de volumen } \Delta V/V}$$

**b).- Módulo de Young o módulo elástico longitudinal:** es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza.

La medida de rigidez de la madera se conoce como módulo de elasticidad o coeficiente de elasticidad, calculado por la razón entre esfuerzo por unidad de superficie y deformación por unidad de longitud. Cuando la carga resulta mayor a la del límite elástico, la pieza continúa deformándose hasta llegar a colapsar, obteniendo la tensión de rotura de la pieza de madera.

Para un material elástico lineal, el módulo de Young tiene el mismo valor para una tracción que para una compresión, siendo una constante independiente del esfuerzo siempre que no exceda de un valor máximo denominado límite elástico, y es siempre mayor que cero.

En este caso su valor se define mediante el coeficiente de la tensión y de la deformación que aparecen en una barra recta estirada que esté fabricada en el material para el cual pretendemos estimar el módulo de elasticidad:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F/S}{\Delta L/L}$$

Dónde:

$E$ = módulo de elasticidad longitudinal.

$\sigma$ =presión ejercida sobre el área de sección transversal del objeto.

$\epsilon$ = deformación unitaria en cualquier punto de la barra.

La ecuación anterior se puede expresar también como:

$$\sigma = E\epsilon$$

**c).- Módulo de corte:** Cuando un cuerpo es sometido a una fuerza paralela a una de sus caras mientras la otra se mantiene fija, no produce un cambio en su volumen, significa que a su vez, produce una fuerza opuesta a la deformación a esto se le llama módulo de corte o modulo cortante (S).

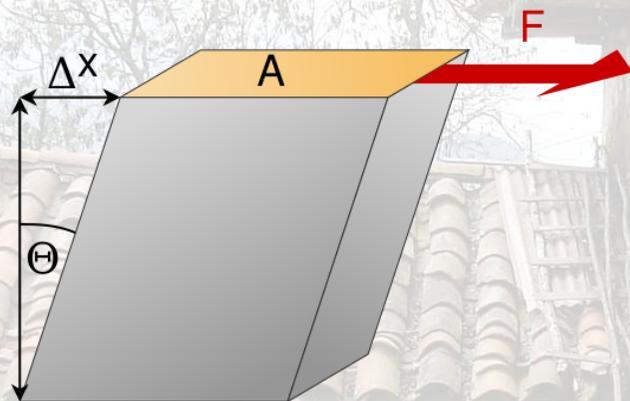
Si a un cuerpo se le aplica una fuerza sobre su parte superior de forma paralela, el objeto esta inicialmente en forma rectangular, al aplicarle la fuerza el cuerpo toma forma de paralelogramo, esta propiedad recibe el nombre de esfuerzo constante, y el sólido no sufre deformaciones, definimos el esfuerzo constante o la presión aplicada al cuerpo como F/A, ya que la magnitud de la fuerza paralela y el área de la cara se corta, el módulo de corte está dado por la siguiente ecuación:

$$S = \frac{\text{esfuerzo constante} = F/A}{\text{Deformación por esfuerzo cortante } \Delta X/h}$$

En la madera también existe un módulo de cortante ligado a los esfuerzos cortantes. Su valor es 16 veces inferior al módulo de elasticidad paralelo a la fibra.

Los valores característicos de la resistencia cortante por deslizamiento varían entre 17 y 30 kp/cm<sup>2</sup> en las especies y calidades utilizadas habitualmente en la construcción. En la madera, dependiendo de la orientación de la fibra en relación al esfuerzo, pueden darse diferentes tipos de tensiones:

- a) Tensiones tangenciales de cortadura: las fibras son cortadas transversalmente por el esfuerzo. El fallo se produce por aplastamiento.
- b) Tensiones tangenciales de deslizamiento: el fallo se produce por el deslizamiento de unas fibras con respecto a otras en dirección longitudinal.
- c) Tensiones tangenciales de rodadura: el fallo se produce por rodadura de unas fibras sobre otras.



**d).- Módulo de Poissón:** se conoce como módulo de Poissón a la relación que existe entre deformación lateral y deformación longitudinal. Para el caso de la madera existen en general 6 módulos de Poissón ya que se relacionan las deformaciones en las direcciones longitudinal, radial y tangencial. La madera presenta diferentes valores según las direcciones que se consideren, se han reportado para maderas coníferas valores del orden de 0.325 a 0.40 para densidades de 0.5gr/cm<sup>3</sup>.

**1.2.8. Esfuerzos admisibles:**

Las fuerzas internas de un elemento están ubicadas dentro del material por lo que se distribuyen en toda el área; justamente se denomina esfuerzo a la fuerza por unidad de área, la cual se denota con la letra griega sigma (σ) y es un parámetro que permite comparar la resistencia de dos materiales, ya que establece una base común de referencia.

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

De donde:

P ≡ Fuerza axial;

A ≡ Área de la sección transversal.

Cuadro Nº 1.10: Esfuerzos Admisibles

ESFUERZOS ADMISIBLES (kg/cm <sup>2</sup> )					
grupo	flexión f <sub>m</sub>	tracción paralela f <sub>t</sub>	compresión paralela f <sub>c//</sub>	compresión perpendicular f <sub>c⊥</sub>	corte paralelo f <sub>v</sub>
A	210	145	145	40	15
B	150	105	110	28	12
C	100	75	80	15	8

FUENTE: Manual de Diseño para maderas del grupo Andino  
ELABORACION: Grupo de Tesis

Cuadro Nº 1.11: Normas Existentes para los Ensayos Físicos y Mecánicos

NORMAS EMPLEADAS EN LOS ENSAYOS FISICO MECANICOS						
NORMAS	PAISES DE LA SUBREGION					
	BOLIVIA	COLOMBIA BOGOTA	COLOMBIA MEDELLIN	ECUADOR	PERU	VENEZUELA
1. Selección y colección de muestras	COPANT 30:1-001	COPANT 30:1-001	COPANT R-458	COPANT 458	ITINTEC 251-008	COPANT R-458
2. Acondicionamiento de las muestras destinadas a ensayos	COPANT R-459	COPANT R-459	COPANT R-459	COPANT R-459	ITINTEC 251-009	COPANT R-459
3. Contenido de humedad	COPANT R-460	COPANT R-460	COPANT R-460	COPANT R-460	ITINTEC 251-010	COPANT R-460
4. Densidad	CONPAT R-461	CONPAT R-461	CONPAT R-461	CONPAT R-461	ITINTEC 251-011	COPANT
5. Contracción	CONPAT R-462	CONPAT R-462	CONPAT R-462	CONPAT R-462	ITINTEC 251-012	COPANT
6. Flexion Estática	COPANT 30:1-006	ASTM D-143	ASTM D-143	ASTM D-143	ITINTEC 251-017	ASTM D-143
7. Compresión paralela	CONPAT R-464	ASTM D-143	ASTM D-143	ASTM D-143	ITINTEC 251-014	ASTM D-143
8. Compresión perpendicular	CONPAT R-466	COPANT 30:1-011	CONPAT R-466	CONPAT R-466	ITINTEC 251-016	CONPAT R-466
9. Cizallamiento	CONPAT R-463	CONPAT R-463	CONPAT R-463	CONPAT R-463	ITINTEC 251-013	CONPAT R-466
10. Dureza	CONPAT R-465	CONPAT R-465	CONPAT R-465	CONPAT R-465	ITINTEC 251-016	CONPAT R-463
11. Tenacidad	AFNOR	DIN 52 189	COPANT 30:1-010	COPANT 30:1-010	ITINTEC 251-018	COPANT

FUENTE: Tabla de propiedades Físicas y Mecánicas de la madera de 20 especies del Ecuador.

ELABORACION: Grupo de Tesis

Cuadro Nº 1.12: SIMBOLOGIA Y UNIDADES USADAS:

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			<b>FLEXION ESTATICA</b>	
verde o saturada		CHV en %	Esfuerzo en el Limite Proporcional	ELP en Kg/cm <sup>2</sup>
Seca al Aire		CHSA en%	Módulo de Ruptura	MOR en kg/cm <sup>2</sup>
			Modulo de Elasticidad	MOE en Ton/cm <sup>2</sup>
<b>DENSIDAD</b>			<b>COMPRESIÓN PARALELA AL GRANO</b>	
Densidad Verde		DV en g/cm <sup>3</sup>	Esfuerzo de Ruptura	ER en kg/cm <sup>2</sup>
Densidad seca al aire		DSA en g/cm <sup>3</sup>		
Densidad Anhidra		DA en g/cm <sup>3</sup>	<b>COMPRESION PERPENDICULAR AL GRANO</b>	
Densidad básica		DB en g/cm <sup>3</sup>	Esfuerzo en el Limite Proporcional	ELP en kg/cm <sup>2</sup>
<b>CONTRACCION NORMAL</b>			<b>CIZALLAMIENTO</b>	
Contracción Radial Normal		CRN en %	Esfuerzo de Ruptura Radial	ER en kg/cm <sup>2</sup>
Contracción Tangencial Total		CTN en %	Esfuerzo en el Límite Proporcional	ER en kg/cm <sup>2</sup>
Contracción Volumétrica Total		CVN en %		
			<b>DUREZA</b>	
<b>CONTRACCION TOTAL</b>			Lados	En kg
Contracción Radial Total		CRT en %	Extremos	En kg
Contracción Tangencial Total		CTT en %		
Contracción Volumétrica Total		CVT en %	<b>TENACIDAD</b>	
Relación de Contracción Tangencial a Radial		T/R	Radial	En kg-m
			Tangencial	En kg-m

FUENTE: Tabla de propiedades Físicas y Mecánicas de la madera de 20 especies del Ecuador.

ELABORACION: Grupo de Tesis

Cuadro Nº 1.13: Propiedades físicas de la maderas existentes en el Ecuador

PROPIEDADES FISICAS DE LA MADERA EN EL ECUADOR													
NOMBRE COMUN	CONT. DE HUMEDAD		DENSIDAD				CONTRACCION NORMAL			CONTRACCION TOTAL			
	VERDE	SECA AL AIRE	VERDE	SECA AL AIRE	ANHIDRA	BASICA	RADIAL	TANGENCIAL	VOLUMETRICA	RADIAL	TANGENCIAL	VOLUMETRICA	RELACION
	%	%	g/cm3	g/cm3	g/cm3	g/cm3	%	%	%	%	%	%	T/R
1. CHANUL	68,3	12	1,12	0,83	0,8	0,66	4,4	6,6	10,6	7,1	10	16,5	1,4
2. EUCALIPTO	111,6	12	1,16	0,73	0,7	0,55	4,4	10,8	14,7	6,7	14,2	19,9	2,2
3. FERNANSANCHEZ	83,7	12	0,97	0,63	0,6	0,53	2,3	4,8	7	4,3	8	12	1,8
4. GUAYACAN PECHICHE	60,9	12	1,22	0,88	0,86	0,76	1,2	2,2	3,4	4,3	8,2	12,1	2
5. MASCAREY	84,8	12	1,08	0,77	0,74	0,59	4,3	10,4	14,2	6,4	13,6	19,1	2,2
6. PINO INSIGNE	162,8	12	1,04	0,48	0,45	0,39	3	5,2	8	4,6	7,7	11,9	1,7
7. ROMERILLO AZUCENO	101,9	12	0,89	0,53	0,51	0,44	2,4	4,3	6,5	4,9	8	12,5	1,7
8. ROMERILLO FINO	59,4	12	0,91	0,68	0,64	0,57	1,6	3,2	4,8	3,2	5,7	8,7	1,9
9. SEIQUE	105	12	0,75	0,45	0,42	0,37	2,5	5,4	7,7	4,1	8,3	12	2,1
10. YUMBINGUE	78,9	12	1,08	0,74	0,7	0,61	3	5,5	8,4	5,1	8,6	13,3	1,7

FUENTE: Tabla de propiedades Físicas y Mecánicas de la madera de 20 especies del Ecuador.

ELABORACION: Grupo de Tesis

Cuadro N° 1.14: Propiedades mecánicas de la maderas del Ecuador

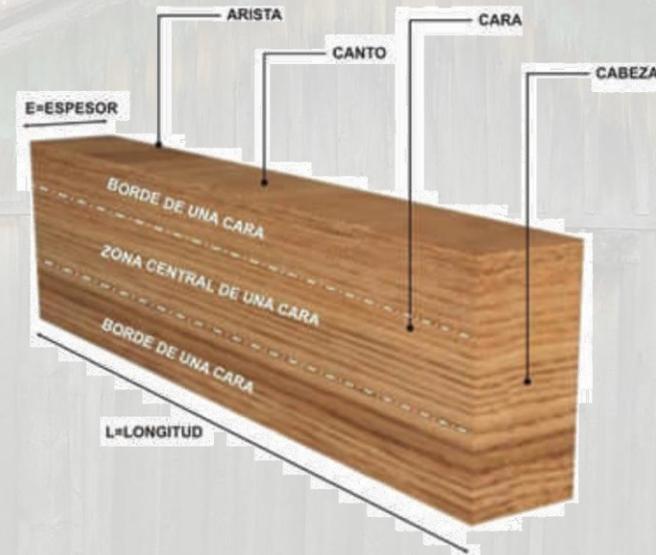
PROPIEDADES MECANICAS DE LA MADERA EN EL ECUADOR													
NOMBRE COMUN	DEN.BAS g/cm <sup>3</sup>	CONDICION	FLEXION ESTATICA			COMPRESION PARAL. PERP		CIZALLAMIENTO RADIAL. TANG.		DUREZA LADOS EXTRE.		TENACIDAD RADIAL TANG.	
			ELP Kg/cm <sup>2</sup>	MOR kg/cm <sup>2</sup>	MOE t/cm <sup>2</sup>	ER kg/cm <sup>2</sup>	ELP kg/cm <sup>2</sup>	ER kg/cm <sup>2</sup>	ER kg/cm <sup>2</sup>	ER kg/cm <sup>2</sup>	Kg	kg	Kg-m
1. CHANUL	0,66	VERDE	526	963	143	428	60	88		557	609	3,42	
		SECO 12	687	1354	174	694	94	146		753	883	3,47	
2. EUCALIPTO	0,55	VERDE	383	702	104	288	58	97		478	480	4,81	
		SECO 12	509	1068	138	470	80	117		442	557	3,45	
3. FERNANSANCHEZ	0,53	VERDE	344	719	111	334	58	92		411	465	2,28	
		SECO 12	489	1019	128	516	62	108		484	667	2,64	
4. GUAYACAN PECHICHE	0,76	VERDE	544	909	132	441	99	94		587	533	5,39	
		SECO 12	753	1586	171	710	84	97		811	720	3,31	
5. MASCAREY	0,59	VERDE	321	723	113	309	41	71		405	444	2,16	
		SECO 12	631	1354	148	679	76	124		667	1017	2,83	
6. PINO INSIGNE	0,39	VERDE	116	252	45	98	26	46		191	198	2,74	
		SECO 12	293	664	76	290	70	85		264	328	1,58	
7. ROMERILLO AZUCENO	0,44	VERDE	236	538	78	251	44	69		270	327	2,2	
		SECO 12	397	781	87	387	72	107		323	521	1,64	
8. ROMERILLO FINO	0,57	VERDE	266	604	73	338	69	103		472	494	3,64	
		SECO 12	423	1016	96	473	86	116		452	677	2,05	
9. SEIQUE	0,37	VERDE	238	439	67	186	36	56		240	293	1,56	
		SECO 12	328	698	90	333	41	81		267	417	2,16	
10. YUMBINGUE	0,61	VERDE	491	844	115	356	63	99		554	580	3,76	
		SECO 12	578	1239	143	546	78	142		583	787	3,17	

FUENTE: Tabla de propiedades Físicas y Mecánicas de la madera de 20 especies del Ecuador.

ELABORACION: Grupo de Tesis

### 1.3.-GEOMETRÍA DE UNA PIEZA DE MADERA

- a).-**Arista:** Línea recta de intersección de las superficies que forman dos lados adyacentes.
- b).-**Cabeza:** Sección transversal de cada extremo de una pieza.
- c).-**Cantos:** Superficies planas, menores y normales a las caras paralelas entre sí y al eje longitudinal de una pieza.
- d).-**Caras:** Superficies planas mayores, paralelas entre sí y al eje longitudinal de una pieza o cada una de las superficies planas de una pieza de sección cuadrada.
- e).-**Borde de una cara:** Zona de la superficie de una cara que abarca todo el largo de una pieza y que queda limitada en el ancho, por una arista y por una línea imaginaria paralela a la arista y a una distancia de ésta igual a la cuarta parte del ancho de la pieza.
- f).-**Zona central de una cara:** Zona de la superficie de una cara que abarca todo el largo de una pieza que queda comprendida entre los bordes de la cara. El ancho de esta zona es igual a la mitad del ancho de la pieza.



**Escuadría:** Expresión numérica de las dimensiones de la sección transversal de una pieza. Se debe especificar en milímetros (mm)

**Ancho:** Dimensión mayor de la escuadría.

**Espesor:** Dimensión menor de la escuadría.

## 1.4. FACTORES QUE AFECTAN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS

La estructura natural de la madera puede verse afectada en sus propiedades mecánicas debido a una serie de factores:

### 1.4.1. Defectos de la madera

Recibe este nombre cualquier irregularidad física, química o físico-química de la madera, que afecte los aspectos de resistencia o durabilidad, determinando generalmente una limitante en su uso o aplicación.

El identificar los defectos de la madera permite clasificarla por aspecto o resistencia.

Se distinguen, además, defectos por manipulación de la madera (secado y elaboración) y los inherentes a ella, los cuales influyen al momento de clasificarla por aspecto y por resistencia.

#### a).-Defectos propios de la madera

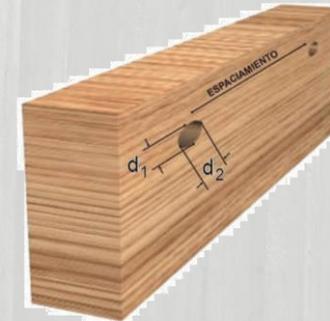
Los defectos que más perjudican a la durabilidad y resistencia son:

**a.1).-Nudos sueltos.** Los nudos son los tejidos que forman las ramas las cuales sufren desviaciones, provocando diferente textura y heterogeneidad en la resistencia, los cuales al desecarse se desprenden dejando huecos en la madera de sección relativamente circularlos nudos se denominan vivos o muertos, según que las ramas que los han formado así lo estén cuando se tala el árbol. Los primeros

son de color claro y están adherentes, y los segundos y generalmente pueden estar podridos.

Los agujeros y/o nudos sueltos se pueden ubicar en la arista, en el borde de la cara, en el canto o en la zona central de la cara.

La posición de este defecto es determinante en la magnitud de la alteración que causará en las propiedades resistentes. Así, un agujero en el canto afecta la resistencia de tracción y compresión de una pieza por esfuerzo de flexión. En cambio, un agujero en el centro de la cara alterará más su resistencia de cizalle, cuando se aplica a ella el mismo esfuerzo de flexión.

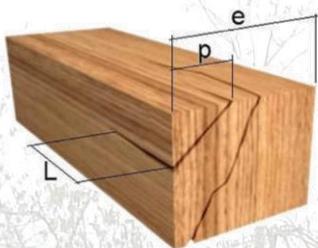


Medición de agujero y/o nudo suelto en el borde de la cara.

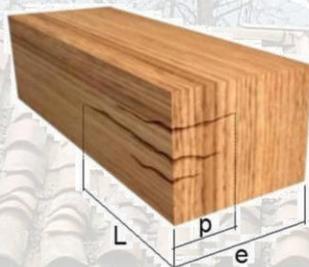


Medición de agujero y/o nudo suelto en la arista.

**a.2).-Rajaduras.** Separación de fibras en la madera que afecta dos superficies opuestas o adyacentes de una pieza.



**a.3).- Grietas.** Separación de elementos constitutivos de la madera, cuyo desarrollo no alcanza a afectar dos superficies opuestas o adyacentes de una pieza.



Medición de grietas.

**a.4).-Fibra inclinada.** Desviación angular que presentan los elementos longitudinales de la madera, con respecto al eje longitudinal de la pieza.

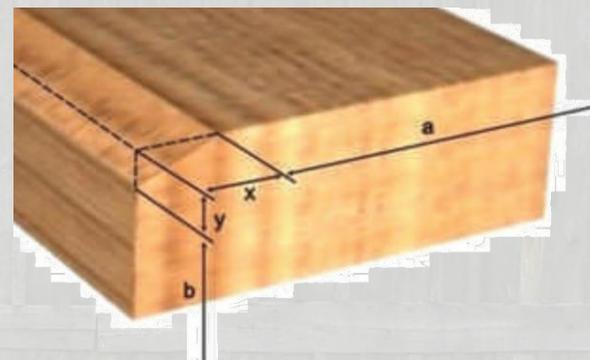


Medición de la desviación de la fibra.

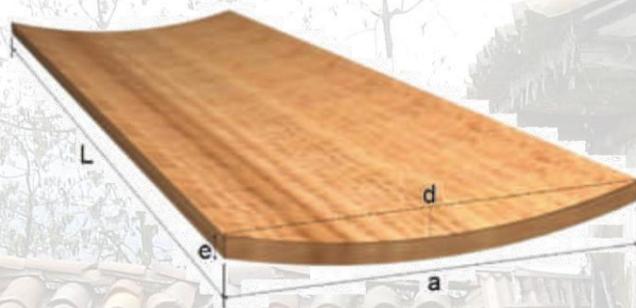
**a.5).-Médula.** Corresponde al tejido blando de la zona central del tronco. Afecta la clasificación por aspecto de superficies que quedan a la vista.



**a.6).- Canto muerto.** Se conoce por canto muerto o arista faltante a la falta de madera en una o más aristas de una pieza. Se mide en la arista, su largo o suma de largos en mm, mayor dimensión en el canto (x) y mayor dimensión en la cara (y).



**a.7).- Alabeos.** Deformación que puede experimentar una pieza de madera en la dirección de sus ejes, longitudinal y transversal o ambos a la vez, pudiendo tener diferentes formas: acanaladura, arqueadura, encorvadura y torcedura, estos son defectos típicos por secado inadecuado.



### 1.5. CONDICIÓN ACÚSTICA

Una suficiente protección acústica de los recintos de las viviendas se hace cada vez más indispensable si se desea mantener una buena calidad de vida, debido al constante aumento de contaminación acústica en las ciudades.

Es importante para el bienestar y la salud del hombre, poder habitar ambientes con adecuado confort acústico, mediante una protección contra el ruido que genera el ambiente que nos rodea, dentro y fuera de la vivienda; ya que los elementos de los sistemas constructivos de madera son más esbeltos y livianos presentan una débil aislación acústica, que se debe principalmente a la poca masa en la estructura de la madera y a los intersticios en su construcción.

Las construcciones de viviendas con estructuras de madera son fáciles de aislar, ya que cuentan con espacios en su estructura de entramados verticales, horizontales e inclinados, que pueden ser rellenos con

aislantes relativamente económicos. Por sí mismos, dichos espacios ofrecen una resistencia considerable al flujo del calor, aumentando esa capacidad al ser cubiertos con material aislante.

Generalmente se ha aceptado que los entrepisos de madera son deficientes aislantes acústicos en comparación con losas de hormigón, este principio se basa en la ley de la masa, donde se expone el hecho de que a mayor masa menor transmisibilidad acústica, el cual es un hecho fácilmente deducible; pero esto no es aplicable en relación al uso de materiales compuestos como los usados en los entrepisos de madera, que constan normalmente de dos o más capas, el comportamiento de estos es diferente y puede intervenir el principio de elasticidad que dice que a mayor elasticidad menor transmisibilidad acústica; aprovechando esta condición se puede lograr mayor aislación acústica con un entramado de madera que con una losa de hormigón, siempre que las diferentes capas que componen el piso de madera estén correctamente distribuidas. Según como se unan las placas y se unan entre sí, se podrá obtener un buen resultado.

La aislación acústica de un entramado de madera horizontal aumenta en proporción directa a su masa y a la elasticidad de los materiales componentes. La combinación de ambas cualidades es indispensable para lograr buenos resultados. El aumento de masa en el caso de un entramado de madera de piso o de tabique, solo es posible en pequeña medida, por lo que serán los recubrimientos con su forma de fijación, los factores determinantes para lograr lo supuesto.

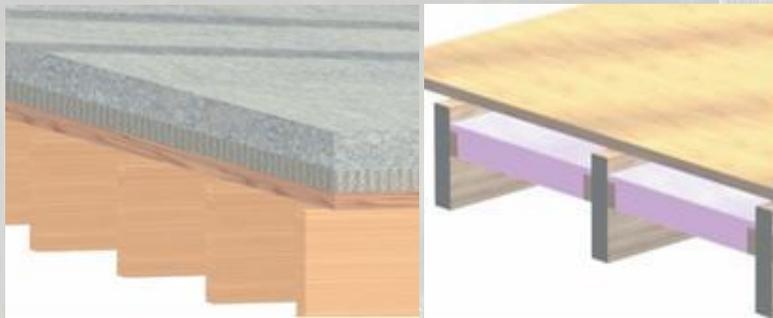
La aislación acústica de un entramado estructural no es suficiente únicamente con el recubrimiento de placas de un contrachapado es necesario utilizar ciertos materiales que absorban el sonido y permitan

un debida aislación térmica, entre los materiales tanto en el entrepiso como en los tabiques

Para mejorar la aislación acústica a los entramados estructurales es necesario incorporar otros elementos, donde la propiedad de aislamientos de cada uno de estos se irán sumando al del entramado. Es importante considerar el control del ruido en una vivienda como una comodidad adicional, por ejemplo, en dormitorios, baños, y aquellos recintos en el interior donde sea necesario contener el sonido dentro de éste y/o contener el ruido indeseado hacia fuera.

La lana de vidrio posee cualidades acústicas aceptables y su elasticidad le permite ser un material que se adapta a la técnica de pisos flotantes. Igualmente, permite mejorar sensiblemente el índice acústico entabiques interiores.

El aislamiento acústico que debe considerarse en fundaciones, muros, pisos, tabiques e instalaciones de edificios.



## 1.6. CONDICIÓN TÉRMICA

La madera como material principal en la estructura y como revestimiento de terminación, tiene una resistencia relativamente baja a la transmisión del calor; por ello es necesario colocar aislamiento térmico que permita mantener la temperatura dentro de las viviendas. El calor específico en la madera es 4 veces mayor que en el cobre y 50% mayor que en el aire. No depende de la especie ni densidad, pero sí varía con la temperatura.

La combinación de estos dos aspectos hace de la madera un material que absorbe calor muy lentamente.

**La alta resistencia que ofrece la madera al paso del calor, la convierte en un buen aislante térmico y en un material resistente a la acción del fuego.**

La madera, al igual que otros materiales, se dilata o contrae al aumentar o disminuir la temperatura, pero su efecto es bastante menor, sin ser despreciable, en valores que representan 1/3 del acero y 1/6 del aluminio, aproximadamente.

Para lograr una adecuada y eficiente aislación térmica es necesario conocer la disponibilidad de diferentes materiales aislantes en el mercado, los cuales varían su capacidad de aislamiento de acuerdo a su estructura y propiedades como pueden ser corcho, lana mineral, polietileno, espuma Flex.

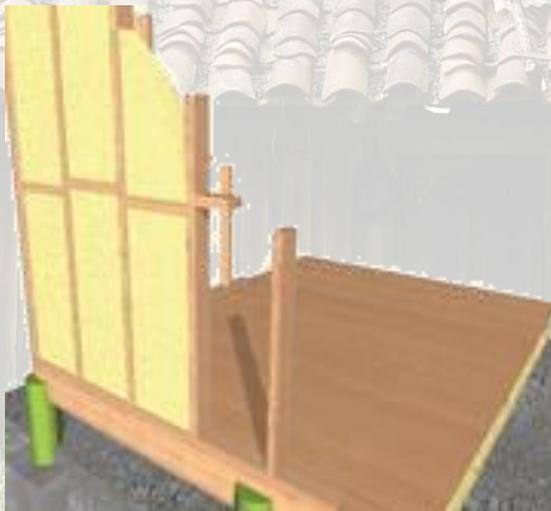
**Polietileno expandido.** El polietileno expandido es una espuma rígida suministrada en forma de planchas de color blanco, de dimensiones volumétricas estables y constituidas por un termoplástico celular compacto. Se elabora en base a derivados del petróleo en diferentes densidades, según aplicación y es compatible con el medio ambiente.

Dentro de su estructura, el polietileno expandido posee un sinnúmero de celdas cerradas en forma de esferas envolventes que mantienen aislado aire quieto en su espacio interior.

**Lana de vidrio.** La lana de vidrio o mineral es un material constituido por fibras entrecruzadas en forma desordenada que impiden las corrientes de convección de aire. La lana de vidrio es incombustible e inatacable por agentes exteriores (aire, vapor de agua, y bases no concentradas).

Se elabora partiendo de tres elementos principales:

- 1.- Vitrificante: sílice en forma de arena.
- 2.- Fundente: para conseguir que la temperatura de fusión sea más baja (carbonato de sodio y sulfato de sodio y potasio).
- 3.- Estabilizantes: principalmente carbonato de calcio y magnesio, cuya misión es conferir al vidrio una elevada resistencia a la humedad.



**Lana roca.** Otro tipo de material es la denominada lana roca, elaborada a partir de rocas basálticas, obteniendo un material de propiedades complementarias a la lana de vidrio. Es un producto especialmente indicado para el aislamiento térmico en la industria (altas temperaturas). La mezcla utilizada en la fabricación de la lana de roca tiene características físico-químicas parecidas a los vidrios, es decir, compuestas por silicatos y óxidos metálicos.

La utilización de estos materiales en el relleno de los entramados de los diferentes elementos de la construcción en madera como: recubrimientos y cerramientos perimetrales, pisos y entrepisos, cielo horizontal, cielos inclinados bajo vigas aseguran una adecuada aislación térmica, pero es necesario tener en cuenta que las uniones de cada uno de estos debe hacerse de una madera correcta.

## 1.7.-CONCLUSIONES GENERALES

La madera, como recurso natural renovable, ofrece grandes ventajas ambientales favoreciendo procesos de soporte al ecosistema y brindando enormes garantías como materia prima de alta resistencia física y mecánica.

Este material tiene un comportamiento excepcional en zonas sísmicas, pues absorbe mejor las fuerzas dinámicas de los temblores dada su flexibilidad, elasticidad y poco peso. De hecho, una estructura de madera puede ser 5 veces más liviana que una en concreto, lo que reduce la inercia evitando la aceleración de la estructura y su colapso.

La madera también actúa como material aislante del frío o calor, ya que conduce mal la temperatura; 1 centímetro de espesor en madera trabaja igual que 4 centímetros de arcilla o ladrillo o bien como 10 de concreto; sumado a esto, su resistencia en maderas de tipo A como el caimito o algarrobo, es similar a la del concreto normal, es decir 210 kilos por cm<sup>2</sup> o 3 mil libras por pulgada cuadrada, cualidad más que desconocida, ignorada.

La resistencia del material frente al fuego, es una gran ventaja ya que, si bien es combustible, también es mal conductor de calor. La madera empieza a arder en su periferia, se vuelve carbón y éste actúa como aislante térmico frenando la combustión y permitiendo que el material interno permanezca intacto, lo que no ocurre con el acero que al calentarse pierde rigidez y colapsa.

## 2.-PATOLOGÍA DE LA MADERA

Desde tiempos remotos el hombre ha utilizado la madera para construir sus casa y elaborar utensilios que pudieran hacer su vida más llevadera, los tipos de construcciones variaban de acuerdo localización geográfica, al clima a la disponibilidad de vegetación; pero el criterio básico era único: utilizar un material fácil de encontrar, transportable y cómodo de trabajar.

Con el paso de los años el primitivo interés de la madera no desapareció, más bien se incrementó ya que la madera presentaba a más de las características mencionadas una gran resistencia mecánica, presentaba condiciones acústicas y térmicas buenas y además presentaba una gran resistencia a la degradación debido al paso del tiempo, es decir el tiempo por sí solo no juega un papel importante en las modificaciones de las características materiales de la madera. Testimonio de esto son algunos objetos lignarios encontrados en las culturas de civilizaciones antiguas y que se conservan en perfecto estado, como es el caso de los sarcófagos en las tumbas egipcias.

Más bien la degradación de la madera se debe a condiciones no inherentes a su estructura y composición, sino más bien a la acción de agentes exteriores tanto de naturaleza abiótica pero principalmente biótica.

Las causas de las patologías pueden ser directas o indirectas:

Las causas directas pueden ser también físicas, mecánicas y químicas.

Físicas producidas por agentes atmosféricos o contaminación atmosférica; las mecánicas se producen por esfuerzos mecánicos

imprevistos en los elementos y las causas químicas cuando existen interacciones con otros materiales o por la contaminación.

Las causas indirectas se dan por diseño constructivo, ejecución, material en el proyecto; las cuales se producen por errores en la selección o calidad del material, por falta de especificaciones adecuadas del mismo, error en la disposición o armado de los elementos constructivos o contrario a las especificadas en el proyecto.

### 2.1.-AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA.

La madera por ser un elemento natural es un material biodegradable y aún más por la acción de agentes bióticos o abióticos, efectos en el diseño y/o ejecución o alteraciones estáticas.

#### 2.1.1.-Agentes Abióticos de Degradación de La Madera.

##### a).-Daños producidos por el agua

El agua en contacto con la madera, penetra a través de las fibras saturando los poros tubulares y cuando alcanza grados de humedad entre el 25 – 35% produce cambios dimensionales como hinchazón y deformación. Afecta al duramen y solo en algunas ocasiones a la albura, creando las condiciones idóneas para la aparición de hongos de pudrición y manteniendo las condiciones de hábitat de insectos xilófagos, termitas y carcoma fundamentalmente; la humedad excesiva en la madera influyen en su degradación superficial, debido a las microfisuras que aparecen como consecuencia de los repetidos hinchamientos y retracciones que se producen con la variación higrométrica

**b).- Daños producidos por la luz**

La exposición de la madera a la radiación solar provoca la desaparición de su color natural, los efectos de la luz se hacen visibles entre el primer y el séptimo año y la madera cambia de color, oscureciéndose o aclarándose, según el grado de exposición en que se encuentre. La degradación afecta los primeros milímetros de la madera, con mayor intensidad las zonas de primavera que las de otoño, y más la albura que el duramen. Las maderas claras adoptan tonos amarillos o marrones, mientras que las oscuras tienden a perder el color y van tomando una coloración grisácea, pero estos cambios de color, no determinan prácticamente ninguna modificación en las características estructurales de la madera sino tienen trascendencia estética.

Este ataque viene originado por la acción de rayos ultravioletas sobre la lignina, atacando la madera más blanda de la albura y produciendo el desfibramiento superficial con la aparición de agrietamientos en dirección de las vetas y manchas.

**c).- Daños producidos por variaciones de temperatura**

La humedad atmosférica produce deterioro por los repetidos cambios de dimensiones que se producen en las capas superficiales de las

piezas que se encuentran a la intemperie. La madera soporta los cambios de temperatura siempre que estos se presenten en forma lentas y progresiva, caso contrario se presentas grietas y fisuras, originado así vías de entrada de humedad y favoreciendo a la aparición de hongos.

Se puede concluir que el daño esperado se concentra en las capas externas de la madera, ya que se producen tensiones alternas de compresión y dilatación que se traducen en una desintegración mecánica de las capas superficiales.

**d).- Daños producidos por el fuego**

Es uno de los agentes destructores que ningún material puede tolerar indefinidamente sin presentar algún deterioro.

La reacción al fuego de las maderas depende de:

- Espesor de la pieza de madera
- Contenido de agua de la madera
- Densidad de la madera (especie)

El fuego ataca de forma lenta y progresiva a la estructura de madera, por debajo de 275°, solo se desprende vapor de agua, desecando la madera y dificultando el ataque del fuego. Por encima de los 275° la reacción es exotérmica y cuando ha alcanzado los 450° se empieza a originar residuo sólido en forma de carbón, susceptible de quemar y por tanto de causar colapso estructural.

Debido al bajo coeficiente de dilatación de la madera, una vez desecada y carbonatada superficialmente esta queda protegida deforma relativa de la acción del fuego, existen caso de inmuebles que han sufrido incendios y la estructura de madera ha conservado el duramen intacto y ha resistido.

Por otro lado, se ha encontrado que en edificaciones realizadas con el sistema constructivo de poste y viga, las vigas de grandes secciones transversales atacadas por el fuego sólo han comprometido una superficie carbonizada de pequeño espesor, que cubre y protege la madera no afectada por el fuego. La explicación es la baja conductibilidad térmica de la madera, que transmite una pequeña proporción del calor hacia el interior de ella.

Cuadro N° 2.1: Comportamiento de la madera frente a la acción del fuego.



FUENTE: Centro de Transferencias Tecnológicas, Manual La construcción de Viviendas en Madera, Corma.  
ELABORACION: Corma

### 2.1.2.- Agentes bióticos de degradación de La Madera

**DEGRADACION:** Los agentes de degradación de la madera son principalmente bióticos, o sea vinculados a organismos vivos. Estos agentes generalmente aparecen vinculados con agentes abióticos, principalmente con la humedad, ya que facilita su desarrollo y difusión; se debe al ataque de organismos biológicos destructores como son los hongos y los insectos xilófagos principalmente, estos destruyen las células que la componen, afectando sus propiedades físicas y químicas; aunque puede existir la acción de plagas como la de los roedores o aves que degradan de igual manera a la madera



a).- **Daños causados por los Hongos** Los hongos son organismos vegetales sin clorofila que se reproducen por esporas que son transportadas por el viento, y cuando las condiciones de germinación y posterior desarrollo son favorables, infectan la madera en que han caído.

**Causas biológicas:**

Para que los agentes biológicos se desarrollen y subsistan se requiere que existan ciertas condiciones como son:

- Fuente de material alimenticio para su nutrición.
- Temperatura para su desarrollo. El intervalo de temperatura es de 3º a 50º, siendo el óptimo alrededor de los 37 ºC.
- Humedad entre el 20 % y el 140 %, para que la madera pueda ser susceptible de ataques de hongos. Por debajo del 20 %, el hongo no puede desarrollarse y por sobre 140 % de humedad, no existe el suficiente oxígeno para que pueda vivir.
- Una fuente de oxígeno suficiente para la subsistencia de los microorganismos.

Los hongos se fijan en el material y destruyen la lignina, que es la sustancia que actúa como puente de unión entre las células de la madera, la cual se va desintegrando de a poco y adquiere una textura rugosa y agrietada.

A partir de allí se produce la filtración de humedades que no encuentra freno a su penetración. A su vez la humedad da pie al moho, que si no es frenado a tiempo, provocará la pudrición de la Madera.



**a.1).- Hongos cromógenos.** Atacan a los frondosos y coníferos, se caracterizan por alimentarse de las células vivas de la albura de la madera que pueden afectar ligeramente la capacidad resistente de la madera.

El efecto importante que producen es un cambio de coloración, la madera toma un color azulado, pero en general no afecta a su resistencia, dado que no altera la pared celular, se la conoce como **pudrición azul**



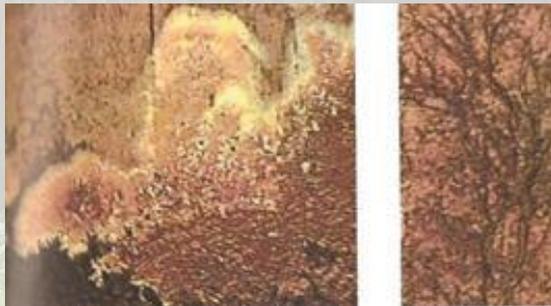
Según lo expuesto, una madera azulada no debería despreciarse más que por su aspecto, pero la realidad es que el hecho de presentar dicha coloración, es signo de que la madera ha estado expuesta a condiciones favorables para el desarrollo de hongos de pudrición, y si bien todavía no es visible su ataque, probablemente éste se ha producido en alguna medida.

**a.2).- Hongos de pudrición o xilófagos.** En este caso los hongos se alimentan de la pared celular, causando una severa pérdida de resistencia, impidiendo cualquier tipo de aplicación, ya que la madera puede desintegrarse por la simple presión de los dedos.

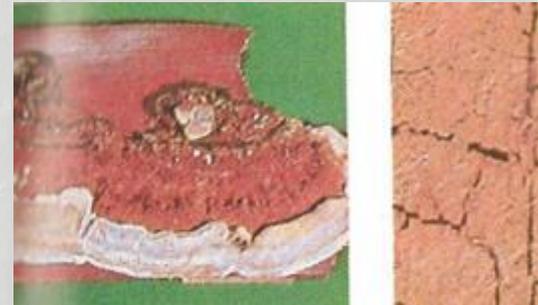
En un ataque de pudrición se suelen desarrollar muchos tipos de hongos, cada uno de los cuales actúa en un determinado intervalo de degradación, dependiendo si el hongo se alimentó de la lignina o de la celulosa.

**a.2.1).- La pudrición blanca** es causada por hongos que se alimentan de la lignina, dejando la celulosa de color blanco.

En este caso la madera se rompe en fibras, por lo que también se denomina pudrición fibrosa.



**a.2.2).- La pudrición parda** es causada por hongos que se alimentan de la celulosa dejando la lignina, caracterizada por su color pardo. La madera se desgrana en cubos, por lo que también se le conoce como pudrición cúbica. Es más frecuente en las coníferas, se clasifican en pudriciones secas, pudriciones húmedas y pudriciones blandas caracterizadas por el grado de humedad de la madera en la que se encuentren



**b).- Mohos.** Son hongos que tienen una apariencia de algodón fino. La extensión de estos depende fundamentalmente de la temperatura y de una humedad abundante.

Afectan a la madera en su aspecto superficial y se pueden eliminar cepillando la pieza, no causan daños a la resistencia ni a otras propiedades.

Si no se eliminan oportunamente puede que la pieza de madera sea fácilmente atacada por hongos de pudrición, ya que el crecimiento de mohos estimula su desarrollo.



**c).- Insectos en la Madera.** Algunas clases de insectos utilizan a la madera como refugio para depositar los huevos aprovechando huecos y pequeñas fisuras que encuentran. Cuando nacen las larvas, cavan las galerías y convierten la madera en su hábitat, extrayendo de ésta el material que los alimenta. Esto produce la lenta destrucción de la madera.

Los Insectos xilófagos constituyen los agentes bióticos más frecuentes en las maderas de edificación afectadas por degradación. Estos atacan la madera en su fase de larva, mientras dura su desarrollo y crecimiento, y habitualmente, cuando llegan a edad de adulto, perforan un hueco y salen al exterior, no volviendo a la madera hasta la puesta de huevos que inicie un nuevo ciclo. Entre los principales xilófagos tenemos:

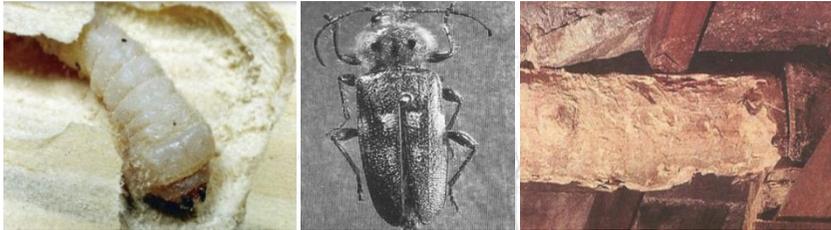
#### **c.1).-Isópteros u Hormigas.\_**

**c.1.1).- Termitas.** Son los ataques de estos insectos los que pueden causar mayores daños a la estructura de madera de una vivienda. Viven en las galerías que practican en los árboles y en las maderas que forman la estructura de los edificios.

Son capaces de introducirse entre los cimientos, sobrecimientos y muros de las edificaciones taladrando el hormigón, aprovechando las grietas, las cañerías y ductos.

**c.2).-COLEOPTEROS O ESCARABAJOS.** Los coleópteros xilófagos pueden ser agrupados en tres categorías:

**c.2.1).- Cerambicidos o carcoma grande de las vigas.** Insectos que requieren un contenido de humedad en la madera mayor al 20% de resinosas, incluso árboles en pie o madera de cubiertas; cuyas larvas se alimentan de almidón, azúcares y sustancias albuminoideas de la madera. Estos tienen un ciclo larvario muy variable de entre medio año a 8 años, mide entre 8 y 20 mm, con una cabeza que taladra. Hacen galerías con perforaciones ovaladas de 3 a 7 mm de diámetro y dejan un serrín amarillo e impalpable como polvo de talco taponando las entradas.



**c.2.2).- Los Anóbidos o carcoma común de los muebles.** Insectos que atacan a las maderas secas, tanto coníferas como latifoliadas, que se alimentan a expensas de la celulosa y lignina. Las hembras depositan sus huevos en las grietas de la madera o también en galerías ya hechas, con un ciclo larvario de entre 1 a 3 años, con salida entre los meses de mayo a agosto. Las larvas recién salidas del huevo se abren paso dentro de la madera, esta mide apenas 1 mm, son blancas arqueadas y vellosas; crean una red de túneles y galerías, que van en todas las direcciones, están llenas de serrín y tienen un corte circular. Insecto de entre 3 y 5 mm de color marrón. Los agujeros de salida son circulares y tienen un diámetro de 1-3 mm. Debajo suelen aparecer pequeños montones de serrín blanquecino de textura granulosa como harina. Prefieren las maderas secas resinosas, aunque atacan el haya y chopo. Atacan preferentemente muebles, pisos, techos, puertas, etc., y otras estructuras elaboradas con todo tipo de maderas



**c.2.3).-Los Lícidos o polillas.** Insectos que atacan maderas parcialmente secas (menos del 18 % de humedad), siendo la albura habitualmente la zona afectada. Tienen un ciclo larvario de 1 año, con salida en los meses de marzo o abril; las larvas miden sobre 1 cm, son blancas y arqueadas, se caracterizan porque se alimentan del almidón contenido en la pared celular. El insecto mide de 4 a 6 mm, de color marrón delgado, hacen galerías mostrando perforaciones ovaladas de 0,5 a 1,5 mm de diámetro, destruyendo la madera y dejando tras de sí un aserrín blanco o amarillo muy fino. No atacan a las coníferas, solamente a las latifoliadas. Son llamados también carcoma de parquet debido a que son estas maderas las que prefieren y no atacan armaduras de cubiertas. Atacan en general maderas con cierto contenido de almidón (> 3%). Son insectos muy específicos, atacan solo a determinadas especies de madera pueden llegar a ser muy peligrosos acabando con toda la madera. En su espectro se encuentran desde maderas secas hasta maderas con más de un 40% de humedad, frondosas de poro abierto pero no el haya, ni chopo.



Las formas de identificación de las especies que atacan la madera debe seguir un orden adecuado tanto en animales como roedores o aves como en insectos; esto consiste en primer lugar en observar el aspecto tanto externo como interno de la madera atacada, identificación del animal o larva y los diferentes daños que se encuentren en las madera.

El primer paso se lo puede hacer con una simple observación. La segunda, si el ataque permanece activo y buscamos dentro de la madera, depende de la etapa del ciclo vital que este atravesando el ataque, así como las condiciones climáticas, sin embargo es muy frecuente encontrar restos de individuos adultos atrapados en las galerías de la madera. A veces un ala o una pata son suficientes para identificar correctamente al insecto.

En la madera, especialmente si es vieja y lleva años en estado de abandono, se pueden encontrar diferentes ataques asociados, mezclándose diferentes especies, animales y hongos, no suele ocurrir así en las maderas nuevas, donde es frecuente que el ataque se haya iniciado en la madera verde y aparezca en la madera colocada al cabo de 1 o 3 años.

Existen infinidad de insectos que pueblan la madera en la naturaleza, tanto verde como enferma, que guardan similares características de actuación y presentación.

Cuadro N ° 2.2. Condiciones de desarrollo de los distintos tipos de agentes bióticos

AGENTE	MADERA	HUMEDAD
Hongos cromógenos	Todas	Elevada
Hongos xilófagos	Albura de las coníferas	Elevada
Mohos	Todas	Elevada
Carcoma común	Todas	Natural
Carcoma grande	Albura	Natural
Polilla	Albura de algunas frondosas	Natural
Termita	Todas	Elevada

FUENTE: Centro de Transferencias Tecnológicas, Manual La construcción de Viviendas en Madera, Corma.  
ELABORACION: Corma

**d).- Daño ocasionado por las palomas en la madera.** Además de los efectos que producen en la salud de los seres humanos y animales, el excremento de las palomas provoca un deterioro en edificios, monumentos, calles, parques, plazas, estructuras de madera. Las plagas urbanas de palomas también producen obstrucciones en caños de desagüe, permitiendo una acumulación de agua y beneficiando la creación de focos infecciosos de otras enfermedades, todo esto a causa del contenido de ácido úrico y ácido fosfórico de su materia fecal. Las heces de paloma resultan notablemente corrosivas y acaban

manchando, o dañando, casi cualquier superficie. Degradan las fachadas, corroen los metales, deterioran el mobiliario urbano, y en general dan a cualquier zona un aspecto bastante sucio y maloliente. Su rápida reproducción es también un problema, ya que generalmente buscan lugares altos alejados de depredadores, escogiendo particularmente las estructuras de las cubiertas de madera donde causan daños debido al peso propio de las palomas y los pichones.



**e).- Daño ocasionado por los roedores en la madera.** La plaga de roedores es común en el área rural, estos animales se reproducen de forma rápida y afectan a las estructuras de madera porque generalmente hacen orificios para su entrada y salida a las viviendas. Los dientes incisivos les crecen continuamente, motivo por el cual deben efectuar su desgaste entre sí o contra materiales duros, como: maderas, paredes, caños, cables provocando hace deterioro en estos materiales.

## 2.2.- CONCLUSIONES GENERALES

La madera es un material natural y por lo tanto está expuesta al ataque de agentes externos (bióticos o abióticos), que pueden degradarla, causando daños tanto en su aspecto como en su resistencia mecánica.

Al construir con madera se debería tener la precaución de proteger la estructura de agentes que puedan afectarla posteriormente, debiendo hacerse esto desde el proceso de diseño para no encarecer la construcción, y en el caso de que la estructura exista mantenerla a través de una preservación, ya que las estructuras de madera preservadas pueden aumentar su resistencia mecánica.

La mejor protección que puede recibir una madera es la elección de la especie adecuada para cada uso, en función del requerimiento y de la durabilidad de esta para la exposición a la que vaya a someterse, teniendo en cuenta su resistencia a los agentes que la degradan tanto bióticos como abióticos.

La durabilidad de la madera depende mucho de la especie y el medio en que se encuentre, es decir si está enterrada, sumergida en agua, en el interior o exterior. La mayor parte de las especies, aun en las peores situaciones mantienen sus propiedades fundamentales más de cincuenta años, siempre que la elección de la especie haya sido la correcta y se haya realizado un tratamiento previo adecuado.

A diferencia de otros materiales, la madera resiste muy bien en ambientes agresivos tales como salinos o ácidos, pero como la madera es de origen orgánico es alimento de organismos vivos y por otro lado también se degrada por efectos atmosféricos.

La prevención también viene de un buen diseño, principalmente manteniendo la madera ventilada ya que de esta forma se evitara la humedad debido a las filtraciones o goteras, y con ello la creación del ambiente propicio para el desarrollo de hongos o insectos

### 3.- APLICACIÓN DE LA MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL PARA EL MEDIO RURAL.

La madera es un material muy versátil y, probablemente, el único con el que se puede construir la totalidad de una vivienda: desde grandes estructuras hasta, revestimientos, puertas y ventanas, cornisas o muebles. Esta posibilidad se ve enriquecida por los innumerables tableros que en la actualidad se producen con tecnologías que han permitido mejorarlos y aprovechar adecuadamente la materia prima.

La característica general de estos sistemas es que la distribución arquitectónica no consulta la necesidad de cubrir luces mayores a 8 a 10 m, lo que significa que en la mayoría de los casos se trabaja con madera aserrada y, solo en casos especiales, en los sistemas de entramado se emplea laminados.

#### 3.1.- USO DE LA MADERA COMO MATERIAL ESTRUCTURAL.

**a).- Tableros a base de Madera para uso en la Construcción.** Los tableros hechos a base de madera, se fabrican en dimensiones mayores que las obtenidas en piezas de madera aserrada, con ellos es posible cubrir con facilidad superficies grandes; tienen adecuadas cualidades mecánicas, durabilidad, aislamiento acústico y térmico y algunos ofrecen resistencia a agentes biológicos, al fuego y otros.

Los principales tipos de tableros existentes son: Los contrachapados que están constituidos por láminas encoladas de madera; los

enlistonados con alma de listones de madera y chapas exteriores; los tableros aglomerados que están hechos a base de partículas de madera o fibras de bagazo y resinas sintéticas; los tableros de fibra de madera y; los tableros aglomerados con astillas o lana de madera y cemento.

**a.1).- Tableros Contrachapados.** Son paneles que están hechos de láminas de madera, con el grano de una lámina formada de 90° con el grano de la siguiente. Las capas exteriores se denominan caras, o cara y espalda. A la capa o capas centrales se las llama alma. El alma puede ser de chapa o de listones de madera. En este último caso se denominan tableros enlistonados.

Las chapas, pueden variar en número, espesor, calidad y dimensiones. Generalmente, los tableros contrachapados se fabrican de 0,90 a 1,20 m de ancho por 2,10 a 2,44 m de largo y su espesor normal varía entre 4 y 19 mm, aunque se fabrican de mayor espesor.

##### a.1.1).- Ventajas:

- Alta resistencia mecánica.
- Similitud de resistencia en el sentido transversal y longitudinal, lo cual se hace más evidente conforme mayor es el número de chapas para un espesor dado.
- Mayor estabilidad dimensional.
- Pueden cubrir áreas considerables.
- Versatilidad de usos y fácil trabajabilidad y manipuleo.

**a.1.2).-Usos.** La calidad de la madera y de las colas empleadas en la fabricación del tablero contrachapado determina si este puede ser

utilizado como material estructural. Los tableros contrachapados estructurales se utilizan en la construcción de pisos y muros portantes. Con ellos pueden diseñarse vigas compuestas y encoladas o clavadas en forma de vigas cajón vigas de "I" o doble "T".

Los tableros contrachapados estructurales se usan también para fabricar las cartelas que unen los elementos de madera componentes de las armaduras, en cambio los tableros contrachapados no estructurales se usan para el recubrimiento de paredes y techos, así como para la fabricación de muebles, embalajes y puertas.

**a.2).- Tableros de partículas.** Son fabricados principalmente con partículas de madera u otros materiales ligno celulósicos, aglomerados con adhesivos con aplicación de calor y presión.

**a.2.1).- Usos:**

- De baja densidad, (0,25 a 0,40 g/cm<sup>3</sup>) usados como paneles aislantes o como alma de piezas complejas en las cuales es necesario reducir el peso.
- De densidad media, (0,40 a 0,80 g/cm<sup>3</sup>) constituyen la mayor parte de los paneles de partículas fabricadas actualmente, son empleados en mueblería y en construcción.
- De alta densidad, (mayor que 0,80 g/cm<sup>3</sup>) tienen, en general, los mismos usos de que los de densidad media. Generalmente los tableros de partículas son apropiados para uso interior, ya que pueden descomponerse en contacto prolongado con la humedad. No son adecuados para uso estructural pues tienden a desintegrarse con el tiempo frente a cargas de larga

duración; sin embargo, actualmente es factible producir tableros de partículas para exteriores y estructuras, cuyos usos ofrecen buenas perspectivas. Sus dimensiones son 1,20 a 1,50 m de ancho por 2,40 a 3,00 m de largo. El espesor varía de 4 a 80 mm.

**a.3).- Tableros de fibra**

Están hechos a base de fibras de madera u otros materiales ligno celulósicos y se adhieren por entrecruzamiento de las fibras, de modo que formen un fieltro, el cual es compactado al pasar entre rodillos o en una prensa caliente.

Pueden agregárseles sustancias para aumentar su resistencia al fuego, a la humedad, o al ataque de hongos e insectos.

**a.3.1).- Usos:**

- Los tableros blandos se emplean en la construcción, como aislantes termos acústicos en entrepisos, techos y divisiones, así como en el acabado de algunos interiores. Sus dimensiones son de 2,44 m de largo y 1,22 m de ancho y de 3 a 20 mm de espesor. Es posible también obtener en tamaños mayores.
- Una gran parte de los tableros duros se usa en la construcción, donde se destinan a revestimientos exteriores, recubrimiento de paredes, revestimiento de puertas y encofrados.
-

### 3.2.- APLICACIÓN DE LA MADERA EN LA VIVIENDA COMO MATERIAL ESTRUCTURAL.

La madera tiene diversas aplicaciones, En la construcción de viviendas, la madera puede tener tres categorías de uso:

**a).- Madera de uso definitivo.** Es aquella incorporada a la edificación, ya sea a nivel de estructura o terminaciones, cuyo objeto es cumplir con la vida útil establecida para el edificio, es decir, queda incorporada definitivamente a la vivienda.

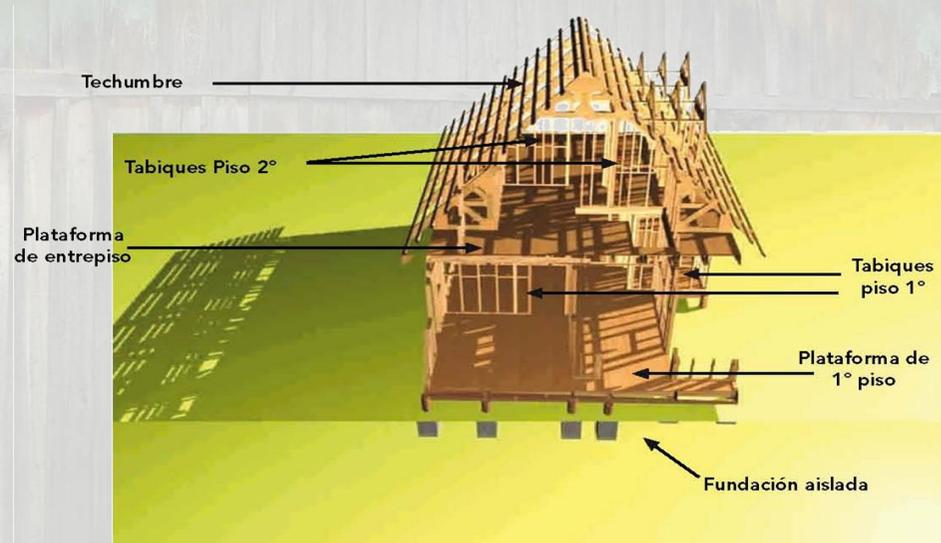
**b).-Madera de uso transitorio.** Cumple la función de apoyar estructuralmente la construcción del edificio, sin quedar incorporada a su estructura al finalizar la actividad. En esta categoría se encuentra, por ejemplo, toda la madera utilizada en encofrados para hormigón.

**c).- Madera de uso auxiliar.** Es aquella que cumple sólo funciones de apoyo al proceso constructivo. En esta categoría se pueden considerar, por ejemplo, la instalación de faenas, niveletas o tabla estacados, reglas y riostras de montaje, entre otros. Por ello, no toda la madera utilizada en las actividades de construcción de una vivienda debe tener propiedades, especificaciones y requerimientos iguales, ya que éstas dependerán del destino que tendrá.

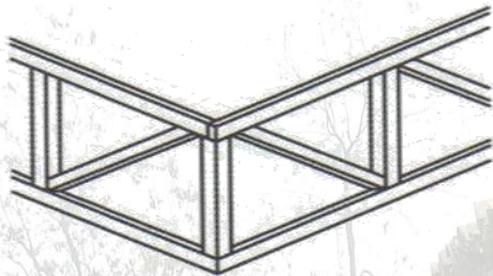
**3.2.1.- Sistemas Estructurales en Madera.** Los sistemas estructurales desarrollados para viviendas de madera se dividen en dos grandes grupos según el largo de los elementos estructurales y las distancias o luces entre los apoyos:

- Estructuras de luces menores
- Estructuras de luces mayores

Es importante que al proceso de montaje se consideren los revestimientos necesarios para lograr la rigidez obligatoria, de igual forma los arrastamientos provisionales que permiten eliminar riesgos que deriven en posibles accidentes o daños estructurales.



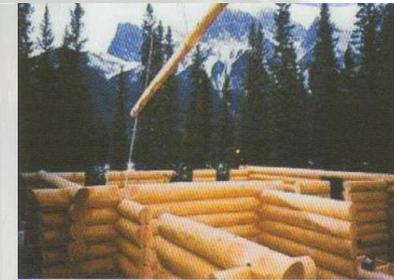
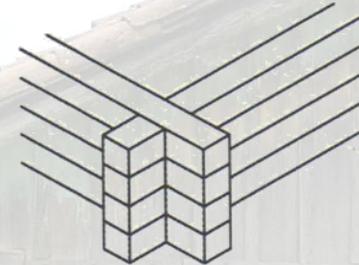
**a).-Sistema Tradicional.** Sistema constructivo conformado por elementos estructurales de grandes secciones ensamblados por uniones tradicionales de caja-espiga, media madera, cola de milano, etc. Y afianzadas por medio de tarugos de madera. Se arma montando una pieza sobre la otra (viga inferior, pilar, viga superior, envigado de piso, viga de segundo piso, etc.) y todo arriostrado por medio de diagonales encastradas en vigas y pilares.



### b).- Sistema Tabique Solido

**b.1.- Macizas o Rollizos.** Sistema constructivo que por su aspecto de arquitectura, solución estructural y constructiva, es particularmente diferente. Su presentación es de una connotación de pesadez y gran rigidez por la forma en que se disponen los elementos que lo constituyen, en este caso rollizo o basa, colocados horizontalmente y unidos a media madera en las esquinas.

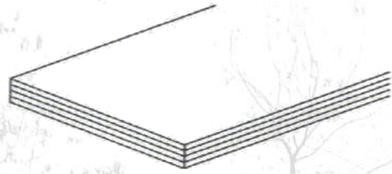
Estructuralmente no corresponde a una solución eficaz, ya que por la disposición de las piezas, éstas son solicitadas perpendicularmente a la fibra, o sea en la dirección en la cual la resistencia es menor. Sin embargo, el disponer de esta forma el material facilita el montaje de los diferentes elementos que conforman la estructura de la vivienda. Otra ventaja que ofrece es la buena aislación térmica, garantizada por la masa de la madera, pero presenta problemas en la variabilidad dimensional por efecto de los cambios climáticos, los que afectan en gran medida los rasgos de ventanas y puertas, como también las instalaciones sanitarias.



MONTAJE PIEZA POR PIEZA

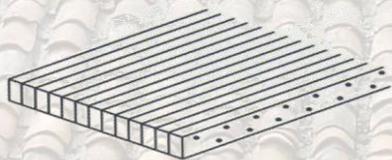
**b.2.- Paneles o Placas.** La necesidad de reducir los plazos en la construcción y de mejorar y garantizar la calidad de terminación del producto, ha conducido a que gran parte de los elementos que conforman la estructura de la vivienda sean fabricados y armados en industrias especializadas o en talleres de las propias empresas constructoras y cuya aplicación se ha ido acentuando en la medida que aumenta la mecanización de los procesos constructivos.

Este sistema básicamente consiste en la fabricación de paneles que están conformados por bastidores de perfil de madera, provistos de revestimiento que le imprimen la rigidez y arriostramiento al conjunto. La gran fortaleza que ofrece este sistema constructivo es el fácil desarme de los elementos estructurales que conforman la vivienda, por lo que las soluciones de las uniones como pernos, piezas de madera, clavos y perfiles de acero deben ser de fácil acceso y simple mecanismo. El armado de estos paneles está regido por la estructuración de construcciones de diafragmas, donde los paneles se disponen de forma que se arriostren y se obtenga la rigidez necesaria para la estructura.

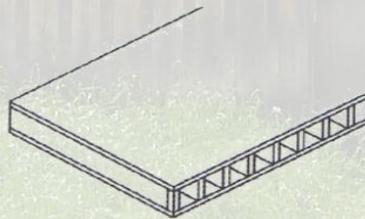


**b.3.-Tablas Clavadas.** Las tablas son clavadas entre si cara a cara cada 30 cm conformando paneles; estos según el alto de la tabla. Pueden ser empleados como tabiques (9 a 12 cm de alto), como también de losas (16 a 24 cm de alto).

Estructuralmente débiles a esfuerzos en el plano de panel, son altamente resistentes al fuego y buenos aislantes térmicos.



**b.4.-Paneles Huecos.** Están constituidos por viguetas unidas por el lado superior e inferior por medio de algún tipo de placa. Permiten cubrir mayores luces al usarlas como losas e integrar aislantes acústicos en las cavidades entre vigas.



**c).- Sistema de Entramados.** Son aquellos cuyos elementos estructurales básicos se conforman por vigas, pilares o columnas, postes y pie derecho. Según la manera de transmitir las cargas al suelo de fundación podemos distinguir los sistemas:

**c.1.- De poste y viga.** Aquellos en que las cargas son transmitidas por las vigas que trasladan a los postes y estos a las fundaciones.

**Poste-viga.** Utilizado principalmente cuando se deben salvar luces mayores a las normales en una vivienda de dos pisos, pudiendo dejar plantas libres de grandes áreas. Utiliza pilares o postes, los cuales están empotrados en su base y se encargan de recibir los esfuerzos de la estructura de la vivienda a través de las vigas maestras ancladas a estos, sobre las cuales descansan las viguetas que conformarán la plataforma del primer piso o del entrepiso.

**c.2.-De paneles soportantes.** Aquellos en que las cargas de la techumbre y entrepisos son transmitidas a la fundación a través de los paneles.

**Paneles soportantes.** En el sistema de paneles soportantes se destacan:

- Sistema continuo
- Sistema plataforma

**c.2.1.- Sistema Continuo.** Los pie derecho que conforman los tabiques estructurales perimetrales e interiores son continuos, es decir, tienen

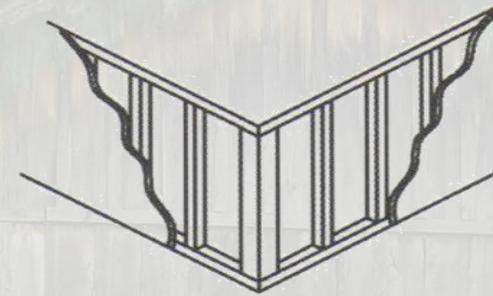
la altura de los dos pisos (comienzan sobre la fundación y terminan en la solera de amarre superior que servirá de apoyo para la estructura de techumbre).

Este sistema constructivo considera fijar la estructura de plataforma del primer piso y de entrepiso directamente al pie derecho de los tabiques estructurales. Las vigas del primer piso se fijan al pie derecho por el costado de éste y se apoyan sobre la solera inferior del piso. Las vigas del entrepiso también se fijan al pie derecho por el costado y se apoyan sobre una viga, la cual está encastrada y clavada al pie derecho. Esta disposición permite conformar un marco cuyas uniones tienen cierto grado de empotramiento.

La secuencia constructiva tiene la virtud de colocar la estructura de la techumbre y su cubierta después de colocados los pie derecho, lo que genera un recinto protegido para trabajar en casi todas las etapas del proceso constructivo y terminaciones.

**c.2.2).-Sistema de Plataforma.** Es el método más utilizado en la construcción de viviendas con estructura en madera. Su principal ventaja es que cada piso (primero y segundo nivel) permite las construcciones independientes de los tabiques soportantes y auto soportantes, a la vez de proveer de una plataforma o superficie de trabajo sobre la cual se pueden armar y levantar.

La plataforma de madera se caracteriza por estar conformada por elementos horizontales independientes de los tabiques, apoyados sobre la solera de amarre de ellos, la que además servirá como una barrera cortafuego a nivel de piso y cielo para la plataforma.



### 3.3.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE LA MADERA EN LA CONSTRUCCION

**3.3.1. Comportamiento de La Madera ante El Medio Ambiente.** Las construcciones, así como la comodidad de sus ocupantes, son afectadas por los elementos del medio ambiente.

**a).- Transmisión del sonido en las construcciones.** La madera posee un índice de absorción sonora apreciable lo que disminuye la intensidad del sonido que se transmite. Esta puede ser reducida. Aún más controlando las fuentes eventuales y permanentes de sonido mediante un diseño adecuado de los ambientes y el uso de materiales absorbentes.

**b).- Humedad en las construcciones.** La madera, por ser un material higroscópico, tiene la cualidad de absorber humedad, sin llegar a

disolverse con el agua adquirida, en cantidades que varían de acuerdo a la humedad atmosférica y a la temperatura ambiental.

La madera puede absorber agua del medio ambiente por capilaridad y por absorción directa.

**3.3.2. Comportamiento de La Madera ante los Efectos de los Sismos.** El riesgo sísmico es en general difícil de estimar. Para ello deben considerarse los antecedentes sísmicos y la geología de la región. A nivel local las características del suelo son también importantes.

Los factores que alteran los efectos del sismo en las edificaciones son el tipo de suelo donde se encuentra implantada la edificación, el peso de la edificación y a la forma de la edificación.

La edificación de madera posee gran flexibilidad en sus elementos estructurales y además poco peso; esta característica le otorga grandes ventajas frente a la acción de un sismo. Sin embargo, se debe poner especial cuidado en otros elementos que constituyen la vivienda, sobre todo si son rígidos, previniendo posibles daños ocasionados por los desplazamientos del conjunto, como en el caso de las instalaciones sanitarias por ejemplo.

La ventaja fundamental de la madera en una estructura, ante la acción de un sismo, es la capacidad de amortiguar sus efectos evitando concentraciones de esfuerzos que pudieran generar una rotura, ya que absorbe y disipa energía debido a la naturaleza fibrosa de su composición anatómica.

**3.3.3. Comportamiento de la madera ante el fuego.** Todos los materiales resisten al fuego dentro de ciertos límites de acuerdo a su forma, dimensión y fabricación, pero cuando la temperatura es bastante elevada se queman, deforman, desintegran o funden. Por ello, el término incombustible sólo se aplica en sentido figurado a aquellos materiales que no arden ni sufren combustión dentro de ciertos límites de temperatura. La madera, por su carácter orgánico, tiene una reacción al fuego desfavorable ya que se requiere una temperatura de ignición de aproximadamente 275° C para que se inicie su combustión.

Hay algunos factores que influyen en el comportamiento de la madera ante el fuego:

- a).- El contenido de humedad alto.** Dificulta el proceso de combustión porque la condensación resultante enfría la temperatura ambiente, reduce la cantidad de oxígeno y retarda el punto de ignición.
- b).-El peso específico bajo.** Facilita la ignición. Entre dos piezas de madera con iguales dimensiones, se consumirá en más tiempo aquel de mayor peso específico.
- c).-Las secciones grandes.** Se deterioran gradualmente formando una capa de carbón que dificulta la transmisión de calor y obstaculiza la liberación de gases inflamables del material aún no afectado. Se considera que el índice de carbonización varía entre 3,5 y 6 cm/hora.
- d).-La forma de exposición.** Ante el fuego puede facilitar una mayor o menor propagación de la llama. Así por ejemplo, en un cielo raso de

celosía, la llama se propaga más rápido que en un cielo raso de superficie lisa hecho con tableros de madera.

### 3.3.4. Comportamiento ante el fuego de los Componentes de Madera en la Construcción.

**a).-Vigas, columnas y armaduras,** Siendo estas el sostén de la estructura, es importante que no colapsen en el caso de arder, la madera usada en sección grandes ofrecen mayor protección ante el fuego en este tipo de componentes.

**b).-Muros.** Deberán poseer una resistencia que ayude a confinar y dominar el fuego y a proteger la estructura. Un tabique con pies derechos de madera revestido de yeso en ambos lados, resiste igual que uno de acero con el mismo revestimiento o un muro de ladrillo de 11 cm de espesor sin revoque.

**c).- Pisos.** Es fundamental que no se desintegren o rompan al exponerse al calor y a las llamas. Un cielo raso con revoque aislante de arena, yeso o cemento aumentará la resistencia del entrepiso y, si está suspendido, alcanzará hasta una hora adicional de resistencia al fuego.

**d).-Techos.** Son ideales las cubiertas de asbesto, teja cerámica o madera tratada con ignífugos porque evitan la propagación del fuego de una edificación a otra, a través del techo.

Comparando un cielo raso de planchas metálicas sobre listones apoyados en viguetas de acero y otro de madera con una capa de yeso y arena adicional sobre listones apoyados en viguetas de madera, resistirá más tiempo a la acción del fuego el cielo raso de madera.

### 3.4. CONCLUSIONES GENERALES

El mercado comercial de la construcción exige mejores resultados económicos con buena calidad constructiva, y el medio ambiente necesita incorporar a la industria de la construcción objetivos ecológicos para una mejor calidad de vida humana. Para esto, se hace necesario considerar técnicas constructivas tradicionales que sirvan de punto de partida para el mejoramiento y optimización de los sistemas ya en uso, que mejor con materiales que respondan a objetivos económicos y ecológicos, como es el caso del producto natural renovable del bosque: “madera” por sus características propias, son de aplicación más apropiada para las construcciones rurales.

La construcción de objetos arquitectónicos con madera, por medio de técnicas constructivas se puede ir mejorando paulatinamente el déficit habitacional y la triste imagen habitacional que representa situaciones marginales con viviendas míseras.

La madera de construcción es aquella que se utiliza en la producción intensiva de elementos estructurales como vigas, correas, tiras, etc. o para la realización de estructuras portantes de un edificio, como por ejemplo techos, paredes, escaleras, etc.

Estas maderas convienen que sean de rápido crecimiento, baratas y no necesariamente de una alta calidad. La tendencia actual se orienta a la utilización de coníferas, maderas livianas, blandas y de bajo peso propio.

La madera para carpintería en cambio, es de tipo fina, es decir, de calidad superior, y se utilizan para la fabricación de puertas, ventanas, muebles, elementos de terminación y decoración interior.

#### 4. UTILIZACION DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES: ADOBE, TAPIAL y BAHAREQUE.

Durante siglos, en los campos y pequeños poblados del Ecuador e incluso dentro de las ciudades, el ciudadano ha construido su casa con la ayuda de su familia y vecinos, haciendo uso de materiales sumamente baratos y en algunos casos prácticamente sin valor monetario, como la tierra que la obtiene de su propio terreno, o la caña guadua que la consigue de la montaña, entre otros materiales.

Las construcciones en adobe, tapial y bahareque constituyeron durante siglos una solución al problema de vivienda popular, actualmente en lugar de mejorar dichos sistemas mediante aportes técnicos logrados en el país o extranjero, se empiezan a construir con materiales sofisticados y costosos. La paulatina desaparición de estas técnicas tradicionales de construcción, es de constante preocupación para quienes pretendemos rescatar tradiciones habitacionales.

La tierra como material de construcción genera bajo impacto en su entorno, la materia prima sale del desbanque en el terreno, no produce escombros, almacena calor y regula el clima interior al tener capacidad de absorber y repeler la humedad más rápido y en mayor cantidad que otros materiales.

Esta arquitectura busca poner en evidencia la naturaleza material de los elementos que la componen, potenciando sus cualidades estéticas, formales, estructurales y funcionales.



Las tecnologías tradicionales del barro de uso más divulgado pueden resumirse según el siguiente esquema:

#### BARRO - Sistemas constructivos tradicionales



## 4.1. SISTEMA CONSTRUCTIVO EN ADOBE

El barro es uno de los materiales de construcción más antiguos de la humanidad. Por decenas de siglos, el hombre ha mezclado arena y arcilla con paja para moldear ladrillos secados al sol, y que se conocen en muchos países con el nombre de adobes. Actualmente muchos países han promovido el uso de "materiales modernos", caros e inadecuados en detrimento de los diseños arquitectónicos tradicionales.

El adobe tiene la ventaja de ser un material de construcción de bajo costo o sin costo alguno, El barro constituye una excelente materia prima para la construcción ya que es abundante, económico y reciclable, excelente para regular el control de las variaciones de la temperatura ambiental en una habitación. Mezclado con fibra provee aislamiento acústico y térmico, absorbe olores y no es atacado por el fuego. Además, constituye un factor de estímulo a la creatividad, la estética y la flexibilidad de la obra arquitectónica.

### 4.1.1. Comportamiento del Adobe en la Construcción:

El comportamiento del adobe está ligado a las condiciones y constitución del suelo del cual proviene. Un suelo excesivamente arcilloso exigirá la incorporación de una mayor proporción de otros componentes para balancear su mayor capacidad de contracción-expansión que puede conducir a fisuras y deformaciones.

Tradicionalmente a la paja se la ha considerado comúnmente como parte esencial del ladrillo de adobe, sin embargo se ha demostrado

que no es tan cierto y los ladrillos de adobe contemporáneos no la usan. Su uso se creyó importante para dar rigidez al adobe, o evitar rajaduras al secarse. Lo cierto es que si la proporción de arcilla y arena es la correcta, no se la necesita. Si el adobe se raja al secarse es porque tiene mucha arcilla".

El adobe no se adhiere permanentemente a metal, madera o piedra en razón de su mayor variabilidad de comportamiento en dilatación-contracción. Sin embargo, en muchas obras se los encuentra juntos pero operando separadamente.

El mortero de barro ha sido sustituido, en el caso de bloques de adobe estabilizados, por morteros de cal y cemento pero los morteros de cemento, al ser más fuertes que el adobe no estabilizado y presentar diferente comportamiento de expansión-contracción puede contribuir a deteriorar el material de adobe utilizado. Cuando el adobe se utiliza como muro de carga sus secciones aumentan considerablemente y las construcciones rara vez exceden los dos pisos de altura.



#### 4.1.2. Desventajas del Adobe

- Los muros tienen una apariencia tosca y estos presentan agrietamientos y desprendimientos con facilidad.
- No se pueden realizar edificaciones de más de dos pisos, los vanos no podrán tener luces de grandes dimensiones.
- La humedad provocada por las lluvias o por la capilaridad de los cimientos produce daños en los muros de adobe.
- Existe un desperdicio de espacio en el área libre de las habitaciones debido al ancho de las paredes.
- Su comportamiento sísmico es deficiente al igual que su resistencia a la compresión.
- Requiere de una gran área para la elaboración de los adobes, los cuales se pueden romper fácilmente con la manipulación debido a su fragilidad.
- El tamaño de los bloques de adobe son demasiado pesados y grandes para manipularlos.
- Si no se hace una buena elección de la tierra para elaborar los adobes estos serán bloques de mala calidad.
- Existen limitaciones tanto constructivas como de diseño, en la altura, longitud, apertura de vanos entre otras.

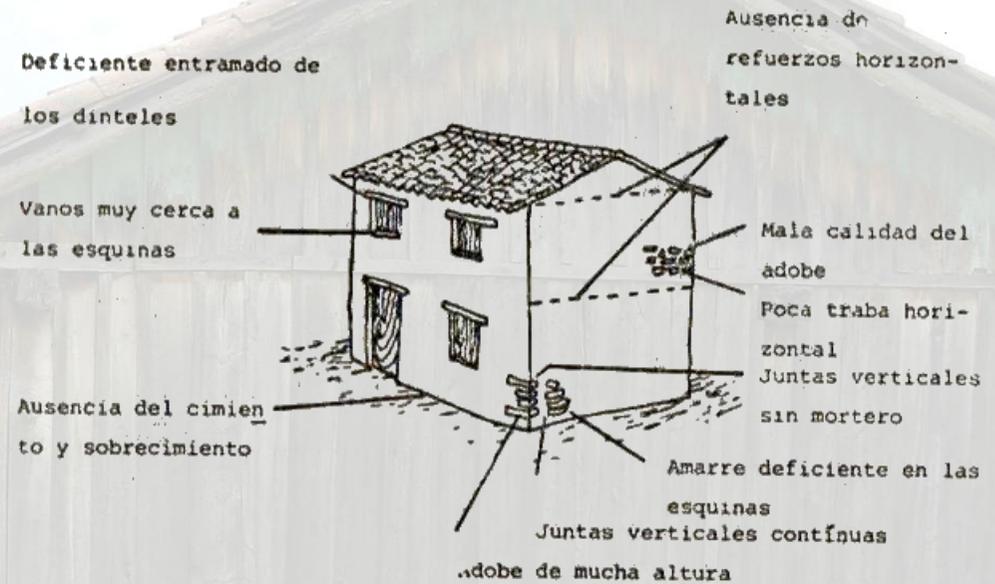
#### 4.1.3. Ventajas del Adobe

- El adobe economiza el uso de calefacción y ventiladores, ya que una casa de adobe durante los días soleados y calurosos se mantendrá fresca, y durante los días fríos estará cálida. Lo mismo durante los cambios de temperatura entre el día y la noche.

- La resistencia al sismo del adobe es alta, al realizarse una prueba de resistencia con un péndulo de demolición entre un muro de ladrillos y un muro de adobe. El de ladrillo resistió solo 7 embistes, el adobe el 22, el triple.
- Facilidad en el proceso de construcción; ya que no se requiere mano de obra calificada.
- Para elaborar los bloques de adobe se requieren materiales baratos, y se puede usar la misma tierra de las excavaciones del terreno donde se va a construir.
- Poseen gran durabilidad, si se da una protección adecuada contra la humedad.
- Rapidez de ejecución y acabados, una vez que los adobes se encuentran listos.
- Posee un excelente aislamiento térmico y acústico, ya que resiste los cambios climáticos.
- Resistencia al fuego alta, debido a que la tierra es su principal componente.

**4.1.4. Causas de fallas en las construcciones:**

1. Casas de dos pisos que no han sido consideradas contra sismos.
2. Mala calidad del adobe tanto en la materia prima utilizada como en la técnica de producción.
3. Tamaño inadecuado de los adobes, especialmente en su altura, que en la mayoría de los casos es demasiado grande.
4. Traba horizontal insuficiente entre los adobes, especialmente cuando están colocados de cabeza.
5. Trabas inadecuadas y deficientes en los encuentros de muros que producen juntas verticales continuas de tres y más hileras.
6. Fallas en las precauciones de los cimientos y sobrecimientos.
7. Deficiente mano de obra en la colocación de los adobes.
8. Dimensión incorrecta de los muros; poco espesor y excesivo largo y alto.
9. Vanos de puertas y ventanas muy anchos y poco empotramiento de los dinteles.
10. Muchos vanos y pocos llenos en la distribución del paño de muro.
11. Carencia de una cadena superior de amarre.
12. Techos muy pesados y soluciones constructivas deficientes en su empalme con los muros de adobe.
13. Poca o ninguna protección de los muros contra su debilitamiento frente a la erosión y la intemperie.
14. Uso exagerado de muros de soga.
15. Vanos muy cerca de las esquinas.

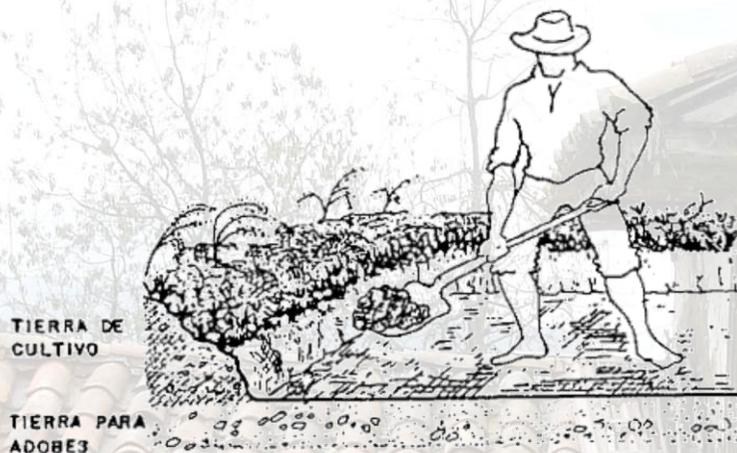


**4.1.5. Características de procedimiento constructivo**

El adobe es una pieza para construcción hecha de una masa de barro (arcilla y arena) mezclada con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol; con ellos se construyen paredes y muros de variadas edificaciones. Se elabora con una mezcla de un 20% de arcilla y un 80% de arena y agua, se introduce en moldes, y luego se deja secar al sol por lo general unos 25 a 30 días. Para evitar que se agriete al secar se añaden a la masa paja, crin de caballo, heno seco, que sirven como armadura

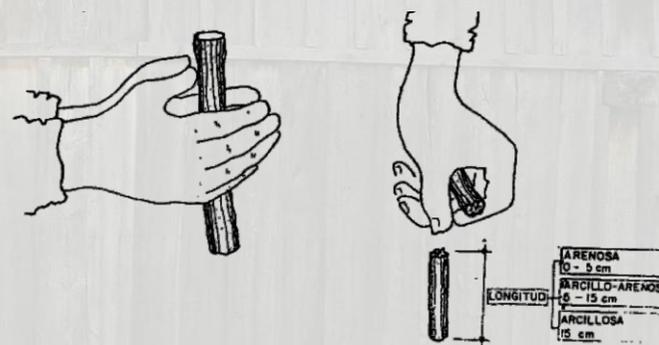
**a).- Selección de la tierra:** la tierra para fabricar los adobes debe estar formada por 25 a 45% de limos y arcilla y el resto de arena. La

proporción máxima de arcilla será del 15 al 17% y la tierra no debe ser de cultivo.



Si la tierra donde se va a ejecutar la obra no es de buena calidad, se busca una cantera teniendo en cuenta su calidad, volumen y cercanía a la obra; luego se procede a extraer y ablandar la tierra. Luego se debe preparar una porción de barro en el suelo seleccionado, para conocer su calidad y hacer las pruebas de campo. Según los resultados se puede agregar arena o arcilla para lograr un suelo apropiado (arena: 55% - 75% y limo – arcilla: 25% - 45%) Luego se realizan las pruebas de campo: una consiste en hacer un rollo de 2 cm de diámetro aproximadamente con las manos e irlo soltando lentamente. Si se rompe a menos de 5 cm, tiene mucha arena; a más de 15 cm., tiene mucha arcilla y entre 5 y 15 cm., la proporción de arcilla y arena es la adecuada.

La otra consiste en formar esferas de 2 cm. de diámetro y apretarlas entre los dedos; si se disgrega completamente, tiene mucha arena; si se aplasta sin disgregarse tiene mucha arcilla pero si se fracciona en pocos pedazos, la proporción arena – arcilla es buena.



**b).- Preparación del Barro:**

Acumular suficiente tierra y retirar las piedras mayores de 5 mm u otros elementos extraños, si es necesario cernir la tierra para lograr una buena granulometría, que permitirá hacer una mezcla de barro uniforme. Mantener el suelo en reposo húmedo durante 24 horas, lo cual facilitara el mezclado. Agregar al barro la cantidad adecuada de agua y realizar el mezclado con palas y rastrillos hasta obtener una mezcla húmeda. Amasar el barro pisando y caminado de forma enérgica. Añadir paja al barro son una proporción de 20% en volumen y seguir amasando hasta que la mezcla esté homogénea.



### c).- Fabricación del adobe:

El modelado puede ser tradicional, utilizando moldes sin fondo y vaciado la mezcla en el molde sobre el tendal o también utilizando moldes con fondo, que permiten producir adobes más uniformes, más resistentes y de mejor presentación.

Se inicia preparando un tendal limpio, sin sales, nivelado y protegido del sol y se espolvorea arena en la superficie. Preparar y limpiar las adoberas antes de cada uso, llenarlas con mezcla y llevarlas al tendal para desmoldarlas, dejar secar los adobes por cinco días o más, luego ponerlo de canto para completar su secado se los puede utilizar después de 4 semanas, aproximadamente.



### d).- Cimentación:

Se realiza el trazado en el terreno limpio y nivelado, se procede a la excavación de las zanjas, se realiza la cimentación corrida de hormigón ciclópeo y un sobrecimiento de 20cm aproximadamente.



### e).- Muros:

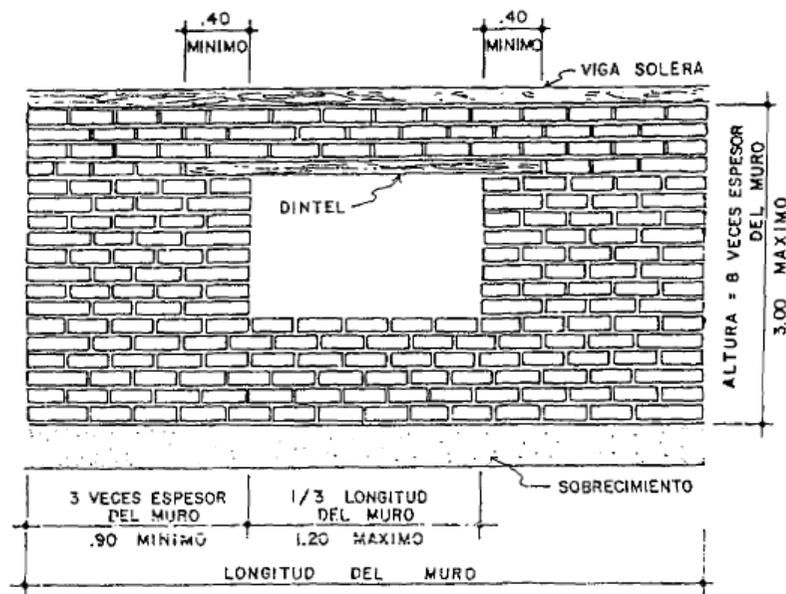
Encima del sobrecimientos se procede a colocar las hileras de adobe, con un nivel se verifica que las hiladas de adobe estén alineadas correctamente, y con la ayuda de la plomada se verifica la verticalidad para que esta esté uniforme durante todo el proceso del alzado de los muros.

La longitud del muro tomado entre dos muros perpendiculares a él, no debe ser mayor que 10 veces su espesor.

La altura máxima de los muros no debe ser mayor que 8 veces su espesor.

Todos los vanos deberán estar centrados. El ancho de un vano no debe ser mayor que 1.20 mts.

Para reforzar los muros horizontalmente se colocan carrizos cada 4 hileras y como refuerzo vertical se colocan cada 60 cm. Al concluir el alzado se coloca la viga solera sobre todos los muros, se puede utilizar madera aserrada o rolliza.



**f).- Cubierta:**

La cubierta se coloca sobre las vigas soleras. Debe ser liviana, formada por viguetas, correas de madera. El revestimiento generalmente es de teja artesanal.



**4.2. SISTEMA CONSTRUCTIVO EN TAPIAL**

Esta tecnología tradicional, que ha acompañado a la del adobe desde los inicios de la civilización, se distingue en su construcción, en el hecho de que su masa es sometida a una presión o prensado que reduce el nivel de humedad en la mezcla así como también la posibilidad de penetración futura de la misma en las paredes de la edificación creada. Además la tierra comprimida se utiliza preferencialmente en la construcción de paños de paredes.

El tapial transpira al igual que el adobe por ser un material higroscópico y tiene una capacidad de difusión, su composición principal es tierra con algún aditivo como paja o crin de caballo para estabilizarlo, o la colocación de pequeñas piedras para conseguir un resultado más resistente. No es recomendable cualquier tipo de tierra para construir tapias para mejorarlas generalmente se le añade

áridos y cal con el propósito de mejorar la resistencia de los muros. Tradicionalmente se identifican dos tipos de tapia: la tapia real que incorpora cal mezclada con barro y la tapia común que opera basada en barro únicamente. La materia prima utilizada en la construcción de tapia y, en general, de todos los sistemas constructivos que hacen uso de tierra, debe ser cuidadosamente cernida a objeto de eliminar impurezas vegetales que, al pudrirse, pueden originar cavidades y deformaciones en el interior del producto acabado.



Detalle de muro de tapia Modo de ejecución del tapial

#### 4.1.1. Desventajas del tapial

- Se altera con la lluvia por lo que requiere de un revoque de tierra-arena o de cal – arena.
- Requiere de una secado completo de los muros antes de realizar la estructura de cubierta, de lo contrario puede verse afectada su resistencia a la compresión.
- Dificultar en la realización de aberturas ya que se realiza después de elaborar el muro.

- Debe protegerse de la lluvia durante la época del secado.
- Necesita una excelente hermeticidad en los cimientos para evitar la humedad en los muros.
- Rigidez en la forma (ortogonal) y la mano de obra es mayor que en el adobe.

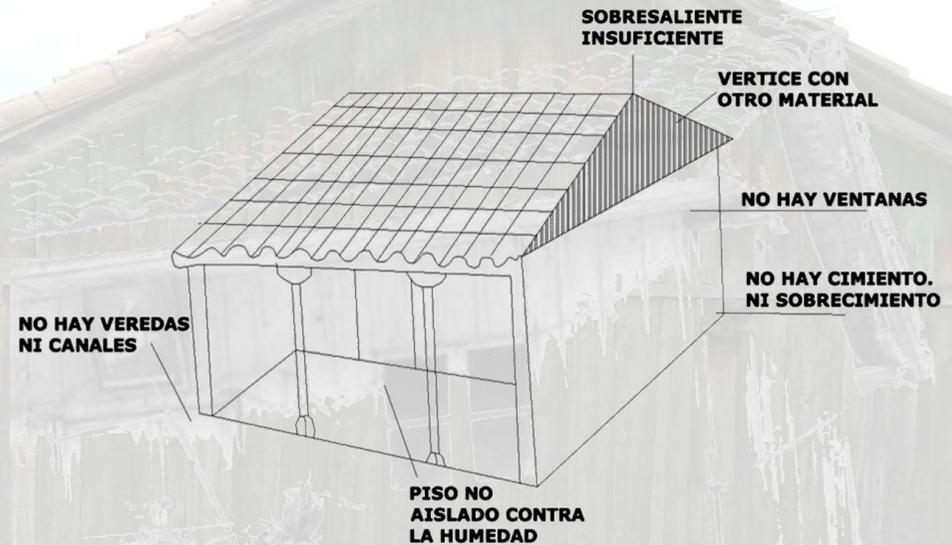
#### 4.1.2. Beneficios del tapial

- Bajo mantenimiento; solidez y sentido de estabilidad y permanencia derivado de la forma construida.
- Homogeneidad del muro y realización de una gran cantidad de obra en una sola operación.
- Ambiente saludable interno, ausencia de parásitos en los muros, ningún pudrimiento.
- Resistencia al fuego.
- Ahorros y Economías en cuanto a la administración del sistema de aire acondicionado de la edificación; adecuada protección climática.
- Bajo costo por la materia prima y ahorro de mano de obra y tiempo.
- La tierra prensada posee una muy elevada masa térmica (es decir, habilidad para almacenar calor). En los países de clima frío, esto constituye un invaluable recurso en los diseños de sistemas pasivos de energía solar. Durante el invierno, la pared actúa como un acumulador de energía calórica a los rayos del sol, que luego irradia al interior de la edificación compensando el incremento de frío en la temperatura ambiental y actuando como un regulador climático en la edificación. Durante el verano, el diseñador debe prever adecuada protección solar sobre las paredes (prolongación de quebrasoles y otros recursos que impidan el recalentamiento excesivo de las paredes de la edificación). De existir una marcada caída de temperaturas nocturnas

con relación a las diurnas las paredes "respirarán" hacia afuera el exceso de calor acumulado durante el día antes de que el mismo haya logrado penetrar al interior de la edificación. Un manejo apropiado de la ventilación de los espacios de la vivienda puede mantenerlos frescos durante las horas diurnas.

#### 4.1.3. Causas de fallas en las construcciones

1. Mala calidad de la tapia con relación a la materia prima, es decir utilización en el sitio.
2. No existencia de aleros.
3. Sin entramado los encuentros de muros.
4. Carencia de cimientos y sobrecimientos.
5. Falta de protecciones adecuadas contra la humedad en muros y pisos.
6. Mal empotramiento de los dinteles
7. El vértice con otro material que el tapial.
8. Falta de desagües, tales como canales y veredas.
9. Sobresalientes del techo insuficientes a los lados de la casa.
10. Ventilación inadecuada (falta de ventanas).
11. Madera sin ninguna clase de tratamiento ni ventilación.

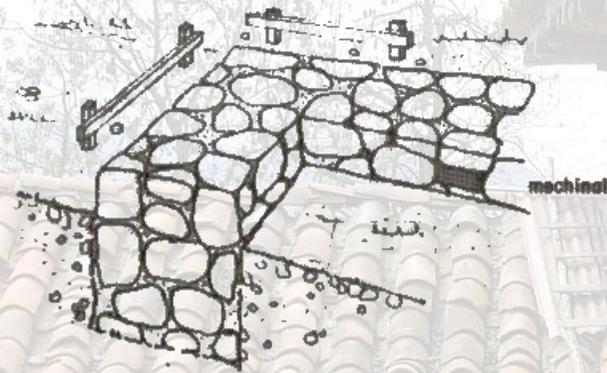


#### 4.2.4. Características del Procedimiento Constructivo

Las viviendas de tierra prensada poseen comúnmente paredes mucho más gruesas que las requeridas por otras tecnologías pudiendo alcanzar los 90 cm. La construcción de estos muros se realiza mediante el uso de formaletas de hierro o de madera colocadas sobre fundaciones de piedra o de concreto y aplicando gradualmente, unas sobre otras capas de material húmedo de 15 a 20 cm. de espesor. Se aplican entonces pisones hidráulicos que comprimen cada capa reduciendo el volumen de humedad en un 25 a 30 %. Una vez que las capas de barro apisonado alcanzan la altura deseada, se retiran los moldes y se deja secar a la pared. Generalmente se añade a la mezcla como estabilizador el cemento portland.

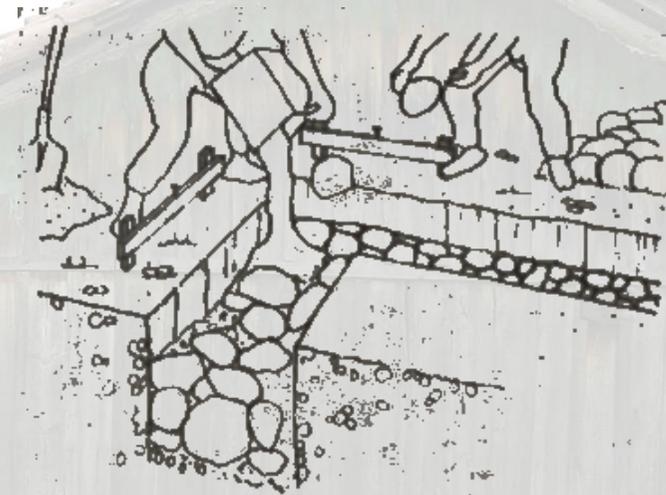
**a).-Cimentación.** Elaborada la excavación se realiza el cimiento corrido, teniendo especial cuidado en que las piedras queden perfectamente trabadas, el mortero utilizado tradicionalmente puede ser cemento-tierra y grava.

**COLOCADO DEL CIMIENTO**



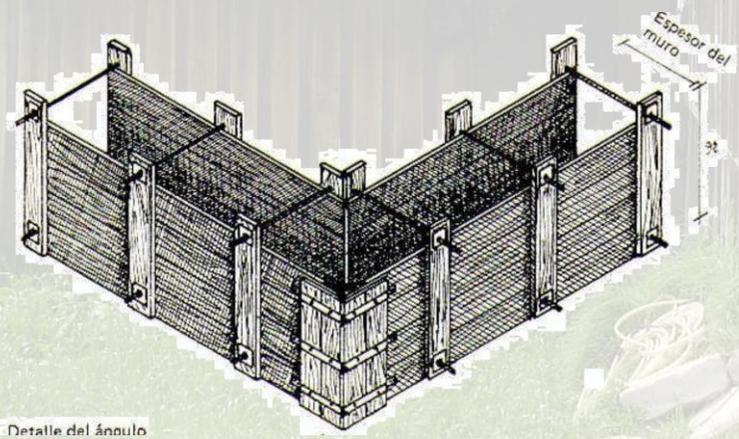
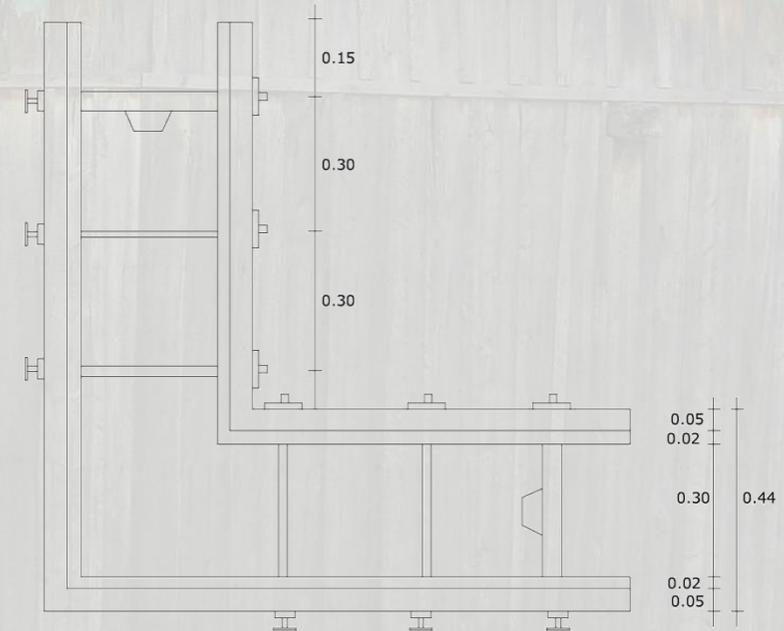
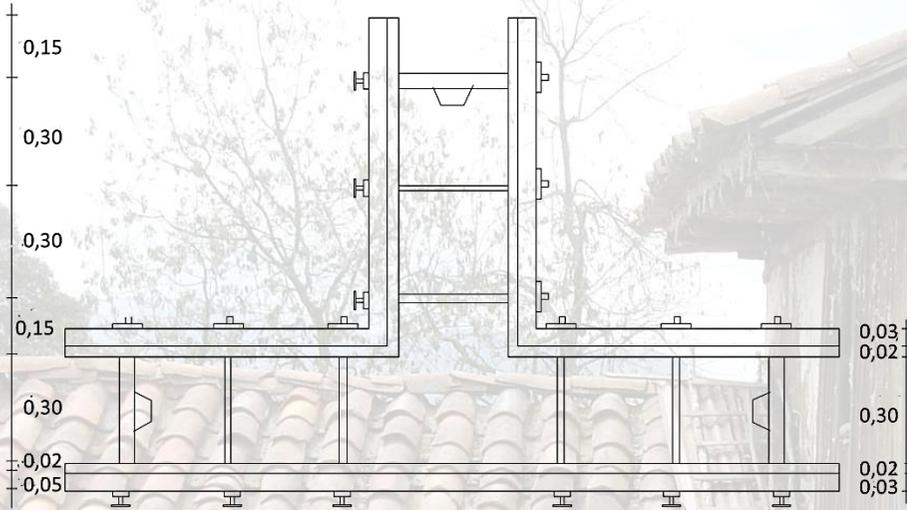
**CIMIENTO Y SOBRECIMIENTO**

**b).-Sobrecimiento.** Es indispensable que este tipo de construcciones, el sobrecimiento tenga una altura no menor a 30 cm, con el fin de protegerlo de la humedad, utilizando el mismo mortero de unión del cimiento y dejando muy bien nivelado al terminar, también es importante dejar ductos de ventilación para pisos, considerar tendido de tuberías para evacuación de aguas servidas y lluvias.



**COLOCADO DEL CIMIENTO**

**c).- Encofrados.** Los tableros pueden ser de madera contrachapada, van clavadas a una estructura de madera para dar rigidez al tablero con lo que se evitará deformaciones en el momento de apisonado y para dar una mayor sección de apoyo. Las tiras sirven para dar mayor rigidez y apoyo a los pernos pasantes.



Detalle del ánnulo

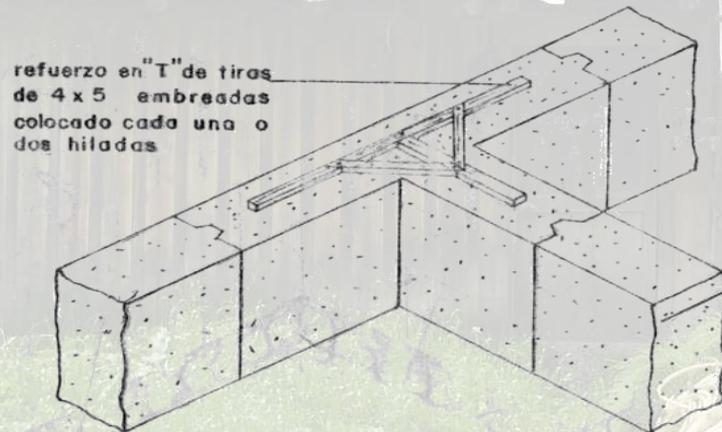
**d).- Muros:** Una vez verificados los ejes y debidamente trazadas las paredes, en el sobrecimiento, se procede a la colocación del cofre para el apisonado del primer bloque, empezando de preferencia por una esquina.

El cofre se debe colocar, cuidando en mantener los niveles horizontales y verticales, para luego verter el material, colocando la

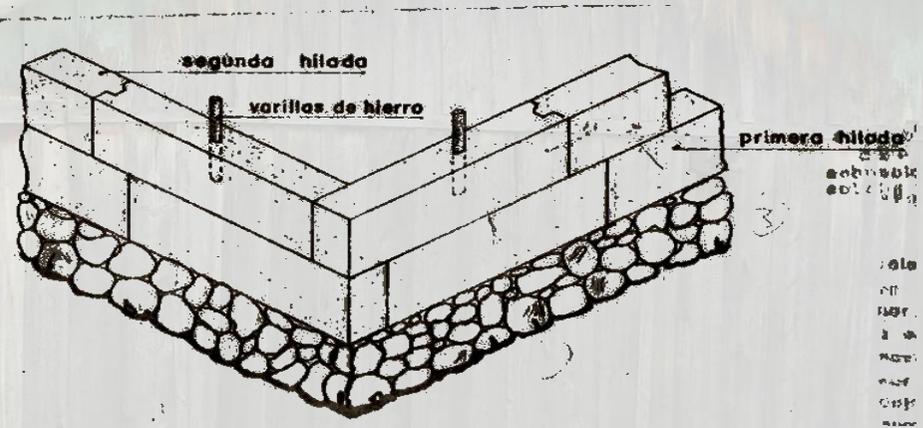
primera capa de 10 a 15 cm de altura y poder empezar su apisonamiento, el procedimiento se lo realizará hasta completar el alto del cofre.



Durante la elaboración del muro se deberá tomar precauciones como la colocación de cajetines, y tubería de instalaciones eléctricas, para vanos de puertas y ventanas se deberá ir colocando los tacos de madera al momento de apisonar.



ELABORACIÓN DE MURO EN TAPIAL

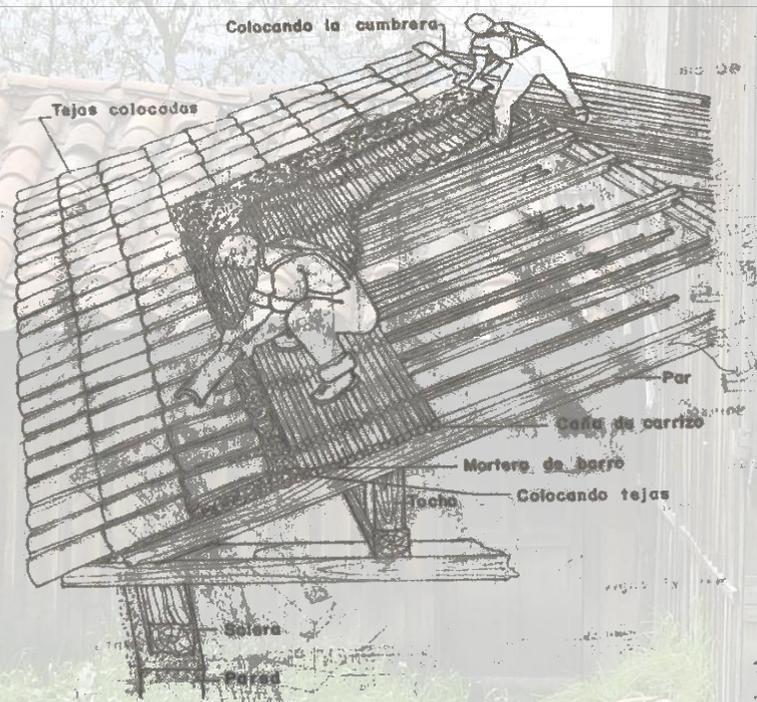


REFUERZOS HORIZONTALES EN MUROS



**e).-Cubierta**

Cuando la pendiente de la cubierta es muy pronunciada es conveniente amarrar cada teja para evitar que se deslicen. El carrizo debe ser pelado para evitar que se pudra y entre la polilla. Para asegurar las tejas, se formará una pasta de barro que se extiende de abajo arriba sobre los carrizos.



ARMADO DE CUBIERTA



VIVIENDA TRADICIONAL EN TAPIAL



VIVIENDA MODERNA EN TAPIAL

### 4.3. SISTEMA CONSTRUCTIVO EN BAHAREQUE.

La tecnología del bahareque (bajareque o pajareque como se la denomina en otras latitudes) ha sido durante siglos una de las más populares formas de construcción tradicional de bajo.

En principio, el bahareque constituye una tecnología constructiva constituida por un entramado de cañas sobre el cual se ha extendido manualmente una gruesa capa de barro. La vivienda así elaborada se apoya generalmente en el uso complementario de horcones y de techos de palma entretejida para brindar un refugio ambiental y climático a las clases más desposeídas. Esta tecnología utilizada consistentemente a través del tiempo cayó progresivamente en desuso durante la segunda mitad del siglo XX.



#### 4.1.4. Desventajas del bahareque

- Inseguridad de protección de la vivienda contra el riesgo de incendio.
- Contracción en el secado.
- Existen parásitos que pueden desarrollarse en la paja y la madera.

- Requiere de mano de obra experimentada en relación al tapial y al adobe.
- Conviene realizar en lugares donde hayan los materiales requeridos para la construcción, especialmente la madera.

#### 4.1.5. Beneficios del Bahareque

- Regula la humedad del ambiente y almacena el calor en los muros.
- Tiene alta resistencia a la compresión y a los esfuerzos laterales, además posee un buen comportamiento sísmico.
- Posee un excelente aislamiento térmico y acústico.
- El espesor de los muros son de menor espesos que el adobe y el tapial, 10 – 15 cm. aproximadamente.
- Bajo costo de la construcción.
- El bahareque es un sistema de ejecución rápida, mayor que la del adobe y el tapial.
- El uso de material reutilizable y la autoconstrucción.
- La técnica, además, cumple con las condiciones anti sísmicas por la flexibilidad y su estructura alivianada
- Se usan materiales obtenidos de materias primas locales (abundantemente disponibles).
- Usa procesos que involucran poca energía, reduce sensiblemente el impacto ambiental.
- El uso de materias locales redunda en menores tiempos de transporte, reduce el consumo de combustible y la contaminación ambiental.

#### 4.1.6. TIPOS DE BAHAREQUE

El bahareque tradicional es el origen de nuevas formas de construcción de esta técnica dependiendo de la adición de nuevos materiales como la cal, el cemento, entre otros.

**a).- Bahareque tradicional (tierra viva)** Se basa en una estructura de madera a la que se le añade un recubrimiento de tiras de carrizo o madera rolliza de 3 cm ó 4 cm de diámetro y sobre estas capas se agrega barro con paja y pedazos de piedra o ladrillo, dependiendo de la zona donde se construya.

Formado por dos vigas de madera, una en la base y otra en la parte superior del muro, que se sujetan a los pilares por medio del ensamble más común (caja y espiga); esta unión es clavada y en algunos casos colada y clavada. A este marco de madera se le van añadiendo tiras, varas o chagllas o carrizos, que se sujetan mediante perforaciones en las vigas y se unen transversalmente con elementos similares colocados en las dos caras y se atan mediante fibras vegetales a manera de cruz. Este bahareque tiene un espesor de 10 cm para interiores y entre 15 cm y 20 cm para exteriores.

consiste en una edificación sostenible, ecológica, bioclimática, este sistema constructivo permite elaborar viviendas de uno y dos niveles.



**b).- El bahareque parado:** Es usado de manera especial por la comunidad indígena de Saraguro en la provincia de Loja, respetan una secuencia de construcción y de acuerdo a la carga que debe resistir cada elemento, se le asigna la calidad de madera requerida. Se inicia la construcción nivelando el terreno o haciendo el terraplén, luego proceden a hacer excavaciones de aproximadamente 60 cm de profundidad, dentro de ellos colocan las basas que son piedras talladas que sobresalen entre 20 cm y 40 cm del nivel natural del terreno donde se anclan los pilares, aproximadamente cada 1,64 m (2 varas) en las fachadas principal y posterior de la vivienda; en los costados, la separación entre los pilares es de, aproximadamente, 3,28 m (4 varas). Luego se colocan los parantes que son elementos de madera rolliza y de 10 cm a 15 cm de diámetro, tienen una espiga que se inserta en la viga solera y su parte inferior va clavada al suelo, los parantes son colocados, aproximadamente cada 40 cm entre sus ejes.

Sobre los pilares y los parantes se clavan las tiras, son elementos de madera de aproximadamente 5 cm a 10 cm de alto por 3 cm a 4 cm de espesor, debidamente clavados a las caras exteriores de los pilares, de igual manera se colocan tiras a media pared para evitar deformaciones en los parantes. Armados los pilares, se procede al montaje de la solera de sección cuadrada de aproximadamente 18 cm de lado donde luego se apoya la cubierta.

Luego se colocan las vigas de madera rolliza de aproximadamente 14 cm de diámetro que van sobre las cabezas de los pilares. Se colocan los pilares con un horcón al final donde se apoya el cumbrero de la cubierta, posteriormente entre los parantes se colocan otras tiras rollizas denominadas aginchi que reducen la separación máximo a 20 cm.

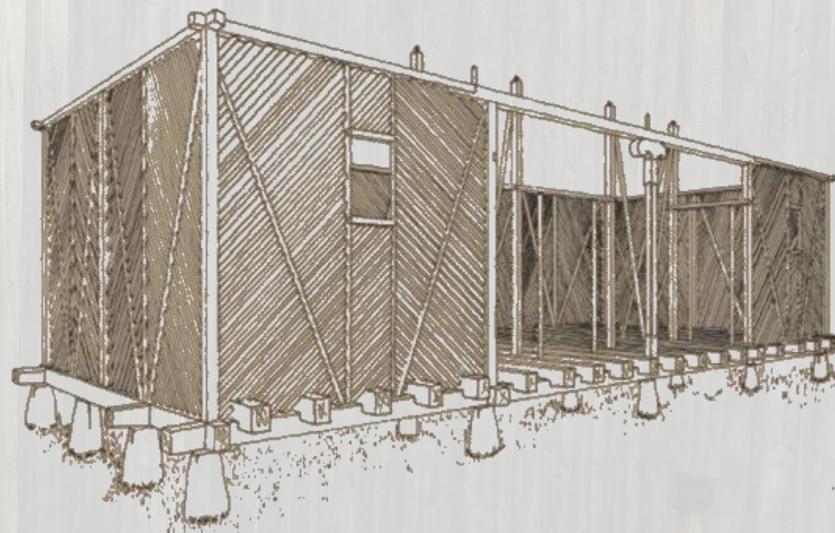
Se arman los marcos de puertas y de ventanas y se colocan las viguillas que sujetan, en la media luz, a las paredes laterales exteriores con la pared interior contigua y paralela, evitando el desplazamiento lateral en aquellas que no están sujetas por las vigas de la cubierta. Finalmente se atan todos los elementos con fibras naturales y se procede al embarrado y relleno de tierra con paja y a la terminación de la cubierta común armado similar al de la pared y luego un entejado con tejas de arcilla cocida que ha reemplazado a la paja.

### c).- El bahareque galluchaqui

Es una mixtura entre el bahareque parado y los conocimientos de los mestizos, se usa en lugares húmedos y se aísla el muro del nivel natural del terreno mediante una trama de vigas de madera sobre basas de piedra.

Los pilares son sujetos e inmovilizados mediante diagonales de madera y los parantes no se colocan de manera vertical sino a 45°, lo que da una mejor respuesta a las sollicitaciones del sismo. Este bahareque se lo viene usando desde hace unos 30 ó 40 años atrás y se utiliza para construcciones de dos plantas donde la planta inferior puede ser de adobe u otro material. Es muy utilizado en Loja, Morona Santiago y Zamora Chinchipe.

En ninguno de los dos casos se acostumbra dar un acabado a la pared, se le deja con la misma textura del embarrado de lodo y fibra.



**d).-Bahareque Encementado:** El bahareque encementado es un sistema estructural de muros que se basa en la fabricación de paredes construidas con un esqueleto de guadua, o guadua y madera, cubierto con un revoque de mortero de cemento aplicado sobre malla de alambre, clavada en esterilla de guadua que, a su vez, se clava sobre el esqueleto del muro.

Entramado.- El entramado está constituido por dos soleras o elementos horizontales, inferiores y superiores, y pie-derechos o elementos verticales, conectados entre sí con clavos o tornillos. El marco del entramado, es decir las soleras y los pie-derechos exteriores, pueden construirse con guadua o con madera aserrada. El resto del entramado se construye con guadua. Puede contener diagonales.

Recubrimiento.- El recubrimiento se fabrica con mortero de cemento aplicado sobre malla de alambre. La malla debe estar clavada sobre esterilla de guadua, o sobre un entablado.



#### 4.1.7. Causa de Fallas en las Construcciones

1. Inestabilidad y presiones del suelo
2. Falta de protección de la madera
3. Defectos en las uniones y ensambles de la estructura de madera.
4. Falta de impermeabilización, provocando la capilaridad.
5. Defectos de ejecución en la elección de materiales adecuados.
6. Mala dosificación de los morteros.
7. Defecto de las cimentaciones.

#### 4.1.8. Características del Procedimiento Constructivo

##### a).-Cimentación:

Los sistemas de cimentación en el bahareque pueden ser tres: cimentación aislada, corrida o losas de cimentación.

**a.1).-Cimentación asilada:** este sistema consiste en colocar las soleras inferiores directamente sobre piedras basas en todos los encuentros

de las paredes, para luego rellenar el espacio desde el suelo hasta la solera con pequeñas piedras y mortero, o a su vez se coloca la piedra basa sobre una piedra plana colocada al fondo de la excavación, la cual evita el punzonamiento; luego se procede a rellenar el espacio alrededor de la piedra, dejándola levantada aproximadamente 20 cm sobre el nivel del suelo. En la parte superior se deja un hoyo que sirve para recibir la espiga de los pilares de la estructura.



**a.2).-Cimentación corrida:** es un elemento soportante que se elabora bajo el nivel de terreno, esta recorre todo el perímetro e interior de la construcción, por donde se levantarán los muros, sin interrumpir en los vanos de las puertas y ventanas. Esta consiste en excavar una zanja la cual debe ser compactada, se la rellena con piedra de río colocadas en capas de 30 a 40 cm. intercaladas con otras de mortera de cemento-arena.



**b).-Sobrecimiento:** El cimiento debe construirse hasta unos 20 o 40 cm., sobre el nivel del terreno con el objeto de proteger la estructura de la humedad, generalmente se lo elabora con un mortero de mayor calidad.

**c).-Muros:** Luego de realizada la cimentación se colocan las soleras de madera, se anclan los pilares en cada esquina o cruce de paredes, y se ubican los pies derechos cada metro, sobre estos se ponen las soleras de entepiso o de cubierta.

Una vez que se arma la estructura principal se procede a armar los dinteles, panas y medianeras que se arriostan por medio de diagonales, formando una triangulación, para hacerla indeformable.

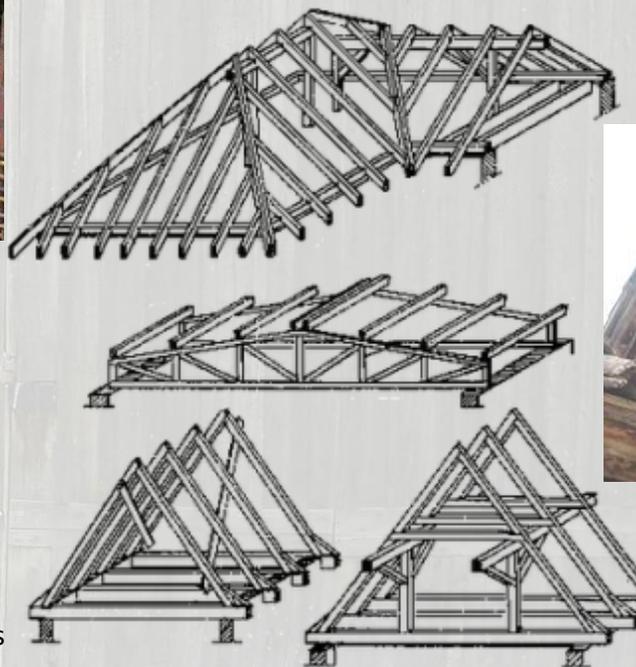
Luego de tener concluida la estructura de madera, se van colocando los varejones entre las diagonales y las soleras de piso y cubierta, entre riostras y soleras, dinteles y soleras, peana y riostras o soleras, estos van colocados mediante caja y espiga, después se coloca un entirado con tiras de 2 x 2.5 cada 15 cm. de distancia entre los de las caras exteriores e interiores, la cavidad que queda formada por las tiras se

procede a rellenar con barro, paja y pedazos de piedra, de tal suerte que este relleno nos permita armar un revoco que se realiza con un mortero de barro con paja picada y batida, de esta manera se obtiene una capa que al secarse se triza y las grietas son rellenas con un nuevo revoco que nos permite llegar a una superficie más pulida y homogénea lista para luego de dejada secar podamos proceder al empañete pulido secado, y preparado para el acabado final con la pintura.

base a una retícula satisface la luz de un extremo a otro de la edificación, participando la parte baja de las cerchas de la cubierta como vigas de cielo raso, para posteriormente recibir el enchacleado de cornisa o estuco dependiendo del caso. Los elementos que conforman la cubierta son; tirantes, cubrero, pares, tochos, correas que se colocan a partir del bocacinta y cuya distancia depende del tipo de recubrimiento, en el caso de la teja se colocan tiras y las tirillas, el material de impermeabilización y a continuación se amarra la teja.



**d).-Cubierta:** La cubierta debe ser armada de tal manera que las cargas sean distribuidas en forma ordenada y uniforme sobre las soleras, en



#### 4.4. CONCLUSIONES GENERALES

La paulatina desaparición de estas técnicas tradicionales de construcción, resulta una preocupación constante ya que dichos sistemas constituyeron durante siglos una solución al problema de la vivienda popular.

Los sistemas constructivos tradicionales han demostrado a lo largo del tiempo que a pesar de ser una arquitectura empírica y de poca tecnología es una construcción resistente a los efectos atmosféricos y sísmicos producidos para la naturaleza. En las regiones andinas hasta hoy la solución de construcción con tierra no tiene alternativa viable por su doble aspecto: económico y de protección climática (bajas temperaturas en la noche y sol durante el día). El adobe o tapial trabaja como un acumulador térmico de doble dirección, que conserva la temperatura interior relativamente uniforme.

En estas edificaciones se utiliza material propio de la zona lo que implica baja inversión, y por ende ha solucionado el problema de vivienda popular, siendo estos sistemas los únicos utilizados en décadas anteriores. Además dichas construcciones han resultado problemas térmicos y acústicos, en el caso del bahareque ha resuelto problemas de esfuerzos horizontales como son los sismos.

La construcción en tierra debidamente ejecutada, es estable, pero, lamentablemente la carencia de normas hace que se omita mucha información existente sobre criterios adecuados para su construcción.

Pese a sus muchas virtudes, no se debe caer en la idealización de la construcción con tierra. Algunas de sus desventajas pueden ser las necesidades de mano de obra y tiempo para la construcción, el mantenimiento anual para su correcta conservación, la necesidad de una buena distribución de las cargas si existen varios niveles, o sus limitaciones a la hora de aplicarla en entornos urbanos y densificados. Sin embargo, las cualidades de la tierra como material ecológico destacan en estos momentos en los que la edificación y las viviendas constituyen uno de los mayores causantes de impacto sobre el planeta.

## CONCLUSIONES GENERALES DEL CAPÍTULO

El análisis bibliográfico de la madera en los diferentes sistemas constructivos tradicionales realizado en el presente capítulo, nos permite concluir que es posible construir viviendas de buena calidad y duración, condiciones de habitabilidad excelentes, económicamente competitivas y buenos diseños, usando la madera como material básico.

Este material tiene innumerables ventajas y nos permite tener una casa liviana, durable, sismorresistente, resistente al fuego y si a ello le agregamos las experiencias, investigaciones y aportes hechos por nuestros constructores anónimos del pueblo podremos decir, que la madera sola o combinada con otros materiales puede aportar con importantes soluciones para los problemas de vivienda que aquejan al país.

Las diferentes características que posee la madera, es lo que la hace estar un lugar privilegiado dentro del rubro de la construcción, ya sea en obra gruesa, terminaciones, o como ornamento. Además debemos considerar que el costo que tiene este producto en el mercado, tiene directa relación con tipo de madera y su utilización.

Podemos afirmar que los errores patológicos encontrados en la construcción en tierra se ubican generalmente en las fases y en los elementos que tienen relación con la implantación, la cimentación, la elaboración de adobes, muros, esquinas, encuentros de paredes, vanos, diseño y construcción de la cubierta y, evidentemente, las características de la mano de obra.

Creemos que es importante que se logre normar la construcción con tierra y en general con materiales alternativos y de esta manera formalizar el uso de estos materiales y exigir la capacitación de los técnicos en todas las instancias de formación.

Las ventajas de cada técnica dependen del lugar donde se desarrolla y los aspectos ambientales del entorno. Por ejemplo, en climas fríos responden técnicas el adobe, pero si es de sismicidad media la indicada es el bahareque.

Es muy importante la posibilidad de acceder a recursos y materiales para construir casas con recursos que causen menos impacto al entorno o medio ambiente y a la sociedad; es decir que asegure un bienestar para las generaciones futuras y sea más amigable al medioambiente.

La puesta en obra de las construcciones tradicionales, pida ciertos requisitos, a veces muy diferentes de la construcción convencional, es en sí mismo un sistema de edificación sencillo. Es muy fiable como barrera térmica y acústica, igual que en su resistencia al fuego, resistente a los cambios bruscos de temperatura, al pasaje del tiempo.

Otra ventaja, es sin duda, el ambiente cálido que crea, además de su color natural de acabado, aunque más difícil de medir científicamente, se nota apenas pasar la puerta.



## 5. ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN MADERA

Siendo el objetivo de nuestra tesis identificar el sistema constructivo utilizado en las viviendas Patrimoniales de La Parroquia Turupamba, en el presente capítulo recopilaremos información de los diferentes sistemas constructivos en madera mediante detalles que conforman los diferentes elementos que constituyen una edificación como son: pisos, tabiques, columnas, vigas, cubiertas y demás; Tomando esta información como punto de partida para el posterior estudio del sistema utilizado en las viviendas de la Parroquia Turupamba de donde pretendemos realizar un análisis de la tecnología y materialidad utilizada en las mismas por lo cual diseñaremos una ficha que nos servirá como herramienta para el registro técnico de los diferentes elementos de la vivienda. Para lo cual elaboraremos un estudio detallado de las viviendas que resulten seleccionadas mediante los criterios de selección determinados posteriormente, de preferencia aquellas que muestren condiciones de adaptabilidad al entorno y valor urbano – paisajístico.

Estos modelos de vivienda seleccionados pretenden evitar el deterioro progresivo del medio rural debido a los sistemas de vivienda elaborados por el Gobierno Estatal en los últimos años, realizando una comparación técnica, constructiva funcional y morfológica de los mismos, con el fin de establecer las ventajas y desventajas de estos sistemas para poder diseñar una vivienda que no solo satisfaga al usuario sino también se adapte al entorno rural.

### 5.1. ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL SISTEMA

Para el análisis de los elementos estructurales, vemos la necesidad de elaborar la presente cartilla de consulta rápida donde se detallen los diferentes elementos constructivos recomendados para la construcción de una vivienda en madera, para ello hemos hecho uso de algunos detalles de la Cartilla de Construcción con Madera, Edificaciones en Madera de la Universidad Bio Bio y diferentes Tesis.

Los detalles a continuación registrados son los más recomendados para la construcción de viviendas en madera, no por ello son las únicas y definitivas. Los sistemas tradicionales han demostrado no ser una tecnología sino más bien una técnica pues han sido elaboradas mediante los conocimientos del constructor y propietario, lo cual nos permitirá establecer una comparación de la resistencia, durabilidad y adaptación al entorno rural de las dos experiencias.

# **CARTILLA DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

CIMENTACION **DETALLE**

CIMENTACION CORRIDA  
 MURO DE MADERA  
 TERRENO EXCELENTE, BUENO Y REGULAR

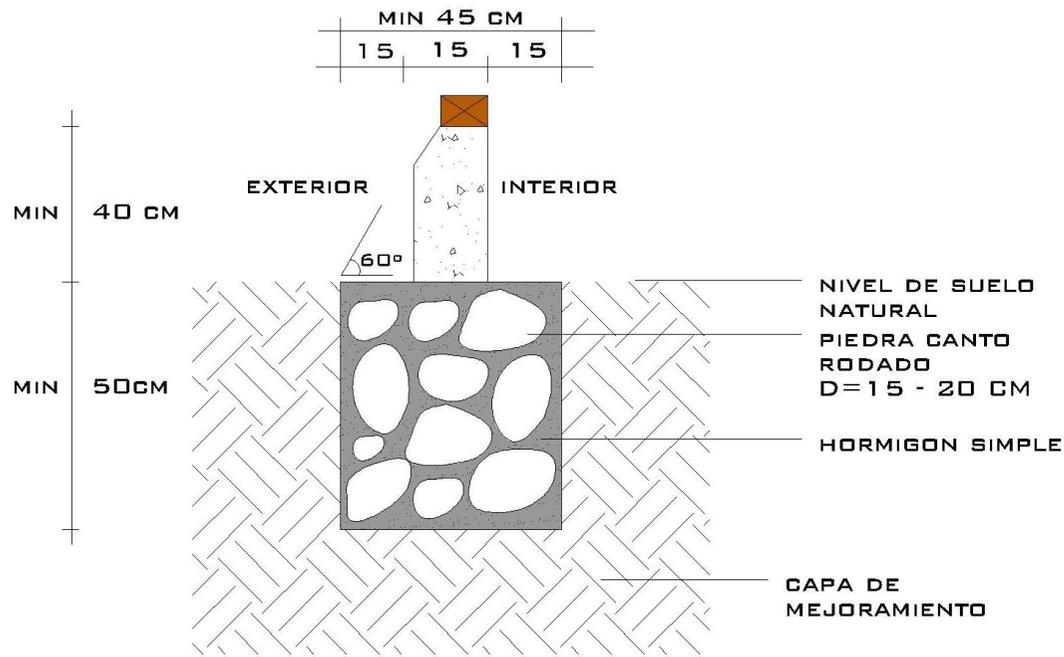


Fig. 01 SECCION TRANSVERSAL

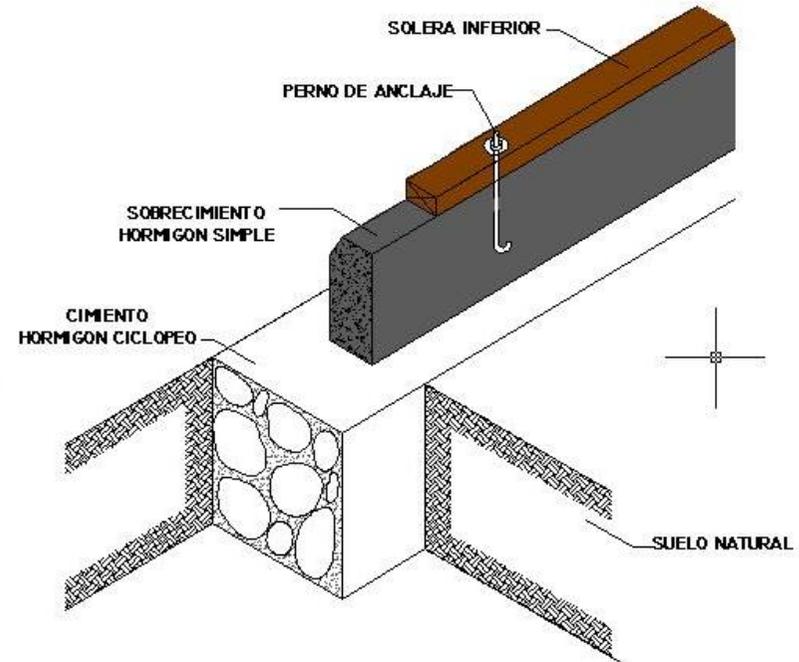


Fig. 02 PERSPECTIVA

CIMENTACION **DETALLE**

CIMENTACION CORRIDA  
 MURO DE MADERA  
 TODO TIPO DE TERRENO

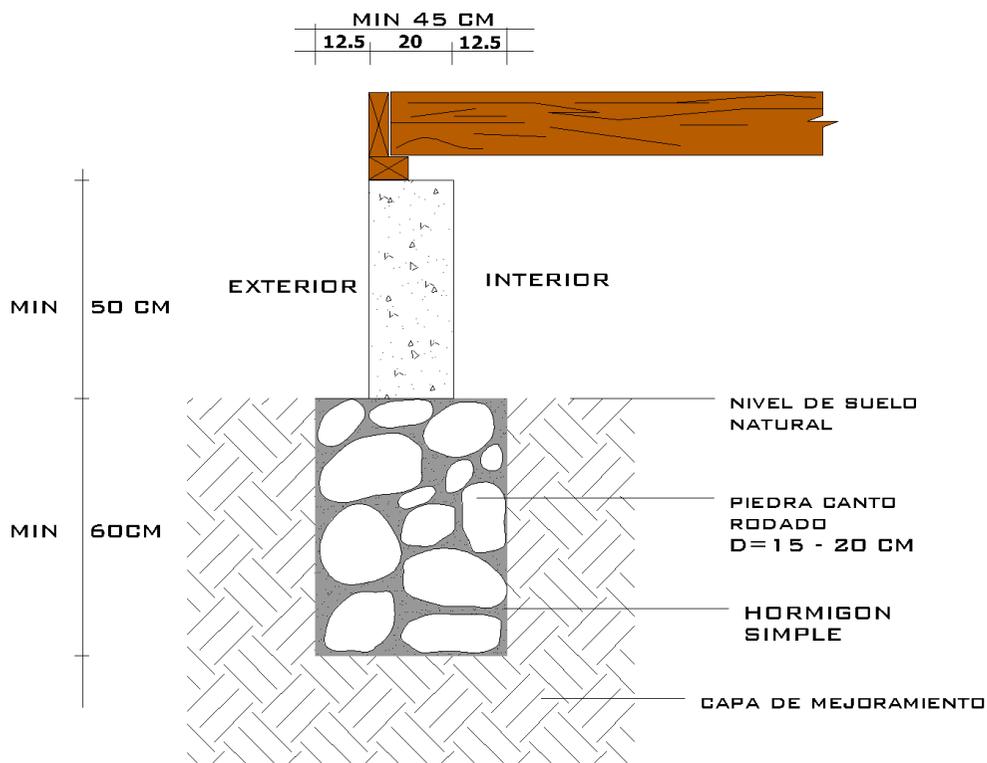


Fig. 03 SECCION TRANSVERSAL

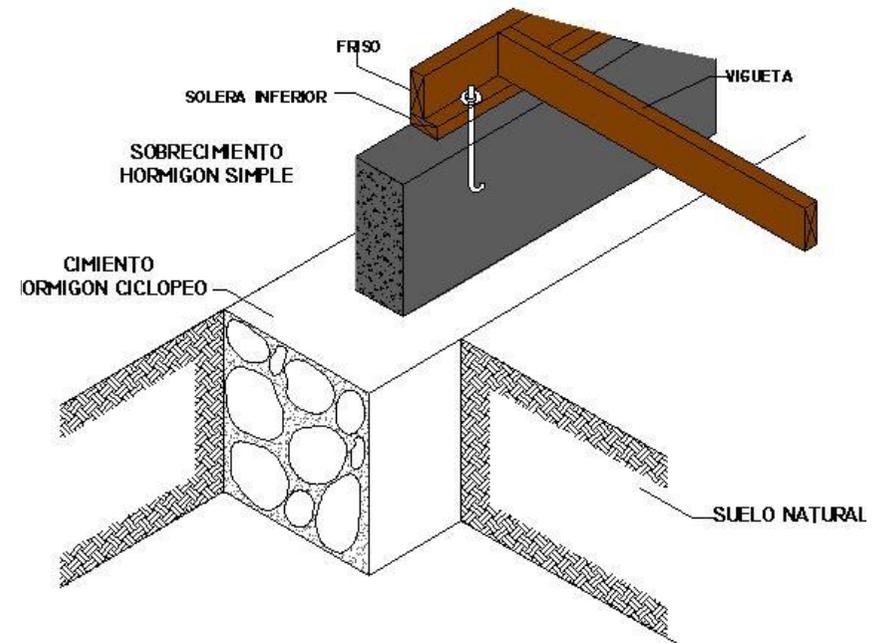


Fig. 04 PERSPECTIVA

UNIÓN CAJA ESPIGA

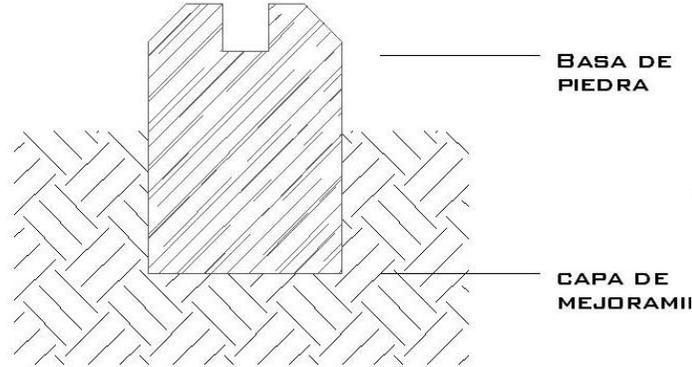


Fig. 05 SECCION TRANSVERSAL

CIMENTACION **DETALLE**

CIMENTACION AISLADA  
BASA DE PIEDRA

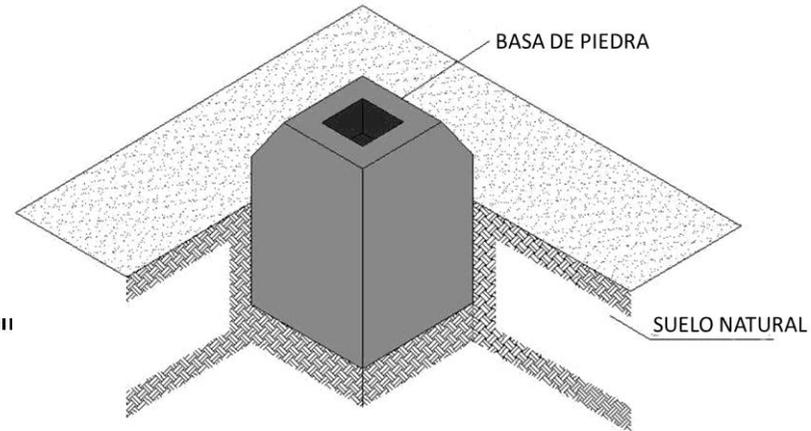


Fig. 06 PERSPECTIVA



TABIQUE **DETALLE**

ELEMENTOS DEL TABIQUE  
ESTRUCTURA DE MADERA

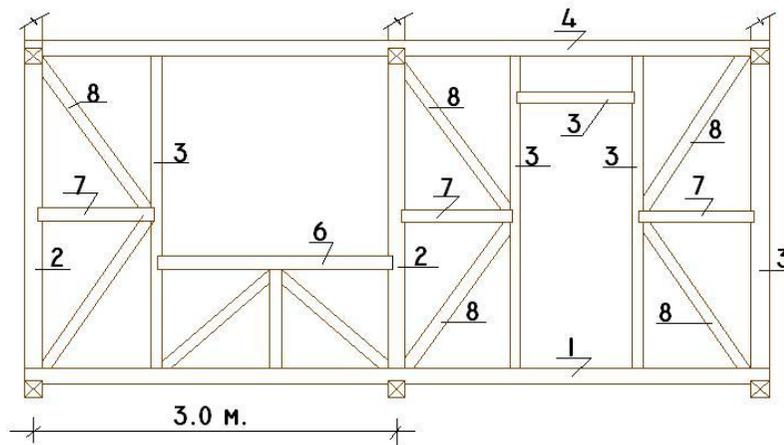


Fig. 07 ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DE MADERA



1. SOLERA DE P.B. (14 x 16 cm).
2. PILARES (14 x 16)
3. PIE DERECHO (8 x 10)
4. SOLERA DE CUBIERTA (14 x 16)
5. DINTEL (8 x 10)
6. PEANA (8 x 10)
7. MEDIANERA (8 x 10)
8. TRINQUETE (8 x 10)

5

TABIQUE DETALLE  
ELEMENTOS DEL TABIQUE  
ESTRUCTURA DE MADERA

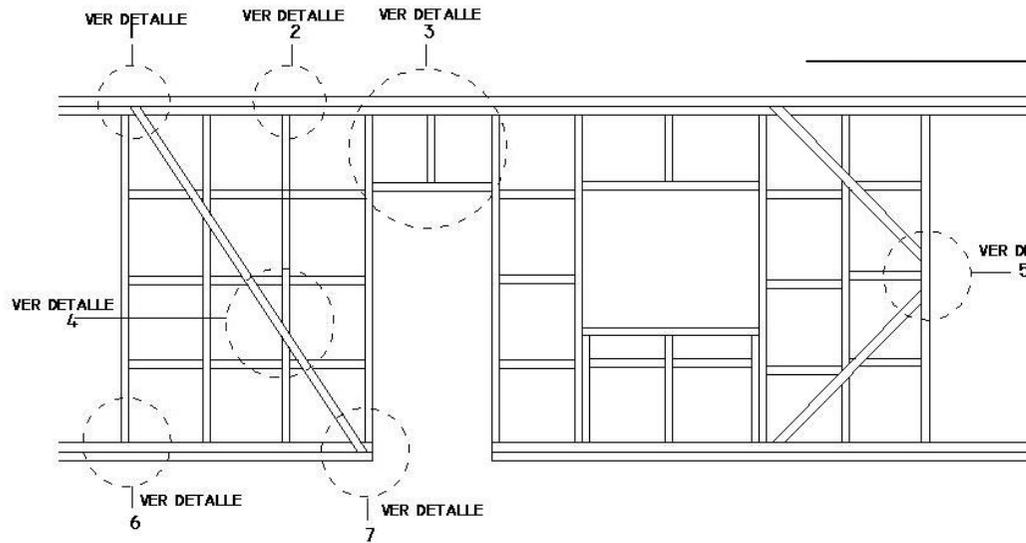


Fig. 08 UNIONES DEL LOS ELEMENTOS DEL TABIQUE DE MADERA

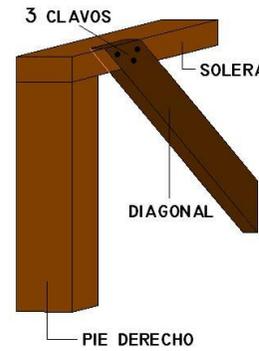


Fig. 09 DETALLE 1

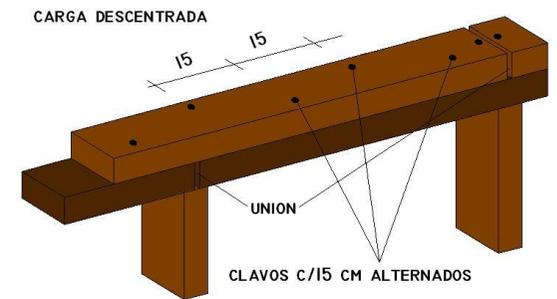


Fig. 10 DETALLE 2

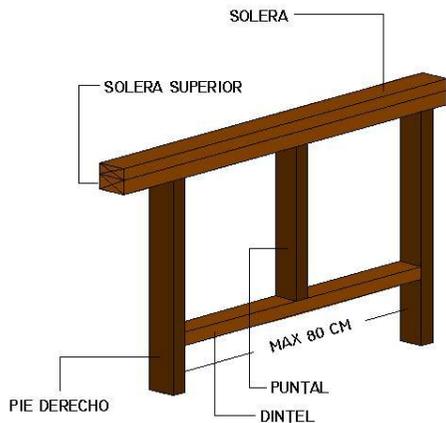


Fig. 11 DETALLE 3

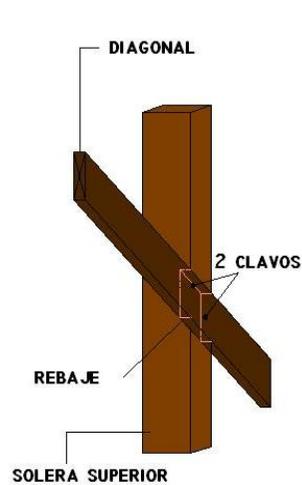


Fig. 12 DETALLE 4

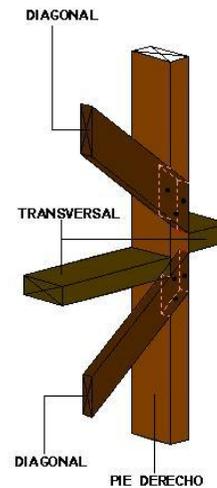


Fig. 13 DETALLE 5

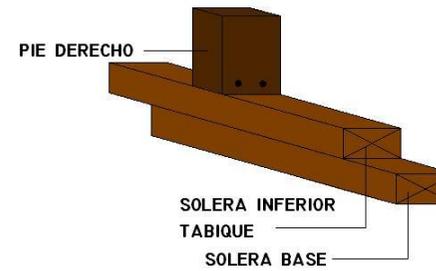


Fig. 14 DETALLE 6

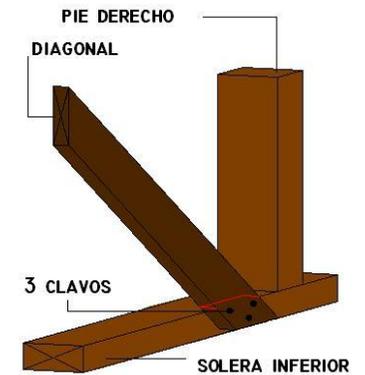


Fig. 15 DETALLE 7

COLUMNA DETALLE

COLUMNA DE MADERA  
ESTRUCTURA DE MADERA

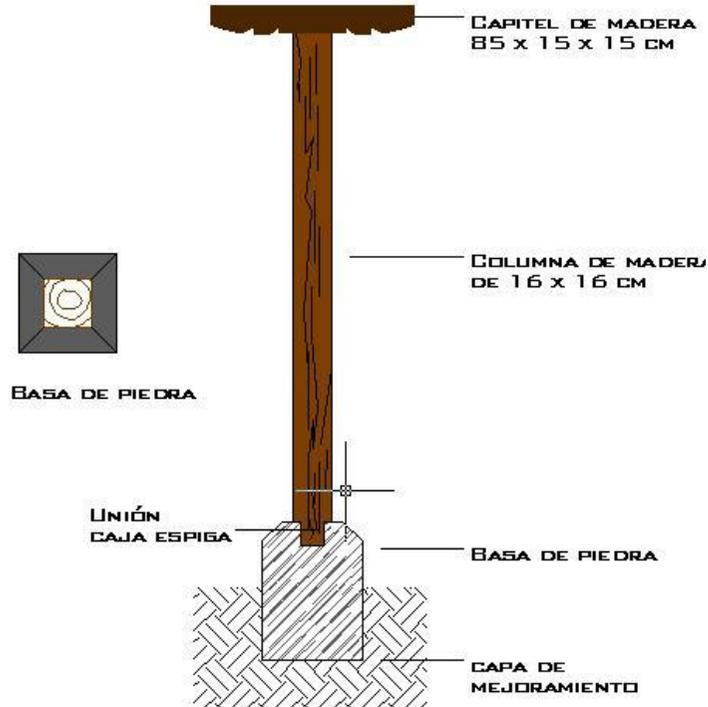


Fig. 16 COLUMNA EMPOTRADA EN PIEDRA BASA

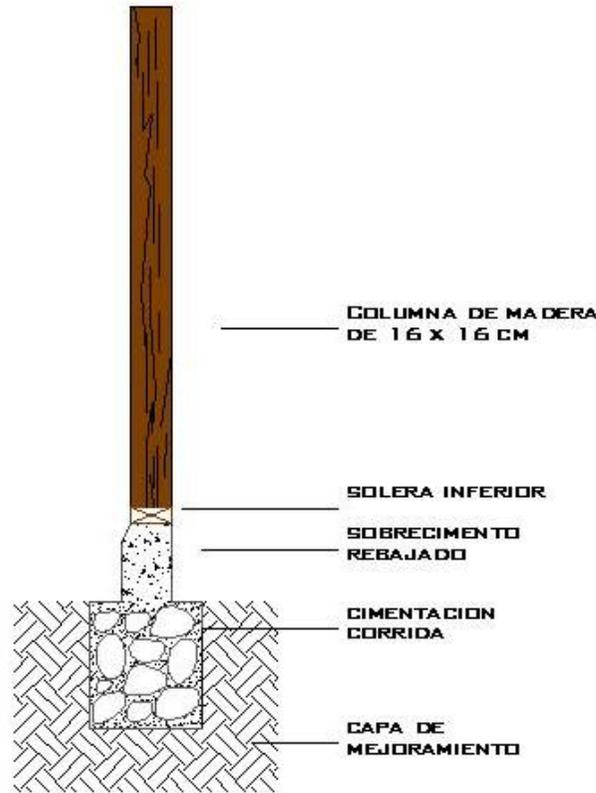


Fig. 17 COLUMNA CON SOBRECIMIENTO REBAJADO

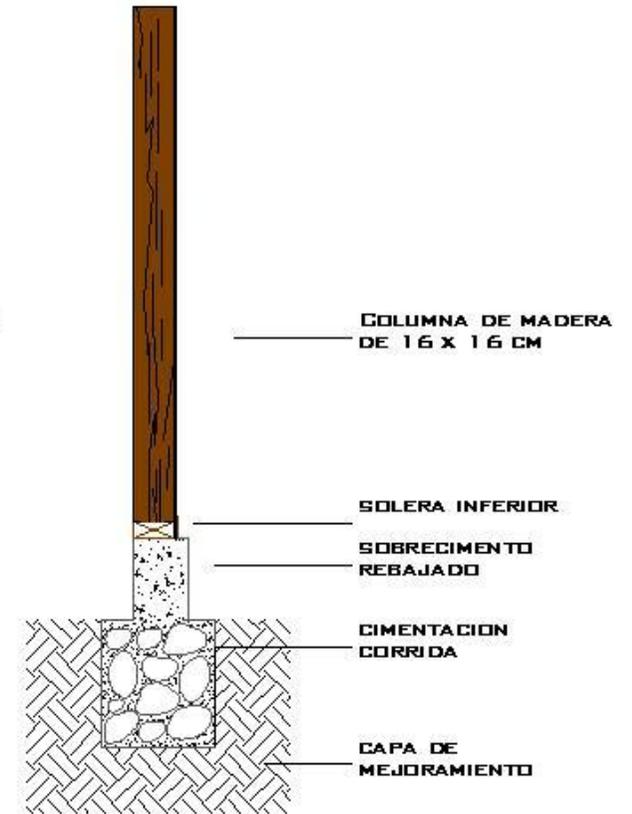


Fig. 18 COLUMNA CON SOLERA AL PLOMO DEL SOBRECIMIENTO

PISOS **DETALLE**

PISO DE MADERA  
ESTRUCTURA DE MADERA

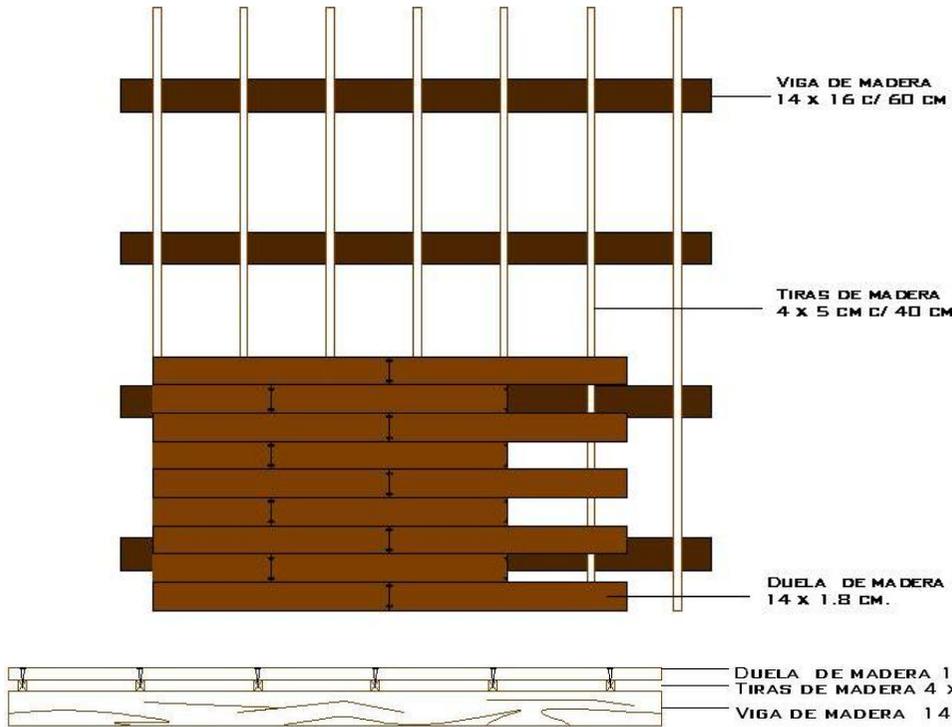


Fig. 19 PISO DE MADERA SOBRE ENVIGADO DE MADERA

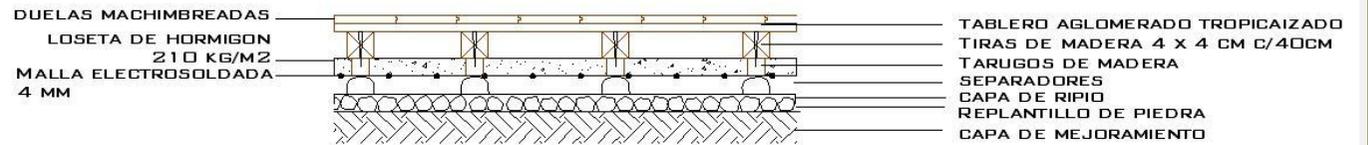
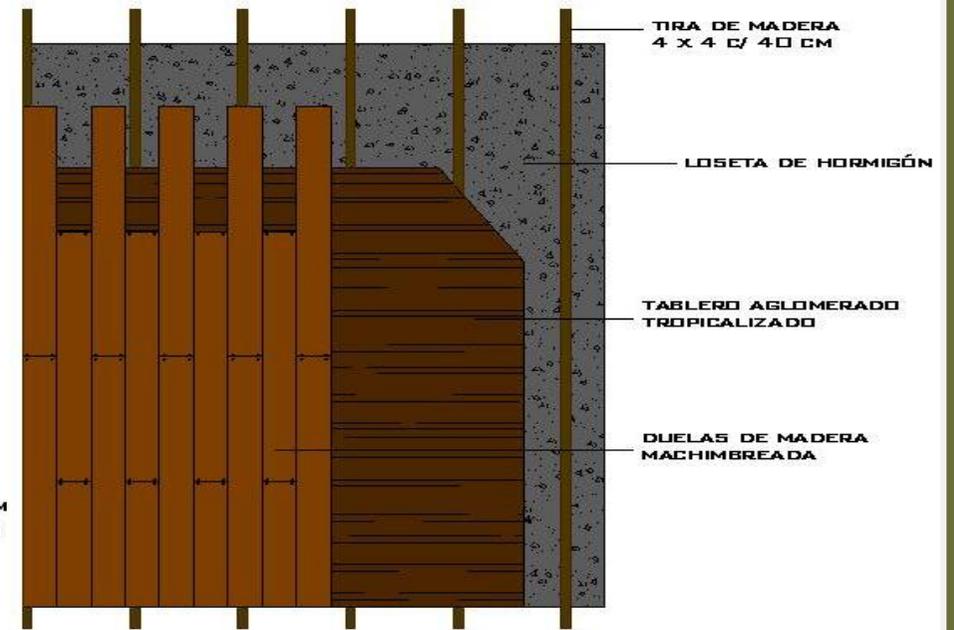


Fig. 20 PISO DE MADERA SOBRE LOSETA DE HORMIGÓN

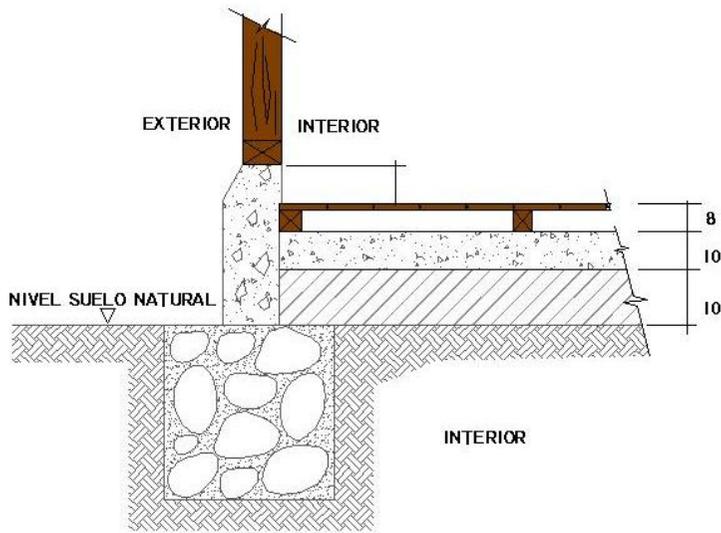


Fig. 21 SECCION TRANSVERSAL

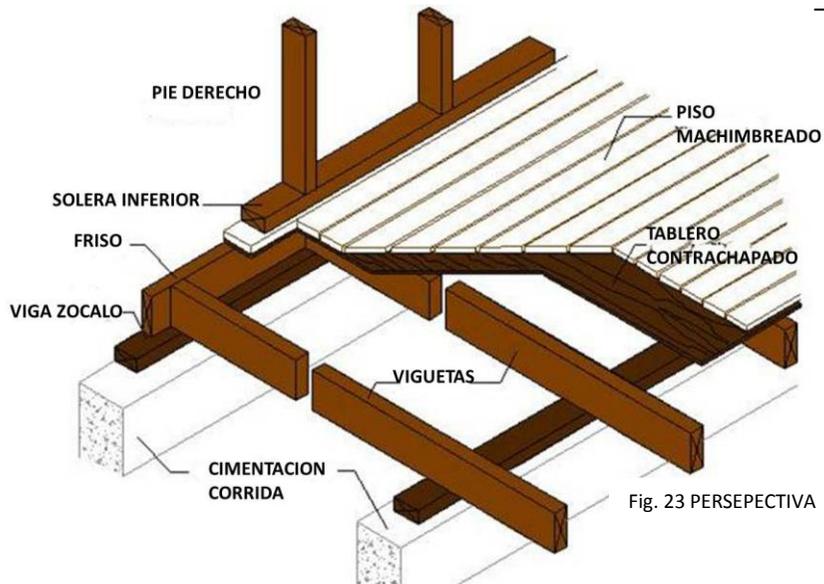


Fig. 23 PERSEPECTIVA

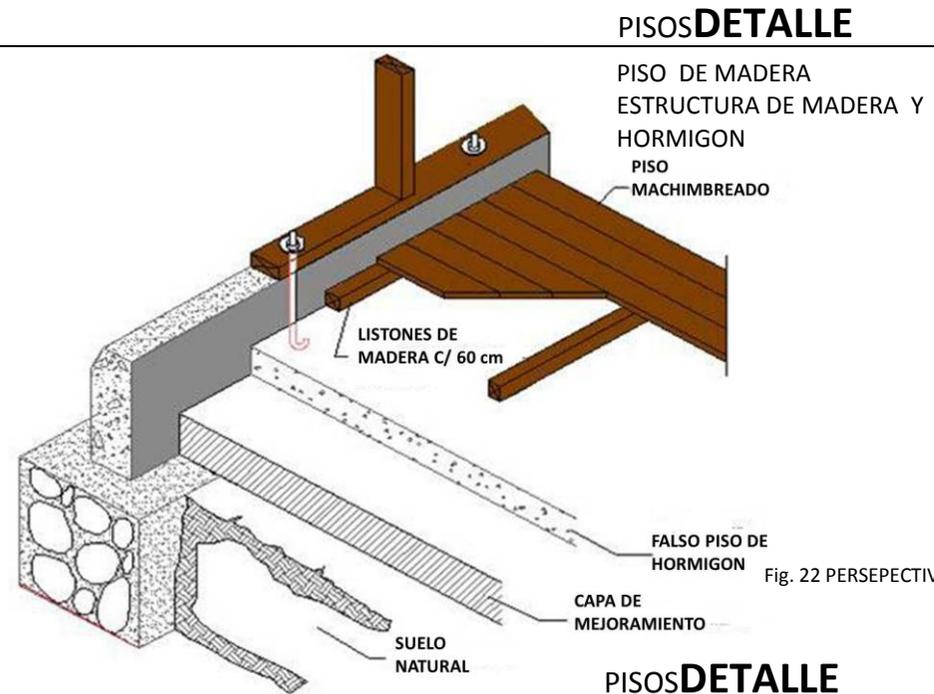


Fig. 22 PERSEPECTIVA

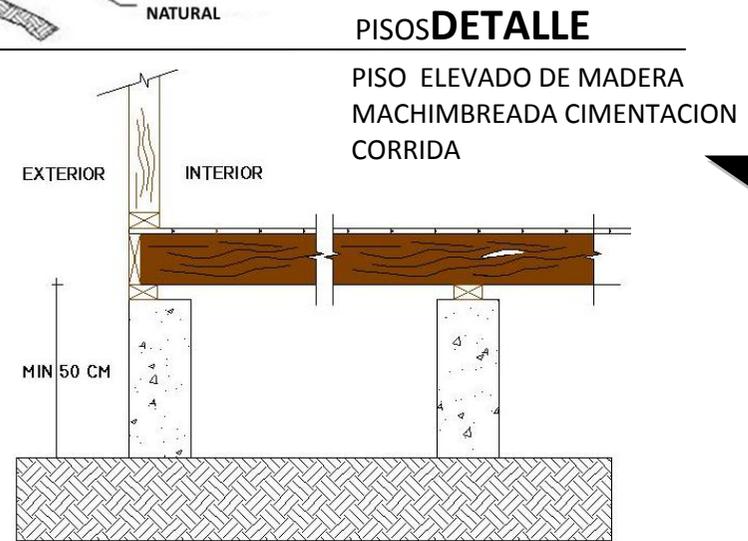


Fig. 24 SECCION TRANSVERSAL



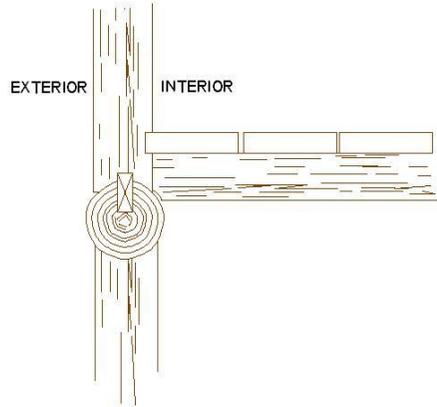


Fig. 25 SECCION TRANSVERSAL

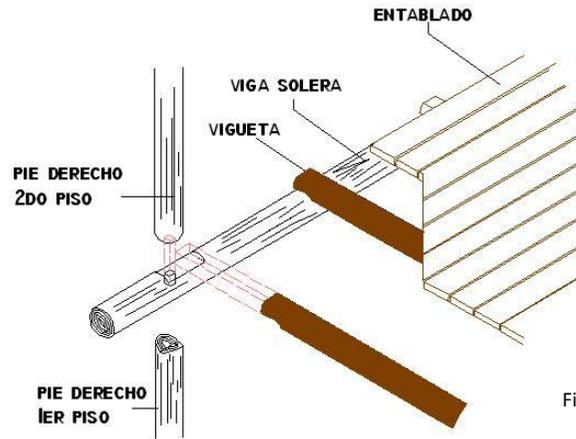
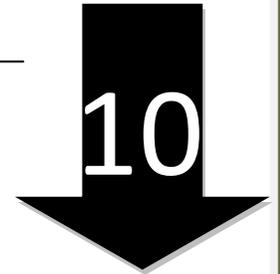


Fig. 26 PERSEPECTIVA

ENTREPISOS **DETALLE**

ENTREPISO DE ENTABLADO  
MURO: MADERA ROLLIZA



ENTREPISOS **DETALLE**

ENTREPISO DE TABLERO  
MURO: MADERA ASERRADA

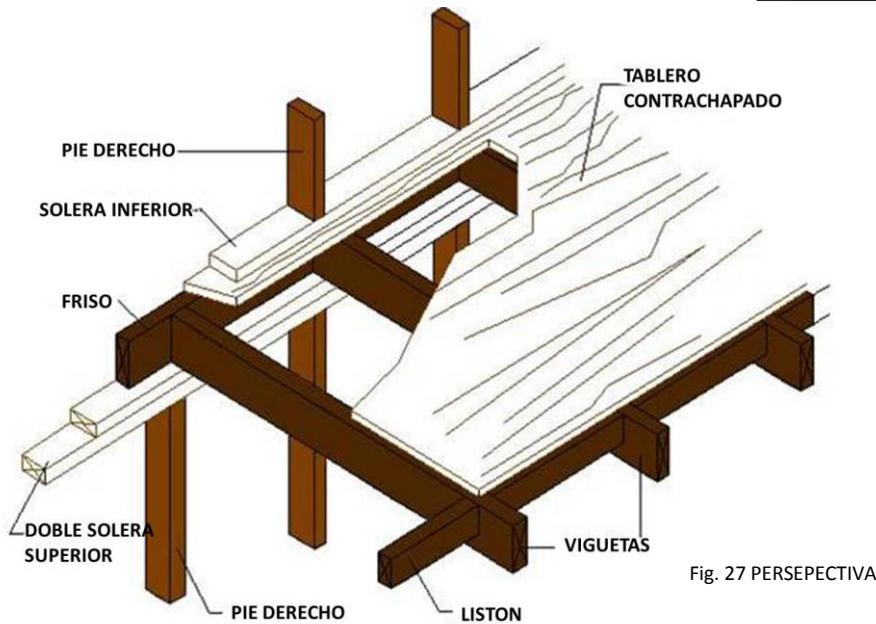
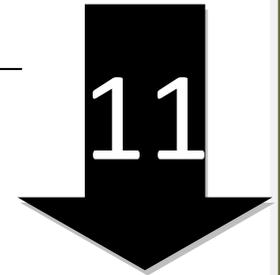


Fig. 27 PERSEPECTIVA

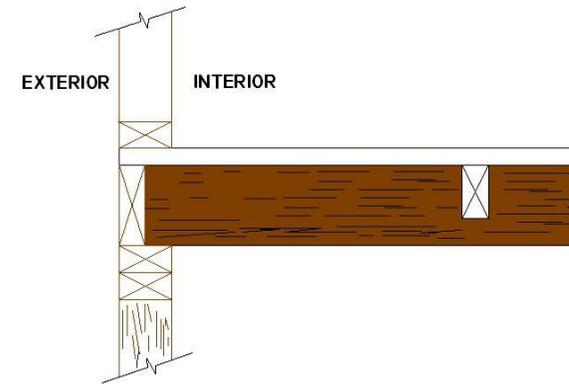
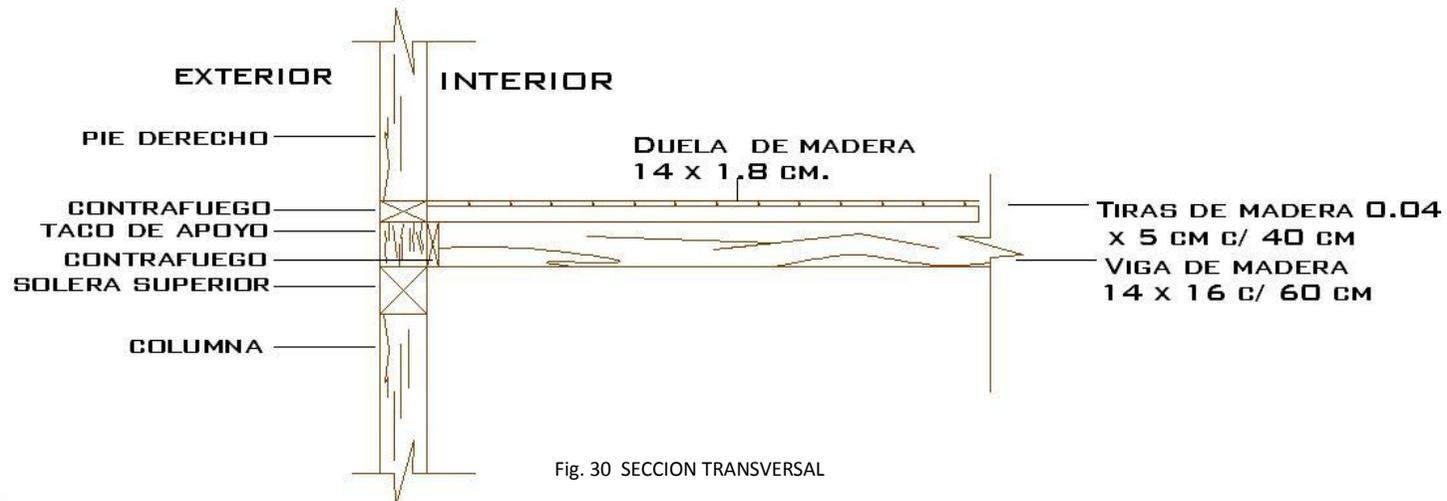
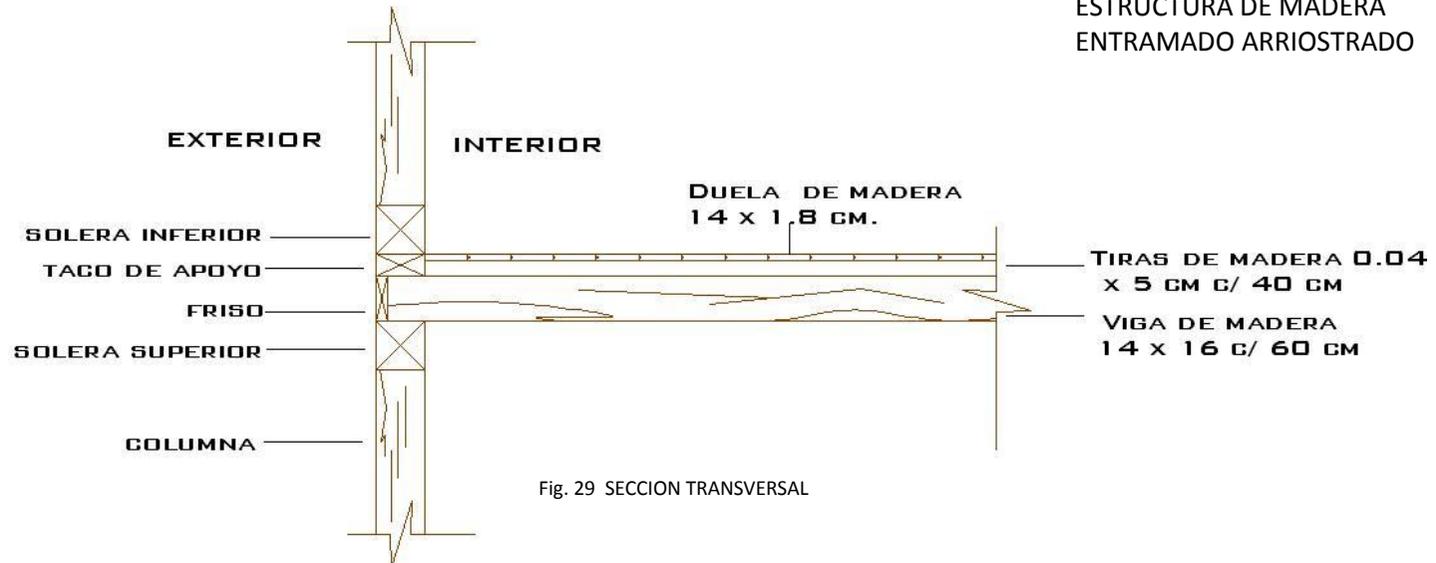


Fig. 28 SECCION TRANSVERSAL

ENTREPISOS **DETALLE**ESTRUCTURA DE MADERA  
ENTRAMADO ARRIOSTRADO

12



ENTREPISOS **DETALLE**

ESTRUCTURA DE MADERA  
TIPO DE UNIONES

13

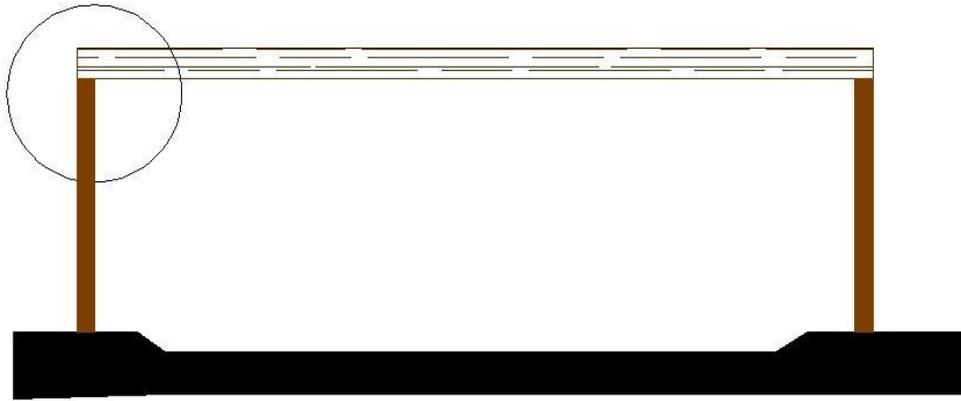


Fig. DETALLE DE APOYO VIGA SOBRE PILAR

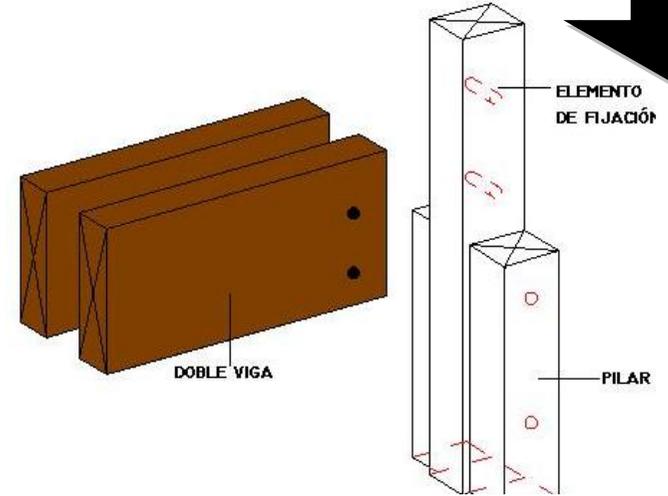


Fig. 32 DETALLE DE UNION DOBLE VIGA

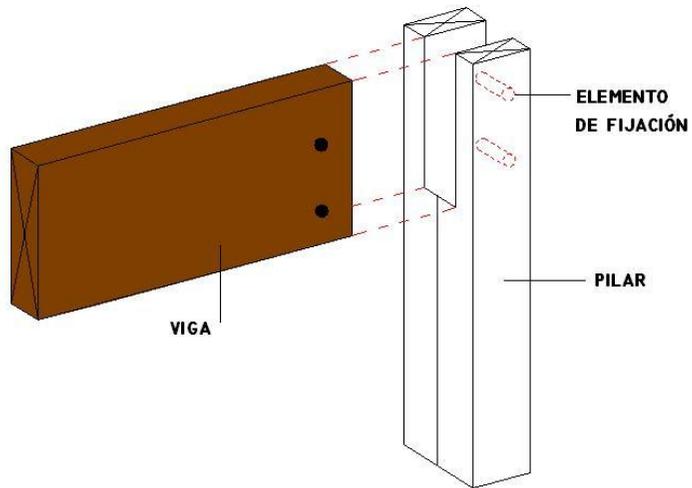


Fig. 31 DETALLE DE UNION DOBLE PILAR

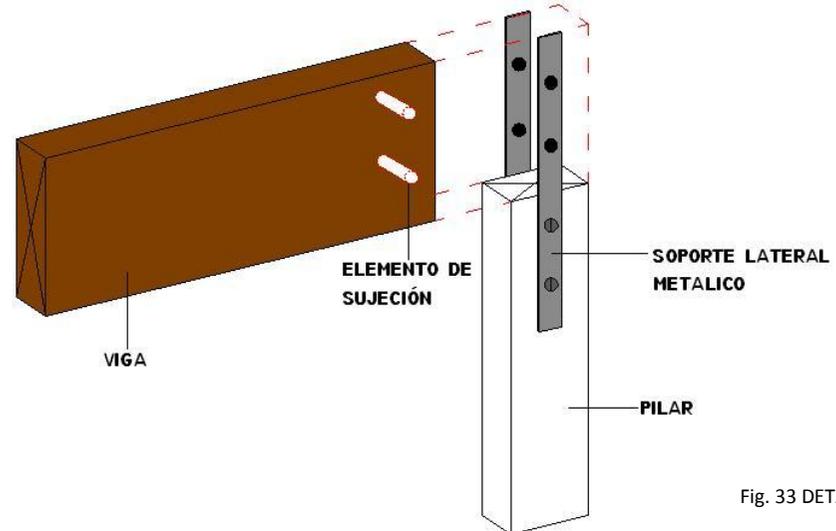


Fig. 33 DETALLE DE UNION METALICA

VIGAS **DETALLE**

ESTRUCTURA DE MADERA  
TIPO DE UNIONES

14

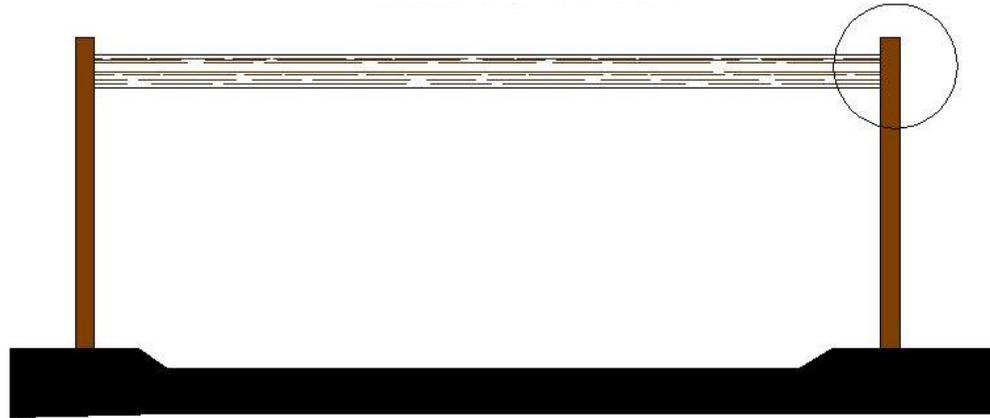


Fig. 32 DETALLE DE APOYO VIGA CONTRA PILAR

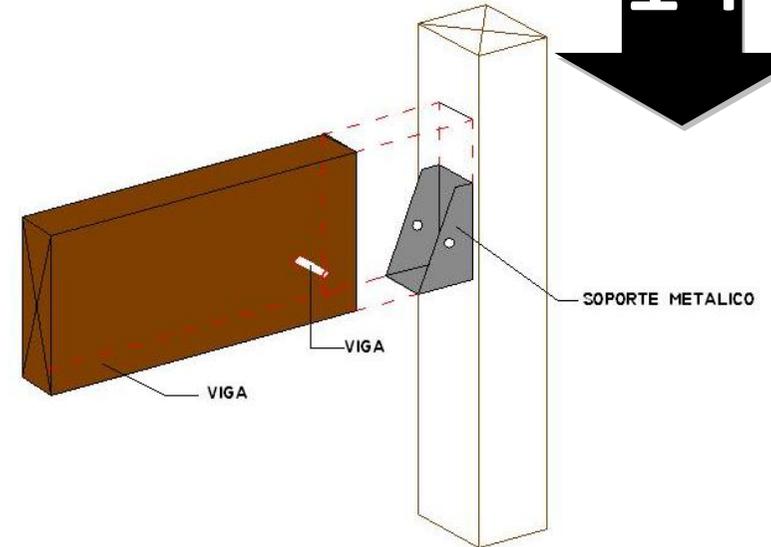


Fig. 35 DETALLE DE UNION CON SOPORTE METALICO

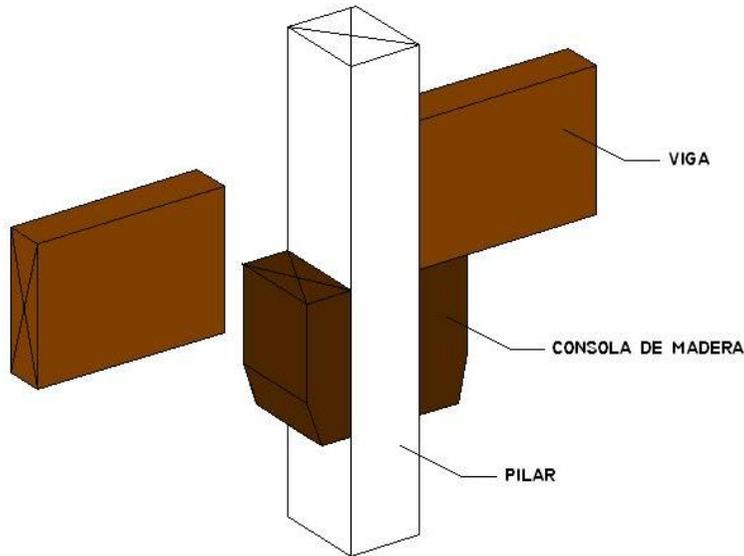


Fig. 34 DETALLE DE UNION CON BASE DE MADERA

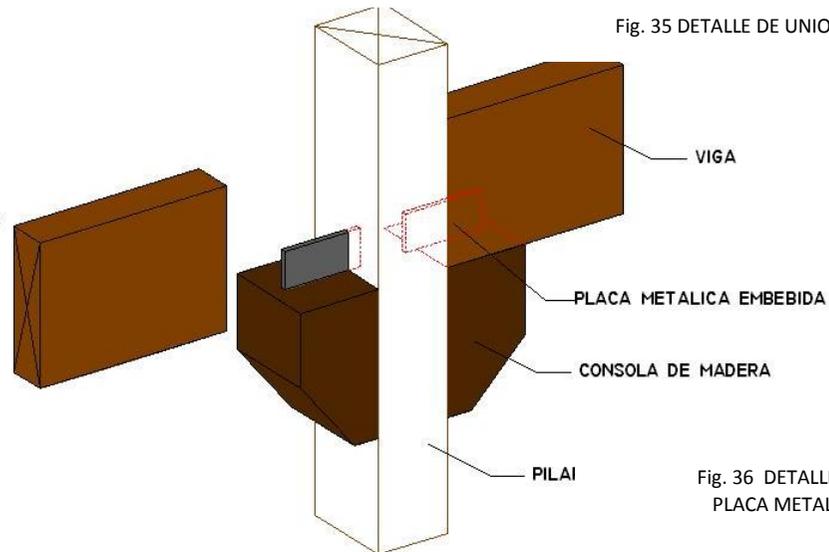


Fig. 36 DETALLE DE UNION CON PLACA METALICA EMBEBIDA

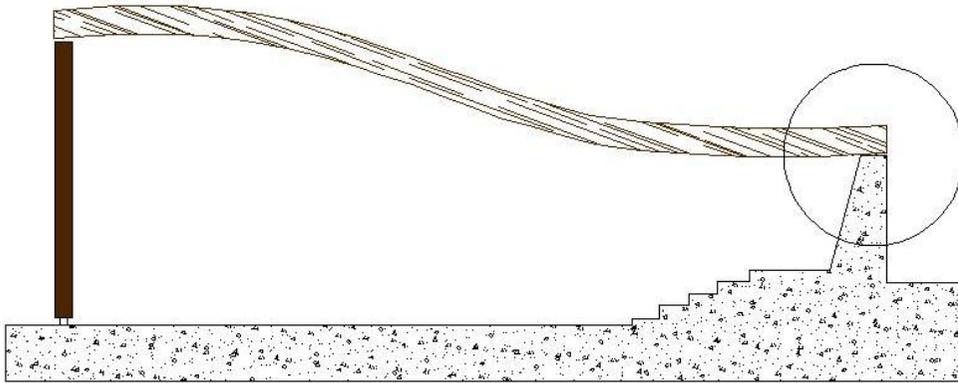


Fig. DETALLE DE APOYO SOBRE BASE DE HORMIGON

VIGAS **DETALLE**

ESTRUCTURA DE MADERA  
TIPO DE ANCLAJES

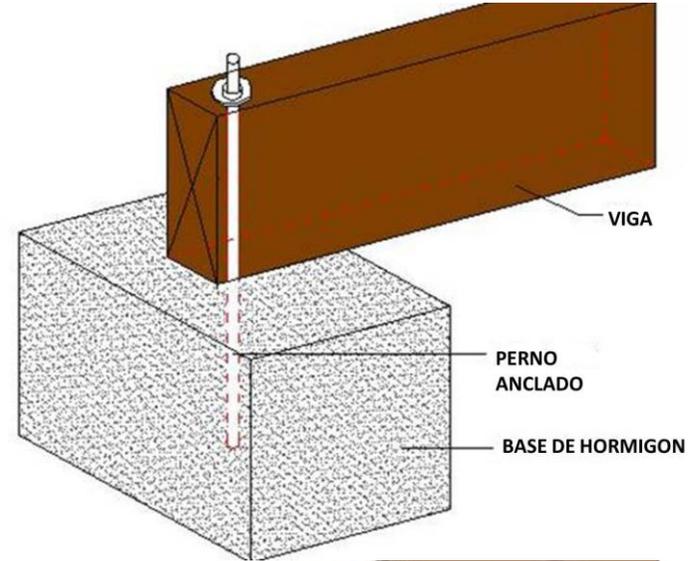


Fig. 38 DETALLE DE UNION  
CON PERNO ANCLADO

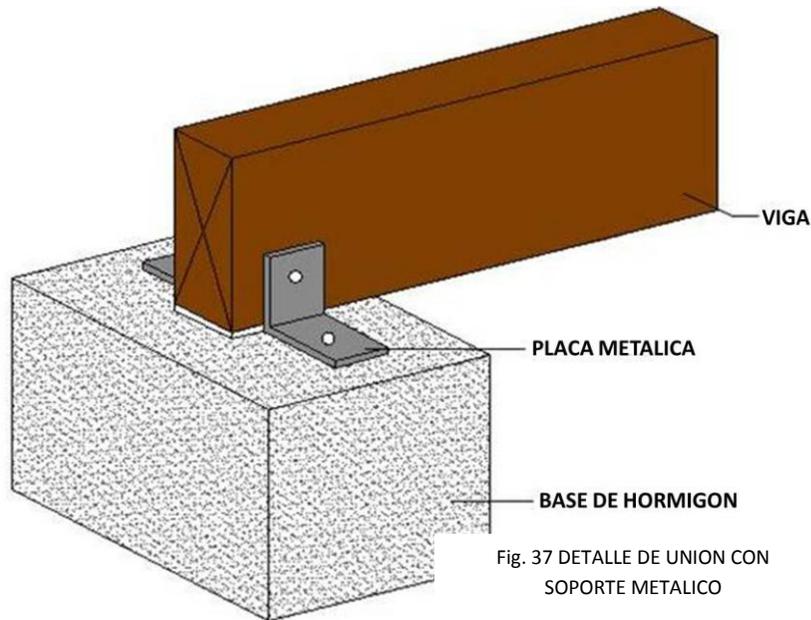


Fig. 37 DETALLE DE UNION CON  
SOPORTE METALICO

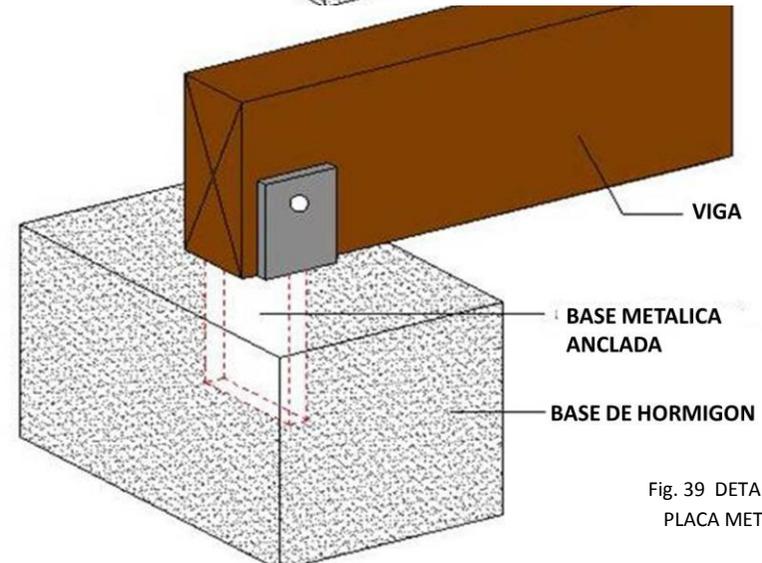


Fig. 39 DETALLE DE UNION CON  
PLACA METALICA EMBEBIDA

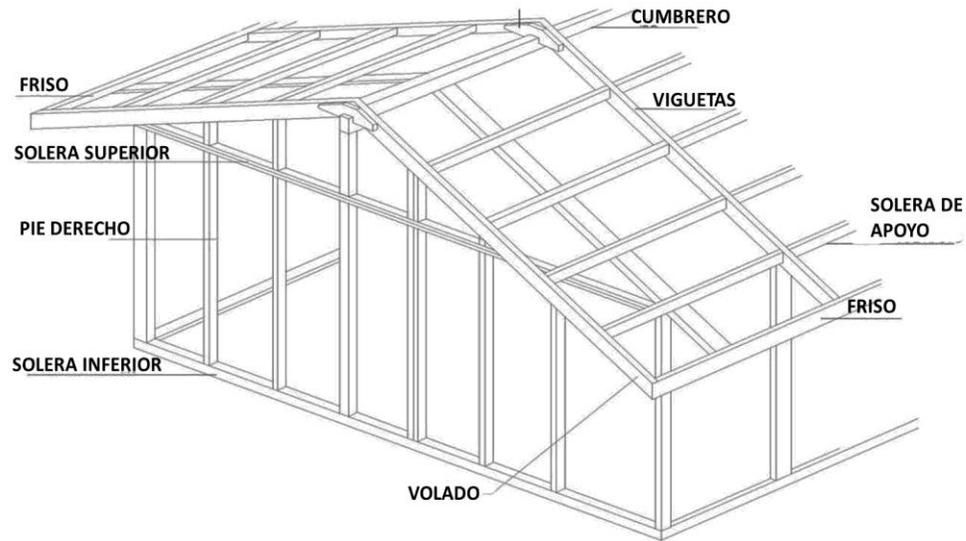


Fig. 40 PERSPECTIVA

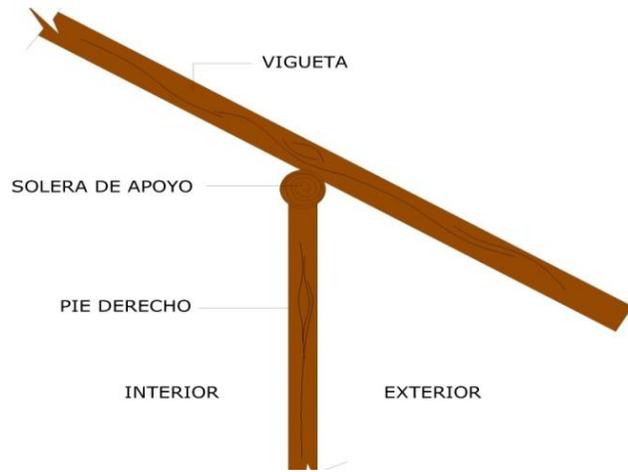


Fig. 42 SECCION TRANSVERSAL

CUBIERTA **DETALLE**

ESTRUCTURA DE MADERA ASERRADA  
MURO DE MADERA

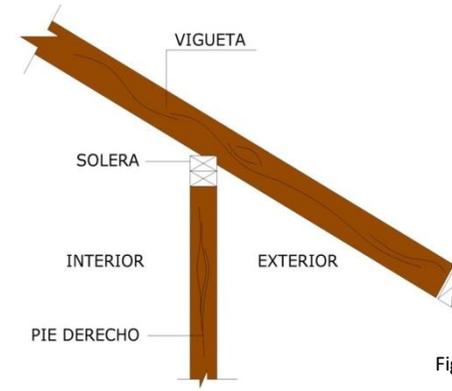


Fig. 41 SECCION TRANSVERSAL



CUBIERTA **DETALLE**

ESTRUCTURA DE MADERA ROLLIZA  
MURO DE MADERA ROLLIZA

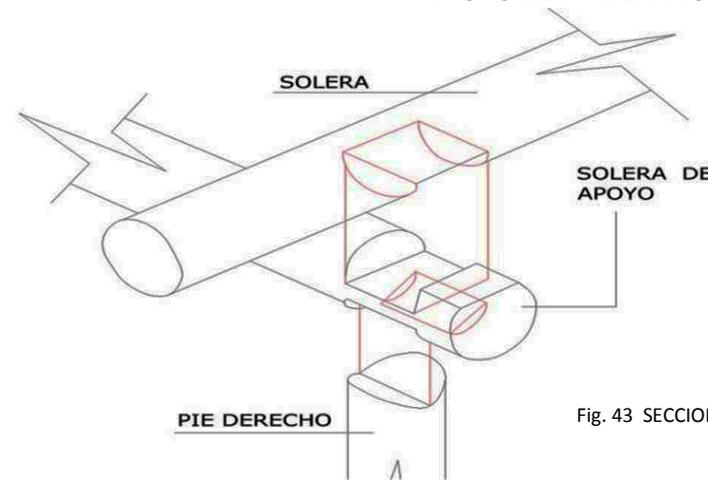


Fig. 43 SECCION DE UNA ESQUINA



CUBIERTA **DETALLE**

TECHO DE CERCHAS  
 ESTRUCTURA: MADERA ASERRADA  
 MURO: MADERA ASERRADA

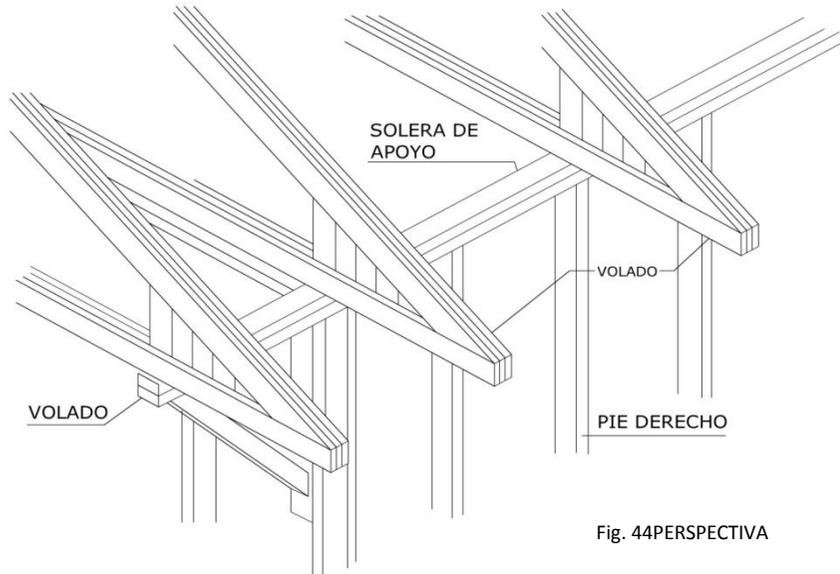
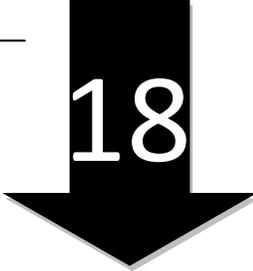


Fig. 44 PERSPECTIVA

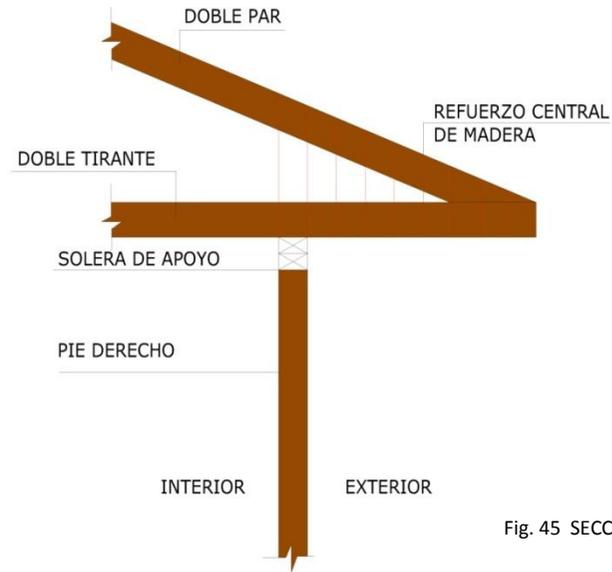


Fig. 45 SECCION TRANSVERSAL

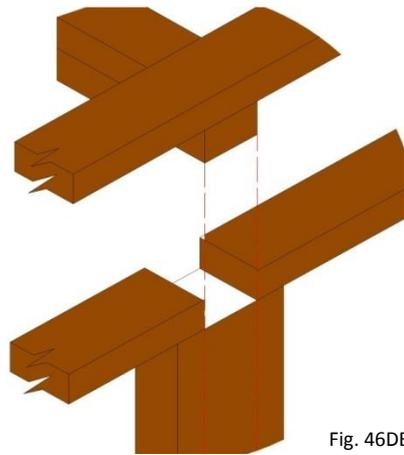


Fig. 46 DETALLE ENSAMBLE SOLERA INFERIOR

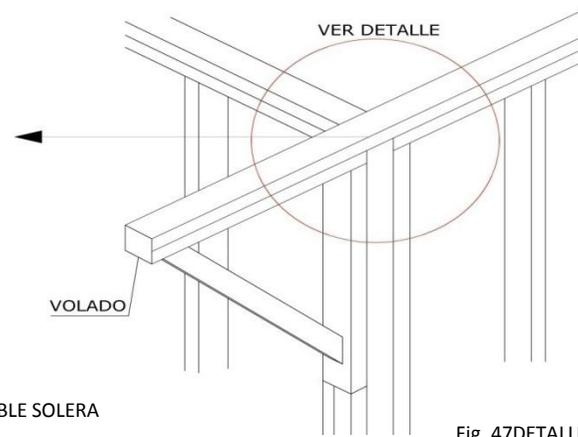


Fig. 47 DETALLE DE ESQUINA

CUBIERTA **DETALLE**

TECHO DE CERCHAS  
 ESTRUCTURA: MADERA ROLLIZA  
 MURO: MADERA DEL MISMO MATERIAL

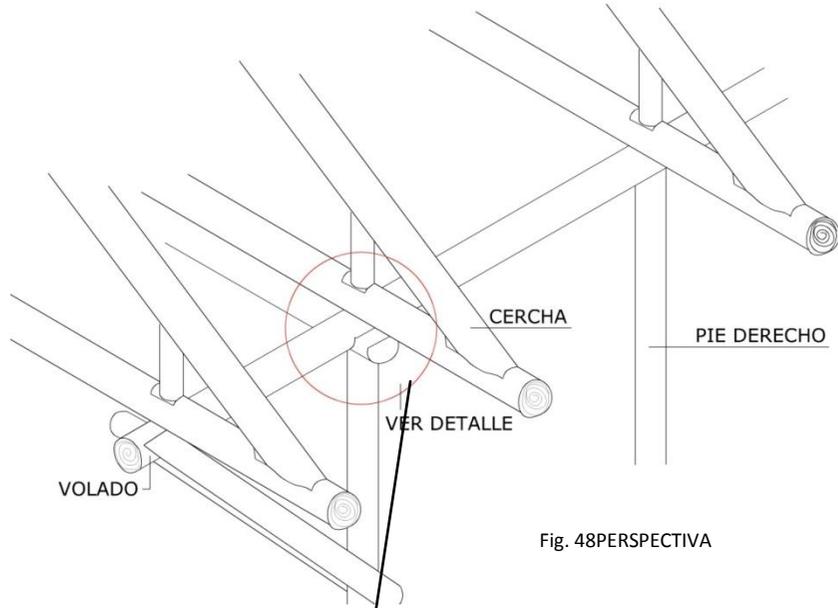
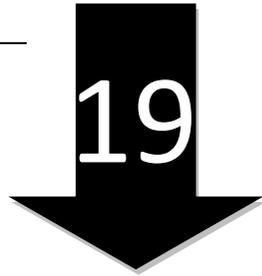


Fig. 48 PERSPECTIVA

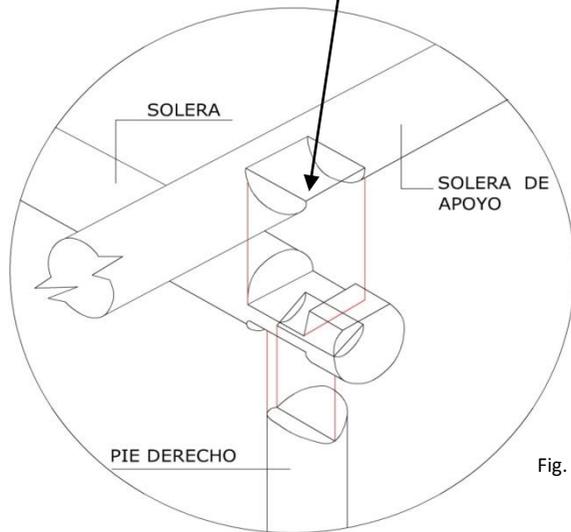


Fig. 50 DETALLE DE LA UNION

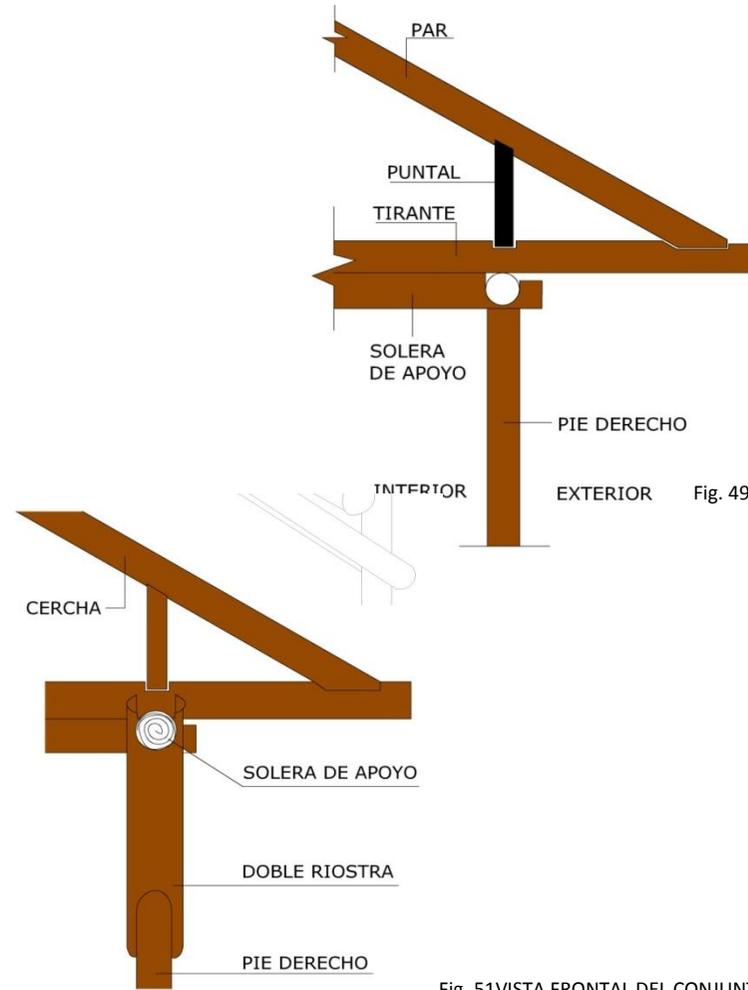


Fig. 49 SECCION TRANSVERSAL

Fig. 51 VISTA FRONTAL DEL CONJUNTO

CUBIERTA REVESTIMIENTO **DETALLE**

ESTRUCTURA: MADERA  
REVESTIMIENTO: TEJA

20



Fig. 52 DETALLE CUBIERTA ARTESANAL

CUBIERTA REVESTIMIENTO **DETALLE**

ESTRUCTURA: MADERA  
REVESTIMIENTO: TEJA ARTESANAL

21

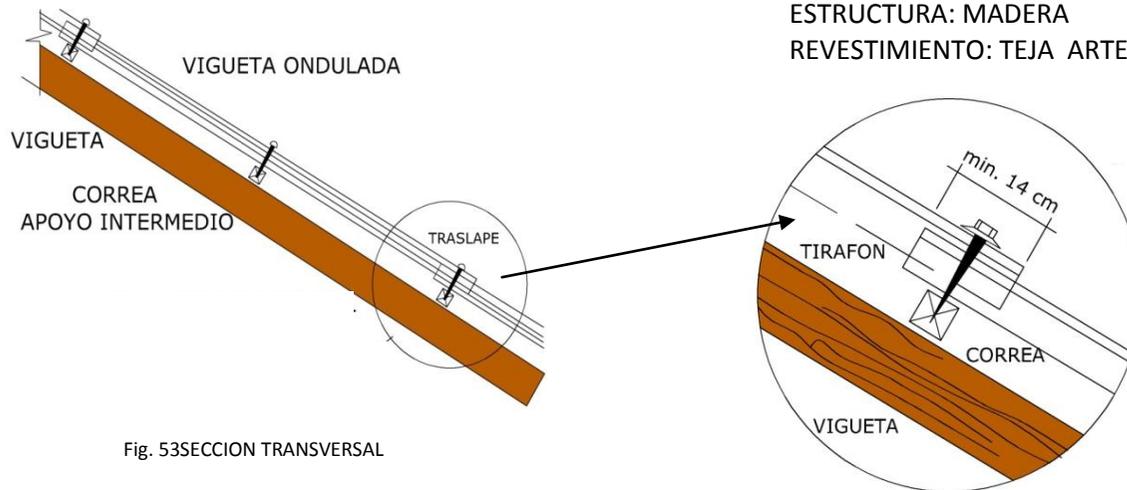


Fig. 53 SECCION TRANSVERSAL

Fig. 54 DETALLE DE FIJACION

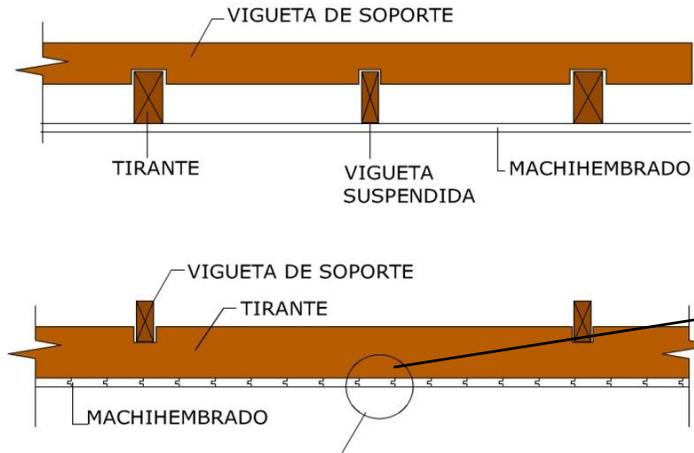
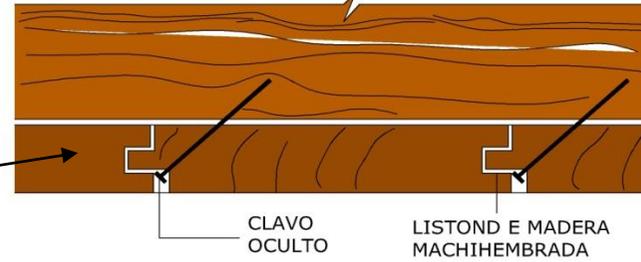


Fig. 55 DETALLE CLAVADO CIELO RASO

CIELO RASO **DETALLE**

ESTRUCTURA: MADERA  
CIELO RASO: ENTABLADO CON LISTONES DE MADERA MACHIHEMRADA



22

CIELO RASO **DETALLE**

ESTRUCTURA: MADERA  
CIELO RASO: ENTABLADO CON LISTONES DE MADERA MACHIHEMRADA

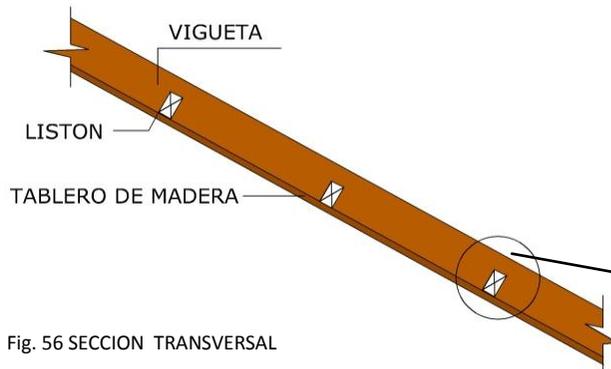


Fig. 56 SECCION TRANSVERSAL

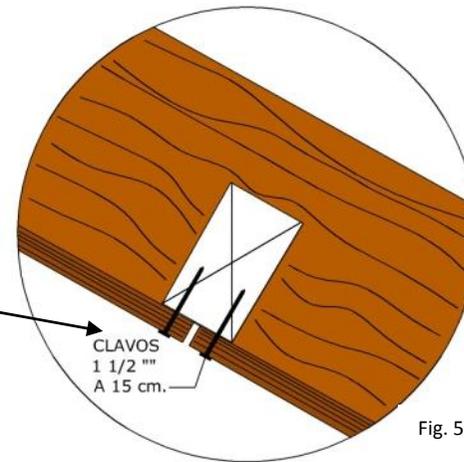


Fig. 57 DETALLE DE CLAVADO

23

ESCALERAS **DETALLE**

ESTRUCTURA: MADERA

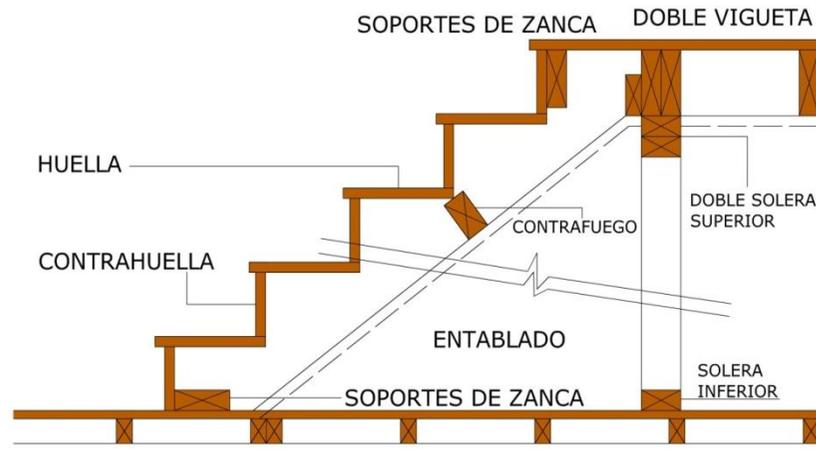
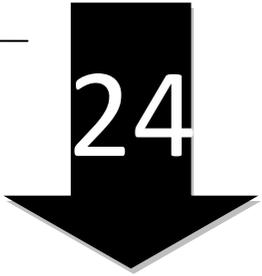


Fig. 58 SECCION TRANSVERSAL



PUERTA **DETALLE**

PUERTA EN MURO DE MADERA  
VESTIMIENTO: TABLERO O  
TABLADO

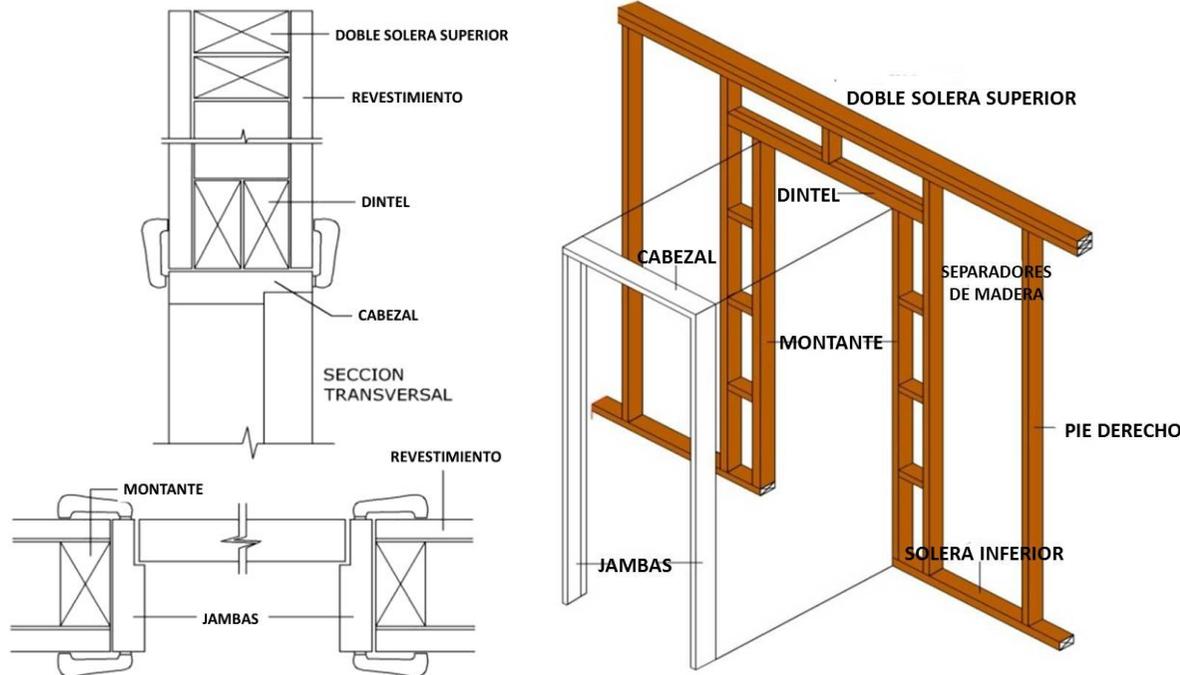
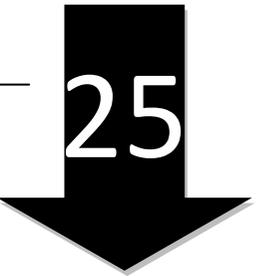


Fig. 59 DETALLE DE ARMADO

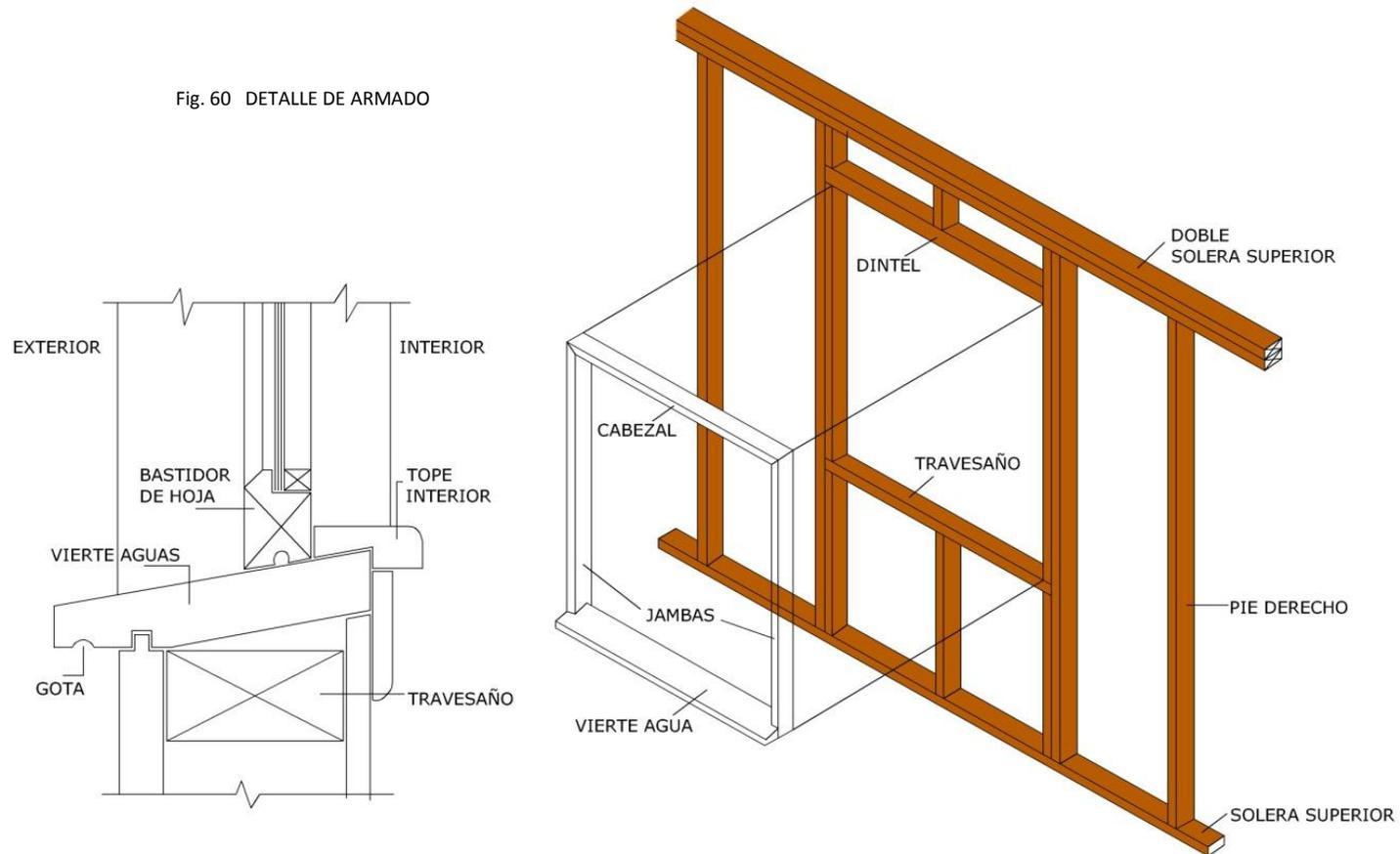


VENTANA **DETALLE**

VENTANA EN MURO DE MADERA  
REVESTIMIENTO: TABLERO O  
ENTABLADO

26

Fig. 60 DETALLE DE ARMADO



## 6. DIAGNOSTICO DEL AREA DEL ESTUDIO

### 6.1. GENERALIDADES

Siendo el propósito de nuestra tesis conocer los sistemas constructivos tradicionales en madera, sus aplicaciones, técnicas y beneficios en la construcción de viviendas para el medio rural, es indispensable partir del estudio de ejemplos de Arquitectura en Madera.

La Parroquia Turupamba del cantón Biblián es el área de estudio para el desarrollo de nuestro trabajo.

#### 6.1.1. Localización y Extensión del Área de Estudio:

Nuestra área de estudio es una de las Parroquias pertenecientes a la Provincia del Cañar; Turupamba está situada en la cuenca del río Burgay, localizada en la región interandina al occidente del Cantón Biblián, a una altura de 2978 m. s.n.m., su extensión territorial es de 6,4 km<sup>2</sup>. Con 275 habitantes (datos obtenidos del P.O.T 2008-2028).

#### 6.1.2. Historia:

Su historia manifiesta que fue el lugar de tránsito para los viajeros en la época del Incario "Camino Real", por lo que cuenta con un Patrimonio Cultural importante. La calle Cuenca es el trayecto que comunica a Nazón con Deleg y que sirvió como lugar idóneo para el descanso de varias familias españolas, por lo tanto los primeros asentamientos se dieron en esta vía y en ella se encuentra la mayoría de las edificaciones patrimoniales que servirán para nuestro estudio.

Turupamba fue un asentamiento muy importante dedicado a la producción agrícola, sin embargo en 1970 se inició un proceso de migración convirtiendo al lugar en una zona desolada con viviendas ricas en cultura pero totalmente deterioradas por el abandono de sus propietarios.

GRAFICO Nº 6.1. CABECERA PARR OQUIAL TURUPAMBA



FUENTE: P.O.T 2008-2028  
ELABORACION: GRUPO DE TESIS

### 6.1.3. Accesibilidad:

Su enlace con el cantón Biblián se realiza por medio de una vía terrestre con una longitud de 0,92 km., la conexión con Parroquias y localidades del área se unen entre sí a través de una red de caminos vecinales (tomado del P.O.T 2008-2028).

### 6.1.4. Hidrografía:

La parroquia se encuentra atravesada por tres quebradas: quebrada Turupamba, quebrada Chica y la quebrada San Juan las cuales por su disposición espacial no provocan en mayor magnitud un problema de deslizamiento de tierras.

### 6.1.5. Clima:

La Parroquia Turupamba se encuentra ubicada en la Cuenca del Rio Paute, Latitud Sur entre 69° 40' 18" y 70° 00' 05" y Longitud Occidental 73° 10' 20" con un clima ecuatorial mesotérmico semi-húmedo el mismo que es el más frecuente en las vertientes de la cordillera, en altitudes menores a 3000-3200 metros.

**a) Temperatura:** La temperatura en la parroquia Turupamba está formada por una mínima de 11,9 °C, una máxima de 16,4 °C y una media anual de 14,3 °C, se puede hablar de una relativa temperatura isotérmica.

**b) Precipitaciones y humedad relativa:** Las precipitaciones máximas que se dan en el sector de estudio, generalmente se encuentran en los meses de abril con 266,7 mm y noviembre con 216,6 mm y se dispone de una precipitación mínima en el mes de agosto con 32,5 mm; razón por la cual las estaciones lluviosas marcadas registran una pluviosidad anual que varía entre 500 y 1000 mm; así como una humedad relativa que se encuentra entre el 65 y el 85%.

### 6.1.6. Edafología:

La Parroquia Turupamba dispone de 3 tipos de suelo.

TIPO A: Suelo arcilloso superficial menor a 20cm de espesor, sobre material más o menos duro poco meteorizado.

TIPO B: Suelo arcilloso profundo de más de 60cm de espesor sobre material duro poco meteorizado.

TIPO C: Suelo arcilloso rojo oscuro con alto contenido de cationes de cambio.

Todos los datos han sido proporcionados por la CG PAUTE.

Las formaciones geológicas en la Parroquia están establecidas por: La formación Santa Rosa y la formación Mangan.

### 6.1.7. Fallas Geológicas:

Dentro del área de estudio se han podido determinar dos fallas geológicas inferidas, de acuerdo con la información proporcionada por el CGPAUTE.

Una falla geológica se produce debido a la rotura de rocas de la corteza terrestre por acumulación de tensiones, va acompañada de desplazamientos de bloques rocosos por ambas partes. Estas fallas casi paralelas se extienden de norte a sur y actualmente están originando serios problemas en la parroquia, ya que varias viviendas han colapsado por causa de los continuos deslizamientos.

#### 6.1.8. Topografía:

La topografía delimitada por el área de estudio presenta curvas de nivel desde los 2800 hasta los 3060 msnm.

Hacia el Oeste se encuentran las cotas más altas, mientras hacia el Este las líneas topográficas disminuyen en altitud. Las quebradas: Chica, Turupamba y San Juan que atraviesan transversalmente a la cabecera parroquial, inciden en la configuración del relieve provocando sistemas accidentados.

## 7. ANÁLISIS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO UTILIZADO EN LAS EDIFICACIONES PATRIMONIALES EXISTENTES EN LA PARROQUIA TURUPAMBA.

### 7.1. ANÁLISIS DE LAS EDIFICACIONES PATRIMONIALES IDENTIFICADAS POR EL P.O.T 2008-2028.

El asentamiento posee una riqueza arquitectónica, cultural y paisajística. El área de estudio identificado en el Plan de Ordenamiento

Territorial, sirve como punto de partida para el desarrollo del presente trabajo.

El área de estudio es muestra de una arquitectura sencilla, sin mayor ornamentación, no presentan una tipología definida, ya que son soluciones que responden a las necesidades de quienes las habitaban, sin embargo mantienen una modulación; son edificaciones realizadas por los mismos propietarios o la colectividad sin previa planificación, se adaptan al clima, geografía y geología, es por ello que la presente investigación intensificará su estudio en la técnica constructiva empleada, y aplicarla en el diseño de una vivienda rural integrada en su entorno y de manera especial que responda a todas las necesidades humanas



**a) Tecnología:** La tecnología es un concepto amplio que abarca un conjunto de técnicas, conocimientos y procesos, que sirven para el diseño y construcción de objetos con el fin de satisfacer necesidades humanas.

**Diferencia entre técnica y tecnología:**

A veces no se distingue entre técnica y tecnología, pero sí pueden diferenciarse:

- La tecnología se base en aportes científicos, en cambio la técnica por experiencia social;
- La actividad tecnológica suele ser hecha por máquinas aunque no necesariamente, la técnica en cambio es preferentemente manual;
- La tecnología se suele poder explicar a través de textos o gráficos científicos, en cambio la técnica es más empírica.

A través de la investigación hecha a los pobladores del sector, resulta que las 17 edificaciones muestran una tecnología relacionada con la técnica de la construcción en madera bastante elemental.

Las viviendas de bahareque en Turupamba utilizan un sistema discontinuo en sus uniones y ensambles lo que podría provocar una deficiencia en la solidez de la edificación, pudiendo ser esta la causa del deterioro existente en las edificaciones ya que la estructura constituye la parte resistente y de soporte de la edificación al igual que la disposición de sus elementos dentro del conjunto, el dimensionamiento de las piezas y la manera como han sido unidas y ensambladas las piezas.

Es importante que la construcción en bahareque tenga una continuidad estructural, es decir correspondencia entre pilares de primero y segundo piso; que los anclajes y uniones se realicen

correctamente ya que con ello conseguiremos un adecuado funcionamiento estructural y aprovecharemos los esfuerzos; y que se siga una triangulación estructural mediante diagonales de esta forma ayudaremos a mantener un buen comportamiento mediante esfuerzos laterales.

**Ensamblajes:** Se denomina al encuentro de dos piezas formando un ángulo cuyo objeto es el de conseguir un mejor trabajo mecánico de las piezas y un mejor aspecto estético de la obra.

Los ensamblajes de caja y espiga y a media madera fueron los más utilizados en la estructura de las viviendas estudiadas en Turupamba.

- Ensamble “caja-espiga” para la ensamble de cimientocolumna, columna-solera superior, columna-solera inferior
- Ensamble “media madera” para ensamble de vigas.

**Uniones:** Las uniones estructurales permiten la continuidad constructiva y por lo tanto deben permanecer fijas, manteniendo la forma original del conjunto y transmitiendo los esfuerzos que actúan sobre los elementos que enlazan.

Las uniones pueden ser mediante destaje y luego reforzarlas con clavos o pernos. Las uniones clavadas tienen la ventaja de permitir flexibilidad, lo que hace que se comporte bien ante el movimiento sísmico, además de ser económicas para la estructura de las viviendas.

Las uniones clavadas y amarradas con cabuya fueron los más utilizados en la estructura de las viviendas estudiadas en Turupamba.

El área de estudio presenta un asentamiento rural espontáneo, su sistema constructivo se desarrolla en función de una técnica para solucionar su problema de vivienda. Técnica que está estrictamente relacionada con la experiencia tradicional de utilizar elementos existentes en el medio, en este caso la madera y bahareque.

El eucalipto predominante en el sector es utilizado en la estructura de la vivienda.

La tierra como relleno de los muros o tabiques complementa el acabado “tosco de la vivienda”. La abundante existencia de madera de eucalipto y como elemento más duradero a la intemperie que el revoque de barro, determinó que las fachadas sean revestidas de madera, en algunos casos la madera expuesta a la intemperie se encuentra tratada con brea y pinturas con el propósito de aumentar la durabilidad de la misma, y considerando el revoque hacia el interior de la vivienda.

La preferencia de los pobladores por el sistema constructivo en madera se dio por:

- a) Adaptación de recursos económicos 12 %
- b) Disposición de mano de obra 59%
- c) Topografía 6 %
- d) Condiciones climáticas 0 %
- e) Facilidad de adquisición de materiales 24 %

Los tipos de viviendas que prevalecen en el sector son: casa de 1 piso y de 2 pisos, la mayoría de las viviendas presentan daños siendo los más relevantes:

- Desprendimiento de enlucidos.
- Asentamientos.
- Deformaciones de elementos.
- Desgaste natural.
- Agrietamientos en la madera.
- Presencia de Insectos xilófagos.

Las principales causas de los daños en las viviendas son: por la presencia de fallas geológicas, humedad, descuido de sus propietarios es así que de las 17 viviendas en estudio 13 se encuentran en abandono y en menor número por defectos constructivos.

**b) Materialidad:** La técnica constructiva utilizada para las viviendas patrimoniales de la Parroquia Turupamba es la técnica tradicional del bahareque, la cual es una técnica que se ha venido usando desde la época de Narrío Temprano o quizás desde mucho antes, es una de las técnicas más conocidas por los campesinos ya que es la más fácil de realizar y la más rápida, además que no se requiere fuerza de trabajo especializada.

Esta clase de construcción tiene, diferentes formas y clases, según el ambiente, clima y circunstancias de vida de la población, en el caso de la parroquia se ha adoptado este sistema constructivo debido a las condiciones climáticas, disposición de mano de obra y la fácil adquisición de los materiales para la construcción de las misma; las viviendas han sido elaboradas de manera empírica por los habitante de la parroquia quienes con su experiencia propia pudieron dar vida a esta técnica , e irla mejorando con el pasar de los tiempos tanto en su

estructura como la calidad de los materiales. Los materiales que se utilizaron para la construcción de las viviendas en bahareque son esencialmente la madera y la tierra,

**La madera:** Se la usa para armar la estructura de la edificación que soporta las cargas de la misma y la tierra como relleno de los elementos de cierre.

La madera como material para la construcción de viviendas de bahareque, es aquella que se utiliza en la producción de elementos estructurales como vigas, correas, columnas, etc. o para la realización de estructuras portantes de un edificio, como por ejemplo techos, paredes, escaleras, etc.

Estas maderas convienen que sean de rápido crecimiento, baratas y no necesariamente de una alta calidad sino más bien resistentes. La tendencia actual se orienta a la utilización de coníferas, maderas livianas, blandas y de bajo peso propio.

La madera, como recurso natural renovable, ofrece grandes ventajas ambientales favoreciendo procesos de soporte al ecosistema y brindando enormes garantías como materia prima de alto potencial físico, mecánico y estético para la construcción. Es un material altamente durable, se han encontrado restos de construcciones en madera de la época romana, en la actualidad la duración del material depende de la manera en que se lo proteja ya sea constructivamente o químicamente de los factores que dañan la madera como el agua, el viento, el sol, el fuego, los insectos xilófagos, los roedores, los hongos, musgos y líquenes, etc.

En general analizando a la madera como un material en la construcción diríamos que su comportamiento es relativamente frágil en tensión y aceptablemente dúctil en compresión, en que la falla se

debe al pandeo progresivo de las fibras que proporcionan la resistencia. El material es fuertemente anisotrópico, ya que su resistencia es notablemente mayor en la dirección de las fibras que en las ortogonales de ésta. Sus inconvenientes principales son la poca durabilidad en ambientes agresivos, que puede ser subsanada con un tratamiento apropiado, y la susceptibilidad al fuego, que puede reducirse sólo parcialmente con tratamientos retardantes y más efectivamente protegiéndola con recubrimientos incombustibles. Las dimensiones y formas geométricas disponibles son limitadas por el tamaño de los troncos; por ello la construcción es de menores proporciones sin el uso de madera laminada que actualmente se la utiliza para luces mayores.

El tiempo de armado de la vivienda en bahareque es rápido y sencillo, teniendo en cuenta siempre las uniones y empalmes de la misma se realice de manera correcta.

El comportamiento sísmico de una vivienda en madera es superior al de una en hormigón, ya que la primera es 6 a 9 veces más liviana. El peso específico de una construcción de concreto es de 1.8 ton/m<sup>3</sup>, mientras que en los sistemas modernos de construcción en madera es 0.3 ton/m<sup>3</sup>. Esto es uno de los factores importantes que convierte a la vivienda estructurada en madera en una construcción antisísmica.

La velocidad de construcción es otro factor que incide en el valor final. Su relación es de 1 a 3 veces el tiempo empleado con otro producto tradicional, considerando su construcción en el sitio.

La construcción en madera requiere de menos energía para la obtención de una temperatura confortable. El consumo de

combustible es un 50% menor que el necesario para acondicionar térmicamente una vivienda de concreto.

La madera es un material renovable, a diferencia de sus competidores, acero, hormigón, ladrillos, los que además requieren mayor energía para su obtención y refinamiento y son altamente contaminantes en dicho proceso.

**La tierra:** Desde los inicios de la humanidad ya los primeros hombres construían con tierra, formando con ella paredes protectoras para tapar las entradas de sus cavernas. La tierra ha sido material de construcción usado en todos los lugares y en todos los tiempos. Los hombres se familiarizaron con sus características y aprendieron a mejorarlas agregándole algunas fibras vegetales, o a intercalar algunas ramas como refuerzos para consolidar sus resistencias. Una variedad del uso de la tierra en combinación con otros materiales, principalmente de origen vegetal, son las construcciones de bahareque. Luego, ya tratados por el fuego, aparecen los ladrillos, material inmejorable para uso en mucha clase de construcción.

En las casas de tierra habitualmente se puede realizar con este material desde las paredes, hasta los revocos y los suelos. El material empleado debe tener una composición determinada para poder aprovechar correctamente sus propiedades.

Sin embargo, si se desea realizar una construcción con tierra es básico en primer lugar realizar muestreos y diferentes pruebas previas a la construcción definitiva. Es sumamente aconsejable consultar a las personas de la zona o investigar las referencias históricas, si las hubiera, de la experiencia en la construcción con tierra en el lugar.

La tierra como material de construcción está disponible en cualquier lugar y en abundancia; y aunque fueron las casas más primitivas las que se edificaron con tierra cruda, estas técnicas no son algo del pasado: hoy en día, de un tercio a la mitad de la población mundial vive en casas de tierra. En los lugares en que es tradicional se mantiene, y en algunos países desarrollados se continúan llevando a cabo experiencias y se investiga sobre sus aplicaciones incluso a nivel de construcción plurifamiliar o prefabricada.

La tierra nos ofrece muchas ventajas entre ellas que un material inofensivo, no contiene ninguna sustancia tóxica, siempre que provenga de un suelo que no haya padecido contaminación, es además totalmente reciclable: si en la construcción no se mezcla la tierra con algún producto fabricado por los humanos (por ejemplo, cemento), sería posible integrar totalmente el material en la naturaleza una vez se decidiera derruir el edificio.

La tierra es un material fácil de obtener localmente, prácticamente cualquier tipo de tierra es útil para construir, o bien se puede escoger una técnica u otra en función de la tierra disponible. También se pueden hacer mezclas con otro material cercano y mejorar la mezcla.

Su obtención es respetuosa, si se extrae del propio emplazamiento, provoca un impacto poco mayor que el que ya supone realizar la propia construcción. No lleva asociados problemas como la deforestación o la minería extractiva que implican otros materiales constructivos.

Excelentes propiedades térmicas, la tierra tiene una gran capacidad de almacenar el calor y cederlo posteriormente (cualidad conocida como inercia térmica) Así, permite atenuar los cambios de temperatura externos, creando un ambiente interior agradable. Sobre todo resulta

adecuada en climas áridos con oscilaciones extremas de temperatura entre el día y la noche pero, si se incluye un aislamiento adecuado, también es idónea en climas más suaves.

Propiedades de aislamiento acústico, los muros de tierra transmiten mal las vibraciones sonoras, de modo que se convierten en una eficaz barrera contra los ruidos indeseados. También la tierra es un material inerte que no se incendia, pudre, o recibe ataques de insectos, esto es así porque se evita el uso de las capas superiores de suelo, con gran cantidad de material orgánico.

Un material por naturaleza transpirable, los muros de tierra permiten la regulación natural de la humedad del interior de la casa, de modo que se evitan las condensaciones y económicamente asequible, es un recurso barato (o prácticamente gratuito) que a menudo ya se encuentra en el lugar donde se levantará la casa.

La utilización del barro o de la tierra para el relleno de las paredes es de gran importancia también, ya que en la parroquia Turupamba se ha hecho uso de y la tierra del lugar o sitios aledaños. Los muros de tierra son utilizados en otras técnicas como son el adobe o el tapial, en los cuales se puede comprobar la resistencia de la tierra como material portante y no solo de relleno como es el caso del bahareque. El barro ya seco y correctamente tratado es un material resistente a los factores climáticos, el agua, el viento y el sol; además que tiene propiedades acústicas y térmicas muy elevadas.

**La paja:** Las superficies de barro expuestas a la lluvia suelen presentar fisuras de retracción las cuales deben evitarse. La retracción durante el secado depende del contenido de agua, del tipo y cantidad de mineral arcillosos y de la distribución granulométrica de los agregados y/o

contenido de paja. Cuando se añaden fibras como pelo animal, fibras de coco, sical, penco, bambú, y paja cortada la retracción puede reducirse. Esto se debe a que el contenido relativo de arcilla se reduce y que parte del agua es absorbida por los poros de las fibras. La paja es indispensable pues controla los efectos de retracción por secado y por temperatura.

## 7.2. REGISTRO TÉCNICO DE LA EDIFICACIONES

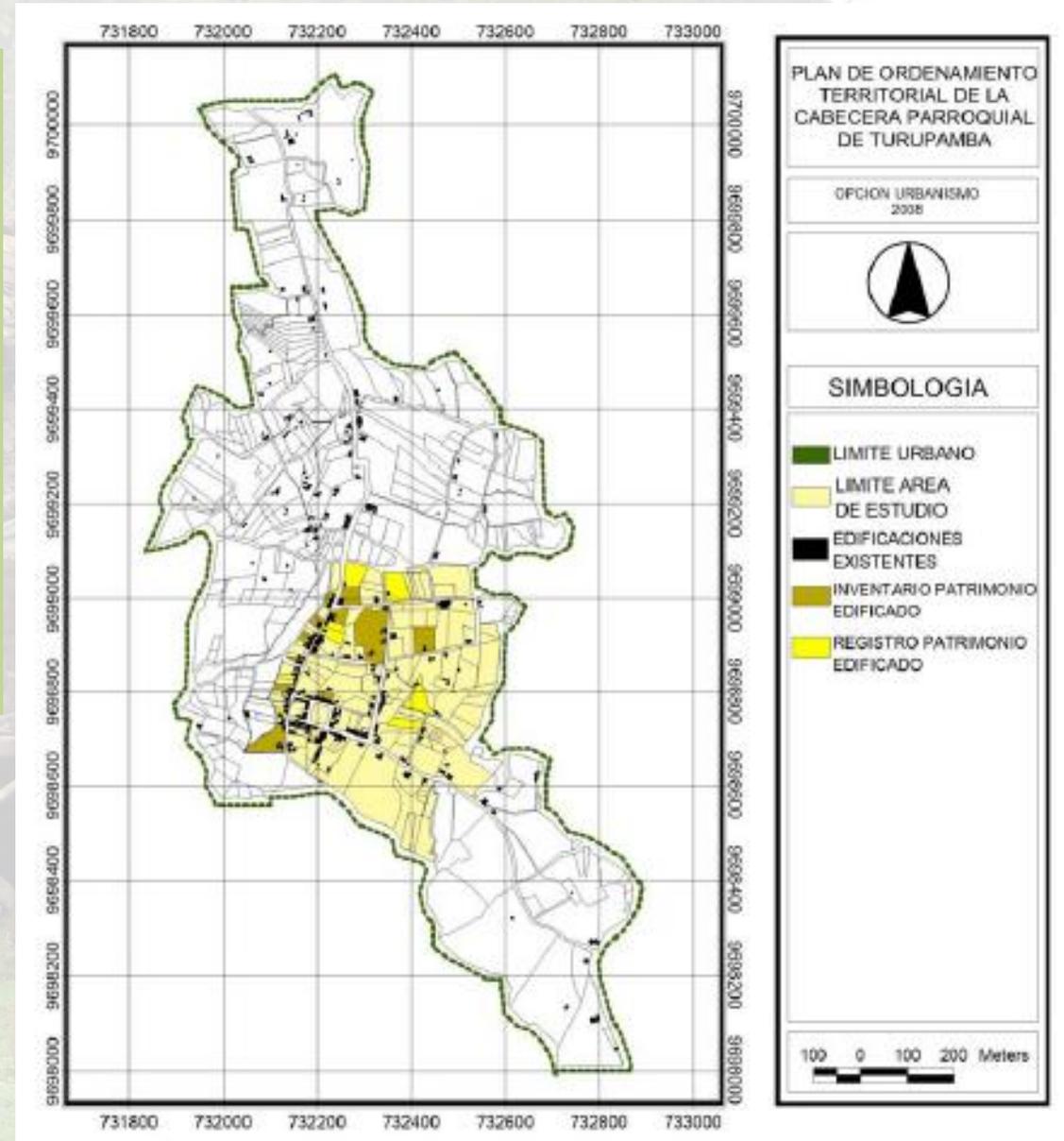
Para la elaboración de la ficha técnica de registro, partimos del inventario elaborado por el P.O.T 2008-2028, el cual es la recopilación de datos para la preservación de estos bienes culturales inmuebles, este inventario usó una ficha tipo para el reconocimiento del bien, complementado por una documentación gráfica y fotográfica. El mismo que no solo indica a qué tipo de construcción pertenece el inmueble, sino incluye también la técnica constructiva utilizada en dichas viviendas, determinando que todas las edificaciones son de bahareque. Esta conclusión nos sirvió como punto de partida para la presente investigación “ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA”

Según la información obtenida por el P.O.T “Dentro del área de estudio se han identificado 25 edificaciones con carácter patrimonial por sus valores históricos, arquitectónicos y culturales, sin embargo 17 de ellas se han inventariado por su nivel de conservación (CUADRO Nº 7.1) (GRAFICO Nº 7.2), las 8 restantes presentan un deterioro significativo por lo que se procedió únicamente hacer su registro para hacer constancia de su existencia sin restarles su importancia en la historia”.

CUADRO Nº 7.1. INVENTARIO DE LAS EDIFICACIONES PATRIMONIALES DEL CENTRO POBLADO DE TURUPAMBA.

EDIFICACIONES PATRIMONIALES EN EL SECTOR TURUPAMBA				
Nº	CODIGO EDIFICACION	PROPIETARIO	SIGLO	Nº PISOS
1	01010116-01	Luis Clodoveo Vasconez Argudo	XX	1
2	01010110-02	Imelda Coronel	XX	1
3	01010109-03	Imelda Coronel	XX	1
4	01010106-04	Mariano Tarquino Argudo Gutierrez	XX	1
5	01010104-05	Luis Rodolfo Mora Argudo	XX	2
6	01010103-06	Transito Mora	XX	1
7	01010306-07	Teofilo Gutierrez Argudo	XX	1
8	01010204-08	Carmen Esthela Alvarado Vazcones	XX	2
9	01011005-09	Lourdes Dolores Gutierrez Argudo	XX	1
10	01010416-10	Zoila Piedra	XX	2
11	01010901-11	Herederes de Cesar Vasconez	XX	2
12	01010904-12	Herederes de Olmedo Argudo	XX	1
13	01010901-13	Herederes de Cesar Vasconez	XX	1
14	01010901-14	Herederes de Cesar Vasconez	XX	2
15	01010816-15	Rigoberto Coronel	XX	2
16	01010817-16	Leonidas Tello	XX	2
17	01020209-17	Segundo Torres Gomezcuello	XX	2

GRAFICO Nº 7.2. ESQUEMA INVENTARIO Y REGISTRO DEL PATRIMONIO EDIFICADO EN EL CENTRO POBLADO DE TURUPAMBA.



**FICHA TECNICA DE REGISTRO Nº 1**

ELABORACION: GRUPO DE TESIS

CLAVE CATASTRAL: 01010104-05

PROVINCIA: Cañar

CANTON: Biblián

PARROQUIA: Turupamba

DIRECCIÓN: Calle Cuenca

PROPIETARIO: Luis Rodolfo Mora Argudo

USO PREDOMINANTE: Vivienda Temporal

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: (1940-1960)

SISTEMA CONSTRUCTIVO: Bahareque

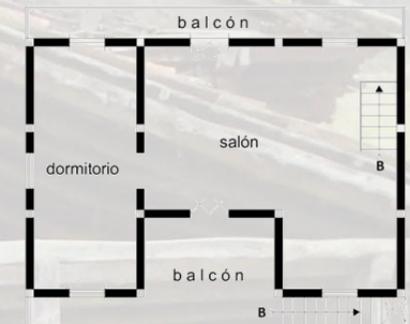
SISTEMA CONSTRUCTIVO COMBINADO

CON: Bloque de Pómez (cocina y baño)

ELECCION DEL SISTEMA: Disposición de la mano de obra



PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

**FICHA TECNICA DE REGISTRO Nº 2**

ELABORACION: GRUPO DE TESIS

CLAVE CATASTRAL: 0101010306

PROVINCIA: Cañar

CANTON: Biblián

PARROQUIA: Turupamba

DIRECCIÓN: Calle Cuenca

PROPIETARIO: Transito Mora

USO PREDOMINANTE: Edificación abandonada

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: (1940-1960)

SISTEMA CONSTRUCTIVO: Bahareque

ELECCION DEL SISTEMA: Disposición de la mano de obra



PLANTA BAJA



FICHA TECNICA DE REGISTRO Nº 3

**ELABORACION:** GRUPO DE TESIS

**CLAVE CATASTRAL:** 0101100509

**PROVINCIA:** Cañar

**CANTON:** Biblián

**PARROQUIA:** Turupamba

**DIRECCIÓN:** Calle Cuenca

**PROPIETARIO:** Lourdes Dolores Gutiérrez Argudo

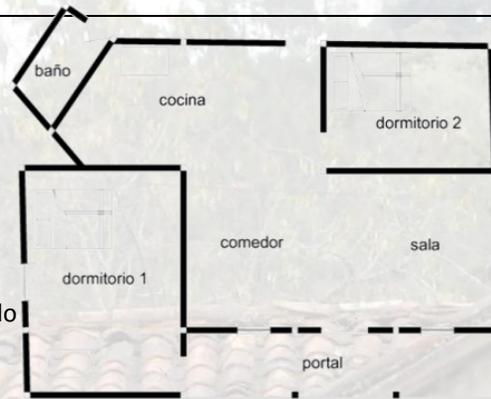
**USO PREDOMINANTE:** Vivienda

**AÑO DE CONSTRUCCIÓN:** (1940-1960)

**SISTEMA CONSTRUCTIVO:** Bahareque

**SISTEMA CONSTRUCTIVO COMBINADO CON:** Bloque de pómez (baño)

**ELECCION DEL SISTEMA:** Disposición de la mano de obra



#### FICHA TECNICA DE REGISTRO Nº 4

**ELABORACION:** GRUPO DE TESIS

**CLAVE CATASTRAL:** 0101090412

**PROVINCIA:** Cañar

**CANTON:** Biblián

**PARROQUIA:** Turupamba

**DIRECCIÓN:** Calle Cuenca

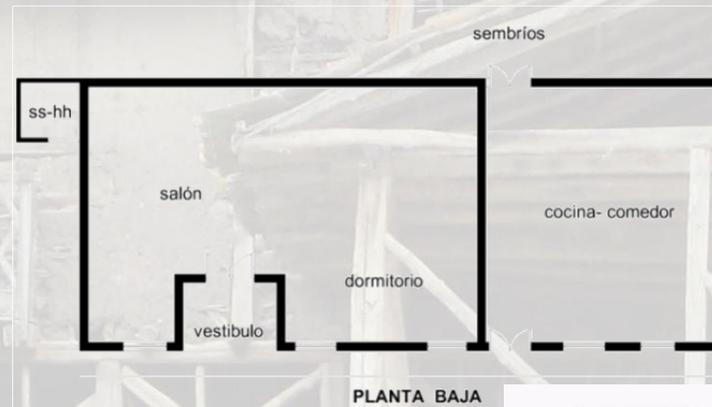
**PROPIETARIO:** Olmedo Argudo Herederos

**USO PREDOMINANTE:** Edificación abandonada

**AÑO DE CONSTRUCCIÓN:** (1940-1960)

**SISTEMA CONSTRUCTIVO:** Bahareque

**ELECCION DEL SISTEMA:** Facilidad de adquisición de materiales



**FICHA TECNICA DE REGISTRO Nº 5**

ELABORACION: GRUPO DE TESIS

CLAVE CATASTRAL: 0101010604

PROVINCIA: Cañar

CANTON: Biblián

PARROQUIA: Turupamba

DIRECCIÓN: Calle Cuenca

PROPIETARIO: Mariano Argudo Gutiérrez

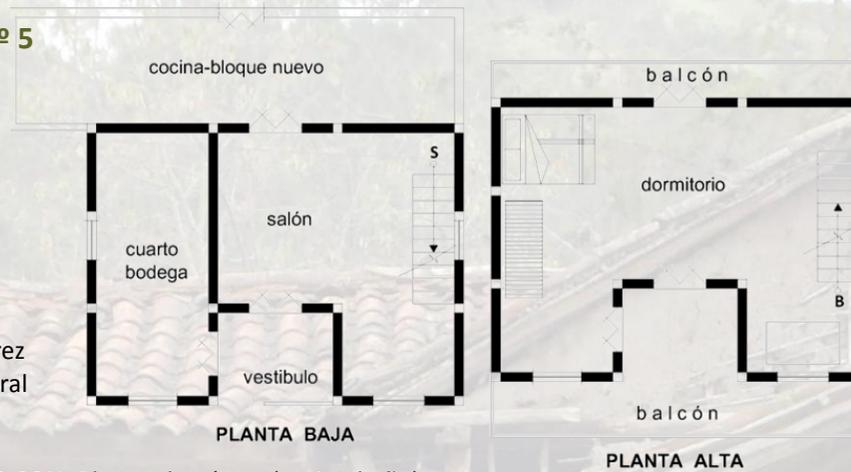
USO PREDOMINANTE: Vivienda temporal

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: (1940-1960)

SISTEMA CONSTRUCTIVO: Bahareque

SISTEMA CONSTRUCTIVO COMBINADO CON: Bloque de pómez (cocina-baño)

ELECCION DEL SISTEMA: Disposición de mano de obra



**FICHA TECNICA DE REGISTRO Nº 6**

ELABORACION: GRUPO DE TESIS

CLAVE CATASTRAL: 0101010903

PROVINCIA: Cañar

CANTON: Biblián

PARROQUIA: Turupamba

DIRECCIÓN: Calle Cuenca

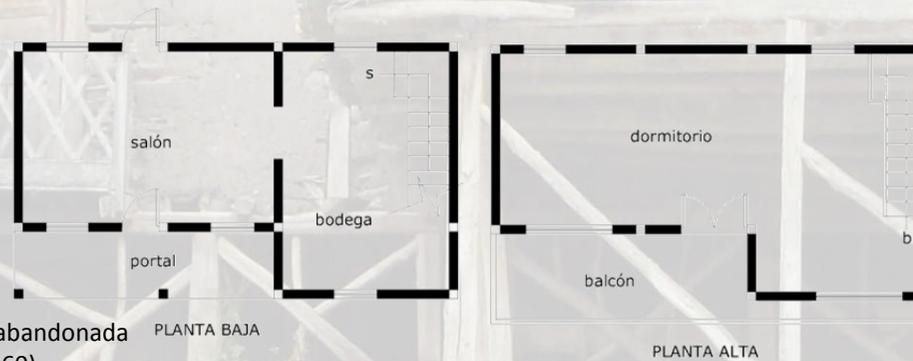
PROPIETARIO: Imelda Coronel

USO PREDOMINANTE: Edificación abandonada

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: (1940-1960)

SISTEMA CONSTRUCTIVO: Bahareque

ELECCION DEL SISTEMA: Facilidad de adquisición de materiales



## FICHA TECNICA DE REGISTRO Nº 7

ELABORACION: GRUPO DE TESIS

CLAVE CATASTRAL: 0101011002

PROVINCIA: Cañar

CANTON: Biblián

PARROQUIA: Turupamba

DIRECCIÓN: Calle Cuenca

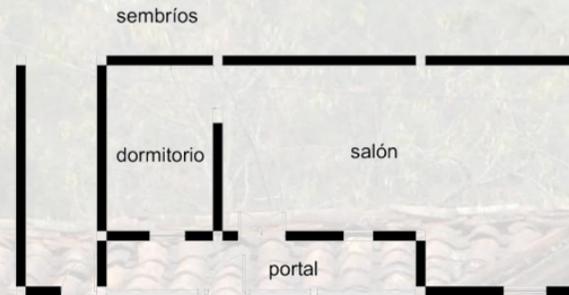
PROPIETARIO: Imelda Coronel

USO PREDOMINANTE: Edificación abandonada

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: (1940-1960)

SISTEMA CONSTRUCTIVO: Bahareque

ELECCION DEL SISTEMA: Adaptación de recursos económicos



PLANTA BAJA



## FICHA TECNICA DE REGISTRO Nº8

ELABORACION: GRUPO DE TESIS

CLAVE CATASTRAL: 0101030607

PROVINCIA: Cañar

CANTON: Biblián

PARROQUIA: Turupamba

DIRECCIÓN: Calle Cuenca

PROPIETARIO: Teófilo Gutiérrez Argudo

USO PREDOMINANTE: Vivienda

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: (1940-1960)

SISTEMA CONSTRUCTIVO: Bahareque

SISTEMA CONSTRUCTIVO COMBINADO CON: Bloque de pómez (baño)

ELECCION DEL SISTEMA: Facilidad de adquisición de materiales



**FICHA TECNICA DE REGISTRO N°9**

**ELABORACION:** GRUPO DE TESIS

**CLAVE CATASTRAL:** 0101011601

**PROVINCIA:** Cañar

**CANTON:** Biblián

**PARROQUIA:** Turupamba

**DIRECCIÓN:** Calle Cuenca

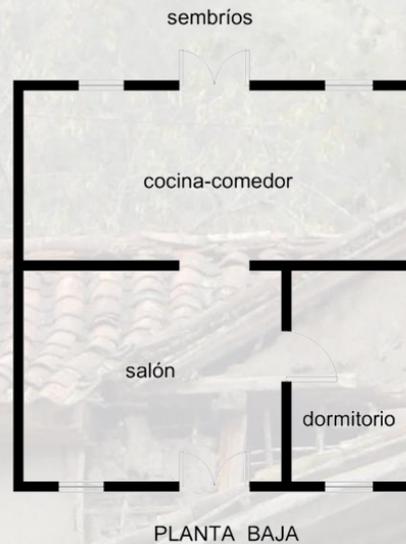
**PROPIETARIO:** Luis Clodoveo Vasconez Argudo

**USO PREDOMINANTE:** Vivienda

**AÑO DE CONSTRUCCIÓN:** (1940-1960)

**SISTEMA CONSTRUCTIVO:** Bahareque

**ELECCION DEL SISTEMA:** Disposición de mano de obra



**FICHA TECNICA DE REGISTRO N°10**

**ELABORACION:** GRUPO DE TESIS

**CLAVE CATASTRAL:** 0101011601

**PROVINCIA:** Cañar

**CANTON:** Biblián

**PARROQUIA:** Turupamba

**DIRECCIÓN:** Calle Cuenca

**PROPIETARIO:** Luis Clodoveo Vasconez Argudo

**USO PREDOMINANTE:** Vivienda

**AÑO DE CONSTRUCCIÓN:** (1940-1960)

**SISTEMA CONSTRUCTIVO:** Bahareque

**ELECCION DEL SISTEMA:** Disposición de mano de obra



**FICHA TECNICA DE REGISTRO Nº11**

ELABORACION: GRUPO DE TESIS

CLAVE CATASTRAL: 0101041610

PROVINCIA: Cañar

CANTON: Biblián

PARROQUIA: Turupamba

DIRECCIÓN: Calle Sucre

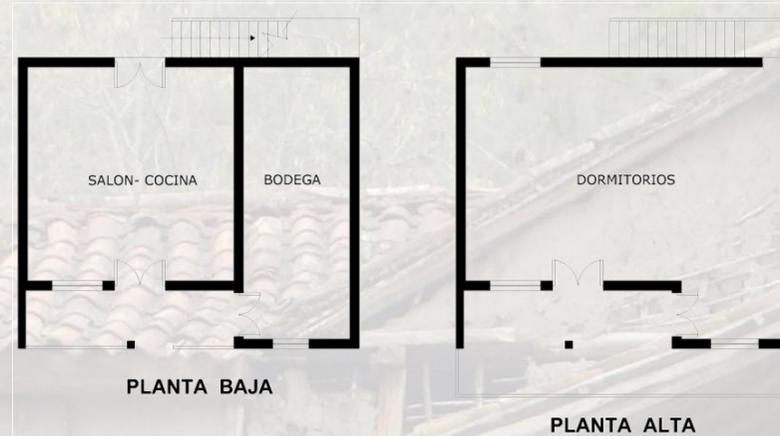
PROPIETARIO: Piedra Zoila

USO PREDOMINANTE: Edificación abandonada

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: (1960-1980)

SISTEMA CONSTRUCTIVO: Bahareque

ELECCION DEL SISTEMA: Disposición de mano de obra

**FICHA TECNICA DE REGISTRO Nº12**

ELABORACION: GRUPO DE TESIS

CLAVE CATASTRAL: 0101090113

PROVINCIA: Cañar

CANTON: Biblián

PARROQUIA: Turupamba

DIRECCIÓN: Calle Padre Vasconez

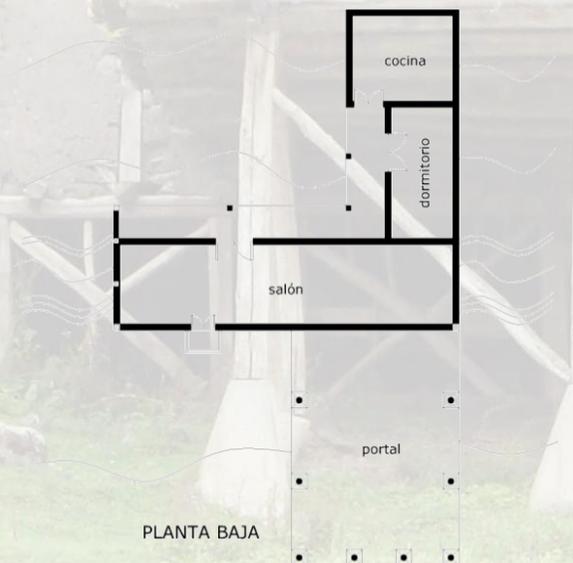
PROPIETARIO: Herederos de Cesar Vasconez

USO PREDOMINANTE: Edificación abandonada

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: (1960-1980)

SISTEMA CONSTRUCTIVO: Bahareque

ELECCION DEL SISTEMA: Disposición de mano de obra



## FICHA TECNICA DE REGISTRO Nº13

ELABORACION: GRUPO DE TESIS

CLAVE CATASTRAL: 0101090114

PROVINCIA: Cañar

CANTON: Biblián

PARROQUIA: Turupamba

DIRECCIÓN: Calle Chimborazo

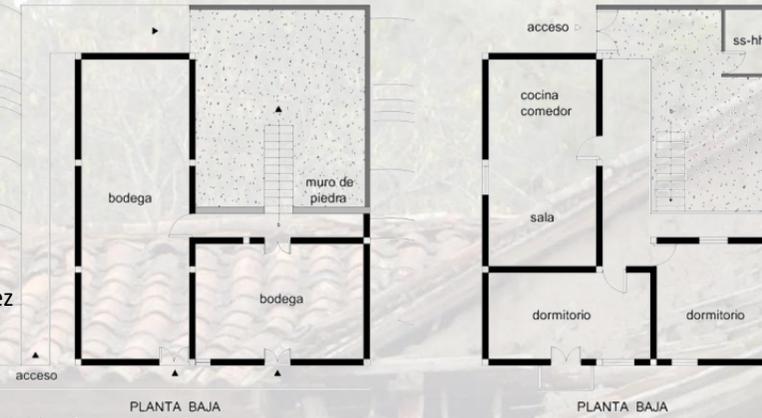
PROPIETARIO: Herederos de Cesar Vasconez

USO PREDOMINANTE: Vivienda

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: (1940-1960)

SISTEMA CONSTRUCTIVO: Bahareque

ELECCION DEL SISTEMA: Facilidad de adquisición de materiales



## FICHA TECNICA DE REGISTRO Nº14

ELABORACION: GRUPO DE TESIS

CLAVE CATASTRAL: 0101090111

PROVINCIA: Cañar

CANTON: Biblián

PARROQUIA: Turupamba

DIRECCIÓN: Calle Chimborazo

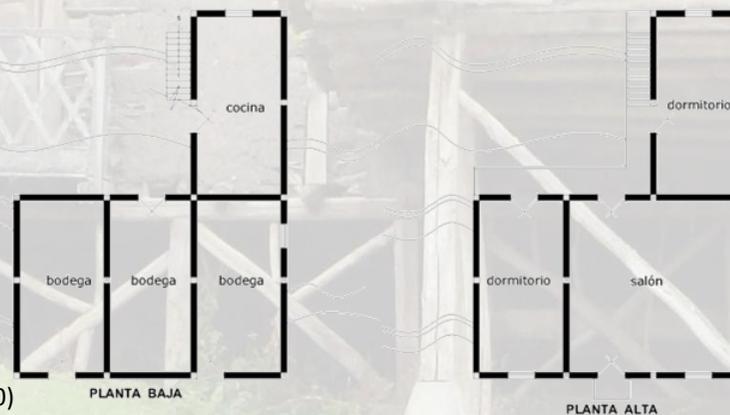
PROPIETARIO: Herederos de Cesar Vasconez

USO PREDOMINANTE: Vivienda

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: (1940-1960)

SISTEMA CONSTRUCTIVO: Bahareque

ELECCION DEL SISTEMA: Adaptación de recursos económicos



**FICHA TECNICA DE REGISTRO Nº15**

**ELABORACION:** GRUPO DE TESIS

**CLAVE CATASTRAL:** 0101081615

**PROVINCIA:** Cañar

**CANTON:** Biblián

**PARROQUIA:** Turupamba

**DIRECCIÓN:** Calle Sucre

**PROPIETARIO:** Coronel Rigoberto

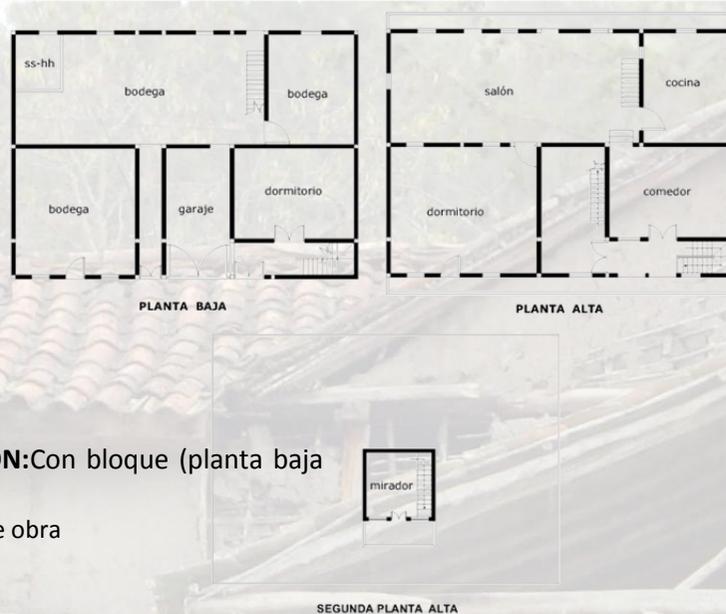
**USO PREDOMINANTE:** Vivienda

**AÑO DE CONSTRUCCIÓN:** (1940-1960)

**SISTEMA CONSTRUCTIVO:** Bahareque

**SISTEMA CONSTRUCTIVO COMBINADO CON:** Con bloque (planta baja refaccionada)

**ELECCION DEL SISTEMA:** Disposición de mano de obra



**FICHA TECNICA DE REGISTRO Nº16**

**ELABORACION:** GRUPO DE TESIS

**CLAVE CATASTRAL:** 0101081716

**PROVINCIA:** Cañar

**CANTON:** Biblián

**PARROQUIA:** Turupamba

**DIRECCIÓN:** Calle Bolívar

**PROPIETARIO:** Leonidas Tello

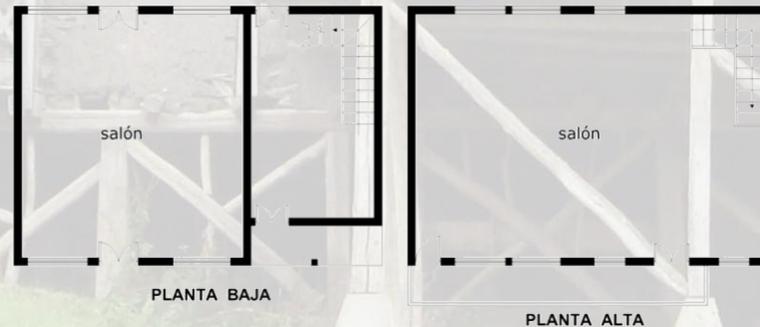
**USO PREDOMINANTE :** Vivienda

**AÑO DE CONSTRUCCIÓN:** (1960-1980)

**SISTEMA CONSTRUCTIVO:** Bahareque

**SISTEMA CONSTRUCTIVO COMBINADO CON:** Con bloque (planta baja refaccionada)

**ELECCION DEL SISTEMA:** Disposición de mano de obra



**FICHA TECNICA DE REGISTRO Nº17****ELABORACION: GRUPO DE TESIS****CLAVE CATASTRAL:** 0102020917**PROVINCIA:** Cañar**CANTON:** Biblián**PARROQUIA:** Turupamba**DIRECCIÓN:** Calle Bolívar**PROPIETARIO:** Segundo Torres Gómez Cuello**USO PREDOMINANTE:** Edificación abandonada (no se pudo ingresar)**AÑO DE CONSTRUCCIÓN:** (1960-1980)**SISTEMA CONSTRUCTIVO:** Bahareque**SISTEMA CONSTRUCTIVO COMBINADO CON:** Con bloque (planta baja refaccionada)**ELECCION DEL SISTEMA:** Disposición de mano de obra.

### 7.3. FICHA TÉCNICA DE REGISTRO.

Para el análisis de los sistemas constructivos tradicionales en madera, se lo realizó con la utilización de los instrumentos técnicos (Fichas de registro), con la cual pretendemos recopilar la mayor información sobre el sistema constructivo de dichas viviendas.

En la ficha se deberá contar con la información general del sistema y adjuntar información gráfica, esta debe ser lo más sintética posible y acompañarla con datos tipológicos y tecnológicos.

#### 7.3.1. Objetivo de la ficha:

El objetivo de la ficha es definir un instrumento técnico básico para recopilar, conocer y rescatar los elementos estructurales del sistema constructivo estudiado, para su posterior análisis, comparación y aplicación para el diseño de una vivienda rural.

#### 7.3.2. Estructura de la ficha:

A continuación detallaremos como está estructurada esta ficha de registro.

a).- Se detalla los datos generales de la vivienda como: Nombre de propietario, código del predio según P.O.T., dirección de la vivienda, uso predominante, año de construcción.

b).- Descripción del sistema constructivo donde se determina el tipo de sistema constructivo utilizado y la razón por la cual adaptaron el sistema, así como: el esquema de ubicación del sistema con su respectiva información fotográfica.

c).- Encontramos el esquema de planta baja y planta alto dependiendo del tipo de vivienda.

d).- Se registra los diferentes elementos estructurales del sistema constructivo así como: estructura y material de cada uno de los elementos que compone la vivienda.

e).- En este punto se recoge los datos gráficos del tipo de uniones y ensambles de los elementos antes mencionados.



**UNIVERSIDAD DE CUENCA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA**

**TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA**

**ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE LA PARROQUIA TURUPAMBA**

PROVINCIA: CAÑAR      CANTÓN: BIBLIAN      PARROQUIA: TURUPAMBA

FICHA Nº

FECHA:

**1.- DATOS DE LA VIVIENDA**

HOJA Nº 1

a. DIRECCION: \_\_\_\_\_

CODIGO FIDUCIAL P.O.T TURUPAMBA

b. PROPIETARIO: \_\_\_\_\_

d. AÑO DE CONSTRUCCION

e. USO PREDOMINANTE \_\_\_\_\_

**2.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO UTILIZADO**

**A) TECNOLOGÍA**

a. SISTEMA CONSTRUCTIVO PREDOMINANTE: \_\_\_\_\_

b. SISTEMA CONSTRUCTIVO COMBINADO CON: \_\_\_\_\_

**B) LA ELECCION DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO SE DEBE A:**

- a. Adaptación de recursos económicos
- b. Disposición de mano de obra
- c. Topografía
- d. Condiciones climáticas
- e. Facilidad de adquisición de materiales

Esquema de ubicación

FOTOGRAFIA CODIGO:

**4.- ESQUEMA DE PLANTAS**

**A) PLANTA BAJA**

**A) PLANTA ALTA**

encuestador: \_\_\_\_\_

revisión: \_\_\_\_\_



**ANALISIS DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE LA PARROQUIA TURUPAMBA**

PROVINCIA: CAÑAR      CANTON: BIBLIAN      PARROQUIA: TURUPAMBA

FICHA N°

FECHA:

**5.- ANALISIS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO**

HOJA N° 2

**5.1 CIMENTACION**

a) tipo de cimentación  1.- cimentación corrida (sirve de base para colocar muros y paredes)  
2.- cimentación aislada (construcción por medio de pilares y columnas)  
3.- cimentación mbcta (fusión de los anteriores)

a.1) estructura  1.- piedra de canto rodado  
2.- otros (especifique) \_\_\_\_\_

a.2) mortero de:  1.- cemento  
2.- otros (especifique) \_\_\_\_\_

b) daños encontrados: (N° según lista de daños hoja 3)   %

C) posibles causas \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

a) código fotografico cimentación

b) código fotografico de daños

**5.2 TABIQUES**

a) estructura MATERIAL SISTEMA CONSTRUCTIVO

1.- madera aserrada  1.- sistema entramado (posta-viga)   
2.- madera roliza  2.- otras (especifique) \_\_\_\_\_  
3.- otras (especifique) \_\_\_\_\_

b) Enchacelado b.1) sujeción (material usado) c) Relleno

1.- carrizo  1.- cabuya  1.- mortero de barro   
2.- caña guadua  2.- sogas  2.- mortero de barro y paja   
3.- madera roliza  3.- alambre  3.- piedra   
4.- carrizo

d) Acabados e) daños encontrados: (N° según lista de daños hoja 3)   %

1.- madera  f) posibles causas \_\_\_\_\_  
2.- pintura   
3.- barro   
4.- otros (especifique) \_\_\_\_\_

a) código fotografico tabiques

b) código fotografico de daños

**5.3 columnas**

a) material b) daños encontrados: (N° según lista de daños hoja 3)   %

1.- madera aserrada  c) posibles causas \_\_\_\_\_  
2.- madera roliza   
3.- otros (especifique) \_\_\_\_\_

a) código fotografico columnas

b) código fotografico de daños

**5.4 Vigas**

a) material b) daños encontrados: (N° según lista de daños hoja 3)   %

1.- madera aserrada  c) posibles causas \_\_\_\_\_  
2.- madera roliza   
3.- otros (especifique) \_\_\_\_\_

a) código fotografico vigas

b) código fotografico de daños

encuestador: \_\_\_\_\_

revisión: \_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**

TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

**ANALISIS DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE LA PARROQUIA TURUPAMBA**

PROVINCIA: CAÑAR      CANTON: BIBLIAN      PARROQUIA: TURUPAMBA

FICHA N°

FECHA:

**5.- ANALISIS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL SISTEMA**

HOJA N° 3

**5.5 Pisos y entrepisos**

a) material

- 1.- piso de tierra   
2.- piso de madera   
3.- otros (especifique) \_\_\_\_\_

b) daños encontrados:  
( N° según lista de daños hoja 4)


c) posibles causas

\_\_\_\_\_

a) codigo fotografico pisos y entrepisos

\_\_\_\_\_

b) codigo fotografico de daños

\_\_\_\_\_

**5.6 cubierta**

a) estructura MATERIAL

- 1.- madera aserrada   
2.- madera rolliza   
3.- otros (especifique) \_\_\_\_\_

SISTEMA CONSTRUCTIVO

- 1.- cerchas   
3.- otros (especifique) \_\_\_\_\_

b) Revestimiento MATERIAL

- 1.- teja artesanal   
2.- zinc   
3.- zinc+teja artesanal   
4.- otros (especifique) \_\_\_\_\_

c) tipo de caída

- 1.- una agua   
2.- dos aguas   
3.- tres aguas   
4.- cuatro aguas

d) daños encontrados:  
( N° según lista de daños hoja 4)


e) posibles causas

\_\_\_\_\_

a) codigo fotografico cubierta

\_\_\_\_\_

b) codigo fotografico de daños

\_\_\_\_\_

**5.7 Elementos complementarios**

a) carpintería

- MATERIAL  
1.- madera aserrada   
2.- madera rolliza   
3.- otros (especifique) \_\_\_\_\_

a.1) daños encontrados:  
( N° según lista de daños hoja 4)


b) posibles causas

\_\_\_\_\_

a) codigo fotografico elementos complementarios

\_\_\_\_\_

b) codigo fotografico de daños

\_\_\_\_\_

b) escaleras

- MATERIAL  
1.- madera aserrada   
2.- madera rolliza   
3.- otros (especifique) \_\_\_\_\_

b.1) daños encontrados:  
( N° según lista de daños hoja 4)


b.2) posibles causas

\_\_\_\_\_

a) codigo fotografico escaleras

\_\_\_\_\_

b) codigo fotografico de daños

\_\_\_\_\_

C) cielo raso (material)

- 1.- enduelado de madera   
2.- tableros de madera   
3.- otros (especifique) \_\_\_\_\_

b.1) daños encontrados:  
( N° según lista de daños hoja 4)


b.2) posibles causas

\_\_\_\_\_

a) codigo fotografico cielo raso

\_\_\_\_\_

b) codigo fotografico de daños

\_\_\_\_\_

**LISTA DE DAÑOS**

- |                               |                              |                                       |
|-------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| 1.- Curvatura de elemento     | 9.- Pudrición                | 17.- Eflorescencias                   |
| 2.- Alabeo de elemento        | 10.- Manchas                 | 18.- Orificios por insectos xilófagos |
| 3.- Abarquillado de elemento  | 11.- Decoloración            | 19.- Orificios por roedores           |
| 4.- Deslizamiento de uniones  | 12.- Carbonización en madera | 20.- Roturas                          |
| 5.- Deslizamiento de empalmes | 13.- Asentamientos           | 21.- Pérdida de material              |
| 6.- Corrosión                 | 14.- Deslizamientos          | 22.- Desgaste Natural                 |
| 7.- Grietas                   | 15.- Pandeo                  | 23.- Desprendimiento de material      |
| 8.- Fisuras                   | 16.- Deformaciones           | 24.- Agrietamientos de la madera      |

observaciones:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

encuestador: \_\_\_\_\_

revisión : \_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**

**TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA**

**ANALISIS DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE LA PARROQUIA TURUPAMBA**

PROVINCIA: CAÑAR      CANTON: BIBLIAN      PARROQUIA: TURUPAMBA

FICHA Nº

FECHA:

**5.- ANALISIS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL SISTEMA**

HOJA Nº4

**5.8 Uniones                                  Ensamblés**

**A) cimiento-columna**

tipo de unión   
  
      tipo de ensamble

A.1) código fotográfico

A.2) DETALLE CONSTRUCTIVO

**B) columna-solera inferior**

tipo de unión   
  
      tipo de ensamble

B.1) código fotográfico

B.2) DETALLE CONSTRUCTIVO

**C) columna- solera superior**

tipo de unión   
  
      tipo de ensamble

C.1) código fotográfico

C.2) DETALLE CONSTRUCTIVO

**D) solera superior-cubierta**

tipo de unión   
  
      tipo de ensamble

D.1) código fotográfico

D.2) DETALLE CONSTRUCTIVO

**A) LISTA DE UNIONES Y ENSAMBLES**

- |                           |                             |                          |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1.- Uniones amarradas     | 1.- Media madera            | 6.- Empalme Caja en cruz |
| 2.- Uniones clavadas      | 2.- Cola de milano          |                          |
| 3.- Uniones atornilladas  | 3.- Empalme llave           |                          |
| 4.- Uniones emparradas    | 4.- Empalme Rayo de Júpiter |                          |
| 5.- Uniones con adhesivos | 5.- Empalme Caja- Espiga    |                          |

observaciones:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

encuestador: \_\_\_\_\_

revisión: \_\_\_\_\_

## 7.4. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS FICHAS

Las características generales de las viviendas y de los elementos del sistema constructivo se han recopilado en cada uno de los puntos de la ficha de registro, los cuales se hallan resumidos en los siguientes aspectos:

### 7.4.1. Descripción del Sistema Constructivo

#### a).- Tecnología:

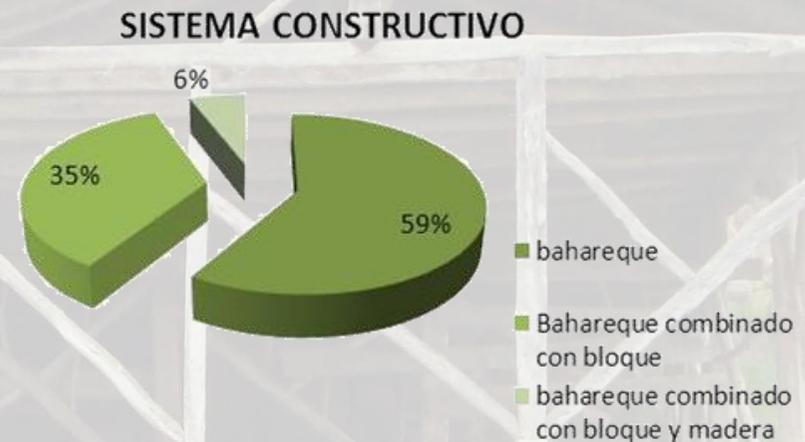
Al analizar el sistema constructivo utilizado en las diferentes viviendas de la Parroquia Turupamba podemos concluir que el sistema más utilizado es el bahareque tradicional con un total de 10 edificaciones que representa el 59%, en un porcentaje menor encontramos que al bahareque se lo ha combinado con bloque de pómez en 6 edificaciones y un 35% y en un solo caso se ha identificado una vivienda combinada con bloque y madera 6%.

La combinación del bahareque tradicional con otros materiales especialmente los no tradicionales, es un aspecto que tomaremos en cuenta para el presente trabajo, ya que estas combinaciones afectan notablemente a la integridad del sistema constructivo estudiado y existe un número considerable de viviendas con esta afección.

GRAFICO N° 7.3.Tecnología utilizada en el sistema constructivo

SISTEMA CONSTRUCTIVO	Nº	%
bahareque	10	59
Bahareque combinado con bloque	6	35
bahareque combinado con bloque y madera	1	6
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

GRAFICO N° 7.4.Tecnología utilizada en el sistema constructivo



FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

**b).- Elección Del Sistema Constructivo:**

En el siguiente cuadro podemos observar que la razón por la cual fue elegido el presente sistema constructivo fue esencialmente la disposición de mano de obra registrado en 12 viviendas con un 59%, seguido por la fácil adquisición de materiales con 4 viviendas en un

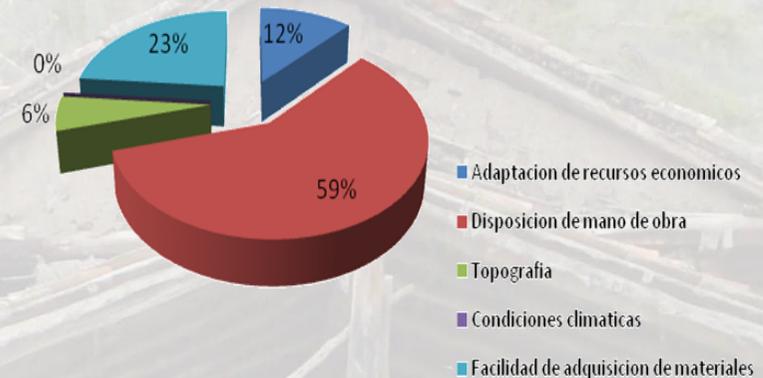
24%, finalmente con un mínimo porcentaje de 2 viviendas 12% se encontró que se lo eligió por la adaptación de recursos económicos y solo una vivienda se la hizo por la topografía con un 6%.

La técnica del bahareque es muy conocida en la parroquia y aunque en la actualidad los constructores de esta técnica han desaparecido, creemos que es factible aun contratar mano de obra calificada para la construcción de estas viviendas para las cuales además existe una facilidad de adquirir los materiales en la propia zona de construcción.

GRAFICO Nº 7.5.Elección del sistema constructivo

ELECCION DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO	Nº	%
Adaptacion de recursos economicos	2	12
Disposicion de mano de obra	10	59
Topografia	1	6
Condiciones climaticas	0	0
Facilidad de adquisicion de materiales	4	24
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

GRAFICO Nº 7.6.Elección del sistema constructivo

**ELECCION DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO**

FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS

ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

**7.4.2. Análisis de los elementos estructurales del sistema constructivo**

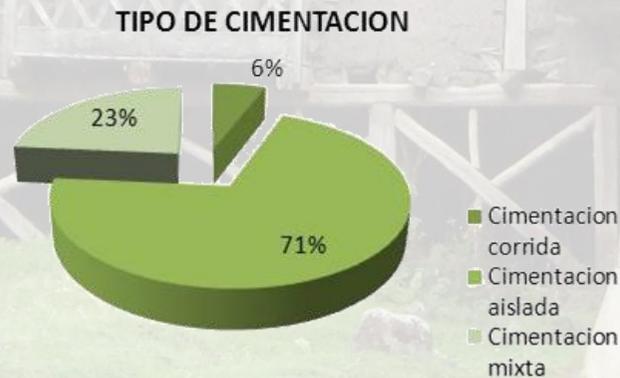
**a) Cimentación:** en el presente cuadro principalmente analizamos el tipo de cimentación existente en las viviendas, donde se evidencia que la cimentación aislada está presente en la mayoría de esta, representada por un 71% es decir 12 viviendas; 4 viviendas usan la cimentación mixta es decir la combinación de la cimentación corrida y la aislada con un 24% y un mínimo porcentaje del 6% representada por 1 sola vivienda utiliza la cimentación corrida.

El estudio de los elementos estructurales realizados en temas anteriores nos indica que el bahareque principalmente utiliza la cimentación aislada es decir que la estructura descansa sobre una piedra basa localizada en cada esquina o cruce de paredes lo que confirmamos con el presente análisis, sin embargo no descartaremos la utilización de la cimentación corrida como una posibilidad para la cimentación en el proyecto

GRAFICO Nº 7.7.Tipo de cimentación

TIPO DE CIMENTACION	Nº	%
Cimentacion corrida	1	6
Cimentacion aislada	12	71
Cimentacion mixta	4	24
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

GRAFICO Nº 7.8.Tipo de cimentación



FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

**b).- Tabiques:** el análisis de este elemento se lo ha realizado en la presente ficha de registro, dividiéndolo en los siguientes aspectos:

**1.- Estructura:**

**Material:** cómo podemos observar en el cuadro a continuación, los tabiques se encuentran estructurados con madera aserrada en la totalidad de las viviendas, es decir en las 17 viviendas se usa este material. La madera aserrada implica mayor comodidad al momento del armado de la estructura de los tabiques

GRAFICO Nº 7.9.Material utilizado en la estructura de los tabiques

TABIQUES ESTRUCTURA	Nº	%
Madera aserrada	17	100
Madera rolliza	0	0
Otros	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

**Sistema constructivo:** los tabiques de las 17 viviendas analizadas usan el sistema constructivo de entramado (poste-viga), es decir el 100% de las mismas.

GRAFICO Nº 7.10.Sistema constructivo utilizado en la estructura de los tabiques

TABIQUE - SISTEMA CONSTRUCTIVO	Nº	%
sistema entramado (poste- viga)	17	100
otros	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

## 2.- Enchacelado:

**Material:** en lo que se refiere al material manejado para el enchacelado tenemos que el 100% de las viviendas registradas presentan carrizo para su armado; este procedimiento es el tradicional en las edificaciones del bahareque, sin embargo no se puede descartar otros materiales para esta función como puede ser la madera aserrada.

GRAFICO Nº 7.11.Material utilizado en el enchacelado de los tabiques

TABIQUE - ENCHACLEADO	Nº	%
Carrizo	17	100
Caña gadua	0	0
Madera rolliza	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

**Sujeción:** el método de sujeción más utilizado en la parroquia es aquel donde se utiliza la cabuya que es un material proveniente de la planta conocida como penca o penco de donde se los extrae a manera de hilos, muy típico en las construcciones tradicionales debido a su gran resistencia a la tracción. En el registro de vivienda se determinó que el 100% - 17 viviendas sujetan el enchacelado con cabuya. Sin embargo existe la posibilidad de usar el alambre para mayor comodidad y facilidad de adquisición en el mercado.

GRAFICO Nº 7.12.Material utilizado en la sujeción de los tabiques

TABIQUES -SUJECION	Nº	%
Cabuya	17	100
Soga	0	0
Alambre	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

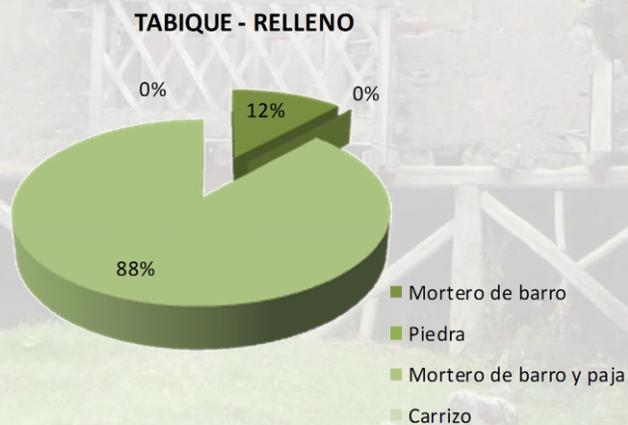
**3.- Relleno:** el siguiente cuadro se puede observar según lo registrado que la mayoría de viviendas usan el mortero de barro mezclado con paja con un total de 15 edificación que representa el 88% y otras 2 viviendas usan únicamente mortero de barro que es el 12%. El uso del barro como material de relleno es sumamente importante porque la tierra es un material bondadoso en las propiedades acústicas y térmicas de la construcción; al igual que la paja cuya

función es mejorar la adherencia de las partículas de tierra en los muros de barro.

GRAFICO Nº 7.15. Material utilizado en los acabados de los tabiques  
 GRAFICO Nº 7.13. Material utilizado en el relleno de los tabiques

TABIQUE - RELLENO	Nº	%
Mortero de barro	2	12
Piedra	0	0
Mortero de barro y paja	15	88
Carrizo	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

GRAFICO Nº 7.14. Material utilizado en el relleno de los tabiques



FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
 ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

**4.-Acabados:** luego de armada la estructura y realizado el relleno del muro se procede a realizar los acabados que en el caso de la construcción tradicional del bahareque la superficie de los muros se los cubre con pintura, madera o simplemente se los deja en su estado natural. Los resultados obtenidos en el fichaje demuestran que la mayoría de las viviendas presentan un acabado con madera con un total de 15 edificaciones representados por el 88%, en tanto que solo 2 de ellas que es el 12% usan pintura para su acabado. Por lo tanto para el proyecto se utilizara madera en el acabado de los muros ya que se pretende rescatar la técnica de la parroquia y esta es una de las características fundamentales del sistema utilizado en Turupamba.

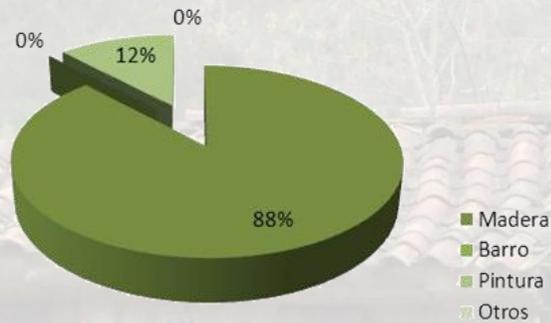
GRAFICO Nº 7.15. Material utilizado en los acabados de los tabiques

TABIQUE - ACABADOS	Nº	%
Madera	15	88
Barro	0	0
Pintura	2	12
Otros	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
 ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

GRAFICO Nº 7.16. Material utilizado en los acabados de los tabiques

TABIQUE - ACABADOS



FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

c).- **Columnas:** En el cuadro que a continuación observamos, podemos comprobar el uso de la madera aserrada en las columnas de las viviendas registradas de donde las 17 edificaciones es decir el 100% la usan.

GRAFICO Nº 7.17. Material utilizado en las columnas

COLUMNA - MATERIAL	Nº	%
Madera aserrada	17	100
Madera rolliza	0	0
Otros	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

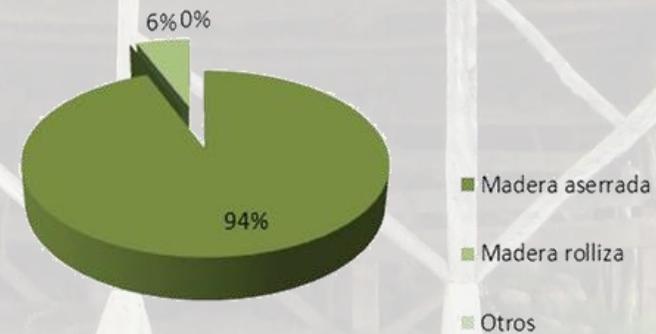
d).- **Vigas:** Del análisis del presente cuadro se evidencia que el material más utilizado en las vigas es la madera aserrada 16 edificaciones 94% y en un solo caso se ha detectado madera rolliza representada con apenas el 6%

GRAFICO Nº 7.18. Material utilizado en las vigas

VIGAS - MATERIAL	Nº	%
Madera aserrada	16	94
Madera rolliza	1	6
Otros	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

GRAFICO Nº 7.19. Material utilizado en las vigas

SISTEMA CONSTRUCTIVO



FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

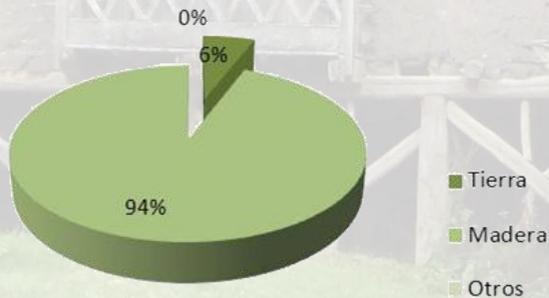
**e).-Pisos y Entrepisos:** En las edificaciones registradas en su mayoría encontramos la utilización de pisos y entrepisos de madera, con esta tendencia localizamos 16 edificaciones (94%) y tan solo una de ellas (6%) posee piso de tierra, lo cual podemos observar en el siguiente cuadro.

GRAFICO Nº 7.20. Material utilizado en los pisos y entrepisos

PISOS Y ENTREPISOS - MATERIAL	Nº	%
Tierra	1	6
Madera	16	94
Otros	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

GRAFICO Nº 7.21. Material utilizado en los pisos y entrepisos

SISTEMA CONSTRUCTIVO



FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

**f).- Cubierta:** El estudio de este elemento se realizó en base al análisis de los materiales que conforman la misma y que son:

**1.- Estructura:** de lo registrado en las fichas, pudimos encontrar que casi la totalidad de las edificaciones presentan en la estructura de su cubierta madera aserrada (16 viviendas-94%) y en un solo caso 6% usa madera rolliza, para el armado de los diferentes elementos que componen la cubierta, esto debido se debe a la comodidad en el momento de la unión y empalme de las piezas.

GRAFICO Nº 7.22. Material utilizado en la estructura de la cubierta

CUBIERTA - ESTRUCTURA	Nº	%
Madera aserrada	16	94
Madera rolliza	1	6
Otros	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

GRAFICO Nº 7.23. Material utilizado en la estructura de la cubierta



FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

**2.- Sistema Constructivo:** en el fichaje realizado en las edificaciones de la parroquia se ha registrado que todas las edificaciones analizadas 17 en total, presentan en su sistema de construcción la utilización de cerchas, debido a su rapidez en el armado, proceso que se tomará para la elaboración de la cubierta en el proyecto.

GRAFICO Nº 7.24. Sistema constructivo utilizado en la cubierta

CUBIERTA - SISTEMA CONSTRUCTIVO	Nº	%
Cerchas	17	100
otros	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

**3.- Revestimiento:** en la revisión del cuadro siguiente se puede observar que casi en la totalidad de las edificaciones analizadas (96 edificaciones 94%), se emplea fundamentalmente la teja artesanal como material para el recubrimiento de las cubiertas, siendo este el material característico en las construcciones tradicionales en el sector rural, sin embargo, en la actualidad se pretende introducir otros materiales como el zinc, material que no tiene relación con el ambiente donde se concibe este proyecto.

GRAFICO Nº 7.25. Material utilizado en el revestimiento de la cubierta

CUBIERTA - REVESTIMIENTO	Nº	%
teja artesanal	16	94
zinc	0	0
teja artesanal + zinc	1	6
otros	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

GRAFICO Nº 7.26. Material utilizado en el revestimiento de la cubierta



FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

**4.- Tipo de Caída:** la característica de las edificaciones en lo que se refiere al tipo de caída es la de dos aguas, pues se halla un 79% es decir 11 viviendas, seguidas por las de cuatro aguas y tres aguas donde se presentan tan solo dos casos y uno respectivamente, no se detectaron viviendas que presenten una agua en sus cubiertas.

GRAFICO Nº 7.27. Tipo de caída en la cubierta

CUBIERTA - TIPO DE CAIDA	Nº	%
una agua	0	0
dos aguas	11	79
tres aguas	1	7
cuatro aguas	2	14
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>100</b>

GRAFICO Nº 7.28. Tipo de caída en la cubierta



FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

**g).- Elementos Complementarios:** en el análisis de las viviendas de la Parroquia Turupamba se han considerado como elementos complementarios los siguientes aspectos:

**1.- Carpintería:** en el siguiente cuadro se puede observar que los elementos que conforman la carpintería de la vivienda como son puertas y ventanas, se elaboran con madera aserrada en la totalidad de los casos, es decir las 17 viviendas.

GRAFICO Nº 7.29.Material utilizado en la carpintería

CARPINTERIA - MATERIAL	Nº	%
Madera aserrada	17	100
Madera rolliza	0	0
Otros	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

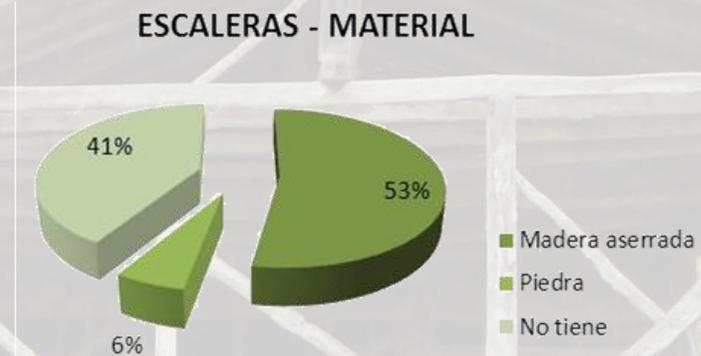
FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

**2.- Escaleras:** para el análisis de las escaleras se tomó en cuenta todos los casos de estudio, es decir las 17 viviendas, y se concluyó que 10 de ellas poseen escaleras, de donde 9 casas presentan escaleras de madera con un 53% y tan solo una construcción 6% presentó escalera de piedra; las demás registradas no poseen segundo piso.

GRAFICO Nº 7.30.Material utilizado en las escaleras

ESCALERAS - MATERIAL	Nº	%
Madera aserrada	9	53
Piedra	1	6
No tiene	7	41
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

GRAFICO Nº 7.31.Material utilizado en las escaleras



FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

**3.-Cielo Raso:** el tumbado o cielo raso de las edificaciones analizadas presentan dos materiales predominantes, en su mayoría se halló que existe enduelado de madera con un 82% en 14 viviendas y un 18% en 3 edificaciones se utilizan tableros de madera para realizar el cielo raso.

Además se pudo observar que en algunos casos se presentan en su estado natural y en otros se los ha pintado para dar mayor colorido a sus viviendas

GRAFICO Nº 7.32. Material utilizado en el cielo raso

CIELO RASO -MATERIAL	Nº	%
Enduelado de madera	14	82
Tableros de madera	3	18
Otros	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

GRAFICO Nº 7.33. Material utilizado en el cielo raso



FUENTE: FICHAS DE REGISTRO DE VIVIENDAS  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

### 7.4.3. Daños Analizados en las Edificaciones

Las fichas de registro de viviendas contempla un ítem en el cual se reconocen las patologías o daños existentes en dichas edificaciones, donde se ha ido reconociendo los diferentes daños existentes en cada uno de los elementos estructurales que componen la edificación como son cimentación, vigas, columnas, cubierta pisos y elementos complementarios los cuales observaremos más adelante.

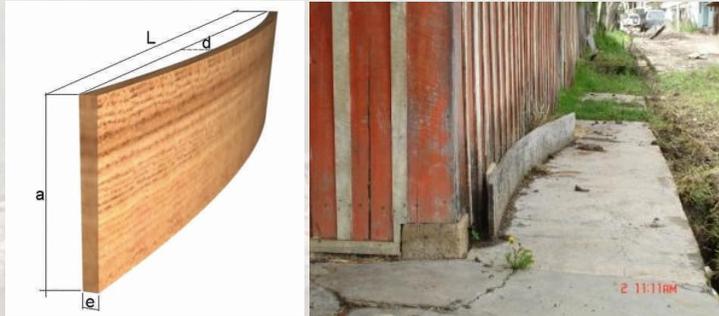
A continuación hacemos una descripción de todos los daños analizados para una mejor comprensión de los mismos al momento de revisar las fichas:

#### 1. Alabeo de elemento:

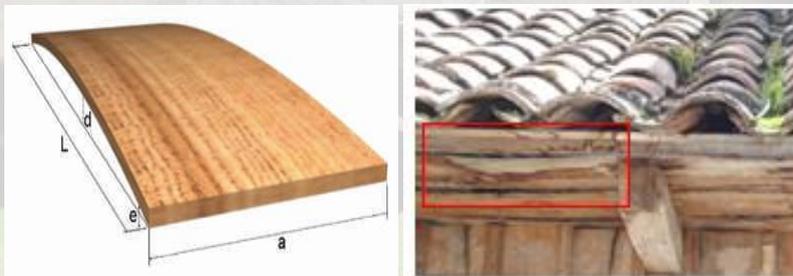
Son encorvamientos de la madera respecto a sus ejes longitudinales, transversales o ambos, que se producen por la pérdida de humedad. La gran porosidad de la madera hace que absorba humedad con gran facilidad, sin embargo, la parte central del tronco tiene una menor capacidad de absorción que las exteriores, y hace que las variaciones de dimensiones no sean uniforme en todo el tronco. Esta característica obliga a manipular cuidadosamente a la madera, tanto en el aserrado del tronco como en el proceso de secado, ya que de lo contrario surgen muy fácilmente los alabeos. Los tipos fundamentales de alabeos que se pueden encontrar son: el abarquillado, la arqueadura, la encorvadura y torcedura.

La encorvadura o curvatura lateral corresponde al alabeo de los cantos en el sentido de las fibras, es decir, una curvatura del eje longitudinal

al torsionarse los extremos, y se origina al liberarse las tensiones de crecimiento



**2. La arqueadura** o comado es el alabeo de las caras al curvarse el eje longitudinal de la madera, y puede originarse por falta de pesos en los extremos, gran contracción longitudinal en maderas de reacción, etc. La flecha que se forma por una de sus caras indica el grado de deformación, el cual se debe analizar para determinar el nivel de aceptación que se permite en la madera para un determinado uso.



**3. Abarquillado de elemento** es el alabeo de las caras de la madera al curvarse su eje transversal (respecto a las fibras), a causa del secado

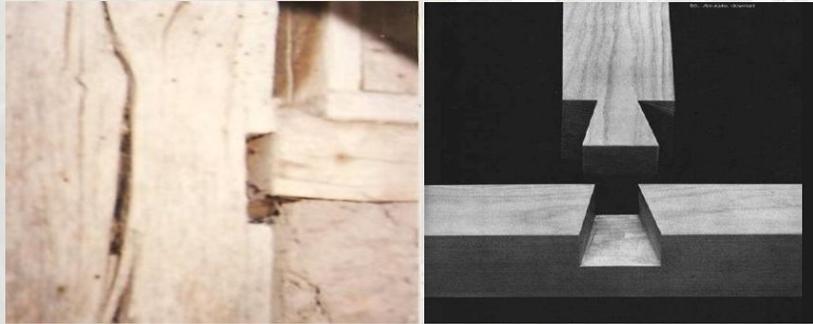
más rápido de una de las caras, a distintos tipos de corte en cada cara o al barnizado de una sola de ellas.



#### 4. Deslizamiento de uniones

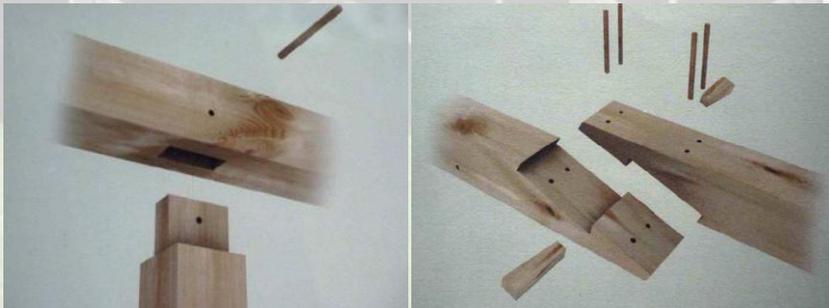
Todos los miembros y elementos estructurales deberán estar anclados, arriostros, empalmados e instalados de tal forma que garanticen la resistencia y fluidez necesarias para resistir las cargas y transmitir las con seguridad. Estas uniones han sido experimentadas con clavos, pernos, varillas y pletinas. Como consecuencia de los deslizamientos de las piezas, se producen holguras o desajustes en dichas uniones.





### 5. Deslizamiento de empalmes

Los ensambles realizados en la madera para prolongarla en su sentido longitudinal reciben el nombre de empalmes. Estos tipos de unión se realizan con más frecuencia en la carpintería de armar, para la construcción de pies derechos o en piezas colocadas horizontalmente. En las diferentes uniones de la estructura es posible el deslizamiento de las piezas. Produce una deformación añadida a la permitida en la deformación elástica. Son en general lesiones derivadas de otras, como pudriciones o aplastamiento en las espigas de un ensamble. Cuando el esfuerzo cortante aparece en dirección paralela al eje se produce el deslizamiento o cizalla.



### 6. Corrosión

La corrosión se define como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno; y se debe al cambio en la estructura molecular de los materiales metálicos como el acero y el hierro.

Siempre que la corrosión esté originada por una reacción electroquímica u oxidación, la velocidad a la que tiene lugar dependerá en alguna medida de la temperatura, de la salinidad del fluido en contacto con el metal y de las propiedades de los metales en cuestión. Otros materiales no metálicos también sufren corrosión mediante otros mecanismos.

La corrosión puede ser mediante una reacción química en la que intervienen tres factores: La pieza manufacturada, El ambiente y El agua.

Los factores más conocidos son las alteraciones químicas de los metales a causa del aire, como la herrumbre del hierro y el acero o la formación de pátina verde en el cobre y sus aleaciones (bronce, latón).

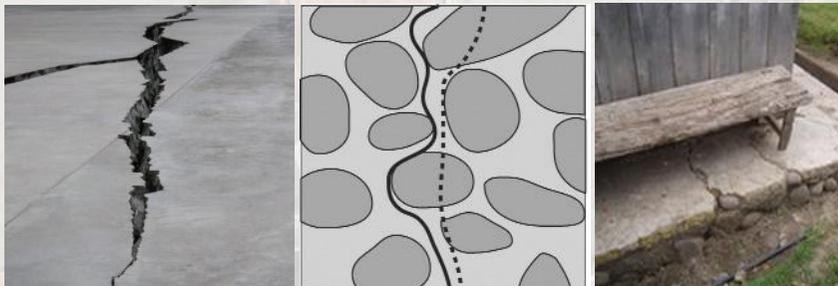


### 7. Grietas

Son aberturas de más de un milímetro de ancho que afectan a todo el espesor del material o del elemento constructivo, por lo que provocan la pérdida de su consistencia y de su integridad.

Aunque en ciertas ocasiones una fisura puede ser considerada temporalmente como una fase previa a la grieta

En definitiva, fisuras y grietas son lesiones claramente mecánicas que afectan por igual a elementos estructurales, como tabiques o fachadas, y de cerramientos a los que se somete a cargas no previstas. Existen distintas formas de clasificarlas: en función del material en el que aparecen, de la causa que las origina y de la movilidad que tengan.



### 8. Fisuras:

Aberturas que en general tienen una anchura inferior al milímetro y que afectan sólo a la superficie del material o del elemento constructivo o al acabado superficial superpuesto. Según su movilidad las fisuras se suelen dividir en:

- FISURAS MUERTAS. Sus dimensiones no varían a lo largo del tiempo y su único problema es su aspecto estético y la sensación de poca seguridad en la obra. A veces pueden no percibirse a simple vista.
- FISURAS VIVAS. Su anchura aumenta o disminuye con el paso del tiempo o debido al uso de la edificación, por lo que se hace indispensable ponerles remedio.



### 9. Pudrición

La pudrición en la madera es causada normalmente por el hongo de la pudrición, el cual afecta a sus capacidades mecánicas, destruyendo la estructura de sus fibras. Su desarrollo óptimo se da con grados de humedad entre 35 y 60% y ambiente ácido. Según el tipo de madera se clasifica en pudrición blanca en las frondosas o parda en las coníferas y dependiendo de la lesión causada distinguiremos entre fibrosas, corrosivas y cúbicas, siendo estas últimas las más dañinas.

Pudrición parda, como el nombre lo indica, da a la madera un color parduzco. En etapas avanzadas, la madera descompuesta es frágil y tiene numerosas líneas cruzadas, similar a un aspecto de quemado.

Pudrición blanca producida por el hongo de la pudrición, se asemeja al aspecto normal de la madera, pero puede ser tan blanquecino o ligero

n color con rayas oscuras. En las etapas avanzadas de la pudrición, la madera infectada tiene una textura suave distinta, y las fibras individuales se pueden desprender de la madera.



#### 10. Manchas:

Las manchas son generadas por diversos factores entre los cuales hallamos la humedad, la suciedad, la polución, etc.

El moho y el hongo de la mancha colonizan muy rápido la madera una vez que ésta se corta y continua su crecimiento mientras el contenido de humedad sigue siendo óptimo. El efecto primario de estos hongos es manchar o decolorar la madera. Se consideran hongos inofensivos y son de consecuencia práctica sobre todo donde la madera se utiliza para sus calidades estéticas. El moho infecta la superficie de madera, causando los defectos que se pueden quitar generalmente con cepillo o cepillando, solamente las preocupaciones serias es del hongo de la mancha porque éstos penetran profundamente y decolora la madera.



#### 11. Decoloración de la madera

La madera aparece más clara u oscura de lo normal y con frecuencia en forma de setas, costras o chancros; cuando está expuesta al medio ambiente, está sometida a la acción simultánea o independiente de cambios de temperatura y humedad y a la acción de la luz visible u otras radiaciones. Estos factores actuando durante cierto tiempo, producen modificaciones en la madera que primero son superficiales, pero que luego se van profundizando en forma progresiva como la decoloración.

El color de la madera expuesta a la luz cambia rápidamente amarillando o agrisando las maderas claras y decolorando las oscuras. Las decoloraciones en la madera que se deben también a los fenómenos ópticos causados por la refracción de la luz sobre las hifas que se encuentran en el interior de las células de madera, por la emisión por parte del micelio de ciertas sustancias que tiñen las paredes celulares.



### 12. Carbonización en la madera:

Es ocasionado por la acción del fuego en la madera el cual ataca de forma relativamente lenta y progresiva. Por debajo de los 100°C, solo se desprende vapor de agua, desecando la madera y dificultando el ataque del fuego. Por encima de los 275° la reacción es exotérmica, Los gases se desprenden en abundancia, la proporción de CO2 disminuye rápidamente y aparecen los hidrocarburos. La madera adquiere un color achocolatado. La temperatura de la madera en el curso de su combustión está comprendida entre los 400°C y 500°C aproximadamente. Esta temperatura es la mínima necesaria para continuar la combustión, por supuesto si existe suficiente oxígeno y se empieza a originar residuo sólido en forma de carbón, susceptible de quemar y por tanto de causar colapso estructural.<sup>1</sup>

Al contrario de lo que ocurre con el acero, la madera mantiene en pie un edificio mientras tenga una sección mecánica suficiente, lo que suele dar tiempo a la evacuación y a la extinción, en muchos casos. La velocidad de combustión es de unos 4 a 5 cm/hora y esto, unido a los coeficientes de seguridad que llevan a sobredimensionar las

<sup>1</sup> CORMA Unidad 2 patologías y protección de la madera en servicio

estructuras de la madera, garantizan su resistencia al fuego durante un tiempo suficiente.



### 13. Asentamientos de suelos:

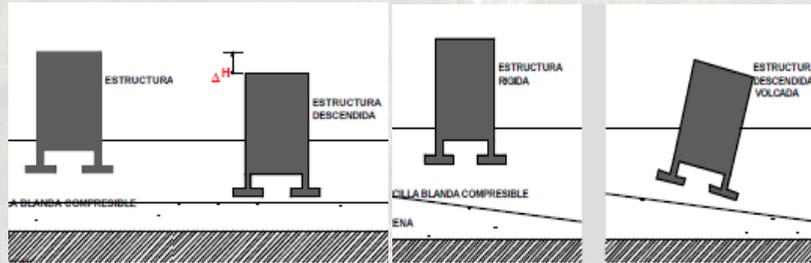
El asentamiento es el movimiento más común de un edificio, afectado por fallas en la cimentación, tienen una sintomatología típica en las grietas o fisuras que pueden aparecer.

Los asentamientos producidos en zonas localizadas del edificio son los más peligrosos, ya que, al quedarse parte de los cimientos sin el apoyo suficiente, el edificio tiene que deformarse acomodándose al terreno.

Las lesiones de asentamientos provienen del descenso del plano de apoyo de un edificio, el descenso de un elemento horizontal en el que se apoya parte de la estructura y forman el capítulo de más amplio espectro entre todos los tipos de lesiones, por ser los casos más abundantes y variados.

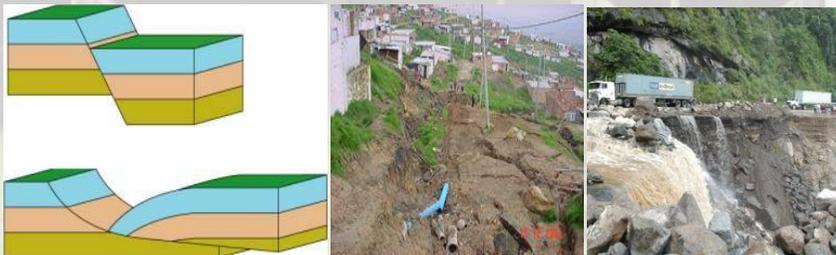
Bajo la acción de una carga el terreno se comprime, o sea que las partículas sólidas que lo constituyen se aproximan expulsando el aire o el agua que ocupa los vacíos o intersticios que los separan y después tiende a deformarse lateralmente, es decir a salirse del prisma o cilindro que tiene por base el cimiento<sup>2</sup>

<sup>2</sup> BELTRAN-FLORES-SANTACRUZ, Tesis de arquitectura "Análisis de sistemas constructivos en la Ciudad de Cañar y propuesta de mejoramiento", 1995



#### 14. Deslizamientos de tierra

Los deslizamientos se producen cuando el ángulo de fricción entre las partículas del suelo es bajo y por lo tanto empiezan a buscar su ángulo de reposo a través de su tendencia natural a deslizarse, por la acción de su peso y de la fuerza de gravedad. Esta pérdida de rozamiento y por ende de estabilidad de un talud son provocados por ciertos agentes entre los que se destacan: el agua, la estructura geológica y acción volcánica y el cambio de condición de esfuerzo provocado por el hombre.



#### 15. Pandeo

El Pandeo es un comportamiento típico de los elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión. Cuando la carga de compresión aumenta progresivamente llega a un valor en el cual el elemento esbelto, en lugar de limitarse a cortar su altura, curva su eje; una vez que esto ocurre aunque no se incremente el valor de la carga el elemento continúa curvándose hasta el colapso definitivo; toda pequeña imperfección en el centrado de las cargas o toda falla en el material facilitan el pandeo y depende del tipo de sección, de la longitud de la barra y del tipo de nudo o enlace.



#### 16. Deformaciones

Se entiende por deformación todo cambio de forma sufrido tanto por algún elemento estructural del edificio como por un cerramiento como consecuencia de un esfuerzo mecánico.

Las deformaciones se pueden producir tanto durante la fabricación del elemento como durante la ejecución de la unidad en la que va a quedar incluido o, incluso, una vez que ésta entra en carga; las formas de deformaciones pueden ser flechas, pandeos, alabeos y desplomes.

Es importante recalcar que, con mucha frecuencia, cualquiera de estos tipos de deformación se convierte, a su vez, en causa de otras lesiones mecánicas (fisuras, grietas y desprendimientos), sobre todo cuando afectan a elementos de obra de fábrica<sup>3</sup>



### 17. Eflorescencias

Es la cristalización en la superficie de un material, de las sales que se encuentran contenidas en el mismo, pues por medio del agua presente, debido a la humedad existente son empujadas hacia la superficie y que al secarse el agua se produce la cristalización, que pueden tener varias formas geométricas y de flores de donde viene su nombre.

Las eflorescencias tienen siempre como lesión previa la humedad de cualquier tipo, que unido a la presencia de sales solubles pueden producir eflorescencias.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Enciclopedia Broto Patologías de la Construcción – Libro Digital

<sup>4</sup> Tesis de Maestría en Conservación de Monumentos y Sitios “Patologías y causas en muros en tierra cruda y cocida en las edificaciones patrimoniales” Arq. Diana Piedra, 2008



### 18. Orificios por insectos xilófagos

Los insectos xilófagos constituyen los agentes bióticos más frecuentes en las maderas de edificación afectadas por degradación. Estos, atacan la madera en su fase de larva, mientras dura su desarrollo y crecimiento, y habitualmente, cuando llegan a su edad de adulto, abren galerías en la madera para obtener alimento y protección y salen al exterior, no volviendo a la madera hasta la puesta de huevos que inicie un nuevo ciclo vital.



### 19. Orificios por roedores

Los roedores se alojan en general fuera de los edificios, en agujeros subterráneos o en sitios correspondientes a construcciones, también

que viven en el interior de los edificios buscan alimento en el exterior invadiendo las viviendas y depósitos durante la noche y volviendo de inmediato a sus cuevas. Caminan sobre superficies planas, pero pueden también subir escaleras, tambores y paredes irregulares, si hay necesidad de buscar alimento.

En las viviendas tradicionales podemos encontrar pequeños orificio de aproximadamente 4 – 5 cm, los cuales son realizados por los roedores, los muros de bahareque son un alojamiento especial de roedores ya que elaboran sus madrigueras en el espacio existente entre las estructura de madera.



#### 20. Roturas:

Los elementos de las viviendas están expuestos por diferentes causas al rompimiento parcial o total de sus partes, las cuales deberían ser renovadas de forma inmediata para impedir que estas conlleven a otras patologías y así evitar la afección de las viviendas, ya que una ruptura en los elementos estructurales de la vivienda podría llevar a esta incluso al colapso; además de afectarla estéticamente.



#### 21. Perdida del material

Es la perdida de la masa del muro por desprendimiento debido a la ruptura interna del mismo, pero no debemos confundir como los desprendimientos de los acabados o revoco de muros , debido generalmente a la falta o mala adherencia del mismo por dos factores, deficiencia de la cohesión interna del elemento de la fábrica, y un esfuerzo de tracción interna.



#### 22. Desgaste natural

El tiempo y la falta de mantenimiento en los diferentes elementos de la vivienda provocan que estos se desgastes y vayan perdiendo su resistencia, forma, color de manera natural, el cual si bien no produce ningún daño severo en la estructura, produce efectos negativos en la

estética de los elementos afectando su apariencia ; para lo cual se recomienda tener siempre presente el mantenimiento y limpieza de estos elementos para que con el tiempo este no se convierta en una patología más delicada .



### 23. Desprendimientos de material

Un desprendimiento se puede definir como la separación incontrolada de un material de acabado o de un elemento constructivo del soporte o base al que estaba aplicado. En ocasiones, sin embargo, puede desprenderse también el material que constituye la fachada.

Esta patología implica dos consecuencias distintas: el deterioro funcional y estético de la fábrica y el peligro que representan los desprendimientos cuando caen en zonas por donde suelen pasar personas o vehículos.

Normalmente, esta lesión se produce como consecuencia de lesiones previas, entre ellas las deformaciones, las fisuraciones o las grietas.

Las causas pueden ser: exceso de humedad, falta de limpieza o gran compacidad de la base, envejecimiento cíclico por humedad.



### 24. Agrietamientos de la madera

Esta lesión se presenta con aparición de fendas en la superficie de las piezas, por acción de la radiación IR y la sucesión de ciclos termo-húmedo que hinchan y encogen la madera, tantos más cuantos mayores sean la humedad inicial, la porosidad y juventud de la madera y la brusquedad de los cambios climáticos.

Las fendas son principalmente longitudinales, abren nuevas vías de agresión –sobre todo para hongos e insectos– y permiten que el agua de lluvia penetre con facilidad y circule por el interior de las piezas y que, al salir, levante las capas de protección y provoque la merma diferencial de las partes de carpintería.



#### 7.4.4. Registro de las Patologías encontradas en las Viviendas

En las presentes fichas podemos observar los diferentes daños existentes en cada una de las edificaciones, las cuales fueron debidamente identificadas y registradas para cada elemento estructural de las edificaciones de bahareque.

Las fichas de cada patología se encuentran identificada por el nombre de la misma, causa por la que se producen los daños y el material donde se presentan.

En la segunda parte de la ficha encontramos el código de las 17 viviendas registradas y cada uno de los elementos constructivos estudiados en capítulos anteriores

#### 7.4.5. Resultado del Registro de Patologías

Luego de realizar el análisis del registro de patologías en Turupamba y observar el cuadro a continuación, podemos constatar que son las machas las afectan el 100% de las viviendas, ya sean estas por humedad, polvo o la acción del hombre. Otra de las patologías que afecta en su gran mayoría a las viviendas es el desgaste natural en un 82%, esto debido al abandono que ha sufrido la parroquia por parte de sus habitantes, donde la falta de mantenimiento es la causa principal para la presencia de la patología antes mencionada.

El 71% de las viviendas han sido afectadas por los insectos xilófagos los cuales debilitan la madera al hacer sus galerías; y por la pérdida de material que se debe tanto a la edad misma de la edificación como a la falta de mantenimiento por parte de los propietarios.

Otra afección encontrada en las construcciones con un porcentaje menor pero no por ello despreciable, 53%, son las deformaciones de

los elementos tanto en pisos, columnas y vigas, las cuales mientras la fecha no sea mayor esta no afecta a la estructura de la edificación.

El desprendimiento del material y el agrietamiento de la madera son patologías que afectan también a las edificaciones en la Parroquia en un 41% de ellas se observó que la humedad, el tiempo y la falta de mantenimiento han causado la presencia de estos daños en los diferentes elementos de los inmuebles.

Las fisuras y pudrición afectando a un 29% de las viviendas son daños que si no se les da el tratamiento adecuado a tiempo puede causar una afección delicada al inmueble.

Los asentamientos y pandeo, 24% de la totalidad de las viviendas; alabeo del elemento y grietas con un 18% son daños que no se pueden dejar de considerar peligrosos puesto que aunque en la parroquia no han afectado a muchas viviendas, es necesario un tratamiento inmediato de los mismos.

En un par de edificaciones se encontró daños como curvatura y abarquillado del elemento, deslizamiento de las uniones, decoloración y roturas, representada en un 12% y finalmente las eflorescencias se observó tan solo en una construcción.

Todas las patologías afectan de una u otra forma a las viviendas ya sea estructuralmente o estéticamente, pero todas ellas pueden ser solucionadas con un tratamiento adecuado, el cual se lo debe realizar a tiempo y con un especialista, para prevenir que estas causen daños mayores que puedan afectar de forma permanente a la vivienda; por ello es muy importante el mantenimiento periódico por parte de los propietarios de manera especial a las construcciones tradicionales.

DAÑOS REGISTRADOS	Nº DE VIVIENDAS AFECTADAS	PORCENTAJE
manchas	17	100
desgaste natural	14	82
orificios por insectos xilófagos	12	71
perdida del material	12	71
deformaciones	9	53
desprendimiento de material	7	41
agrietamiento de la madera	7	41
fisuras	5	29
putridión	5	29
asentamientos	4	24
pandeo	4	24
alabeo del elemento	3	18
grietas	3	18
curvatura del elemento	2	12
abarquillado del elemento	2	12
deslizamiento de uniones	2	12
decoloración	2	12
roturas	2	12
eflorescencias	1	6

**PATOLOGIA ENCONTRADAS POR VIVIENDAS EN LA PARROQUIA TURUPAMBA**



## FICHA DE ANALISIS DE PATOLOGIAS

DAÑO: Abarquillado del elemento

CAUSA: humedad accion del sol

MATERIAL: madera

VIVIENDA CODIGO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO					
	VIGAS	COLUMNAS	PISOS ENTREPISOS	CUBIERTA	TABIQUES	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
01010116-01						
01010110-02						
01010109-03						
01010106-04			X			
01010104-05						
01010103-06						
01010306-07						
01010204-08						
01011005-09						
01010416-10						
01010901-11						<b>CONCLUSIONES:</b> El abarquillado de elementos afecta a las piezas de madera en 2 viviendas en pisos
01010904-12			X			
01010901-13						
01010901-14						
01010816-15						
01010817-16						
01020209-17						



FICHA DE ANALISIS DE PATOLOGIAS

DAÑO: Curvatura del elemento

CAUSA: humedad accion del sol

MATERIAL: madera

VIVIENDA CODIGO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO					
	VIGAS	COLUMNAS	PISOS ENTREPISOS	CUBIERTA	TABIQUES	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
01010116-01						
01010110-02						
01010109-03						
01010106-04						X
01010104-05						
01010103-06						
01010306-07						
01010204-08						
01011005-09						
01010416-10						
01010901-11						
01010904-12					X	
01010901-13						
01010901-14						
01010816-15						
01010817-16						
01020209-17						



**CONCLUSIONES:**  
La curvatura de elementos afecta a las piezas de madera en 2 vivienda en tabiques y elementos complementarios

## FICHA DE ANALISIS DE PATOLOGIAS

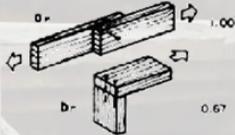
DAÑO: Alabeo del elemento

CAUSA: humedad accion del sol

MATERIAL: madera

VIVIENDA CODIGO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO					
	VIGAS	COLUMNAS	PISOS ENTREPISOS	CUBIERTA	TABIQUES	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
01010116-01						
01010110-02			X			
01010109-03			X			
01010106-04						
01010104-05						
01010103-06						
01010306-07			X			
01010204-08						
01011005-09						
01010416-10						
01010901-11						<b>CONCLUSIONES:</b> El alabeo de elementos afecta a las piezas de madera en 3 viviendas en pisos
01010904-12						
01010901-13						
01010901-14						
01010816-15						
01010817-16						
01020209-17						



FICHA DE ANALISIS DE PATOLOGIAS						
DAÑO: desplazamiento de uniones					MATERIAL: madera	
CAUSA: tiempo- falta de mantenimiento						
VIVIENDA CODIGO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO					
	VIGAS	COLUMNAS	PISOS ENTREPIOS	CUBIERTA	TABIQUES	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
01010116-01						
01010110-02					X	
01010109-03						
01010106-04						
01010104-05						
01010103-06						
01010306-07						
01010204-08						
01011005-09						
01010416-10						
01010901-11						  <p><b>CONCLUSIONES:</b> El desplazamiento de elementos afecta a las piezas de madera en 2 viviendas en cubierta y tabiques.</p>
01010904-12						
01010901-13						
01010901-14						
01010816-15				X		
01010817-16						
01020209-17						

FICHA DE ANALISIS DE PATOLOGIAS						
DAÑO: grietas		CAUSA: tiempo- asentamientos			MATERIAL: barro - piedra	
VIVIENDA CODIGO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO					
	VIGAS	COLUMNAS	PISOS ENTREPISOS	CUBIERTA	TABIQUES	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
01010116-01						
01010110-02						
01010109-03						
01010106-04						
01010104-05					X	
01010103-06					X	
01010306-07						
01010204-08						
01011005-09			X			
01010416-10						
01010901-11						<b>CONCLUSIONES:</b> Las grietas afectan a las piezas de madera y el barro en 3 viviendas en tabiques y entrepisos.
01010904-12						
01010901-13						
01010901-14						
01010816-15						
01010817-16						
01020209-17						



FICHA DE ANALISIS DE PATOLOGIAS						
DAÑO: fisuras		CAUSA: tiempo- falta de mantenimiento			MATERIAL: barro - piedra	
VIVIENDA CODIGO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO					
	VIGAS	COLUMNAS	PISOS ENTREPISOS	CUBIERTA	TABIQUES	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
01010116-01					X	
01010110-02		X			X	
01010109-03						
01010106-04						
01010104-05						<p><b>CONCLUSIONES:</b> Las fisuras afectan a las piezas de madera y el barro en <b>5</b> viviendas en <b>tabiques y columnas</b>.</p>
01010103-06						
01010306-07						
01010204-08						
01011005-09					X	
01010416-10						
01010901-11					X	
01010904-12					X	
01010901-13						
01010901-14						
01010816-15						
01010817-16						
01020209-17						

FICHA DE ANALISIS DE PATOLOGIAS						
DAÑO: pudrición					MATERIAL: madera	
CAUSA: humedad- hongos						
VIVIENDA CODIGO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO					
	VIGAS	COLUMNAS	PISOS ENTREPISOS	CUBIERTA	TABIQUES	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
01010116-01						
01010110-02	X			X		
01010109-03						
01010106-04						
01010104-05						
01010103-06						
01010306-07						
01010204-08						
01011005-09				X		
01010416-10						
01010901-11						X
01010904-12						
01010901-13	X		X			
01010901-14						
01010816-15						
01010817-16						
01020209-17				X		



**CONCLUSIONES:**  
 La pudrición de elementos afecta a las piezas de madera en 5 viviendas en vigas, pisos, cubierta y elementos complementarios.

FICHA DE ANALISIS DE PATOLOGIAS						
DAÑO: manchas		CAUSA: humedad- falta de mantenimiento -suciedad			MATERIAL: madera	
VIVIENDA CODIGO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO					
	VIGAS	COLUMNAS	PISOS ENTREPISOS	CUBIERTA	TABIQUES	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
01010116-01	X	X	X	X		
01010110-02	X	X		X		X
01010109-03	X	X	X	X	X	X
01010106-04	X	X	X			X
01010104-05	X		X		X	X
01010103-06			X	X		X
01010306-07	X		X	X	X	X
01010204-08	X	X				X
01011005-09	X	X	X			X
01010416-10			X		X	X
01010901-11		X				
01010904-12		X		X		X
01010901-13		X		X		X
01010901-14	X		X	X		X
01010816-15			X		X	X
01010817-16					X	
01020209-17						X




**CONCLUSIONES:**  
La pudrición de elementos afecta a las piezas de madera en 17 viviendas en vigas, columnas, pisos, cubierta, tabiques y elementos complementarios.

## FICHA DE ANALISIS DE PATOLOGIAS

DAÑO: decoloracion

CAUSA: humedad- falta de mantenimiento

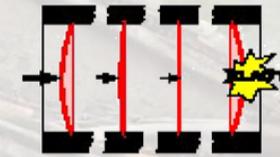
MATERIAL: madera

VIVIENDA CODIGO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO					
	VIGAS	COLUMNAS	PISOS ENTREPISOS	CUBIERTA	TABIQUES	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
01010116-01						
01010110-02						
01010109-03					X	
01010106-04						
01010104-05						
01010103-06						
01010306-07						
01010204-08						
01011005-09						
01010416-10						
01010901-11						<b>CONCLUSIONES:</b> La decoloración de elementos afecta a las piezas de madera en 2 viviendas en tabiques.
01010904-12						
01010901-13						
01010901-14						
01010816-15						
01010817-16						
01020209-17					X	



FICHA DE ANALISIS DE PATOLOGIAS		
<b>DAÑO:</b> asentamientos <b>CAUSA:</b> humedad- falla geológicas <span style="float: right;"><b>MATERIAL:</b> piedra</span>		
VIVIENDA CODIGO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO	
	cimientos	
01010116-01	X	
01010110-02		
01010109-03		
01010106-04		
01010104-05	X	
01010103-06		
01010306-07		
01010204-08		
01011005-09	X	
01010416-10	X	
01010901-11		
01010904-12		<b>CONCLUSIONES:</b> Los asentamientos de terreno afecta la piedra en 4 viviendas en cimientos.
01010901-13		
01010901-14		
01010816-15		
01010817-16		
01020209-17		

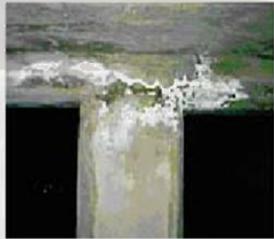
FICHA DE ANALISIS DE PATOLOGIAS						
DAÑO: pandeo		CAUSA: humedad- falta de mantenimiento			MATERIAL: madera	
VIVIENDA CODIGO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO					
	VIGAS	COLUMNAS	PISOS ENTREPISOS	CUBIERTA	TABIQUES	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
01010116-01						
01010110-02						
01010109-03						
01010106-04						
01010104-05						
01010103-06	X	X				
01010306-07						
01010204-08						
01011005-09	X					
01010416-10						X
01010901-11						<b>CONCLUSIONES:</b> El pandeo de elementos afecta a las piezas de madera en 4 viviendas y elementos complementarios
01010904-12						
01010901-13						
01010901-14						
01010816-15						
01010817-16						X
01020209-17						



FICHA DE ANALISIS DE PATOLOGIAS						
<b>DAÑO:</b> deformaciones					<b>MATERIAL:</b> madera	
<b>CAUSA:</b> humedad- falta de mantenimiento						
VIVIENDA CODIGO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO					
	VIGAS	COLUMNAS	PISOS ENTREPISOS	CUBIERTA	TABIQUES	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
01010116-01						
01010110-02						X
01010109-03	X					
01010106-04				X		
01010104-05			X			
01010103-06				X		X
01010306-07		X				X
01010204-08			X			
01011005-09						
01010416-10	X	X		X		
01010901-11						<b>CONCLUSIONES:</b> La deformaciones de elementos afecta a las piezas de madera en 9 viviendas en vigas, columnas, pisos, cubierta y elementos complementarios
01010904-12	X	X				
01010901-13						
01010901-14						
01010816-15						
01010817-16						
01020209-17						



FICHA DE ANALISIS DE PATOLOGIAS						
DAÑO: eflorescencias		MATERIAL: teja, piedra				
CAUSA: humedad						
VIVIENDA CODIGO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO					
	VIGAS	COLUMNAS	PISOS ENTREPISOS	CUBIERTA	TABIQUES	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
01010116-01						
01010110-02						
01010109-03						
01010106-04						
01010104-05						
01010103-06						
01010306-07						
01010204-08				X		
01011005-09						
01010416-10				X		
01010901-11				X		
01010904-12						
01010901-13				X		
01010901-14						
01010816-15						
01010817-16						
01020209-17						

**CONCLUSIONES:**  
Las eflorescencias de elementos afecta a las piezas de madera en 1 viviendas en cubierta

FICHA DE ANALISIS DE PATOLOGIAS						
DAÑO: orificios por insectos xilofagos				MATERIAL: madera		
VIVIENDA CODIGO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO					
	VIGAS	COLUMNAS	PISOS ENTREPISOS	CUBIERTA	TABIQUES	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
01010116-01						
01010110-02	X	X			X	
01010109-03		X			X	X
01010106-04	X					
01010104-05	X	X				X
01010103-06	X					
01010306-07						
01010204-08	X	X				X
01011005-09		X		X		
01010416-10						
01010901-11		X				X
01010904-12	X					
01010901-13	X					
01010901-14	X	X				
01010816-15						
01010817-16						
01020209-17		X				



**CONCLUSIONES:**  
Los orificios por insectos xilofagos afecta a las piezas de madera en 12 viviendas en columnas, vigas, cubierta, tabiques y elementos complementarios

FICHA DE ANALISIS DE PATOLOGIAS						
DAÑO: roturas		CAUSA: tiempo- falta de mantenimiento			MATERIAL: madera-vidrio	
VIVIENDA CODIGO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO					
	VIGAS	COLUMNAS	PISOS ENTREPISOS	CUBIERTA	TABIQUES	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
01010116-01						
01010110-02			X	X		X
01010109-03						
01010106-04						
01010104-05						
01010103-06						X
01010306-07						
01010204-08						
01011005-09						
01010416-10						
01010901-11						<b>CONCLUSIONES:</b> Las roturas de elementos se encuentran en 2 viviendas en pisos, cubierta y elementos complementarios
01010904-12						
01010901-13						
01010901-14						
01010816-15						
01010817-16						
01020209-17						



FICHA DE ANALISIS DE PATOLOGIAS						
DAÑO: pérdida del material		CAUSA: tiempo-condiciones atmosfericas			MATERIAL: madera - barro	
VIVIENDA CODIGO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO					
	VIGAS	COLUMNAS	PISOS ENTREPISOS	CUBIERTA	TABIQUES	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
01010116-01				X		
01010110-02						
01010109-03				X		X
01010106-04					X	
01010104-05					X	
01010103-06					X	
01010306-07						
01010204-08						
01011005-09					X	
01010416-10						X
01010901-11					X	
01010904-12						X
01010901-13					X	
01010901-14			X	X		
01010816-15						
01010817-16						
01020209-17						X



**CONCLUSIONES:**  
 La pérdida de material en los diferentes elementos se halla en 12 viviendas en pisos, cubierta, tabiques y elementos complementarios

FICHA DE ANALISIS DE PATOLOGIAS							
DAÑO: desgaste natural		CAUSA: tiempo-falta de mantenimiento			MATERIAL: madera - barro-piedra		
VIVIENDA CODIGO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO						
	CIMENTACION	VIGAS	COLUMNAS	PISOS ENTREPISOS	CUBIERTA	TABIQUES	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
01010116-01							X
01010110-02	X						
01010109-03							
01010106-04	X						
01010104-05					X		
01010103-06	X						
01010306-07							
01010204-08							X
01011005-09							X
01010416-10				X			X
01010901-11	X				X		X
01010904-12	X					X	
01010901-13	X			X		X	X
01010901-14			X			X	X
01010816-15				X			
01010817-16	X		X				
01020209-17							

**CONCLUSIONES:**

El desgaste natural de elementos afecta a las piezas de madera en 14 viviendas en cimentación, columnas, pisos, tabique, cubierta y elementos complementarios

## FICHA DE ANALISIS DE PATOLOGIAS

DAÑO: desprendimientos

CAUSA: humedad-tiempo-falta de mantenimiento

MATERIAL: barro

VIVIENDA CODIGO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO						
	VIGAS	COLUMNAS	PISOS ENTREPISOS	CUBIERTA	TABIQUES	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS	
01010116-01							 
01010110-02							
01010109-03							
01010106-04					X		
01010104-05							
01010103-06					X		
01010306-07					X		
01010204-08					X		
01011005-09					X		
01010416-10							
01010901-11							<b>CONCLUSIONES:</b> Los desprendimientos de material afecta a las piezas de madera en 7 viviendas en tabiques
01010904-12							
01010901-13							
01010901-14					X		
01010816-15							
01010817-16							
01020209-17					X		

FICHA DE ANALISIS DE PATOLOGIAS						
<b>DAÑO:</b> agrietamiento de la madera			<b>MATERIAL:</b> madera			
<b>CAUSA:</b> humedad-sol						
VIVIENDA CODIGO	ELEMENTO CONSTRUCTIVO					
	VIGAS	COLUMNAS	PISOS ENTREPISOS	CUBIERTA	TABIQUES	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
01010116-01						
01010110-02						
01010109-03						
01010106-04						
01010104-05						
01010103-06						
01010306-07	X					
01010204-08	X	X	X	X		
01011005-09						
01010416-10			X			
01010901-11	X					
01010904-12						
01010901-13	X	X				
01010901-14						
01010816-15	X	X				
01010817-16						
01020209-17	X	X				

**CONCLUSIONES:**

El agrietamiento de las piezas de madera esta presente en 7 viviendas en vigas, columnas, pisos y cubierta

## 7.5. SELECCIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO

Siendo el objetivo de nuestra tesis el estudio de la madera y su influencia en la construcción de viviendas, en el presente capítulo haremos la selección de una muestra que nos permita realizar el análisis del sistema constructivo en bahareque existente en las viviendas de la parroquia Turupamba.

La selección de las edificaciones para el presente estudio se resolvió en base a los resultados obtenidos en las fichas de registro realizadas en la etapa anterior. Si bien el análisis general se realizó a todas las edificaciones de la Parroquia, se elaborará un estudio detallado a las viviendas seleccionadas según los criterios de selección a continuación expuestos.

### 7.5.1. Criterios de Selección:

**a).- Sistema constructivo:** Para la selección de las viviendas es importante tomar en cuenta el sistema constructivo utilizado en las mismas, siendo el objetivo principal de nuestra tesis el estudio del sistema tradicional en madera es completamente primordial que las casas seleccionadas pertenezcan al que es objeto de nuestro estudio, es decir la técnica del bahareque, el cual como ya hemos mencionado anteriormente consiste en un sistema portante de madera a base de columnas, soleras, riostras y diagonales, al que posteriormente se le realiza el enchacleado con carrizo, para finalmente recubrirlo con barro por las dos caras, esta mezcla contiene tierra, agua, paja y piedra. Para ello tomaremos en cuenta los datos obtenidos en las

fichas de registro de vivienda donde podremos verificar las viviendas que pertenecen a esta categoría y en las cuales se realizará el estudio.

**b).- Edad de la Edificación:** Bajo este criterio se elegirán aquellas viviendas que presenten un periodo de vida significativa, para nuestro estudio se considera aquellas viviendas que tengan una edad de 50 años aproximadamente; ya que en la ficha de registro de las viviendas la edad de las edificaciones se identifican dentro de los periodos de 1920-1940, 1940-1960 y 1960-1980.

La edad de la edificación permitirá determinar la resistencia del sistema constructivo utilizado ante los agentes externos, la durabilidad de los materiales y la tecnología empleada, para la obtención de este dato se ha consultado a los propietarios del Bien o personas que conozcan del inmueble, caso contrario se estimará en base a las características y sistemas constructivos utilizados indicando si el dato es cierto o aproximado.





EDIFICACIONES PATRIMONIALES DE LA PARROQUIA TURUPAMBA.

FUENTE: GRUPO DE TESIS.

ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS.

**c).- Estado de conservación:** El estado de conservación de las edificaciones es otro parámetro a tomar en cuenta en la selección de las viviendas en nuestra tesis, entendiendo como conservación a “la intervención que permite el mantenimiento y cuidado permanente tanto de los elementos monumentales como de los demás bienes de importancia histórico, artístico y tipológico arquitectónico, etc. incluido el ambiente en el que están situados a fin de garantizar su permanencia.”<sup>1</sup>

La destrucción del patrimonio edificado en el Ecuador es actualmente una realidad indiscutible y motivo de preocupación colectiva, aquellas edificaciones en pésimo estado de conservación son un verdadero peligro debido a las condiciones de abandono y deterioro que presentan y estas son muchas veces las edificaciones de interés

declaradas monumentos históricos que poseen valor histórico, cultural, arquitectónico y patrimonial.

Este criterio se define bajo una apreciación perceptible a la vista de cada uno de los elementos básicos: estructura, cubierta y elementos arquitectónicos: columnas, aleros, vanos, balcones entre otros.

Los campos de análisis considerados son tres: bueno, regular, malo. Todos estos identificados en el P.O.T Turupamba 2008-2028.

Para nuestro análisis tomaremos aquellas edificaciones que mantengan un estado de conservación de bueno a regular.



EDIFICACIONES PATRIMONIALES DE LA PARROQUIA TURUPAMBA.

FUENTE: GRUPO DE TESIS.

ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS.

**d).- Uso Actual:** Dentro de los criterios de selección vemos la necesidad de saber el uso actual de las edificaciones, nuestra tesis está desarrollada con el objetivo de demostrar que el sistema constructivo tradicional en madera es una técnica aplicable a un modelo de vivienda económica actual.

Es por ello que se elegirán aquellas edificaciones que tienen predominantemente el uso vivienda, sin embargo se podría considerar una edificación en abandono siempre ella presente un grado de conservación medio y sea de fácil accesibilidad, esto nos permitirá saber el comportamiento que ha tenido el sistema constructivo ante este uso y su tiempo de vida útil.

**e).- Integridad de la Obra:** Es importante considerar la integridad de la obra especialmente tomando en cuenta su tipología y sistema constructivo, el mismo que permitirá saber si la edificación ha sufrido transformaciones sustanciales durante su existencia. Por lo tanto si el inmueble se conserva íntegro, se podrá considerar si tiene un valor adicional que otro que haya sido intervenido.

Los componentes para esta evaluación se encuentran en la ficha de inventario del Patrimonio edificado del P.O.T Turupamba 2008-2028, en el espacio considerado como estado de conservación, analizado como nivel de intervención alto, medio, bajo. De las cuales consideraremos para nuestra selección aquellas edificaciones que tengan un nivel de intervención medio y bajo.

**f).- Accesibilidad a la Edificación:** Otro parámetro que consideramos importante es accesibilidad a la edificación ya sea por la negatividad de los propietarios o por el abandono de los mismos, la facilidad de acceder al inmueble permitirá el estudio de cada uno de los componentes anteriormente mencionados.

## 7.6. SELECCIÓN DE LAS VIVIENDAS

Aplicando los criterios de selección antes mencionados se determinó que cuatro de las 17 edificaciones registradas reúnen las condiciones necesarias para el objetivo de nuestra tesis, es decir cumplen con los parámetros establecidos en dichos criterios identificados en la siguiente tabla de registro.

CODIGO DE LA EDIFICACION	SISTEMA CONSTRUCTIVO	ACCESIBILIDAD	ESTADO DE CONSERVACION	EDAD DE LA EDIFICACION	USO ACTUAL	INTEGRIDAD DE LA EDIFICACION
0101020408	BAHAREQUE	NO	REGULAR	1952	VIVIENDA	ALTO
0101010903	BAHAREQUE	NO	MALO	1960	ABANDONADA	BAJO
0101081615	BAHAREQUE	SI	REGULAR	1957	ABANDONADA	ALTO
0101090113	BAHAREQUE	NO	MALO	1968	ABANDONADA	BAJO
0101090114	BAHAREQUE	SI	REGULAR	1959	VIVIENDA	MEDIO
0101010306	BAHAREQUE	SI	MALO	1955	ABANDONADA	BAJO
0101010405	BAHAREQUE	SI	REGULAR	1960	VIVIENDA TEMPORAL	BAJO
0102020917	BAHAREQUE	NO	REGULAR		ABANDONADA	ALTO
0101011002	BAHAREQUE	NO	REGULAR	1953	ABANDONADA	BAJO
0101030607	BAHAREQUE	NO	REGULAR	1975	ABANDONADA	ALTO
0101090412	BAHAREQUE	SI	MALO	1960	ABANDONADA	MEDIO
0101041610	BAHAREQUE	NO	MALO	1963	ABANDONADA	BAJO
0101010604	BAHAREQUE	SI	REGULAR	1955	VIVIENDA TEMPORAL	MEDIO
0101081716	BAHAREQUE	NO	REGULAR	1964	VIV Y COM.	MEDIO
0101011601	BAHAREQUE	NO	BUENO	1960	ABANDONADA	ALTO
0101100509	BAHAREQUE	SI	REGULAR	1962	VIVIENDA	MEDIO
0101090111	BAHAREQUE	NO	MALO	1960	ABANDONADA	BAJO

## 7.7. ANALISIS VIVIENDAS SELECCIONADAS

### 7.7.1. Análisis Morfológico

Para analizar las características morfológicas analizaremos los siguientes criterios:

**a) Orden Geométrico:** Se considera un esquema bidimensional; donde se observa el eje de circulación así como los bloques que conforman la edificación.

**b) Orden Disposicional:** Es la relación de adosamiento entre la planta inferior con la superior.

**c) Orden Consistente:** Se analizará la relación vano - lleno, los ejes de simetría.

### 7.7.2. Análisis Funcional

En este punto analizaremos las edificaciones, partiendo de su distribución y su relación espacial, desarrollando un organigrama donde se analizan las características funcionales, espaciales y volumétricas de los 4 casos seleccionados, con el objetivo de determinar rasgos comunes en ellos, que permitan tener una organización para que se conforme un tipo.

### 7.7.3. Análisis Constructivo – Tecnológico

Para este análisis partiremos con el estudio de los elementos constructivos, uniones y ensambles así como los materiales empleados.

# ANALISIS MORFOLOGICO - FUNCIONAL

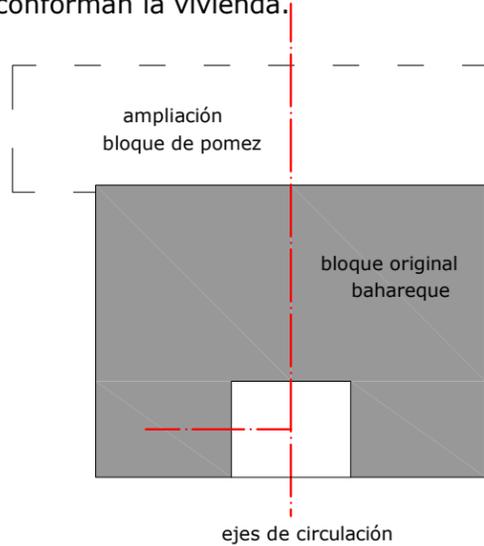
## 1.- IDENTIFICACION

**PROVINCIA:** Cañar  
**CANTON:** Cantón Biblián  
**PARROQUIA:** Turupamba  
**DIRECCIÓN:** Calle Cuenca  
**CODIGO PREDIAL:** 0101010604  
**PROPIETARIO:** Mariano Tarquino Argudo Gutierrez  
**AÑO DE CONSTRUCCION:** (1940-1960)  
 REGISTRO TECNICO EDIFICACIONES PATRIMONIALES DE LA PARROQUIA TURUPAMBA  
 FUENTE: GRUPO DE TESIS

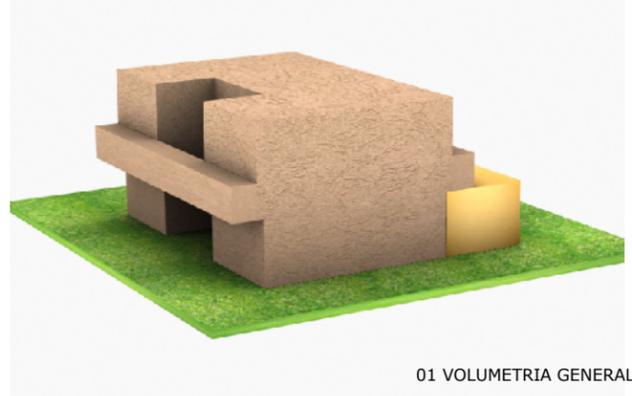
## 2.- ANALISIS MORFOLOGICO

### 2.1.- ORDEN GEOMETRICO

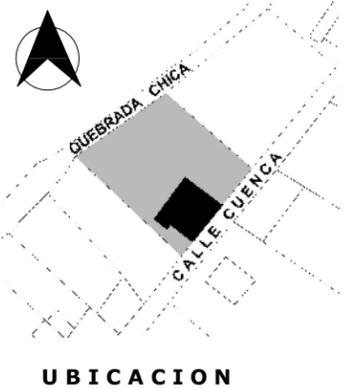
Se observan los ejes de circulación y los bloques que conforman la vivienda.



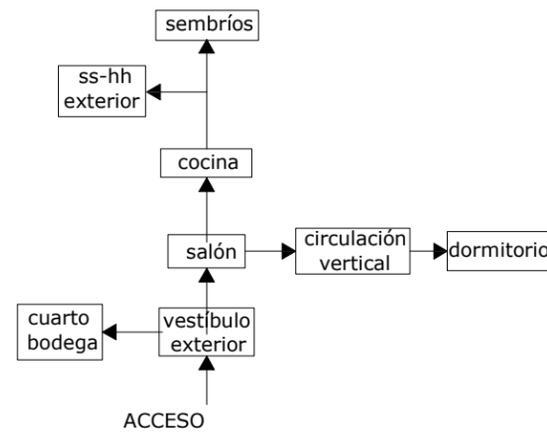
### 2.2.- ORDEN DISPOSICIONAL



Vivienda de dos pisos, la volumetría en planta baja como en planta alta son iguales.



## ORGANIGRAMA GENERAL

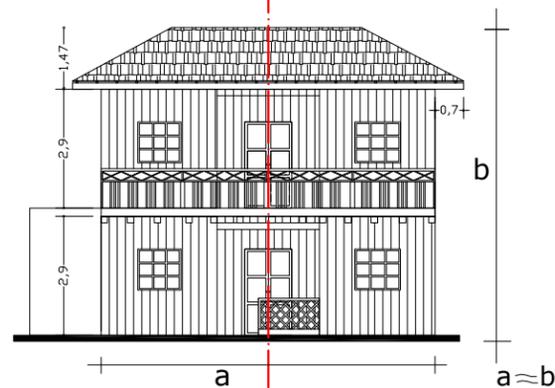


### 2.3.- ORDEN CONSISTENTE

En cuanto a la relación lleno vacío en la vivienda prevalece el lleno, los bloques están conectados entre si por una circulación vertical. podemos observar que la horizontalidad y la verticalidad de la vivienda son proporcionales

a) Proporción vano - lleno  
 vano 12 % lleno 88%

b) Distribución eje de simetría  
 ejes de simetría



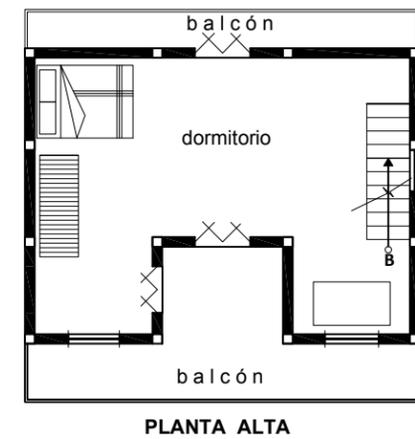
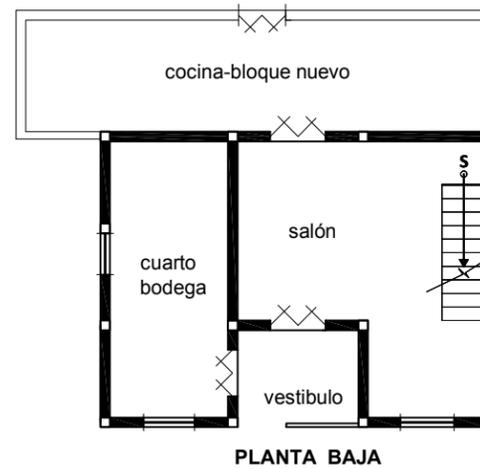
## 4.- ANALISIS TECNOLOGICO

ELEMENTO	MATERIAL
- Cimientos	Piedra
- Vigas	Madera de eucalipto
- Columnas	Madera de eucalipto
- Tabiques	Bahareque
- Pisos	Madera de eucalipto
- Entrepisos	Madera de eucalipto
- Cubierta	Madera de eucalipto-Teja artesanal
- Escalera	Madera de eucalipto
- Elementos complementarios	Madera de eucalipto (carpintería, escaleras, cielo raso)

El análisis de los elementos constructivos de la vivienda se podrán observar en la ficha de registro del estudio de los elementos estructurales.

## 3.- ANALISIS FUNCIONAL

- Es una vivienda unifamiliar.
- Tiene dos plantas formando un solo bloque de construcción.
- La circulación horizontal se da en dirección al retranqueo-acceso y la circulación vertical a través de una escalera en el interior de la vivienda.
- Existe una ampliación de bloque de pomez en la parte posterior de la edificación la cual no altera su estructura original.
- El acceso de la edificación se encuentra en la parte central de la fachada frontal.
- El área social de la vivienda se distribuye en la planta baja y el área de descanso en la planta alta, el baño se encuentra en el exterior.



02 PERSPECTIVA- planta baja

03 PERSPECTIVA- planta alta

CIMENTACION

**ANALISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO**

**TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA**

Provincia: Cañar      Cantón: Biblián      Parroquia: Turupamba

Propietario: **Mariano Tarquino Argudo Guitierrez**  
 Dirección: **Calle Cuenca**  
 Año de Construcción: **1955**

Uso Predominante: **viv. temporal**



ELEMENTO	TIPO			MATERIAL		TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA						DAÑOS ENCONTRADOS	
	CIMENTACION CORRIDA	CIMENTACION AISLADA	CIMENTACION MIXTA	PIEDRA DE CANTO RODADO	HORMIGON	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	CODIGO	% DE AFECTACIÓN AL ELEMENTO
CIMENTACION			X										
ESTRUCTURA				X								23	10
MORTERO					X								
CIMENTACIÓN-SOLERA INFERIOR										X			

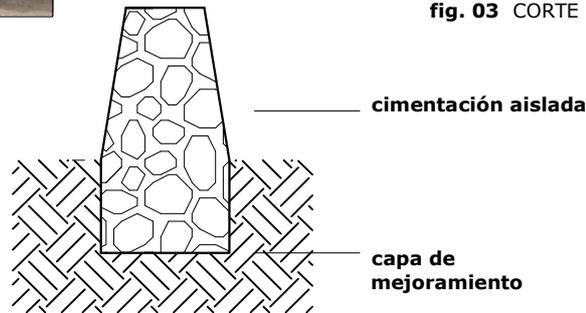


fig. 01 BASA DE CIMENTACION

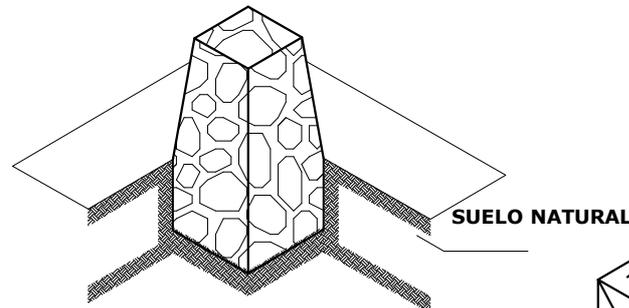


fig. 03 CORTE

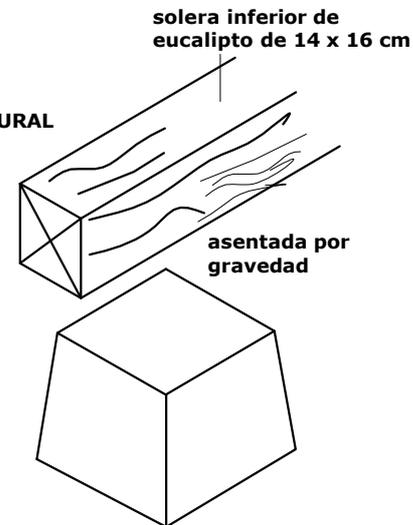


fig. 02 BASA - SOLERA INFERIOR

**CÓDIGO DE DAÑOS**

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. pérdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrientamientos - madera

# ANÁLISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

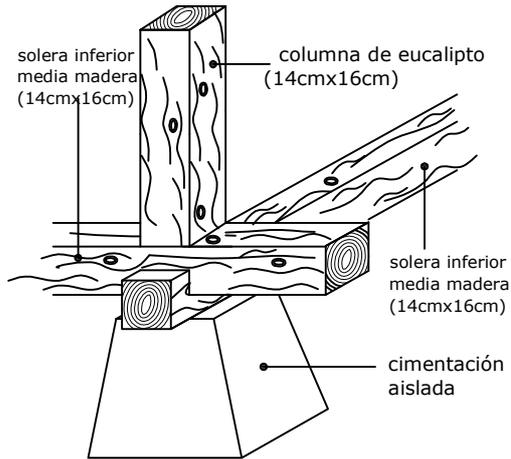
TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

Provincia: Cañar      Cantón: Biblián      Parroquia: Turupamba

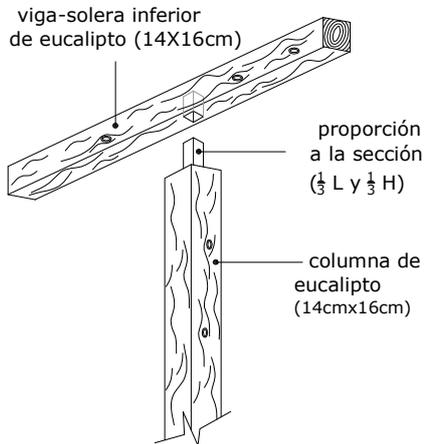
ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA					TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA					DAÑOS ENCONTRADOS						
	madera aserrada	madera rolliza	uniones amarradas	uniones clavadas	uniones atornilladas	uniones empernadas	uniones con adhesivos	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	COD.	%	COD.	%	COD.	%
SOLERA-SOLERA	X							X						10	15	18	25		
COLUMNA SOLERA-INFERIOR	X			X								X		10	15				
COLUMNA SOLERA-SUPERIOR	X			X								X		10	25				

### CODIGO DE DAÑOS

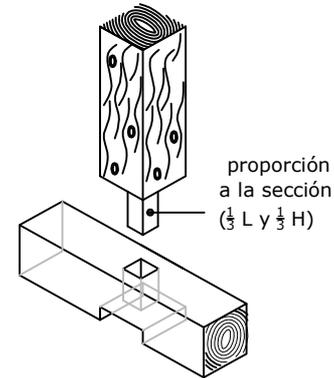
1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. perdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrientamientos - madera



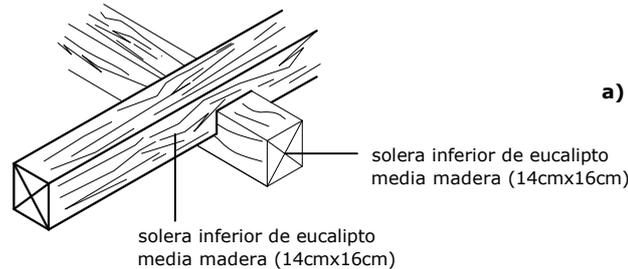
**fig. 01 SOLERA-SOLERA**



**fig. 02 COLUMNA- SOLERA SUPERIOR**



**a) COLUMNA-SOLERA INFERIOR**



OBSERVACIONES:

V I G A S

## ANÁLISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

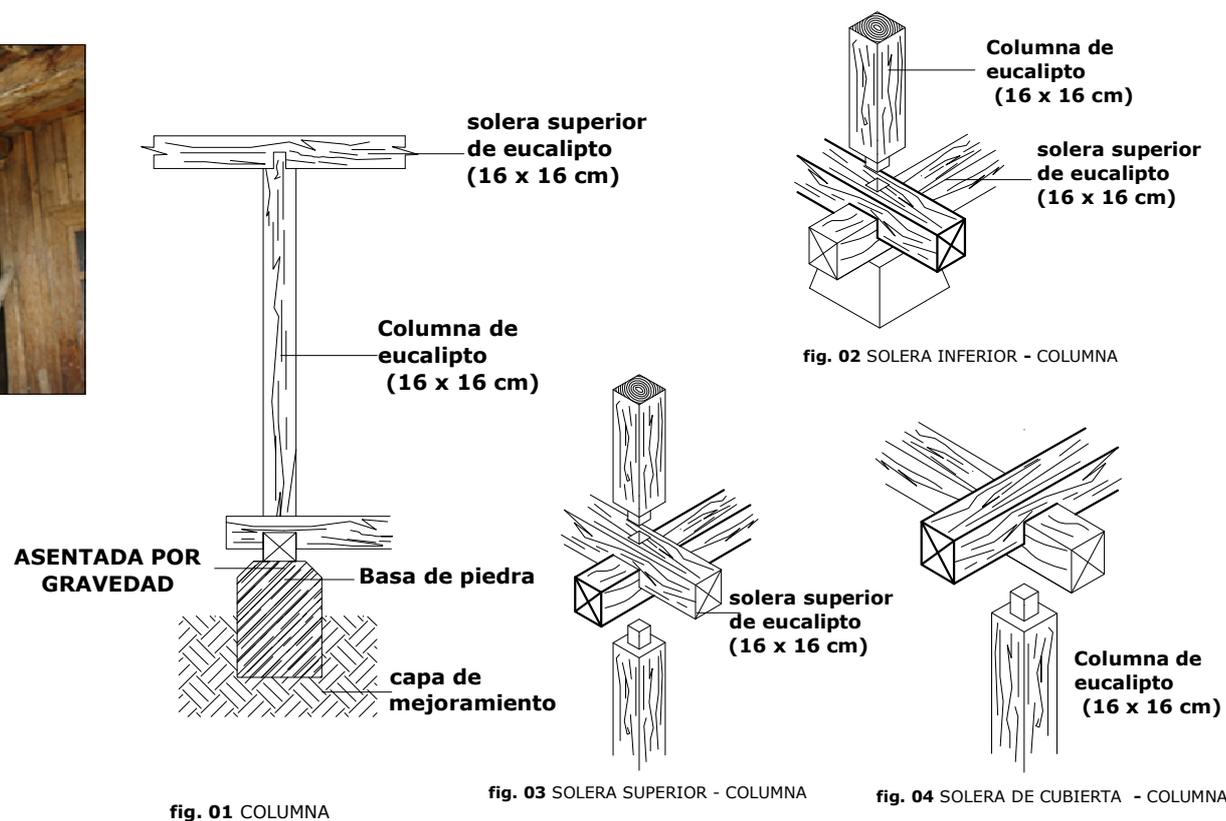
Provincia: Cañar

Cantón: Biblián

Parroquia: Turupamba

ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA					TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA					DAÑOS ENCONTRADOS		
	madera aserrada	madera rolliza	uniones amarradas	uniones clavadas	uniones atornilladas	uniones empernadas	uniones con adhesivos	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	CODIGO	% DE AFECTACIÓN AL ELEMENTO
SOLERA INFERIOR - COLUMNA	X			X								X		10	20
SOLERA SUPERIOR - COLUMNA	X			X								X			
SOLERA DE CUBIERTA - COLUMNA	X							X						10	15

C O L U M N A S



### CODIGO DE DAÑOS

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorescencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. perdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrientamientos - madera

OBSERVACIONES:

## ANÁLISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

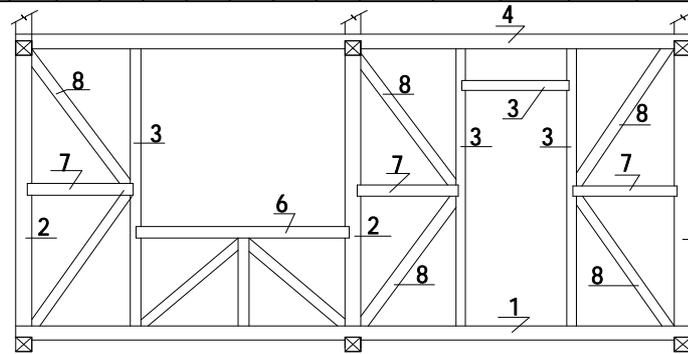
TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

Provincia: Cañar

Cantón: Biblián

Parroquia: Turupamba

ELEMENTO	TIPO DE TRAT.	MATERIAL												TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA					TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA					DAÑOS ENCONTRADOS								
	madera aserrada	madera rolliza	carrizo	caña	gadua	cabuya	soga	alambre	montero de barro	montero de barro y paja	pedra	madera	pintura	barro	uniones amarradas	uniones clavadas	uniones atornilladas	uniones empalmadas	uniones con adhesivos	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	COD	%	COD	%	COD	%	
ESTRUCTURA	X														X											23	25					
ENCHACLEADO			X												X														23	15		
SUJECION						X									X																	
RELLENO									X																							
ACABADOS											X	X			X												23	25				

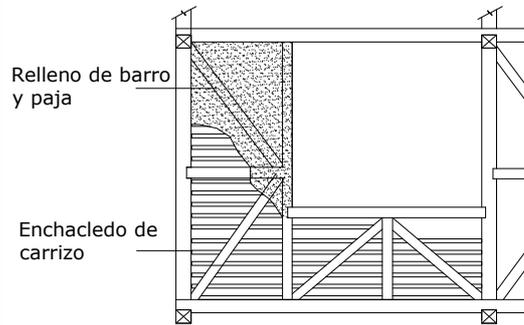


**fig. 01 ESTRUCTURA DE MADERA**

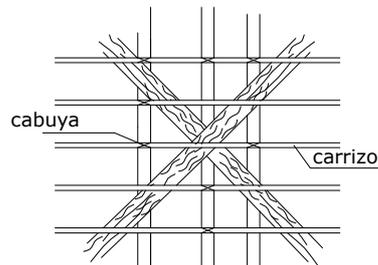
- 1. Solera de P.B. (14 x 16 cm).**
- 2. Pilares (14 x 16)**
- 3. pie derecho (8 x 10)**
- 4. Solera de cubierta (14 x 16)**
- 5. Dintel (8 x 10)**
- 6. Peana (8 x 10)**
- 7. Medianera (8 x 10)**
- 8. Trinquete (8 x 10)**

### CODIGO DE DAÑOS

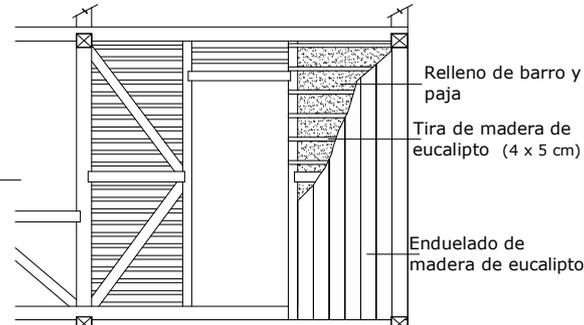
1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. pérdida de material
24. agrietamientos - madera
22. desgaste natural
23. desprendimientos



**fig. 02 ENCHACLEADO Y RELLENO**



**fig. 03 AMARRE CON CABUYA**



**fig. 04 TIRAS Y ENDUELADO DE LA FACHADA**

OBSERVACIONES:

TABLQUES

PISOS Y ENTREPISOS

TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

Provincia: Cañar      Cantón: Biblián      Parroquia: Turupamba

ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA				TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA				DAÑOS ENCONTRADOS			
											COD.	%	COD.	%
VIGA- TIRA - DUELA DE MADERA	X			X							10	15		
SOLERA SUPERIOR - VIGA DE ENTREPISO	X						X				10	15		

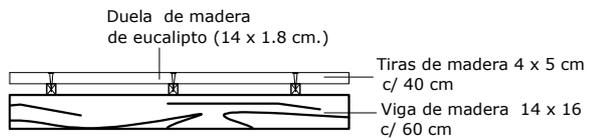


fig. 01 PISO DE MADERA

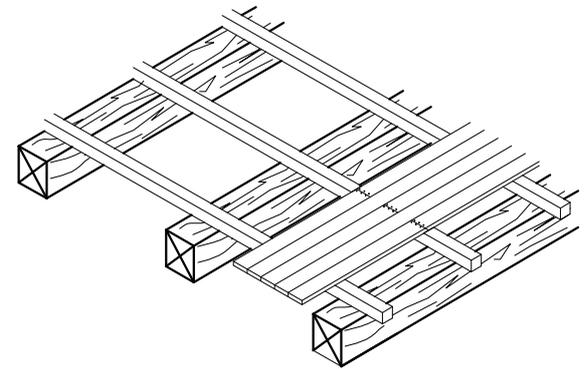


fig. 02 VIGAS - TIRAS - DUELAS DE MADERA

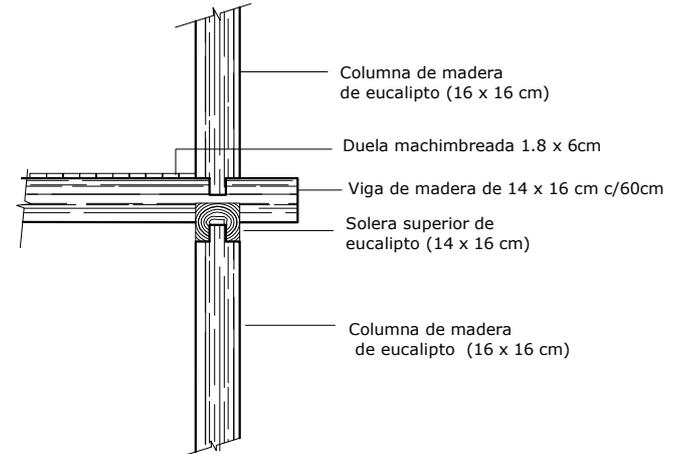


fig. 03 ENTREPISO DE MADERA

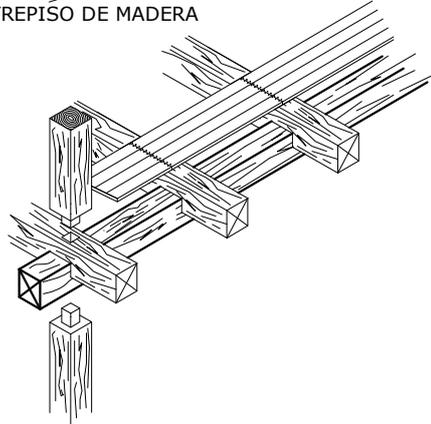


fig. 04 SOLERA SUPERIOR - VIGA DE ENTREPISO

CODIGO DE DAÑOS

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. perdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrietamientos - madera

OBSERVACIONES:

## ANÁLISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

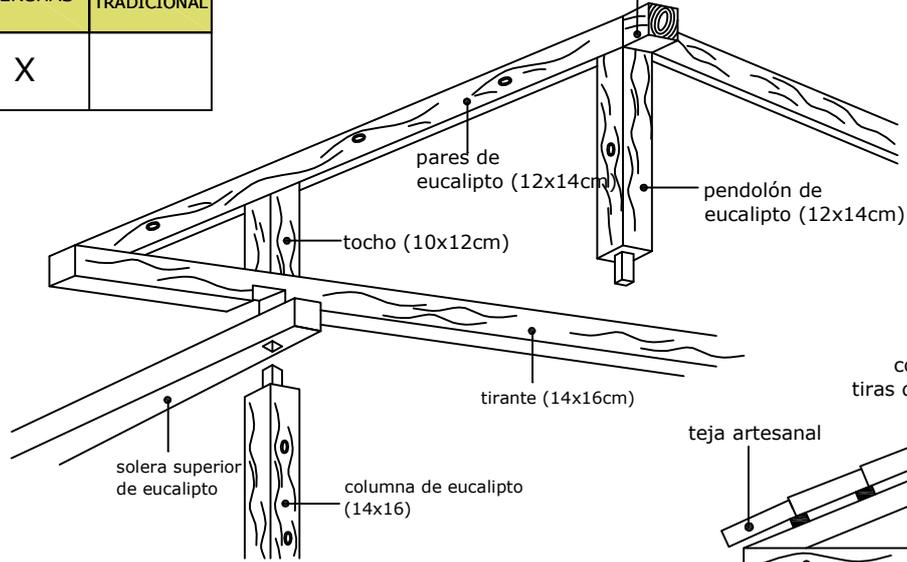
TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

Provincia: Cañar      Cantón: Biblián      Parroquia: Turupamba

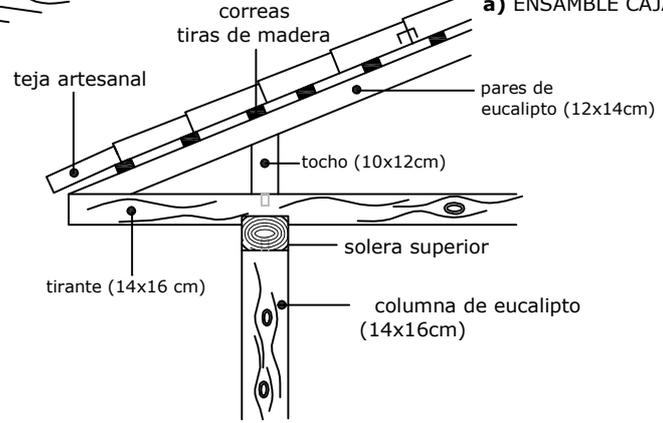
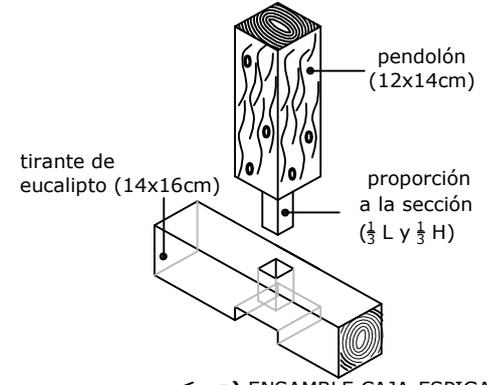
ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		MATERIAL			TIPO DE CAIDA				TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA					TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA					DAÑOS ENCONTRADOS			
	madera aserrada	madera rolliza	teja artesanal	zinc	teja artesanal + zinc	1	2	3	4	uniones amarradas	uniones clavadas	uniones atornilladas	uniones empernadas	uniones con adhesivos	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	COD	%	
SOLERA SUPERIOR - CUBIERTA	X	X														X						10	15
REVESTIMIENTO			X																				
TIPO DE CAIDA								X														10	10

CERCHAS	ARMADO TRADICIONAL
X	

cumbrero de eucalipto (14x16cm)



**fig. 01 SOLERA SUPERIOR CUBIERTA**



**fig. 02 ELEVACION- CUBIERTA**

### CODIGO DE DAÑOS

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. pérdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrientamientos - madera

CUBIERTA

OBSERVACIONES:

**ANALISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO**

TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

Provincia: Cañar Cantón: Biblián Parroquia: Turupamba

1.- CARPINTERIA								1.- ESCALERAS								1.- CIELO RASO							
ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO			DAÑOS ENCONTRADOS				ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		DAÑOS ENCONTRADOS				ELEMENTO	TIPO DE RECUBRIMIENTO		DAÑOS ENCONTRADOS					
	madera aserrada	madera rolliza	madera vidrio	COD	%	COD	%		madera aserrada	madera rolliza	COD	%	COD	%		enduelado madera	tableros madera	COD	%	COD	%		
ESTRUCTURA	X			10	15			ESTRUCTURA	X	X	10	15			ESTRUCTURA	X		1	10	10	15		

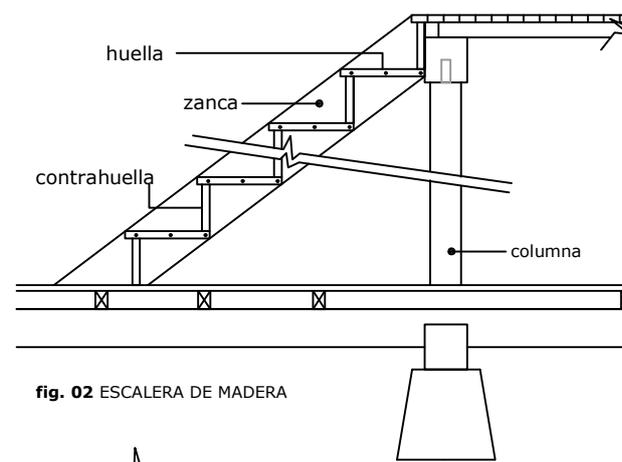
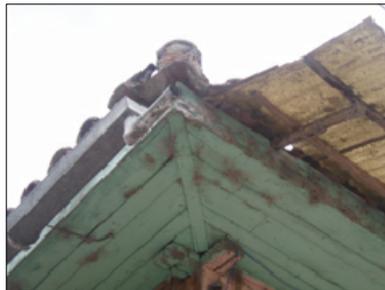


fig. 02 ESCALERA DE MADERA

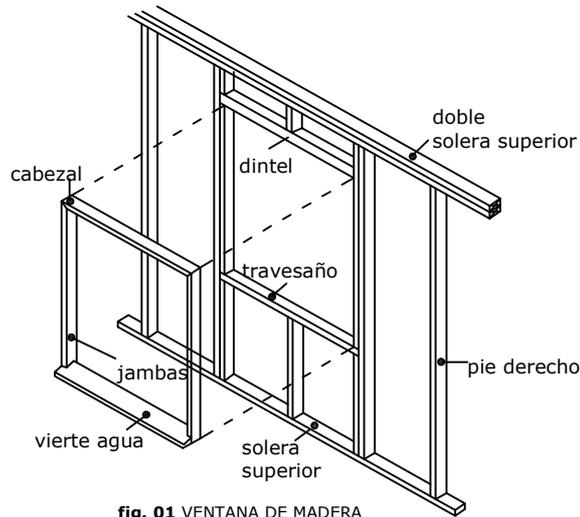


fig. 01 VENTANA DE MADERA

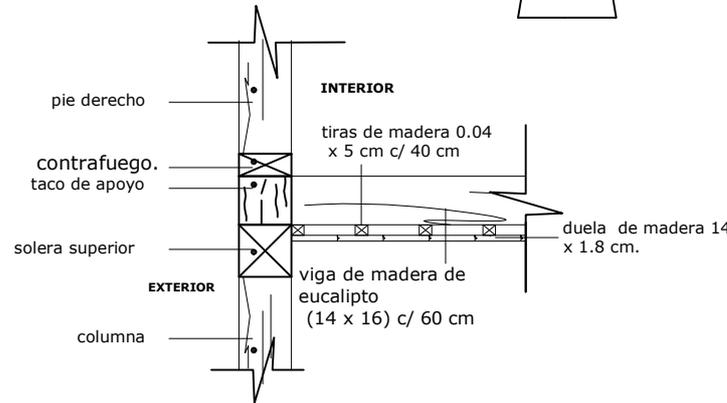


fig. 03 CIELO RASO - ENDUELADO DE MADERA

**CODIGO DE DAÑOS**

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorescencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. perdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrientamientos - madera

OBSERVACIONES:

# ANALISIS MORFOLOGICO - FUNCIONAL

## 1.- IDENTIFICACION

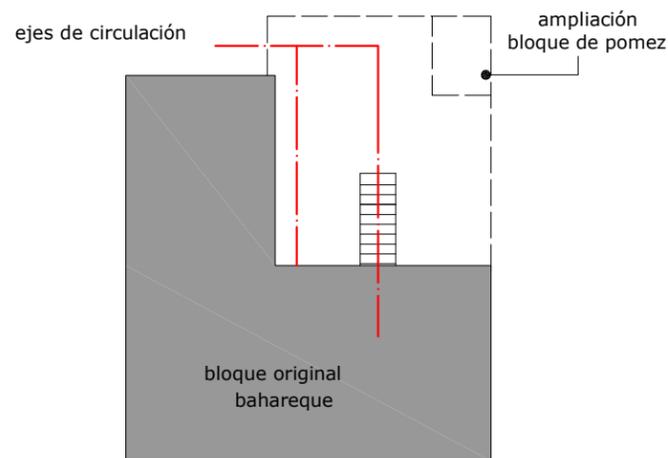
**PROVINCIA:** Cañar  
**CANTON:** Cantón Biblián  
**PARROQUIA:** Turupamba  
**DIRECCIÓN:** Calle Chimborazo  
**CODIGO PREDIAL:** 0101090111  
**PROPIETARIO:** Herederos de Cesar Vascones  
**AÑO DE CONSTRUCCION:** (1940-1960)

REGISTRO TECNICO EDIFICACIONES PATRIMONIALES DE LA PARROQUIA TURUPAMBA  
 FUENTE: GRUPO DE TESIS

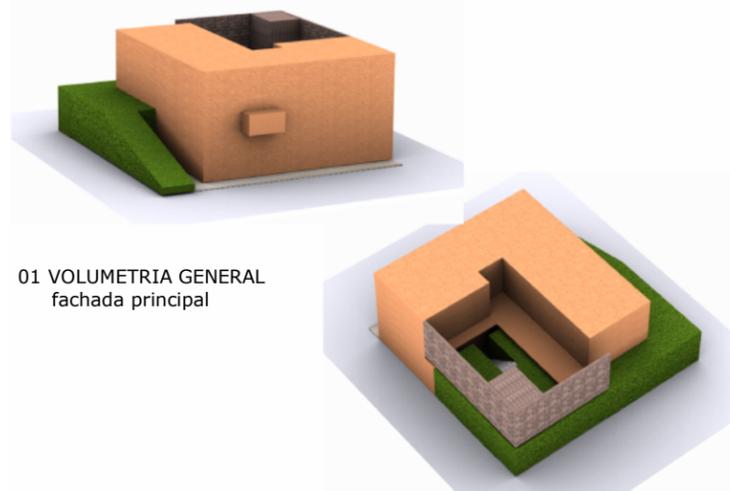
## 2.- ANALISIS MORFOLOGICO

### 2.1.- ORDEN GEOMETRICO

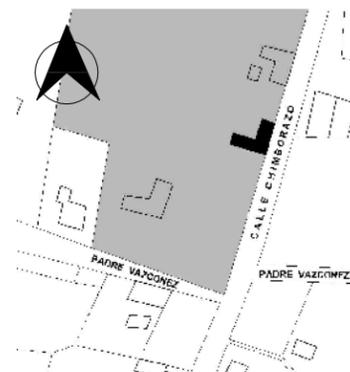
Aquí se observa los ejes de circulación y los bloques que conforman la vivienda.



### 2.2.- ORDEN DISPOSICIONAL



Vivienda de un pisos, la volumétrica de la vivienda es irregular



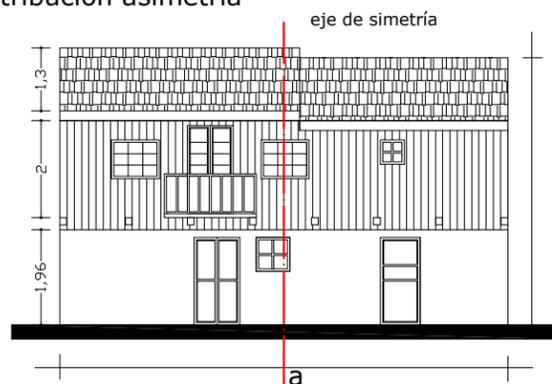
UBICACION

### 2.3.- ORDEN CONSISTENTE

En la vivienda se observa que la relación lleno prevalece sobre el vano, los bloques están conectados entre sí por una circulación vertical exterior. La relación vertical es menor en proporción a la horizontal.

a) Proporción vano - lleno  
 vano 15 %      lleno 85%

b) Distribución asimétrica

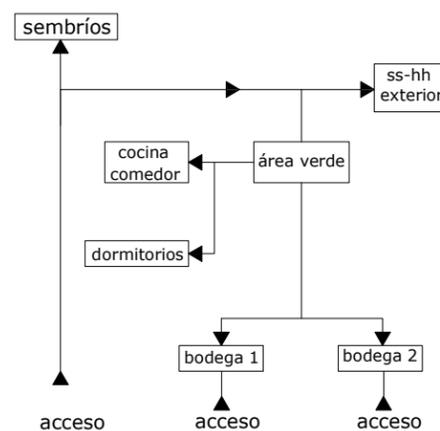


### 4.- ANALISIS TECNOLOGICO

ELEMENTO	MATERIAL
- Cimientos	Piedra
- Vigas	Madera de eucalipto
- Columnas	Madera de eucalipto
- Tabiques	Bahareque
- Pisos	Madera de eucalipto
- Entrepisos	Madera de eucalipto
- Cubierta	Madera de eucalipto-Teja artesanal
- Escalera	Madera de eucalipto
- Elementos complementarios	Madera de eucalipto (carpintería, escaleras, cielo raso)

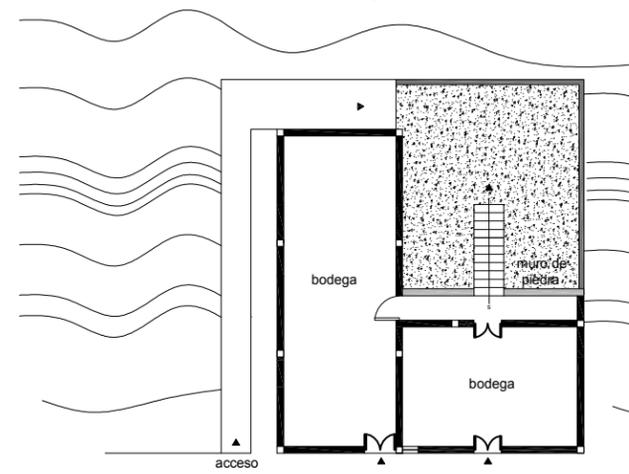
El análisis de los elementos constructivos de la vivienda se podrán observar en la ficha de registro del estudio de los elementos estructurales.

## ORGANIGRAMA GENERAL

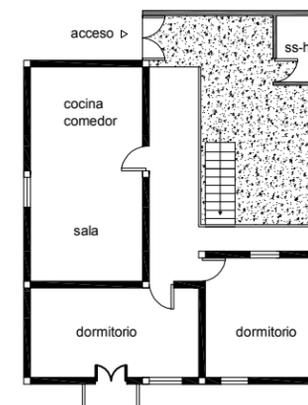


## 3.- ANALISIS FUNCIONAL

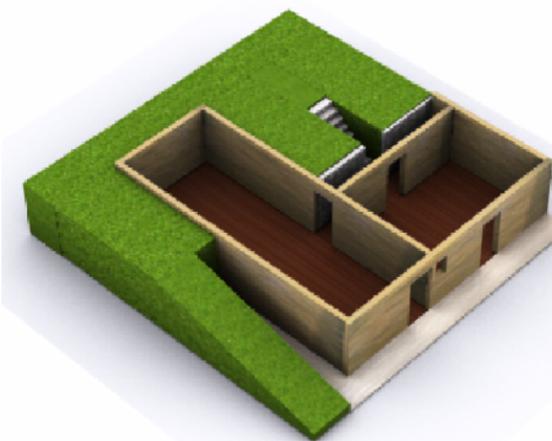
- Edificación de vivienda unifamiliar.
- Consta de dos plantas formando un solo bloque.
- La edificación presenta una ampliación en la parte posterior que sirve de SS-HH hecho en bloque de pomez, la estructura original no presenta alteración.
- Su circulación horizontal es simple se da por la parte posterior de la vivienda en sentido longitudinal.
- En la planta baja a nivel de la calle se ubica bodegas para la recolección de cosecha, en planta alta se ubica los espacios destinados para área social y descanso.
- Existe elementos de cierre para la separación de ambientes.
- La estructura de la edificación se adapta a la topografía del suelo, existe un destaje donde se ubica las bodegas su muro de contención es hecho de piedra bola.



PLANTA BAJA nivel de calle



PLANTA ALTA



03 PERSPECTIVA- planta baja



04 PERSPECTIVA- planta baja

## ANÁLISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

### TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

Provincia: Cañar      Cantón: Biblián      Parroquia: Turupamba

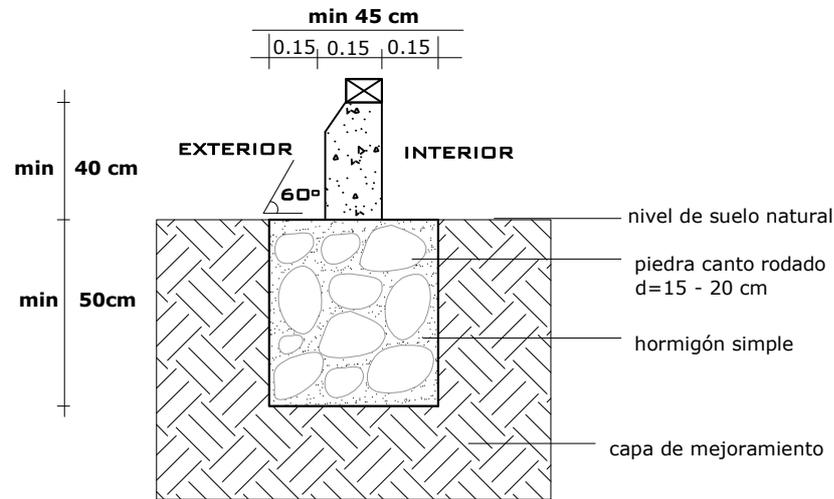
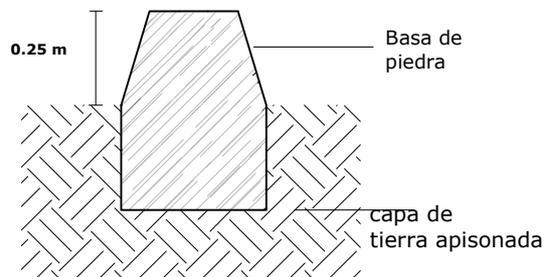
Propietario: **Herederos César Vásquez**  
 Dirección: **Calle Chimborazo**  
 Año de Construcción: **1940 -1960**

Uso Predominante: **Vivienda**



CIMENTACION

ELEMENTO	TIPO			MATERIAL		TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA						DAÑOS ENCONTRADOS	
	CIMENTACIÓN CORRIDA	CIMENTACIÓN AISLADA	CIMENTACIÓN MIXTA	PIEDRA DE CANTO RODADO	HORMIGÓN	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	CODIGO	% DE AFECTACIÓN AL ELEMENTO
CIMENTACION	X	X			X								
ESTRUCTURA												13	15
MORTERO													
CIMENTACIÓN-SOLERA INFERIOR										X			



#### CÓDIGO DE DAÑOS

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorasencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. perdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrientamientos - madera

OBSERVACIONES:

## ANÁLISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

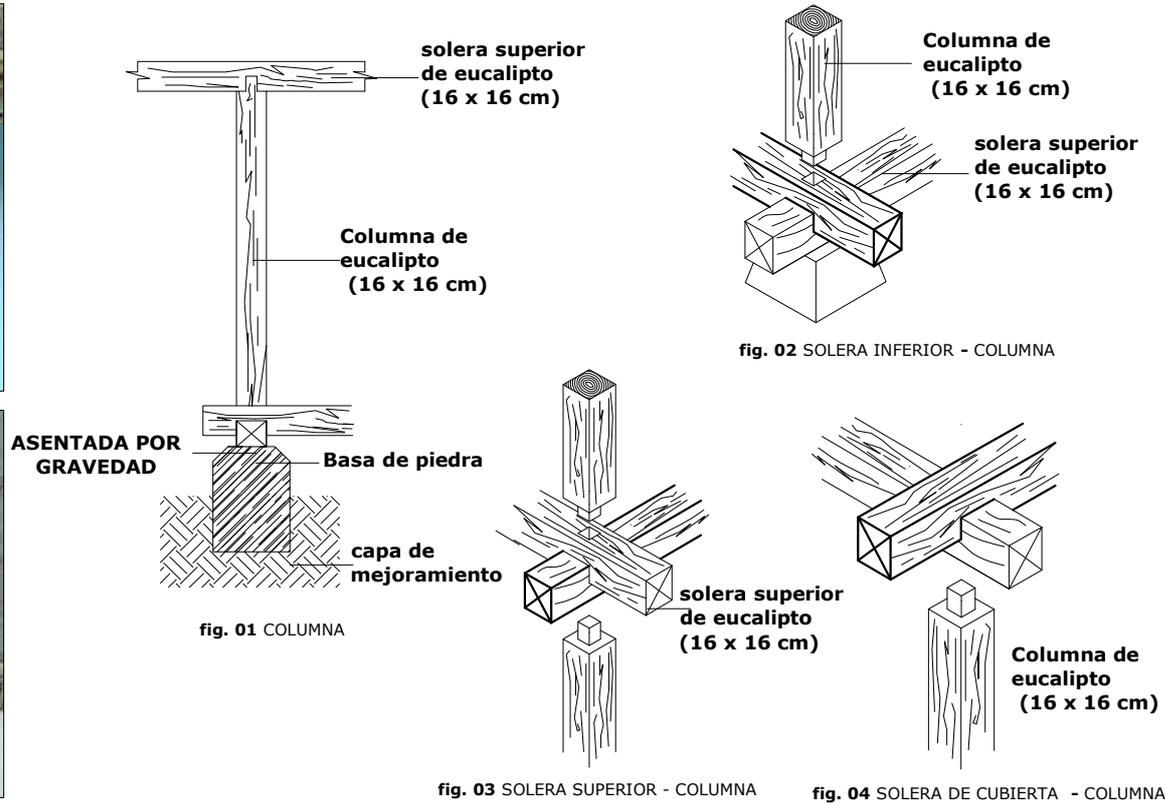
Provincia: Cañar

Cantón: Biblián

Parroquia: Turupamba

ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA					TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA					DAÑOS ENCONTRADOS		
	madera aserrada	madera rolliza	uniones amarradas	uniones clavadas	uniones atornilladas	uniones empnadas	uniones con adhesivos	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	CODIGO	% DE AFECTACIÓN AL ELEMENTO
SOLERA INFERIOR - COLUMNA	X			X								X		18	20
SOLERA SUPERIOR - COLUMNA	X			X								X		18	10
SOLERA DE CUBIERTA - COLUMNA	X							X						18	15

C O L U M N A S



CODIGO DE DAÑOS	
1.	curvatura del elemento
2.	alabeo del elemento
3.	abarquillado de elemento
4.	deslizamiento de uniones
5.	deslizamiento de empalmes
6.	corrosión
7.	grietas
8.	fisuras
9.	putridión
10.	manchas
11.	decoloración
12.	carbonización-madera
13.	asentamientos
14.	deslizamientos
15.	pandeo
16.	deformaciones
17.	eflorescencias
18.	orificios por insectos xilofagos
19.	orificios por roedores
20.	roturas
21.	perdida de material
22.	desgaste natural
23.	desprendimientos
24.	agrientamientos - madera

OBSERVACIONES:

### ANALISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

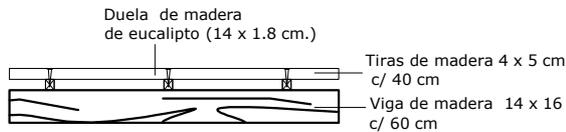
TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

Provincia: Cañar

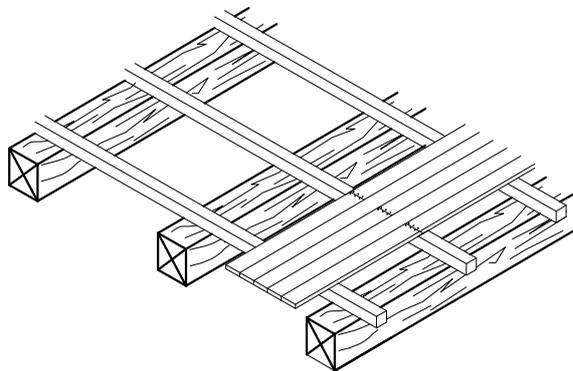
Cantón: Biblián

Parroquia: Turupamba

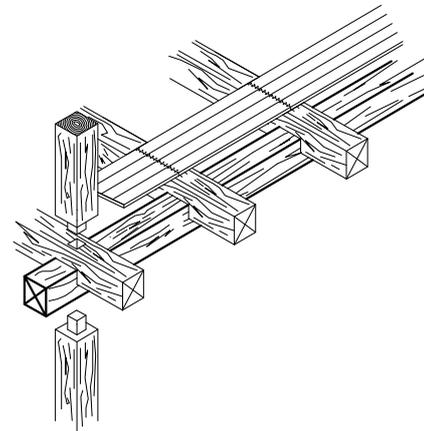
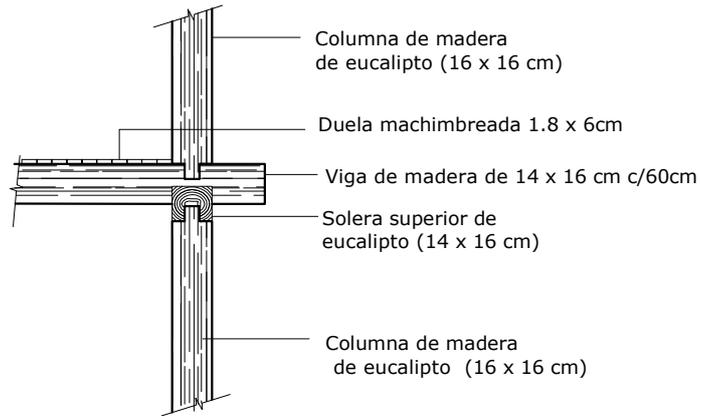
ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA					TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA					DAÑOS ENCONTRADOS				
	madera aserrada	madera rolliza	uniones amarradas	uniones clavadas	uniones atornilladas	uniones empernadas	uniones con adhesivos	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	COD.	%	COD.	%
VIGA- TIRA - DUELA DE MADERA	X			X										10	20	16	15
SOLERA SUPERIOR - VIGA DE ENTREPISO	X							X						10	20	16	15



**fig. 01** PISO DE MADERA



**fig. 02** VIGAS - TIRAS - DUELAS DE MADERA



**fig. 04** SOLERA SUPERIOR - VIGA DE ENTREPISO

**CODIGO DE DAÑOS**

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorescencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. pérdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrietamientos - madera

OBSERVACIONES:

## ANÁLISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

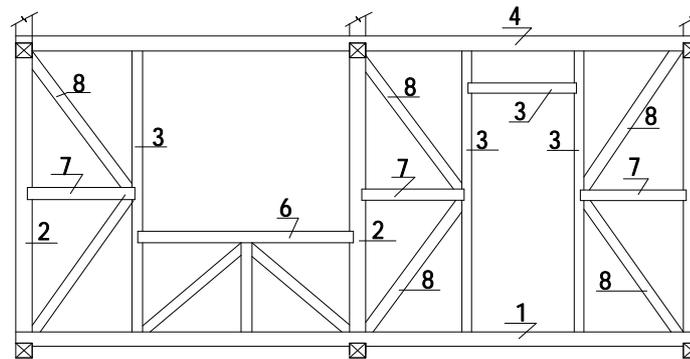
TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

Provincia: Cañar

Cantón: Biblián

Parroquia: Turupamba

ELEMENTO	TIPO DE TRAT.	MATERIAL											TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA					TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA					DAÑOS ENCONTRADOS								
		madera aserrada	madera rolliza	carrizo	caña gachua	cabuya	soga	alambre	mortero de barro	mortero de barro y paja	pedra	madera	pintura	barro	uniones amarradas	uniones clavadas	uniones atornilladas	uniones empernadas	uniones con adhesivos	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	COD	%	COD	%	COD	%
ESTRUCTURA	X														X					X					7	40			10	20	
ENCHACLEADO			X												X										22	30					
SUJECION						X									X																
RELLENO										X																		21	60		
ACABADOS												X	X		X										23	25			10	20	

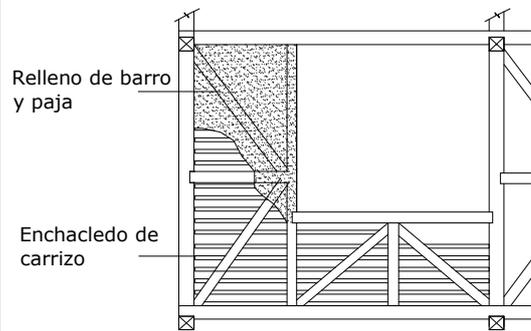


**fig. 01 ESTRUCTURA DE MADERA**

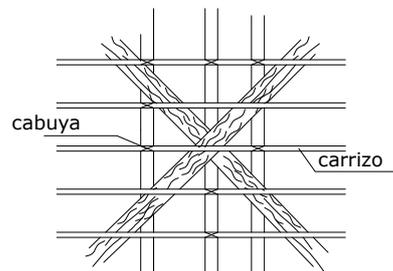
1. Solera de P:B. (14 x16 cm).
2. Pilares (14 x16)
3. pie derecho (8 x 10)
4. Solera de cubierta (14 x 16)
5. Dintel (8 x 10)
6. Peana (8 x 10)
7. Medianera (8 x 10)
8. Trinquete (8 x 10)

### CODIGO DE DAÑOS

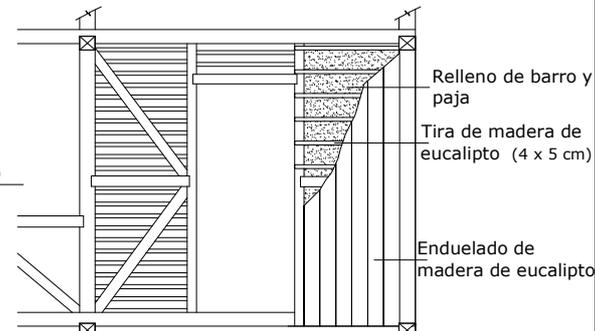
1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorescencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. perdida de material
24. agrietamientos - madera
22. desgaste natural
23. desprendimientos



**fig. 02 ENCHACLEADO Y RELLENO**



**fig. 03 AMARRADE DE CARRIZOS**



**fig. 04 TIRAS Y ENDUELADO DE LA FACHADA**

OBSERVACIONES:

TABLIQUES

## ANÁLISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

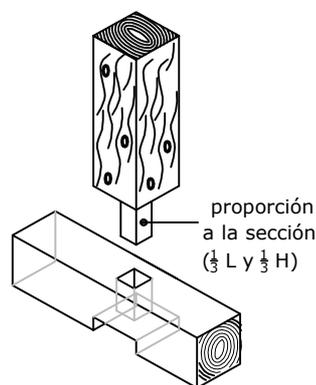
Provincia: Cañar

Cantón: Biblián

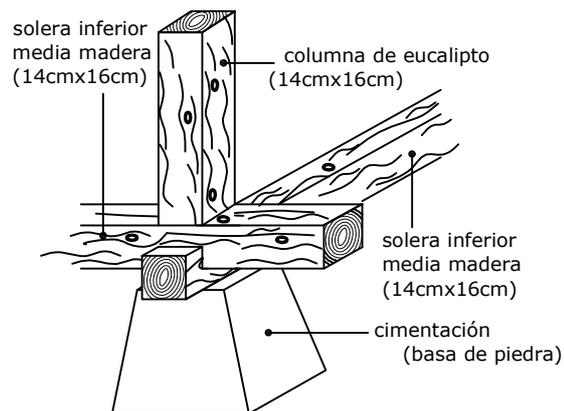
Parroquia: Turupamba

ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA					TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA					DAÑOS ENCONTRADOS						
	madera aserrada	madera rolliza	uniones amarradas	uniones clavadas	uniones atornilladas	uniones emprenadas	uniones con adhesivos	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	COD.	%	COD.	%	COD.	%
SOLERA-SOLERA	X							X						18	15	10	20	24	18
COLUMNA SOLERA-INFERIOR	X			X								X		18	30				
COLUMNA SOLERA-SUPERIOR	X			X								X		18	30				

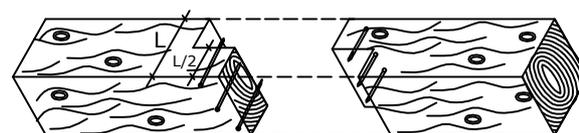
V I G A S



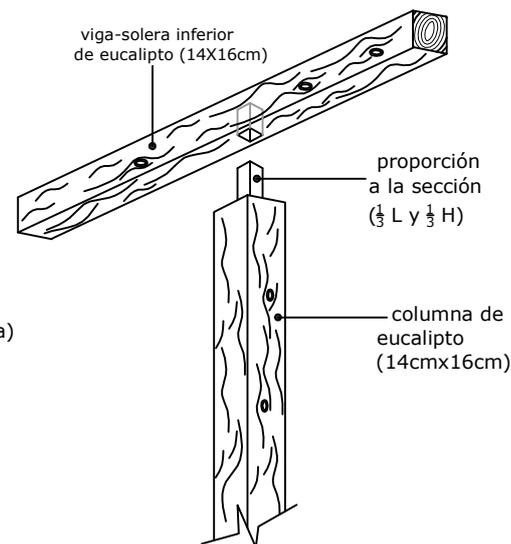
**a) COLUMNA-SOLERA INFERIOR**



**fig. 01 SOLERA-SOLERA**



**b) SOLERA-SOLERA ENSAMBLE A MEDIA MADERA**



**fig. 02 COLUMNA- SOLERA SUPERIOR**

### CODIGO DE DAÑOS

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorescencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. pérdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrietamientos - madera

OBSERVACIONES:

## ANÁLISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

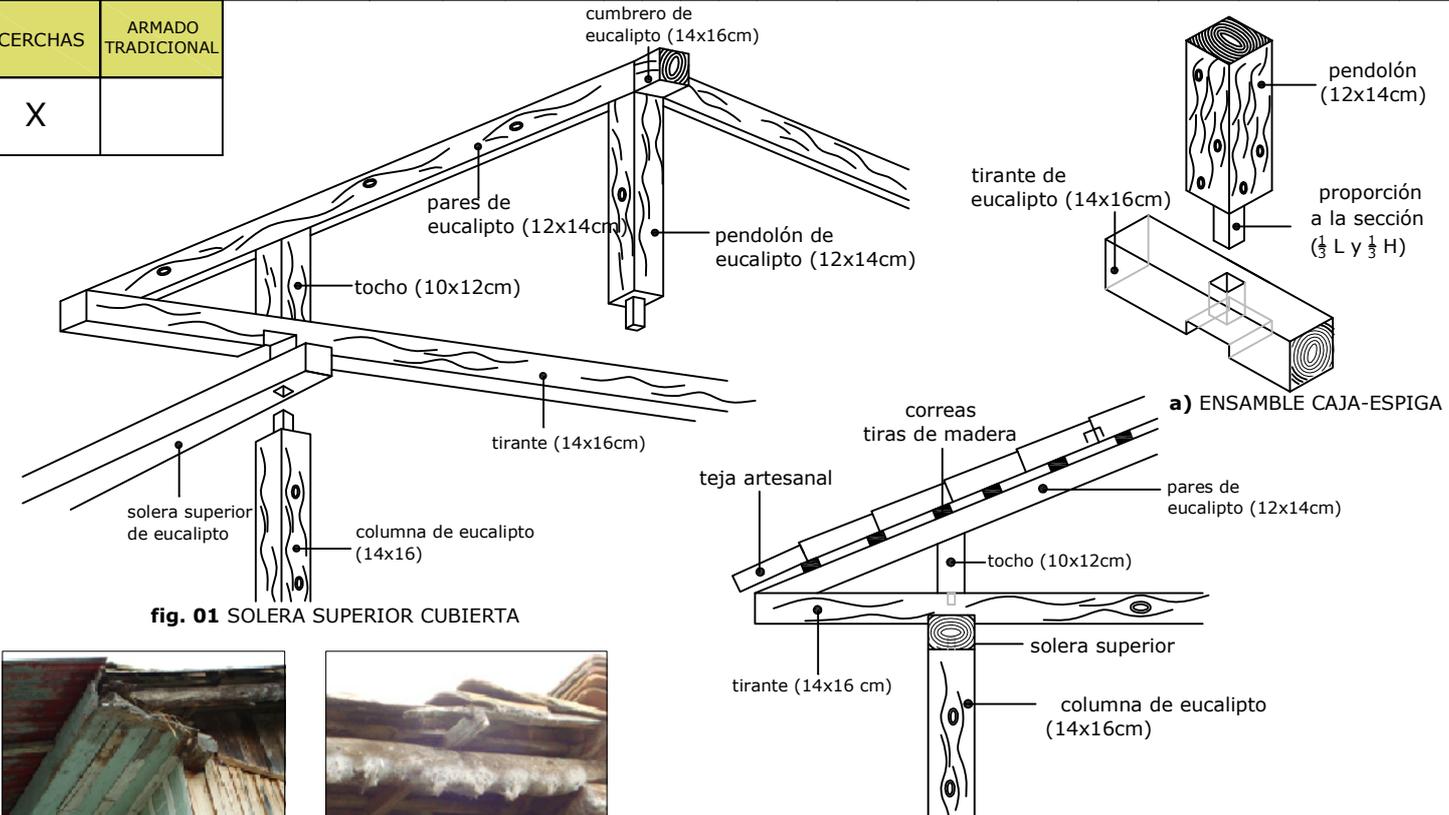
TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

Provincia: Cañar      Cantón: Biblián      Parroquia: Turupamba

ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		MATERIAL			TIPO DE CAIDA				TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA					TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA				DAÑOS ENCONTRADOS			
	madera aserrada	madera rolliza	teja artesanal	zinc	teja artesanal + zinc	1	2	3	4	uniones amarradas	uniones clavadas	uniones atornilladas	uniones empernadas	uniones con adhesivos	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	COD.	%
SOLERA SUPERIOR - CUBIERTA	X	X																			18	25
REVESTIMIENTO			X																		17	40
TIPO DE CAIDA							X															

CUBIERTA

CERCHAS	ARMADO TRADICIONAL
X	



CODIGO DE DAÑOS	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. curvatura del elemento</li> <li>2. alabeo del elemento</li> <li>3. abarquillado de elemento</li> <li>4. deslizamiento de uniones</li> <li>5. deslizamiento de empalmes</li> <li>6. corrosión</li> <li>7. grietas</li> <li>8. fisuras</li> <li>9. pudrición</li> <li>10. manchas</li> <li>11. decoloración</li> <li>12. carbonización-madera</li> <li>13. asentamientos</li> <li>14. deslizamientos</li> <li>15. pandeo</li> <li>16. deformaciones</li> <li>17. eflorescencias</li> <li>18. orificios por insectos xilofagos</li> <li>19. orificios por roedores</li> <li>20. roturas</li> <li>21. pérdida de material</li> <li>22. desgaste natural</li> <li>23. desprendimientos</li> <li>24. agrientamientos - madera</li> </ol>

OBSERVACIONES:

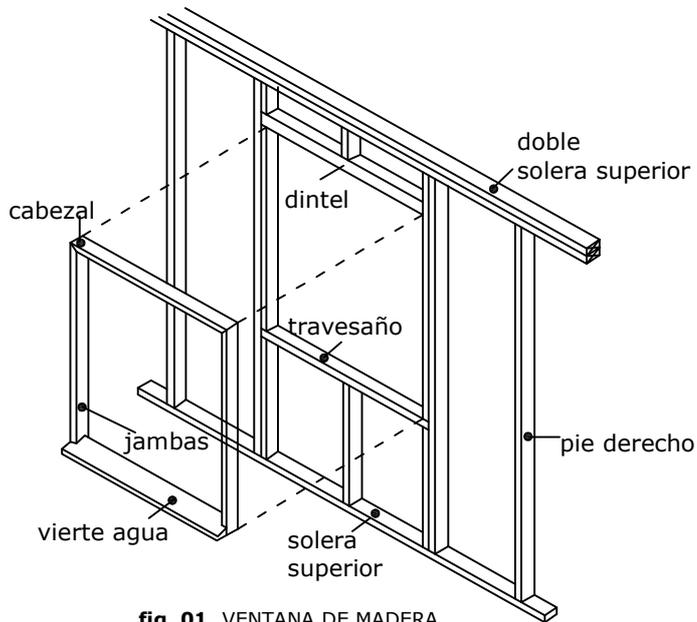
**ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS**

**ANALISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO**

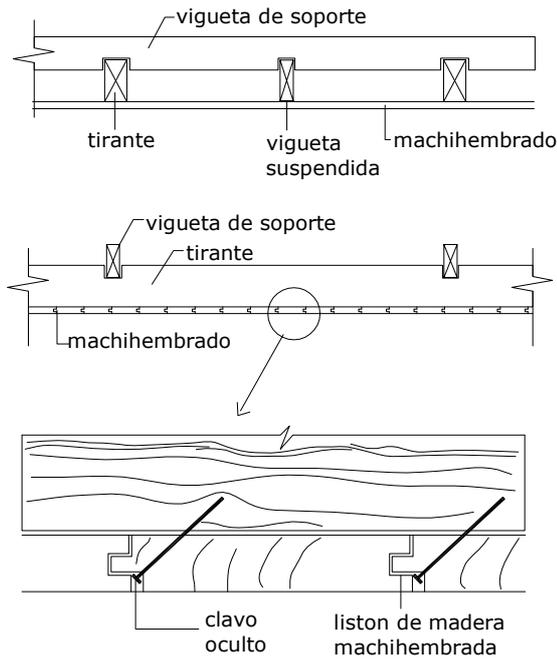
TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

Provincia: Cañar      Cantón: Biblián      Parroquia: Turupamba

1.- CARPINTERIA								1.- ESCALERAS								1.- CIELO RASO							
ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO			DAÑOS ENCONTRADOS				ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		DAÑOS ENCONTRADOS				ELEMENTO	TIPO DE RECUBRIMIENTO		DAÑOS ENCONTRADOS					
	madera aserrada	madera rolliza	madera vidrio	COD	%	COD	%		madera aserrada	madera rolliza	COD	%	COD	%		enduelado madera	tableros madera	COD	%	COD	%		
ESTRUCTURA	X			10	40	22	65	ESTRUCTURA	X	X	22	60	10	60	ESTRUCTURA	X		10	70	16	50		



**fig. 01** VENTANA DE MADERA



**fig. 02** CIELO RASO ENDUELADO

**CODIGO DE DAÑOS**

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorescencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. perdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrientamientos - madera

OBSERVACIONES:

# ANÁLISIS MORFOLOGICO - FUNCIONAL

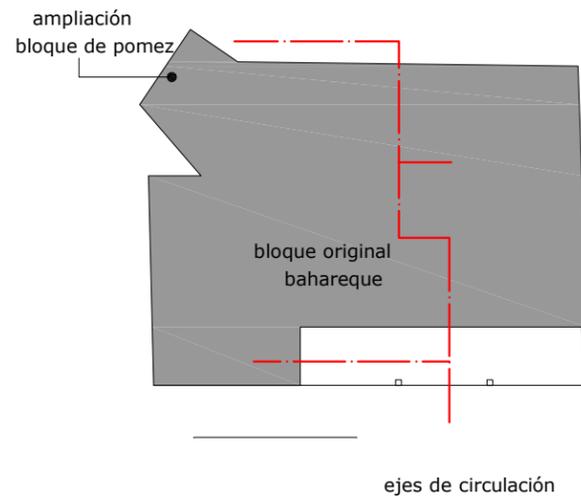
## 1.- IDENTIFICACION

**PROVINCIA:** Cañar  
**CANTON:** Cantón Biblián  
**PARROQUIA:** Turupamba  
**DIRECCIÓN:** Calle Cuenca  
**CODIGO PREDIAL:** 0101100509  
**PROPIETARIO:** Lourdes Gutierrez Argudo  
**AÑO DE CONSTRUCCION:** (1940-1960)  
 REGISTRO TECNICO EDIFICACIONES PATRIMONIALES DE LA PARROQUIA TURUPAMBA  
 FUENTE: GRUPO DE TESIS

## 2.- ANALISIS MORFOLOGICO

### 2.1.- ORDEN GEOMETRICO

Observamos los ejes de circulación y los bloques que conforman la vivienda.

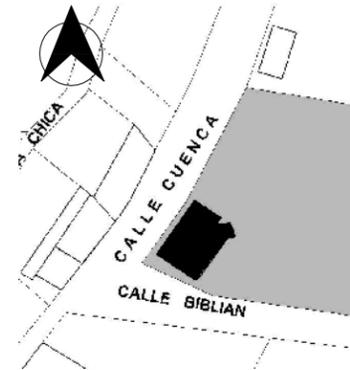


### 2.2.- ORDEN DISPOSICIONAL



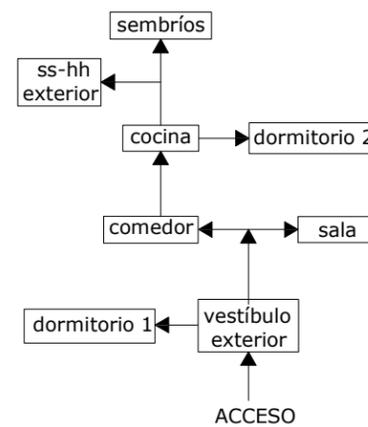
01 VOLUMETRIA GENERAL

Vivienda de un pisos, la volumétrica de la vivienda es irregular



UBICACION

## ORGANIGRAMA GENERAL

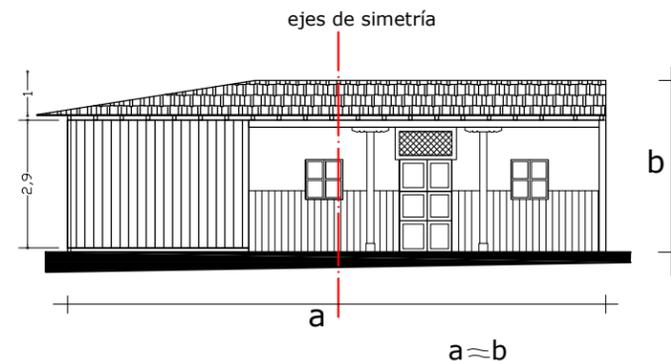


### 2.3.- ORDEN CONSISTENTE

En la edificación el lleno prevalece sobre el vacío con un porcentaje del 90%, una circulación horizontal interior. Podemos observar que la vivienda presenta una horizontalidad.

a) Proporción vano - lleno  
vano 10 % lleno 90%

b) Distribución eje de simetría



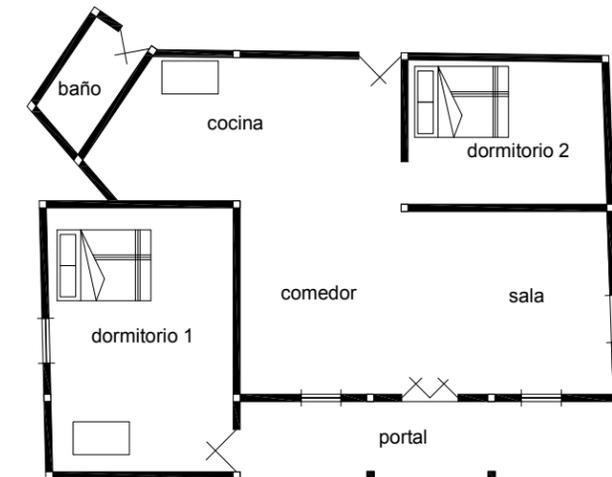
## 4.- ANALISIS TECNOLOGICO

ELEMENTO	MATERIAL
- Cimientos	Piedra
- Vigas	Madera de eucalipto
- Columnas	Madera de eucalipto
- Tabiques	Bahareque
- Pisos	Madera de eucalipto
- Entrepisos	Madera de eucalipto
- Cubierta	Madera de eucalipto-Teja artesanal
- Escalera	Madera de eucalipto
- Elementos complementarios	Madera de eucalipto (carpintería, escaleras, cielo raso)

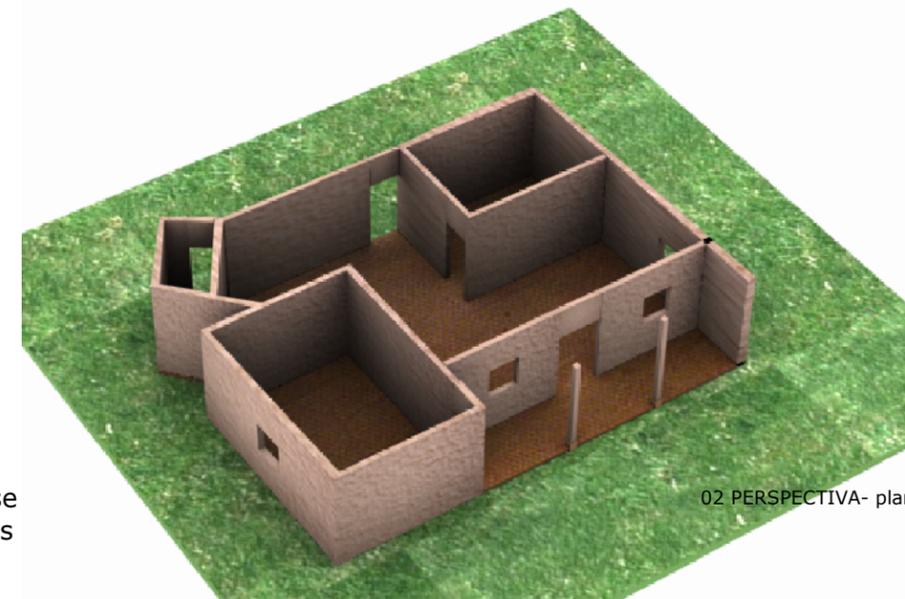
El análisis de los elementos constructivos de la vivienda se podrán observar en la ficha de registro del estudio de los elementos estructurales.

## 3.- ANÁLISIS FUNCIONAL

- Edificación de vivienda unifamiliar.
- Existe un solo bloque de forma irregular con el baño exterior.
- La edificación ha realizado reparaciones sin alterar su forma y espacios originales.
- Posee una portal donde se desarrolla la relación con el entorno exterior.
- Su circulación horizontal se la hace desde el portal hacia el salón y los demás espacios.
- El acceso a la edificación se encuentra ubicada en la parte frontal hacia la calle.
- No existe demasiados elementos de cierre en los interiores.
- El área social como es la sala, comedor y cocina se desarrollan en un solo espacio, consta de dos dormitorios y el baño está en la parte exterior de la edificación.



PLANTA BAJA



02 PERSPECTIVA- planta alta

CIMENTACION

**ANALISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO**

**TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA**

Provincia: Cañar      Cantón: Biblián      Parroquia: Turupamba

Propietario: **Lourdes Dolores Guitierrez Argudo**  
 Dirección: **Calle Cuenca**  
 Año de Construcción: **1940 - 1960**

Uso Predominante: **vivienda**



ELEMENTO	TIPO			MATERIAL		TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA						DAÑOS ENCONTRADOS	
	CIMENTACION CORRIDA	CIMENTACION AISLADA	CIMENTACION MIXTA	PIEDRA DE CANTO RODADO	HORMIGON	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	CODIGO	% DE AFECTACIÓN AL ELEMENTO
CIMENTACION			X									13	15
ESTRUCTURA				X								13	10
MORTERO					X								
CIMENTACIÓN-SOLERA INFERIOR										X			

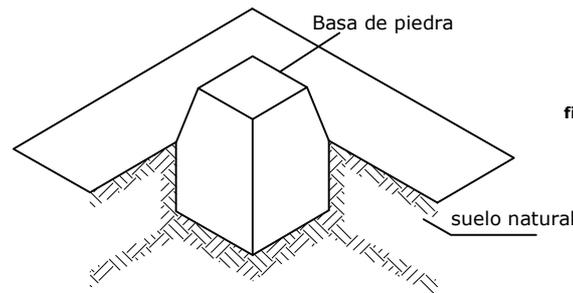
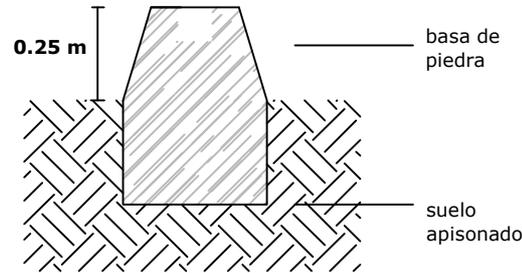


fig. 02 BASA

solera inferior asentada por gravedad

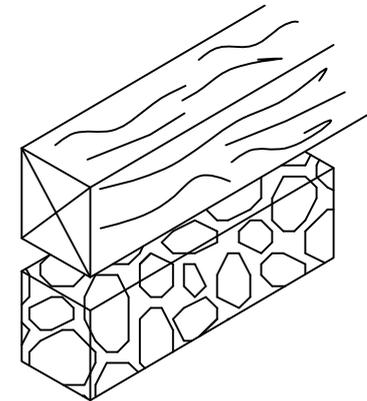


fig. 01 SOLERA INFERIOR - CIMENTACIÓN CORRIDA DE PIEDRA

**CÓDIGO DE DAÑOS**

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorescencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. perdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrietamientos - madera

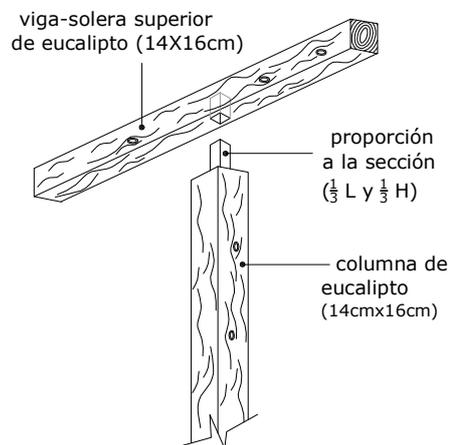
## ANÁLISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

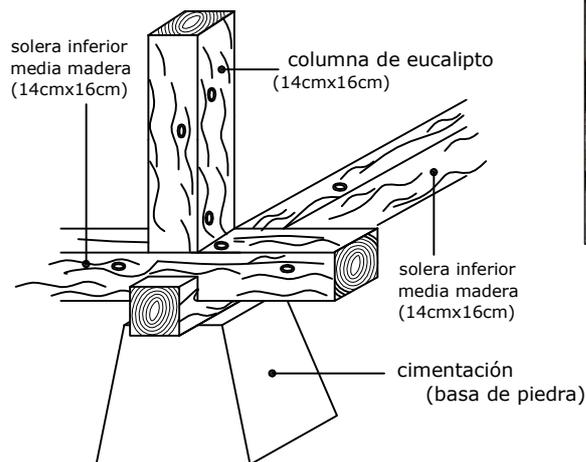
Provincia: Cañar      Cantón: Biblián      Parroquia: Turupamba

ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA					TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA					DAÑOS ENCONTRADOS						
	madera aserrada	madera rolliza	uniones amarradas	uniones clavadas	uniones atornilladas	uniones empennadas	uniones con adhesivos	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	COD.	%	COD.	%	COD.	%
SOLERA-SOLERA	X							X						15	10	10	10		
COLUMNA SOLERA-INFERIOR	X			X								X		15	15				
COLUMNA SOLERA-SUPERIOR	X			X								X		15	10				

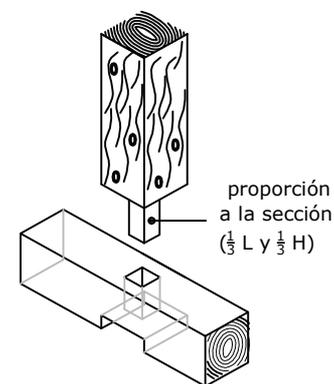
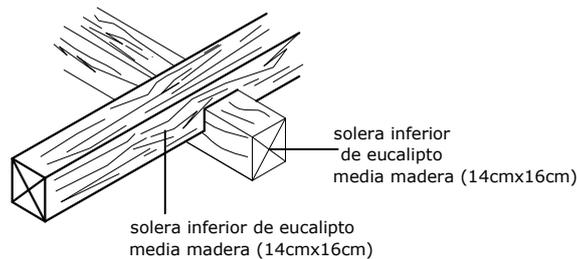
VIGAS



**fig. 02** COLUMNA- SOLERA SUPERIOR



**fig. 01** SOLERA-SOLERA



**a)** COLUMNA-SOLERA INFERIOR

### CODIGO DE DAÑOS

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorescencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. perdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrientamientos - madera

OBSERVACIONES:

## ANÁLISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

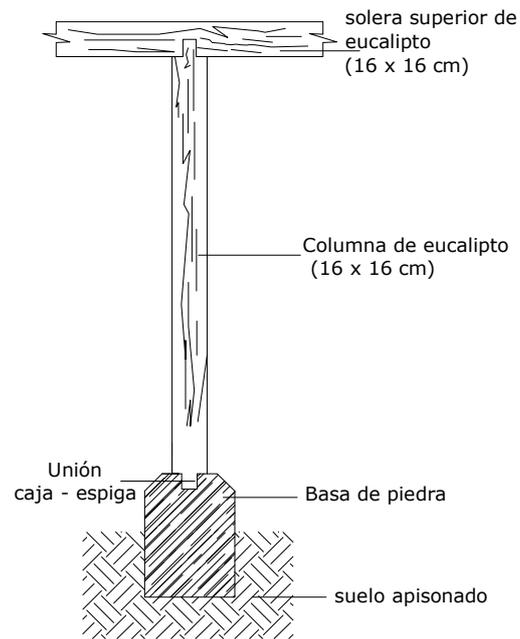
Provincia: Cañar

Cantón: Biblián

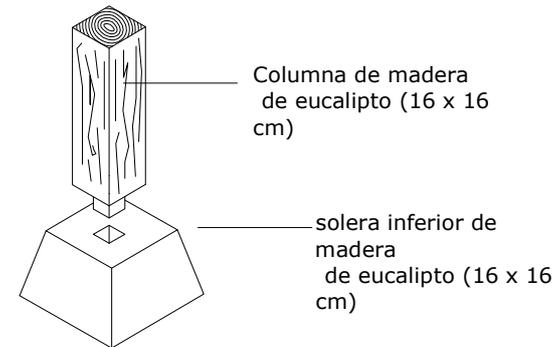
Parroquia: Turupamba

ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA					TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA					DAÑOS ENCONTRADOS		
	madera aserrada	madera rolliza	uniones amarradas	uniones clavadas	uniones atornilladas	uniones empnadas	uniones con adhesivos	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	CODIGO	% DE AFECTACIÓN AL ELEMENTO
SOLERA INFERIOR - COLUMNA	X			X								X		10	20
SOLERA SUPERIOR - COLUMNA	X			X								X			
SOLERA DE CUBIERTA - COLUMNA	X							X						10	15

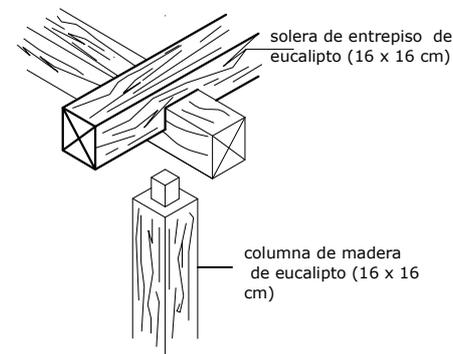
C O L U M N A S



**fig. 01** COLUMNA



**fig. 02** SOLERA INFERIOR - COLUMNA



**fig. 04** SOLERA DE CUBIERTA - COLUMNA

### CODIGO DE DAÑOS

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorescencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. pérdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrientamientos - madera

OBSERVACIONES:

## ANALISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

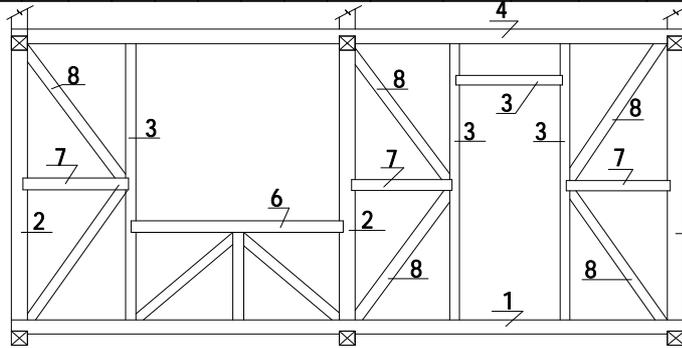
TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

Provincia: Cañar

Cantón: Biblián

Parroquia: Turupamba

ELEMENTO	TIPO DE TRAT.		MATERIAL											TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA					TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA					DAÑOS ENCONTRADOS								
	madera aserrada	madera rolliza	carrizo	caña	gadua	cabuya	soga	alambre	mortero de barro	mortero de barro y paja	pedra	madera	pintura	barro	uniones amarradas	uniones clavadas	uniones atomilladas	uniones empernadas	uniones con adhesivos	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	COD	%	COD	%	COD	%	
ESTRUCTURA	X															X					X					23	25					
ENCHACLEADO			X													X													23	15		
SUJECION						X										X																
RELLENO									X																							
ACABADOS												X	X			X										23	25					

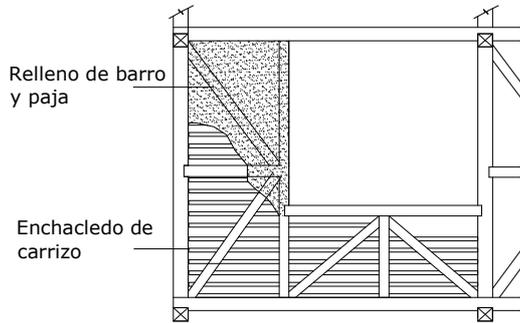


**fig. 01 ESTRUCTURA DE MADERA**

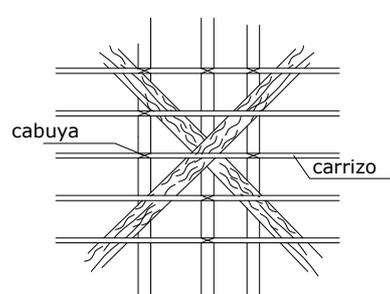
- 1. Solera de P:B. (14 x 16 cm).**
- 2. Pilares (14 x 16)**
- 3. pie derecho (8 x 10)**
- 4. Solera de cubierta (14 x 16)**
- 5. Dintel (8 x 10)**
- 6. Peana (8 x 10)**
- 7. Medianera (8 x 10)**
- 8. Trinquete (8 x 10)**

**CODIGO DE DAÑOS**

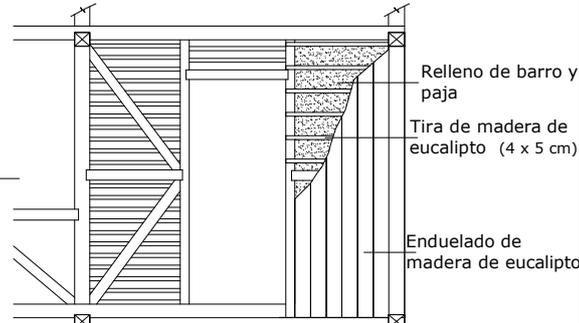
1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. pérdida de material
24. agrientamientos - madera
22. desgaste natural
23. desprendimientos



**fig. 02 ENCHACLEADO Y RELLENO**



**fig. 03 AMARRADO CON CABUYA**



**fig. 04 TIRAS Y ENDUELADO DE LA FACHADA**

OBSERVACIONES:

### ANALISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

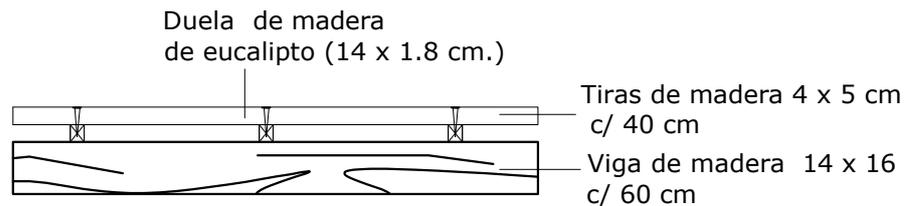
TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

Provincia: Cañar

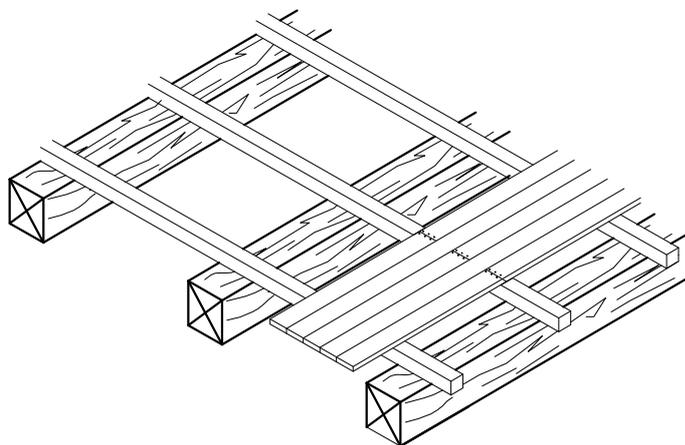
Cantón: Biblián

Parroquia: Turupamba

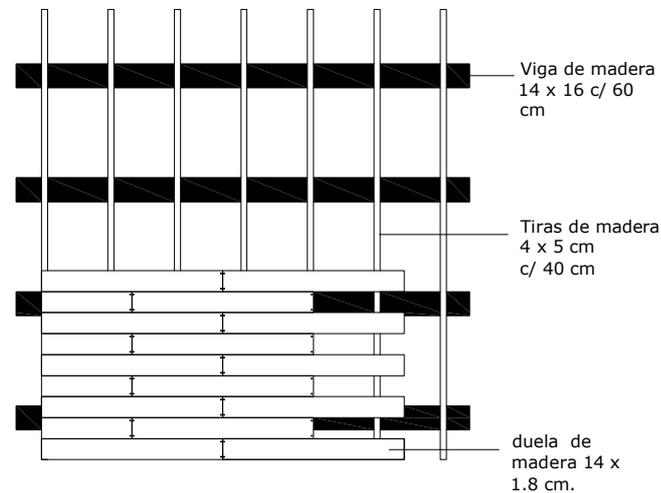
ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA					TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA					DAÑOS ENCONTRADOS				
	madera aserrada	madera rolliza	uniones amarradas	uniones clavadas	uniones atornilladas	uniones empnadas	uniones con adhesivos	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	COD.	%	COD.	%
VIGA- TIRA	X			X										10	5		
TIRA - ENDUELADO DE MADERA	X			X										7	5		



**fig. 01** PISO DE MADERA



**fig. 02** VIGAS - TIRAS - ENDUELADO DE MADERA



#### CODIGO DE DAÑOS

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorescencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. perdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrientamientos - madera

OBSERVACIONES:

## ANÁLISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

Provincia: Cañar      Cantón: Biblián      Parroquia: Turupamba

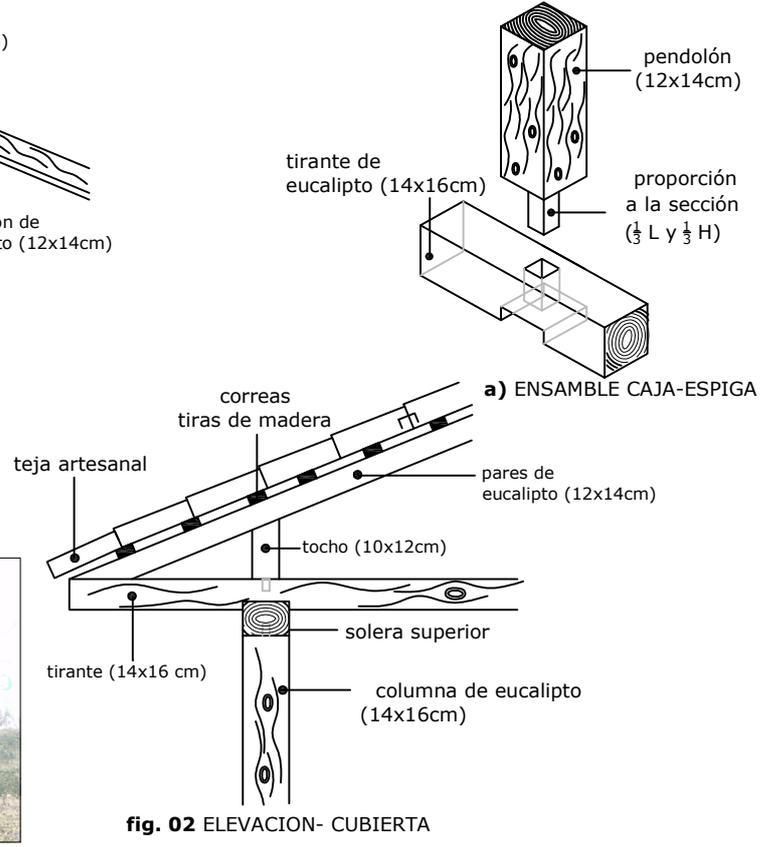
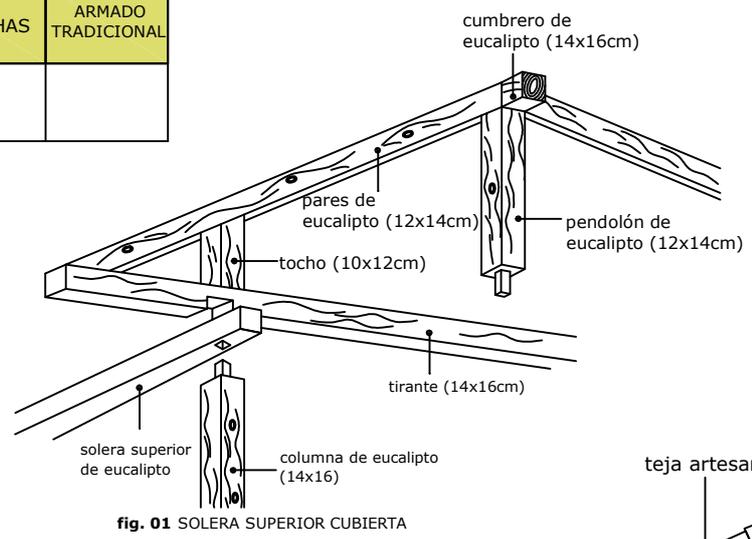
ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		MATERIAL			TIPO DE CAIDA				TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA					TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA				DAÑOS ENCONTRADOS			
	madera aserrada	madera rolliza	teja artesanal	zinc	teja artesanal + zinc	1	2	3	4	uniones amarradas	uniones clavadas	uniones atornilladas	uniones empernadas	uniones con adhesivos	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme fayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	COD	%
SOLERA SUPERIOR - CUBIERTA	X	X																			9	10
REVESTIMIENTO			X																		25	25
TIPO DE CAIDA								X													18	15

CERCHAS	ARMADO TRADICIONAL
X	

### CODIGO DE DAÑOS

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorescencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. perdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrientamientos - madera

CUBIERTA



OBSERVACIONES:

**ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS**

**ANALISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO**

TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

Provincia: Cañar

Cantón: Biblián

Parroquia: Turupamba

**1.- CARPINTERIA**

**1.- ESCALERAS**

**1.- CIELO RASO**

ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO			DAÑOS ENCONTRADOS				ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		DAÑOS ENCONTRADOS				ELEMENTO	TIPO DE RECUBRIMIENTO		DAÑOS ENCONTRADOS			
	madera aserrada	madera rolliza	madera vidrio	COD	%	COD	%		madera aserrada	madera rolliza	COD	%	COD	%		enduelado madera	tableros madera	COD	%	COD	%
ESTRUCTURA	X			10	10	22	10	ESTRUCTURA							ESTRUCTURA	X		10	15		

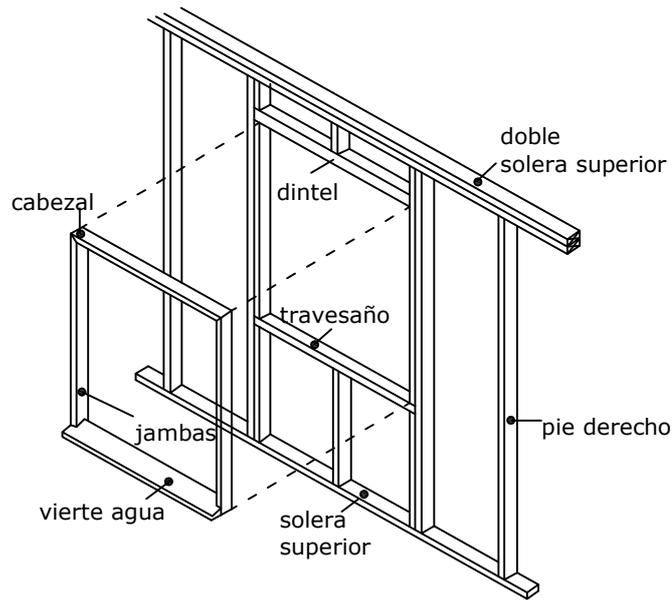


fig. 01 VENTANA DE MADERA

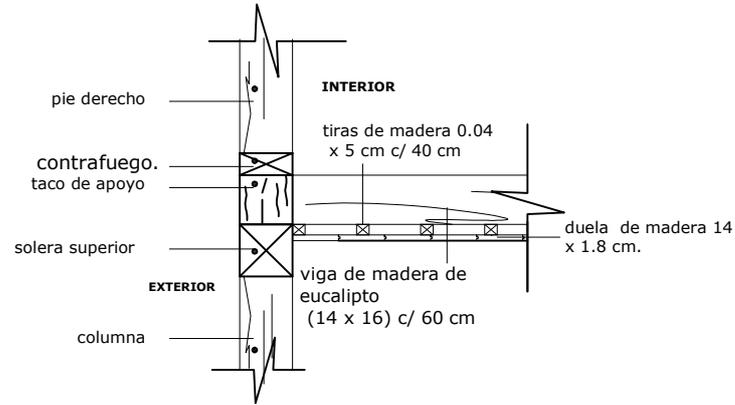


fig. 03 CIELO RASO DE DUELA DE MADERA



**CODIGO DE DAÑOS**

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorescencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. perdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrientamientos - madera

OBSERVACIONES:

# ANALISIS MORFOLOGICO - FUNCIONAL

## 1.- IDENTIFICACION

**PROVINCIA:** Cañar  
**CANTON:** Cantón Biblián  
**PARROQUIA:** Turupamba  
**DIRECCIÓN:** Calle Cuenca  
**CODIGO PREDIAL:** 0101010405  
**PROPIETARIO:** Luis Rodolfo Mora argudo

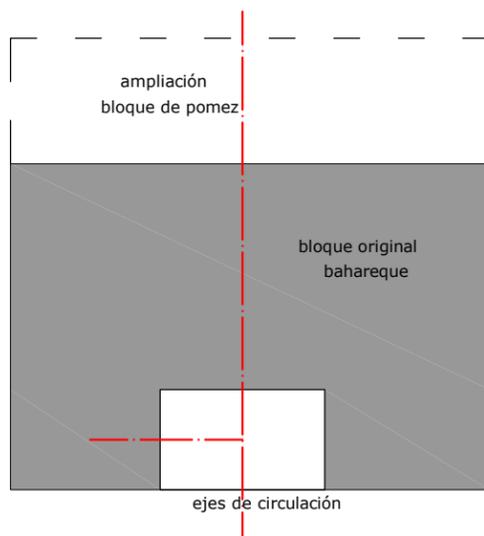
**AÑO DE CONSTRUCCION:** (1940-1960)

REGISTRO TECNICO EDIFICACIONES PATRIMONIALES DE LA PARROQUIA TURUPAMBA  
 FUENTE: GRUPO DE TESIS

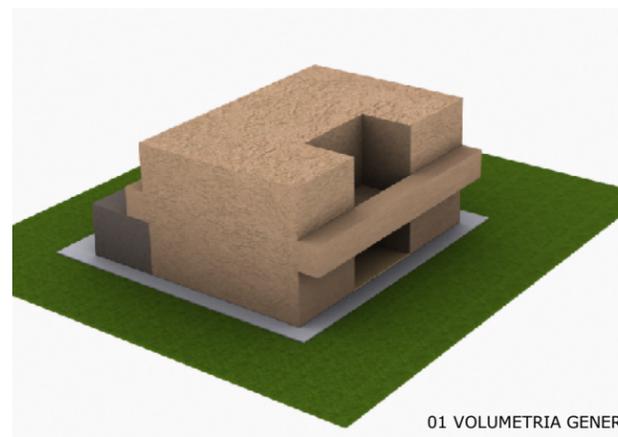
## 2.- ANALISIS MORFOLOGICO

### 2.1.- ORDEN GEOMETRICO

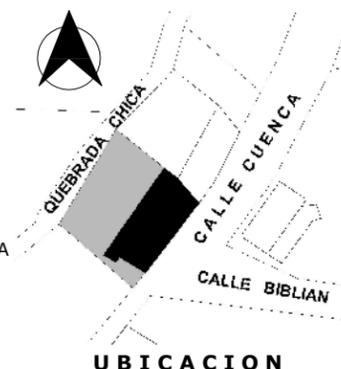
Observamos los ejes de circulación y los bloques que conforman la vivienda.



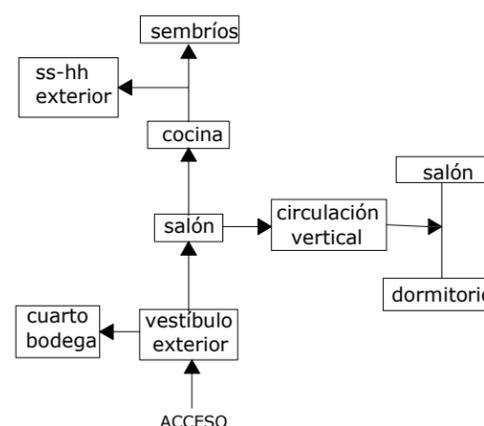
### 2.2.- ORDEN DISPOSICIONAL



Vivienda de dos pisos, la volumetría en planta baja como en planta alta son iguales.



## ORGANIGRAMA GENERAL

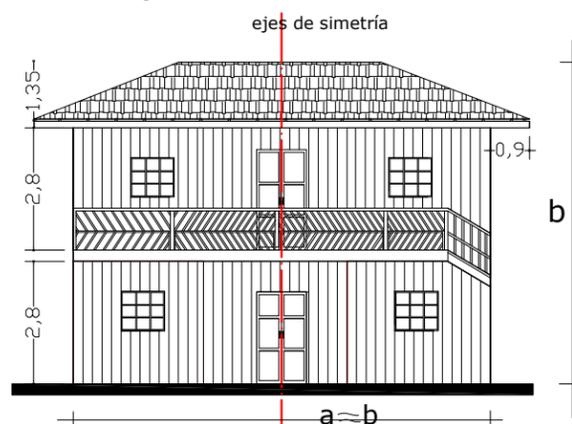


### 2.3.- ORDEN CONSISTENTE

En la vivienda se observa que la relación lleno prevalece sobre el vano, los bloques están conectados entre sí por una circulación vertical. La relación vertical frente a lo horizontal es proporcional.

a) Proporción vano - lleno  
 vano 15 % lleno 85%

b) Distribución eje de simetría



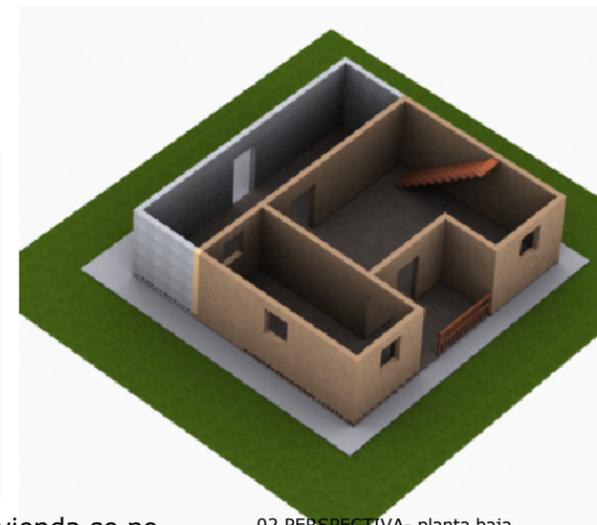
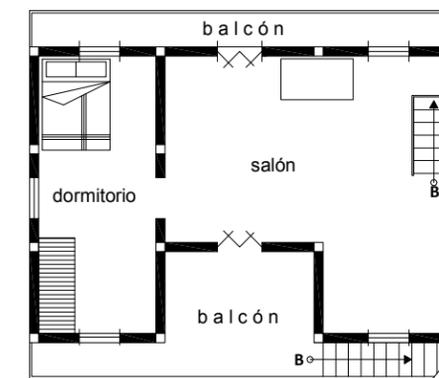
## 4.- ANALISIS TECNOLOGICO

ELEMENTO	MATERIAL
- Cimientos	Piedra
- Vigas	Madera de eucalipto
- Columnas	Madera de eucalipto
- Tabiques	Bahareque
- Pisos	Madera de eucalipto
- Entrepisos	Madera de eucalipto
- Cubierta	Madera de eucalipto-Teja artesanal
- Escalera	Madera de eucalipto
- Elementos complementarios	Madera de eucalipto (carpintería, escaleras, cielo raso)

El análisis de los elementos constructivos de la vivienda se podrán observar en la ficha de registro del estudio de los elementos estructurales.

## 3.- ANALISIS FUNCIONAL

- Edificación de vivienda unifamiliar.
- Consta de dos plantas formando un solo bloque
- La edificación presenta una ampliación en la parte posterior de la edificación sin alterar su estructura original.
- Su circulación horizontal es simple en dirección al retranqueo-acceso y la circulación vertical a través de una escalera en "L".
- El acceso a la edificación se encuentra ubicada en la parte central de la fachada.
- En la planta se ubica el área social, en planta alta se encuentran los espacios destinados para descanso, el baño se encuentra en el exterior de la vivienda.
- No existe demasiados elementos de cierre en los interiores.



CIMENTACION

**ANALISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO**

**TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA**

Provincia: Cañar      Cantón: Biblián      Parroquia: Turupamba

Propietario: **Luis Rodolfo Mora Argudo**  
 Dirección: **Calle Cuenca**  
 Año de Construcción: **1940 - 1960**

Uso Predominante: **Viv. temporal**



ELEMENTO	TIPO			MATERIAL		TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA						DAÑOS ENCONTRADOS	
	CIMENTACIÓN CORRIDA	CIMENTACIÓN AISLADA	CIMENTACIÓN MIXTA	PIEDRA DE CANTO RODADO	HORMIGON	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	CODIGO	% DE AFECTACIÓN AL ELEMENTO
CIMENTACION		X											
ESTRUCTURA												13	15
MORTERO													
CIMENTACIÓN-SOLERA INFERIOR										X			

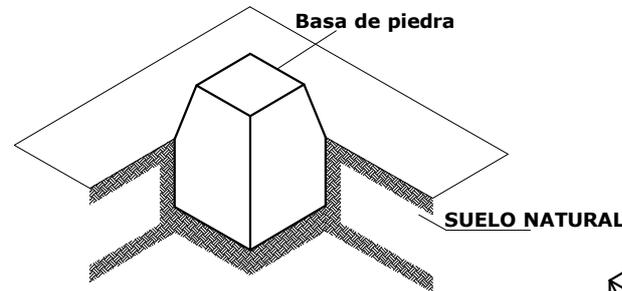


fig. 03 CORTE

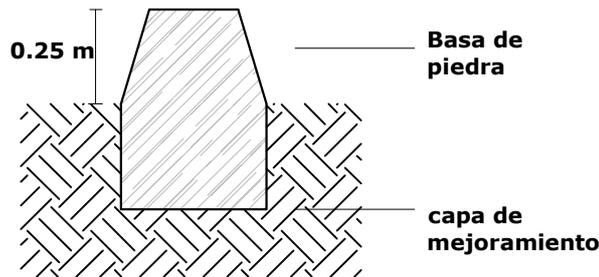


fig. 01 BASA DE CIMENTACION

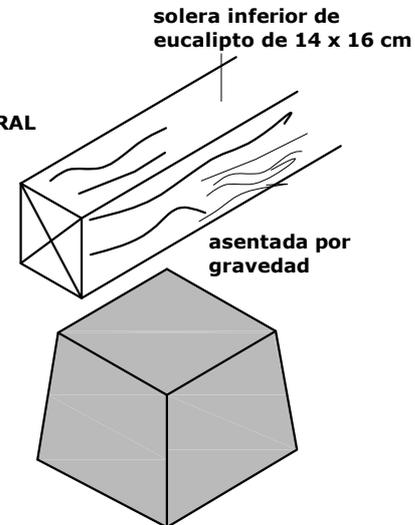


fig. 02 BASA - SOLERA INFERIOR

**CÓDIGO DE DAÑOS**

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorescencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. pérdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrietamientos - madera

## ANÁLISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

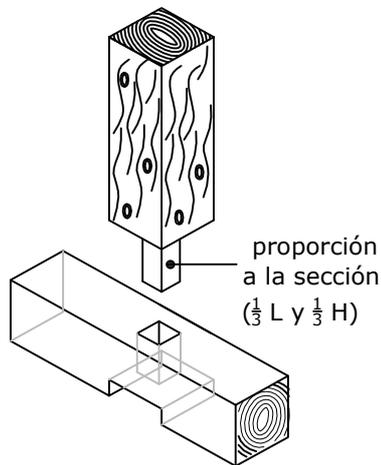
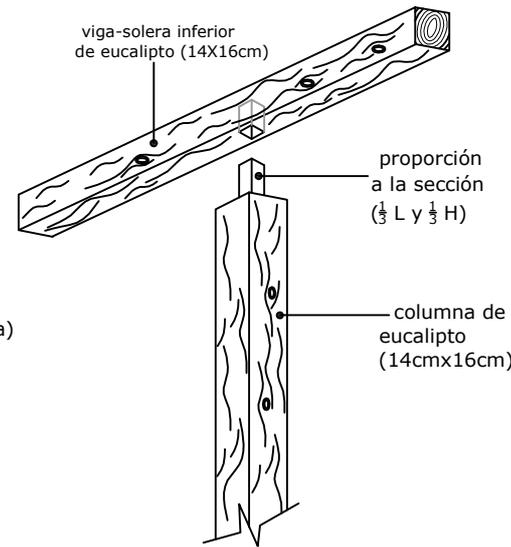
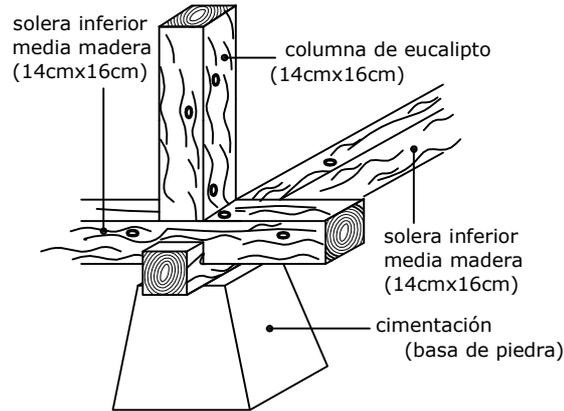
Provincia: Cañar

Cantón: Biblián

Parroquia: Turupamba

ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA					TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA					DAÑOS ENCONTRADOS						
	madera aserrada	madera rolliza	uniones amarradas	uniones clavadas	uniones atornilladas	uniones emprenadas	uniones con adhesivos	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	COD.	%	COD.	%	COD.	%
SOLERA-SOLERA	X							X						18	15	10	20	24	18
COLUMNA SOLERA-INFERIOR	X			X								X		18	30				
COLUMNA SOLERA-SUPERIOR	X			X								X		18	30				

V I G A S



### CODIGO DE DAÑOS

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorescencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. pérdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrientamientos - madera

OBSERVACIONES:

## ANÁLISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

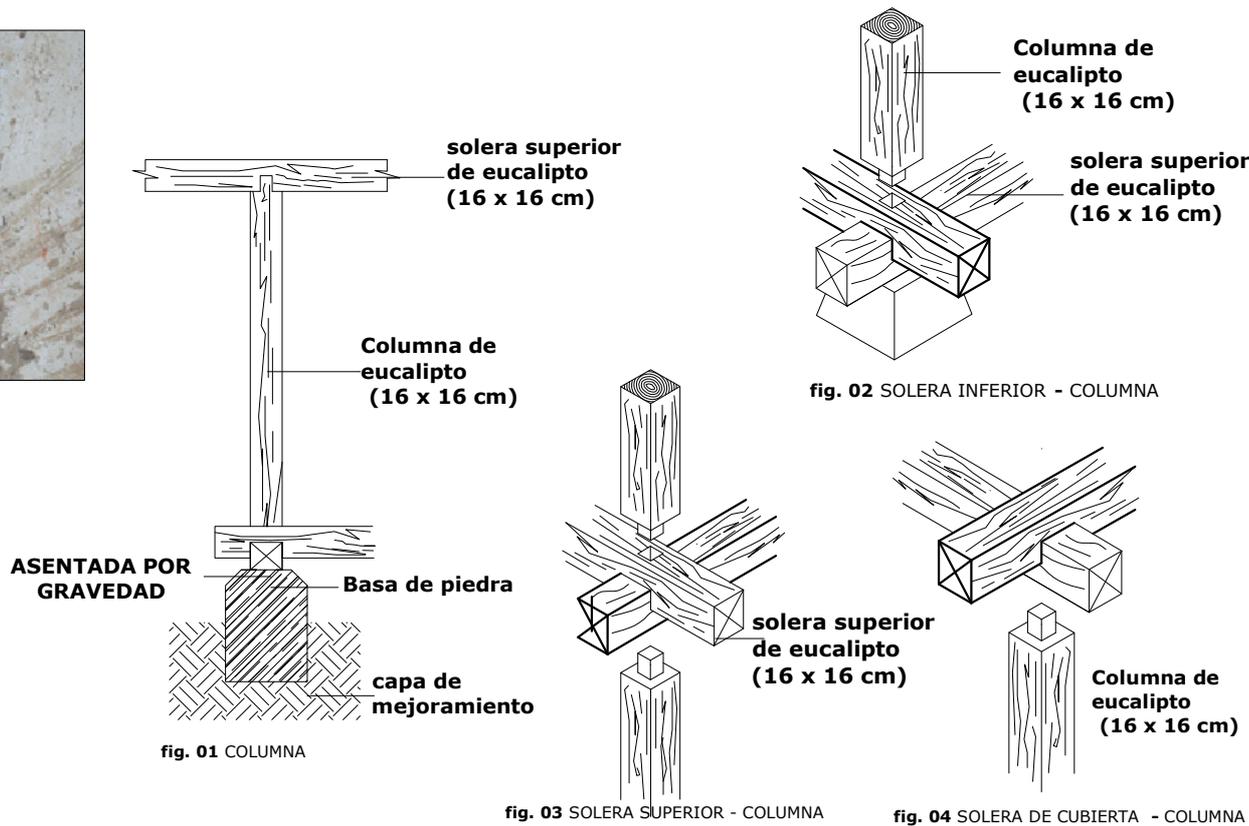
Provincia: Cañar

Cantón: Biblián

Parroquia: Turupamba

ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA					TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA					DAÑOS ENCONTRADOS		
	madera aserrada	madera rolliza	uniones amarradas	uniones clavadas	uniones atornilladas	uniones empernadas	uniones con adhesivos	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	CODIGO	% DE AFECTACIÓN AL ELEMENTO
SOLERA INFERIOR - COLUMNA	X			X								X		18	20
SOLERA SUPERIOR - COLUMNA	X			X								X		18	10
SOLERA DE CUBIERTA - COLUMNA	X							X						18	15

C O L U M N A S



### CODIGO DE DAÑOS

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorescencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. perdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrientamientos - madera

OBSERVACIONES:

## ANÁLISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

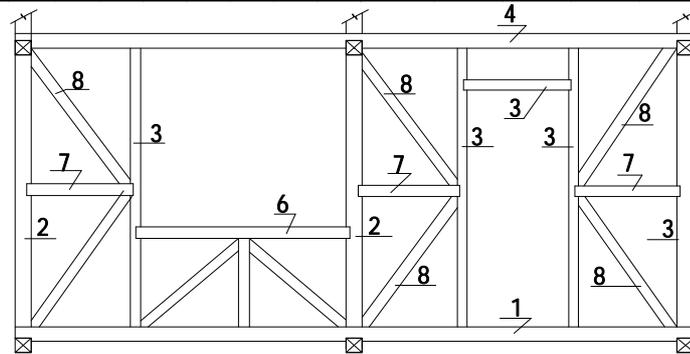
TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

Provincia: Cañar

Cantón: Biblián

Parroquia: Turupamba

ELEMENTO	TIPO DE TRAT.		MATERIAL											TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA					TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA					DAÑOS ENCONTRADOS						
	madera aserrada	madera rolliza	carrizo	caña gádua	cabuya	soga	alambre	mortero de barro	mortero de barro y paja	pedra	madera	pintura	barro	uniones amarradas	uniones clavadas	uniones atornilladas	uniones empennadas	uniones con adhesivos	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	COD	%	COD	%	COD	%
ESTRUCTURA	X														X				X						7	40			10	20
ENCHACLEADO			X												X										22	30				
SUJECION					X									X																
RELLENO									X																		21	60		
ACABADOS											X	X		X											23	25			10	20

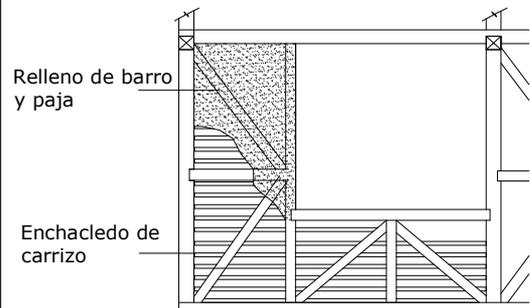


**fig. 01 ESTRUCTURA DE MADERA**

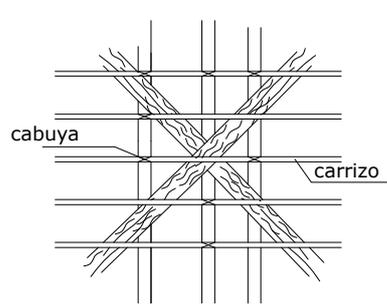
- 1. Solera de P:B. (14 x16 cm).**
- 2. Pilares (14 x16)**
- 3. pie derecho (8 x 10)**
- 4. Solera de cubierta (14 x 16)**
- 5. Dintel (8 x 10)**
- 6. Peana (8 x 10)**
- 7. Medianera (8 x 10)**
- 8. Trinquete (8 x 10)**

### CODIGO DE DAÑOS

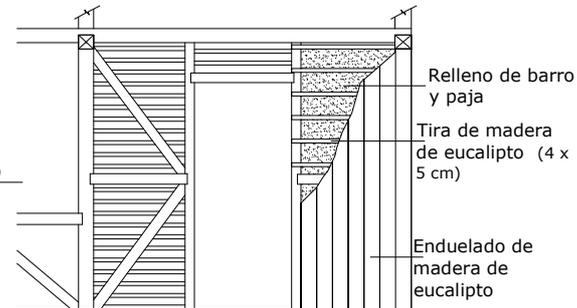
1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. perdida de material
24. agrietamientos - madera
22. desgaste natural
23. desprendimientos



**fig. 02 ENCHACLEADO Y RELLENO**



**fig. 03 AMARRADO CON CABUYA**



**fig. 04 TIRAS Y ENDUELADO DE LA FACHADA**

OBSERVACIONES:

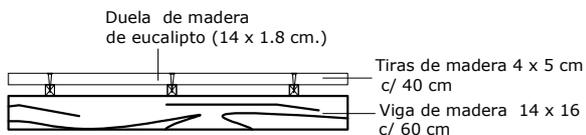
TABIQUE S

## ANALISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

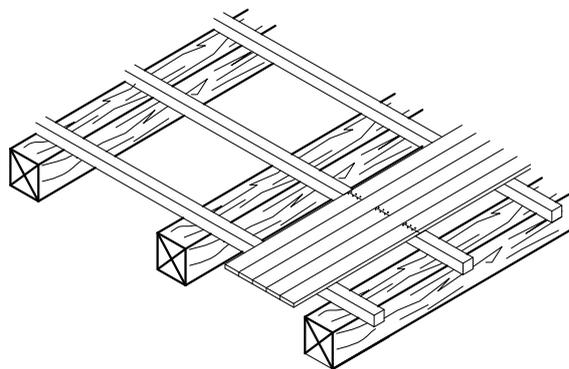
TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

Provincia: Cañar      Cantón: Biblián      Parroquia: Turupamba

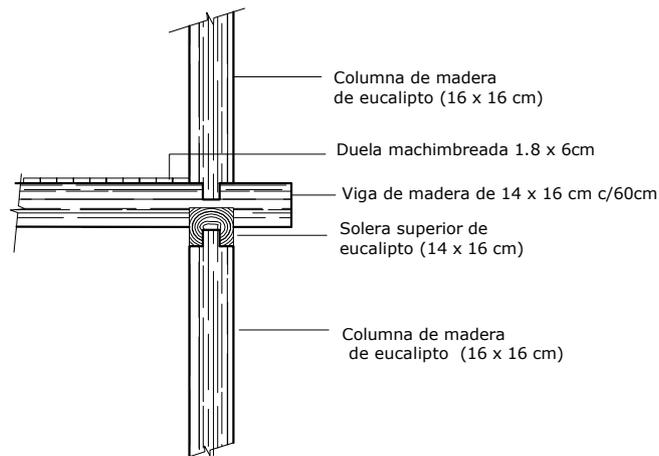
ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA					TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA					DAÑOS ENCONTRADOS				
	madera aserrada	madera rolliza	uniones amarradas	uniones clavadas	uniones atornilladas	uniones empernadas	uniones con adhesivos	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	COD.	%	COD.	%
VIGA- TIRA - DUELA DE MADERA	X			X										10	20	16	15
SOLERA SUPERIOR - VIGA DE ENTREPISO	X							X						10	20	16	15



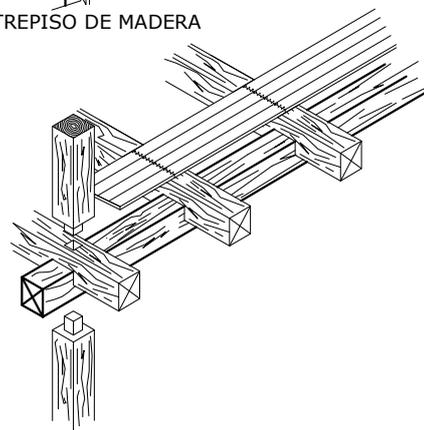
**fig. 01 PISO DE MADERA**



**fig. 02 VIGAS - TIRAS - DUELAS DE MADERA**



**fig. 03 ENTREPISO DE MADERA**



**fig. 04 SOLERA SUPERIOR - VIGA DE ENTREPISO**

### CODIGO DE DAÑOS

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eforescencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. perdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrietamientos - madera

OBSERVACIONES:

PISOS Y ENTREPISOS

## ANÁLISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

Provincia: Cañar

Cantón: Biblián

Parroquia: Turupamba

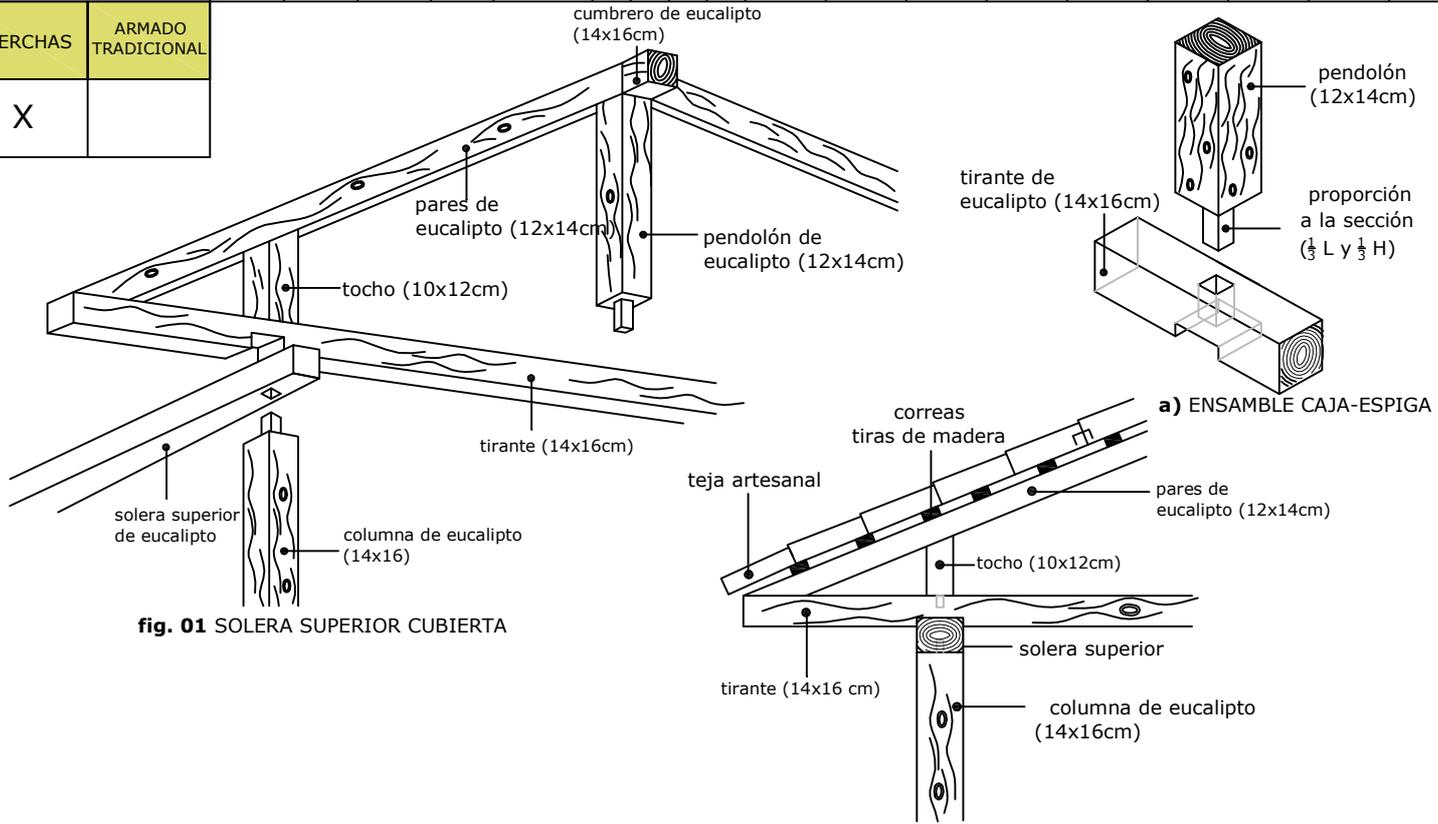
ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		MATERIAL			TIPO DE CAIDA				TIPO DE UNIONES ELEMENTOS DE MADERA					TIPO DE ENSAMBLES ELEMENTOS DE MADERA				DAÑOS ENCONTRADOS			
	madera aserrada	madera rolliza	teja artesanal	zinc	teja artesanal + zinc	1	2	3	4	uniones amarradas	uniones clavadas	uniones atornilladas	uniones emperradas	uniones con adhesivos	media madera	cola de milano	empalme llave	empalme rayo jupiter	empalme caja-espiga	empalme caja-cruz	COD	%
SOLERA SUPERIOR - CUBIERTA	X	X																			18	25
REVESTIMIENTO			X																		17	40
TIPO DE CAIDA						X																

CERCHAS	ARMADO TRADICIONAL
X	

### CODIGO DE DAÑOS

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorescencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. perdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrientamientos - madera

CUBIERTA



**fig. 01 SOLERA SUPERIOR CUBIERTA**

**fig. 02 ELEVACION- CUBIERTA**

OBSERVACIONES:

## ANÁLISIS TECNOLÓGICO - CONSTRUCTIVO

TESIS: ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

Provincia: Cañar      Cantón: Biblián      Parroquia: Turupamba

1.- CARPINTERIA								1.- ESCALERAS								1.- CIELO RASO							
ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO			DAÑOS ENCONTRADOS				ELEMENTO	TIPO DE TRATAMIENTO		DAÑOS ENCONTRADOS				ELEMENTO	TIPO DE RECUBRIMIENTO		DAÑOS ENCONTRADOS					
	madera aserrada	madera rolliza	madera vidrio	COD	%	COD	%		madera aserrada	madera rolliza	COD	%	COD	%		enduelado madera	tableros madera	COD	%	COD	%		
ESTRUCTURA	X			10	40	22	65	ESTRUCTURA	X	X	22	60	10	60	ESTRUCTURA	X		10	70	16	50		

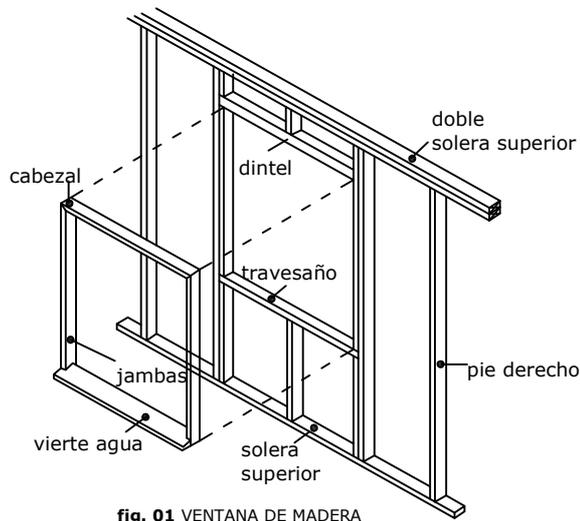


fig. 01 VENTANA DE MADERA

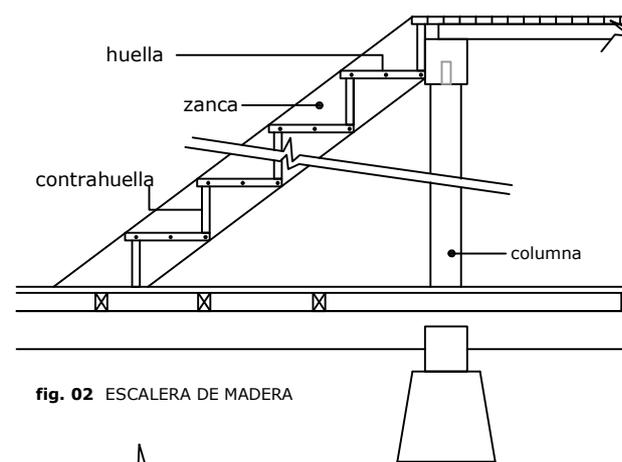


fig. 02 ESCALERA DE MADERA

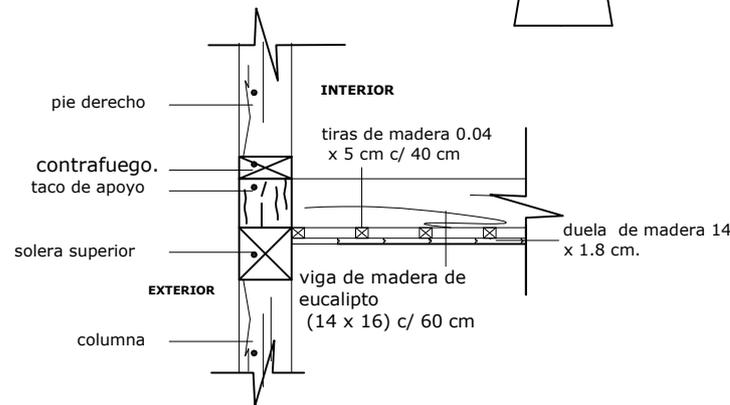


fig. 03 CIELO RASO DE DUELA DE MADERA

### CODIGO DE DAÑOS

1. curvatura del elemento
2. alabeo del elemento
3. abarquillado de elemento
4. deslizamiento de uniones
5. deslizamiento de empalmes
6. corrosión
7. grietas
8. fisuras
9. pudrición
10. manchas
11. decoloración
12. carbonización-madera
13. asentamientos
14. deslizamientos
15. pandeo
16. deformaciones
17. eflorescencias
18. orificios por insectos xilofagos
19. orificios por roedores
20. roturas
21. perdida de material
22. desgaste natural
23. desprendimientos
24. agrientamientos - madera

OBSERVACIONES:

## 7.8. ANÁLISIS SÍSMICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE BAHAREQUE

Los diferentes antecedentes históricos nos demuestran que la construcción mixta estuvo presente en el desarrollo de las civilizaciones que poblaron nuestro planeta, el hombre aprendió a construir su vivienda con tierra y elementos vegetales como estructura, dando así lugar a interesantes formas de viviendas que demuestra una cultura constructiva inteligente.

En la actualidad, en diferentes partes del mundo podemos apreciar este patrimonio constructivo y también podemos verificar su continuidad constructiva, a pesar de los embates de la naturaleza, sobre todo frente a los terremotos.

Las construcciones mixtas, madera-tierra como el caso del bahareque, son estructuras muy elásticas y por lo tanto reaccionan adecuadamente ante las sollicitaciones sísmicas, esas estructuras debido a la presencia de buena cantidad de elementos de madera disipan energía rápidamente.

Cuando la estructura se encuentra debidamente arriostrada, en paredes y cubierta, los efectos de vibraciones producto de un sismo se controlan rápidamente. Sus uniones al no ser rígidas permiten que las estructuras sean elásticas.

Uno de los problemas en caso sismo es el desprendimiento de su relleno; su fácil fisuración hace que luego de un sismo tenga una imagen de estructura muy afectada, para ello hay que controlar este efecto mediante el uso de malla entre el relleno y el empañetado.

### 7.8.1. Origen de los sismos

En la corteza terrestre existen varias placas, ellas se diferencian por la forma en que actúan: unas se separan, otras se confrontan y otras simplemente se desplazan una sobre la otra. Estas placas se mueven de manera lenta y a una velocidad media de 1 cm a 15 cm por año. Estos movimientos producen deformaciones que provocan esfuerzos que sobrepasan la resistencia de los materiales y van a liberarse energías acumuladas, es ella quien genera el SISMO.

### 7.8.2. Sismo resistencia de una vivienda

Se dice que una edificación es sismo resistente cuando se diseña y construye con una adecuada configuración estructural, con componentes de dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencia suficientes para soportar la acción de fuerzas causadas por sismos frecuentes.

Aun cuando se diseñe y construya una edificación cumpliendo con todos los requisitos que indican las normas de diseño y construcción sismo resistente, siempre existe la posibilidad de que se presente un terremoto aún más fuerte que los que han sido previstos y que deben ser resistidos por la edificación sin que ocurran daños.

Por esta razón, no existen edificios totalmente sismo resistentes.

Sin embargo la sismo resistencia es una propiedad o capacidad que se le provee a la edificación con el fin de proteger la vida y los bienes de las personas que la ocupan.

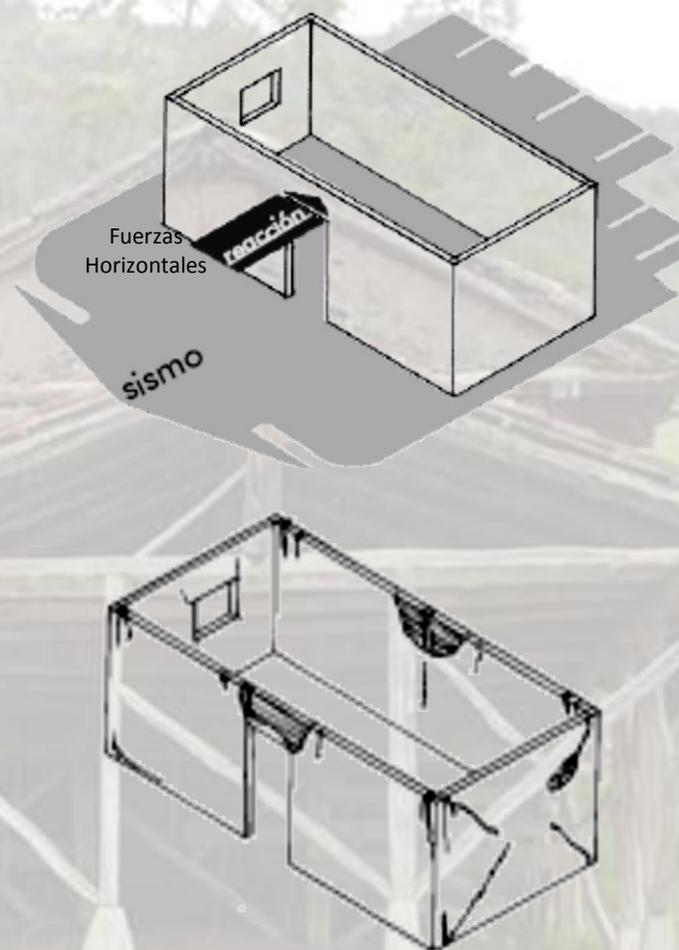
Aunque se presenten daños, en el caso de un sismo muy fuerte, una edificación sismo resistente no colapsará y contribuirá a que no haya pérdida de vidas y pérdida total de la propiedad.

Una edificación no sismo resistente es vulnerable, ya que esta predispuesta a dañarse en forma grave o a colapsar fácilmente en caso de terremoto. El sobre costo que significa la sismo resistencia es mínimo si se la realiza correctamente y es totalmente justificado, dado que significa la seguridad de las personas en caso de terremoto y protección su patrimonio, que en la mayoría de los casos es la misma la edificación

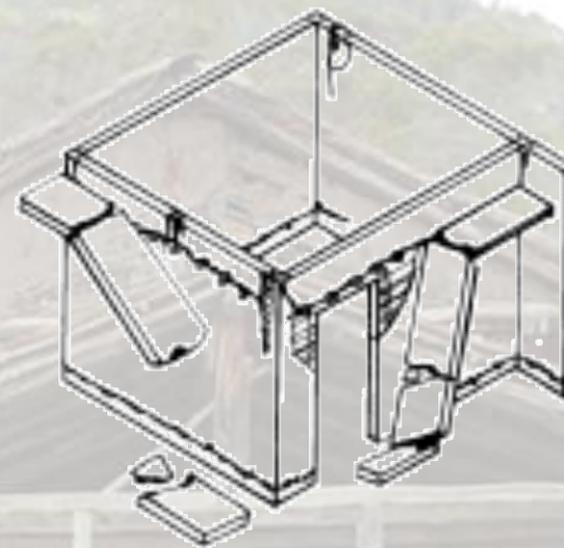
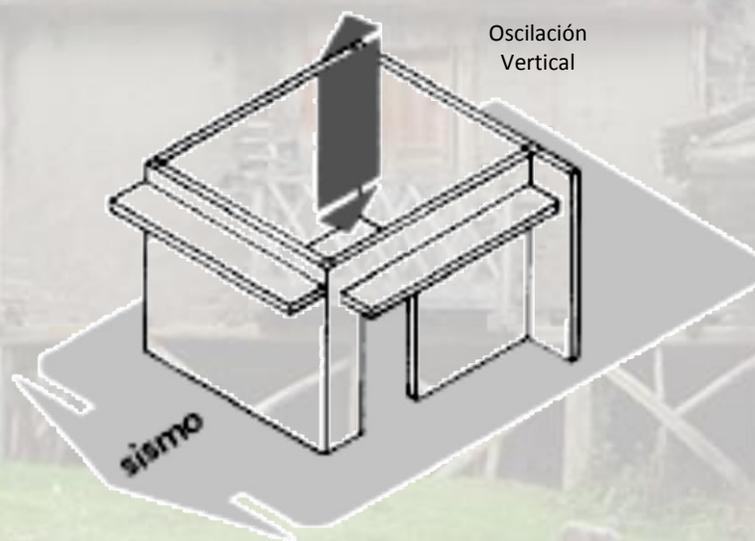
### 7.8.3. Fuerzas sísmicas

Con la presencia de un sismo, una edificación es sacudida en forma de movimientos de oscilación vertical, fuerzas horizontales y torsión, todo esto al mismo tiempo, esta responderá al sismo de acuerdo a sus características: su forma y tipo de material.

**a).-Fuerzas horizontales:** Fuerzas horizontales: El paso de las ondas sísmicas provocan vibraciones del suelo originándose esfuerzos horizontales en la construcción que la van a sacudir, balancear, deformar y derrumbar. La flexión y el cizallamiento del muro van a provocar desprendimientos y el deslizamiento con respecto a la cimentación.

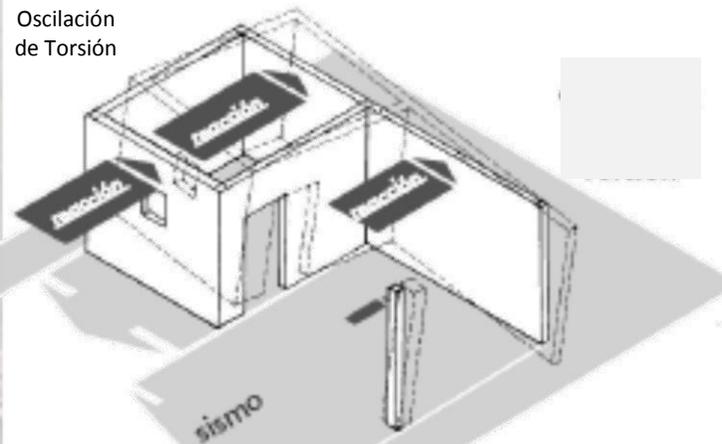


**b).- Oscilación vertical:** Este es otro tipo de oscilación que se produce al paso de un sismo, los efectos que estas provocan son mínimos, solo serán afectados los elementos de peso considerable, como pueden ser los arcos, las columnas, las estructuras de techo, y también los elementos en voladizos como los balcones y aleros, etc.



**c).- Oscilación de torsión:** es producida por los desplazamientos horizontales del suelo junto a las fuerzas laterales. Los efectos de la torsión son más o menos importantes según la forma de la construcción, por ejemplo una vivienda de forma irregular donde no coincida su centro de gravedad con su centro de rigidez estará más expuesto a daños.

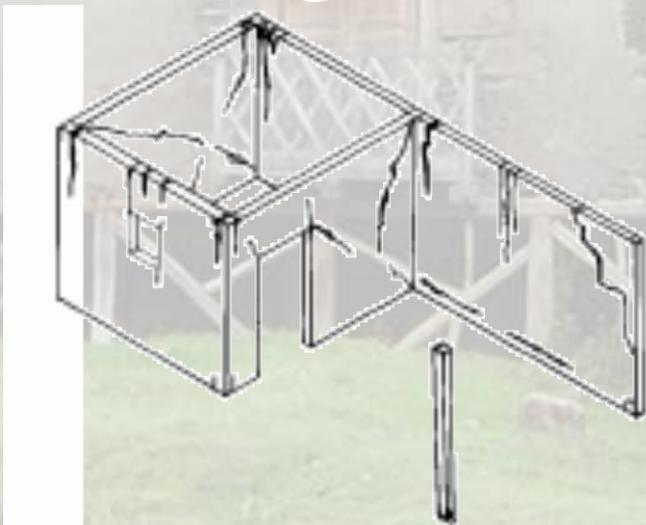
Oscilación  
de Torsión



#### 7.8.4. Efectos sísmicos en una vivienda

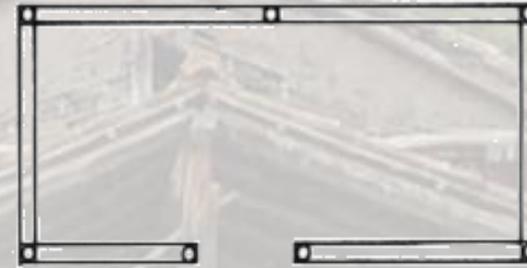
Una vivienda debe reunir las condiciones mínimas técnicas constructivas, además de un buen uso de los materiales y el diseño. Las formas irregulares en tamaño y altura es uno de los principios que deben evitarse.

a).- **Construcciones en "L":** Esta vivienda tiene muros de diferentes dimensiones que frente a un sismo se van a comportar de manera deficiente haciendo que esta se caiga más rápidamente.

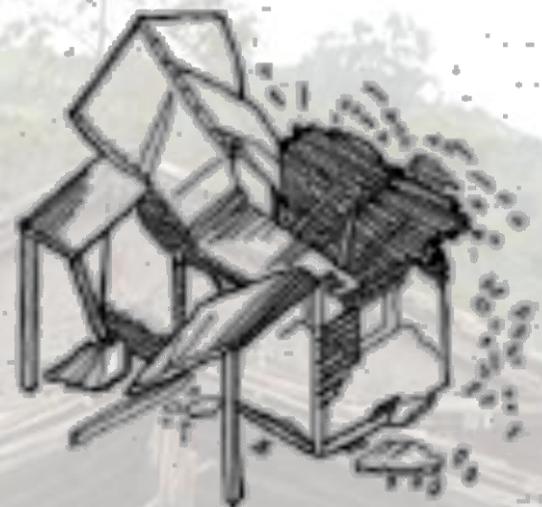




b).- **Construcción rectangular:** Las paredes más largas sin muros de arriostres intermedios y con ángulos débiles resisten menos al sismo provocando su colapso.



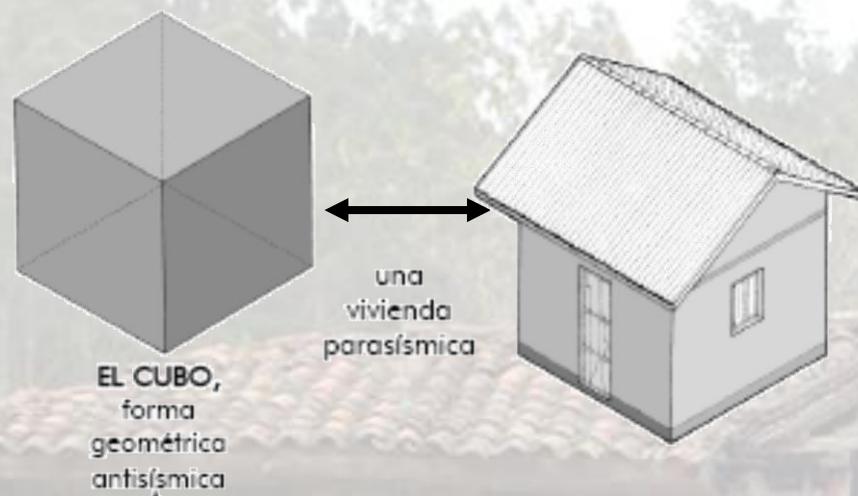
c).- **Construcción alta:** Estas por tener los muros muy altos y delgados tienen mayor flexibilidad y menor resistencia al sismo.



También podemos señalar otros ejemplos que deben evitarse. :

- Las formas de los edificios en "T" y "C".
- Evitar tener vigas de techo sueltas.
- Viviendas sin sobrecimientos.
- Estructuras de techo muy pesadas.
- Construcciones hechas en terrenos con pendiente.
- Evitar grandes espacios abiertos entre los muros.

**7.8.5. Vivienda parasísmica:** Una vivienda parasísmica es aquella que está construida con un conjunto de principios técnicos constructivos y de diseño apropiados para enfrentar un sismo. La vivienda en forma de cubo es el principio básico para garantizar la resistencia al sismo.



### 7.8.6. Errores estructurales que provocan riesgos de derrumbe durante un sismo

1. Ausencia de un refuerzo horizontal (encadenado o viga cadena)
2. Los dinteles no penetran suficientemente en la mampostería
3. El ancho de muro entre los vanos de la ventana y la puerta es demasiado angosto
4. El ancho entre los vanos de la ventana y la puerta en relación a las esquinas es demasiado angosto
5. Ausencia de un sobrecimiento
6. El vano de la ventana es demasiado ancho
7. El muro es muy largo y delgado sin tener elementos de estabilización

8. La calidad de la mezcla del mortero es pobre (con una baja capacidad aglutinante), las uniones verticales no están completamente rellenas, las uniones horizontales son demasiado gruesas (más de 1,5 cm)

9. La cubierta es demasiado pesada

10. La cubierta tiene un arriostramiento débil con el muro

### 7.8.7. Aspectos estructurales

Los impactos verticales de la tierra provocados por el sismo, son mucho menores que los horizontales. Hay dos tipos de impactos horizontales que deben tenerse en cuenta: Los que son paralelos al plano del muro y los que son perpendiculares al mismo (las fuerzas que son diagonales al muro se pueden dividir en dos componentes una paralela y la otra perpendicular). El impacto de las fuerzas paralelas al muro, produce un desplazamiento menor de la sección superior del muro en relación a la inferior, debido a la inercia de la masa. Por ello, se producen fuerzas de cizalladura en el muro que ocasionan grietas oblicuas. Mientras mayor la altura del muro y mayor el peso de la cubierta, mayor será el riesgo de la aparición de grietas. Los impactos perpendiculares al muro provocan un momento que puede provocar su colapso. Para disminuir este riesgo, este debe ser suficientemente ancho o estar reforzado mediante muros intermedios, contrafuertes y un encadenado. Los muros altos y delgados pueden colapsar aunque estén reforzados con contrafuertes o muros intermedios, ya que estos se pandean y quiebran.

Los daños mayores provocados por un sismo, ocurren cuando los muros colapsan hacia el exterior dejando caer la estructura de la

cubierta. Por ello, la tarea principal del diseño antisísmico es asegurar que los muros no caigan hacia el exterior o diseñar una estructura de cubierta aislada es decir sobre columnas exentas de la estructura del muro.

Para el diseño de viviendas antisísmicas se debe tener en cuenta que las fuerzas del sismo que se ejercen sobre la construcción deben ser proporcionales a la masa de la misma y que el desplazamiento es mayor de acuerdo a la altura de la construcción.

Tanto la efectividad de los amarres en los diafragmas como el trabajo en conjunto de muros dependen de la continuidad vertical y horizontal de los muros estructurales y de la regularidad de la estructura, tanto en planta como en altura. Por esta razón se debe tener en cuenta:

**a).- La Continuidad Vertical** Para considerar un muro como muro estructural, éste debe estar anclado a la cimentación. Cada muro estructural debe ser continuo entre la cimentación y el diafragma inmediatamente superior, sea el entrepiso o la cubierta. En casas de dos pisos, los muros estructurales que continúen a través del entrepiso deben, a su vez, ser continuos hasta la cubierta para poder considerarse estructurales en el segundo nivel, siempre y cuando no se reduzca su longitud en más de la mitad de la longitud que posee en el primer nivel.

**b).- Regularidad En Planta:** Debe evitarse la irregularidad en planta, tanto geométrica como de rigidez. Las formas irregulares podrán convertirse, por descomposición, en varias formas regulares. Las

formas geoméricamente regulares, pero asimétricas en términos de rigidez deben evitarse

**c).- Regularidad En Altura:** Deben evitarse las irregularidades en alzado, tanto geométricas (volúmenes escalonados), como de rigidez. Cuando la estructura tenga forma irregular en altura, podrá descomponerse en formas regulares aisladas. Debe evitarse la introducción de zonas débiles en altura, por cambios en la rigidez o la resistencia, que produzcan el efecto de piso débil o piso flexible.

**d).- Adiciones:** Deben evitarse, o aislarse convenientemente, las adiciones exteriores o reformas interiores en materiales y sistemas constructivos diferentes al bahareque. No debe cambiarse o modificarse la fachada de una construcción de bahareque por mampostería. Así mismo, deben evitarse adiciones como cocinas, baños o habitaciones adicionales en mampostería. Toda adición y modificación a las estructuras de bahareque debe construirse con este mismo material, de lo contrario es necesario aislar la adición o la modificación, para que trabaje independientemente de la estructura de bahareque, resolviendo en sí misma su estabilidad y resistencia.

**e).- Bajo Peso:** entre más liviana es la edificación menor será la fuerza que tendrá que soportar cuando ocurre un terremoto. Grandes masas o pesos se mueven con mayor severidad al ser sacudidas por un sismo y, por lo tanto, la exigencia de la fuerza actuante será mayor sobre los componentes de la edificación.

**f).- Mayor Rigidez:** una estructura flexible o poco sólida al deformarse exageradamente favorece a que se presenten daños en paredes divisiones no estructurales, acabados arquitectónicos e instalaciones, que son elementos frágiles que usualmente no resisten mayores distorsiones.

**g).- Buena Estabilidad:** Las edificaciones deben ser firmes y conservar el equilibrio cuando son sometidas a las vibraciones de un terremoto. Estructuras poco sólidas e inestables se pueden volcar o deslizar en caso de una cimentación deficiente. La falta de estabilidad y rigidez favorece que edificaciones vecinas se golpeen en forma perjudicial si no existe una suficiente separación entre ellas.

**h).- Suelo firme y buena cimentación:** La cimentación debe ser componente para transmitir con seguridad el peso de la edificación al suelo, además es necesario que el material del suelo sea duro y resistente. Los suelos blandos amplifican las ondas sísmicas y facilitan asentamientos nocivos en la cimentación que pueden afectar la estructura y facilitar el daño en caso de sismo.

**i).- Materiales componentes:** los materiales deben ser de buena calidad para garantizar una adecuada resistencia y capacidad de la estructura para absorber y disipar energía que el sismo otorga a la edificación cuando se sacude. Materiales frágiles, poco resistentes, con discontinuidades se rompen fácilmente ante la acción de un terreno.

**j).- Calidad en la construcción:** se deben cumplir los requisitos de calidad y resistencia de los materiales y acatar las especificaciones 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 otras características o principios de la sismo resistencia. Los sismos descubren los descuidos y errores que se hayan cometido al construir.

**k).- Capacidad de disipar energía:** una estructura debe ser capaz de soportar deformaciones en sus elementos sin que se dañen gravemente o se degrade su resistencia. Cuando una estructura no es dúctil o tenaz se rompe fácilmente al iniciarse su deformación por la acción sísmica. Al degradarse su rigidez y resistencia pierde su estabilidad y puede colapsar súbitamente.

**l).- Fijación de acabados e instalaciones:** Los componentes no estructurales como tabiques divisorios, acabados arquitectónicos, fachadas, ventanas e instalaciones deben estar adheridos o conectados y no deben interaccionar con la estructura. Si no están bien conectados se desprenderán fácilmente en caso de un sismo.

## 7.9. CONCLUSIONES GENERALES

Previo al análisis de las viviendas en el área de estudio, se realizó una indagación acerca de los diferentes elementos utilizados en los Sistemas Constructivos Tradicionales en madera como: Cimientos, Tabiques, Columnas, Pisos, Dinteles, Cubiertas y Elementos complementarios. Los detalles realizados para cada elemento nos explica claramente los tipos de uniones y ensamblajes comunes usados en cada uno de ellos, los cuales servirán como guía para la investigación posterior donde se podrán comparar con los existentes en las edificaciones a estudiarse.

La técnica del bahareque, llamada así por la denominación de sus muros, es una estructura de madera y guadua rellena de tierra y recubierta de mortero de barro, donde el sistema estructural está basado principalmente en la madera y consiste en la unión y ensamblaje de los diferentes elementos, cimentación, soleras inferiores, columnas, soleras superiores, entrepiso, cubierta; las cuales obedecen a las demandas impuestas por las cargas verticales de peso propio y circulación.

El trabajo de campo se parte del análisis de las edificaciones Patrimoniales identificados por el P.O.T 2008-2028.

La investigación realizada en la Parroquia Turupamba del cantón Biblián en la provincia del Cañar arrojó, que las viviendas existentes en dicho lugar poseen las características de la técnica constructiva del bahareque tradicional; lo que nos llevó a realizar un estudio detallado de los diferentes elementos, materiales, uniones, ensamblajes y patologías existentes en dichas edificaciones.

Las fichas de registro nos ayudaron a recopilar la información de las 17 viviendas patrimoniales de la parroquia, las cuales luego de realizar la evaluación respectiva nos permitieron seleccionar 4 casos de estudio que se analizaron morfológica, funcional, técnica y constructivamente.

## 8. COMPARACION ENTRE EL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL EN MADERA ESTUDIADO Y EL SISTEMA UTILIZADO EN LOS PROGRAMAS DE VIVIENDA ECONOMICA DEL MIDUVI.

En los tiempos modernos se ha reemplazado la tierra por otros materiales como el vidrio, el hierro y el concreto, en especial para las construcciones urbanas, quedando las construcciones de tierra sobre todo para las viviendas rurales, debido a esto es importante rescatar los sistemas constructivos tradicionales, de hecho las casas construidas en tierra se funden en el paisaje de manera armónica, no presentan discrepancia con el ambiente.

### 8.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

#### 8.1.1. Ventajas Tecnológicas del Sistema Constructivo en Bahareque

- El material estructural de la construcción en bahareque es la madera, que como ya se ha estudiado es un material que presenta ventajas tecnológicas, su principal la resistencia frente al fuego, desconociendo que éste, si bien es

combustible, también es mal conductor de calor. “La madera empieza a arder en su periferia, se vuelve carbón y éste actúa como aislante térmico frenando la combustión y permitiendo que el material interno permanezca intacto, lo que no ocurre con el acero que al calentarse pierde rigidez y colapsa”.

- Si bien se trata de un material calificado como Inflamable y Combustible, posee ciertas ventajas frente al acero, fundamentalmente derivadas de su baja conductividad térmica. La estabilidad portante de las estructuras de madera resiste condiciones durísimas, permaneciendo en su base soportando la carga preestablecida. En las mismas condiciones una estructura de acero quedaría totalmente inutilizada.
- En primer lugar, la madera se deshidrata, aumentando su resistencia. Según la especie, por cada 1% de agua perdida, aumenta casi un 4 % la resistencia a la compresión y un 2% la resistencia a la flexión. Valores muy importantes dado que aportan una acción directa sobre las posibles deformaciones de la estructura y su colapso. Este aumento de la resistencia a la compresión y flexión compensa la posible pérdida de sección por carbonización de la superficie. Está comprobado que aún a temperaturas de 1000oC, las estructuras de madera expuestas, sin entrar en contacto directo con el fuego, han soportado sin deformaciones por un tiempo superior a dos horas.

- La tierra es un material inerte que no se incendia, pudre, o recibe ataques de insectos, esto es así porque se evita el uso de las capas superiores de suelo, con gran cantidad de material orgánico.
- La madera se utiliza comúnmente en armazones de gran tamaño, frecuentemente en sitios donde hay riesgo de incendio, incrementando en todo su perímetro a la sección estructural necesaria, en cerca de 5 centímetros; a manera de recubrimiento proyectado, la ración, la combustión y carbonización de 1 centímetro puede tardar 15 minutos sin que disminuyan las propiedades resistentes de la sección interna, lo cual asegura resistencia a incendio hasta de 1 hora sin peligro de falla del elemento estructural.
- El sistema constructivo en Bahareque constituye una vivienda ecológica ya que está construida con materiales que no dañan el medio ambiente ni al futuro usuario. Son viviendas sanas que favorecen el desarrollo psicosomático (enfermedades de la mente y el cuerpo) del usuario, son viviendas que están acordes con su entorno físico así como su medio ambiente, son viviendas que son optimizadores de recursos. Es así, que un proyecto atento a los condicionantes ambientales “funciona” mejor en el ámbito energético, a nivel de mantenimiento y hasta al nivel de calidad del espacio que se crea. Dando así con todo esto un resultado de mayor calidad en la vivienda.
- El bahareque tiene un comportamiento excepcional en zonas sísmicas, pues absorbe mejor las fuerzas dinámicas de los temblores dada su flexibilidad, elasticidad y poco peso. De hecho, una estructura de madera puede ser 5 veces más liviana que una en concreto, lo que reduce la inercia evitando la aceleración de la estructura y su colapso.
- La madera también actúa como material aislante del frío o calor, ya que conduce mal la temperatura; 1 centímetro de espesor en madera trabaja igual que 4 centímetros de arcilla o ladrillo o bien como 10 de concreto; sumado a esto, su resistencia en maderas de tipo A como el caimito o algarrobo, es similar a la del concreto normal, es decir 210 kilos por cm<sup>2</sup> o 3 mil libras por pulgada cuadrada, cualidad más que desconocida, ignorada.
- La madera se puede cortar y trabajar en diversas formas y tamaños, con la ayuda de sencillas herramientas manuales o de máquinas-herramientas de fácil transporte utilización en el sitio de la construcción.
- En las viviendas en bahareque la madera se pueden ensamblar y pegar con adhesivos apropiados, unir con clavos, tornillos, pernos y conectores especiales, utilizando herramientas sencillas y produciendo uniones limpias resistentes y durables.
- Las tecnologías tradicionales del barro como el bahareque, no presentan exigencias energéticas que no sean el uso del sol

como fuente de secado. Esto representa un ahorro significativo con relación a otras tecnologías.

- Es totalmente reciclable: si en la construcción no se mezcla la tierra con algún producto fabricado por los humanos (por ejemplo, cemento), sería posible integrar totalmente el material en la naturaleza una vez que se decidiera derruir el edificio. No genera escombros durante la construcción ya que es biodegradable. Desde el punto de vista de la creciente conciencia ambientalista que caracteriza a la arquitectura actual el barro se agrupa con las tecnologías ambientalmente correctas en razón de su auto reciclaje.
- Puede ser construido y reparado por los habitantes del lugar, y usando los mismos materiales.

### 8.1.2. Desventajas Tecnológicas del Sistema Constructivo en Bahareque

- La aparición de las grietas y fisuras en el revoque, sobre todo sobre la madera y en las uniones de esta con la tierra.
- El bahareque tiene materiales susceptibles al agua y tanto la madera como el carrizo están en contacto permanente con la humedad del suelo, presenta pudrición y aumenta el ataque de insectos xilófagos y presencia de hongos; por ello no deben utilizarse como cimiento por enterramiento a menos que se trate previamente.

- El carrizo es un material altamente combustible cuando está seco; por ello debe recubrirse con una sustancia o material a prueba de fuego.
- La construcción con bahareque es una técnica antigua y en la actualidad lamentablemente no se cuenta con mucha mano de obra calificada debido a la baja popularidad que disfrutó en el campo de mecanización industrial de sistemas constructivos en razón de su excesiva dependencia en labor manual lo cual tiende a encarecer los servicios de su producción profesional.

### 8.1.3. Ventajas Tecnológicas del Sistema Constructivo en Estructura Metalica con Mamposteria de Bloque de Pomez.

- Alta resistencia del acero por unidad de peso lo que permite estructuras relativamente livianas y en consecuencia espacios más diáfanos, con menor número de apoyos.
- Dimensiones menores de los elementos estructurales.
- Uniformidad ya que las propiedades del acero no cambian apreciablemente con el tiempo.
- Homogeneidad del material.
- Rapidez de montaje.

- Gran capacidad de laminarse con diversos tamaños y formas.
- Reutilización del acero tras desmontar la estructura.
- Economía en la mano de obra, al realizar trabajos en grandes series se permite el uso de maquinaria, realizándose funciones de servicio sin exigir ningún trabajo pesado para los trabajadores, la mano de obra se utiliza en el montaje de las piezas prefabricadas y esto no constituye ningún problema de esfuerzo, por ello el personal que se requiere para este tipo de construcciones es menor escala que las construcciones tradicionales.
- Disminución del tiempo que está íntimamente ligada con la tecnificación, en consecuencia el tiempo que dura la construcción reduce, ya que los trabajos se reducen únicamente a cimentación y a montaje de piezas.
- El uso de encofrados y andamios desaparece, así como el desperdicio de materiales en la ejecución de la obra, el ahorro de cemento será indudable además que reduce un gran porcentaje en el peso total de la edificación.
- La construcción no se verá interrumpida por cambios atmosféricos, hecho que siempre afecta el avance de la obra.

#### 8.1.4. Desventajas Tecnológicas del Sistema Constructivo en Estructura Metálica Con Mampostería de Bloque de Pómez

- Corrosión, el acero expuesto a intemperie sufre corrosión por lo que deben recubrirse siempre con esmaltes anticorrosivos, exceptuando a los aceros especiales como el inoxidable, razón por la cual los costos se incrementan.  
En el caso de incendios, el calor se propaga rápidamente por las estructuras haciendo disminuir su resistencia hasta alcanzar temperaturas donde el acero se comporta plásticamente y colapsa, debiendo protegerse con recubrimientos aislantes del calor y del fuego (retardantes) como mortero, concreto, asbesto, etc.

Según estudios realizados por especialistas, en un ambiente con materiales tradicionales el gradiente de temperaturas una vez iniciado un incendio es el siguiente:

TIEMPO EN MINUTOS	TEMPERATURA ALCANZADA
5m	550oC
10m	720 oC
30m	830 oC
60m	100 oc

A temperaturas entre 315 y 420°C el acero comienza a debilitarse, si recordamos la tabla de gradiente térmicos comentada anteriormente, estas temperaturas se obtienen antes de los 5 minutos. El Aluminio por su parte pierde consistencia y rigidez entre los 100 y 315°C

- Existe pandeo elástico: debido a su alta resistencia/peso el empleo de perfiles esbeltos sujetos a compresión, los hace susceptibles al pandeo elástico, por lo que en ocasiones no son económicas las columnas de acero.
- Fatiga: la resistencia del acero (así como del resto de los materiales), puede disminuir cuando se somete a un gran número de inversiones de carga o a cambios frecuentes de magnitud de esfuerzos a tensión (cargas pulsantes y alternativas).
- Mayor costo de la estructura y su posterior mantenimiento: pinturas contra la corrosión, paneles de protección frente al fuego, entre otras.
- La construcción con estructura metálica como un método de prefabricación afecta a los ocupantes en su ideología de habitar una vivienda diseñada sin identidad propia, es decir que no posee un alto grado de individualidad; a esto hay que añadir la creencia de que una vivienda prefabricada será de menor duración que una vivienda tradicional.

- Otra desventaja de la construcción con estructura metálica es la falta de maquinaria que se requiere para el montaje y colocación de las piezas en obra.
- Existe la necesidad de mano de obra especializada ya que las soldaduras y las uniones en general de elementos metálicos son puntos conflictivos de la estructura.

Luego de conocer las ventajas y desventajas que brinda la madera como material constructivo, al igual que su tecnología en bahareque utilizada en las edificaciones tradicionales, es necesario elaborar una comparación funcional, tecnológica, costo-beneficio, y comparación gráfica entre las edificaciones de la Parroquia Turupamba analizadas anteriormente y las viviendas que actualmente se construyen por los Programas de Vivienda Económica del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) que han venido formulando políticas, regulaciones, planes, programas y proyectos, para asentamientos Humanos, sustentado en una red de infraestructura de vivienda y servicios básicos.



# ANALISIS COMPARATIVO - FUNCIONAL

## SISTEMA CONSTRUCTIVO EN BAHAREQUE-SISTEMA CONSTRUCTIVO EN ESTRUCTURA METALICA CON MAMPOSTERIA DE BLOQUE DE POMEZ

### c) CONDICIONES DE HABITABILIDAD:

Las condiciones de habitabilidad en las viviendas se refiere a los requisitos mínimos de calidad que debiera tener la vivienda, en cuanto al lugar para vivir y desarrollarse, para lograr asegurar el bienestar de las personas que lo habitan.

#### 1.- VENTILACION:

La ventilación es la que influye en la calidad del aire interior. Hay distintas maneras de facilitarla sin incurrir en gastos y conservando la energía interna de las viviendas. Todas las piezas habitables dispondrán de ventanas localizadas adecuadamente con superficie acristalada mayor o igual a un 1/8 de la superficie útil de la habitación. la superficie practicable, a efectos de ventilacion, sera de por lo menos 1/15 de la superficie util.



#### 2.- ILUMINACIÓN:

La interacción de la luz en las edificaciones comprende indiscutiblemente a la integración de los componentes natural, artificial o eléctricas ya que ambas deben complementarse. La iluminación de los espacios de la vivienda y de las diversas actividades de los usuarios, deben relacionarse con un concepto asociado e integral que brinde condiciones óptimas, tanto en el día como en la noche. La combinación e integración armónica de la luz natural y la eléctrica deben resaltar los atributos arquitectónicos de las edificaciones, de tal manera que se obtenga un resultado óptimo de los espacios, las formas, las superficies, los acabados, los colores, las texturas y el sistema lumínico artificial seleccionado. Es necesario realizar estas acciones para obtener resultados favorables y con mayores beneficios de confort y calidad de vida de los ocupantes, así como adecuados resultados económicos y ambientales, gracias al ahorro de energía y a la reducción de la emisión de gases de invernadero a la atmósfera.

El objetivo de este capítulo es el de crear una evaluación de confort ambiental en las viviendas, en este caso entre una vivienda de interés social del Programa de Vivienda MIDUVI (estructura metálica con mampostería de bloque de pomez) y una vivienda tradicional de la Parroquia turupamba (sistema constructivo en bahareque). Los materiales pueden comportarse de distinta manera en el ambiente, es por ello que el diseño arquitectónico debe responder no solo a la forma sino también a una buena funcionalidad en cuanto a las condiciones de habitabilidad. Para esto se ha elaborado un cuadro comparativo que muestre los valores recomendados en cuanto a la iluminación y ventilación que debe tener los diferentes espacios habitables, concluyendo que: la vivienda en bahareque presenta un déficit en la renovación de aire, su superficie util es de 87,76 m<sup>2</sup> por lo que lo recomendable sería 10,96 m<sup>2</sup>, sin embargo la superficie real para renovar el aire es de apenas 4,36 m<sup>2</sup>.

La vivienda con estructura metálica y mampostería de bloque pomez con una superficie util de 32,57 m<sup>2</sup>; superficie recomendada de renovacion: 4,07 m<sup>2</sup> y superficie real de 4,36 m<sup>2</sup>, cumple con los parametros de confort establecidos, sin embargo esto no quiere decir que los sistemas tradicionales no ofrezcan un confort ambiental adecuado sino más bien es el buen diseño arquitectónico el que determina el bienestar habitacional de las edificaciones.



foto: vivienda en bloque de pomez (Barabón)



foto: vivienda bahareque (Turupamba)

# ANALISIS COMPARATIVO - FUNCIONAL

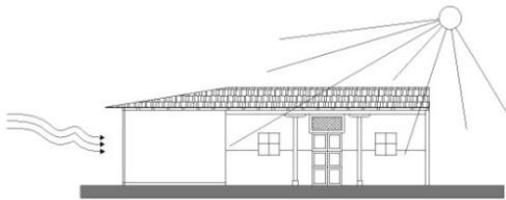
## SISTEMA CONSTRUCTIVO EN BAHAREQUE-SISTEMA CONSTRUCTIVO EN ESTRUCTURA METALICA CON MAMPOSTERIA DE BLOQUE DE POMEZ

### 3.- CONFORT TERMICO

En el confort térmico intervienen diversos factores como la humedad, temperatura y velocidad del aire al interior de la vivienda, entre otros. Estos factores condicionan la sensación térmica de las personas y por tanto el nivel de confort al interior de las mismas. Uno de los fenómenos que producen el disconfort en las personas, es el Calor y el Frío.

Es probable que la cualidad mas reconocida y difundida de las construcciones en barro sea la que se deriva de las propiedades térmicas de sus componentes. Como es sabido, los espacios delimitados por estructuras o tabiques de tierra permiten mantener amplios rangos de confort interior en los espacios, aunque las edificaciones se encuentren en zonas con climas extremos. De esta manera es innecesario el uso de sistemas de calefacción y aire acondicionado, y en consecuencia se ahorra energía.

Los muros de tierra presentan una conductividad térmica debil y una capacidad calorífica elevada que hacen que retenga el paso del calor, Estas cualidades se derivan principalmente de la masividad de los elementos estructurales. Es decir entre mas grueso sea un muro mayor inercia térmica poseera.



### 4.- CONFORT ACÚSTICO

Un ambiente se lo considera acústicamente confortable cuando en ella el ruido no es un contaminante que altera o modifica las características del ambiente, perjudicando la salud y bienestar de las personas que habitan el mismo.

un ambiente se lo considera contaminado cuando el ruido que existe origina algún tipo de malestar a las personas o causa daños a los bienes, los recursos naturales o el medio ambiente en general. La emisión de ruidos demasiados altos causados por diferentes factores como pueden ser el parque automotor, la actividad comercial, actividad productiva, entre otros pueden causar perturbación en el interior de las viviendas y generar desconcentración en el trabajo, provocan inestabilidad emocional, irritabilidad, agresividad todo lo cual amenaza la calidad de vida de los habitantes.

VALORES STANDARES DE LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD			
ILUMINACION	VENTILACION	CONFORT ACUSTICO	CONFORT TERMICO
los estadares de iluminación mínimos son de 100 -300 lx	renovacion del aire de 1 volumen / hora o 30 m3 /H	el nivel de ruido permisible en una residencia es de 20 30 db con condiciones para descansar	la temperatura de confort para el ser humano es de 20°C, temperaturas de los muros a 16°C.

### 5).- SUSTENTABILIDAD

La construcción del bahareque es una técnica que busca aprovechar los recursos naturales de tal modo que minimicen el impacto ambiental de los edificios sobre el medio ambiente y sus habitantes. ya que cumplen con los principios de la arquitectura sustentabl, es decir considera las condiciones climáticas, la topografía y los ecosistemas del entorno donde se construyen las viviendas, para obtener el máximo rendimiento con el menor impacto. Además debido a que en este sistema priman los materiales de construcción de bajo contenido energético existe una reducción del consumo de energía en equipos para calefacción y ventilación debido a las características de los mismos.

Si las viviendas de bahareque se diseñan y construyen de manera adecuada y se les proporciona el mantenimiento adecuado, resulta tan estable y duradera como la construida con el resto de los materiales y sistemas constructivos

El concepto de sustentabilidad se basa en tres principios:

El análisis del ciclo de vida de los materiales, el desarrollo del uso de materias primas y energías renovables y la reducción de las cantidades de materiales y energía utilizados en la extracción de recursos naturales, su explotación y la destrucción o el reciclaje de los residuos. La arquitectura sostenible satisface las necesidades actuales de construcción sin poner en peligro los recursos de las generaciones futuras

La arquitectura con tierra es la que mayor apego a la naturaleza presenta, si se la compara con cualquier otro sistema constructivo tradicional o industrializado. Este atributo se debe a la abundancia de materia prima con que se construye y la facilidad de los métodos de extracción y transformación. Estas construcciones son básicamente manuales y escasamente tecnificadas, permitiendo el desarrollo de diseños con una alta flexibilidad formal, en la que los propios usuarios pueden construir y reparar sus estructuras. Se trata de una tradición constructiva ancestral cuyas cualidades térmicas le proporcionan una alta eficiencia en todo clima, además de la unidad de imagen de conjuntos e integración visual al paisaje que poseen, por estar realizados con los mismos componentes del entorno. Y finalmente, cuando el ciclo de vida de estas obras termina, pueden ser recicladas como materia prima o ser reintegradas al medio natural sin ejercer ningún impacto nocivo sobre el.



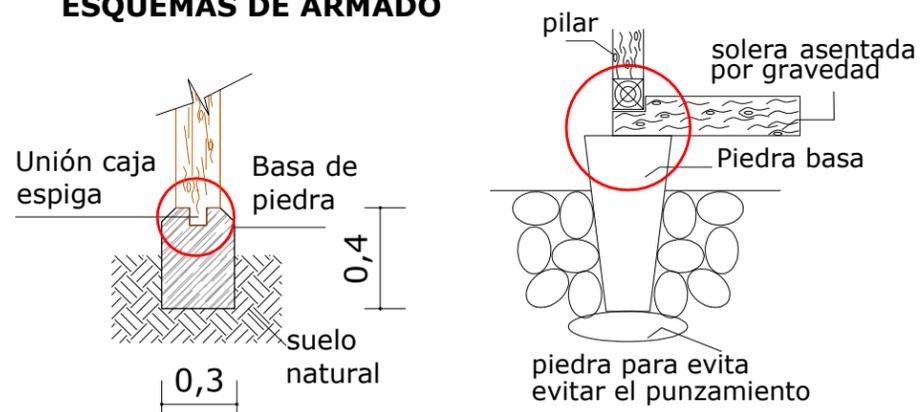
# ANALISIS COMPARATIVO - TECNOLÓGICO

## VIVIENDA RURAL EN LA PARROQUIA TURUPAMBA SISTEMA CONSTRUCTIVO BAHAREQUE

### a).- SISTEMA CONSTRUCTIVO

a.1.- TIPO DE CIMENTACIÓN: MIXTA

a.2.- ESTRUCTURA DE: MADERA  
ESQUEMAS DE ARMADO

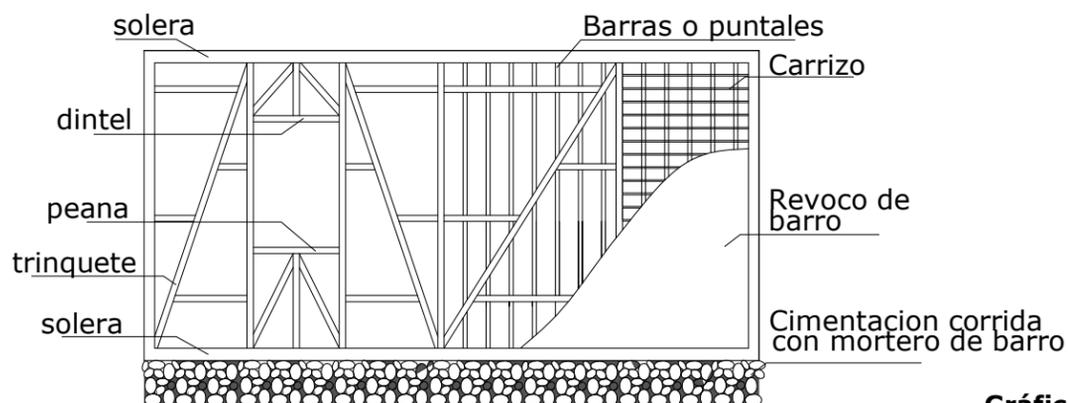


**Gráfico 1:** CIMENTACION AISLADA CON BASA DE PIEDRA: utilizada en el portal UNION: caja - espiga

**Gráfico 2:** CIMENTACION AISLADA CON BASA DE PIEDRA: cimentacion UNION: asentada por gravedad

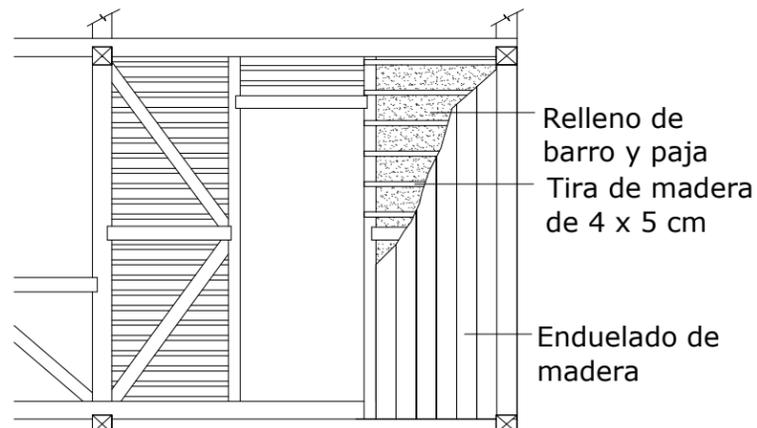
**Gráfico 3:** CIMENTACION CORRIDA DE PIEDRA: utilizada en el encuentro de esquinas

### a.3.- ESQUEMAS DE TABIQUES DE BAHAREQUE:

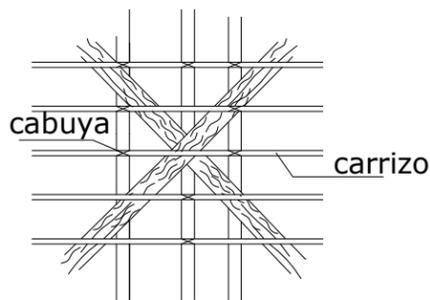


**Gráfico 4:** ARMADO DE LA ESTRUCTURA - CIMENTACION CORRIDA

**Gráfico 5:** UNION CLAVADA: trinquetes



**Gráfico 6:** ENDUELADO DE MADERA - FACHADA PRINCIPAL



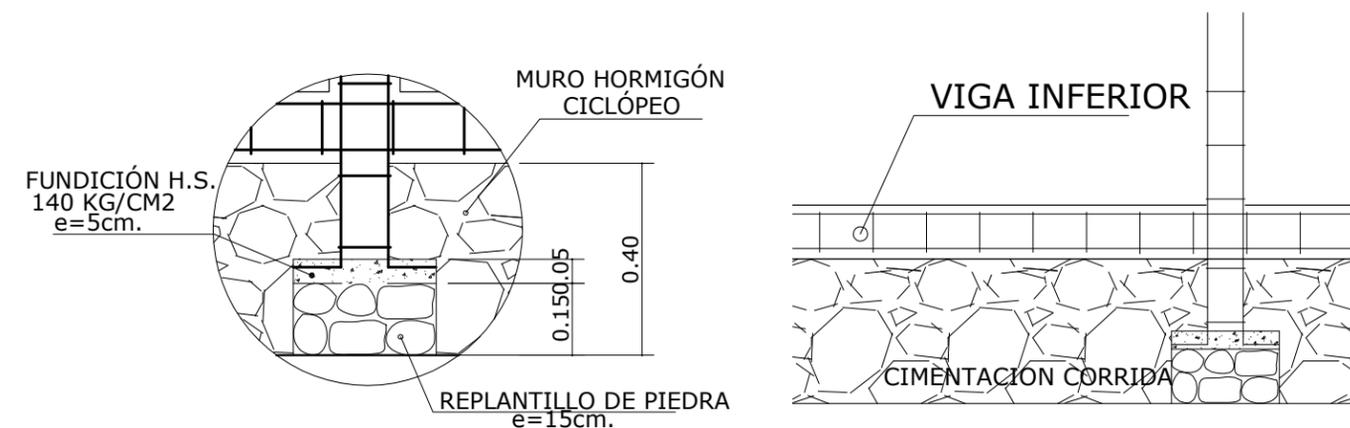
**Gráfico 7:** UNION AMARRADA CON CABUYA: utilizada en los carrizos

## VIVIENDA RURAL EN LA PARROQUIA HONORATO VASQUEZ ISTEMA CONSTRUCTIVO ESTRUCTURA METALICA CON MAMPOSTERIA DE BLOQUE DE POMEZ

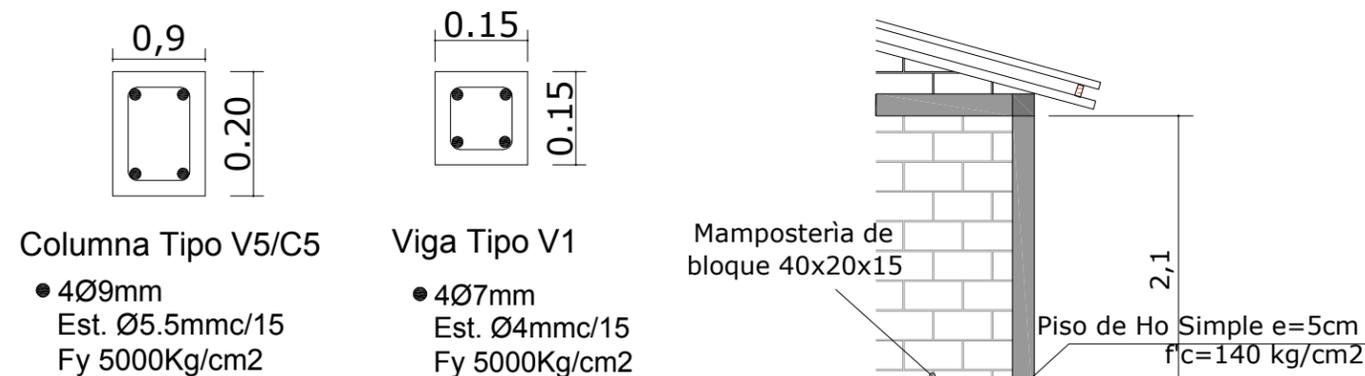
### a).- SISTEMA CONSTRUCTIVO

a.1.- TIPO DE CIMENTACIÓN: CORRIDA

a.2.- ESTRUCTURA: METALICA

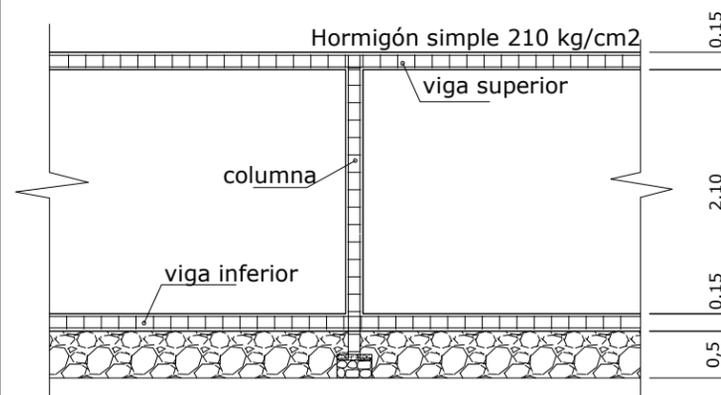


### a.3.- ESQUEMA DETABIQUES: RELLENO BLOQUE DE POMEZ



**Columna Tipo V5/C5**  
● 4Ø9mm  
Est. Ø5.5mmc/15  
Fy 5000Kg/cm2

**Viga Tipo V1**  
● 4Ø7mm  
Est. Ø4mmc/15  
Fy 5000Kg/cm2



**Gráfico 9:** ESTRUCTURA DE LOS TABIQUES: vigas electrosoldadas

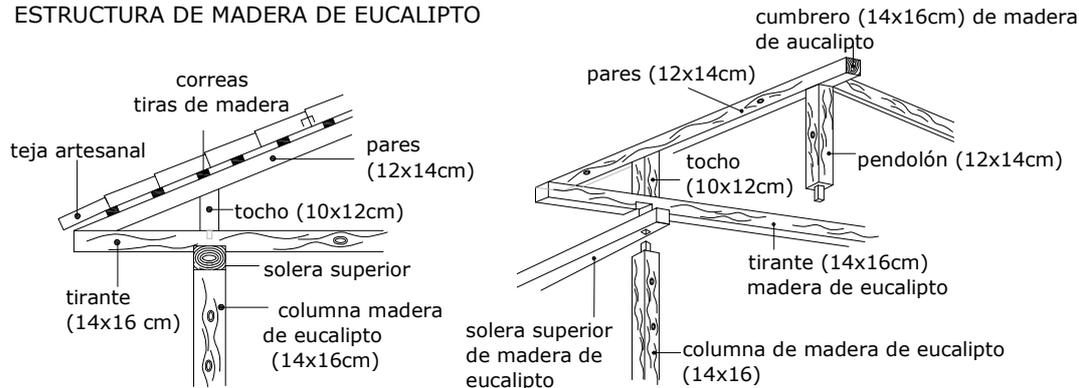
**Gráfico 8:** RELLENO: mampostería de bloque de pomez

# ANALISIS COMPARATIVO - TECNOLÓGICO

## VIVIENDA RURAL EN LA PARROQUIA TURUPAMBA SISTEMA CONSTRUCTIVO BAHAREQUE

### a.4.- CUBIERTA ESTRUCTURA DE MADERA

ESTRUCTURA DE MADERA DE EUCALIPTO



### a.5.- CORTE CONSTRUCTIVO - ESTRUCTURA EN BAHAREQUE

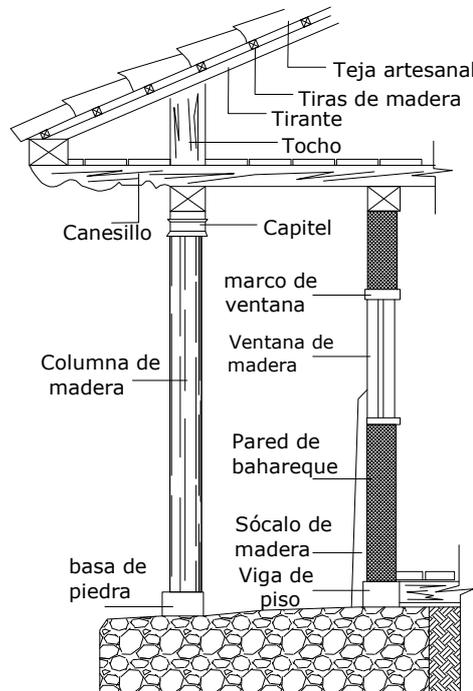
La vivienda utiliza la técnica constructiva del bahareque, es decir estructura de madera y carrizo con muros rellenos de barro y paja, la cual es común en la parroquia, ya que al encontrarse en un lugar alto las viviendas con este tipo de sistema retiene el calor durante el día, manteniendo el calor por las noches.

La cimentación de tipo mixta es la más común en estas viviendas la cual consta de piedras basas en las esquinas, las que recibirán el peso de las columnas y la cimentación corrida que recibirá el peso de las paredes donde generalmente usamos piedra de canto rodado con mortero de barro

En lo que se refiere a los muros o tabiques de estas edificaciones se conservan las tradicionales en esta técnica es decir el armado de la estructura con pilotes, vigas y diagonales reforzados con un enchaleado de carrizo y rellenas de un mortero de tierra con paja y en algunas ocasiones piedra. La característica especial de estas viviendas es que los muros de tierra son revestidos con duelas de madera en su mayoría en la fachada principal, como una forma de proteger el revoque de los muros contra los agentes atmosféricos, la lluvia y el viento.

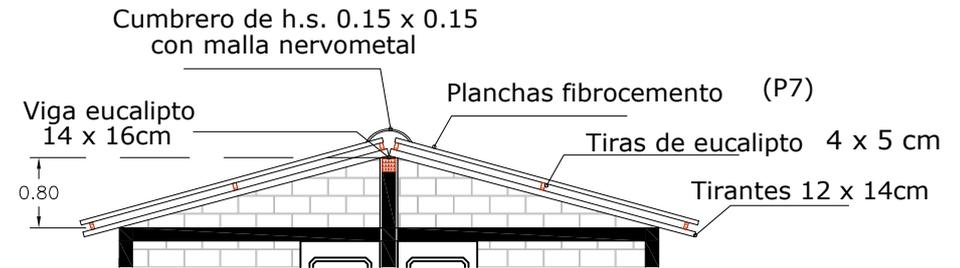
La cubierta tiene el armado tradicional de modo que las cargas son distribuidas de manera uniforme sobre las soleras, los elementos elementos que conforman la estructura de cubierta son vigas de cielorraso o tirantes, cumbreteros, pares, tochos, correa y esta recubierta con teja tradicional.

La pared que da al sur es una intervención nueva el cual está constituido por una pared de bloque recubierta de mortero. Es una construcción mixta al tener varias técnicas y materiales en su concepción.



## VIVIENDA RURAL EN LA PARROQUIA HONORATO VASQUEZ SISTEMA CONSTRUCTIVO ESTRUCTURA METALICA CON MAMPOSTERIA DE BLOQUE DE POMEZ

### a.4.- CUBIERTA ESTRUCTURA DE MADERA



ESTRUCTURA DE MADERA CON PERFILES METALICOS

### a.5.- CORTE CONSTRUCTIVO - ESTRUCTURA METALICA MURO DE BLOQUE

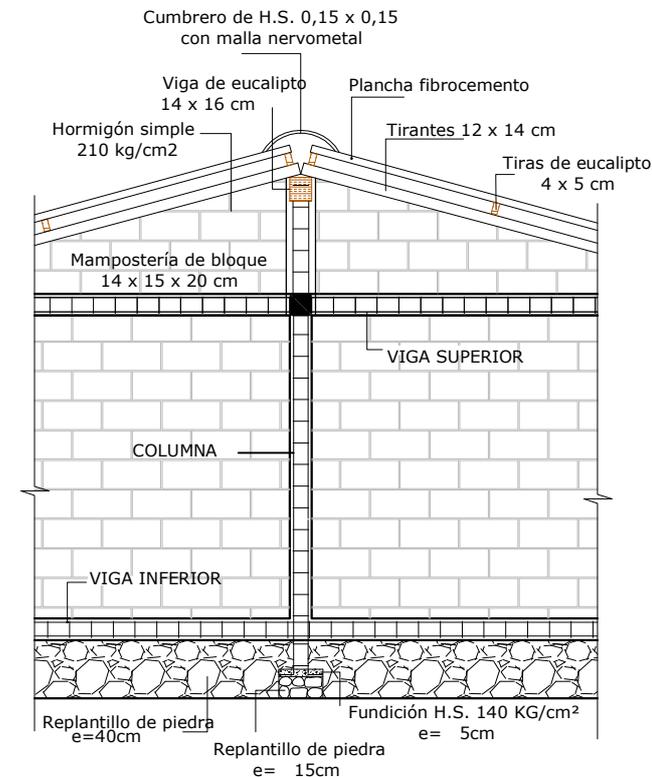
Las viviendas realizadas por el programa de vivienda del MIDUVI utilizan para su estructura perfiles metálicos en la mayoría de los casos, aunque existen algunas de ellas que son armadas mediante cadena electrosoldadas V1 tanto para las vigas como para las columnas y usan el bloque de pómez para su relleno.

La cimentación de estas viviendas se la realiza mediante un replantillo de piedra de 15 cm en donde están los ejes de la vivienda, posteriormente se hace una loseta de hormigón simple de 5 cm para anclar así las columnas electrosoldadas que sirven de soporte de las cargas de la estructura.

Los tabiques tienen un espesor de 15 cm donde se arma la estructura metálica a base de vigas y columnas y como material de relleno se utiliza una mampostería de bloque de pómez de 14 x 15 x 20 cm.

En lo referente a la cubierta el peso de la misma esta apoyada directamente sobre las vigas superiores mediante tirantes de eucalipto de 12 x 14 cm, reforzado por tiras de madera y como material de recubrimiento encontramos una plancha de fibrocemento.

Los pisos son de hormigón simple de 5 cm de espesor.



## ANALISIS COMPARATIVO - TECNOLOGICO

### VIVIENDA RURAL EN LA PARROQUIA TURUPAMBA SISTEMA CONSTRUCTIVO BAHAREQUE



VIVIENDA RURAL  
EN LA PARROQUIA TURUPAMBA  
"edificación en bahareque"



VIVIENDA RURAL  
EN LA PARROQUIA TURUPAMBA  
"tabiques exteriores"

#### **AUTOCONSTRUCCION Y REPARACION:**

Entre las cualidades más importantes de estas tecnologías, está el hecho de que sus construcciones pueden realizarlas y repararlas los propios usuarios, siempre bajo la dirección técnica de un profesional en los casos que lo requiera. Lo que es factible que exista la relación estrecha entre los problemas de diseño y las soluciones a las necesidades más inmediatas, sin dejar a un lado lo primordial que es conseguir que un sistema constructivo logre adaptarse al medio natural. Al utilizarse la mano de obra local se evitan los consumos energéticos y contaminación, provocados por la transportación de personal y materia prima desde comunidades ajenas.

Esta Arquitectura tradicional está fundamentada en el uso de tecnologías sencillas, en vez de técnicas tan sofisticadas que se vuelven asunto sólo de especialistas, una solución constructiva debe ser capaz de mejorar la calidad de vida de la gente o contribuir en la solución de problemas ambientales.

"Las tendencias más recientes proponen una especie de síntesis creativa y operacional entre las denominadas técnicas tradicionales y modernas, tratando de acoplar aquellos recursos que satisfagan de manera eficiente las necesidades de la vida contemporánea, con las rutas tradicionales, y que los usuarios puedan apropiárselas y dominarlas en lugar de parcelas. Esta vía puede funcionar tanto en el llamado Tercer Mundo, donde la arquitectura tradicional ha sobrevivido de manera natural." Esta arquitectura permite involucrar a las personas o grupos coordinados, son los mismos usuarios quienes definen las técnicas a utilizar en relación a sus recursos y las necesidades locales considerando que la economía del material es una virtud. Algunos imperios industriales o multinacionales que producen materiales de construcción, o ciertas oficinas que fundamentan su uso masivo, han logrado desacreditar a las tecnologías ancestrales. Privilegiando después de medio siglo la utilización predominante del cemento, el acero, el aluminio y los derivados de los productos petroquímicos.

La diversidad existente en los sistemas constructivos tradicionales, han permitido que estas sean la más adecuadas para aquella mano de obra poco especializada. Este hecho abre la oportunidad para que la autoconstrucción o la generación de programas de empleo puedan apoyar a mejorar la calidad de vida de las sociedades más desprotegidas, y en lo posible, reducir algunos síntomas de la desigualdad social.

#### **REINTEGRACION DE LOS MATERIALES A LA NATURALEZA Y SU RECICLAJE:**

La cualidad de la tierra como material constructivo es que durante su transformación a materia prima no sufre prácticamente ningún tipo de reacción química, es de la misma manera que su reintegración a la naturaleza se da de manera natural.

Una vez que las estructuras de madera se dañaron o cumplieron la función para la que fueron concebidas es posible reutilizar en usos domésticos. La tierra en cambio puede ser reutilizada mediante un proceso de trituración, además es indispensable cernir la materia original para eliminar las impurezas y los agregados vegetales que hayan entrado en un proceso de descomposición. Posteriormente, la tierra cernida se puede reutilizar volviendo a pasar por las etapas de fabricación y estabilización requeridas.

La calidad de este sistema constructivo es el significado que posee desde el punto de vista ecológico, debido al poco tiempo que dura su impacto ya que sus edificaciones presentan la virtud de que al deteriorarse y finalmente destruirse, en poco tiempo son reintegrados a la naturaleza sin alterarla en ningún sentido, mientras que los sistemas constructivos que emplean materiales procesados industrialmente tardan cientos y hasta miles de años para ser reabsorbidos por la ecosistema.

Por todo ello es necesario tomar conciencia de que la mayor parte de las obras que ejecutamos en la actualidad está afectando al medio ambiente de una manera irreversible.

"En algunos lugares, el uso exclusivo de materiales locales asegura la persistencia de antiguos métodos de construcción. Cuando se introducen materiales y métodos extraños, la tradición local declina, la costumbre es desplazada por la moda y el estilo vernáculo perece. Y cabe preguntarse si la desaparición de especies arquitectónicas nativas de un suelo no desequilibra el balance de las civilización igual que la de ciertos animales y plantas desequilibra el balance ecológico."

Las edificaciones actuales están consumiendo un gasto de energía. Además, pueden tener el inconveniente de ser calientes en el verano y fríos en el invierno. La arquitectura tradicional bien trabajada puede combatir con este problema. Las técnicas nuevas son necesarias, pero hay que conservar las técnicas antiguas que reúnen los conocimientos de los habitantes y sus constructores que desde siglos han creado obras pensadas para adaptarse de la mejor manera a las condiciones climáticas del medio y sus modos de vida.

## ANALISIS COMPARATIVO - TECNOLOGICO

VIVIENDA RURAL EN LA PARROQUIA HONORATO VASQUEZ  
SISTEMA CONSTRUCTIVO ESTRUCTURA METALICA  
CON MAMPOSTERIA DE BLOQUE DE POMEZ



VIVIENDA RURAL  
EN LA PARROQUIA HONORATO VASQUEZ  
"construcción"



VIVIENDA RURAL  
EN LA PARROQUIA HONORATO VASQUEZ  
"construcción"



VIVIENDA RURAL  
EN LA PARROQUIA HONORATO VASQUEZ  
"tabiques interiores"

### AUTOCONSTRUCCION Y REPARACION:

Este sistema constructivo a diferencia del bahareque requiere de herramientas y mano de obra especializada para su ejecución y reparación ya que al usar materia prima industrializada, se convierte una técnica desconocida para sus propietarios, viendose en la necesidad de buscar un profesional unicamente para la reparación de un tabique, facilidad que ofrece el sistema constructivo en Bahareque.

Los costos en reparación para este sistema resultan elevados en comparacion con las viviendas tradicionales, ya que esto implica gasto en mano de obra, material y transporte.

### REINTEGRACION DE LOS MATERIALES A LA NATURALEZA Y SU RECICLAJE:

El aumento de la demanda de vivienda en el medio rural, ha generado la utilización de nuevos materiales como el ladrillo, el bloque de pómez, el hormigón; los cuales si bien es cierto pueden ser reciclables, en nuestro medio no existen las condiciones adecuadas para el tratamiento de reutilización de dichos materiales; ya que es un proceso que requiere de infraestructura, maquinaria y mano de obra especializada

Por tanto los materiales obtenidos en el proceso de demolición son trasportados y vertidos en el lugar más próximo al de origen de los residuos, para nuestra área de estudios los lugares más cercanos son: en la provincia del cañar en el sector de Chavay, a pocos kilómetros de la ciudad de Azogues y en el caso de la Provincia del Azuay, la escombrera en Rayo Loma en la ciudad de Cuenca.

Sin embargo en algunos casos por el costo del transporte los propietarios de las construcciones prefieren acumular estos escombros en un rincón del propio terreno de la edificación perjudicando sus propios sembríos, o en el peor de los casos estos son arrojados en las orillas de los ríos afectándolas estética y ambientalmente. En este proceso cabe destacar la generación de polvo, ruido, vibraciones y aguas residuales,

El sector de la construcción es uno de los más importantes para la economía de cualquier país pero también provoca un grave impacto en el entorno, desde la extracción de áridos, la fabricación de cementos hasta la proliferación de escombreras. La construcción es un gran consumidor de recursos no renovables y una importante fuente de residuos y contaminación para el aire, el suelo y el agua.



## ANÁLISIS COMPARATIVO - GRÁFICO

### VIVIENDA RURAL EN LA PARROQUIA TURUPAMBA SISTEMA CONSTRUCTIVO BAHAREQUE



#### d).- Análisis Gráfico

##### Integración al paisaje Natural

La arquitectura tradicional se expresa a través de la tierra, la piedra y la madera y también con la luz y las sombras. El arte de construir le proporciona formas, texturas y color. Con estos modestos elementos se ha creado una imagen de identidad histórica y cultural en el paisaje rural, en las montañas, en los ríos, en los colores de la fiesta popular, lamentablemente con el tiempo nos preguntaremos con algo de tristeza, qué pasó con el paisaje rural, por ejemplo, con las casas de bahareque y teja asentadas en las orillas de los ríos hace pocos años, hoy poblados con enormes casas de bloque gris sin terminar de construir.

Debido a que la materia prima de estos Sistemas Constructivos es extraída desde el propio medio natural, la imagen que presentan las edificaciones esta asociada de manera indiscutible con su emplazamiento.

La coherencia que se utiliza entre los sistemas constructivos que se utilizan para edificar con tierra, la diversidad formal y la variedad de componentes, establecen límites que permiten que los conjuntos adquieran una apariencia muy armónica. Forman un paisaje artificial enteramente homogéneo y coherente con el natural.

Los claros de puertas y ventanas suelen tener dimensiones bastante parecidas, la relación entre vanos y macizos, las alturas en promedio de las edificaciones, los volados máximos, las alturas entre pisos, entre otros componentes compositivos, presentan una limitación que obedece estrictamente a los límites de la resistencia estructural de la materia prima, por lo que guardan una relación visual unitaria que se enriquece por los ligeros toques distintos que cada habitante suele dar a su morada con un mecanismo de identidad.



### VIVIENDA RURAL EN LA PARROQUIA HONORATO VASQUEZ SISTEMA CONSTRUCTIVO ESTRUCTURA METALICA CON MAMPOSTERIA DE BLOQUE DE POMEZ



#### d).- Análisis Gráfico

##### Integración al paisaje Natural

El paisaje del region austral, muestran los resultados de un cambio evolutivo a través del tiempo. El paisaje natural va dando pasos a nuevos tipos de paisaje cultural, y la modificación del mismo va a ser mayor. Uno de los factores para este cambio es el alto índice de migración existente en la region.

La evolución ha sido siempre un proceso inherente a la arquitectura tradicional a lo largo de su vida. Esta evolución es uno de los signos claves de su vitalidad, ya que permite al edificio adaptarse a las realidades cambiantes y nuevas.

También es cierto que la evolución puede llegar a ser traumática y conducir a la progresiva pérdida de las características esenciales que caracterizan la arquitectura tradicional. La incorporación de nuevos materiales y nuevas técnicas constructivas, y las transformaciones formales y funcionales del edificio pueden dañar este patrimonio.

Las nuevas exigencias de confort, la falta de recursos económicos o la presión del turismo son algunos de los factores que originan procesos de transformación. Todo esto favorece la aparición de caricaturas y "folclorismos" que contribuyen a la confusión y a la anécdota en el conocimiento y la percepción de la arquitectura tradicional mediterránea. En algunos casos, el abandono y posterior ruina son los resultados de este proceso.



## ANALISIS COMPARATIVO - COSTOS

VIVIENDA RURAL EN LA PARROQUIA TURUPAMBA  
SISTEMA CONSTRUCTIVO BAHAREQUE

VIVIENDA RURAL EN LA PARROQUIA TURUPAMBA						
SISTEMA CONSTRUCTIVO BAHAREQUE						
PROYECTO: TESIS "ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA"						
PROVINCIA: CAÑAR						
CANTON: BIBLIAN						
PARROQUIA: TURUPAMBA						
ITEM	RUBRO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	excavacion		m3	9,68	1,2	11,62
2	cimiento	mamposteria de piedra	m3	9,68	17	164,56
3	soleras inferiores	madera de eucalipto(14x16)	ml	61,68	3,4	209,71
4	columnas	madera de eucalipto(14x16)	ml	52,2	4,8	250,56
5	soleras superiores	madera de eucalipto (14x16)	ml	52,2	3,6	187,92
6	tabiques	de bahareque	m2	163,62	12,47	2040,34
7	enlucidos	mortero de barro	m2	145,73	2,5	364,33
8	revestimiento	madera paredes externas	m2	17,89	11,1	198,58
9	cubierta	estructura de madera	m2	145,75	5,44	792,88
10	cubierta	teja	m2	145,75	6,1	889,08
11	pisos	enduelado de madera	m2	84,45	16,35	1380,76
12	cielos	entablado de madera	m2	84,45	12,1	1021,85
13	puertas	madera	unidades	5	80	400
14	cerraduras	hierro	unidades	5	10	50
15	tiraderas	puertas	unidades	5	2	10
16	ventanas	madera	unidades	4	50	200
17	instalacion de la luz		punto	6	15	90
18	instalacion del agua		punto	3	20	60
19	piso	cemento	m2	13,3	14	186,2
20	sanitarios	color blanco	unidad	1	65	65
<b>TOTAL=</b>						<b>8573,37</b>
<b>COSTO POR METRO CUADRADO=</b>						<b>107</b>

### FACILIDAD DE MANO DE OBRA:

Muchas personas consideran que vivir en casas construidas con barro es sinónimo de retraso cultural e insalubridad, debido al desprestigio que ha sufrido este material al ser considerado subdesarrollado y de mala calidad. sin embargo, como se a demostrado en los ultimos tiempos, la mayoría de los problemas y debilidades de los sistemas constructivos de tierra cruda no se derivan de la composicion física, de la materia prima o tecnología que emplea, se debe a la perdida de la destreza constructiva que se habia mantenido viva desde hace tiempos muy remotos a traves de la tradición, y por otro lado de la cultura y mantenimiento de las mismas.

Según estudios realizados por algunos arquitectos se establece que "el 70 % de las edificaciones en el mundo son de tierra - de madera, que está regresando a consolidar y ser material principal de la construcción de vivienda unifamiliar sobre todo". Debido a la emergencia en la que se encuentra el Patrimonio Arquitectonico de nuestro País y la necesidad de restaurarlo y conservar dichos inmuebles, nuestro trabajo pretende incentivar la recuperación de estas técnicas, aprovechando la experiencia empírica de los pobladores rurales y a traves de ellos encontrar nuevas soluciones constructivas para el mejoramiento de dichas tecnologías.

### TIEMPO DE EJECUCIÓN:

El tiempo de ejecución de una vivienda dependerá de muchos factores como pueden ser las condiciones climáticas, mano de obra, facilidad de adquisición de materiales, costos, entre otros sin embargo, se estima que el tiempo promedio para una vivienda con diseño básico es decir con los mismos servicios que ofrece el Programa de vivienda MIDUVI (dos dormitorios, sala-comedor-cocina, y baño completo) de área aproximada a 40 m2 es de 3.5 meses, por lo tando la vivienda analizada que tiene una área de 97,00 m2 se la realizará en 7 meses aproximadamente.

## ANALISIS COMPARATIVO - COSTOS

VIVIENDA RURAL EN LA PARROQUIA HONORATO VASQUEZ  
SISTEMA CONSTRUCTIVO ESTRUCTURA METALICA  
CON MAMPOSTERIA DE BLOQUE DE POMEZ

### FACILIDAD DE MANO DE OBRA:

Debido al aumento de población se ha buscado soluciones habitacionales por medio de sistemas constructivos de rápida ejecución y de costos accesibles, al momento el bloque de poméz como material de relleno en tabiques y estructura metálica ha venido solucionando esta necesidad pero sin considerar el confort de las familias de escasos recursos económicos. El programa de vivienda MIDUVI, ha venido trabajando con este sistema en la construcción de viviendas urbanas y rurales, convirtiéndose en una boga en nuestro medio, por ello muchos constructores se han interesado en conocer esta tecnología, la mano de obra hoy en día es de fácil acceso.

### TIEMPO DE EJECUCIÓN:

La participación de constructores privados y públicos en los programas de viviendas de interés social, han desembocado en la industrialización de materia prima, la construcción de las viviendas se las realizan en serie, esto implica la disminución de costos, desperdicio de material y tiempo de ejecución, si bien esto es una ventaja en cuanto lo económico, resulta una desventaja a la sensibilidad que debe tener un arquitecto, ya que para habitar una vivienda no basta que sea sólida y económica, debe ser saludable y agradable, responder al clima y sintetizar la experiencia constructiva de las generaciones que nos precedieron.

En cuanto al tiempo de ejecución de las viviendas construidas por estos programas y teniendo en cuenta las referencias antes mencionadas la vivienda tipo que ofrecen es de 40 m<sup>2</sup> su construcción se lo realiza aproximadamente de 4 a 5 meses.

### MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA

DIRECCIÓN PROVINCIAL MIDUVI CAÑAR

**PROYECTO: PROGRAMA DE VIVIENDA "HONORATO VASQUEZ"**

**PROVINCIA: CAÑAR**

**CANTON: CAÑAR**

**No. SOLUCIONES VIVIENDA NUEVA: 41**

**PARROQUIA: HONORATO VASQUEZ**

### PRESUPUESTO GENERAL DE OBRAS CIVILES DE UNA VIVIENDA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	PRECIO TOTAL
<b>I TRABAJOS PRELIMINARES</b>					
1,01	REPLANTEO Y NIVELACION	M2	38,000	0,86	32,68
				<b>Subtotal:</b>	<b>32,68</b>
<b>II ESTRUCTURAS DE HORMIGON</b>					
2,01	EXCAVACION CIMIENTOS	M3	0,000	4,8	0,00
2,02	HORMIGON CICLOPEO EN CIMIENTOS	M3	0,000	84,71	0,00
2,03	REPLANTILLO H.S. 140 KG/CM2	M3	0,000	63,58	0,00
<b>CADENAS INFERIORES:</b>					
2,04	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM2	M3	0,753	92,71	69,81
2,05	ENCOFRADO RECTO	M2	10,041	7,00	70,29
2,06	VIGAS ELECTROSOLDADAS (VIGAS TIPO V1)	ML	36,920	3,62	133,65
<b>COLUMNAS:</b>					
2,07	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM2	M3	0,720	92,71	66,75
2,08	ENCOFRADO RECTO	M2	9,600	7,00	67,20
2,09	COLUMNAS ELECTROSOLDADAS (COLUMNAS TIPO V5)	ML	25,800	6,08	156,86
<b>VIGAS SUPERIORES:</b>					
2,10	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM2	M3	0,753	92,71	69,81
2,11	ENCOFRADO RECTO	M2	11,349	7,00	79,44
2,12	VIGAS ELECTROSOLDADAS (VIGAS TIPO V1)	ML	36,920	3,62	133,65
				<b>Subtotal:</b>	<b>847,47</b>
<b>III MAMPOSTERIA:</b>					
3,01	MAMPOSTERIA DE BLOQUE (15X20X40CM.)	M2	62,242	10,02	623,66
3,02	BORDILLO TINA DE BAÑO (BLOQUE 15x20x40cm)	M2	0,240	10,02	2,40
3,03	ENLUCIDO BORDILLO DE TINA DE BAÑO	M2	0,980	5,56	5,45
				<b>Subtotal:</b>	<b>631,52</b>

## ANALISIS COMPARATIVO - COSTOS

VIVIENDA RURAL EN LA PARROQUIA HONORATO VASQUEZ  
SISTEMA CONSTRUCTIVO ESTRUCTURA METALICA  
CON MAMPOSTERIA DE BLOQUE DE POMEZ

IV	CUBIERTA:				
4,01	CUBIERTA FIBROCEMENTO P7	M2	47,600	6,41	305,12
4,02	ESTRUCTURA DE MADERA PARA CUBIERTA	M2	47,600	5,76	274,18
4,03	CUMBRERO DE H. S. con malla neometal	M3	0,160	93,91	15,03
4,04	ENCOFRADO DE MADERA PARA CUMBRERO	M2	2,100	7,00	14,70
				Subtotal	609,02
V	INSTALACIONES SANITARIAS Y AGUA POTABLE:				
5,01	INSTALACIONES DE AGUA	PTO	3,000	15,22	45,66
5,02	INTALACION DE AGUA (DUCHA)	PTO	1,000	17,67	17,67
5,02	INSTALACIONES DE DESAGUE	PTO	4,000	9,75	39,00
5,03	CAJAS DE REVISION	U	1,000	45,99	45,99
5,04	MESON DE COCINA	M2	0,840	23,01	19,33
5,05	FREGADERO DE COCINA	U	1,000	36,18	36,18
5,06	INODORO BLANCO NACIONAL	U	1,000	56,36	56,36
5,07	LAVAMANOS BLANCO	U	1,000	29,09	29,09
				Subtotal	289,28
VI	INSTALACIONES ELECTRICAS:				
6,01	PUNTOS DE ILUMINACION	PTO	5,000	26,09	130,45
6,02	PUNTOS DE TOMA CORRIENTES	PTO	5,000	27,93	139,65
				Subtotal	270,1
VII	CARPINTERIA - HIERRO - MADERA				
7,01	PUERTAS DE MADERA 0.90x 2.10m	U	2,000	57,93	115,86
7,02	PUERTAS DE MADERA 0.70x 1.80m	U	1,000	54,53	54,53
7,03	PUERTAS DE MADERA 0.80x 2.10m	U	1,000	57,93	57,93
7,04	VENTANAS DE HIERRO	M2	4,120	36,24	149,31
7,05	COLOCACION DE VIDRIO CLARO DE 3mm.	M2	4,120	8,37	34,48
				Subtotal	412,11
VIII	PISOS:				
8,01	REPLANTILLO DE PIEDRA e= 15cm.	M2	31,093	5,84	181,58
8,02	FUNDICION DE CONTRAPISO DE H.S. 140KG/CM2 e=5cm	M3	1,586	63,58	100,84
				Subtotal	282,42
<b>A</b>	<b>SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>3.374,60</b>
<b>B</b>	<b>SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>15%</b>			<b>506,19</b>
<b>C=A+B</b>	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS + INDIRECTOS</b>				<b>3.880,79</b>
<b>E</b>	<b>APORTE DEL BENEFICIARIO:</b>				
<b>F</b>	<b>REAJUSTE ESTIMADO = 2% (C+D)</b>	<b>2%</b>			<b>79,21</b>
<b>G</b>	<b>PRE SUPUESTO TOTAL DE LA VIVIENDA</b>				<b>3.960,00</b>

## 8.6. CONCLUSIONES GENERALES

Las diversas características, muchas veces erróneas de los diferentes planes de vivienda en el país, nos conllevó a realizar una comparación de estas técnicas “modernas” con las tradicionales que son motivo de nuestro estudio, esencialmente la técnica del bahareque por lo cual se hizo una análisis de ventajas y desventajas de uno y otro sistema, así como un análisis comparativo funcional, tecnológico, gráfico y de costos entre ambos.

Ventajas como la resistencia al fuego tanto en la tierra como en la madera, propiedades acústicas, propiedades sísmicas, bajo consumo de energía, reciclaje de materia prima, reguladora del clima son algunas que sobresalen en las construcciones de tierra, al contrario de las viviendas de bloque.

Una de las desventajas que presenta es la debilidad ante el agua, ya que la humedad puede presentar fisuras y grietas en el revoque, al igual que podría afectar la madera que es el elemento principal de la estructura de la vivienda.

El análisis de las estructuras metálicas nos permitió conocer ciertas deficiencias del presente sistema como su baja resistencia a fuego, corrosión, mano de obra calificada, maquinaria especializada y alto costo para su montaje, costo elevado en su materia prima.

Sin embargo presenta ventajas tales como la rapidez de su montaje, alta resistencia de sus elementos estructurales, menor dimensión de las piezas estructurales, y en el aspecto de la industrialización y construcción en serie presenta grandes beneficios.

En lo que se refiere a la comparación de las viviendas presentadas por el MIDUVI y las de bahareque presentes en la Parroquia Turupamba, podemos concluir que la principal ventaja del bahareque sobre la mampostería de bloque en el área rural es la integración al paisaje, ya que es indudable afirmar que la arquitectura de tierra se integra de forma armónica al paisaje rural tanto en colorees como en textura, lo que no sucede con la mampostería de bloque cuya presencia en el área rural es una agresión al entorno rural existente.

## CONCLUSIONES GENERALES DEL CAPÍTULO

El estudio del Sistema Constructivo encontrado en la parroquia Turupamba nos ha permitido conocer y variar características del bahareque tradicional y de los elementos que lo componen.

La construcción en tierra debidamente ejecutada, es estable. Lamentablemente la carencia de normas hace que se omita mucha información existente sobre criterios adecuados para su construcción.

Se debe revisar errores y reforzar muros y demás elementos, lográndose un uso más adecuado de la tierra en especial dentro del sistema de autoconstrucción en lo que respecta al diseño de la planta arquitectónica y a los refuerzos utilizados.

Por otra parte la vivienda espontánea rural es el resultado de un procedimiento integrado de clima y recursos naturales disponibles con adaptación al lugar, aportando soluciones al hábitat, y respondiendo a los modos de vida de sus habitantes.

La materialización de la vivienda espontánea autoconstruida es la consecuencia práctica de la aplicación de tradiciones constructivas internalizadas en la cultura regional con resultantes morfológicas propias e incorporadas a los valores estéticos de los pobladores.

Existen ejemplos de un buen manejo de tecnologías con tierra, sin embargo, la realidad permite constatar que se cometen errores de concepto, pues prima la formación académica en hormigón y acero. Por ello es importante propiciar la capacitación a nivel de universidades y colegios profesionales.

Las viviendas de bahareque tradicional nos muestran grandes ventajas sobre las de mampostería de bloque, especialmente en el área de sustentabilidad, integración al paisaje, reutilización de la materia prima e inclusive en la tecnológica, sin embargo se puede decir que la construcción con estructura metálica tiene un avance muy significativo en el área de industrialización y prefabricación.

La construcción presenta un nuevo escenario frente al avance en materiales y técnicas constructivas que se introducen de manera paulatina en el mercado constructivo local y regional.

Por lo tanto es necesaria la concientización de las personas y grupos interesados en el área de la construcción, que no solo debemos pensar en el aspecto económico al momento de realizar un proyecto de vivienda, es muy necesario dar prioridad al aspecto de confort, condiciones de habitabilidad ineludibles y respeto del entorno sobre el cual se va a edificar.



## 9. APLICACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO ESTUDIADO EN UN PROYECTO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL PARA EL MEDIO RURAL.

Todas las tecnologías constructivas tienen por objeto aportar a la solución del problema de vivienda en nuestro País, pues se empieza hablar de la carencia de más de dos millones de soluciones habitacionales. Hoy en día estas tecnologías han sido intervenidas por profesionales que han contribuido en el diseño y mejoramiento de las cimentaciones, en el diseño de juntas, uniones de mamposterías, soleras superiores, implantación de la cubiertas, modulación, prefabricación, industrialización, elementos adicionales a la vivienda como la producción de tejas de micro concreto, letrinas, huertos ecológicos, energía eólica y solar, fogones, etc.

Sin embargo sería bueno preguntarse si todas estas nuevas técnicas constructivas han logrado solucionar las expectativas de sus ocupantes, hasta qué punto todas las nuevas tecnologías consideran su integración al paisaje rural, su integración al medio ambiente, y de manera primordial el rescate de técnicas ancestrales.

Es por ello que de alguna manera todo nuestro estudio ha estado orientado hacia el rescate de las técnicas constructivas tradicionales que por años han demostrado ser un trabajo descriptivo, que presenta una realidad muy rica de conocimientos, es una muestra del modo de habitar de los pueblos.



### 9.1. CONDICIONES DE HABITABILIDAD QUE OFRECE LA CONSTRUCCIÓN EN MADERA

Uno de los pilares fundamentales para mejorar la calidad de vida de las personas es la habitabilidad, las familias deben contar con un hogar que les otorgue el confort mínimo y digno.

La habitabilidad es la manera que debe adoptar el espacio para ser útil de acuerdo a cualquier modo de vida de las distintas sociedades humanas,

La habitabilidad es la finalidad de la arquitectura. Si los modos de vida son resultado de una forma de ejercer capacidad de vivir, entonces ésta se traduce en conductas que optimizan la manera particular que cada grupo humano desarrolla para satisfacer sus necesidades, son respuestas a una realidad cultural. Además son resultado de realidades específicas o regionales que se reflejan en la manera de ser y resolver la habitación buscando siempre calidad de vida, condiciones adecuadas para lograr una vida mejor. Es aquí donde el concepto de habitabilidad se traduce en búsqueda permanente de calidad de vida.

Las condiciones de habitabilidad están determinadas por las características físicas de la vivienda y el sitio como por las características psicosociales de la familia, que se expresan en hábitos, conductas o maneras de ser adquiridos en el transcurso del tiempo.

#### 9.1.1 Aislamiento Térmico

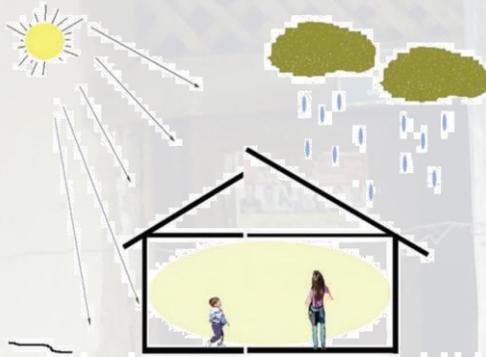
Este es un material natural cuyo contacto se puede describir como saludable debido a su baja conductividad térmica, también los espacios con madera evitan pérdidas bruscas de calor cuando, por ejemplo, se pisa el suelo con los pies descalzos.

Esta característica se relaciona, además, con la eficiencia energética de los edificios, puesto que reduce la necesidad de calentar o enfriar los ambientes.

Las características térmicas de la madera consiguen crear ambientes templados: cálidos en invierno y más frescos en verano. Esta circunstancia se debe a las propiedades higroscópicas de este material, es decir, a su capacidad para regular la humedad relativa y la temperatura del entorno además actúa como material aislante del frío o calor, ya que conduce mal la temperatura; 1 centímetro de espesor en madera trabaja igual que 4 centímetros de arcilla o ladrillo o bien como 10 de concreto, es decir que es un material que absorbe calor muy lentamente

El calor específico en la madera es 4 veces mayor que en el cobre y 50% mayor que en el aire. No depende de la especie ni densidad, pero sí varía con la temperatura.

La alta resistencia que ofrece la madera al paso del calor, la convierte en un buen aislante térmico y en un material resistente a la acción del fuego.



### 9.1.2. Aislamiento acústico

Los espacios interiores con madera presentan beneficios acústicos ya que generan un tiempo de reverberación menor que el que se produce en un espacio sin madera. Esto significa que hay menos ruidos y ecos, lo que minimiza la distorsión del sonido en una conversación. Al no resonar las palabras, la dicción es más clara, por lo que se aconseja la instalación de madera en espacios como aulas, salones o salas de reunión.

En la construcción la madera cumple un rol acústico importante en habitaciones y aislación de edificios, ya que tiene la capacidad de amortiguar las vibraciones sonoras. Su estructura celular porosa transforma la energía sonora en calórica, debido al roce y resistencia viscosa del medio, evitando de esta forma transmitir vibraciones a grandes distancias.

### 9.1.3. Ventilación

La madera ayuda a purificar el ambiente y mantener un grado de humedad óptimo, esto se debe a que la humedad produce un efecto

de dilatación en la madera según la cantidad de poros o su estado es decir abiertos, semiabiertos o cerrados. No obstante, cuando está correctamente tratada, además de no presentar defectos, la madera es capaz de absorber o ceder humedad al entorno. Esta peculiaridad ayuda a purificar el ambiente y mantener un grado de humedad óptimo.

Nosotros ventilamos por exigencias higiénicas para eliminar el anidrido carbónico CO<sub>2</sub> y el vapor de agua producidos por la actividad del hombre, humo y olores de cocinas, el sudor de las personas, etc. También ventilamos por razones térmicas en verano pues moviendo el aire eliminamos parte del calor, y obtenemos una sensación de bienestar de la brisa nocturna.

La ventilación higiénica tiene que ser satisfecha en toda época del año, ya la ventilación térmica sólo es necesaria cuando el microclima interior es caluroso y la temperatura exterior es menor



### 9.1.4. Iluminación

La calidad de luz está íntimamente relacionada con nuestro bienestar físico y emocional. Nuestros ritmos biológicos se adaptan a los cambios diarios y estacionales de luz. Desde el punto de vista ecológico, mientras más luz penetre en los espacios de la casa, menos necesaria es la iluminación artificial, con lo que el consumo de energía se reduce ostensiblemente. Al mismo tiempo, la luz solar constituye una importante fuente de calor. Por tanto, al diseñar y ubicar las ventanas de nuestra casa, es siempre necesario establecer un equilibrio entre la captación de la luz solar y la pérdida de calor y a fin de que durante el día la luz natural ofrezca una eficaz iluminación interior. Se presta especial atención a la iluminación natural en el diseño de un edificio, cuando el objetivo es maximizar el confort visual y para reducir el uso de energía eléctrica.

El objetivo de una iluminación es producir un adecuado ambiente visual. Un ambiente es adecuado si este asegura el confort visual y si cumple con los requerimientos para la tarea visual según la función del local.

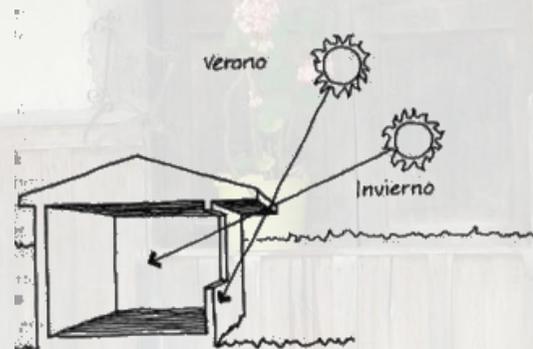
Un espacio interior cumple con esos requerimientos si sus partes pueden verse bien sin ninguna dificultad y una tarea visual dada puede ser realizada sin esfuerzo. El confort visual es una función de todo el ambiente visual.

Junto con el confort térmico y acústico, el confort visual es una contribución a la sensación de bienestar general.

Cumplir con los requerimientos de una tarea visual, requerida por la función de un local significa que la iluminación haga visibles los detalles del plano de referencia en forma correcta, rápida y

confortablemente. Estos requerimientos normalmente están relacionados con el plano horizontal de trabajo, de una definida parte del ambiente.

La iluminación tiene que proveer un confort general todo el tiempo, y adicionalmente requerimientos específicos para una determinada tarea visual.



La idea de vivir con madera considera, además, que las propiedades higroscópicas de este recurso aumentan su resistencia al fuego, regulan la temperatura interna de una vivienda y dificultan que ésta cambie repentinamente cuando varía la temperatura exterior. Es un material sano y agradable que mantiene las condiciones térmicas de las viviendas.

## 9.2. OBJETIVOS Y ALCANCES DEL DISEÑO ARQUITECTONICO:

### 9.2.1. Objetivos:

- 1.- Investigar la estructura tradicional de la Parroquia Turupamba
- 2.- Determinar las formas funcionales de las viviendas de la Parroquia Turupamba, satisfaciendo las demandas de uso.
- 3.- Demostrar que las técnicas tradicionales en madera sin ser las óptimas han permitido la estabilidad física de las edificaciones de la Parroquia Turupamba, viviendas que superan los 30 años y algunos casos particulares los 50 años.
- 4.- Presentar una propuesta mejorada, en función de los análisis realizados, la misma que permita mejorar la imagen y sistema constructivo, imponiéndose a la invasión del bloque, elemento que ha contribuido a la desaparición del concepto de vivienda rural.

### 9.2.2. Alcances:

- 1.- Aplicar el análisis de los diseños arquitectónicos encontrados en el área de estudio de la Parroquia Turupamba, para buscar una armonía constructiva entre las edificaciones existentes y el diseño planteado en este capítulo.
- 2.- Plantear un diseño arquitectónico que satisfaga las necesidades de habitabilidad y sea autosuficiente para solucionar los problemas del déficit de vivienda existentes en el sector rural de la región sierra específicamente.

- 3.- Diseñar una vivienda que cumpla con la tipología, sistema constructivo planteado, y una serie de lineamientos como: funcional, económico y estético. Debiendo a su vez llegar a la obtención de un diseño arquitectónico de vivienda alcanzable y realizable.

### 9.3. ANALISIS DEL ENTORNO:

#### 9.3.1. Turupamba y su entorno rural:

El paisaje resulta complicado de precisar por su subjetividad, sin embargo se puede decir que es la porción de superficie terrestre que se presenta ante la mirada del observador. El panorama resulta variado dependiendo del lugar. Ya que todo lo que una persona mira a su alrededor forma parte integral del paisaje.

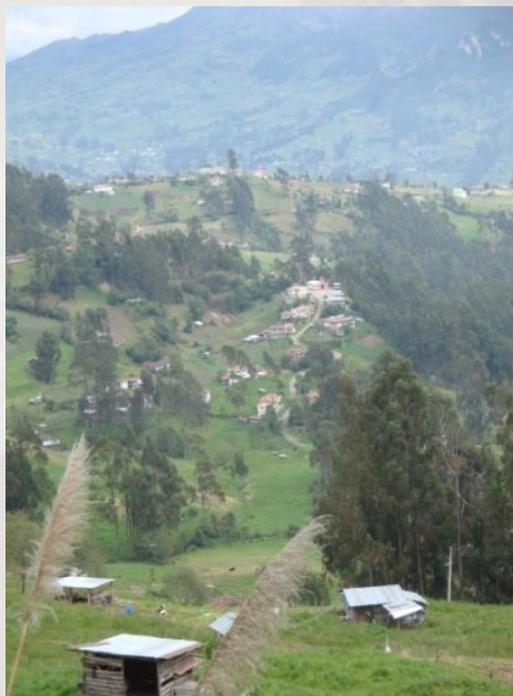
El paisaje está definido por componentes físicos y biológicos, constituyendo así el medio natural y en otros casos el medio humano, es decir el paisaje es el resultado de las relaciones que, sobre el espacio, se establece entre el medio natural y los seres humanos.



#### 9.3.2. Ubicación Geográfica de la Parroquia Turupamba.

##### a) Situación y localización geográfica.

La parroquia Turupamba, está situada en la cuenca del río Burgay, localizada al occidente del cantón Biblián, de la provincia de Cañar, país Ecuador, a una altura de 2978 m. s. n. m. entre las coordenadas geográficas  $69^{\circ},40',18''$  y  $70^{\circ},00',05''$  de Latitud Sur y  $72^{\circ},45',20''$  y



73°10',20'', de Longitud Occidente. Su extensión territorial es de 6,4 Km<sup>2</sup> y representa el 2.76% del total cantonal, es de 232 Km<sup>2</sup>.<sup>1</sup>

La Parroquia Turupamba está situada a 3000m sobre el nivel del mar en su parte más alta, es un territorio con un excelente y potencial mirador natural, ofreciendo vistas panorámicas de hasta 180°.

### 9.3.3. Análisis de los elementos naturales:

#### a).- Relieve:

- La parroquia Turupamba se encuentra limitada en el lado oeste por un grupo de imponentes cerros como son: Cerro Zhiñampungo, Cerro Zhuriray y el Cerro Vaquería, presentando características topográficas particulares, las mismas que determinaran los posibles usos de suelo:

<sup>1</sup> P.O.T de la Cabecera Parroquial Turupamba 2008-2028.

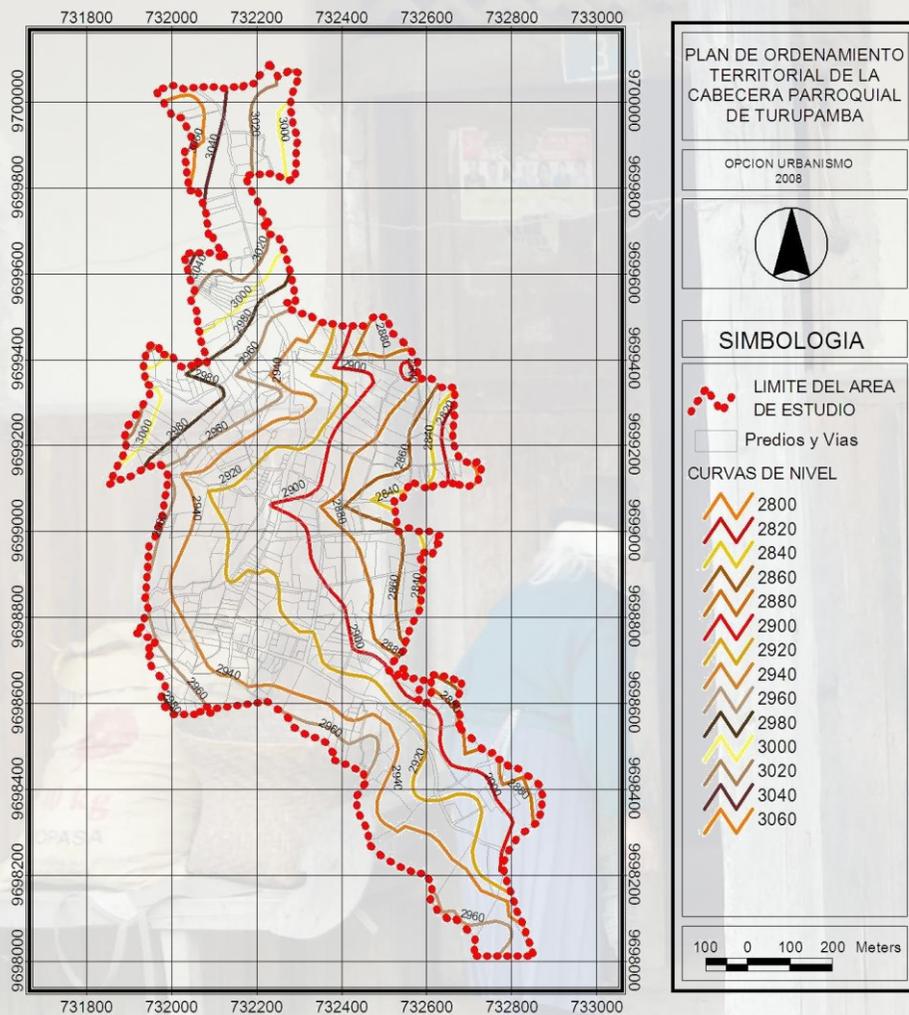
#### a.1).-Características del Relieve:

La topografía delimitada por el área de estudio presenta curvas de nivel desde los 2800 hasta los 3060 msnm.

Como se puede observar en el gráfico 9.1, hacia el Oeste se encuentran las cotas más altas, mientras hacia el Este las líneas topográficas disminuyen en altitud. Las quebradas: Chica, Turupamba y San Juan que atraviesan transversalmente a la cabecera parroquial, inciden en la configuración del relieve provocando sistemas accidentados. Por lo tanto la forma del relieve muestra una superficie con leves y fuertes ondulaciones. Las inclinaciones de las pendientes predominantes se orientan de Oeste a Este (gráfico 9.2)

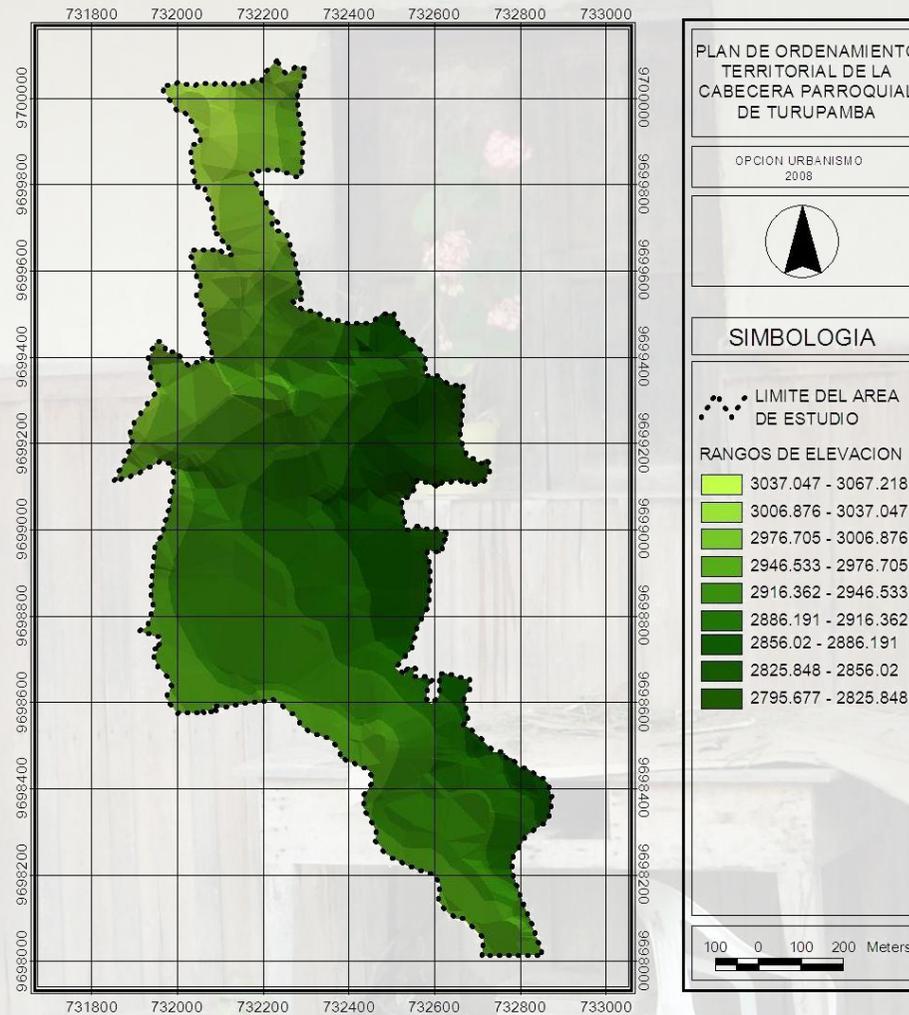


GRAFICO N°9.1 CURVAS TOPOGRAFICAS DE LA PARROQUIA TURUPAMBA



FUENTE: P.O.T de la Parroquia Turupamba.

GRAFICO N°9.2 RANGOS DE ELEVACION EN EL AREA DE ESTUDIO



FUENTE: P.O.T de la Parroquia Turupamba.

**a.2).- Clasificación según rangos de pendientes:**

Pendientes entre **0-5%**: Compatibles con usos urbanos. Para tramos largos las pendientes de 0-2% no son muy adecuadas ya que dificultan la libre evacuación de aguas en alcantarillados. Pero del 2-5% son las pendientes más recomendadas para drenajes naturales.

Pendientes entre **5-10%**: Son pendientes adecuadas, aunque incompatibles con ciertos usos de carácter especial como por ejemplo hospitales, escuelas, etc., que requieren superficies planas para su implantación.

Pendientes entre **10-20%**: Estas pendientes presentan ligeras limitaciones para el uso urbano, ya que se requieren mayores inversiones estructurales para proyectar edificaciones e infraestructuras.

Pendientes entre **20-30%**: Son todavía pendientes aptas para receptor asentamientos urbanos, pero de igual manera demandan altos costos en urbanización, como en el caso del trazado vial que implica mayores recorridos en su diseño.

Pendientes entre **30-45%**: Son inadecuadas para la mayoría de usos urbanos al igual que requieren inversiones elevadas.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> P.O.T de la Cabecera Parroquial Turupamba 2008-2028.

Según información obtenida por el Plan de Ordenamiento Territorial de la Parroquia Turupamba se puede apreciar que Las pendientes que predominan en nuestra Área de Estudio están consideradas dentro de las pendientes 3,4,5,6, es decir las pendientes superiores al 10% (cuadro 9.1). El Centro Poblado está consolidado en una zona de pendientes bajas.

**CUADRO N°9.1** RANGOS PENDIENTES EN EL AREA DE ESTUDIO

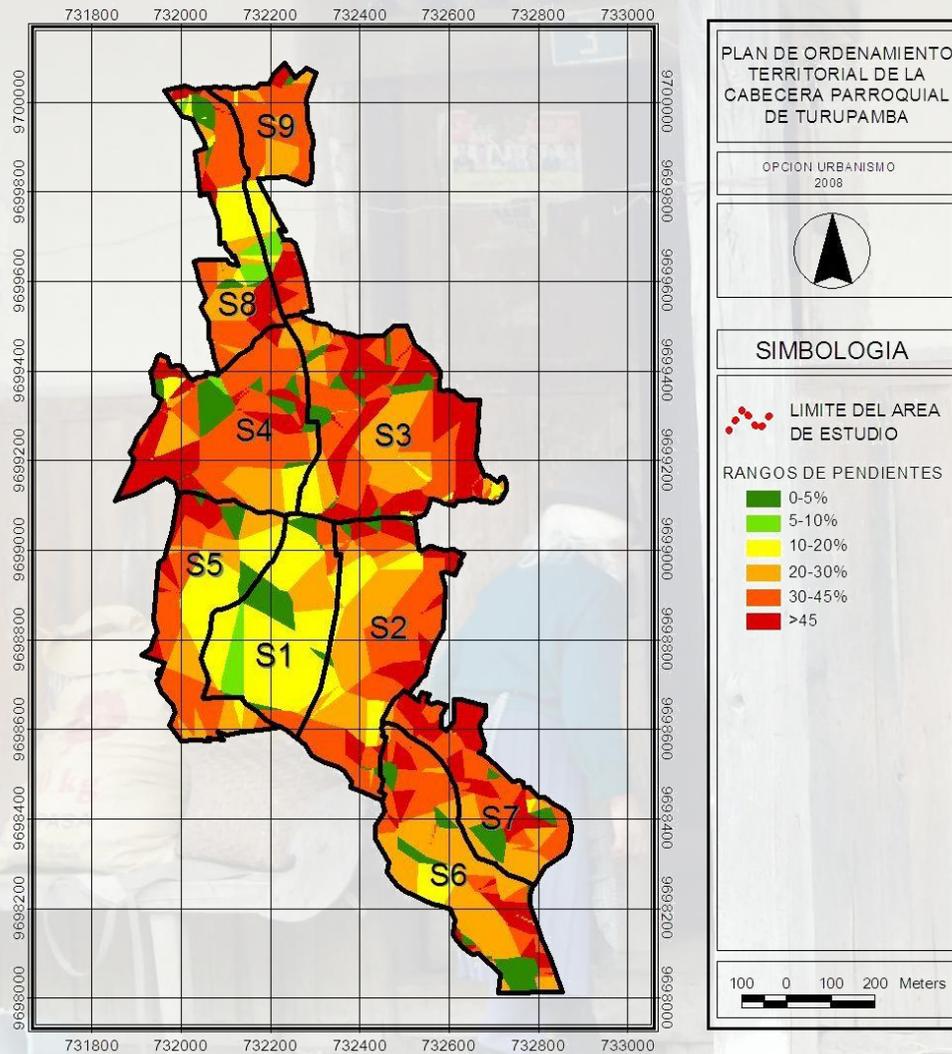
DETERMINACION DE SUPERFICIE SEGÚN RANGOS DE PENDIENTES			
PENDIENTE	RANGOS(%)	AREA (Ha)	PORCENTAJE(%)
1	0_5	6.33	7.22
2	5_10	1.43	1.63
3	10_20	13.58	15.50
4	20_30	20.90	23.86
5	30_45	29.77	33.98
6	>45	15.59	17.80
<b>TOTAL</b>		<b>87.60</b>	<b>100</b>

**CUADRO N°9.2** SUPERFICIES URBANIZABLES Y NO URBANIZABLES EN LA PARROQUIA TURUPAMBA.

SUELO	PENDIENTE	Area(Ha)	PORCENTAJE(%)
URBANIZABLE	0_30%	42.24	48.22
NO URBANIZABLE	>30%	45.36	51.78
<b>AREA TOTAL</b>		<b>87.60</b>	<b>100</b>

FUENTE: P.O.T de la Parroquia Turupamba 2008-2028

GRAFICO N°9.3RANGO DE PENDIENTES EN LA PARROQUIA TURUPAMBA.



FUENTE: P.O.T de la Parroquia Turupamba 2008-2028

a.3).- Geología:

Nuestra área de Estudio está conformada por dos formaciones: La Formación MIEMBRO SANTA ROSA (Mb.) y La Formación FORMACION MANGAN (Mm.)

- **La Formación MIEMBRO SANTA ROSA (Mb):** Respecto al Miembro Santa Rosa la susceptibilidad a terrenos inestables es moderada, esto es consecuencia de la alta porosidad así como también su baja **resistencia** al corte en condiciones saturadas. Sin embargo los materiales arenosos poco alterados y conglomerados se presentan estables.
- **La Formación Mangán:** Tiene gran influencia en los deslizamientos, debido a su conformación de elementos como lutitas y limolitas, los mismos que son incompetentes especialmente al estar saturados.<sup>3</sup>



<sup>3</sup>P.O.T de la Parroquia Turupamba 2008-2028

**FALLAS GEOLOGICAS:**

En el Área de Estudio se han determinado dos fallas geológicas inferidas, de acuerdo con la información proporcionada por el CGPAUTE.

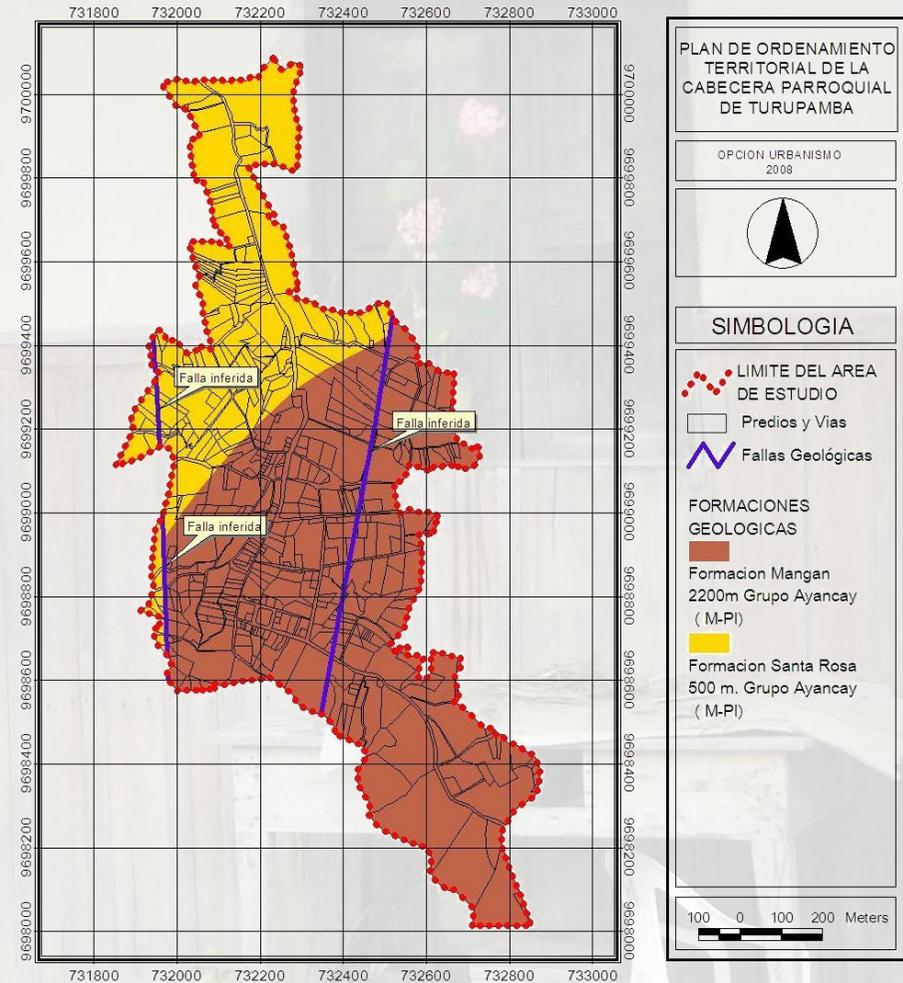
Una falla geológica se produce debido a la rotura de rocas de la corteza terrestre por acumulación de tensiones, va acompañada de desplazamientos de bloques rocosos por ambas partes. Estas fallas casi paralelas se extienden de norte a sur y actualmente están originando serios problemas en la parroquia, ya que varias viviendas han colapsado por causa de los continuos deslizamientos.<sup>4</sup>



COLAPSO DEL CENTRO DE SALUD

<sup>4</sup>P.O.T de la Parroquia Turupamba 2008-2028

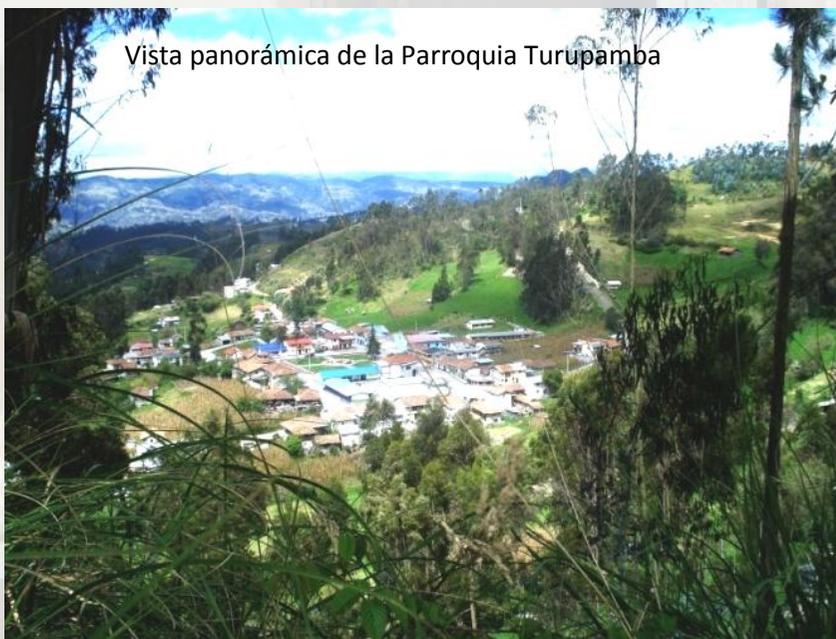
GRAFICO N°9.4 FALLAS GEOLOGICAS QUE ATRAVIESAN EL AREA DE ESTUDIO



FUENTE: P.O.T de la Parroquia Turupamba 2008-2028

**GEOMORFOLOGIA:**

Turupamba posee una topografía accidentada, gran parte de sus pendientes son escarpadas y está rodeada por varias colinas al Oeste, mientras hacia el Este se pueden aprovechar las visuales hacia Biblián y Azogues debido a que no existe ningún obstáculo visual. El Área de Estudio se inserta entre colinas medianas, vertientes convexas y terrazas bajas. Dos quebradas que atraviesan el área de estudio de Oeste a Este son elementos geográficos importantes que inciden en la morfología del terreno.<sup>5</sup>



Vista panorámica de la Parroquia Turupamba

<sup>5</sup> P.O.T de la Parroquia Turupamba 2008-2028

**b).- Vegetación y Fauna:**

En Turupamba el predominio del color verde en toda la parroquia es un determinante fundamental del sector. La flora del sector se encuentra constituida por vegetación de escala variable con formaciones de eucaliptos, ciprés y pino, existe la presencia en mayor parte de árboles de eucalipto ubicados en las zonas de pendientes pronunciadas especialmente cercanas a las quebradas.

Además existen grandes extensiones de terreno en donde se presenta el crecimiento de pasto de forma tal que permite proveer de alimento a los diferentes tipos de ganado tanto vacuno como ovino. La población de la Parroquia Turupamba se dedicada al cuidado y reproducción de diferentes especies de animales como: cerdos, gallinas, cuyes, ovejas. Los cuales se desarrollan domésticamente en los predios de las áreas consolidadas y en proceso de consolidación, actividades que de igual manera son de consumo particular.





Crianza de animales domésticos (ovejas-aves)

**c) Hidrografía:**

Las quebradas que atraviesan la Parroquia son las llamadas: Quebrada Turupamba y Quebrada San Juan, estas no provocan ningún tipo de peligro a los habitantes de las proximidades, ni a sus edificaciones ya que estas se encuentran en una zona que no puede ser perjudicada por la hidrografía del sector(graficoNº9.5).

GRAFICO N°9.5 FALLAS GEOLOGICAS QUE ATRAVIESAN EL AREA DE ESTUDIO



FUENTE: P.O.T de la Parroquia Turupamba 2008-2028



**d).- Suelos**

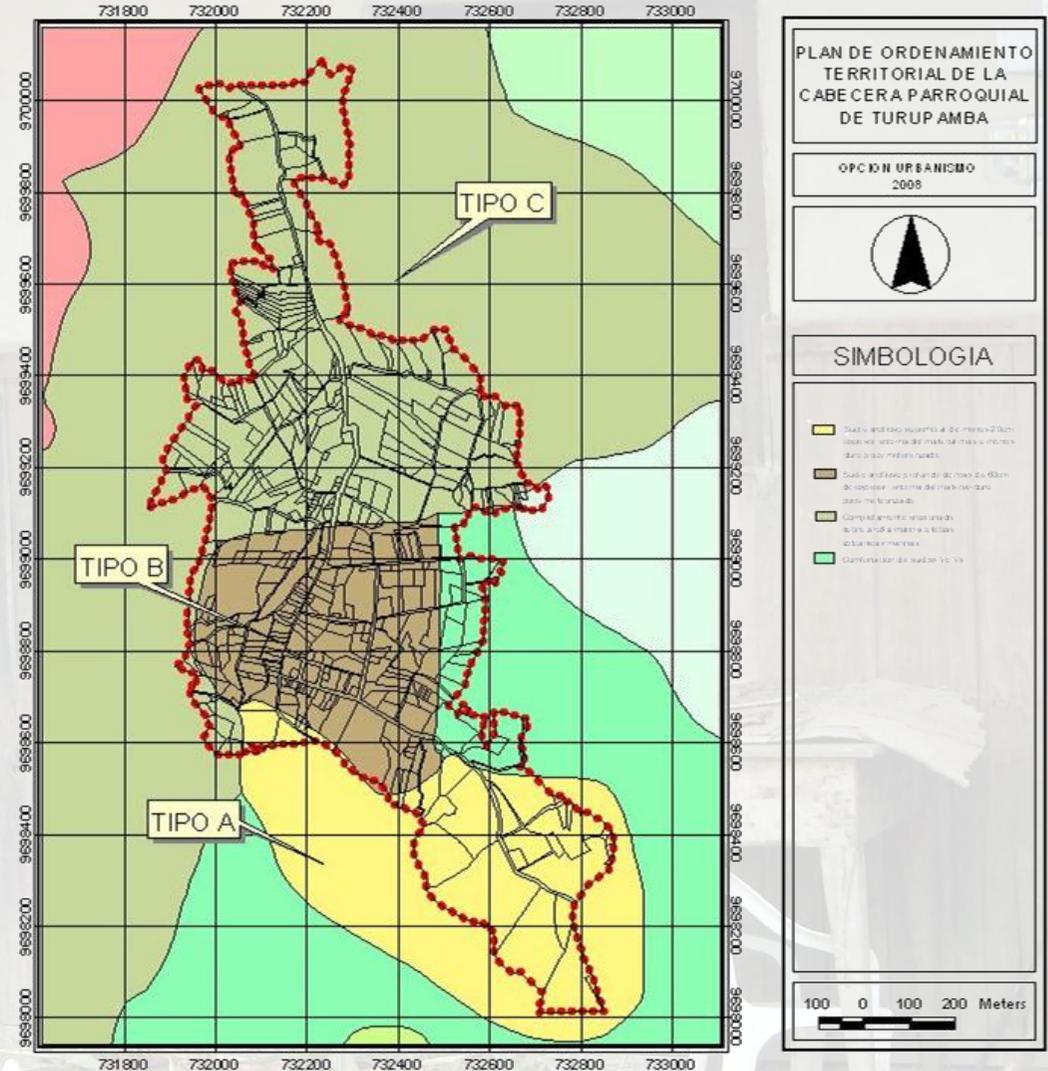
La ciencia encargada del estudio de las características de los suelos, su formación y su evolución, sus propiedades físicas, morfológicas, químicas y mineralógicas, así como su distribución. Para realizar el estudio de las características del suelo se han tomado los datos proporcionados por la CG PAUTE, estudio que ha determinado que la Parroquia Turupamba dispone de 3 tipos de suelo (ver gráfico 9.6.). La siguiente nomenclatura ha sido propuesta por el grupo de trabajo del P.O.T. Turupamba 2008.

TIPO A: Suelo arcilloso superficial menor a 20cm de espesor, sobre material más o menos duro poco meteorizado.

TIPO B: Suelo arcilloso profundo de más de 60cm de espesor sobre material duro poco meteorizado.

TIPO C: Suelo arcilloso rojo oscuro con alto contenido de cationes de cambio.

**GRAFICO N°9.6** CARACTERÍSTICAS DEL SELO EXISTENTE EN LA CABECERA PARROQUIAL DE TURUPAMBA



FUENTE: P.O.T. de la Parroquia Turupamba 2008-2028

**e). Clima:**

El área de estudio posee un clima ecuatorial mesotérmico semi-húmedo, el mismo que es el más frecuente en las vertientes de la cordillera, en altitudes menores a 3000-3200 metros.

Los factores determinantes del clima son los siguientes:

**e.1).- Temperatura**

La temperatura presenta variaciones entre los 11,9 °C como mínima y una máxima de 16,4 °C; su temperatura media anual de 14,3 °C, hay que recalcar que no hay registros históricos que muestren temperaturas que no estén en el rango anteriormente expuesto, por lo que se puede hablar de una relativa temperatura isotérmica.

**e.2).- Precipitaciones**

Las precipitaciones máximas que se dan en el sector de estudio, generalmente se encuentran en los meses de abril con 266,7 mm y noviembre con 216,6 mm y se dispone de una precipitación mínima en el mes de agosto con 32,5 mm; razón por la cual las estaciones lluviosas marcadas registran una pluviosidad anual que varía entre 500 y 1000 mm.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> P.O.T de la Parroquia Turupamba 2008-2028

**9.3.4. Análisis de los elementos antrópicos:**

Podemos definir a la parroquia como un componente antrópico debido a que sus vías, viviendas, sembríos, justamente se está desarrollando de acuerdo a las necesidades de los moradores del sector.

**a).- Rasgos de la estructura agraria:**

La agricultura es una de las principales actividades que se desarrolla en la cabecera parroquial de Turupamba, existiendo una gran presencia de este uso a lo largo de toda el área que comprende la cabecera; la finalidad de esta actividad es la de satisfacer las necesidades alimenticias de los propietarios de los predios en donde se desarrollan estas actividades.



Se destaca de esta actividad agrícola el cultivo de maíz, motivo por el cual existe gran dedicación por parte de los habitantes hacia esta actividad existe también cultivo con fréjol, cebada, haba y arveja y grandes extensiones de alfalfa.



**b).-Población y hábitat rural:**

**b.1).-Tipología de Poblamiento**

La tipología de poblamiento que existe en la parroquia es concentrada en la cabecera y es dispersa en sus alrededores. El proceso de ocupación que presenta actualmente el área de estudio se ha generado aproximadamente desde el año de 1945, cuando se estableció la planicie frente a la capilla de La Dolorosa como centro parroquial a partir del cual se originaría dicho proceso a lo largo de las vías de conexión con el resto de centros poblados especialmente hacia los ejes norte y sur, desde entonces se ha generado el crecimiento del centro parroquial mediante la ocupación de los predios a través de elementos físico como: procesos productivos, vivienda, equipamientos y gestión.

El Plan de Ordenamiento Territorial elaboró dos tipos de encuestas en la que se determinó el área consolidada, en proceso de consolidación y suelo vacante, cuya clasificación se describe de la siguiente manera:

**Área Consolidad:** Referida a la parte central de la cabecera parroquial en donde se identifica una considerable concentración de edificaciones alrededor de la plaza central dentro de las cuales se encuentran los principales edificios que proveen de servicios tanto a la cabecera parroquial como al resto de comunidades, contando con un área de 9,42 ha representado el 10,7% del área total.

**Área en Proceso de Consolidación:** Ubicada hacia el norte y este del área consolidada, se caracteriza por un emplazamiento de viviendas con un menor nivel de concentración que el anterior en donde se puede notar una mayor presencia de espacios libres, contando con una superficie de 38,77 ha, que representan el 44,2% del área total

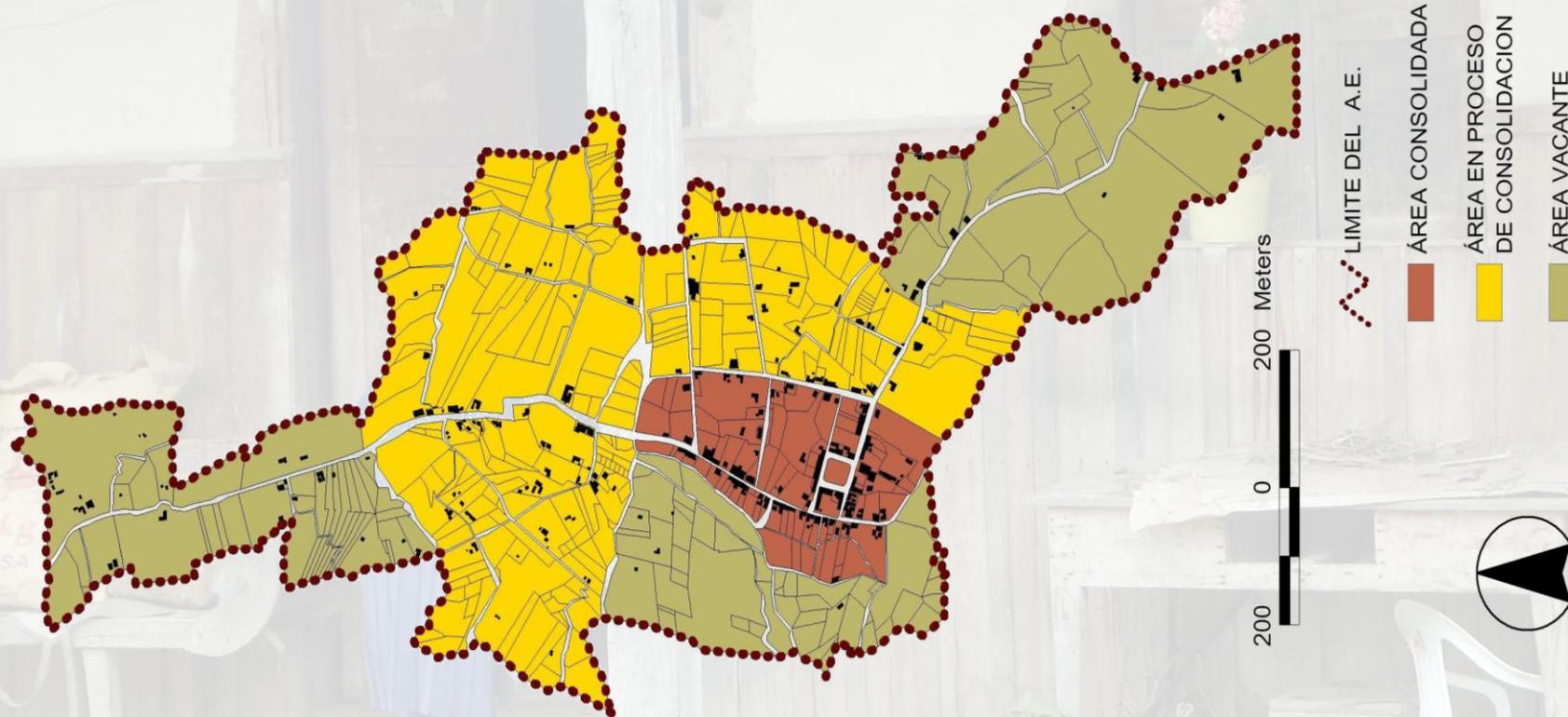
**Área Vacante:** Determinada por tres zonas en donde predomina el espacio verde frente al emplazamiento de edificaciones, localizadas a los extremos norte y sur del centro parroquial contando con un área de 39,51 m2 que representan el 45,1% del área total.

**CUADRO Nº 9.3**CABECERA PARROQUIAL DE TURUPAMBA: SUPERFICIE DE OCUPACIÓN SEGÚN ÁREAS. (NUMEROS ABSOLUTOS Y RELATIVOS)

AREAS	PREDIOS (ha)	VIAS (ha)	TOTAL(ha)
A. Consolidada	8,34	1,08	9,42
A. en Proceso de Consolidación	34,41	4,36	38,77
A. Vacante	37,87	1,64	39,51
A. TOTAL	80,62	7,08	87,7

FUENTE: P.O.T de la Parroquia Turupamba 2008-202

**GRAFICO N°9.7** CABERCERA PARROQUIAL DE TURUPAMBA: DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE OCUPACIÓN DEL SUELO.



FUENTE: P.O.T de la Parroquia Turupamba 2008-2028

GRAFICO Nº 9.8 TIPOLOGIA DE POBLAMIENTO DE LA PARROQUIA TURUPAMBA



FUENTE: GRUPO DE TESIS ESTUDIO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS TRADICIONALES EN MADERA

**b.2).-Vivienda Rural:**

La casa rural es en su mayoría una vivienda tradicional que utiliza el sistema constructivo en bahareque, sin embargo con el pasar de los años se ha ido implementando edificaciones con tecnologías modernas tales como el Hormigón y el bloque; en Turupamba a pesar de existir esta arquitectura se ha mantenido de alguna manera los rasgos morfológicos de las viviendas tradicionales como: proporción, simetría con lo cual podemos decir que existe una mimetización de la vivienda con el paisaje rural. El objetivo de nuestro trabajo es mantener esta característica arquitectónica con la conservación de los sistemas constructivos, aplicando este análisis en cualquier lugar del medio rural de la Sierra Ecuatoriana.



**c) Problemas del espacio rural:**

Se puede analizar las transformaciones del medio Rural de acuerdo a la economía de un determinado sector, la distribución de la propiedad, las migraciones y desplazamientos de población, los problemas técnicos de producción, la problemática ambiental y la cultura.

Los problemas más relevantes en la transformación del espacio rural en la Parroquia Turupamba son:

1.-Demográficos: La dispersión de la población económicamente activa hacia otras ciudades o al extranjero ha generado: un crecimiento natural negativo, disminución de actividad agropecuaria por parte de los pobladores y ha provocado el abandono de las viviendas y con ello el deterioro de las mismas



2.- Sociales: falta de infraestructura, falta de puestos de trabajo, bajo nivel de desarrollo educativo.



3.- Económicos: Pérdida de cosechas por causas meteorológicas, problemas de comercialización, dificultades en la compra y venta de sus productos.

4.- Medio ambientales: deslizamientos de tierra debido a la presencia de fallas geológicas, deterioro del paisaje natural y cultural.



#### 9.4. ZONIFICACION:

La zonificación de un proyecto debe ser la respuesta a una "Zonificación Funcional".

¿QUE ES ZONIFICAR? Es agrupar espacios que tienen actividades ó necesidades en común. Se refiere a las relaciones entre los espacios que pueden ser de dos maneras: 1) Por afinidad 2) Por complementariedad.

La zonificación es el ordenamiento de los componentes de diseño establecidos en el programa arquitectónico con base en relaciones lógicas y funcionales entre ellos.

Para zonificar se debe tomar en cuenta la síntesis del programa, tratando de cumplir en el acomodo con los requerimientos que se piden en ella.

La zonificación es una herramienta de la que no debe pasarse por inadvertida, porque es la acumulación masiva de las actividades, uso/horarios etc. para ordenar y optimizar recursos arquitectónicos.

#### 9.4.1. Zonificación de las Viviendas Rurales en la Parroquia Turupamba

En el capítulo anterior intentamos lograr una imagen de la vivienda andina en general, analizando los aspectos que han condicionado este objeto arquitectónico, encaminada a explicar las características que actualmente se dan en estas viviendas; y que hacen referencia a las funciones y ambientes, los materiales, los procesos constructivos así también como la tecnología utilizada. Información que nos ha servido como punto de partida para la planificación y diseño de la vivienda económica para el medio rural, objetivo de nuestra tesis.

El análisis realizado en lo que hace referencia a las funciones y ambientes que componen en la actualidad la vivienda rural en Turupamba; dio como resultado una casa con una dualidad que se mantiene desde épocas pasadas la cual se da en el espacio construido como espacio familiar y cerrado, y el portal como espacio social donde sus propietarios pueden inter relacionarse con la comunidad.

Durante el estudio de las edificaciones se determinó que las tipologías funcionales existentes en viviendas de un piso por lo general presentan los siguientes organigramas funcionales, los mismos que tomaremos como punto de partida para la zonificación de nuestro proyecto arquitectónico por las siguientes razones:

- Las viviendas poseen los espacios mínimos requeridos para las condiciones de habitabilidad necesarias para una familia
- Las edificaciones analizadas responden funcionalmente frente al desarrollo de las actividades diarias sus propietarios, ya que

ninguna de ellas presenta modificaciones en su estructura original, ni ampliaciones de espacios.

- La presencia de fallas geológicas en la parroquia Turupamba es un determinante importante en cuanto al diseño de la edificación en altura, para nuestro proyecto optamos por la vivienda de un piso por: condiciones estructurales, costos de obra y composición familiar que es de 3.16 miembros por familia, sin embargo en la parroquia existe un porcentaje considerable de viviendas de dos pisos.

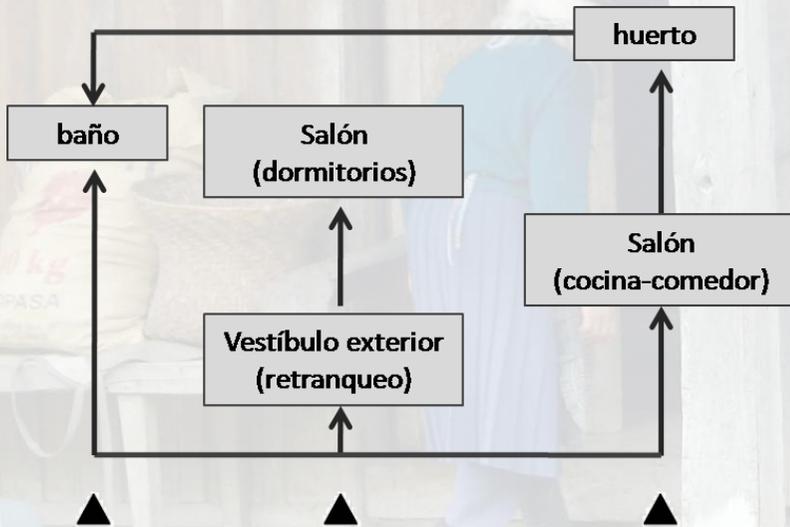
VIVIENDA TIPO 1

VIVIENDA DE 1 PISO



FACHADA PRINCIPAL DE LA VIVIENDA

ORGANIGRAMA FUNCIONAL



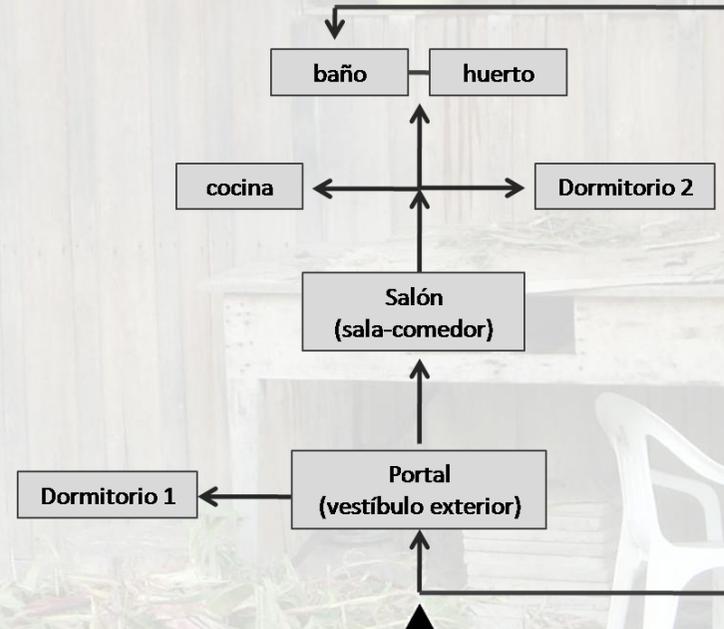
VIVIENDA TIPO 2

VIVIENDA DE 1 PISO



FACHADA PRINCIPAL DE LA VIVIENDA

ORGANIGRAMA FUNCIONAL

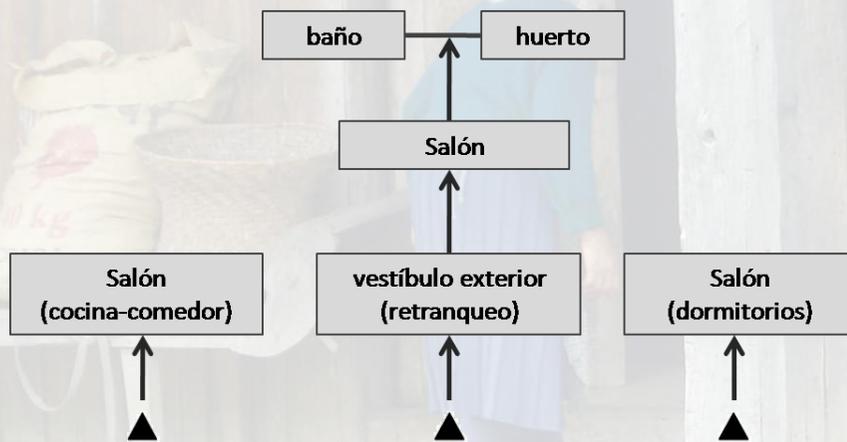


**VIVIENDA TIPO 3**  
VIVIENDA DE 1 PISO



FACHADA PRINCIPAL DE LA VIVIENDA

**ORGANIGRAMA FUNCIONAL**



**9.4.2. Zonificación del Proyecto:**

Las tecnologías constructivas tradicionales existentes en la Sierra Ecuatoriana tienen un sin número de formas de expresión como: sus texturas, sus colores, materiales, ornamento, lo que no sucede con la función espacial o zonificación de las viviendas las cuales con pequeñas variaciones mantienen las siguientes unidades habitacionales básicas: sala-comedor-cocina, dormitorios, baño exterior, soportal, es por ello que en la vivienda rural se puede encontrar fácilmente tipologías como C, T, L entre otras.

En el área de estudio se encontró 3 tipos predominantes:

Tipología 1: Planta Regular, fachada con retranqueo - acceso.

Tipología 2: Planta Regular, fachada portal externo - acceso.

Tipología 3: Planta Regular, fachada recta, acceso.

**CUADRO Nº 9.4** TIPOLOGÍAS PREDOMINANTES EN EL CENTRO POBLADO DE TURUPAMBA SEGÚN NUMERO DE PISOS.

TIPOLOGIA	Nº PISOS			TOTAL	%
	1	2	3		
planta regular, fachada con retranqueo-acceso	4	2	1	7	41,18
planta regular, portal externo-acceso	2	5	-	7	41,18
planta regular, acceso posterior	1	2	-	3	17,64
<b>TOTAL</b>				<b>17</b>	<b>100</b>

FUENTE: P.O.T. de la Parroquia Turupamba 2008-2028

### 9.4.3. Espacios Mínimos Necesarios en el Diseño de la Vivienda:

#### a).-Espacios de Transición (Zona 3):

a.1).- **SOPORTAL:** Es el elemento de transición entre el interior y exterior de la vivienda, que debido a la forma de vida del campesino, se lo utiliza como zona de trabajo para hilar, tejer, colgar los granos, desgranar, y en algunos casos hasta para secar la ropa, también sirve de área social pues ahí se reciben a las visitas e incluso de comedor, este espacio puede ser clasificado como zona social muchas veces sirve para estudiar pues al no existir suficiente luz en la vivienda se intenta aprovechar la luz natural. En definitiva es un espacio que a más de distribuir la circulación a los ambientes, constituye como nexo con el mundo externo. Los materiales utilizados en este espacio son por lo general el piso de tierra, ladrillo, las columnas son siempre de madera y la cubierta igual al resto de la vivienda.

El mobiliario constituye una banca de madera que nunca falta y que lo usa mas el forastero que el propio dueño es característico también la presencia de bancos hechos de tierra o cemento.



**b).-Espacios Exteriores (Zona 4):**

**b.1).- BAÑO:** En lo que se refiere a las baterías sanitarias son en su mayoría un elemento exterior.



**c).- Espacios Exteriores (Zona 5):**

**c.1).- HUERTO:** Es una de las principales actividades, su finalidad es la de satisfacer las necesidades alimenticias de carácter particular de los propietarios, en este mismo zona se encuentran los corrales para la crianza de animales como: cuyes, pollos, cerdos entre otros.

La ubicación de este espacio depende de la ubicación de la vivienda con respecto al terreno y de los dos con respecto al camino. Generalmente está construido con pingos y tablones de madera y en las viviendas que no existe este espacio definido, los animales se hallan sueltos a la intemperie.



**d).- Espacios Interiores (Zona 1):**

**d.1).- COCINA:** este ambiente aparte de cumplir su función específica que es preparar alimentos se la utiliza para actividades complementarias como es el comedor, y en muchas ocasiones como lugar de almacenamiento del grano (granero). El piso generalmente es de tierra; tiene en la mayoría de los casos un fogón, lo que hace de este ambiente el más abrigado de la casa y el generador de calor para los demás ambientes. Por ello la cocina se convierte en el espacio más importante de la vivienda campesina.

**d.2).- SALA o SALON:** Este espacio no es considerado como importante en el desarrollo de actividades de las viviendas rurales, sin embargo resulta necesario tener un área mínima donde se pueda realizar actividades sociales.



generalmente es una cama y nunca falta una mesa donde ponen sus cosas personales y su ropa.



**e).- Espacios Interiores (Zona 2):**

**e.1).- DORMITORIOS:** Después de la cocina el dormitorio es el segundo espacio importante dentro de la vivienda, ya que es donde las familias descansan; en cuanto a los pisos algunos son de tierra de madera o de otro material dependiendo del estatus social en cuento el área que ocupa es mínima poniendo en evidencia la incomodidad de las personas que duermen en ellas, el mobiliario que posee el usuario

## 9.5 ORGANIGRAMA FUNCIONAL DEL PROYECTO

El Organigrama funcional de la vivienda está planteado principalmente como una respuesta a la organización de los espacios requeridos en las viviendas rurales, donde se han agrupado las áreas de acuerdo a las actividades básicas como son: dormir, comer y socializar, intentando realizar un análisis de la lógica organizativa de la vivienda para aproximarnos a las concepciones espaciales con las que se construyen y utilizan.

El presente diseño se basa principalmente en la diferenciación de cinco zonas como:

**Zona 1** (sala-comedor-cocina).

**Zona 2** (dormitorios).

**Zona 3** (portal).

**Zona 4** (baño

**Zona 5** (huerto)

Según el análisis de las zonificaciones de las viviendas rurales en la Parroquia Turupamba se determinó que:

**ZONA 1:** ocupa un solo ambiente sin tabiques divisorios, sin embargo en la actualidad los propietarios han ubicado la cocina en la parte posterior de la vivienda en un bloque nuevo y totalmente separado de la estructura original.

**ZONA 2:** Los dormitorios básicamente ocupan un solo ambiente este está dividido únicamente por muebles como guardarropas, la mayoría de estos espacios tienen el acceso directo desde la calle, seguramente por qué en tiempos atrás fueron utilizados como bodegas.

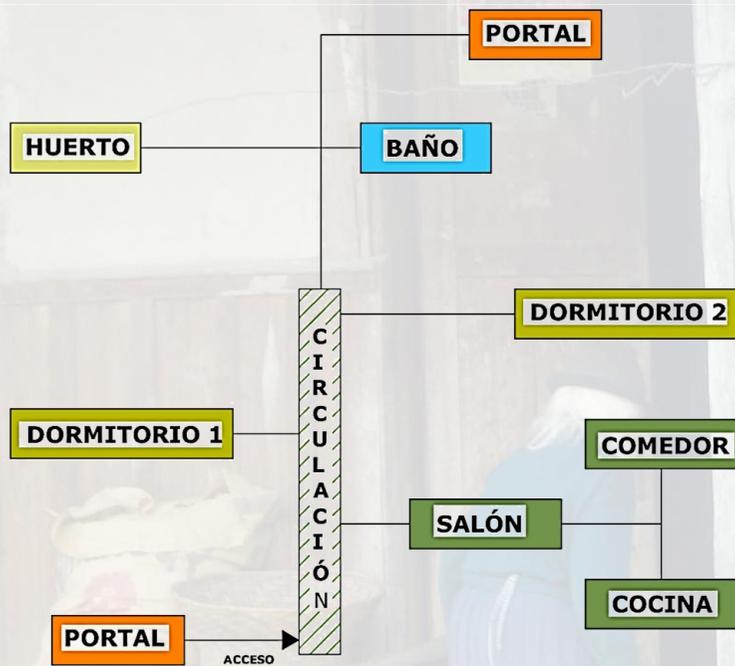
**ZONA 3:** La mayoría de las edificaciones no hacen uso de portales más bien presentan un pequeño retranqueo en la parte frontal – central de la fachada, convirtiéndose este como una especie de vestíbulo.

**ZONA 4:** el baño por falta de canalización en aquella época se encuentra localizado en la parte externa de la vivienda esta puede encontrarse en la parte posterior a una distancia inapropiada o lateral del inmueble.

**ZONA 5:** El huerto un espacio exterior que está ubicado en todos los casos en la parte posterior de la vivienda.

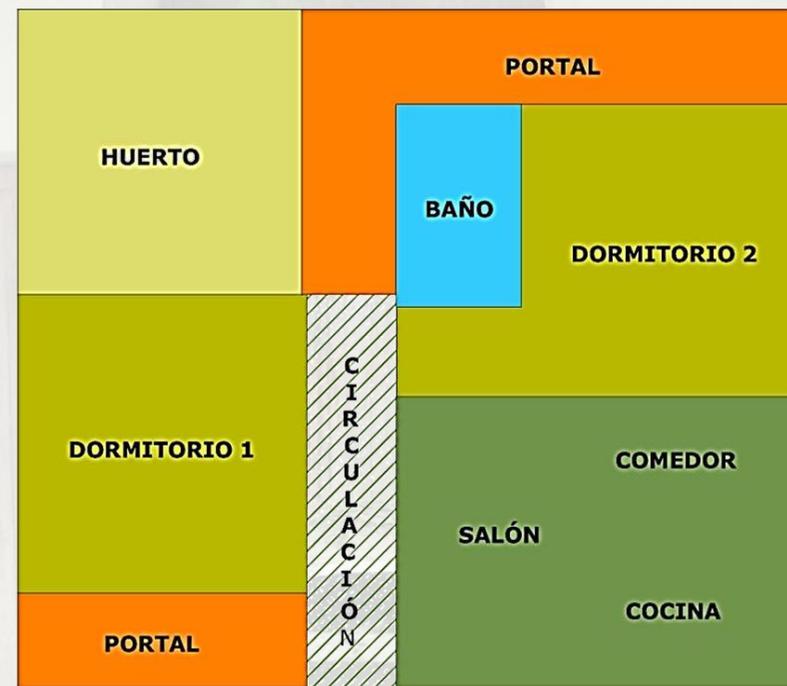
Partiendo de este estudio nuestro proyecto pretende absorber las ventajas y desventajas en la ubicación de los espacios, y mejorarlos en el caso de que sean necesarios sin alterar el modo de vida de sus propietarios, ya que la mayoría de las edificaciones registradas no presenta alteraciones considerables, esto demuestra que sus zonificaciones han respondido al desarrollo humano.

ZONIFICACION PROYECTO



- área social cerrada
- área de descanso
- área social abierta
- área de ss hh
- área de cultivo
- área de circulación

ORGANIGRAMA FUNCIONAL



ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

## 9.6. MODULACION:

La modulación es la organización dimensional en una edificación; de los elementos que lo constituyen, partiendo de una medida común que los relaciona, llamada modulo.

Este módulo básico se determina en base de la medidas del cuerpo humano, uso de la edificación, materiales existentes y mobiliario que las conforman; así el modulo básico, constituye la primera medida para las magnitudes de la escala modular. El concepto actual de la utilidad del diseño modular va más allá de las relaciones estéticas o armónicas planteadas. El propósito principal, en la actividad es el obtener la máxima economía para el uso de las partes modulares.

La finalidad general del módulo es la de servir de base dimensional para los productos industriales normalizados de la edificación, de tal manera que las dimensiones de estos elementos se encuentran claramente ligados entre sí, creando así una gama que debe corresponder ineludiblemente en las necesidades de los componentes actuales.

Por ello nuestro proyecto se desarrollara en función de las características estructurales del Bahareque. Dicho Sistema está fundamentado en su estructura de madera, aprovechando el dimensionamiento de sus piezas en el mercado para su modulación.

Además nos basaremos en el análisis comparativo preliminar realizado de las viviendas de la Parroquia Turupamba con las elaboradas por el Programa de Vivienda MIDUVI.

**9.6.1. Módulo:** Es la unidad fundamental de medida del sistema modular, que controla las dimensiones de los elementos y espacios en una edificación. Además el módulo viene a ser el incremento dimensional mínimo y básico a la vez, empleado en el diseño de elementos y espacios. El módulo tiene dos características importantes: es una unidad de medida y un coeficiente numérico, es decir todas las demás dimensiones deberán ser múltiplos de este; sin importar que sean múltiplos entre ellos.

**9.6.2. Módulo Básico:** La coordinación modular basada sobre la consideración de un módulo básico y de unos multimódulos o submódulos preferentes, tiene precisamente por objeto conseguir una coordinación dimensional, que permita una construcción con el mínimo de desperdicio.

**9.6.3. Módulo De Diseño:** Cuando analizamos los componentes de una edificación como por ejemplo: la estructura, rellenos y demás elementos semejantes nos encontramos con la desventaja, de que el módulo Base, no satisface las necesidades de simplificación, por lo que se emplea el llamado módulo de diseño cuya característica esencial es ser múltiplo del módulo básico.

El módulo de diseño se caracteriza por:

- Ser múltiplo del módulo básico.
- Lograr longitudes iguales o cualquier número entero de intervalos modulares.
- El tamaño del módulo debe permitir la posibilidad de que cada componente pueda ser dispuesto en un cierto número de ubicaciones diferentes, permitiendo un mayor número de

combinaciones de armado, con el menor número de tamaños, por lo tanto: que la suma de sus magnitudes elementales pertenezca siempre a la serie, y que los términos de la serie sean integrales para adición o repetición de algunos elementos.

**9.6.4. Criterios de Diseño:**

Para el diseño es importante tener en cuenta algunos criterios al momento de preparar componentes modulares:

- La estructura portante se colocaran coincidiendo con la línea de diseño modular, a no ser que las consideraciones técnicas exijan una colocación distinta.
- Cualquier otro componente constructivo se colocaran dentro de la zona modular.
- MALLA MODULAR Y ELEMENTOS MODULARES

Hay dos caminos abiertos para el desarrollo del sistema modular:

- a) Diseño sobre una malla modular.
- b) Diseño con elementos modulares.

En el caso A, el proyecto se desarrolla sobre una malla modular y tanto las dimensiones principales como los detalles se encajan en la malla. En el caso B, en primer lugar se dimensiona cada uno de los componentes o se toma de un catálogo de proveedores y posteriormente se combinan sin tener que emplear una malla modular.

Para nuestro proyecto haremos uso de una malla modular la misma que puede estar constituida básicamente por los módulos de diseño y el módulo básico.

**9.6.5. Proceso de Modulación:**

**a).- Determinación del Módulo de Diseño:** Para la aplicación del módulo de diseño, resulta indispensable tener siempre presente el proceso constructivo en sus variables: horizontal y vertical, simultáneamente con los elementos que intervienen en la vivienda: el hombre, el mobiliario y los materiales de construcción.

**a.1).- Datos Antropométricos:** Dentro de la vivienda, el hombre al realizar sus actividades genera diferentes espacios, los que tienen incidencia en la ocupación del espacio tanto horizontal como vertical. En los siguientes cuadros se presenta los espacios generados por el hombre cuando ocupa en diferentes posiciones, estos datos han sido tomados de la Tesis “Coordinación modular aplicada a la vivienda”.

CUADRO Nº 9.4 ESPACIOS GENERADOS POR EL HOMBRE

ESPACIOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD DEL HOMBRE	
PROYECCION VERTICAL	
• Altura promedio de un hombre	1,70 m.
• Hombre con la mano levantada	2,10 m.
• Altura óptima para trabajo y consumo	0,80 m.
• Altura óptima para sentarse	0,40 m.
• Altura de una cama y otro elemento de descanso	0,40 m.

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE ESPACIOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD DEL HOMBRE  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

CUADRO Nº 9.5 ESPACIOS GENERADOS POR EL HOMBRE

ESPACIOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD DEL HOMBRE PROYECCIÓN HORIZONTAL	
• Hombre de pie	0,40x0,50 cm
• Hombre sentado	0,70x0,50 cm
• Hombre sentado en butaca	0,80x0,70 cm
• Hombre de pie con las piernas separadas	0,40x0,90 cm
• Hombre caminando	0,80x0,90 cm
• Dos hombres de pie	0,90x0,50 cm
• Dos hombres de pie uno al lado del otro	0,40x100 cm
• Tres hombres de pie uno al lado del otro	0,40x150 cm
• Hombre con los brazos abiertos	170x170 cm
• Hombre en la cama	200x0,90 cm
• Cama doble	200x150 cm

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE ESPACIOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD DEL HOMBRE  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

Tanto la proyección vertical como la horizontal muestran que en todas las medidas está incluido el módulo básico de 10 centímetros. Por lo tanto se puede deducir que el diseño de la vivienda puede ser dimensionado tomando como base las medidas del hombre, además del análisis conjunto de mobiliario y materiales de construcción.

**a.2).-Dimensiones Promedio del Mobiliario:**

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de medidas de los muebles utilizados en la vivienda.

Estas dimensiones al igual que en los datos antropométricos, el módulo de base 10 centímetros está contenido en todas.

CUADRO Nº 9.6 DIMENSIONES DE LOS MUEBLES

MUEBLE	TIPO	DIMENSIONES		
		LARGO	ANCHO	ALTO
CAMA	INDIVIDUAL	200 cm	90 cm	40 cm
	DOBLE	200 cm	150 cm	40 cm
VELADOR		40 cm	40 cm	60 cm
GUARDARROPA		VARIABLE	60 cm	VARIABLE
MUEBLE DE COCINA		VARIABLE	60 cm	90 cm
LAVAPLATOS	COCINA	90 cm	50 cm	90 cm
SILLA		40 cm	40 cm	40 cm
MESA	4 PERSONAS	120 cm	90 cm	VARIABLE
INODORO		70 cm	60 cm	40 cm
LAVABO		40 cm	40 cm	80 cm
LAVANDERIA		90 cm	60 cm	80 cm
SILLON (sala)	3 PERSONAS	180 cm	60 cm	40 cm
SILLON (sala)	1 PERSONA	60 cm	60 cm	40 cm

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE ESPACIOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD DEL HOMBRE  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

**a.3).- Materiales de Construcción y sus Dimensiones:** En el siguiente cuadro se muestra las dimensiones de las piezas de madera existentes en el mercado, datos que se han obtenido por sondeos del grupo de Tesis en diferentes lugares de expendio de madera en la ciudad de Biblián. Zona más próxima al área de estudio.

Cuadro Nº 9.7. PIEZAS DE MADERA EN EL MERCADO

NOMBRE DE LA PIEZA	DIMENSIONES		
	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)
TABLAS	2,40-4,00	0,20-0,30	0,25
TABLONES	2,40-4,00	0,20-0,30	0,50
DUELAS	2,40	0,12	0,20
VIGAS	4,20-5,00	0,10	0,06
TIRAS	2,40-4,00	0,08	0,25
LISTONES	3,00	0,04-0,07	0,04
TIRANTES	2,00	0,20	0,10

FUENTE: DEPOSITOS DE MADERA EN LA CIUDAD DE BIBLIAN  
ELABORACIÓN: GRUPO DE TESIS

**b).- Dimensionamiento del Módulo Básico**

Luego del análisis realizado en cuanto a modulación para determinar el modulo básico de nuestro proyecto se tomó en cuenta los siguientes aspectos se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

**1).- Rango de medidas constructivas**

El rango para las medidas constructivas se las considero de 0.90 m como mínima y 1.50 m. como máxima.

Donde el 0.90 metros es una medida límite para el dimensionamiento de espacios como:

Puertas: 0.90 m

Escaleras: ancho mínimo 0.90

Corredores: ancho mínimo 0.90 metros, entre otros

**2).- Tamaño del lote mínimo:**

El tamaño del lote mínimo se lo ha tomado de acuerdo al Plan de Ordenamiento territorial de Turupamba realizado en el 2008, donde luego de realizar el análisis de características del suelo se determinó los siguientes tamaños de lotes:

a).- Lote Medio: En el diagnóstico se detectó que el tipo de vivienda para el asentamiento es unifamiliar. Por esta razón se toma la superficie obtenida en el tamaño del lote por vivienda, como tamaño de lote óptimo o lote medio.

De esto se puede observar en el cuadro que las superficies a nivel de todo el poblado fluctúan entre 200 y 7800 m<sup>2</sup>, que son válidas para soportar el uso de la vivienda unifamiliar en función del tamaño del asentamiento. (CUADRO Nº 9.8)

b).-Lote Mínimo: La determinación de este tamaño de lote no permite la excesiva subdivisión del suelo y por lo tanto su uso irracional; para obtener el tamaño la superficie del lote mínimo será igual a 0.75 % de la superficie del lote medio.

c).- Lote máximo: Trata de optimizar el suelo para acoger usos urbanos e impedir la conformación de lotes extremadamente grandes que originan la ocupación extensiva del territorio y limitan las posibilidades de dotar de infraestructura a costos normales.

La superficie del lote máximo es igual a 1,25 veces la superficie del lote medio, es decir: Lote máximo= 1.25 x (Lote medio)

Cuadro Nº 9.8.TAMAÑO DE LOTES POR SECTORES MEDIO, MINIMO, MAXIMO

SECTORES DE PLANEAMIENTO	DN hab/Ha	T.S.L/viv	LOTES (m2)			FRENTE (m)		TIPO DE IMPLANTACION
			MEDIO	MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO	
San Juan	20	700	700	525	875	15	24	aislada
Alpachaca	-	-	2000	1500	2500	24	40	-
Cristo Rey - Oeste	-	-	2000	1500	2500	24	40	-
Cristo Rey - Este	-	-	2500	1800	3100	27	45	-
Cristo Rey	52	300	300	225	375	10	16	continua con retiro frontal
Zhuriray	-	-	2200	1650	2750	26	43	-
Centro Parroquial	69	350	350	260	430	10	17	continua sin retiro frontal
San Andres	-	-	2000	1500	2500	24	40	-
Uchupugro	18	1000	1000	750	1250	17	29	aislada

FUENTE: POT TURUPAMBA 2008 - 2028

Las características de la edificación permiten controlar los procesos de diseño y construcción de las futuras edificaciones, su regulación es importante en el contexto para poder seguir manteniendo el bajo

impacto paisajístico producido por el emplazamiento de edificaciones en el territorio.

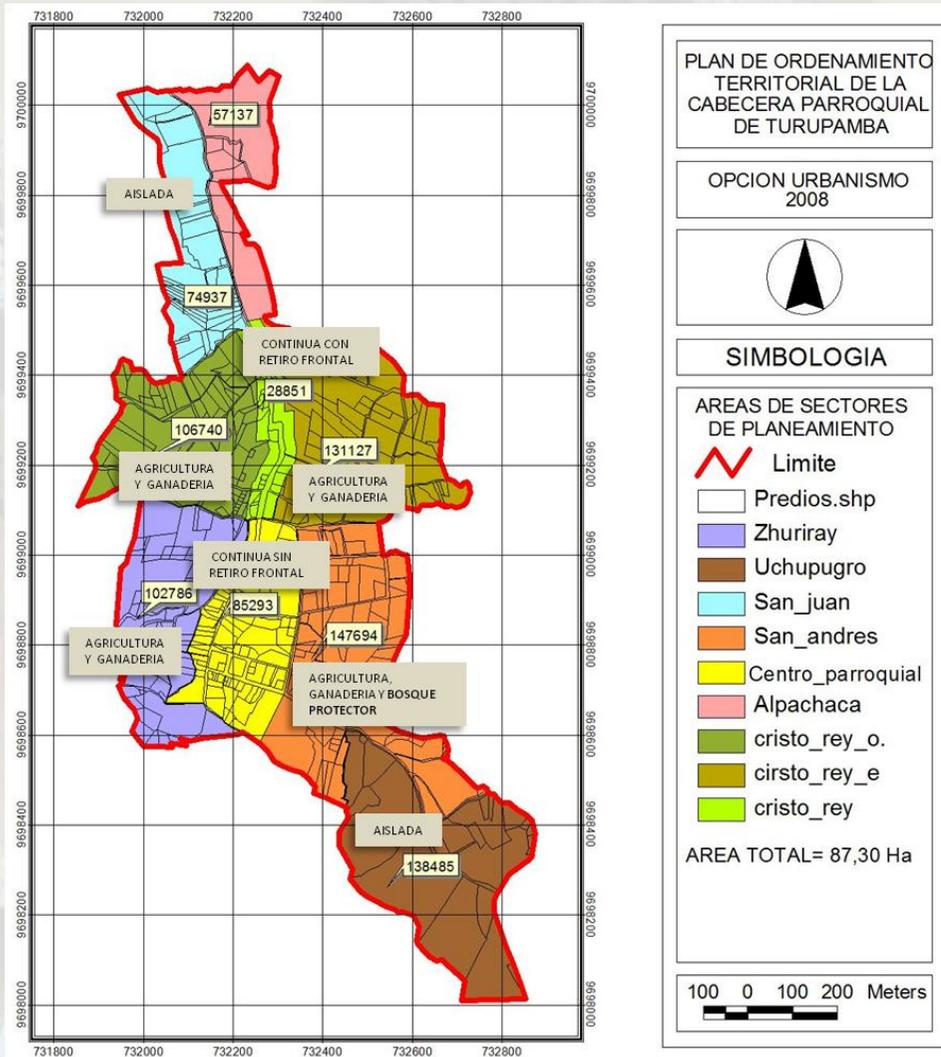
**Tipos de implantación:** La implantación de la edificación responderá a las características rurales del territorio, por lo que se mantendrá el tipo de implantación predominante en cada sector de planeamiento, a diferencia del sector de planeamiento Cristo Rey que se propone un tipo de implantación continua sin retiro frontal a lo largo de la vía, considerando las características topográficas del sector (CUADRO Nº 9.9 y GRAFICO 9.9)

Cuadro Nº 9.9.TIPO DE IMPLANTACION POR SECTORES DE PLANEAMIENTO

SECTORES DE PLANEAMIENTO	TIPO DE IMPLANTACION	OBSERVACIONES
San Juan	aislada	-
Alpachaca	-	SECTOR DESTINADO A BOSQUE SECO
Cristo Rey	continua sin retiro frontal	-
Zhuriray	-	SECTOR DESTINADO A LA AGRICULTURA Y GANADERIA
Centro Parroquial	continua sin retiro frontal	-
San Andres	-	SECTOR DESTINADO A LA AGRICULTURA, GANADERIA Y BOSQUE PROTECTOR
Uchupugro	aislada	-

FUENTE: POT TURUPAMBA 2008 - 2028

Cuadro Nº 9.10. TIPO DE IMPLANTACION POR SECTORES DE PLANEAMIENTO Y AREAS POR SECTORES



FUENTE: POT TURUPAMBA 2008 - 2028

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA CABECERA PARROQUIAL DE TURUPAMBA

OPCION URBANISMO 2008



SIMBOLOGIA

AREAS DE SECTORES DE PLANEAMIENTO

- Limite
- Predios.shp
- Zhuriray
- Uchupugro
- San\_juan
- San\_andres
- Centro\_parroquial
- Alpachaca
- cristo\_rey\_o.
- cirsto\_rey\_e
- cristo\_rey

AREA TOTAL= 87,30 Ha

100 0 100 200 Meters

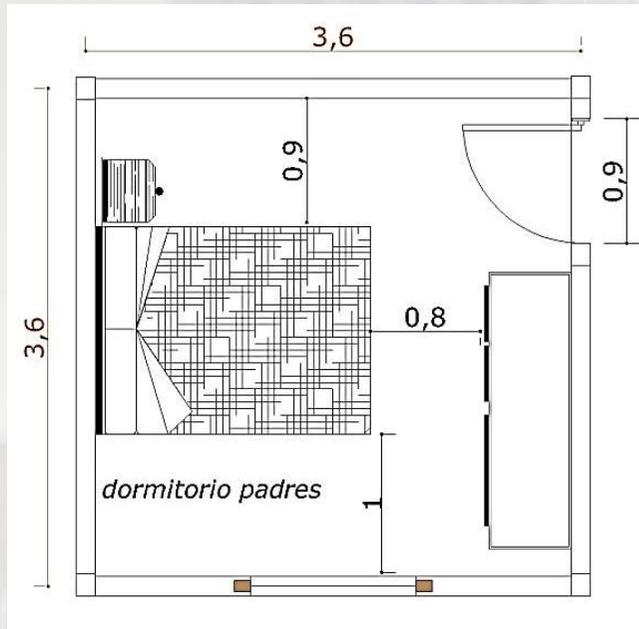
En el anterior análisis encontramos que el frente mínimo determinado para la Parroquia Turupamba según el P.O.T. es de **10 m**, de donde partiremos para el diseño de la vivienda de interés social.

3).-Funcionalidad de espacios

Según medidas antropométricas y mobiliario, Se considera el espacio requerido en una unidad habitacional, para nuestro caso el dormitorio de padres servirá como unidad base para el dimensionamiento del módulo básico.

- Dimensiones de una cama doble (1,80x2,00 m)
- Distancia pared-cama (0,90 cm) de lado a lado
- Distancia pared-cama (1,00 m) circulación
- Ancho guardarropa (0,60 cm)

Espacio requerido en una habitación de padres es **(3,60x3,60 m)**



Para nuestro caso el objetivo del módulo básico es cumplir con las dimensiones mínimas requeridas en la vivienda y estar dentro del rango de medidas constructivas, y cumplir con el tamaño de lote mínimo por lo tanto hemos tomado como módulo básico 3,60x3,60; diseño horizontal tomado en una unidad habitacional (dormitorio padres).



Luego de analizar las tres determinantes para el módulo de diseño, logramos establecer los siguientes módulos:

**7 módulos de 1.20 metros y 1 de 1.45 metros**, ya que cumplen con las tres determinantes antes mencionadas:

1. Rango de elementos constructivos: 0.90 m  $\approx$  1.50 m; ya que los dos están dentro del rango.

2. Tamaño de frente mínimo: 10 metros; de donde se halló la siguiente relación:

$$7 \times 1.20 = 8.40 \text{ metros}$$

$$1 \times 1.45 = 1.45 \text{ metros}$$

$$0.14 \text{ metros ancho de muro} = 9.99 \text{ metros}$$

**FRENTE MINIMO = 10 METROS**

3. Funcionalidad de espacios: 3.60 m x 3.60m.

La unidad habitacional que en nuestro caso es el dormitorio de padres de donde se pueden derivar los demás espacios de la vivienda es un súper módulo de 1.20 metros (unidad básica)

$$1.20 \text{ m} \times 3 = 3.60 \text{ m}$$

c).- **Malla Modular:** que consiste en la agrupación de submódulos de tal manera que conforme la estructura de la planta unifamiliar.

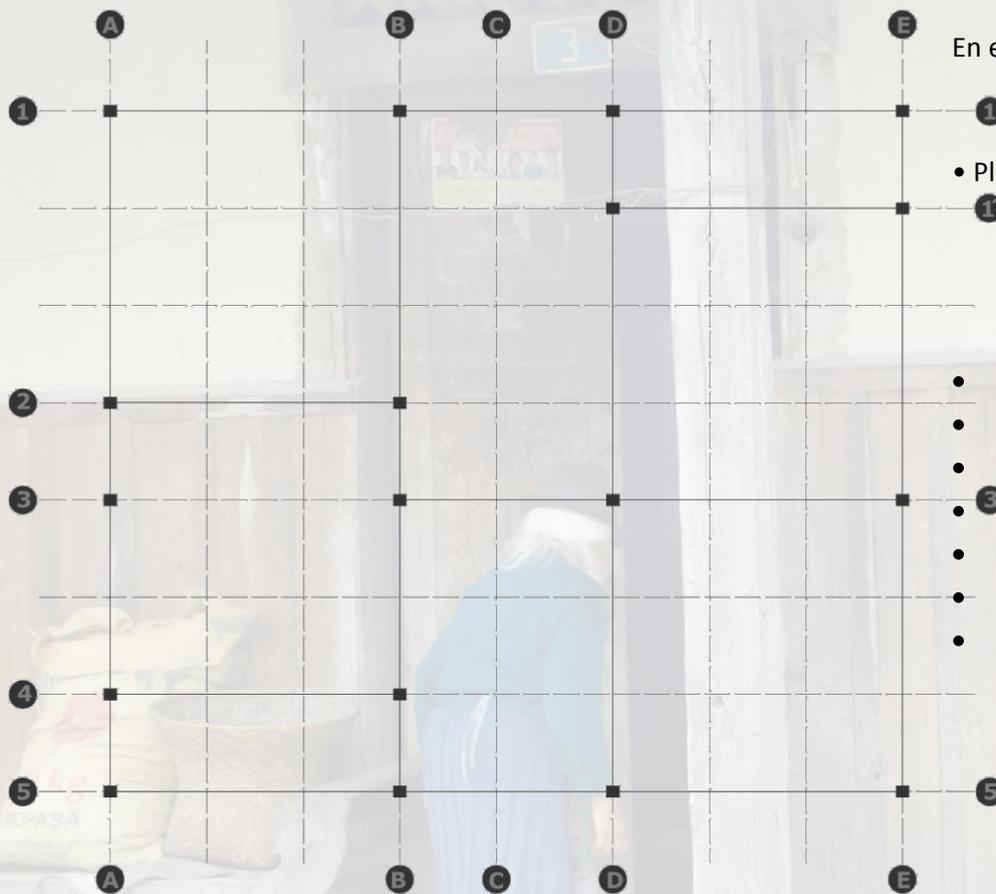
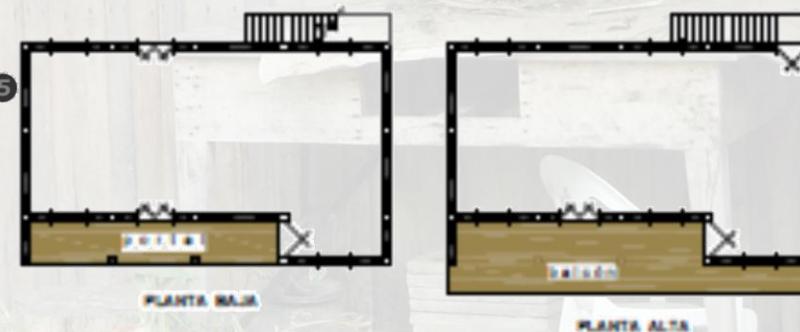
9.6.6. Tipologías Comunes en la Parroquia Turupamba:

En el área de estudio se encontró tres tipos predominantes:

- Planta regular, fachada con retranqueo-acceso, vivienda de 2 pisos.

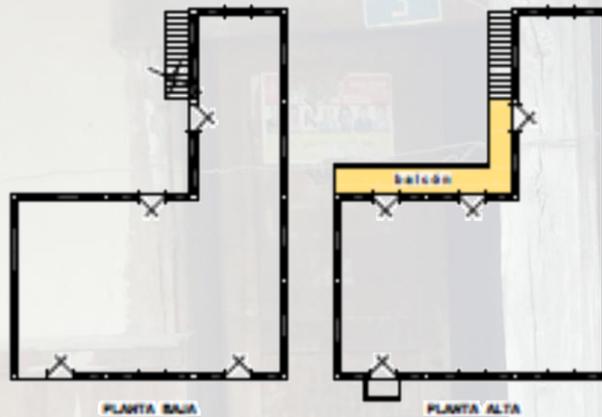


- Planta regular, portal externo acceso, vivienda de 2 pisos.



- Malla modular 1,20 m ■
- Malla modular 1,45 m ■
- Módulo diseño horizontal 3,60 m ■■■
- Módulo diseño vertical 2,40 m ■■

- Planta regular, fachada recta, acceso posterior, vivienda de 2 pisos en terreno con pendiente.



Cuadro N° 9.11: TIPOLOGIAS PREDOMINANTES EN LA PARROQUIA TURUPAMBA

TIPOLOGIA	N° PISOS			TOTAL	%
	1	2	3		
planta regular, fachada con retranqueo-acceso	4	2	1	7	41,18%
planta regular, portal externo-acceso	2	5	—	7	41,18%
planta regular, acceso posterior	1	2	—	3	17,64%
<b>TOTAL</b>				<b>17</b>	<b>100%</b>

FUENTE: ENCUESTA INVENTARIO PATRIMONIAL 2008-GRUPO DE TRABAJO OPCION URBANISMO 2008.  
ELABORACION: GRUPO DE TESIS

La interrelación de los módulos constituye lo que generalmente llamamos forma que es la constitución de todos los elementos

visuales, es una figura de tamaño, color y textura, en nuestro caso la interrelación de los submódulos se da por toque es decir que los módulos se acercan y comienzan a unirse.

Esta agrupación en nuestro caso tiene una disposición cuadrada rectangular que se da cuando los módulos ocupan cuatro puntos entre sí formando un cuadrado o rectángulo. Este concepto es la base para determinar la tipología cuadrada en nuestra vivienda unifamiliar de un piso.



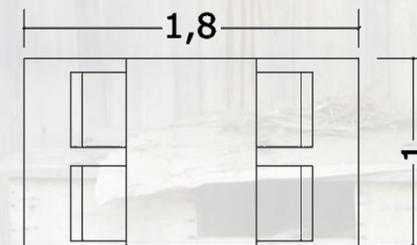
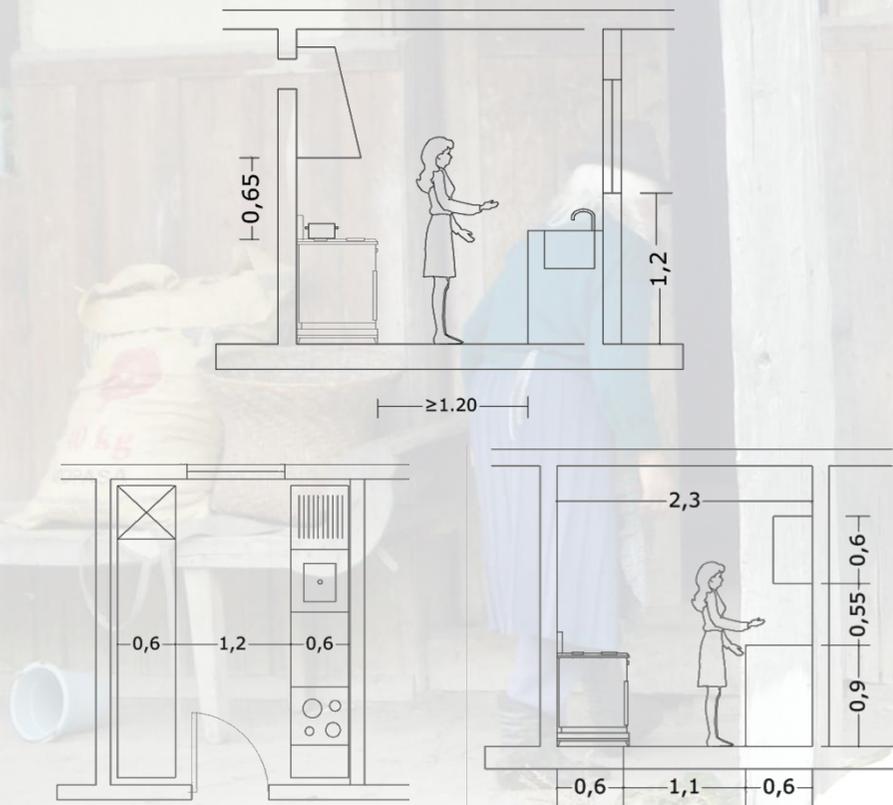
**9.6.7. Dimensiones Requeridas para Espacios habitacionales:**

El dimensionamiento de los espacios lo tomaremos más bien como una comprobación del módulo básico de 3.00x3.00 mts, analizando las áreas mínimas requeridas para los espacios, los datos serán tomados de libro "EL ARTE DE PROYECTAR DE NEUFERT".

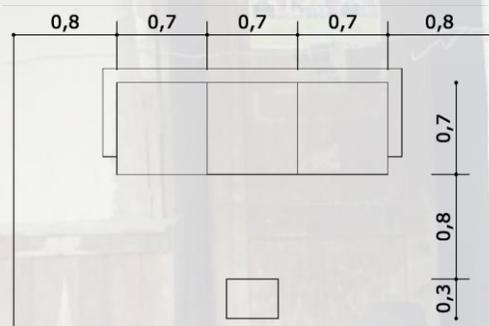
AREA REQUERIDA PARA COCINA: **AREA (2,30x1,80 INCLUYE MESON MAS CIRCULACION)= 4,14 m<sup>2</sup>**

AREA REQUERIDA PARA COMEDOR: **AREA (3,40 x1, 80)= 6,12 m<sup>2</sup>**  
CIRCULACION DE 0,80 mts a los lados.

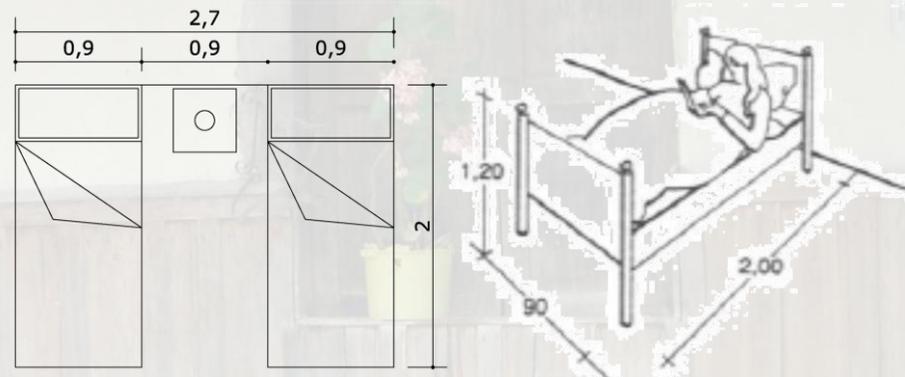
Nº de comensales	anchura cm	profundidad cm	superficie mínima
4 personas		≥ 130	2,6
5 personas		≥ 180	3,8
6 personas	≥ 180	≥ 195	3,9
7 personas		≥ 245	5,1
8 personas		≥ 260	5,2



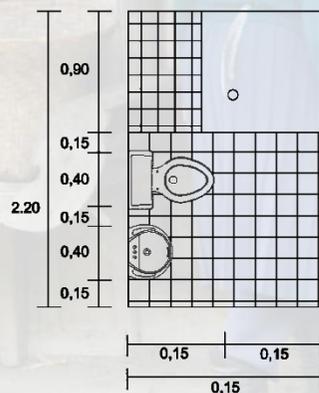
AREA REQUERIDA PARA SALA: **AREA (3,70 x1, 90)= 7,03 m<sup>2</sup>**



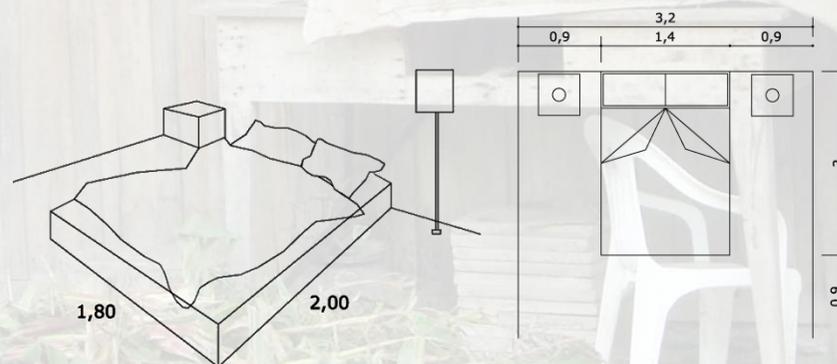
AREA REQUERIDA PARA DORMITORIO DOBLE: **AREA (3,00 x3,50)= 10,50 m<sup>2</sup>**



AREA REQUERIDA PARA EL BAÑO: **AREA (2,20 x1, 45)= 3,19 m<sup>2</sup>**



AREA REQUERIDA PARA DORMITORIO DE PADRES: **AREA (2,70 x3,50)= 9,45 m<sup>2</sup>**



**9.6.8. Dimensiones de las piezas de Madera:** el dimensionamiento de las piezas de madera en una vivienda tradicional, ha sido resultado de la experticia de los antiguos constructores, quienes de generación en generación nos han transmitido de manera empírica una serie de normas constructivas y estándares para la edificación de aquellas viviendas que las denominamos vernáculas.

Estos conocimientos adquiridos por la gente se han ido de alguna manera tecnificando, ya que hemos comprobado su eficacia, prueba de ello son las edificaciones patrimoniales que se encuentran aún de pie a pesar del paso de los años, lo que nos demuestra que las estructuras han trabajado correctamente ante las fuerzas presentes en la naturaleza que tiende a deformarlos.

Sin embargo las nuevas tecnologías en programas de cálculo y dimensionamiento de estructuras permiten de manera eficiente el cálculo de secciones, para no caer únicamente en aseveraciones empíricas, El grupo de Tesis ha visto la necesidad de demostrar que las secciones utilizadas en el área de estudio cumplen con las secciones requeridas o por lo menos se encuentran con secciones cercanas.

El existo de un sistema constructivo consiste en que sus elementos estructurales trabajen satisfactoriamente, por lo que nosotros hemos elaborado el cálculo de una cercha y un pórtico en el punto más desfavorable de la vivienda.

La vivienda tiene una malla modular de 1.20 m, explicada anteriormente en este capítulo, de donde concluimos que la luz más desfavorable para la estructura es la de 3.60 metros indicada en el

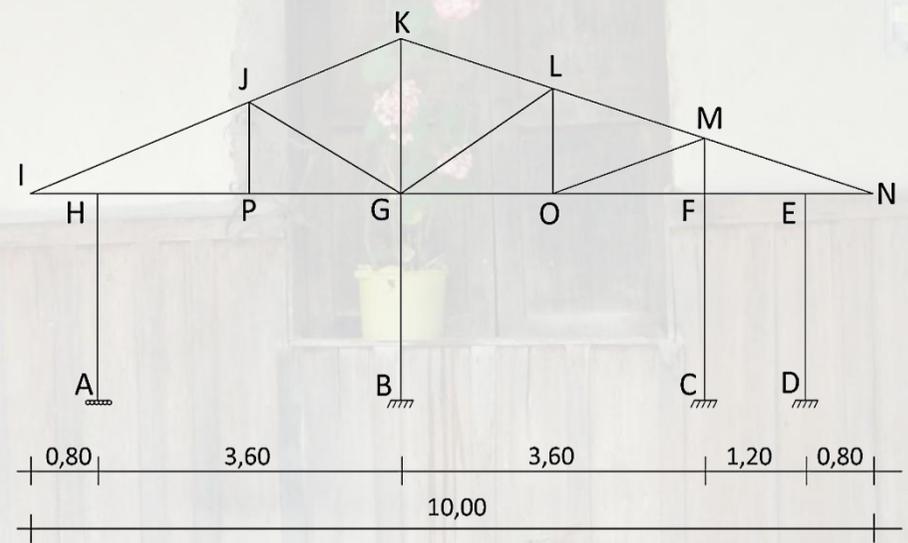
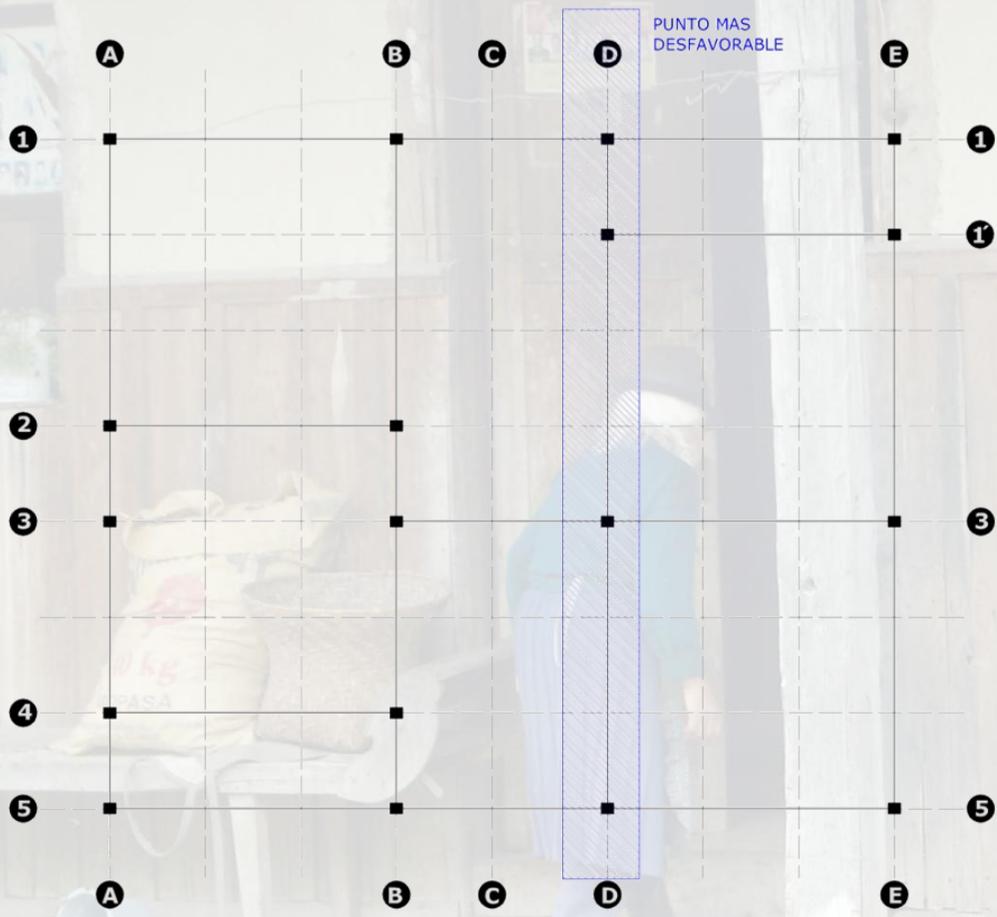
siguiente grafico; con la que se trabajó para el cálculo de la misma. Para el inicio del cálculo es importante considerar la sumatoria de cargas actuantes en la estructura como peso propio de la cubierta, peso de correas, peso de teja artesanal, cielo raso, instalaciones, carga muerta, fuerza del viento, lluvia, mantenimiento.

- Cargas utilizadas para el cálculo de las dimensiones de las piezas estructurales de madera:

Peso propio cubierta Pesada=	15,09 kg/m <sup>2</sup>
Peso de correas de madera=	5,00 Kg/m <sup>2</sup>
Peso Teja Artesanal=	17,18 kg/m <sup>2</sup>
Peso cielo Raso (entablado)=	18,00 kg/m <sup>2</sup> <sup>1</sup>
Instalaciones de Luz=	5,00 Kg/m <sup>2</sup>
Viento (Muy fuerte)=	15 m/s (de acuerdo a la zona)
Lluvia=	10,00Kg/m <sup>2</sup> (de acuerdo a la zona)
Mantenimiento=	55,00 kg/m <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Junta del Acuerdo de Cartagena, Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Carvajal S.A., Colombia, 1984

GRÁFICO Nº 9.1: PORTICO MAS DESFAVORABLE EN LA ESTRCUTURA DE LA VIVIENDA



ELABORACION: GRUPO DE TESIS

Para el cálculo de esfuerzos de tracción y compresión tanto en la cercha como en el pórtico se ha hecho uso del programa de diseño estructural SAP200, el cual nos ha arrojado los siguientes resultados:

CUADRO Nº 9.12: ESFUERZOS APLICADOS EN LOS ELEMENTOS DEL PORTICO

Elemento	Fuerza actuante	Elemento	fuerza actuante	Elemento	fuerza actuante
A-H	83,52	G-O	2048	J-P	292,78
	183,17		2048		314,58
	282,81		2048		336,38
B-G	-1564,16	O-F	-2048	K-G	-1217,29
	-1464,51		-2048		-1173,69
	-1364,87		-2048		-1130,09
C-F	-1628,3	F-E	0	L-O	0
	-1528,65		0		29,55
	-1429		0		59,1
D-E	-1230,71	E-N	0	M-F	-1950,63
	-1131,06		0		-1935,13
	-1031,41		0		-1919,63
I-H	-1230,71	N-K	0	J-G	-1433,6
	-1131,06		74,74		-1411,8
	-1031,41		149,47		-1390
H-P	1638,4	K-I	-1228,8	G-L	5734,4
	1638,4		-1303,54		5763,95
	1638,4		819,2		5793,5
P-G	-2457,6		744,46	O-M	7372,8
	-2457,6				7388,3
	-2457,6				7403,8

FUENTE: TABLA DE RESULTADOS SAP200  
ELABORACION: GRUPO DE TESIS

El objetivo de nuestra tesis es la recuperación de los sistemas constructivos tradicionales de madera, por ello hemos estudiado su procedimiento constructivo, sus elementos estructurales, sus dimensiones más comunes, etc.; tomando dicha información para aplicarla en el proyecto; sin embargo en el cuadro a continuación encontraremos las dimensiones requeridas para los diferentes esfuerzos aplicados en las piezas de madera que conforman la estructura, con el fin de tener datos técnicos que nos ayuden de alguna manera a mejorar el aspecto estructural y constructivo de las viviendas tradicionales en madera.

Con ello no queremos decir que las dimensiones de los diferentes elementos encontrados en las viviendas de la Parroquia Turupamba son incorrectas, ya que hemos podido constatar la existencia de viviendas de más de 60 años en buenas condiciones estructurales, con lo cual comprobamos su validez.

Por lo tanto las secciones empleadas en el proyecto estarán cercanas a las calculadas y además se considera las secciones utilizadas en el mercado, todo esto por cuestión de economía pero sin afectar la calidad de la estructura de la vivienda.

CUADRO Nº 9.13: SECCIONES CALCULADAS PARA LAS FUERZAS ACTUANTES

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	SECCION (cm)
COLUMNAS	16 x 18
VIGAS	16 x 18
PENDOLON	12 x 14
TORNAPUNTA	12 x 14
TOCHO	12 x 14
PARES	16 x 18

FUENTE: TABLA DE RESULTADOS SAP200  
ELABORACION: GRUPO DE TESIS

CUADRO Nº 9.14: SECCIONES UTILIZADAS EN EL PROYECTO ARQUITECTONICO

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	SECCION (cm)
COLUMNAS	14 x 16
VIGAS	14 x 16
PENDOLON	12 x 14
TORNAPUNTA	8 x 10
TOCHO	10 x 12
PARES	14 x 16

FUENTE: TABLA DE RESULTADOS SAP200  
ELABORACION: GRUPO DE TESIS

9.7. CUADRO DE ÁREAS MINIMAS Y AREAS PROPUESTAS EN EL PROYECTO:

Cuadro Nº 9.15: CUADRO DE ÁREAS MINIMAS

AMBIENTES	AREA UTIL (m2)
dormitorio padres	9,45
dormitorio doble	10,5
ss.hh	3,19
sala-cocina-comedor	17,29
<b>AREA REQUERIDA</b>	<b>40,43</b>
15% circulación	6,06
15% paredes	6,06
<b>AREA TOTAL REQUERIDA</b>	<b>52,55</b>

ELABORACION: GRUPO DE TESIS

Cuadro Nº 9.16: CUADRO DE ÁREAS DEL PROYECTO

AMBIENTES	AREA UTIL (m2)
dormitorio padres	11,93
dormitorio doble	11,93
ss.hh	2,96
sala-cocina-comedor	21,1
<b>AREA REQUERIDA</b>	<b>47,92</b>
15% circulación	7,188
15% paredes	7,188
<b>AREA TOTAL REQUERIDA</b>	<b>62,296</b>

ELABORACION: GRUPO DE TESIS

9.8. CUADRO DE CONDICIONES DE HABITABILIDAD DEL PROYECTO

Cuadro Nº 9.17: CUADRO DE ANALISIS DE CONDICIONES DE HABITABILIDAD

ANALISIS DE LA ILUMINACION Y VENTILACION POR HABITACIONES DE LA VIVIENDA EN BAHAREQUE					
CUARTO	SUPERFICIE UTIL	ILUMINACION		VENTILACION	
		SUPERFICIE RECOMENDADA 1/8	SUPERFICIE REAL	SUPERFICIE RECOMENDADA 1/15	SUPERFICIE REAL
DORMITORIO 1	11,93 m <sup>2</sup>	1.49	1.56	0,79	1.56
DORMITORIO 2	11.93 m <sup>2</sup>	1.49	1.56	0.79	1.56
SS- HH	2,96 m <sup>2</sup>	0.37	0.36	0.20	0.36
SALA COMEDOR COCINA	17,47 m <sup>2</sup>	2.18	3.12	1.16	3.12

FUENTE: ENCUESTA INVENTARIO PATRIMONIAL 2008-GRUPO DE TRABAJO OPCION URBANISMO 2008.  
ELABORACION: GRUPO DE TESIS

## CONCLUSIONES GENERALES DEL CAPITULO

El déficit de vivienda económica en el país ha sido cubierto esencialmente por los programas de vivienda tanto privados como públicos, como es el caso del MIDUVI, sin embargo estos no han sido suficientes para cubrir esta demanda.

La finalidad de este proyecto es contribuir de alguna manera a solucionar el problema de vivienda existente, en nuestro caso en la provincia del Cañar, Cantón Biblián, con una vivienda de interés social para el área rural, con condiciones de habitabilidad apropiadas para el bienestar de sus propietarios.

Por lo que el proyecto final consiste en una vivienda unifamiliar de un piso en bahareque, este diseño pretende acoplarse a diferentes condiciones topográficas y geológicas con pendientes no mayores al 10%, rango permitido para la construcción.

Más allá de la morfología también hemos considerado importante mantener las características de las edificaciones existentes como el portal hacia la calle, la forma de vanos, el zócalo enduelado, balaustrada de madera con detalles sencillos que limita el vínculo directo de la calle con la vivienda, revestimiento de teja y color, con el fin de no contrastar con las

proporciones y ritmo de las fachadas de las viviendas patrimoniales de la Parroquia.

La malla modular es el resultado de tres condicionantes tales como: ámbito constructivo, tamaño del lote mínimo y funcionalidad ambiental, por lo que el modulo básico está considerado de 1,20 metros por 1,20 metro, sin embargo por acoplamiento al frente mínimo en Turupamba (10 metros) el segundo módulo básico sería de 1,45 metros. A pesar de que los lotes de la Parroquia son extensos, esta modulación permite un crecimiento horizontal de manera que puede adaptarse a los tamaños requeridos.

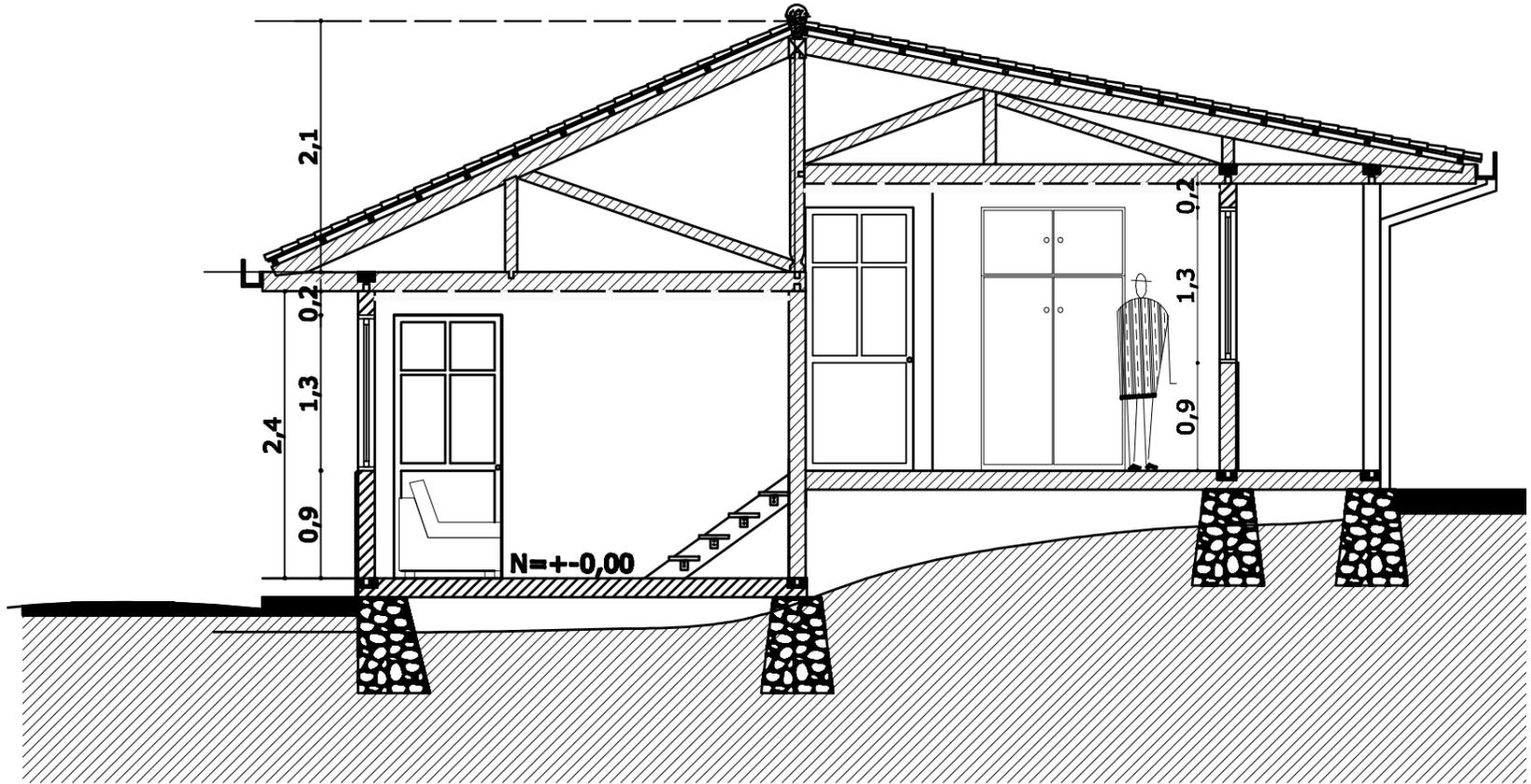
## **10. DISEÑO ARQUITECTÓNICO**

## **10.1. PLANOS ARQUITECTONICOS**

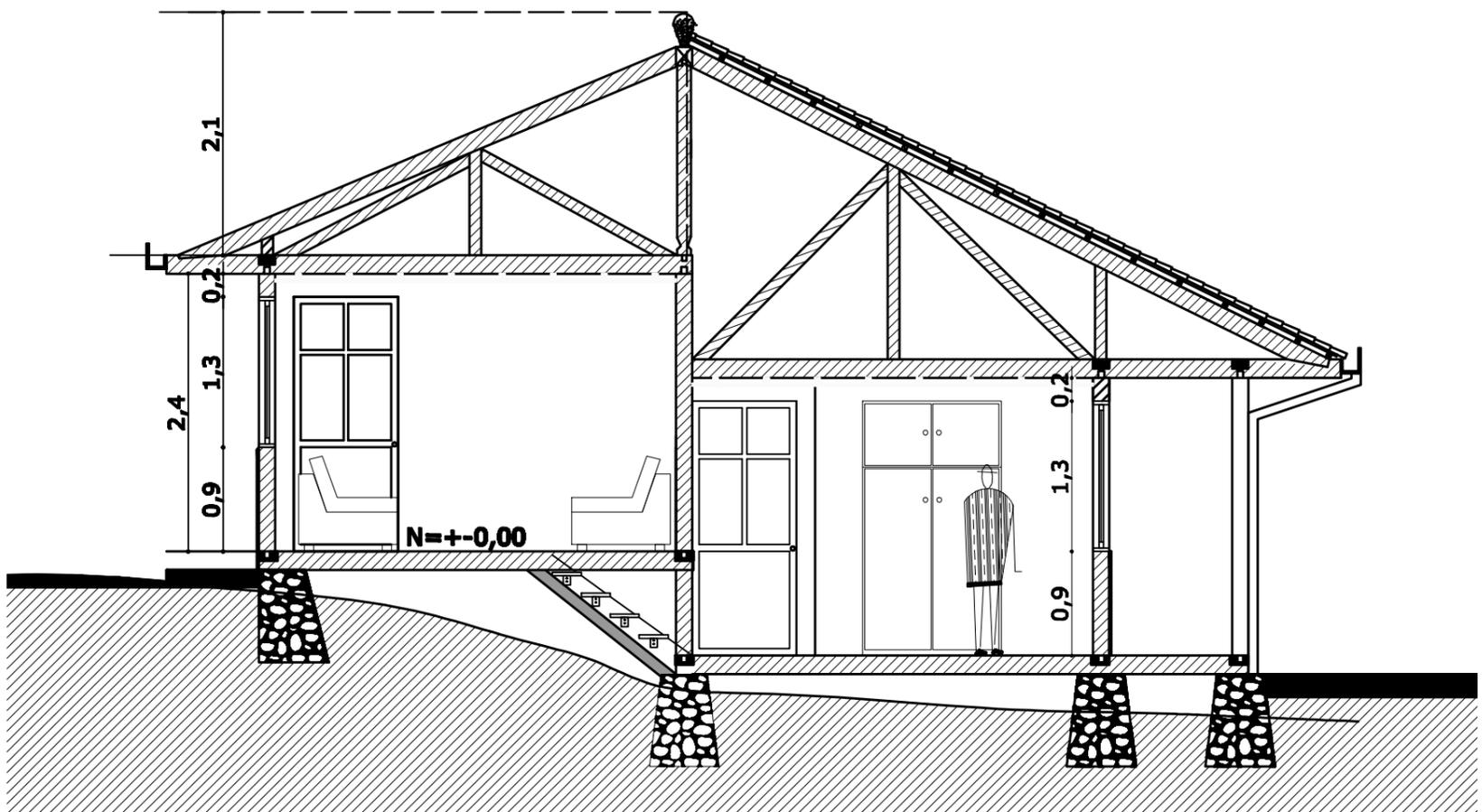


**EMPLAZAMIENTO - VIVIENDA TIPO**

**ELABORADO: GRUPO DE TESIS**



**SECCION TRANSVERSAL 2-2 PARA TERRENOS CON PENDIENTE DEL 10%**

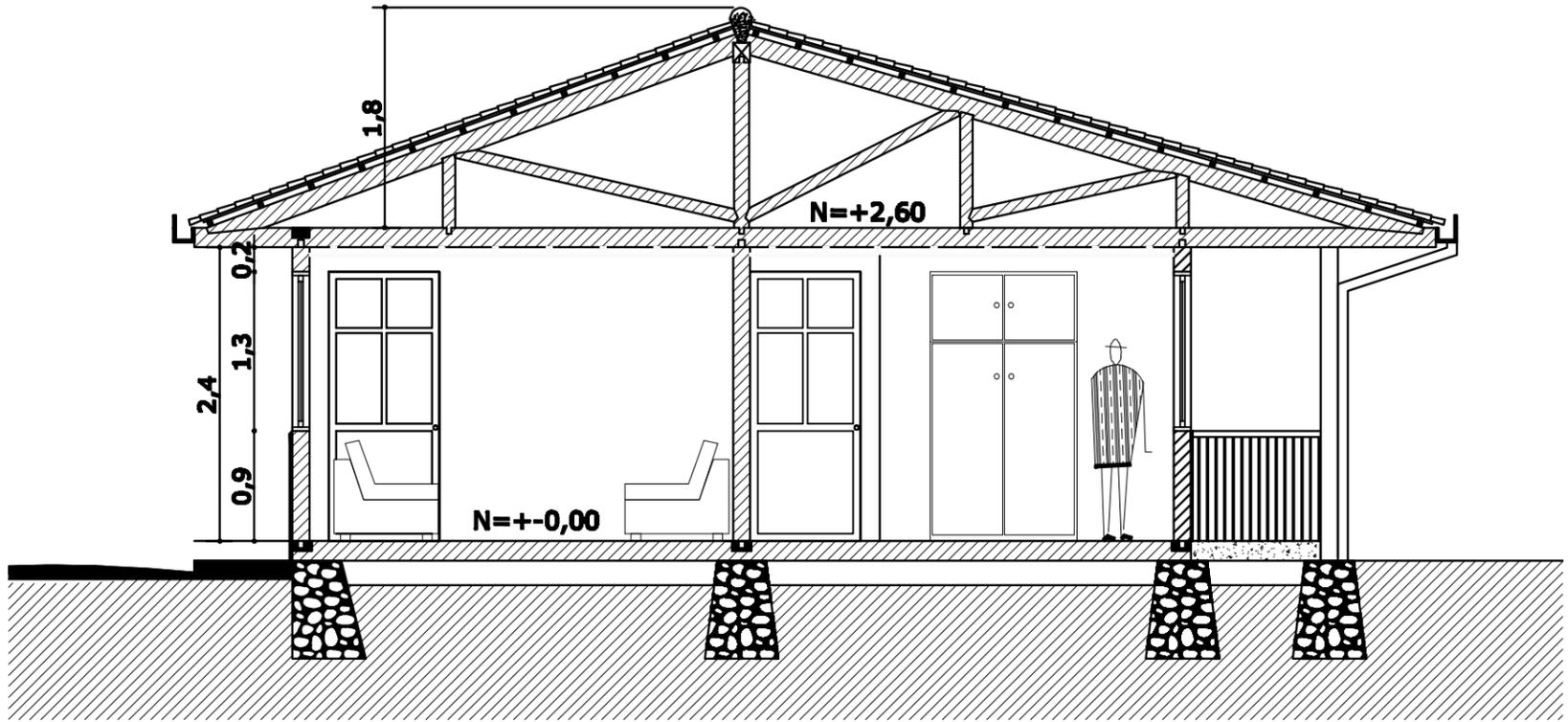


**SECCION TRANSVERSAL 2-2 PARA TERRENOS CON PENDIENTE DEL 10%**

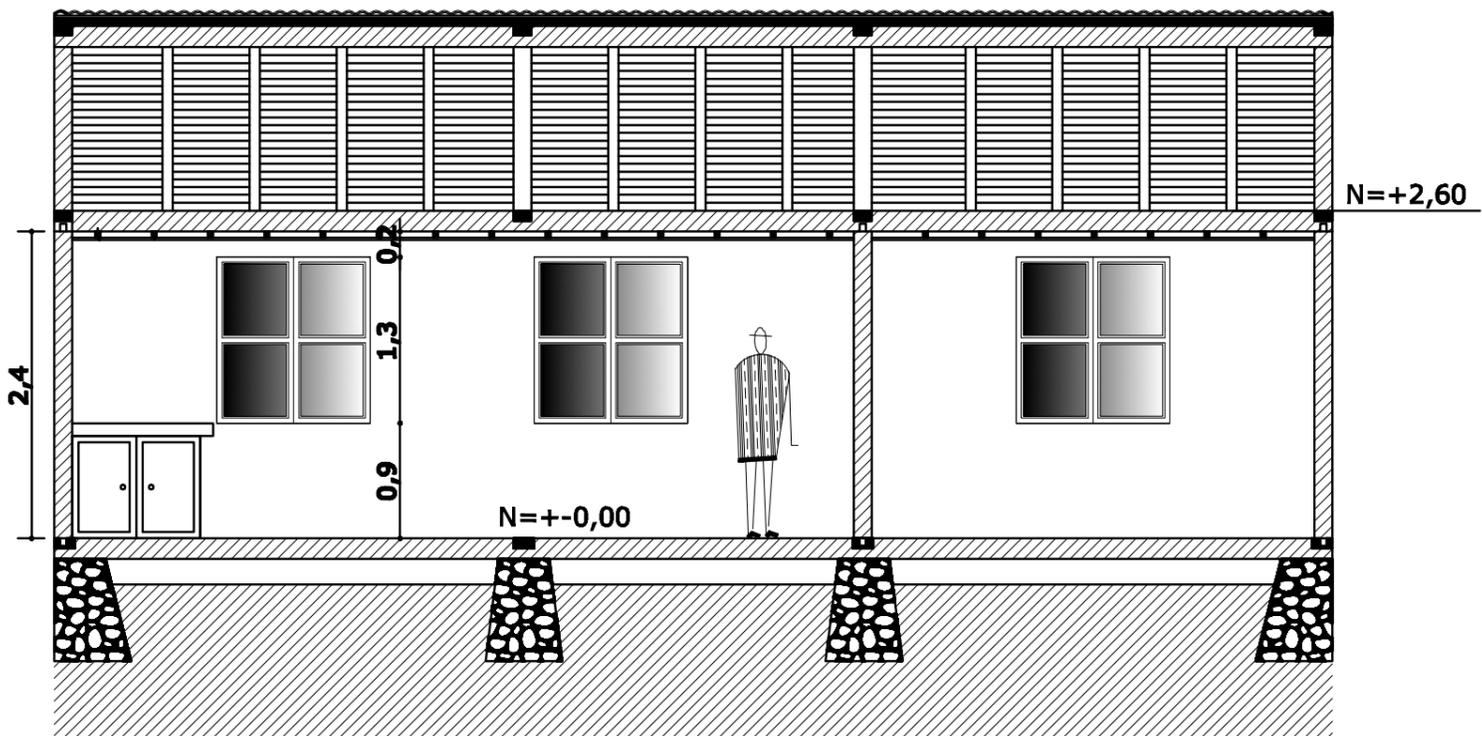
**SECCIONES TRANSVERSALES VIVIENDA TIPO PARA TERRENOS CON PENDIENTE**

**ESCALA 1:50**

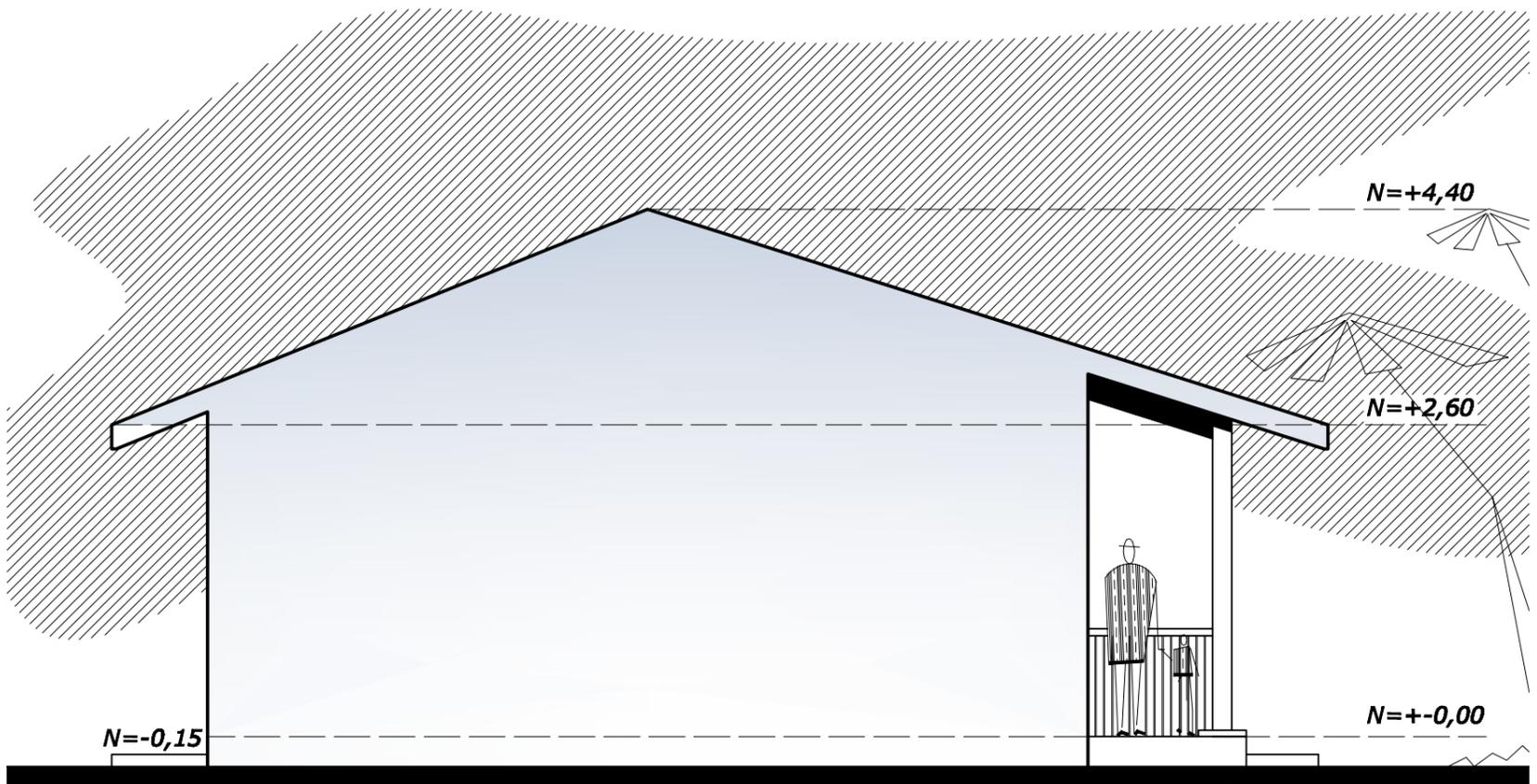
**ELABORADO: GRUPO DE TESIS**



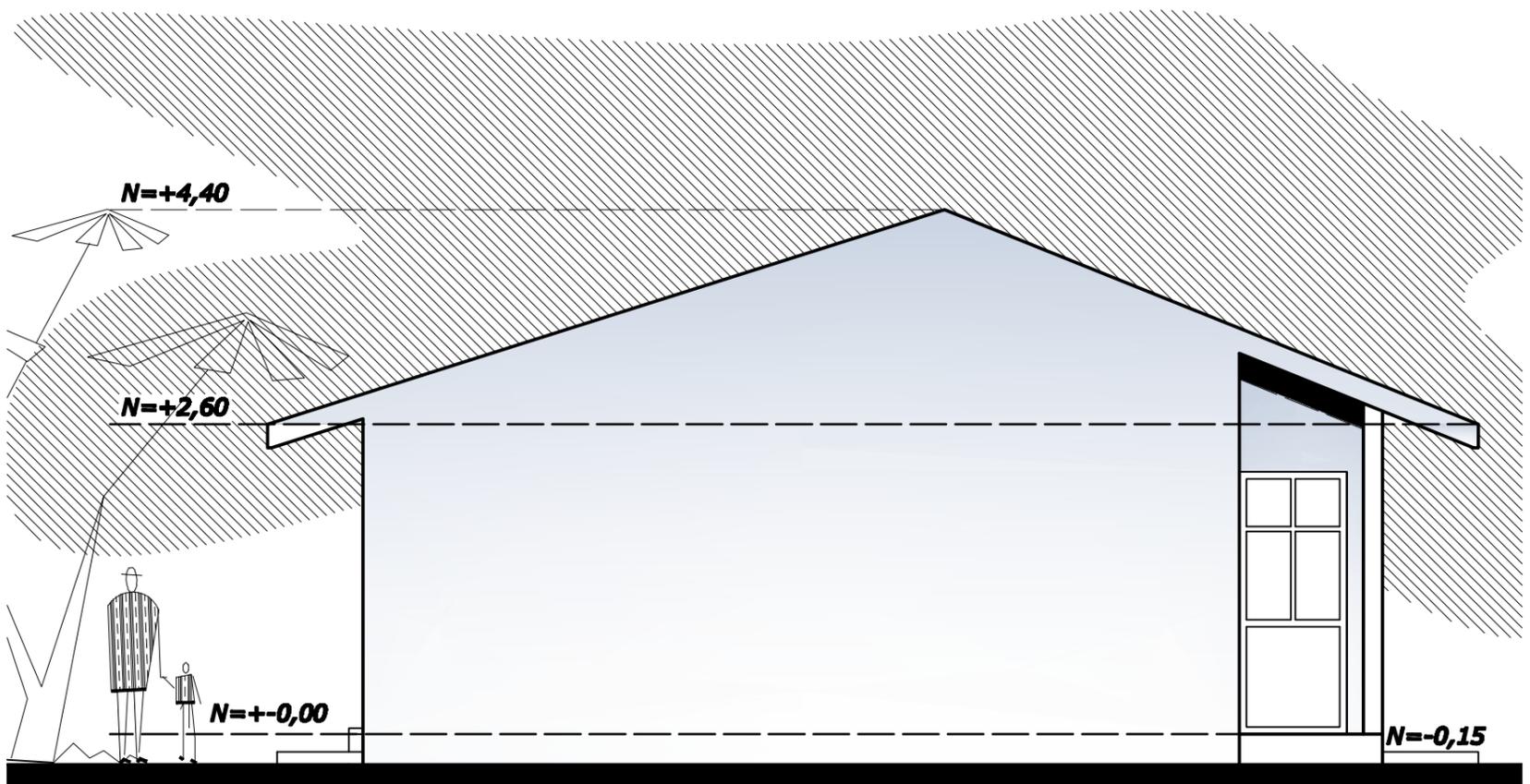
**SECCION TRANSVERSAL 2-2**



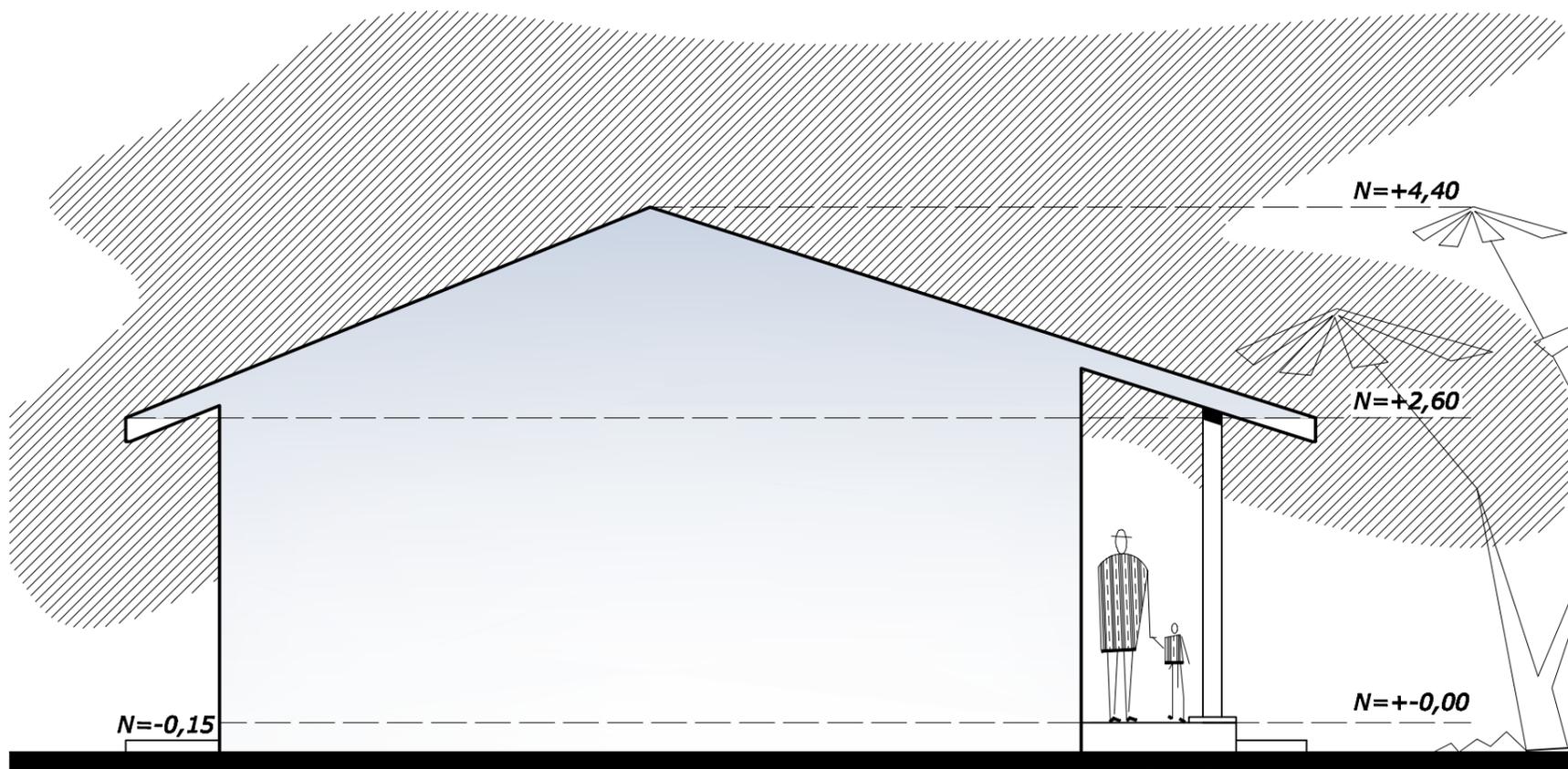
**SECCION TRANSVERSAL 1-1**



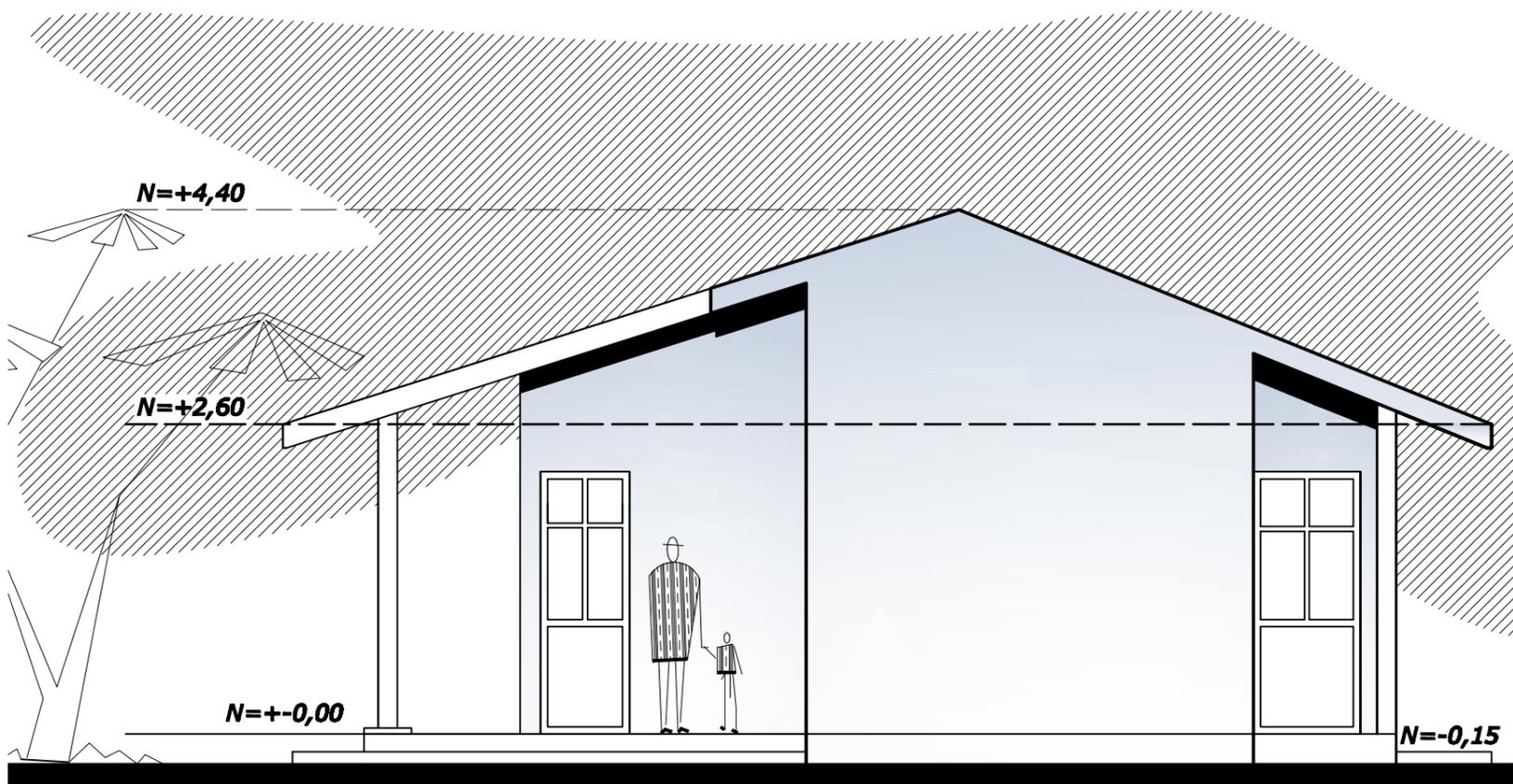
FACHADA LATERAL DERECHA



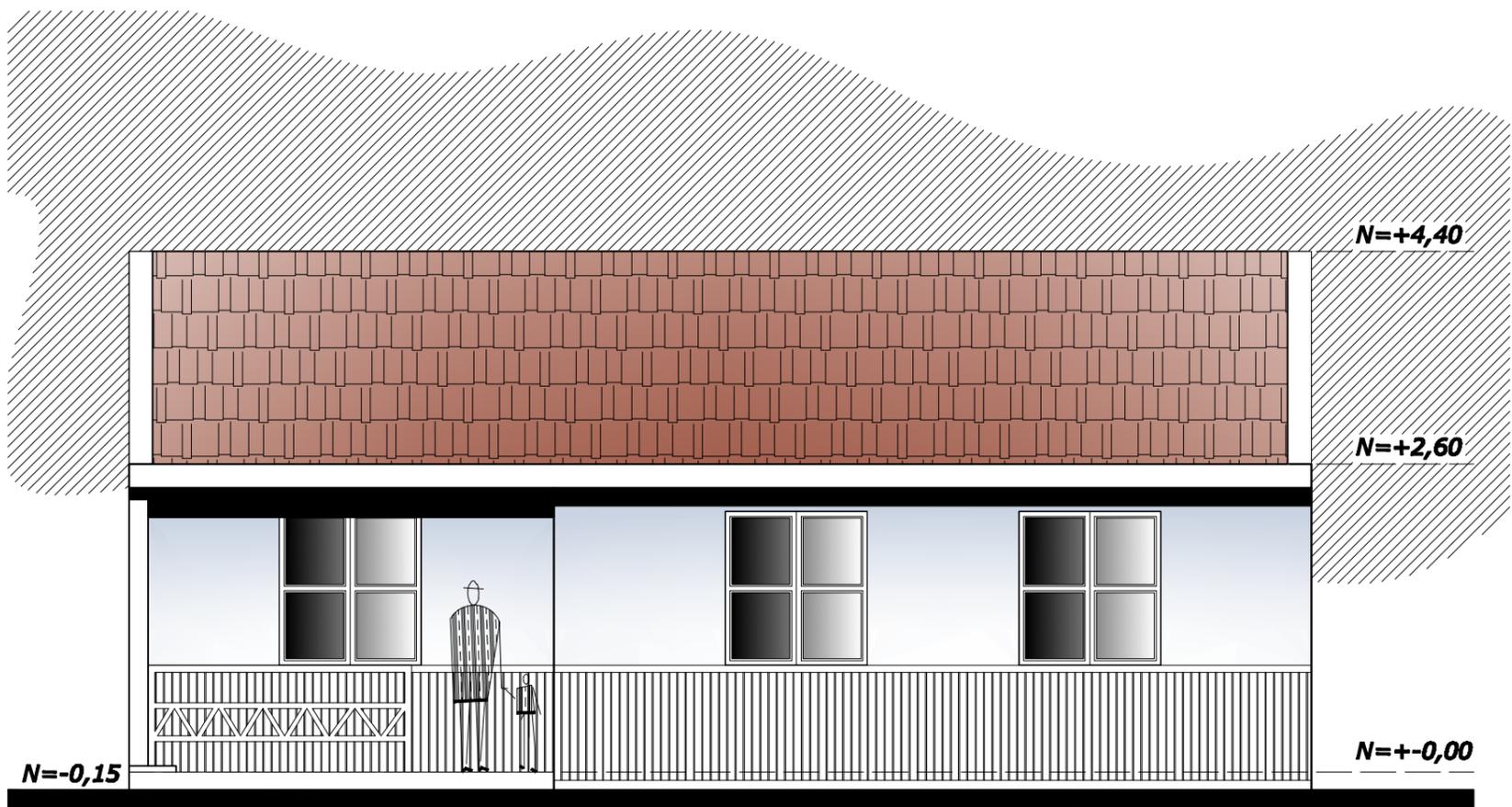
FACHADA LATERAL IZQUIERDA



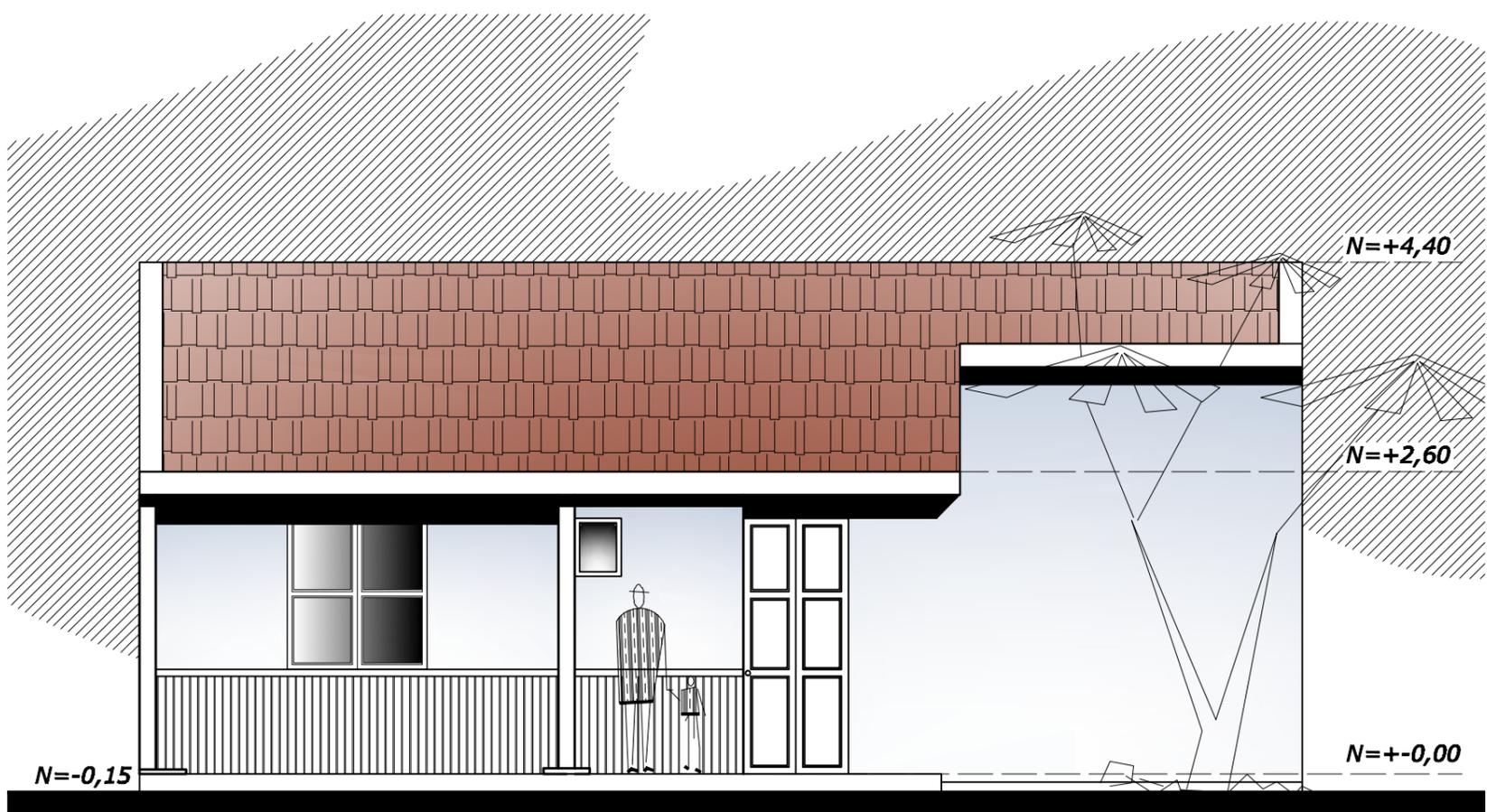
FACHADA LATERAL DERECHA



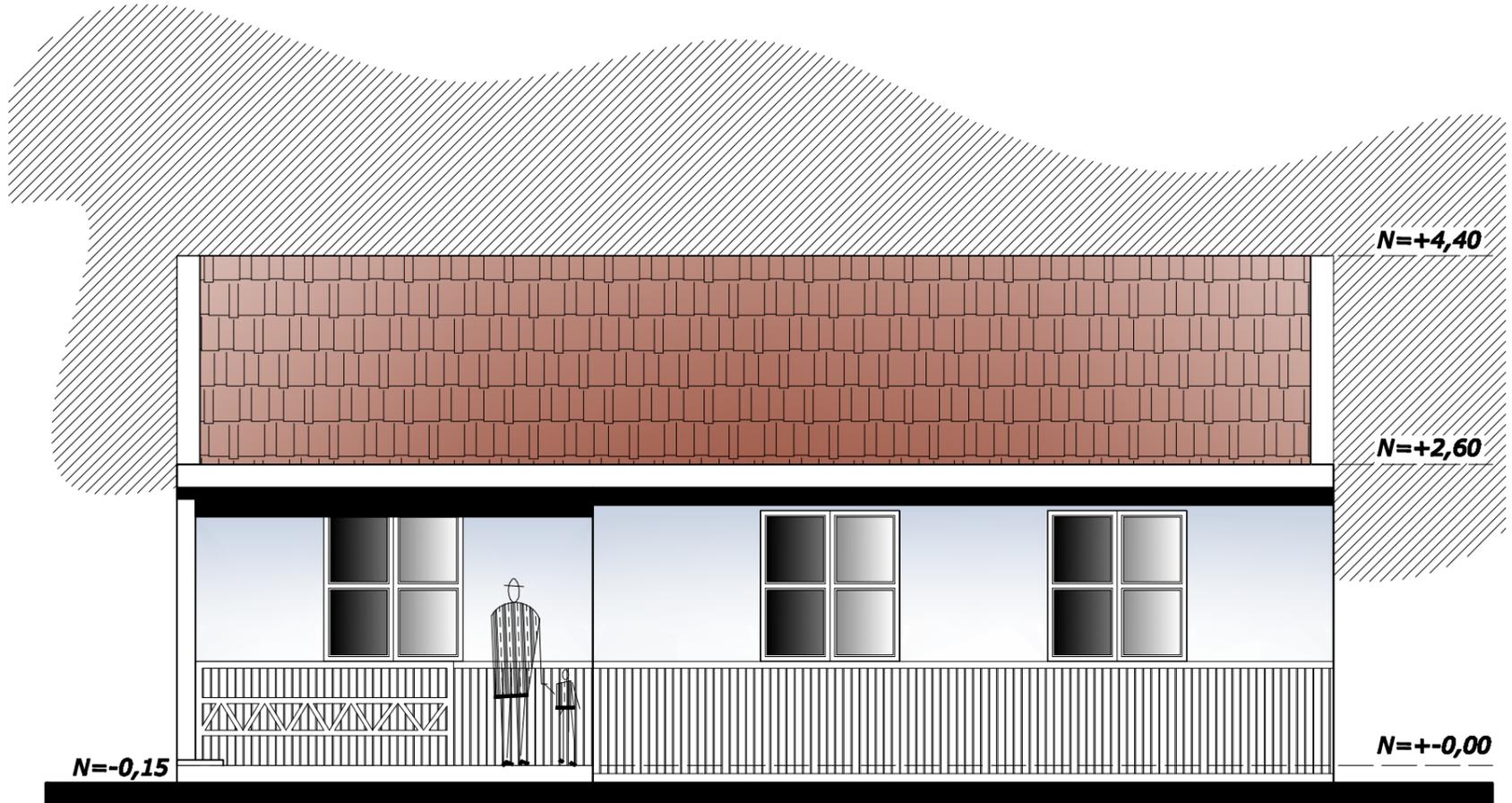
FACHADA LATERAL IZQUIERDA



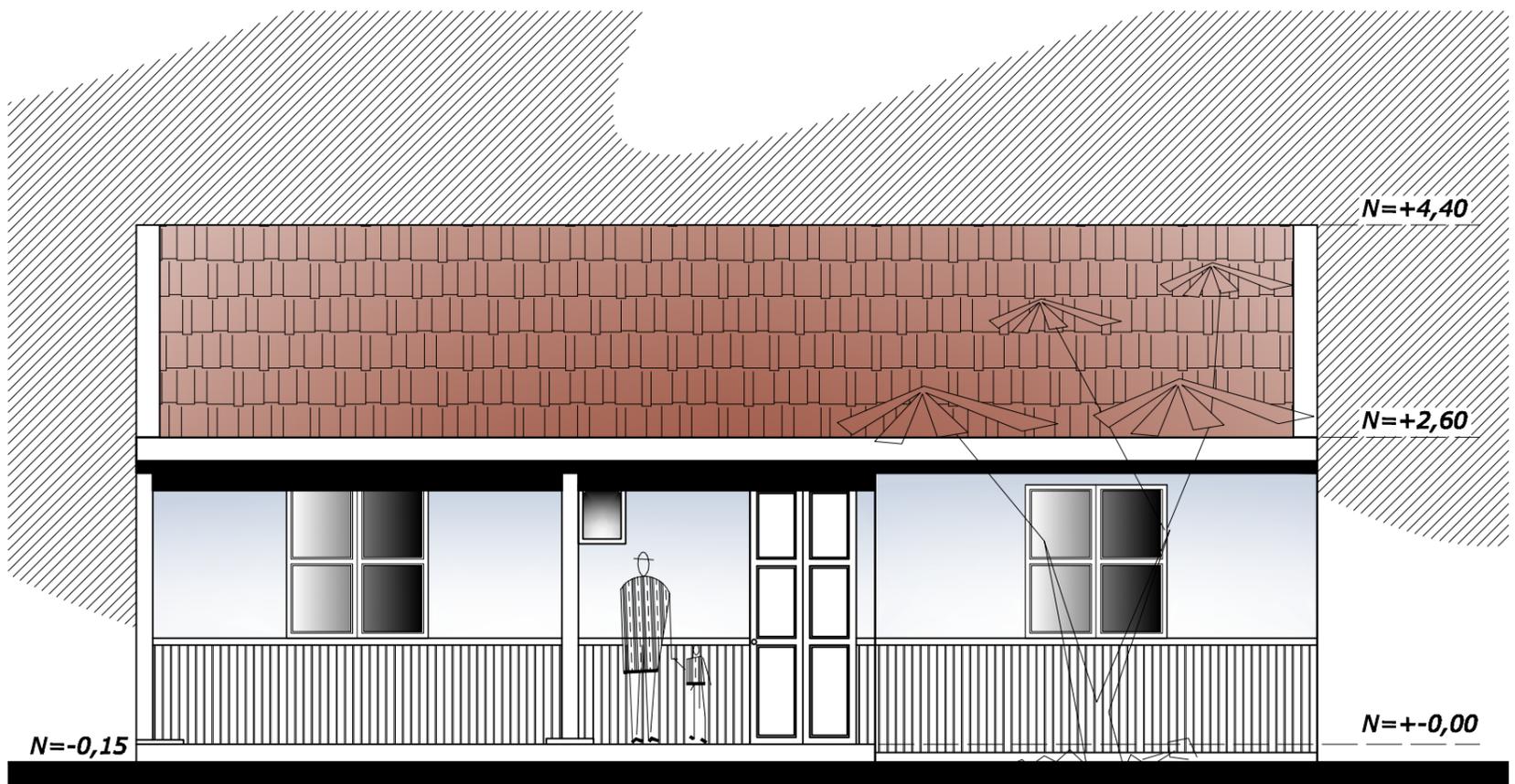
FACHADA FRONTAL



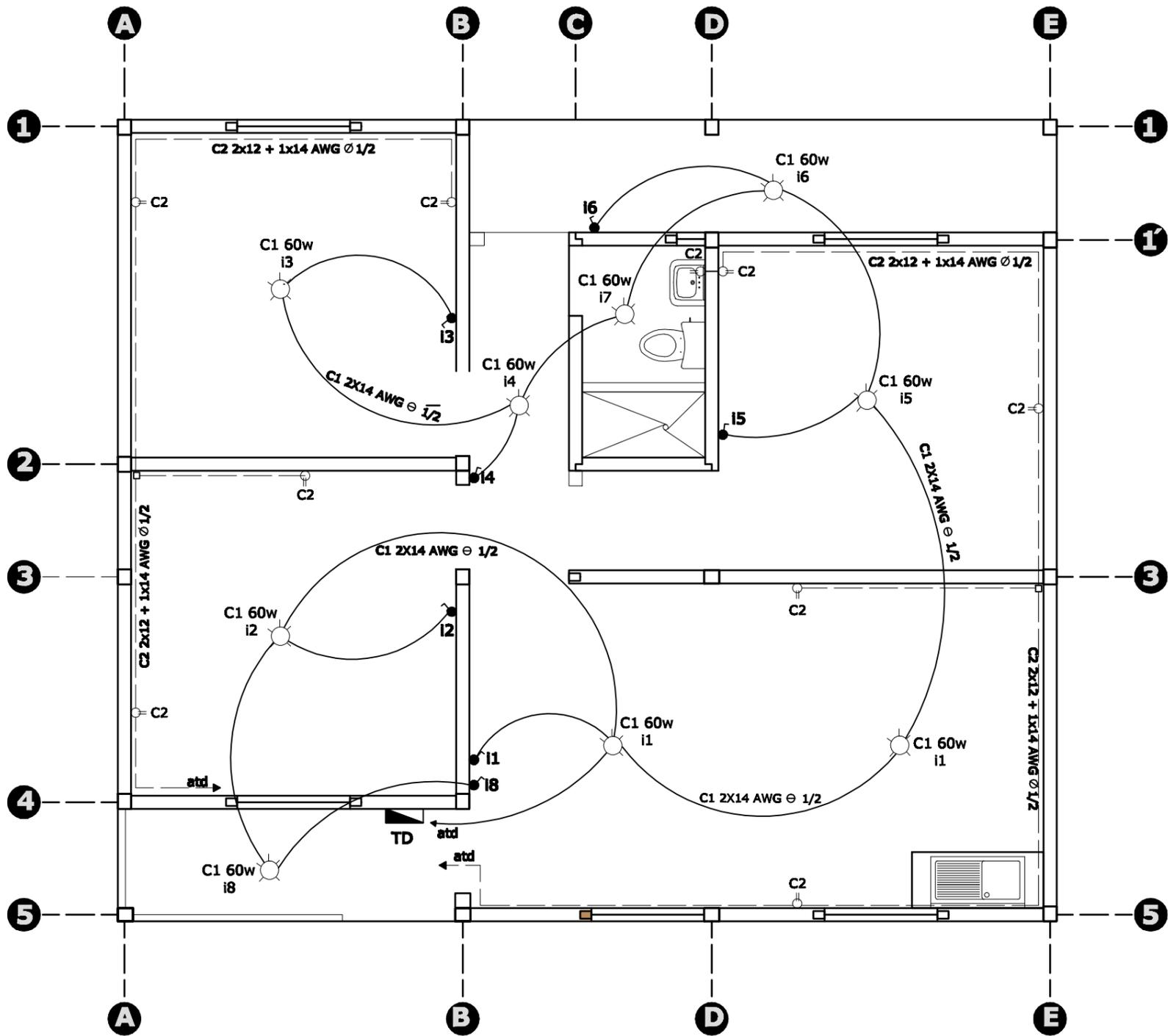
FACHADA POSTERIOR



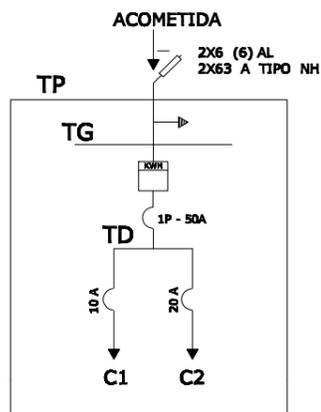
FACHADA FRONTAL



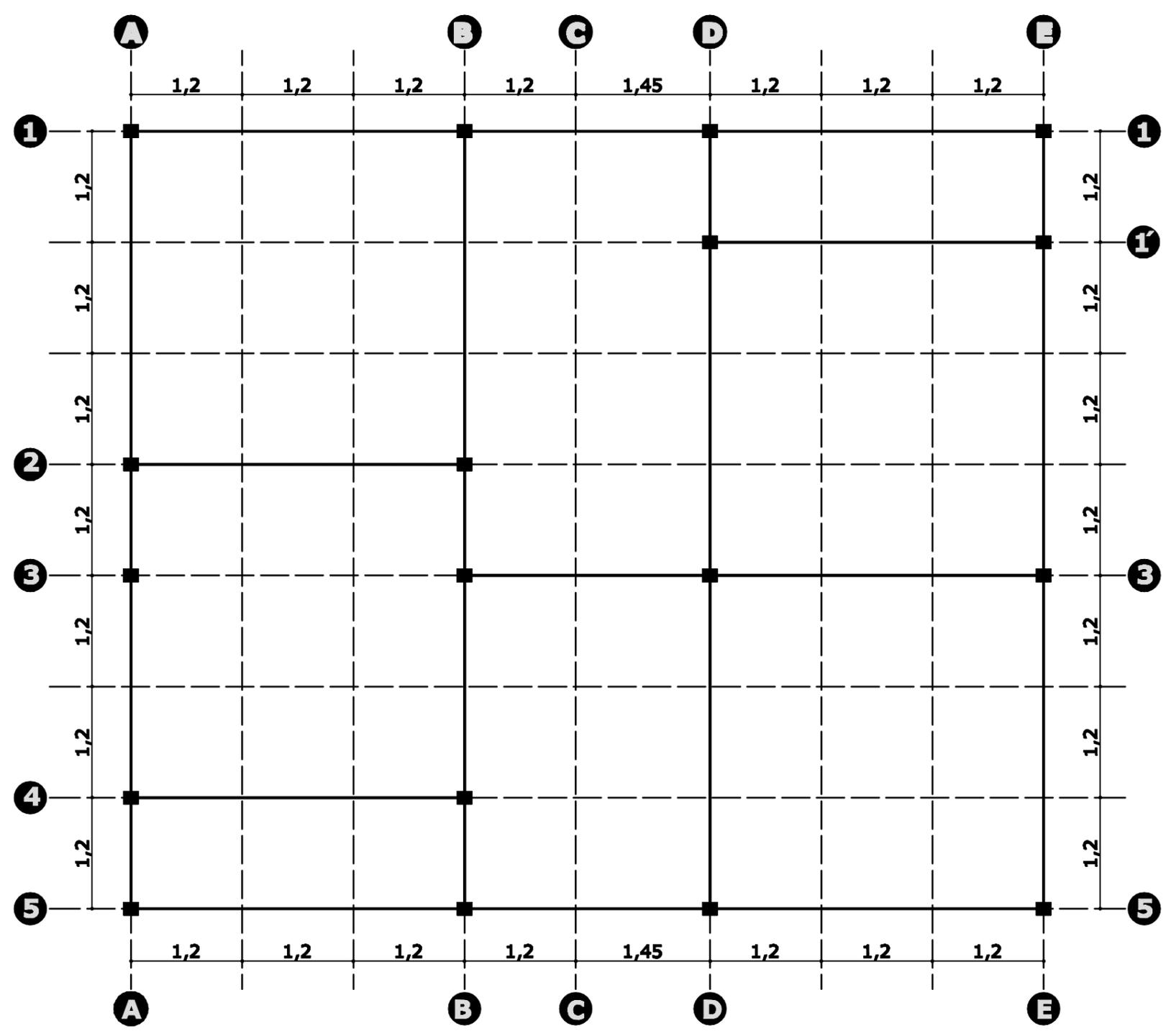
FACHADA POSTERIOR



cuadro de cargas		
iluminación	#	CARGA
C1	9	540
tomacorrientes		
C2	9	1800
<b>total</b>		<b>2340</b>



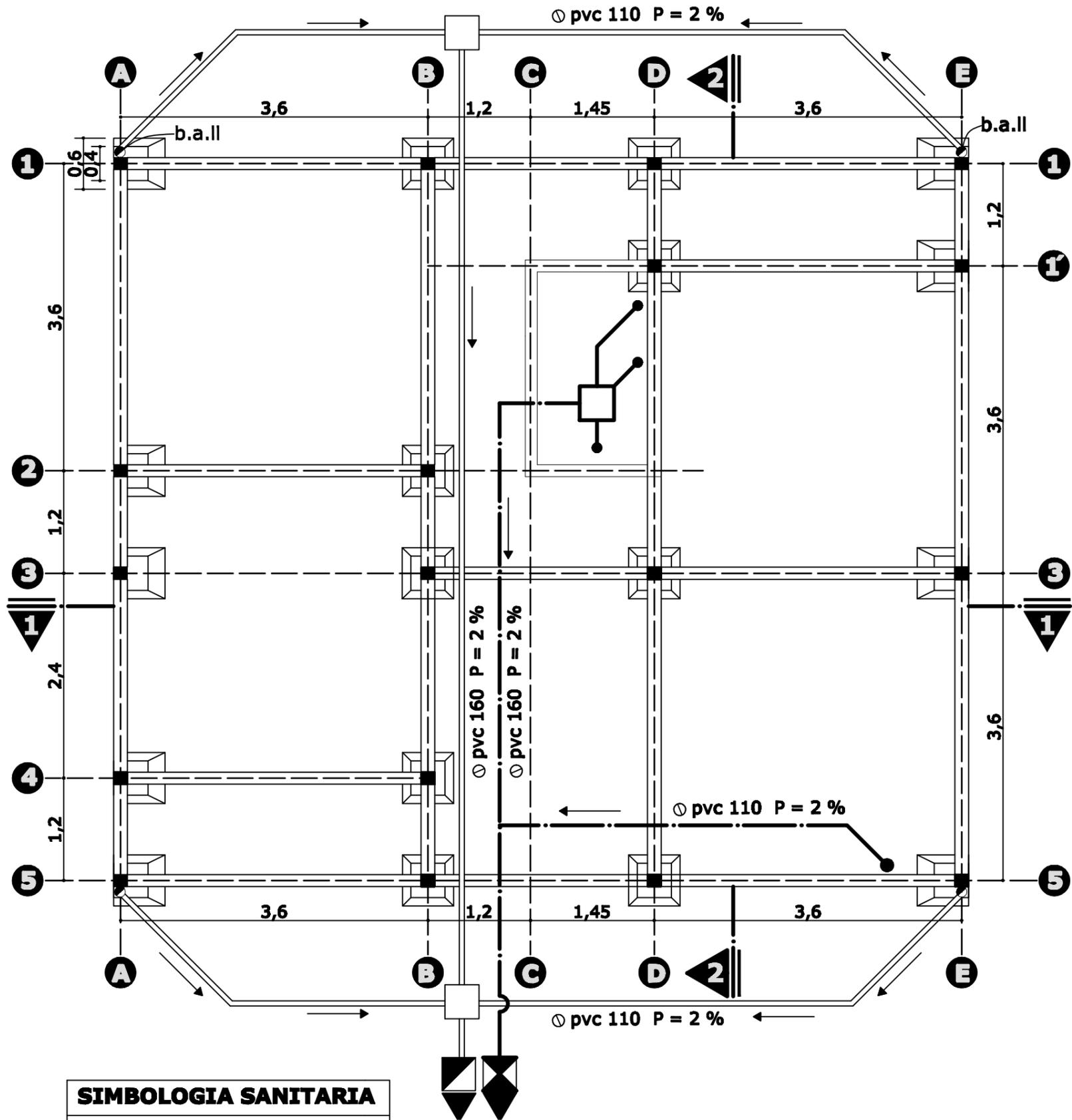
SIMBOLOGIA	
	LUMINARIA INCANDESCENTE
	INTERRUPTOR
	RED DE ILUMINACION
	RED TOMACORRIENTES
	TOMACORRIENTES
	CAJETIN
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TABLERO GENERAL



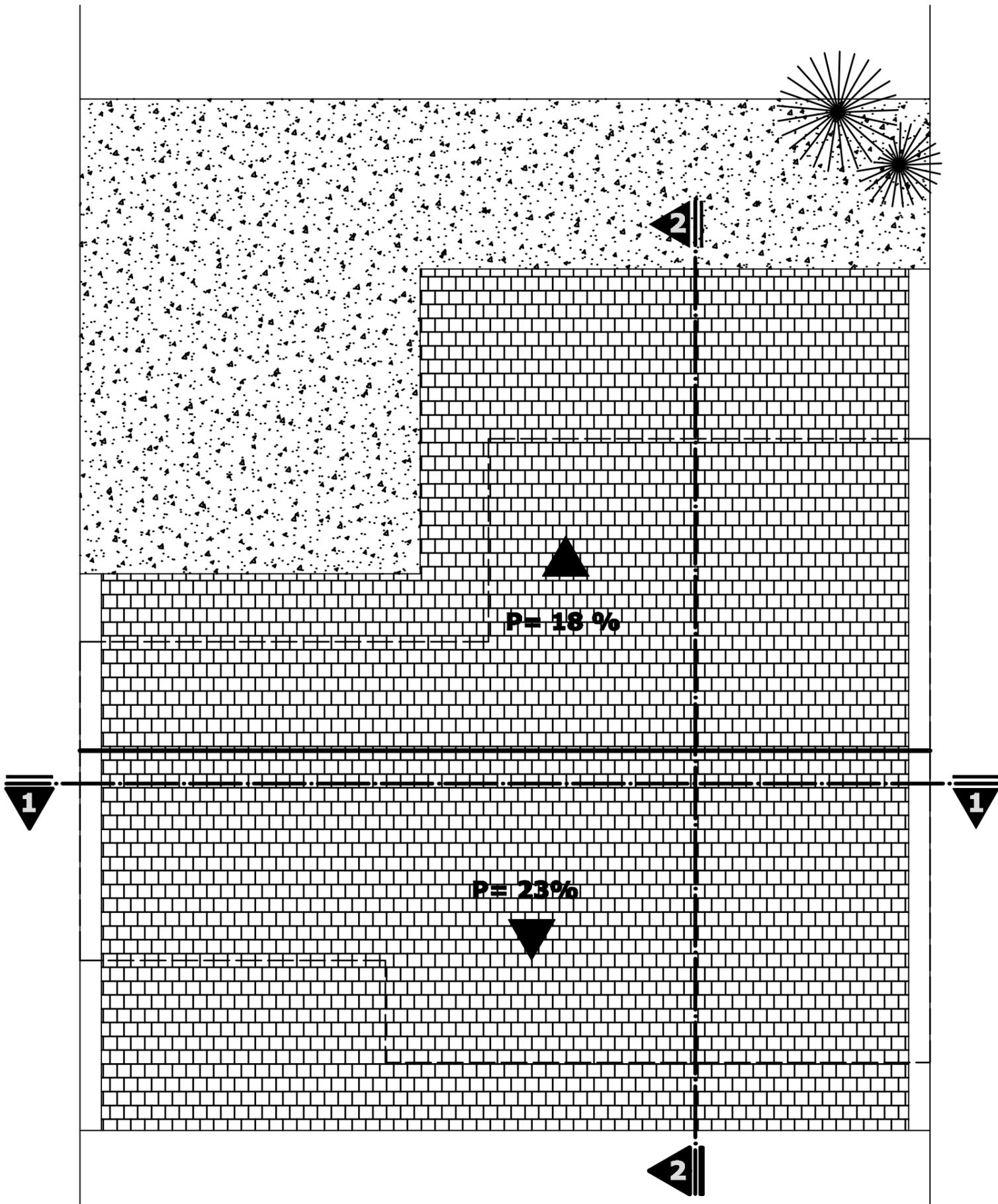
- Malla modular 1.20 m ■
- Malla modular 1.45 m ■
- Módulo diseño horizontal 3,60 m ■■■
- Módulo diseño vertical 2,40 m ■■

**MALLA MODULAR**  
**ELABORADO: GRUPO DE TESIS**

**ESCALA 1:50**

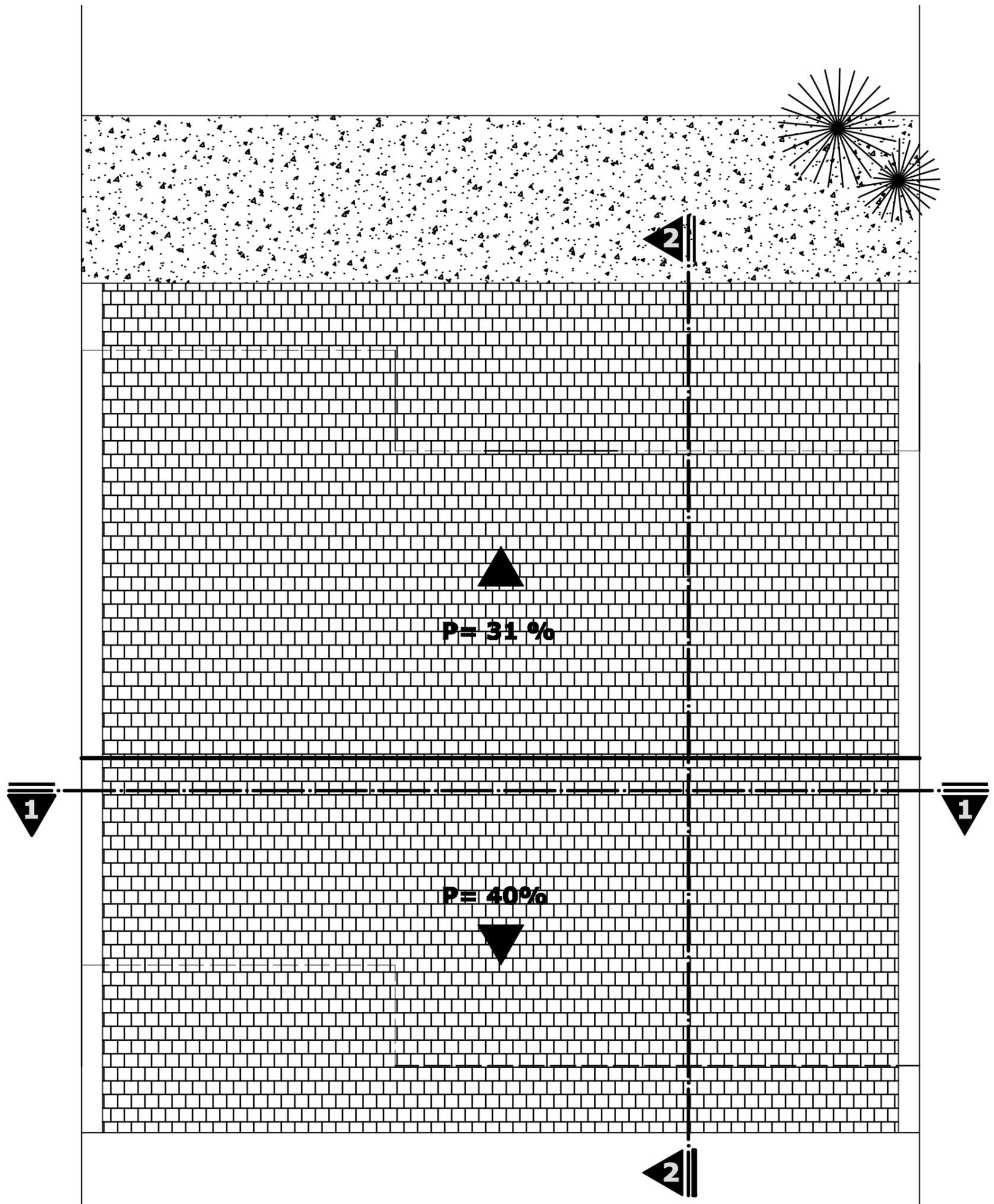


SIMBOLOGIA SANITARIA	
○	BAJANTE DE AGUAS LLUVIAS
●	BAJANTE DE AGUAS SERVIDAS
—	CANALIZACIÓN AGUAS LLUVIAS
—	CANALIZACIÓN AGUAS SERVIDAS
□	ARQUETA DE REGISTRO
◻	POZO DE REVISIÓN AGUAS LLUVIAS
◻	POZO DE REVISION AGUAS SERVIDAS



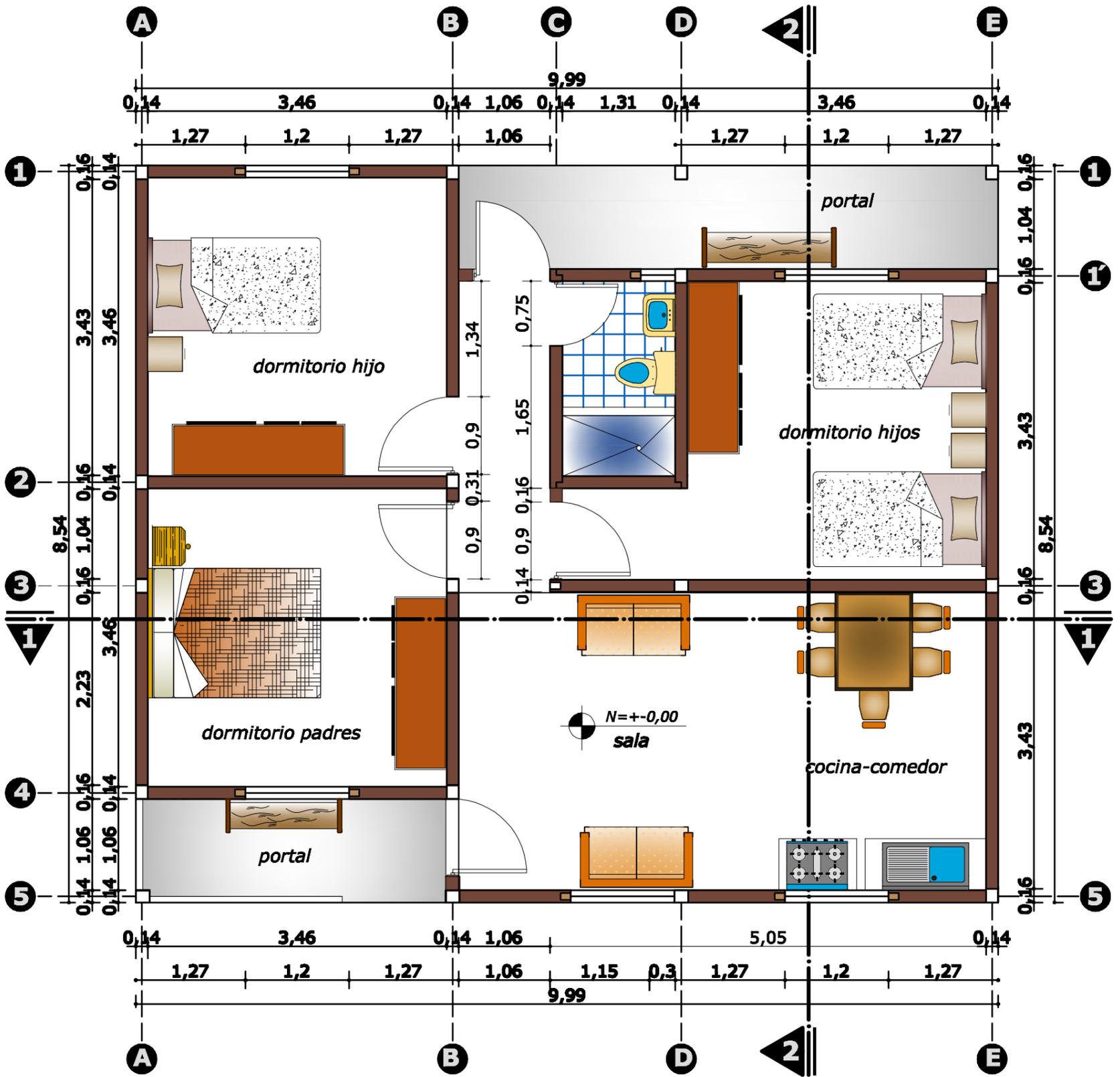
PLANTA DE CUBIERTAS VIVIENDA TIPO - SIN AMPLIACION  
ELABORADO: GRUPO DE TESIS

ESCALA 1:50



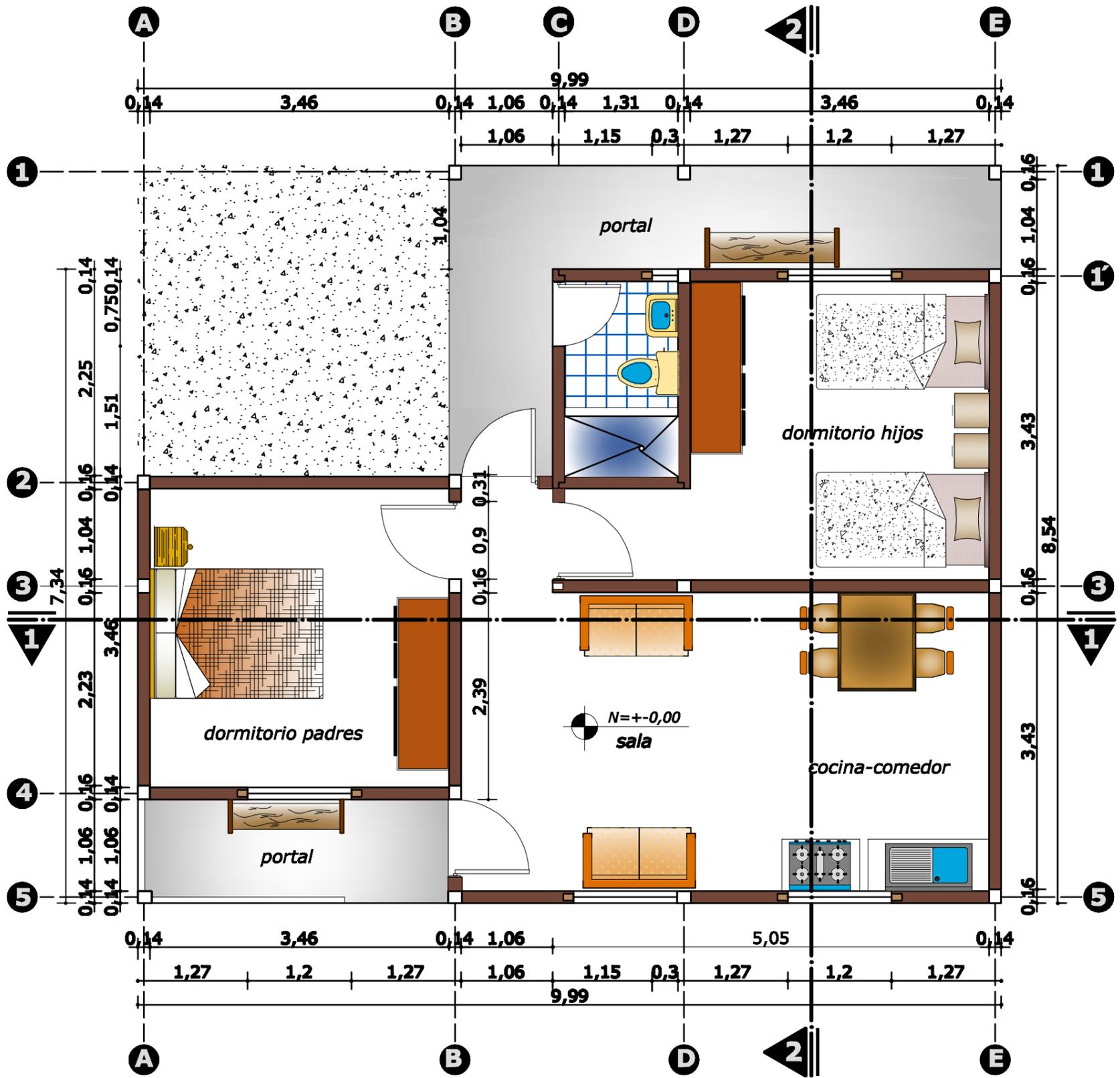
**PLANTA DE CUBIERTAS VIVIENDA TIPO - CON AMPLIACION**  
**ELABORADO: GRUPO DE TESIS**

**ESCALA 1:50**



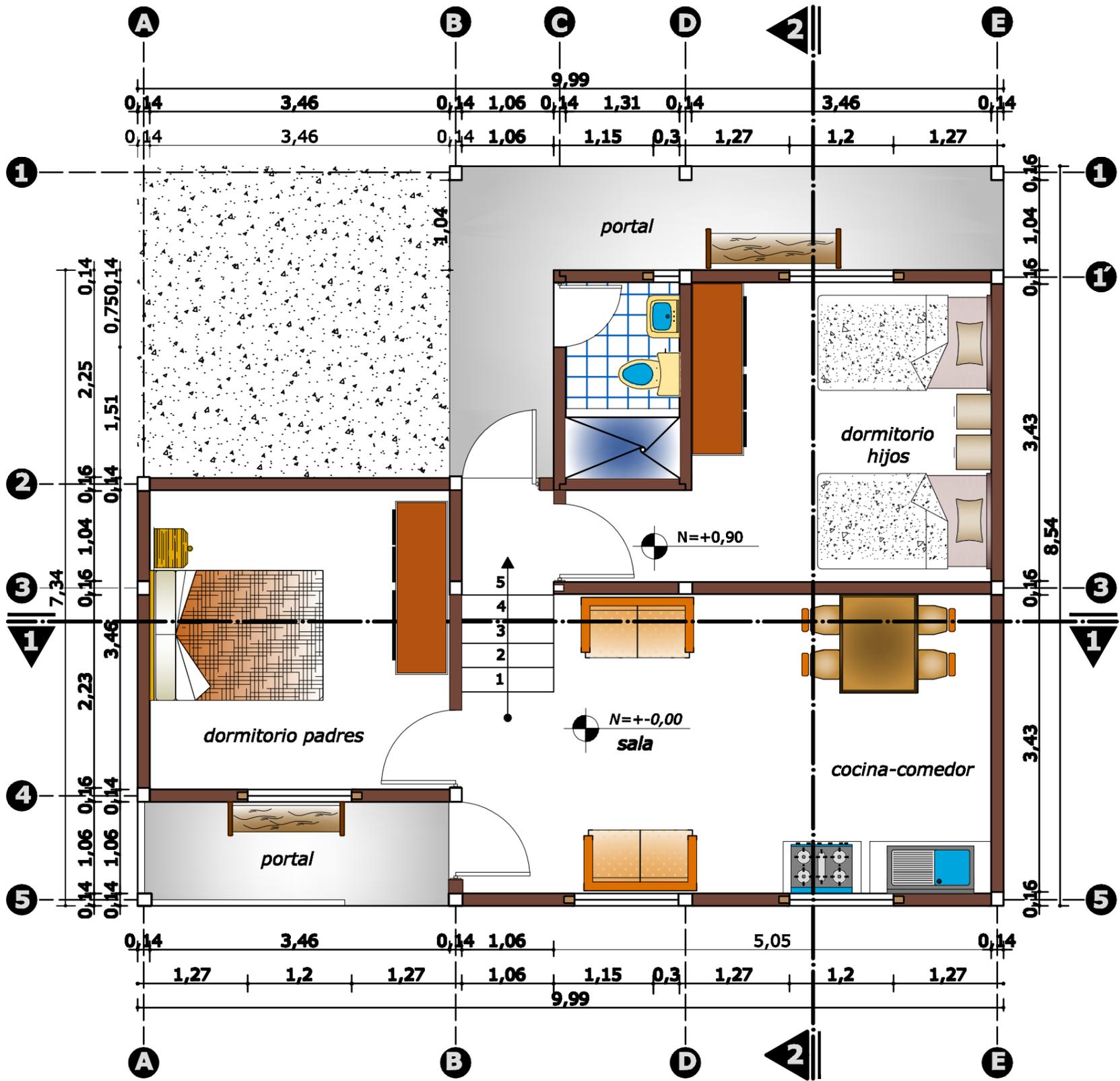
PLANTA VIVIENDA TIPO - AMPLIACION  
ELABORADO: GRUPO DE TESIS

ESCALA 1:50



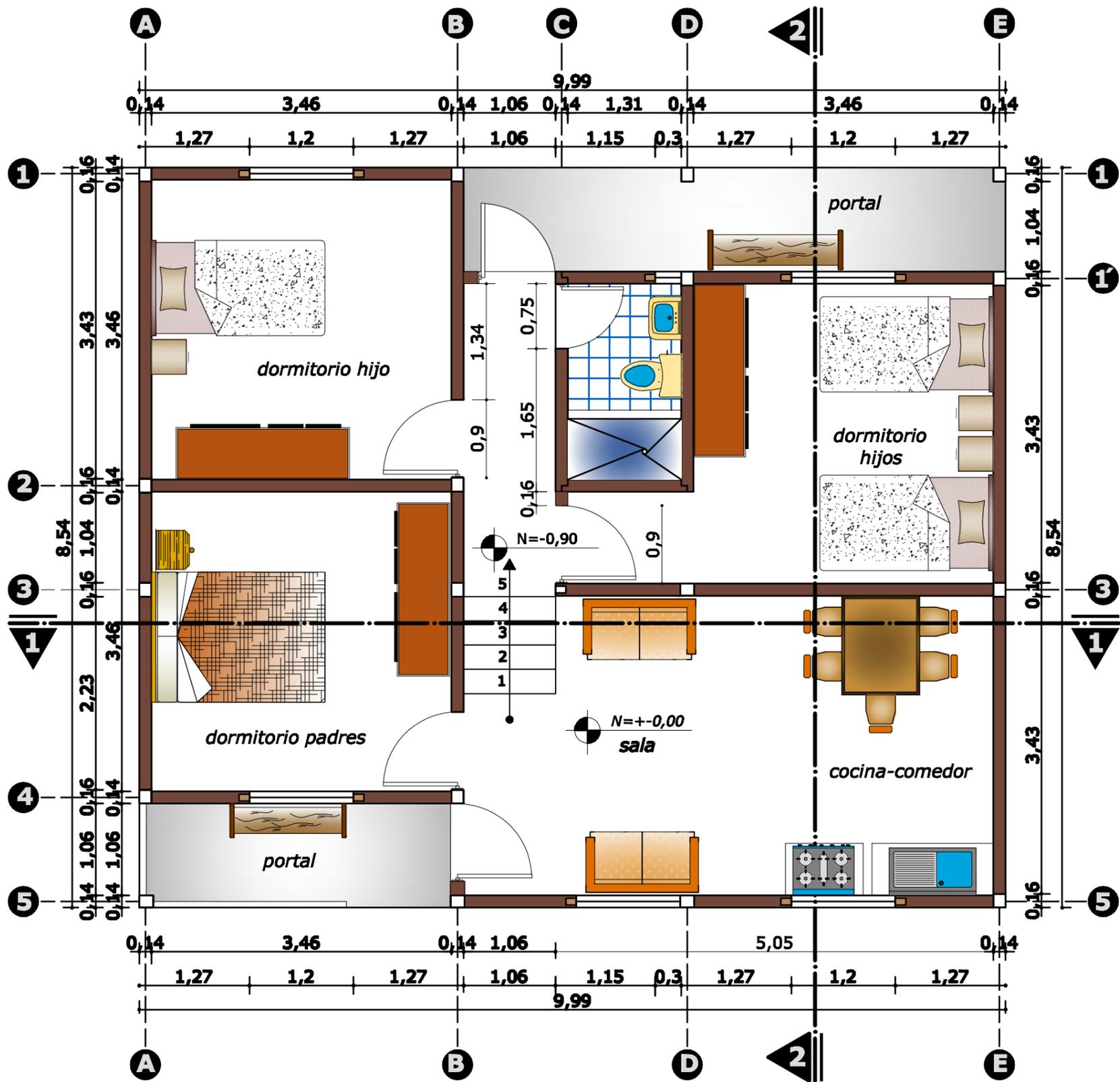
PLANTA VIVIENDA TIPO  
ELABORADO: GRUPO DE TESIS

ESCALA 1:50



PLANTA VIVIENDA TIPO PARA TERRENOS CON PENDIENTE  
 ELABORADO: GRUPO DE TESIS

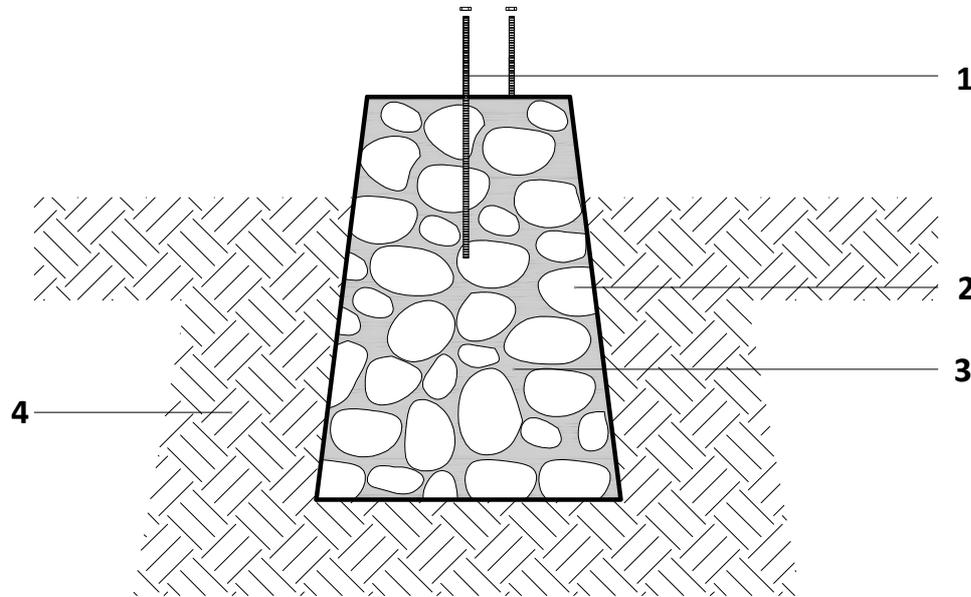
ESCALA 1:50



PLANTA VI VIENDA TIPO PARA TERRENOS CON PENDIENTE -AMPLIACION  
 ELABORADO: GRUPO DE TESIS

ESCALA 1:50

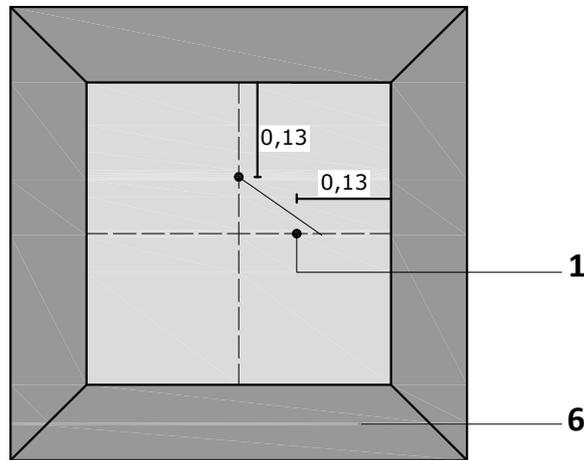
## **10.2. DETALLES ARQUITECTONICOS**



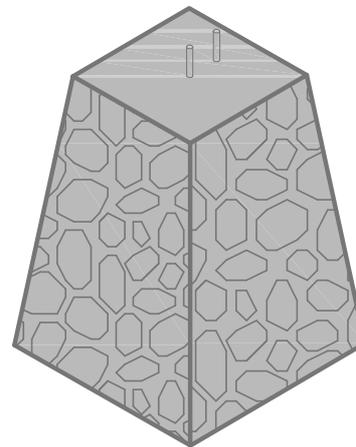
**detalle 01 cimentación aislada**  
**esc 1:15**  
**especificación: - zapata de hormigón ciclopeo**

**Simbología:**

- 1. Perno de anclaje de solera inferior**
- 2. Piedra de canto rodado Ø 20cm aprox**
- 3. Hormigón para cimiento 180 Kg./cm<sup>2</sup>**
- 4. Terreno apisonado**
- 6. Zapata de Hormigon Ciclópeo**



**esc 1:10**



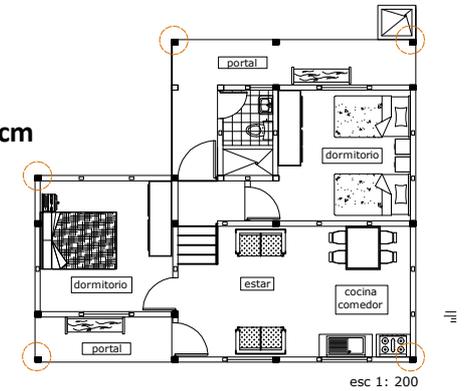
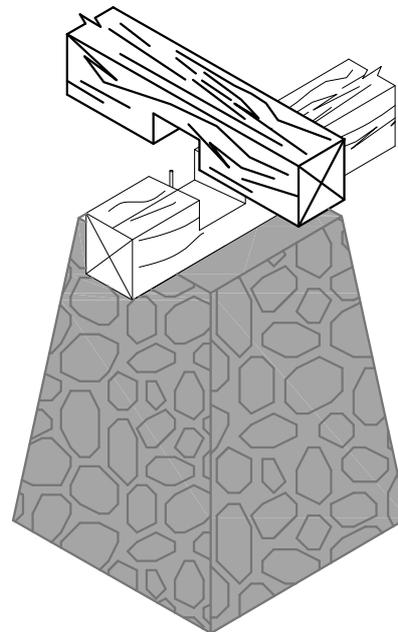
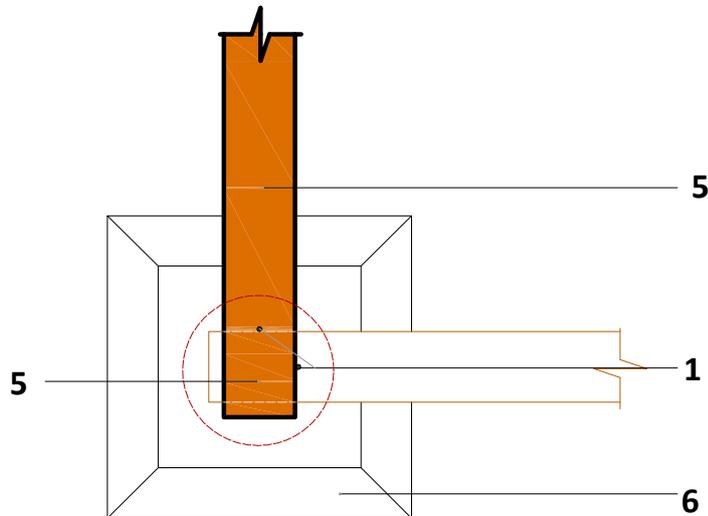
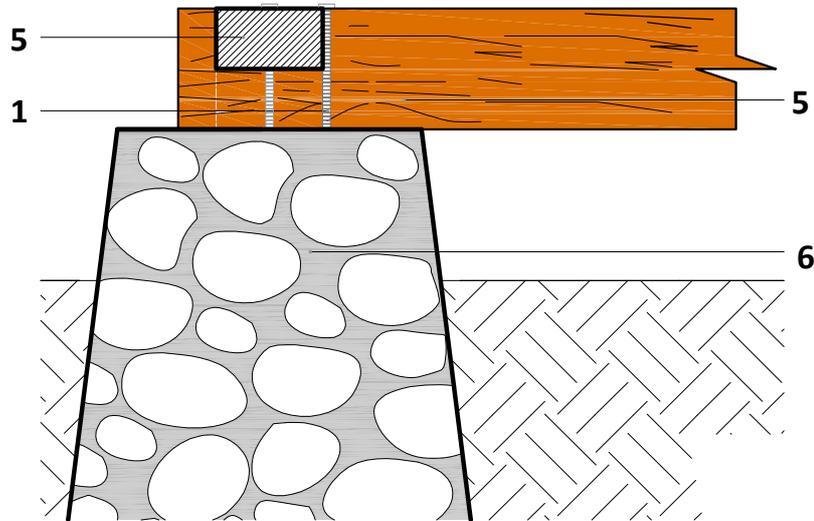
**detalle 02 union solera inferior - cimiento**

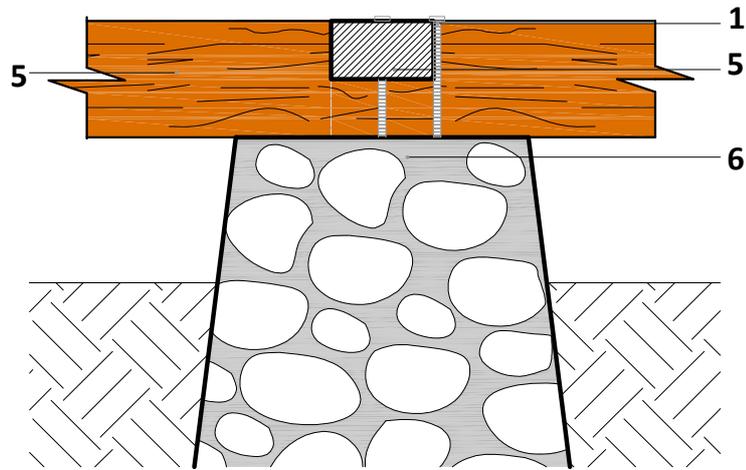
esc 1: 20

**especificación:** -solera de madera perforada 14 x 16 cm  
 - unión empernada  
 - unión media madera

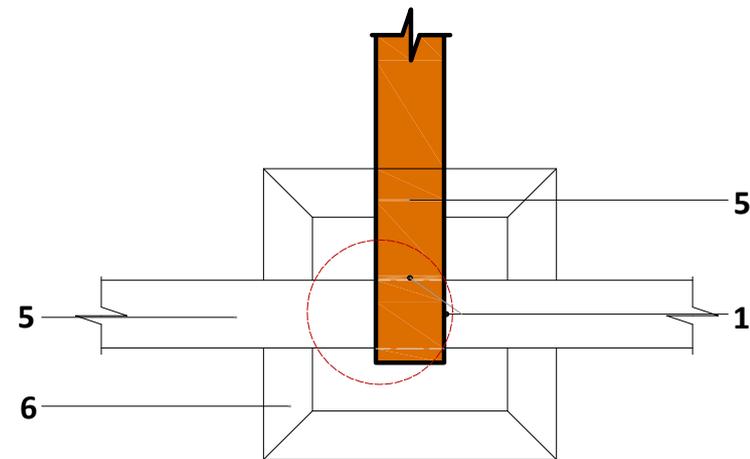
**Simbología:**

- 1. Perno de anclaje de solera inferior
- 5. Viga de madera de eucalipto 14 x 16 cm
- 6. Zapata de hormigón ciclópeo





esc 1 : 10



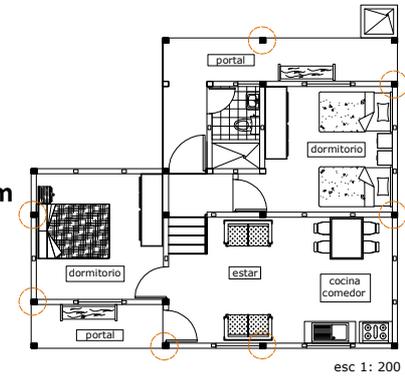
**detalle 03 union solera inferior - cimiento**

esc 1:15

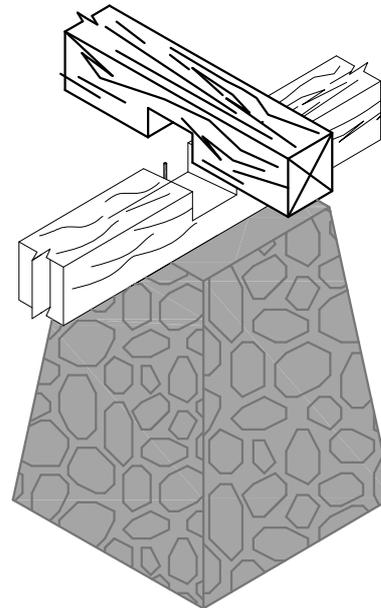
- especificación:**
- solera de madera perforada 14 x 16 cm
  - union empornada
  - unión media madera

**Simbología:**

- 1.Perno de anclaje de solera inferior
- 5. Viga de madera de eucalipto 14 x 16 cm
- 6. Zapata de hormigón ciclópeo



esc 1: 200



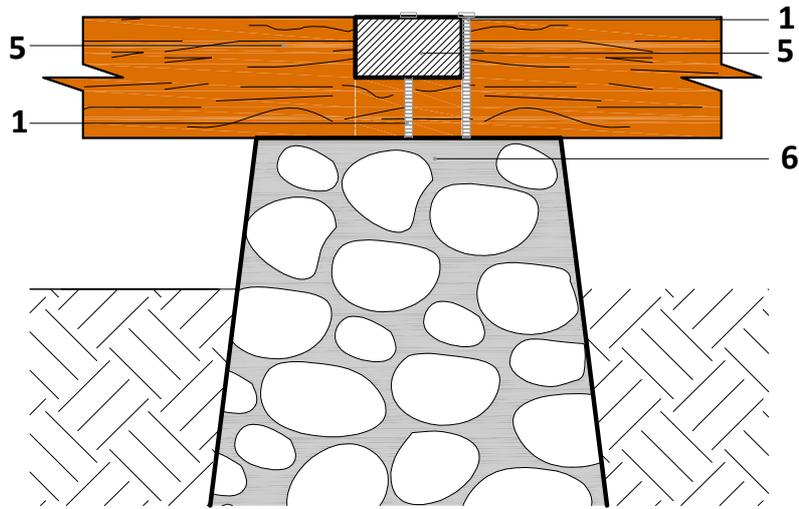
**detalle 04 union solera inferior - anclaje**

esc 1: 15

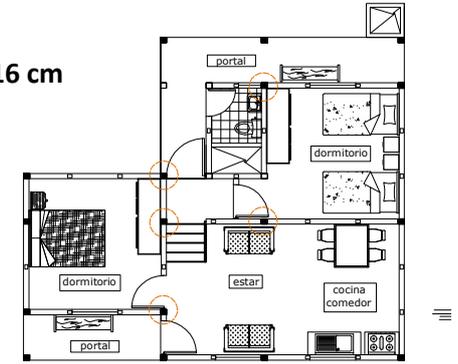
- especificación:**
- solera de madera perforada 14 x 16 cm
  - unión empernada
  - unión media madera

**Simbología:**

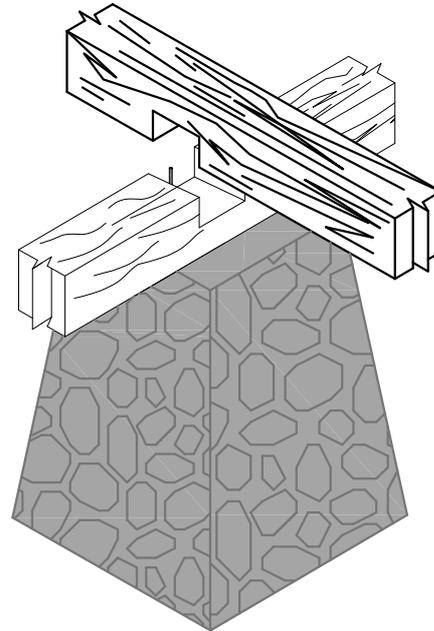
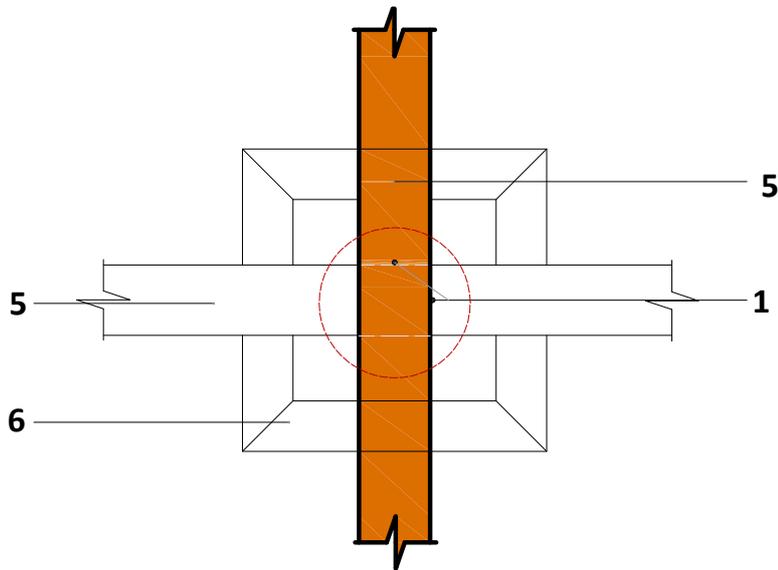
- 1. Perno de anclaje de solera inferior
- 5. Viga de madera de eucalipto 14 x 16 cm
- 6. Zapata de hormigón ciclópeo



esc 1 : 10



esc 1: 200



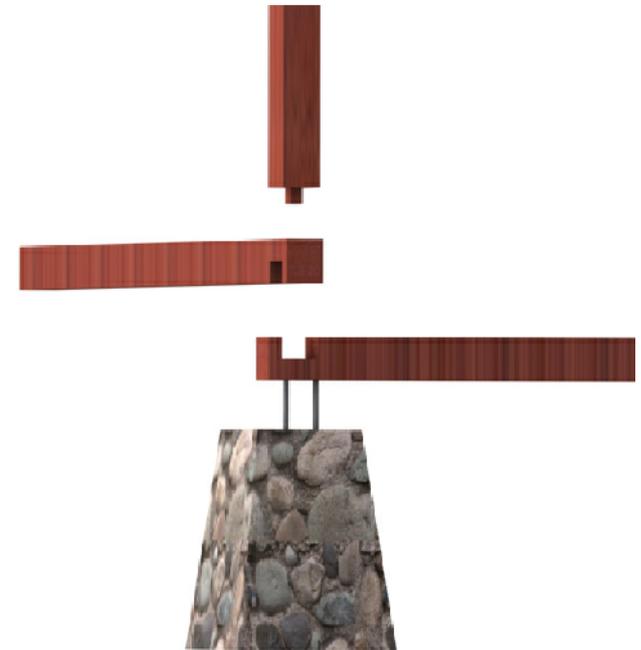
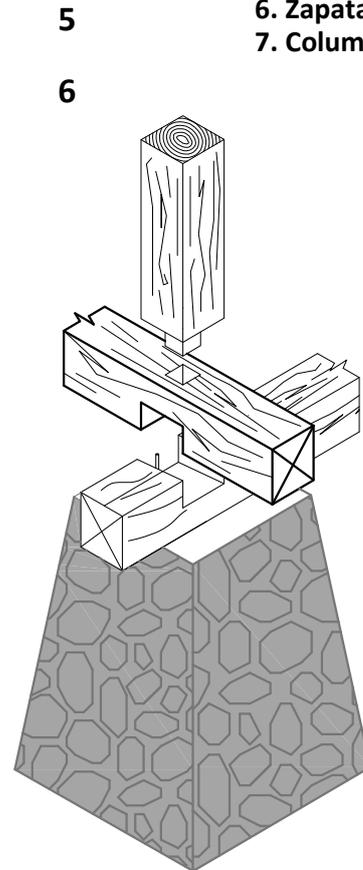
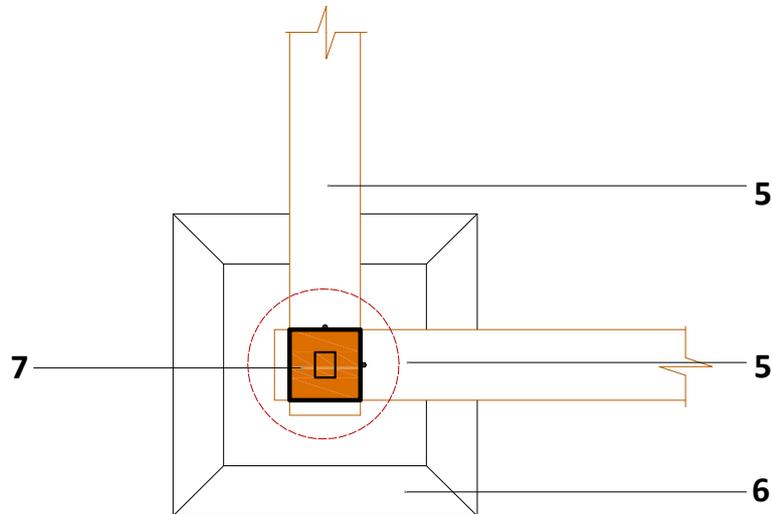
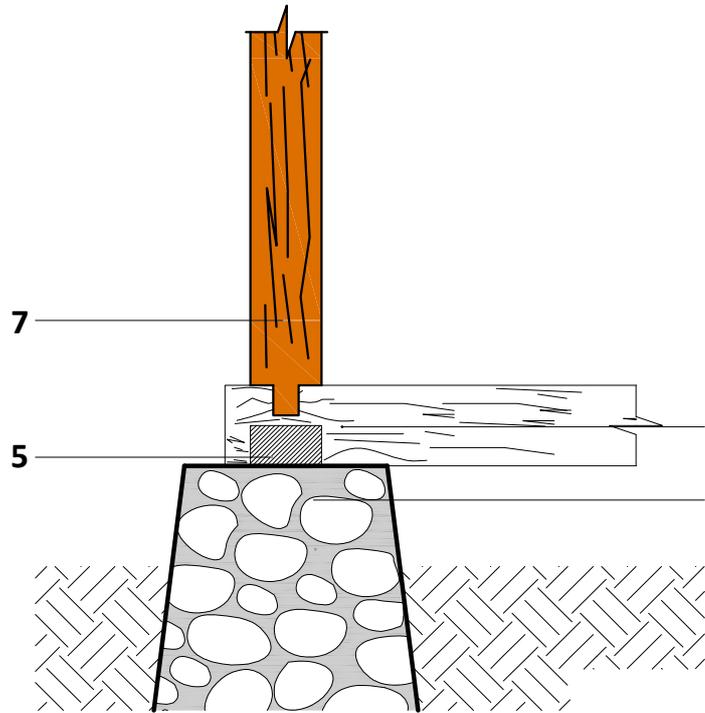
**detalle 05 union solera inferior - columna**

esc 1: 15

- especificación:**
- solera de madera perforada 14 x 16 cm
  - columna de madera 14 x 16 cm
  - unión caja - espiga

**Simbología:**

- 5. Viga de madera de eucalipto 14 x 16 cm
- 6. Zapata de hormigón ciclópeo
- 7. Columna de madera de eucalipto 14 x 16 cm



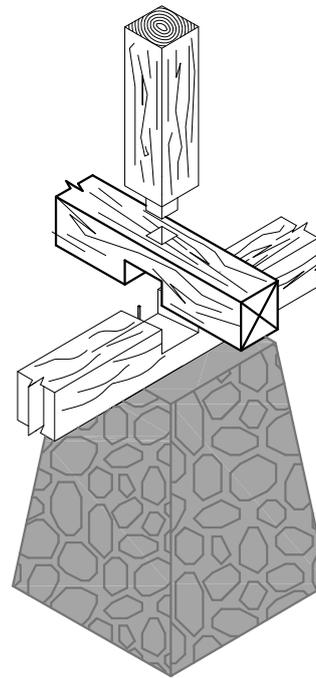
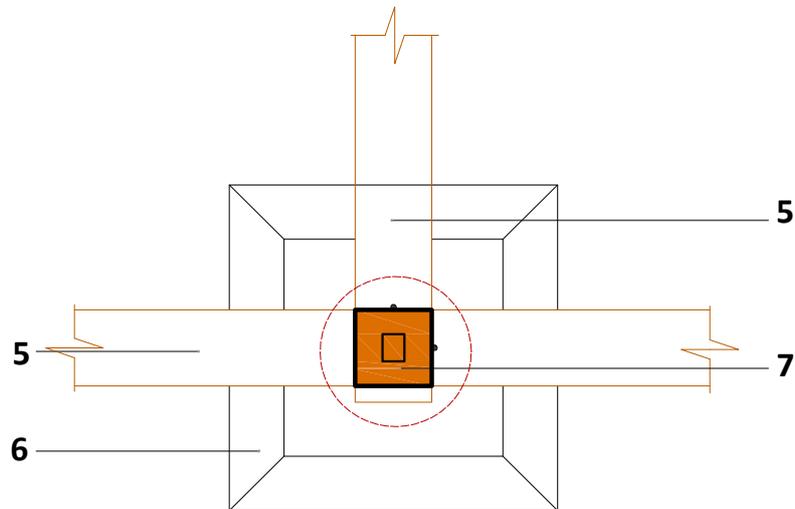
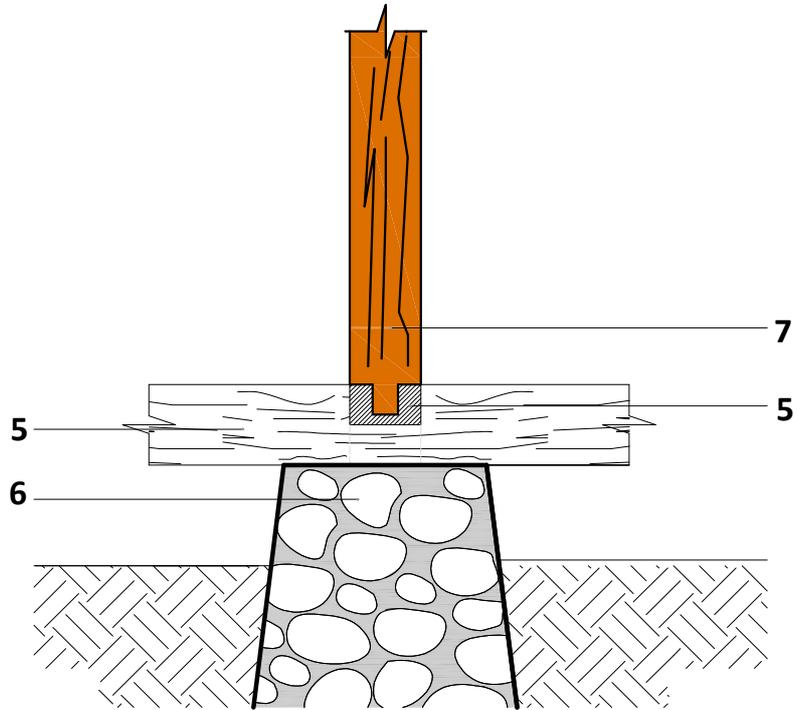
**detalle 06 union solera inferior - columna**

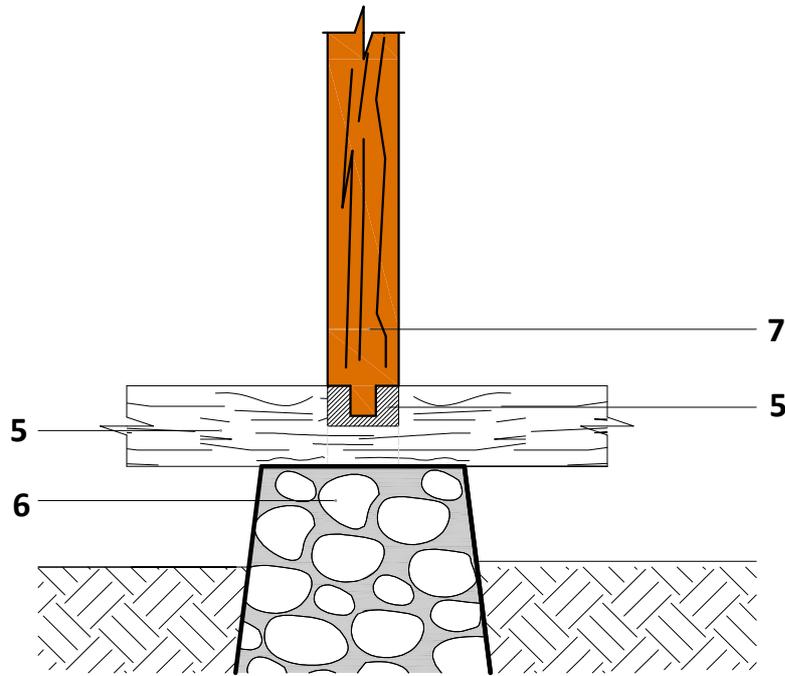
esc 1: 15

- especificación:**
- solera de madera perforada 14 x 16 cm
  - columna de madera 14 x 16 cm
  - unión caja - espiga

**Simbología:**

- 5. Viga de madera de eucalipto 14 x 16 cm
- 6. Zapata de hormigón ciclópeo
- 7. Columna de madera de eucalipto 14 x 16 cm



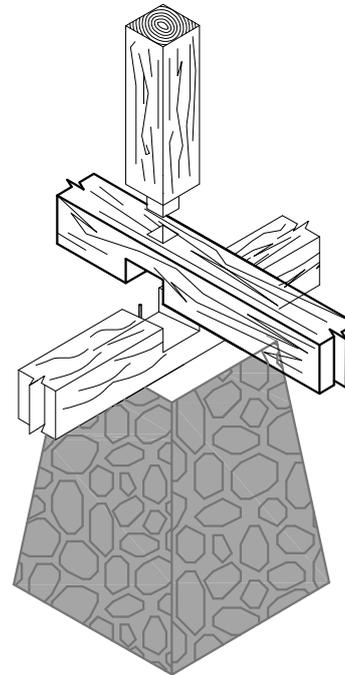
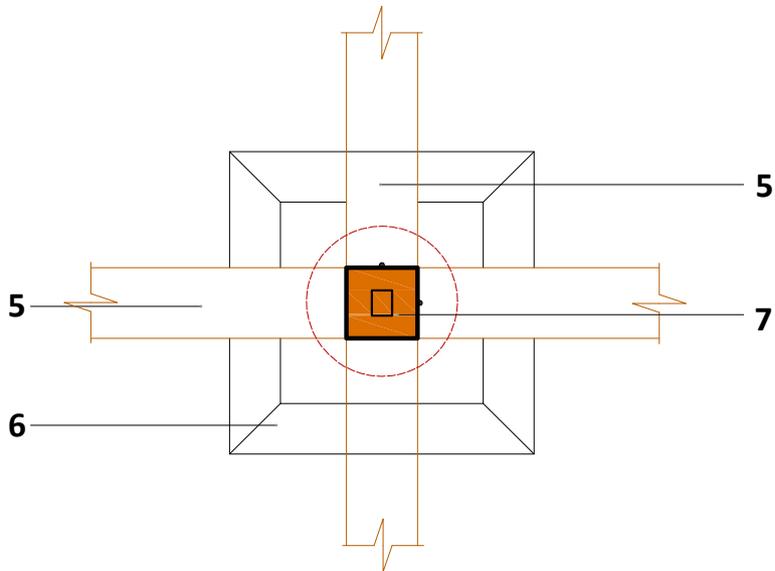


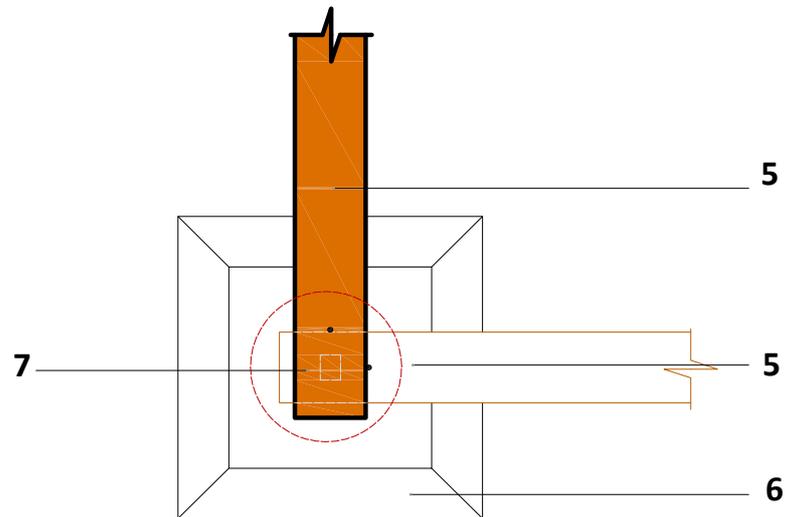
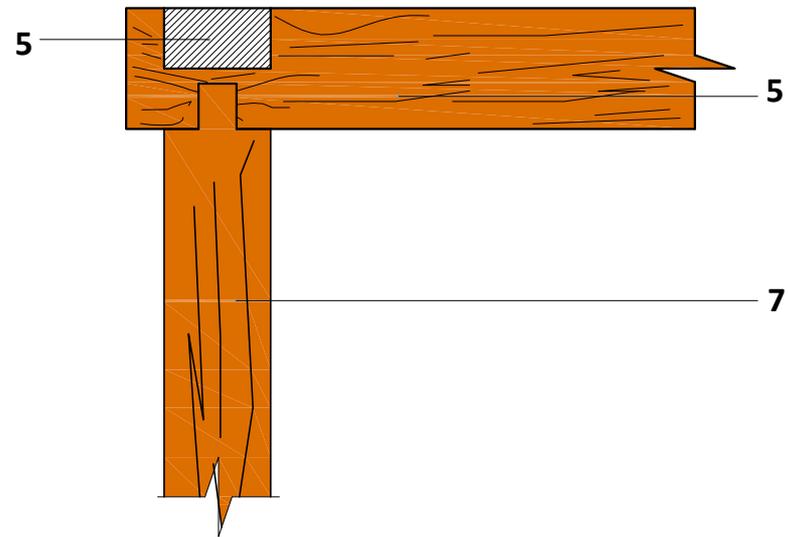
**detalle 07** union solera inferior - Columna  
esc 1: 15

**especificación:** -solera de madera perforada 14 x 16 cm  
- columna de madera 14 x 16 cm  
- union caja - espiga

**Simbología:**

- 5. Viga de madera de eucalipto 14 x 16 cm
- 6. Zapata de hormigón ciclópeo
- 7. Columna de madera de eucalipto 14 x 16 cm





**detalle 08** union Columna - solera inferior

esc 1: 15

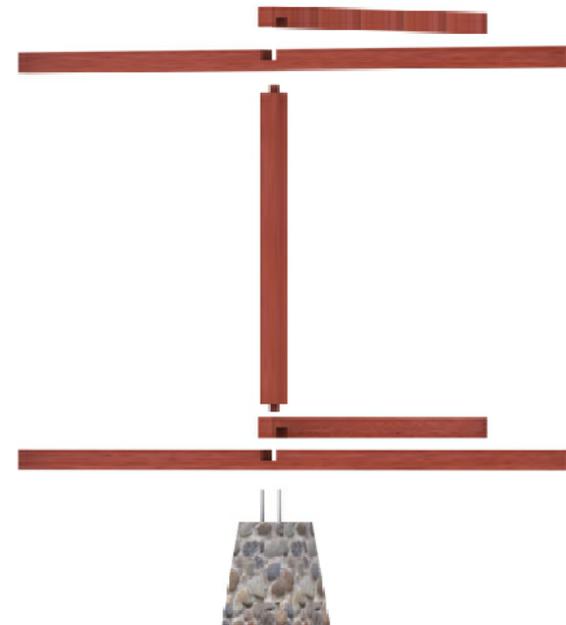
**especificación:** -solera de madera perforada 14 x 16 cm  
 - columna de madera 14 x 16 cm  
 - union caja - espiga

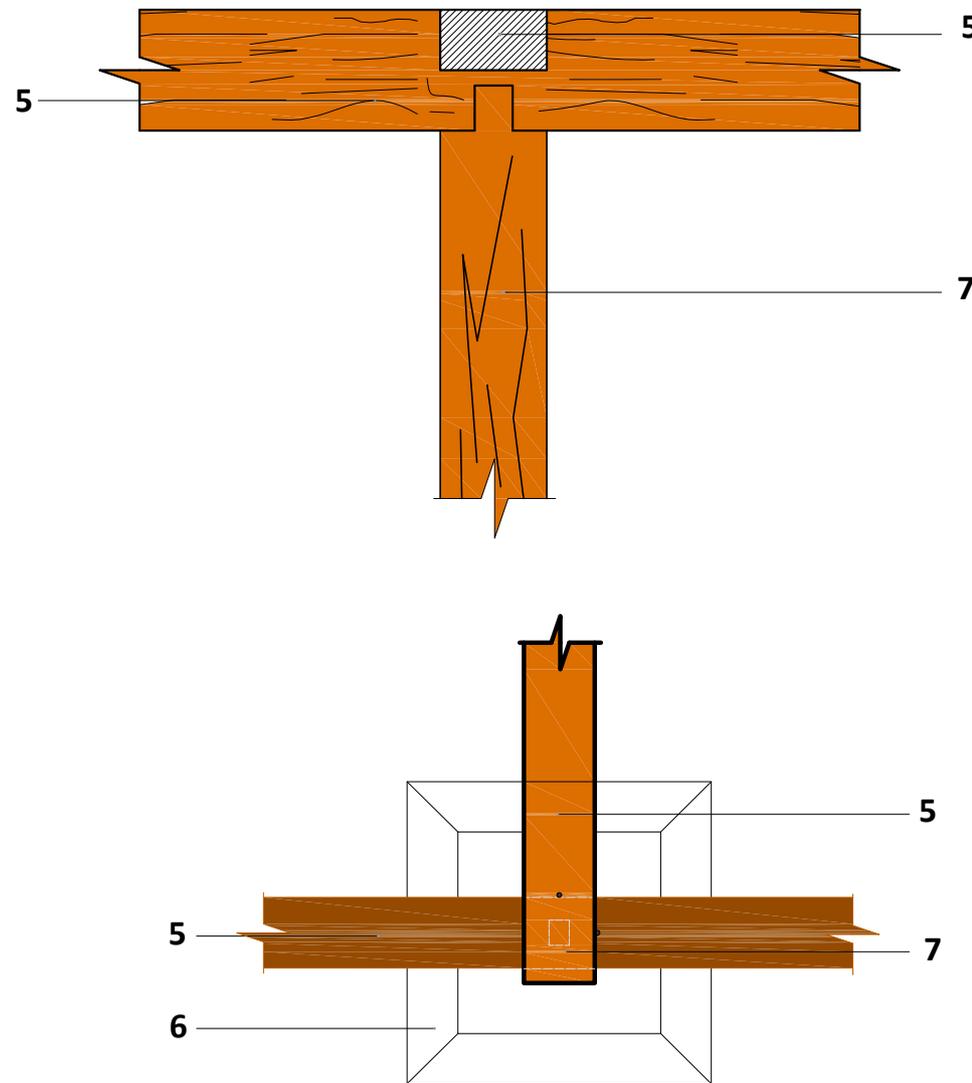
**Simbología:**

5. Viga de madera de eucalipto 14 x 16 cm

6. Zapata de hormigón ciclópeo

7. Columna de madera de eucalipto 14 x 16 cm





**detalle 09** union columna - solera inferior

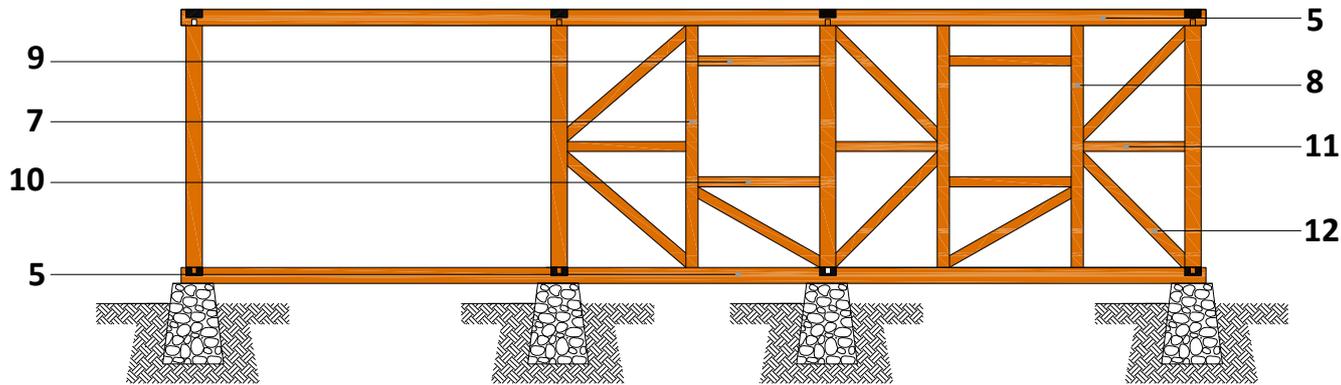
esc 1: 15

especificación: -solera de madera perforada 14 x 16 cm  
 - columna de madera 14 x 16 cm  
 - union caja - espiga

**Simbología:**

- 5. Viga de madera de eucalipto 14 x 16 cm
- 6. Zapata de hormigón ciclópeo
- 7. Columna de madera de eucalipto 14 x 16 cm





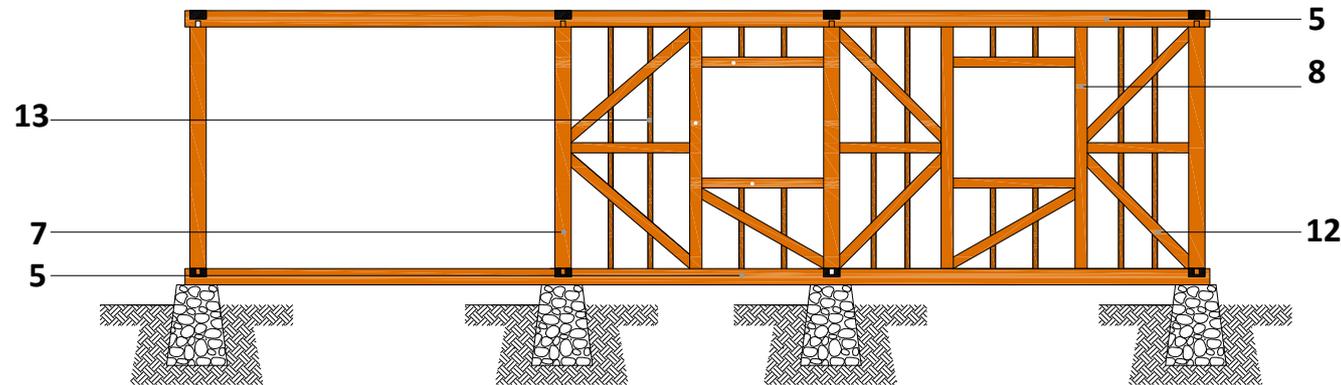
**detalle 10** Estructura Principal de Tabiques

esc 1: 75

especificación: - Elementos de madera  
- Uniones clavadas

Simbología:

- 5. Viga de madera de eucalipto (14 x 16 cm)
- 7. Columna de madera de eucalipto (14 x 16 cm)
- 8. Pie derecho de madera de eucalipto (8 x 12 cm)
- 9. Dintel de madera de eucalipto (8 x 10 cm)
- 10. Peana de madera de eucalipto (8 x 10 cm)
- 11. Medianera de madera de eucalipto (8 x 10 cm)
- 12. Trinquete de madera de eucalipto (8 x 10 cm)



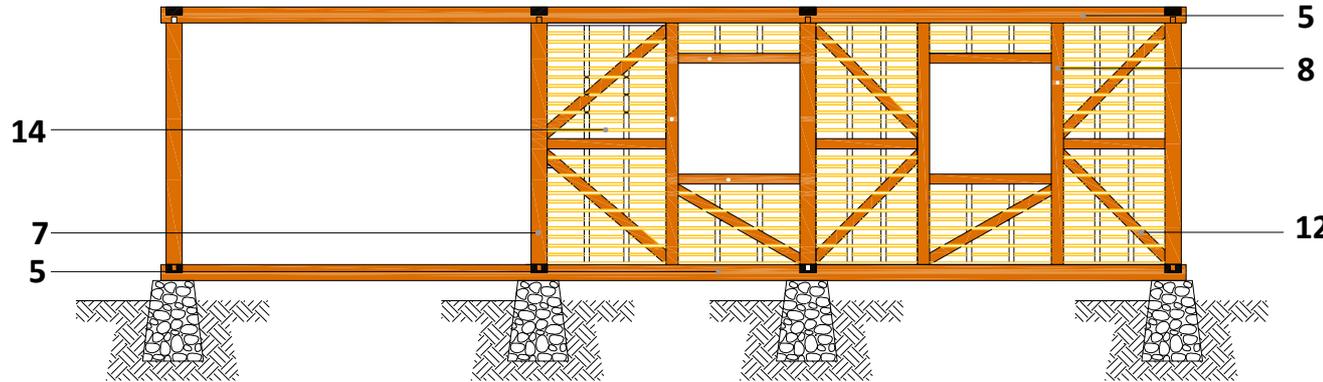
**detalle 11** Colocación de vajerones

esc 1: 75

especificación: - Elementos de madera  
- Uniones clavadas

Simbología:

- 5. Viga de madera de eucalipto (14 x 16 cm)
- 7. Columna de madera de eucalipto (14 x 16 cm)
- 8. Pie derecho de madera de eucalipto (8 x 12 cm)
- 12. Trinquete de madera de eucalipto (8 x 10 cm)
- 13. Tira de madera de eucalipto (4 x 5 cm) c/  $\frac{1}{3}$  L



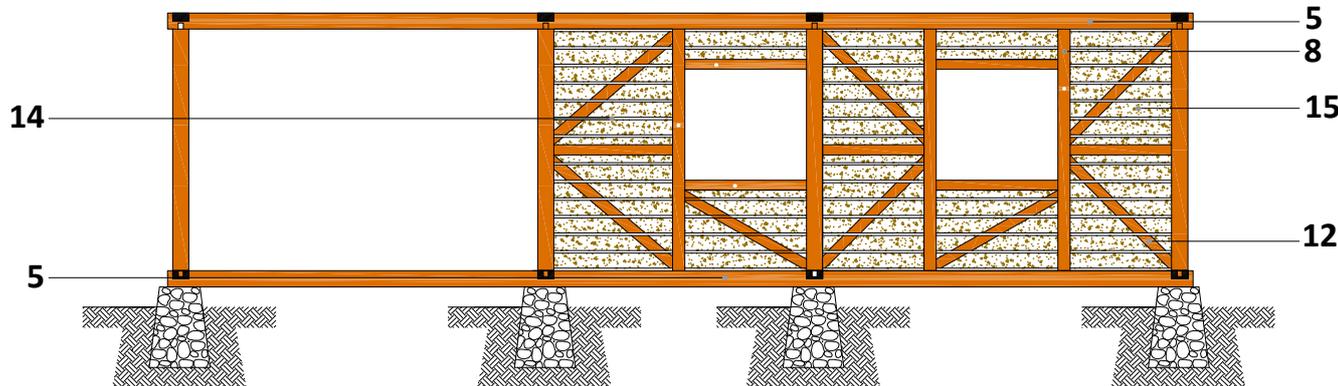
**detalle 12** Colocación de carrizos

esc 1: 75

- especificación: - Elementos de madera  
- Uniones clavadas

Simbología:

- 5. Viga de madera de eucalipto (14 x 16 cm)
- 7. Columna de madera de eucalipto (14 x 16 cm)
- 8. Pie derecho de madera de eucalipto (8 x 12 cm)
- 12. Trinquete de madera de eucalipto (8 x 10 cm)
- 14. Carrizo de  $\Phi$  2.5 cm c/15 cm



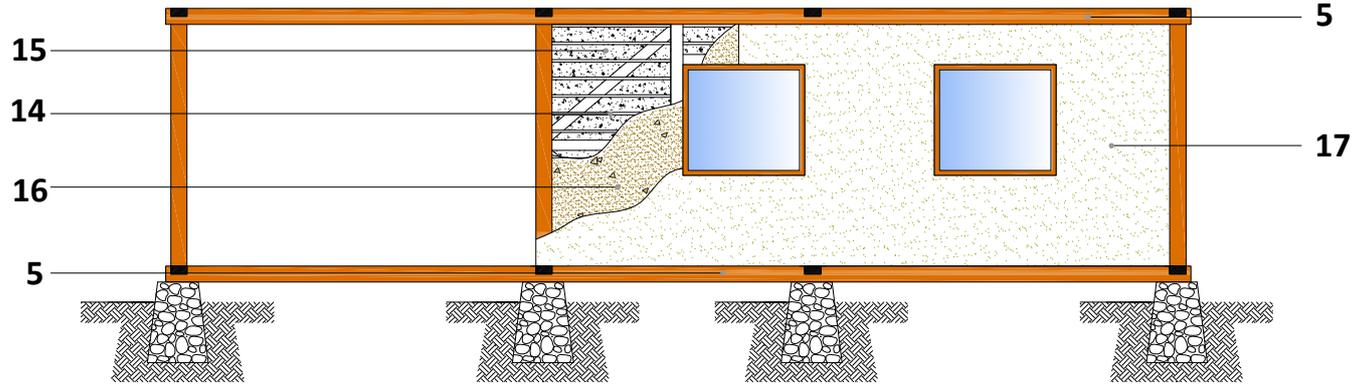
**detalle 13** Sistema de relleno de tabiques

esc 1: 75

- especificación: - Elementos de madera  
- Uniones clavadas

Simbología:

- 5. Viga de madera de eucalipto (14 x 16 cm)
- 8. Pie derecho de madera de eucalipto (8 x 12 cm)
- 12. Trinquete de madera de eucalipto (8 x 10 cm)
- 14. Carrizo de  $\Phi$  2.5 cm
- 15. Mortero de barro - piedra pequeñas o siscos

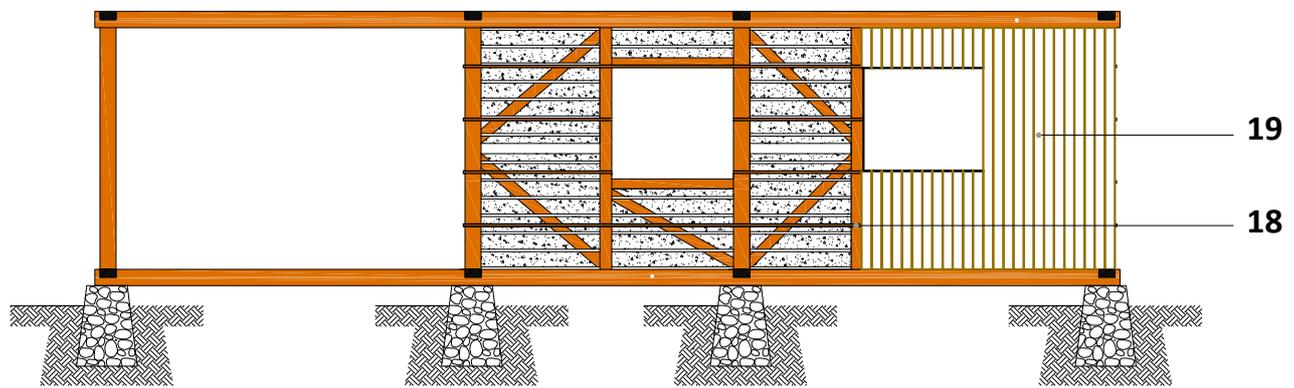


**detalle 14** Revestimiento con revoque de Barro  
esc 1: 75

- especificación:**
- Elementos de madera de eucalipto
  - Uniones clavadas
  - Revoque Mixto

**Simbología:**

- 5. Viga de madera de eucalipto (14 x 16 cm)
- 14. Carrizo de  $\Phi$  2.5 cm
- 15. Mortero de barro - piedra pequeñas o siscos
- 16. Enfoscado de barro arcilloso y paja
- 17. Revoque mixto de Cal y Cemento 1:2:8



**detalle 15** Revestimiento de madera

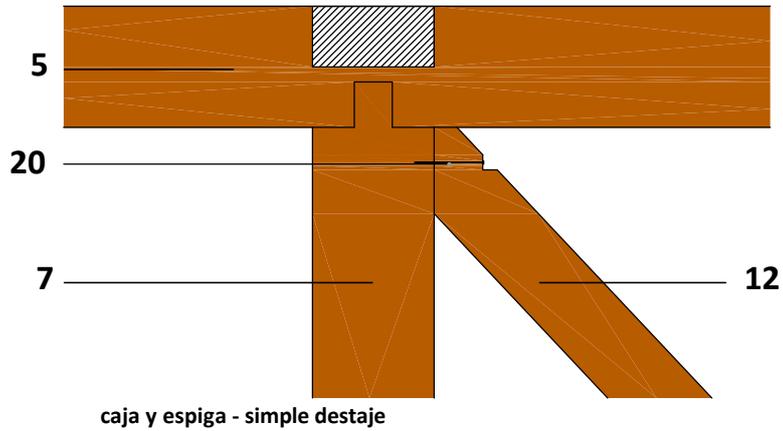
esc 1: 75

- especificación:**
- Elementos de madera de eucalipto
  - Uniones clavadas
  - Revestimiento con duelas de madera

**Simbología:**

- 18. Tira de madera de eucalipto (2.5 x 2.5 cm) c/ 50cm
- 19. Duela de madra de Eucalipto (14 x 1.8 cm)

1. UNIÓN SOLERA SUPERIOR - COLUMNA - TRINQUETE



**detalle 16** Uniones, empalmes y ensambles

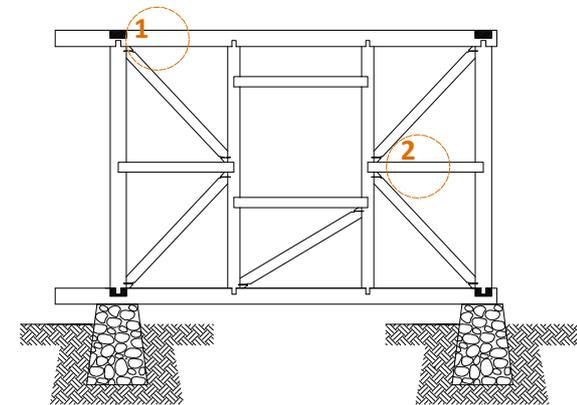
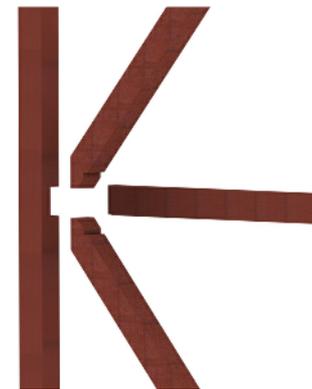
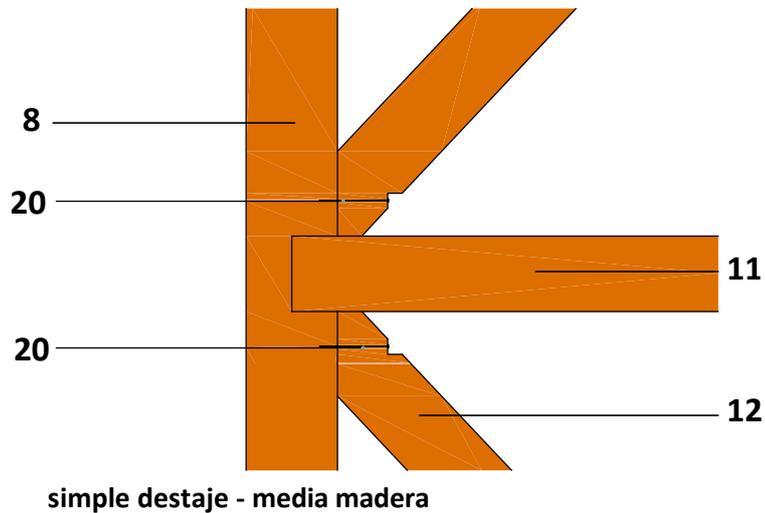
esc 1: 15

- especificación:
- Uniones clavadas
  - Embarbillado
  - Media madera

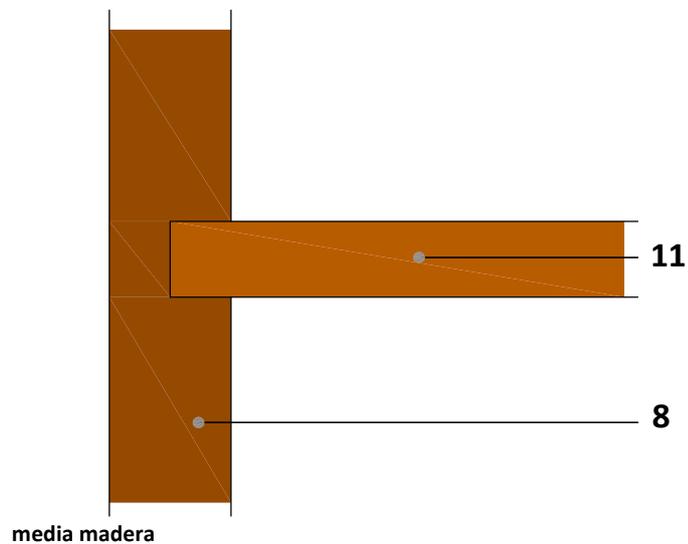
Simbología:

- 5. Viga de madera de eucalipto (14 x 16 cm)
- 7. Columna de madera de eucalipto (14 x 16 cm)
- 8. Pie derecho de madera de eucalipto (8 x 12 cm)
- 11. Medianera de madera de eucalipto (8 x 10 cm)
- 12. Trinquete de madera de eucalipto (8 x 10 cm)
- 20. Clavo multiuso de 3 ½ pulgadas

2. UNIÓN PIE DERECHO - MEDIANERA - TRINQUETE



3. UNIÓN PIE DERECHO - MEDIANERA



**detalle 17** Uniones, empalmes y ensambles

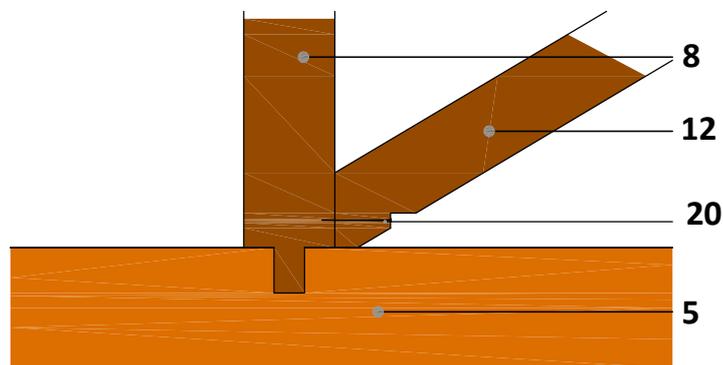
esc 1: 15

- especificación:
- Uniones clavadas
  - Embarbillado
  - Media madera

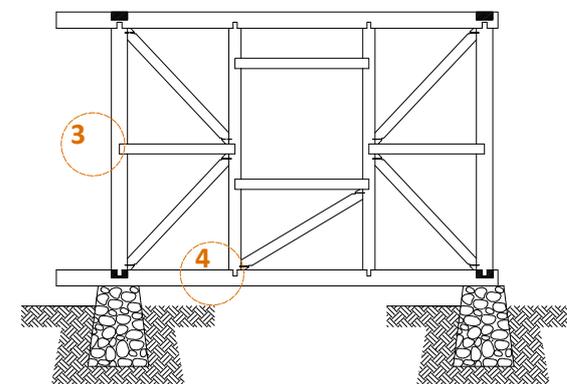
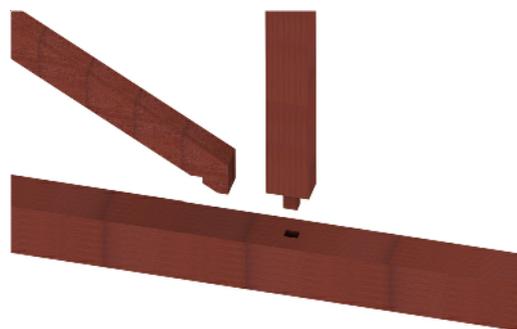
Simbología:

- 5. Viga de madera de eucalipto (14 x 16 cm)
- 8. Pie derecho de madera de eucalipto (8 x 12 cm)
- 11. Medianera de madera de eucalipto (8 x 10 cm)
- 12. Trinquete de madera de eucalipto (8 x 10 cm)
- 20. Clavo multiuso de 3½ pulgadas

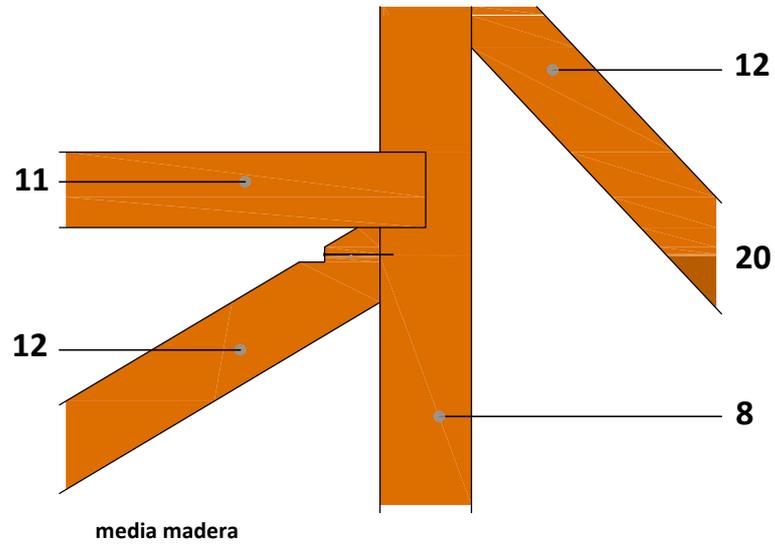
4. UNIÓN PIE DERECHO - SOLERA INFERIOR - TRINQUETE



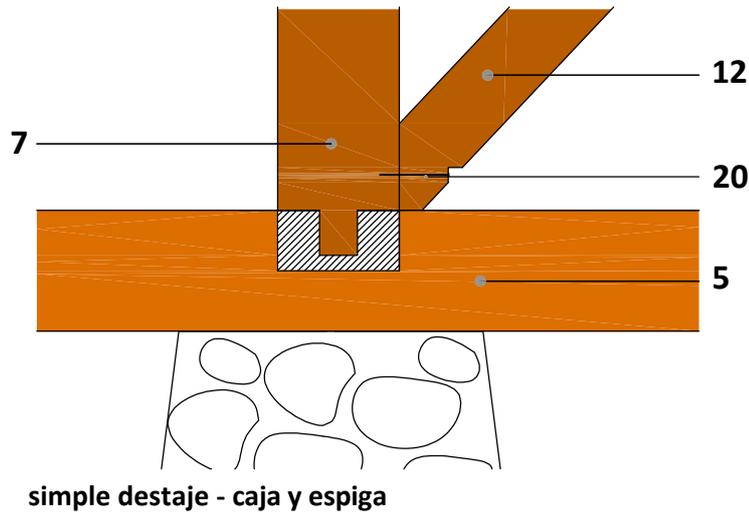
simple destaje - caja y espiga



5. UNIÓN PIE DERECHO - PEANA - TRINQUETE



2. UNIÓN COLUMNA - SOLERA INFERIOR - TRINQUETE



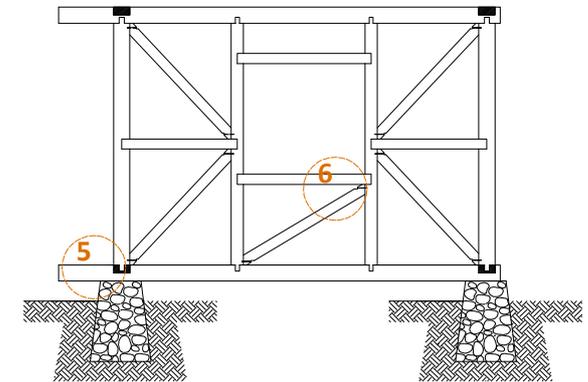
detalle 18 Uniones, empalmes y ensambles

esc 1: 15

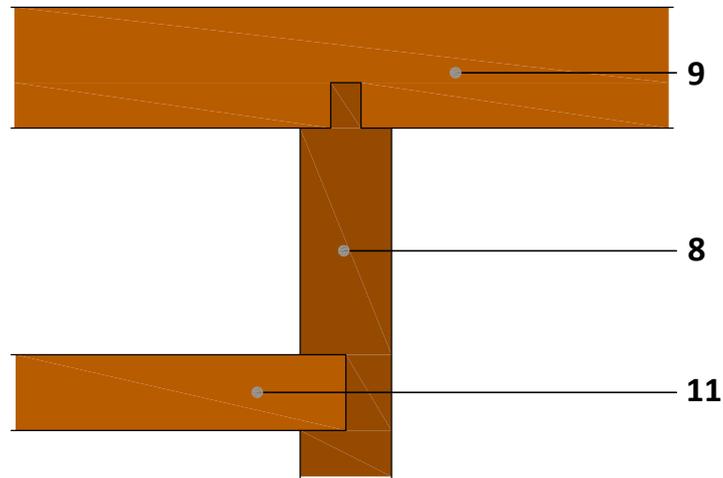
- especificación:
- Uniones clavadas
  - Embarbillado
  - Media madera

Simbología:

- 5. Viga de madera de eucalipto (14 x 16 cm)
- 7. Columna de madera de eucalipto (14 x 16 cm)
- 8. Pie derecho de madera de eucalipto (8 x 12 cm)
- 11. Medianera de madera de eucalipto (8 x 10 cm)
- 12. Trinquete de madera de eucalipto (8 x 10 cm)
- 20. Clavo multiuso de 3½ pulgadas



5. UNIÓN PIE DERECHO - DINTEL- SOLERA SUPERIOR



media madera - caja y espiga

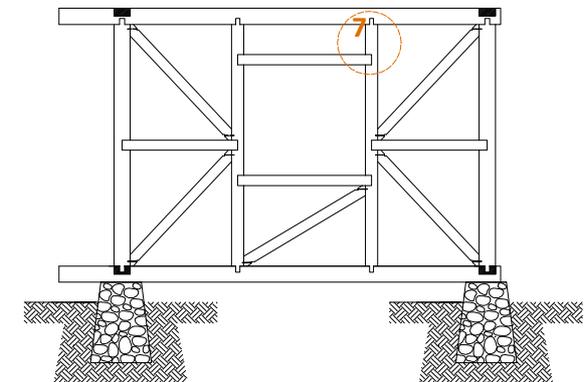
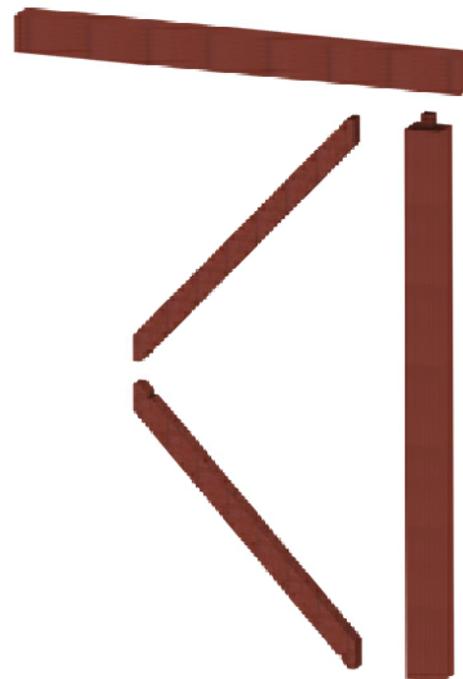
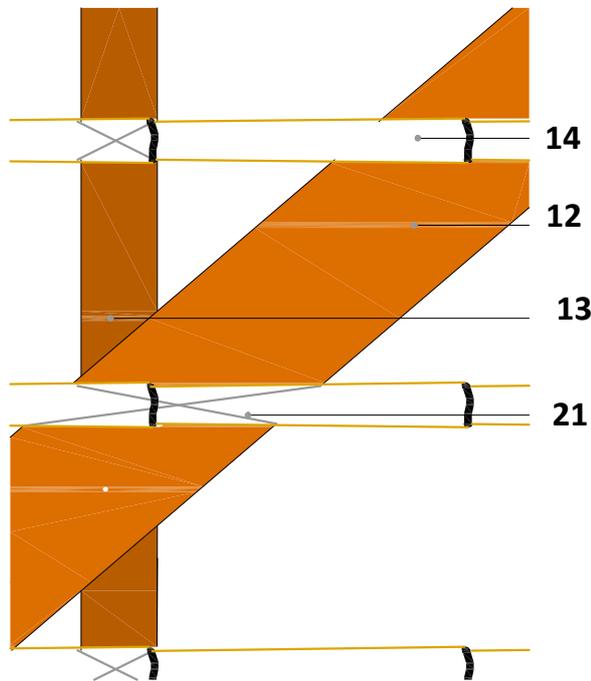
**detalle 19** Uniones, empalmes y ensambles

esc 1: 15

- especificación: - Uniones clavadas  
 - Embarbillado  
 - Media madera

Simbología:

- 8. Pie derecho de madera de eucalipto (8 x 12 cm)
- 9. Dintel de madera de eucalipto (8 x 10 cm)
- 11. Medianera de madera de eucalipto (8 x 10 cm)
- 12. Trinquete de madera de eucalipto (8 x 10 cm)
- 13. Tira de madera de eucalipto 4 x 5 cm
- 14. Carrizo
- 20. Clavo multiuso de 3½ pulgadas
- 21. Alambre de amarre #



**detalle 20**

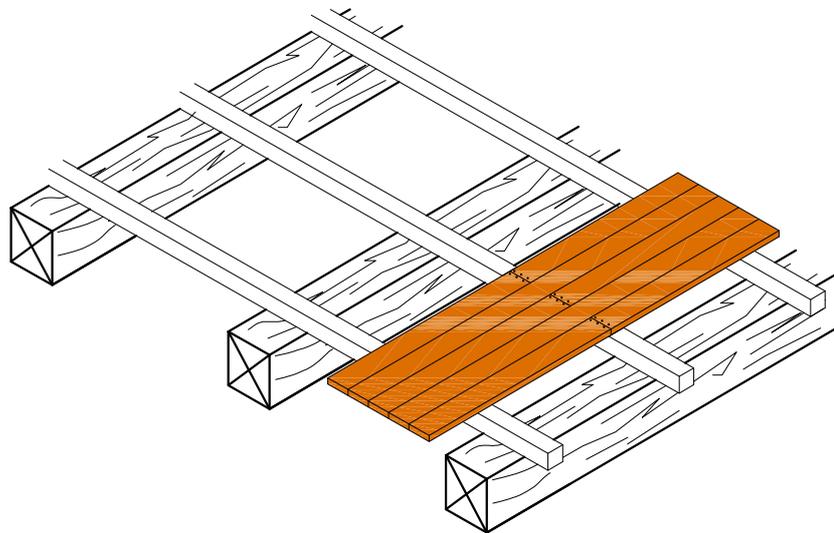
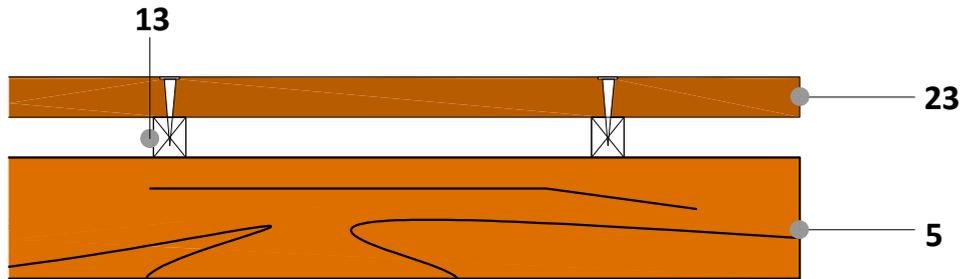
**Piso de madera**

esc: **1:10**

- especificación: - viga de madera (14 x 16 cm)  
- Duela de madera (14 x 1.8 cm)

**Simbología:**

- 5. Viga de madera de eucalipto (14 x 16 cm) c/ 60 cm
- 13. Tira de madera de eucalipto (4 x 5 cm) c/40 cm
- 21. Duela machimbreada de madera de eucalipto (14 x 1.8 cm)



**detalle 21**

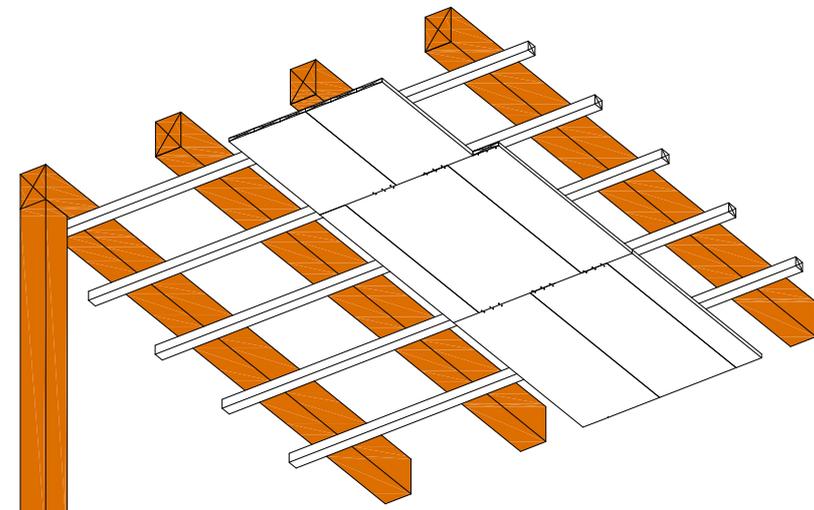
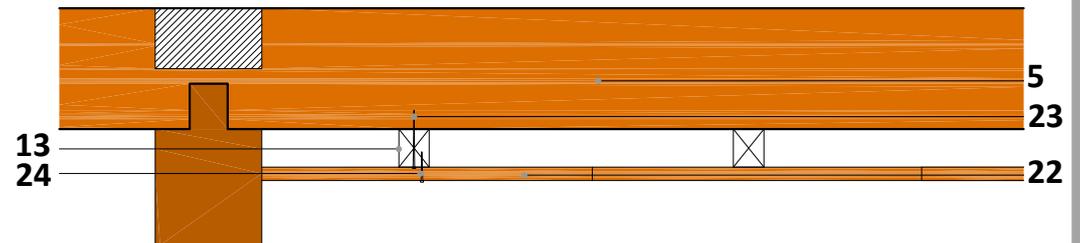
**Cielo raso**

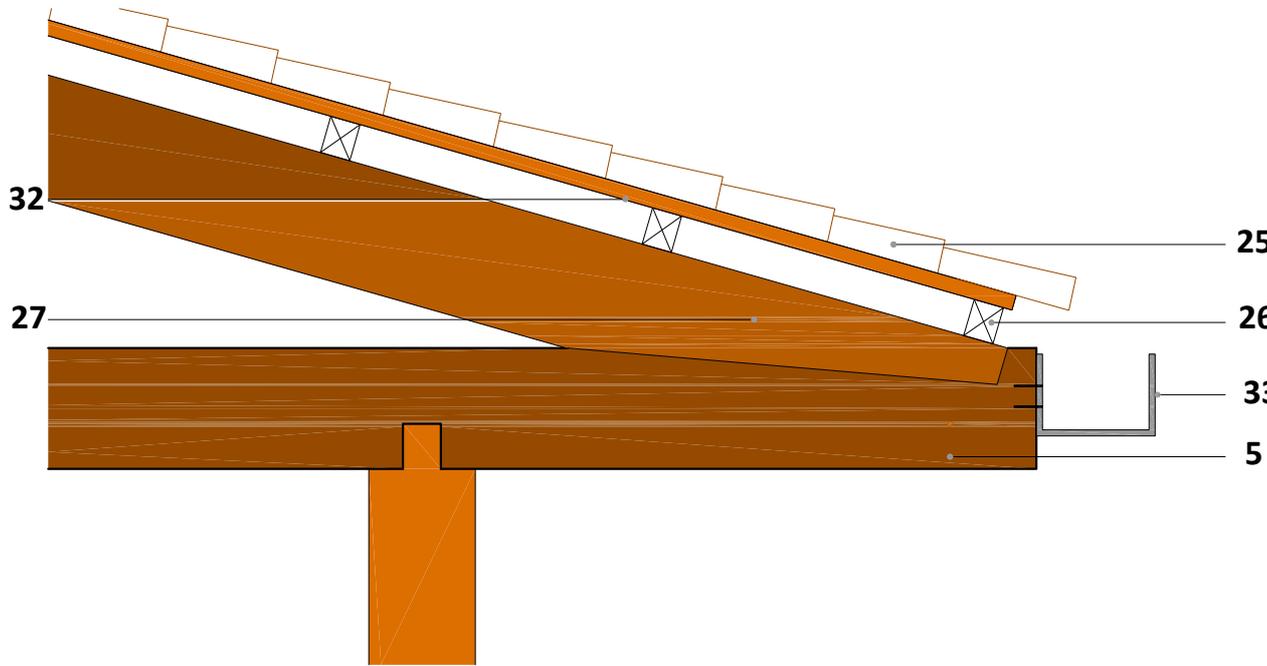
esc: **1:10**

- especificación: - tablero aglomerado de madera

**Simbología:**

- 5. Viga de madera de eucalipto (14 x 16 cm) c/ 60 cm
- 13. Tira de madera de eucalipto (4 x 5 cm) c/40 cm
- 22. Tablero aglomerado de madera (14 x 1.8 cm)
- 23. Clavo multiuso de 3 pulgadas
- 24. Clavo multiuso de 1 1/2 pulgadas





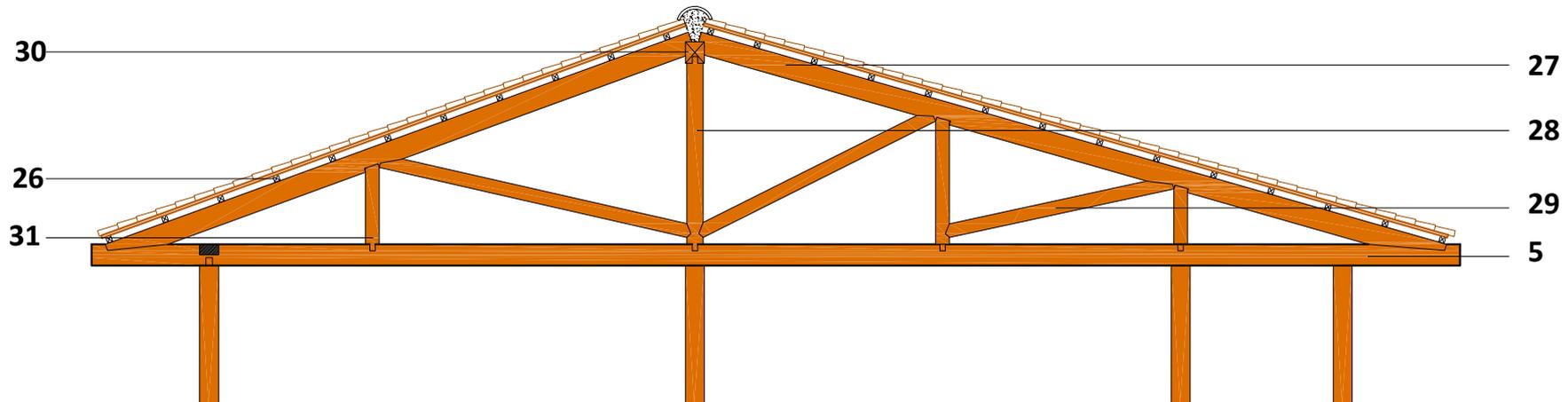
**detalle 22 Estructura de cubierta**

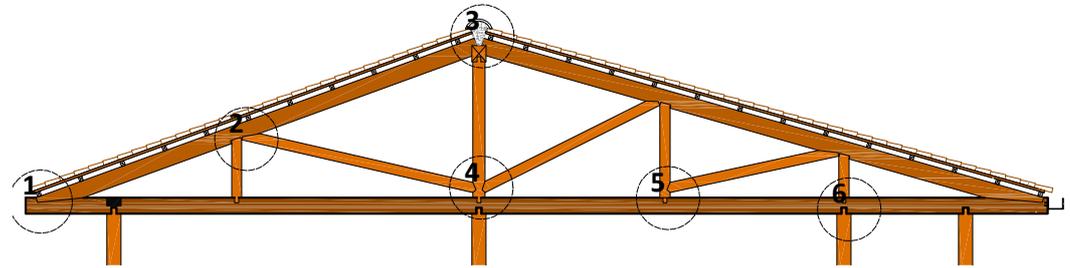
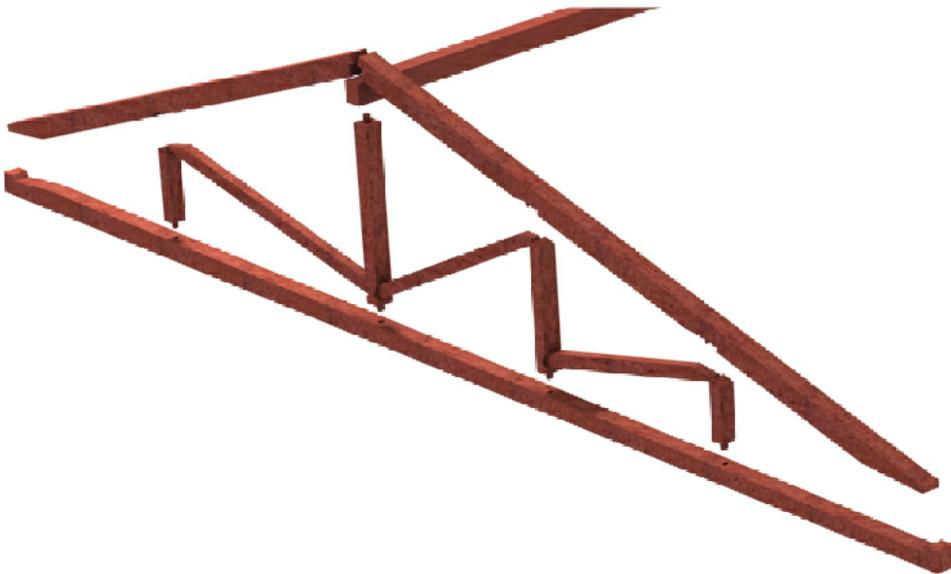
esc 1: 75

especificación: -teja artesanal

Simbología:

- 5. Viga de madera de eucalipto (14 x 16 cm)
- 25. Teja de barro artesanal
- 26. Correa de madera de eucalipto (4 x 5 cm) c/ 60 cm
- 27. Par de madera de eucalipto (14 x 16 cm)
- 28. Pendolón de madera de eucalipto (12 x 14 cm)
- 29. Tornapunta de madera de eucalipto (8 x 10 cm)
- 30. Cumbreiro de madera de eucalipto (14 x 16cm)
- 31. Tocho de madera de eucalipto ( 10 x 12cm)
- 32. Tirilla de madera de eucalipto (2 x 2 cm)
- 33. Canal rectangular de zinc





**detalle 23 Uniones, empalmes y ensambles**

esc 1: 10

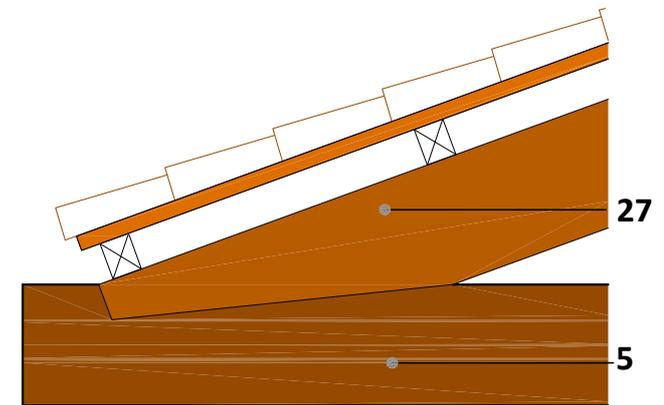
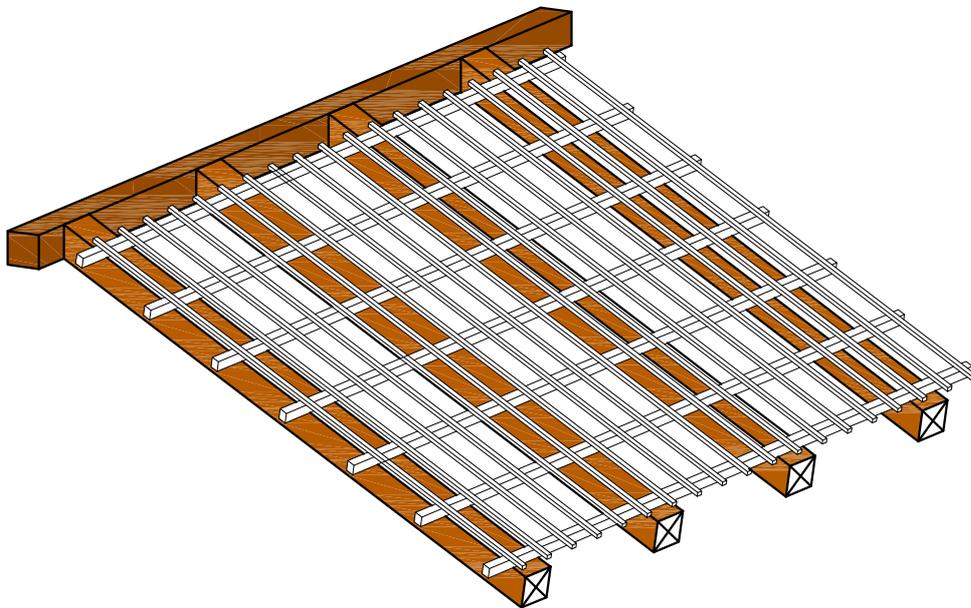
- especificación:
- unones clavadas
  - embarbillado
  - simple destaje
  - caja y espiga

Simbología:

5. Viga de madera de eucalipto (14 x 16 cm)

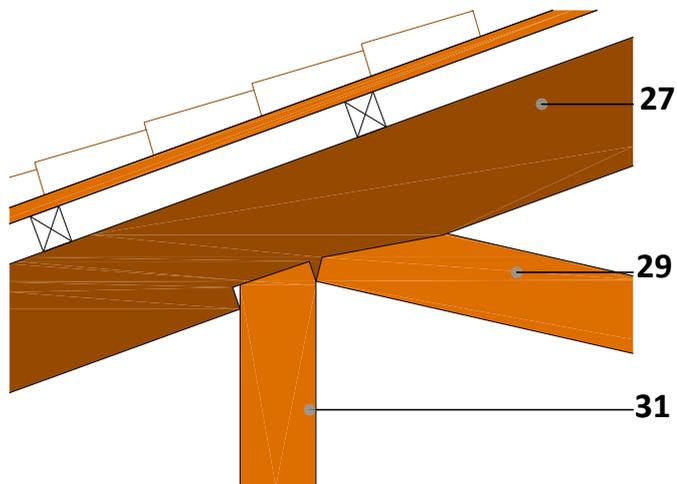
31. Tocho de madera de eucalipto ( 10 x 12cm)

1. UNIÓN PAR - SOLERA - INFERIOR



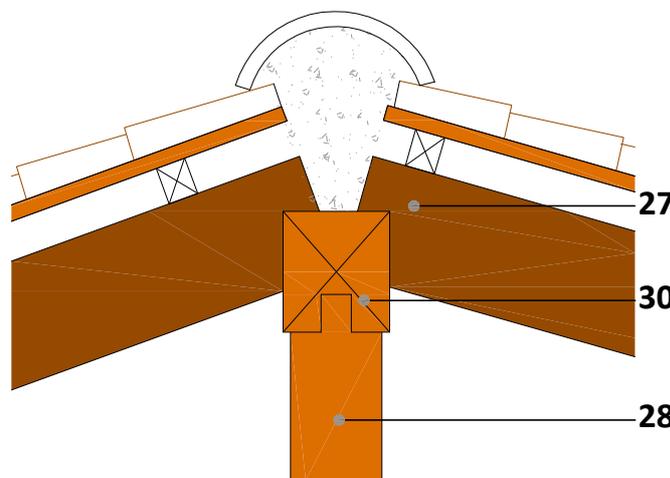
embarbillado

2. UNIÓN PAR - TOCHO - TORNAPUNTA



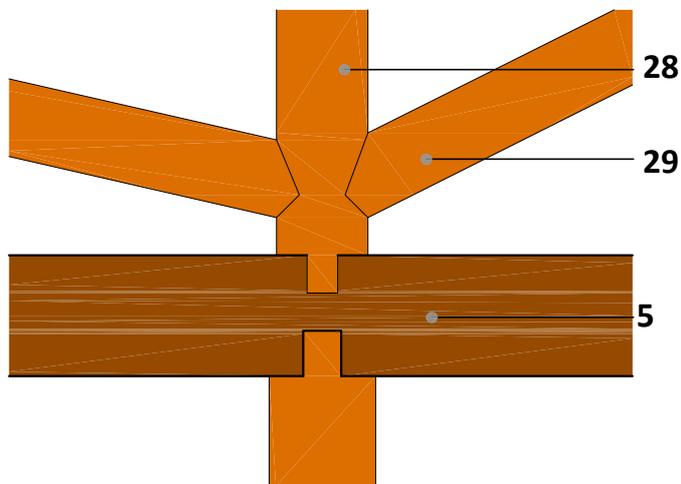
embarbillado

3. UNIÓN PARES - CUMBRERO - PENDOLÓN



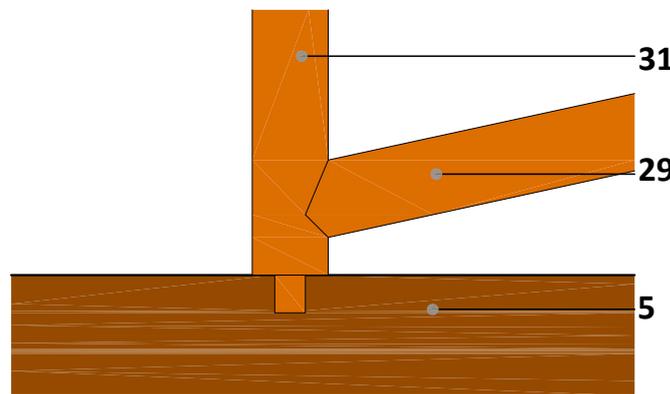
media madera y caja y espiga

4. UNIÓN SOLERA INFERIOR - PENDOÓN - TORNAPUNTA



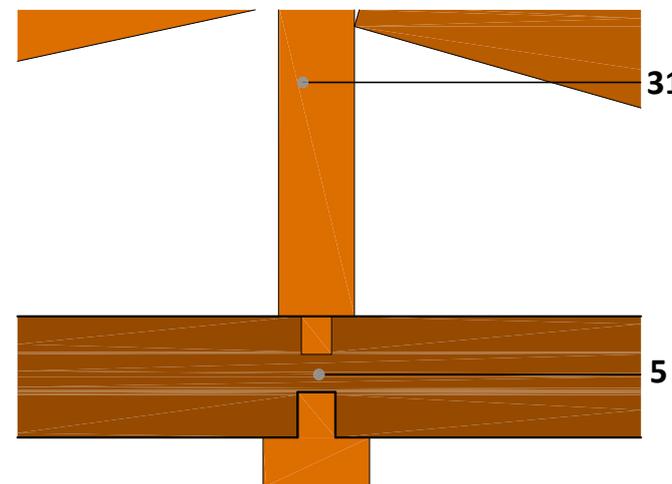
embarbillado

5. UNIÓN TOCHO - TORNAPUNTA - SOLERA INFERIOR



embarbillado - caja y espiga

6. UNIÓN TOCHO - SOLERA INFERIOR



embarbillado

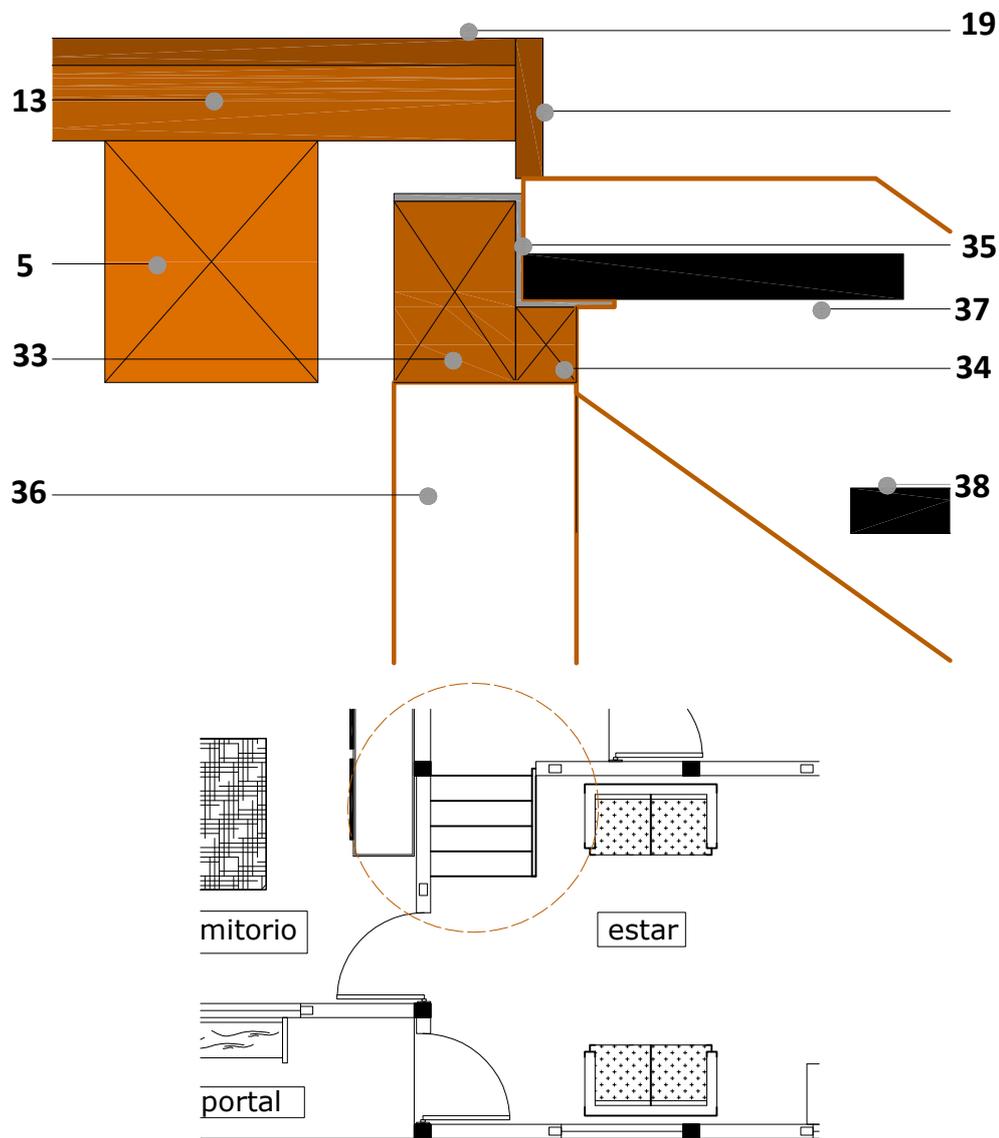
detalle 24 Uniones, empalmes y ensambles

esc 1: 10

- especificación:
- unones clavadas
  - embarbillado
  - simple destaje
  - caja y espiga

Simbología:

- 5. Viga de madera de eucalipto (14 x 16 cm)
- 25. Teja de barro artesanal
- 26. Correa de madera de eucalipto (4 x 5 cm)
- 27. Par de madera de eucalipto (14 x 16 cm)
- 28. Pendolón de madera de eucalipto (12 x 14 cm)
- 29. Tornapunta de madera de eucalipto (8 x 10 cm)
- 30. Cumbrero de madera de eucalipto (14 x 16cm)
- 31. Tocho de madera de eucalipto (10 x 12cm)
- 32. Tirilla de madera de eucalipto (2 x 2 cm)
- 33. Canal rectangular de zinc



**detalle 25 Escaleras de madera**

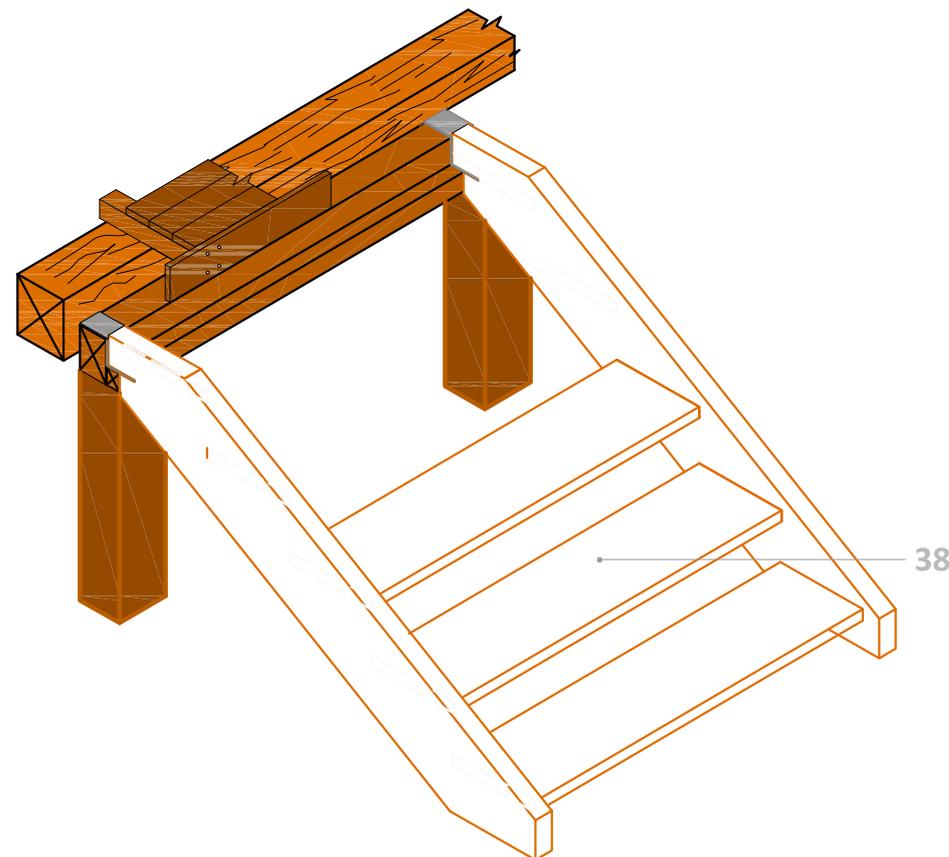
esc:

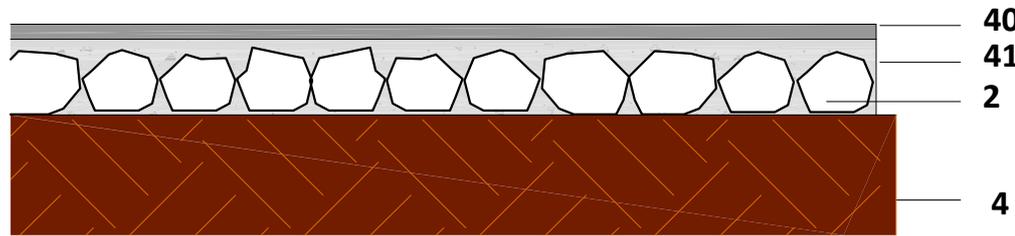
1:5

especificación: - peldaños de madera de eucalipto

Simbología:

- 5. Viga de madera de eucalipto (14 x 16 cm)
- 13. Tira de madera de eucalipto (4 x 5 cm)
- 19. Duela de madera de eucalipto
- 33. Durmiente de madera de eucalipto (8 x 12 cm)
- 34. Tira de apoyo 5 x 5 cm
- 35. Platina de acero de 5 mm
- 36. Pie derecho de madera de eucalipto (12 x 14 cm)
- 37. Zanca de madera de eucalipto
- 38. Peldaño de madera de eucalipto





**detalle 26** Piso de cemento

esc: 1:25

especificación: - anclaje con platina metálica

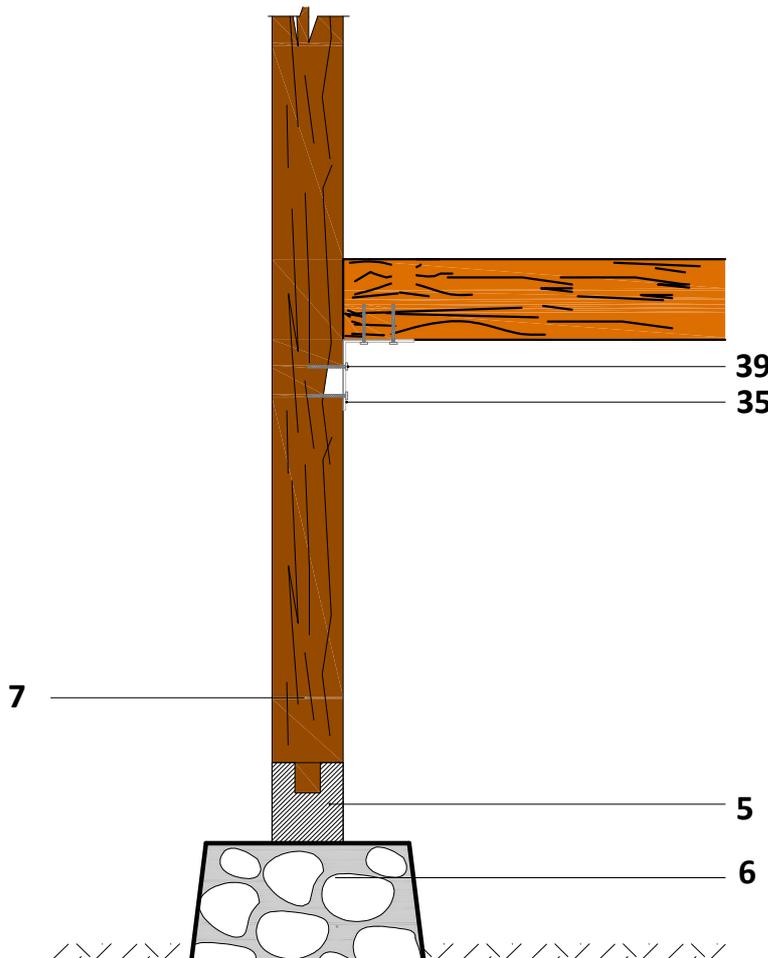
Simbología:

2. Piedra de canto rodado Ø 20cm aprox

4. Terreno apisonado

40. Mortero de cemento

41. Capa de grava



**detalle 27** Anclaje desnivel

esc: 1:15

especificación: - anclaje con platina metálica

Simbología:

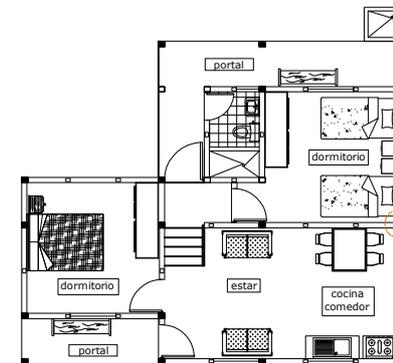
5. Viga de madera de eucalipto 14 x 16 cm

6. Zapata de hormigón ciclópeo

7. Columna de madera de eucalipto 14 x 16 cm

35. Platina Metálica de 5 mm

39. Tornillo



esc 1: 200

## **10.3. PERSPECTIVAS**



**VISTA FRONTAL VIVIENDA**





**VISTA AEREA VIVIENDA CON AMPLIACION**





**VISTA AEREA VIVIENDA SIN AMPLIACION**

## **11. COSTO PROMEDIO DE LA VIVIENDA**

CALCULO DEL COSTO PROMEDIO

COSTO PROMEDIO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR PARA EL MEDIO RURAL

OBRA: VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 1 PISO EN LA PARROQUIA TURUPAMBA

SISTEMA CONSTRUCTIVO: BAHAREQUE

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>					
1	Limpieza del terreno	m2	70	0,5	37,00
2	Replanteo	m2	70	0,5	37,00
TOTAL					<b>74,00</b>
<b>CIMENTACION</b>					
3	Cimentacion Hormigon Ciclopeo	m3	3,95	54	213,30
4	Excavación para elementos soportantes	m3	4,1	8	32,80
5	Relleno con material de mejoramiento	m3	3,52	15	52,80
TOTAL					<b>298,90</b>

FUENTE:

GRUPO DE TESIS

PRECIOS COMERCIALES VIGENTES

CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE CUENCA

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	<b>ESTRUCTURA</b>				
6	Soleras inferiores de madera de eucalipto (14x16cm)	ml	66,8	3	200,40
7	Soleras superiores de madera de eucalipto (14x16cm)	ml	66,8	3	200,40
8	Columnas de madera de eucalipto (14x16cm)	ml	53	3	159,00
9	Varillas de hierro de 12 mm para anclaje de solera-cimentación	ml	12	1,16	14,00
	TOTAL				<b>573,80</b>
	<b>TABIQUES</b>				
10	Muro de bahareque (madera de eucalipto)	m2	132	10,8	1425,60
11	Relleno de barro y paja	m2	132	2,5	330,00
12	Tabique baño	m2	19,7	15	295,50
	TOTAL				<b>2051,10</b>

**FUENTE:**

GRUPO DE TESIS

PRECIOS COMERCIALES VIGENTES

CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE CUENCA

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	<b>CUBIERTA</b>				
13	Estructura de madera de eucalipto	m2	106,5	8,6	915,90
14	Teja artesanal (colocada)	m2	106,5	8,3	883,95
	TOTAL				<b>1799,85</b>
	<b>PISOS</b>				
15	Piso de madera (enduelado)	m2	70,51	25	1762,75
16	Piso de cemento (baño)	m2	10,72	15	160,80
17	Cielo raso de madera (entablado)	m2	98,51	14	1374,94
	TOTAL				<b>3298,49</b>
	<b>RECUBRIMIENTOS</b>				
18	Pintura para interiores	m2	90	2,5	225,00
19	Pintura para exteriores	m2	35,52	2,5	88,80
20	Piso de cerámica para baño (30x30cm)	m2	9	20	180,00
21	Cerámica mesón de cocina	m2	3,6	20	72,00
22	Revestimiento enduelado de madera para paredes exteriores (zocálo alto=0,90cm)	m2	19,2	15	288,00
	TOTAL				<b>853,80</b>

**FUENTE:**

GRUPO DE TESIS

PRECIOS COMERCIALES VIGENTES

CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE CUENCA

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>CARPINTERIA</b>					
23	Puerta de madera principal (2,00x1,06) e=7cm	u	1	180	180,00
	Puerta de madera baño (2,00x0,70) e=7cm	u	1	150	150,00
24	Puerta de madera interiores (2,00x0,90) e=7cm	u	3	150	450,00
	Cerradura llave puertas interiores	u	4	15	60,00
25	Cerradura llave puerta principal	u	1	45	45,00
26	Ventanas de madera con vidrio claro de 3mm	m2	9,18	40	367,20
<b>TOTAL</b>					<b>1252,20</b>
<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS</b>					
27	Fregadero de un pozo + grifería	u	1	90	90,00
28	Fregadero de ropa	u	1	200	200,00
29	Lavamanos de baño	u	1	60	60,00
30	Suministro e instalación de inodoro blanco	u	1	65	65,00
31	Colocación de grifería para ducha	u	1	45	45,00
32	Punto de agua fría (PVC de 1/2")	pto	8	25	200,00
33	Punto de agua caliente (PVC 1/2")	pto	1	30	30,00
34	Canales de zinc	ml	19,5	12	234,00
35	Bajantes de zinc	ml	17,5	12	210,00
<b>TOTAL</b>					<b>1134,00</b>

FUENTE:

GRUPO DE TESIS

PRECIOS COMERCIALES VIGENTES

CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE CUENCA

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>					
36	Instalaciónde punto de luz (incluye materiales)	pto	10	25	250,00
37	Instalación de tomacorrientes doble polarizado (incluye materiales)	pto	9	25	225,00
38	Instalación de caja de medidor de luz	u	1	30	30,00
	TOTAL				<b>505,00</b>
<b>OTROS</b>					
39	Mesón de cocina ancho=60 cm alto=90cm longitud= 1.50cm H.S=180Kg/cm2	ml	1,5	30	45,00
40	Suministro e instalación de caja de medidor de agua	u	1	25	25,00
	TOTAL				<b>70,00</b>
	<b>TOTAL DE LA CONSTRUCCION=</b>				<b>11911,14</b>

<b>AREA DE CONSTRUCCION+AMPLIACION=</b>	84,85 m2
<b>COSTO POR METRO CUADRADO=</b>	140 dólares m2
<b>COSTO TOTAL DE LA VIVIENDA=</b>	<b>11911,14 dólares</b>
<b>AREA DE CONSTRUCCION AMPLIACION=</b>	12,90 m2
<b>COSTO AMPLIACION=</b>	1806 m2
<b>AREA CONSTRUCCION SIN AMPLIACION=</b>	71,95 m2
<b>COSTO CONSTRUCCION SIN AMPLIACION=</b>	<b>10,073 dólares</b>

**FUENTE:**

GRUPO DE TESIS

PRECIOS COMERCIALES VIGENTES

CAMARA DE LA CONSTRUCCION DE CUENCA

- Cada capítulo ha pretendido demostrar que la madera es un material noble por sus innumerables ventajas, ya que sola o combinada con otros materiales puede aportar con importantes soluciones para los problemas de vivienda que aquejan a las familias de I ámbito rural.
- Sus diferentes características como: durabilidad, resistencia al fuego, condiciones de habitabilidad excelentes, economía en mano de obra, sismo resistencia, nos permiten concluir que la construcción en bahareque podría llegar a la prefabricación e industrialización, ya que consiste en un sistema de edificación sencilla que no pide muchos requisitos a diferencia de la construcción convencional.
- El análisis de las viviendas de la Parroquia Turupamba nos dio como resultado que la técnica constructiva que predomina es el bahareque, la cual ha pesar de haber sido construida de forma empírica a resistido no solo la temporalidad sino también los factores climáticos de la zona, ya que existen edificaciones que sobrepasan los 50 años, es por ello que no hemos visto la necesidad de añadir elementos extraños al proceso constructivo de este Bahareque tradicional, excepto en aquellas que tengan un factor topográfico especial.
- La madera puede resistir mayor tiempo si se le da un tratamiento adecuado para evitar las diferentes patologías halladas en los elementos constructivos de las viviendas como: polilla, humedad, agrietamientos de la madera, fisuras de los revoques entre otros.
- Uno de las principales ventajas que hemos encontrado en el bahareque sobre la mampostería de bloque en el área rural es la integración al paisaje ya que es indudable afirmar que la arquitectura de tierra se integra armónicamente al paisaje tanto en colores como en textura lo que no sucede con la mampostería de bloque cuya presencia es una agresión al entorno.
- Lo que pretendemos con nuestra propuesta arquitectónica y constructiva es entregar una vivienda con buena calidad funcional, condiciones de habitabilidad aceptables, costos accesibles, dentro de un área de 84,85 m<sup>2</sup> que consta de dormitorio de padres, dormitorio de hijos, sala comedor cocina en un solo ambiente, baño completo y con posible ampliación de un dormitorio.
- Por su materialidad, texturas, forma, esta vivienda se integra al paisaje rural, sin distorsionar los diferentes elementos naturales y antrópicos existentes en el entorno.

Dentro de las recomendaciones generales para mejorar el sistema constructivo de Bahareque de las edificaciones están las siguientes:

- Tratar la madera previamente a la utilización de la misma, es importante trabajar con madera seca, y la utilización de perseverantes como maderol con la técnica a brocha, para el armado de la vivienda lo cual evitara futuras complicaciones en su estructura.
- No ubicar la vivienda en terrenos con problemas de deslizamientos.
- La construcción en bahareque es liviana y por lo tanto los suelos no requieren de una alta capacidad portante, lo que debe cuidarse es que no tengan peligro de hundimientos diferenciales y deslizamientos.
- En caso de terrenos con niveles freáticos altos, es conveniente drenar los suelos mediante canales a cielo abierto o drenes con camas de suelo granular.
- Las uniones clavadas deben ser pretaladradas para evitar fisuras en la madera.
- Si bien la losa de cimentación es la indicada para terrenos inestables esta resulta extremadamente costosa por lo que recomendamos zapatas aisladas de hormigón ciclópeo debido a sus condiciones topográficas, la profundidad de las mismas dependerá de las características geotécnicas.
- Para los muros estructurales, este debe estar anclado a la cimentación, y debe ser continuo entre la cimentación y el diafragma inmediatamente superior, sea el entrepiso o la cubierta.
- Debe evitarse la irregularidad en planta tanto geométrica como rigidez. Las formas irregulares podrán convertirse por descomposición en varias formas regulares. Las formas geoméricamente regulares pero asimétricas deben evitarse.
- Deben evitarse las reformas interiores en otros materiales o sistemas constructivos diferentes al bahareque, no debe cambiarse o modificarse la fachada de una construcción en bahareque por mampostería.

- Toda modificación a la estructura de bahareque debe construirse con este mismo material de lo contrario es necesario aislar la adición o la modificación , para que trabaje independientemente de la estructura de bahareque, resolviendo en si mismo su estabilidad y resistencia.
- Los tabiques deben construirse apoyados sobre vigas de cimentación o en sobrecimientos, a su vez apoyados sobre vigas de cimentación. Los muros estructurales deben tener continuidad desde la cimentación hasta el diafragma superior con el cual están conectados.
- Los materiales utilizados para el cierre de la cubierta deben garantizar una impermeabilidad suficiente para proteger de la humedad las guadas y la madera de la estructura de soporte.
- Los cielo rasos se deben construir en materiales livianos, anclados a la estructura del entrepiso o de la cubierta y deben permitir la ventilación de cubiertas y entrepisos.
- Todos los miembros y elementos estructurales deberán estar anclados, arriostrados, empalmados e instalados de tal forma que garanticen la resistencia y rigidez necesarias para resistir las cargas y transmitir las con seguridad a la cimentación

## LIBROS:

- “Salvemos lo nuestro, Cartilla para el maestro y promotores de Patrimonio Institucional del patrimonio Cultural” – Ecuador
- “Cartilla de Construcción con Madera”, Editada por la Junta del Acuerdo de Cartagena
- KOLLMANN Franz, “Tecnología de la madera y sus aplicaciones”, Madrid, 1959.
- “Aproximaciones: de la Arquitectura al Detalle”, Arq. Ediciones, 2001
- “Edificaciones en Madera”, Cuadernos del 1 al 11, Universidad del Bio Bio, Facultad de Arquitectura, Chile, 1987.
- “La Madera”, Editorial Blume, España, 1978.
- “Manual La construcción de Viviendas en Madera”, Centro de Transferencias Tecnológicas, Corma, Santiago 2004.
- OPCION URBANISMO 2008, “Plan de Ordenamiento Territorial de la Cabecera Parroquial de Turupamba.”
- GOMEZ CONSUEGRA, Lourdes Dr. Arq., “Maestría en Estudios para la conservación de Monumentos y Sitios”, Facultad de Arquitectura, Universidad de Cuenca, Agosto del 2004.
- LOPEZ ANGULO Daniel, “Planificación y diseño participativo de la vivienda rural”, 1989.
- ESCOBAR Iván, “Mejoramiento de las técnicas de producción de vivienda rural”, 1990-1991.
- CALDERÓN, Juan Carlos, “De los movimientos verdaderos a las Arquitecturas Vernáculas”. 2008.
- Zeas S., Pedro, “Hacia el conocimiento de la arquitectura rural andina: caso Alta Montaña Cañar”. Flores E., Marco.1982.
- Delimitación e inventario de las edificaciones del área patrimonial de la ciudad de Cañar.
- Alfonso Calderón, Saraguro Huasi “La casa en la tierra del maíz”, Editorial Separación de Colores, Mayo 1985.

## TESIS:

- BELTRAN Enma, FLORES O Zoila, SANTACRUZ, Ximena. Tesis para la obtención del Título de Arquitecto, Análisis de los Sistemas constructivos en la ciudad de Cañar y propuesta de mejoramiento, 1995.
- SAQUICELA Z Santiago, ZHUNIO C Fernando, Tesis para la obtención del título de arquitecto, “Vivienda Prefabricada con paneles integrales de Madera y recubrimiento de tierra en Obra”, Agosto 2000. Tomo I, Tomo II.
- CARANGUI S Raúl, TANDAZO REA Patricio, Tesis para la obtención del título de Arquitecto, “Vivienda modular desmontable con madera industrializada para casos emergentes”, 1995. Tomo I, Tomo II
- SACOTO G Ana Lucia, DURÁN María Cecilia, Tesis para la obtención del título de Arquitecto, “Tabiques prefabricados con estructura de madera”, Enero 1989.
- ZEAS, Pedro; FLORES, Marco; “Hacia el conocimiento de la arquitectura rural andina”, Tesis para la obtención del título de Arquitecto, Universidad de Cuenca, 1982
- NARVÁEZ Ximena, Sarmiento Álvaro, “Arquitectura de Quingeo una isla en el tiempo”, Tesis para la obtención del título de Arquitecto, Universidad de, Cuenca, Tomo 1.
- ALVAREZ, Nicolás; SALGADO, Manuel; “El campesino y la vivienda rural”, Tesis Arquitectura, Universidad de Cuenca, 1989.
- CASTILLO, Jhair; CHICAIZA, Fernando; GOMEZ, Silvia; SAGUAY, Walter; “Paisaje Rural del Cantón Cuenca”, Forma, Clasificación, Valoración, Tesis Arquitectura, Universidad de Cuenca, 2002.
- GONZALEZ ZARI Marcelo, SEGOVIA MACÍAS Marcos , “Propuesta para un programa integral de Vivienda Popular-Rura”.1991
- LOJA, Daniel. RODRIGUEZ Jorge, SEGARRA Nasser, “Arquitectura campesina del Cantón Cuenca”.1984