



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE CUENCA  
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE ARQUITECTURA

---

**Análisis de patologías de la madera en la arquitectura  
vernácula. Caso de estudio en Minas-Baños**

---

*Autor:*

Diego Patricio Morocho  
Baculima

*Director:*

MSc. Arq. Giovanny Marcelo  
Albarracín Vélez

Trabajo de Titulación presentado ante la  
**Universidad Católica de Cuenca**  
como requisito para optar al título de:

**Arquitecto**

Noviembre - 2019

## Certificación

Certifico que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del Grado de ARQUITECTO con el título: “*Análisis de patologías de la madera en la arquitectura vernácula. Caso de estudio en Minas-Baños*” ha sido elaborado por el Br. **Diego Patricio Morocho Baculima**, mismo que ha sido realizado con el asesoramiento permanente de mi persona en calidad de Tutor, por lo que certifico que se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.



MSc. Arq. Giovanni Marcelo Albarracín Vélez

## Declaración

Yo, **Diego Patricio Morocho Baculima**, con cédula de identidad 0103663522, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. Que el trabajo aquí descrito es de mi autoría y soy responsable de las ideas, doctrinas, resultados y lineamientos alternativos realizados en la presente investigación.
2. Que trabajo es original, siendo resultado de mi trabajo personal, el cual no he copiado de otro trabajo de investigación, ni utilizado ideas, fórmulas, citas completas, ilustraciones, tablas, etc. sacadas de alguna publicación (en versión digital o impresa).  
Caso contrario, referencio en forma clara y exacta su origen o autor.
3. Que el trabajo no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.
4. Que el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Católica de Cuenca.

Me hago responsable ante la universidad o terceros, de cualquier irregularidad o daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado y asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, responsabilizándome por todas las cargas pecuniarias o legales que se deriven de ello sometiéndome a la normas establecidas y vigentes de la UCACUE.



Diego Patricio Morocho Baculima

## Dedicatoria

A mi Karlita Cho Cho y mi Dieguito Junior:

Esta tesis la dedico con todo mi corazón a mi hija: Karlita Isabella y a mi hijo Dieguito Fernando, para ustedes hijos queridos, que han sido mi mayor impulso para alcanzar este sueño tan añorado. Sus sonrisas, sus juegos y ocurrencias, el verlos crecer ha sido lo que noche tras noche me ha motivado a conseguir este logro. A ustedes hijitos míos, que son el regalo máspreciado que Dios me ha mandado solo para mí, a ustedes mis niños, les dedico este título de Arquitecto.

A mi madre querida:

María Margarita, mi mami Magui. Gracias por todo su apoyo, desde el primer día que tomó mi mano y me llevó a la escuela hasta ahora que he logrado este título que siempre anhelamos, gracias madre por criarme, gracias madre por educarme, gracias madre por apoyarme, pero principalmente, gracias mami por CREER en mí. Para usted esta tesis la dedico con todo el amor que un hijo puede sentir por una madre.

## Agradecimientos

Eternamente agradecido con mis padres por darme la vida y a mi Dios Todo Poderoso por permitirme disfrutarla.

Gracias papi Rely por todo su apoyo incondicional, siempre ha sido y es un pilar fundamental en mi vida. Gracias por todos los ánimos y consejos que me ha dado, gracias papi por no haberme dejado solo en los momentos más críticos de mi vida, Gracias padre mío por haberme motivado en regresar a estudiar, gracias a usted ahora soy lo que soy. Gracias Papá.

A mi esposa Lourdes, que me ha dado lo más hermoso de este mundo, mis hijos. Gracias querida esposa por ser parte de este logro que no es solo mío sino también suyo y de nuestros niños. Gracias por su apoyo durante todos estos años de estudio. Gracias por todo mi amor.

A mis hermanas Inés y Leito, hermosa bendición que Dios me ha concedido, tenerlas a mi lado, que haría sin ustedes queridas hermanas. Gracias por ser tan atentas conmigo. Gracias por haberme dicho que nunca es tarde para conseguir lo que uno desea. Que Diosito les bendiga siempre siempre.

A mis sobrinitas Dome y Karito, mis niñas, ustedes han sido las que me han regalado una etapa maravillosa en mi vida, me hicieron y me hacen el tío más feliz del mundo, con ustedes aprendí a ser papa. Muy contento de tenerlas mis pequeñas.

A mi cuñado René, Gracias por haberme dicho una frase que la llevo grabada en mi mente: “Así como hoy te estás graduando de Diseñador, te quiero ver graduándote de Arquitecto” Gracias por esa motivación René.

A la Universidad Católica de Cuenca y todos los docentes que la conforman. Gracias por ser los líderes en cada una de sus enseñanzas, gracias por haber sido las personas que me compartieron sus conocimientos sin condición. Gracias a ustedes profesores puedo llevar el nombre de la Universidad Católica de Cuenca muy en alto.

De una madera especial al Arq. Giovanni Albarracín, tutor de este trabajo de titulación. Gracias arquitecto, su ayuda a sido fundamental para completar este trabajo investigativo.

## Resumen

A 20 años de la declaratoria del Centro Histórico de Cuenca como Patrimonio Cultural de la Humanidad, el interés por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural en preservar las edificaciones patrimoniales se ha incrementado notablemente; sin embargo, existen edificaciones vernáculas ubicadas fuera del Centro Histórico con un gran legado patrimonial y están abandonadas. Con el fin de preservar estas edificaciones y prolongarlas la vida útil se ha realizado un reconocimiento de patologías en tres casos de estudio ubicados en la comunidad de Minas, parroquia Baños cantón Cuenca, para proponer protección por diseño.

La metodología empleada para la valoración de patologías se basa en la revisión bibliográfica de contenido histórico, constructivo y tipológico útil para conocer las cronologías de las edificaciones. En el análisis de casos, se ha determinado la especie de madera, análisis que ha sido fundamental para elaborar las fichas de valoración patológica para cada caso de estudio.

Los resultados indican que la madera de la cubierta presenta patologías causadas por hongos de pudrición, cromógenos y xilófagos, producidas principalmente por la presencia de humedad y filtraciones de agua. Un índice promedio sobre el análisis realizado demuestra que la cubierta presenta sobre el 60 % de patologías, evidenciando considerables filtraciones de agua. Ante esto, la propuesta se basa en criterios técnicos planteados en el Manual de diseño para maderas del grupo andino, para los elementos estructurales de la vivienda, especialmente para los de la cubierta, con el fin de preservándolos y prolongándolos en su vida útil.

**Palabras clave:** PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO, SISTEMAS CONSTRUCTIVOS, PATOLOGÍA EN MADERA, ARQUITECTURA VERNÁCULA.

## Abstract

About 20 years after the designation of the Historic Center of Cuenca as a World Cultural Heritage Site, the importance of the National Institute of Cultural Heritage in preserving heritage buildings has significantly enhanced; however, there are some vernacular buildings located out of the historic downtown with a significant heritage inheritance and which are no longer in use. In order to preserve these buildings and extend their lifetime, a diagnosis of pathologies has been made in three case studies located within the community of Minas in the Baños parish of Cuenca, to suggest an appropriate solution in terms of design.

The used methodology for the diagnosis of pathologies are on the basis of bibliographic references of historical, building and typological nature necessary to understand buildings timelines. In analyzing cases, the wooden variety has been identified, which has been essential in order to develop the pathological assessment forms for each individual case study.

The results show that the pathologies found in the roof wood are rot fungi, chromogens and xylophages, caused mainly by the presence of humidity and water leaks. An index average on the carried out analysis shows that the roof represents over 60 % of the pathologies, demonstrating significant water leaks. For this reason, the proposal is based on using technical criteria set out in the Andean Group Wood Design Manual, for the structural elements of the housing, particularly the roof, in order to preserve them and extending their lifetime.

**Keywords:** ARCHITECTURAL HERITAGE, BUILDING SYSTEMS, WOOD PATHOLOGY, VERNACULAR ARCHITECTURE.

## Introducción

La ciudad de Cuenca, capital de la provincia del Azuay, cuenta con 15 parroquias urbanas y 21 parroquias rurales, dentro de éstas la parroquia Baños ubicada a 9 kilómetros del centro histórico, esta parroquia la conforman 10 comunidades, entre ellas la comunidad de Minas, lugar donde se emplazan los tres casos de estudio. Esta ciudad, por su riqueza arquitectónica, se ha convertido, para otras ciudades, en un referente de la arquitectura tradicional y vernácula, tanto de nuestro país como para ciudades extranjeras, razón por la cual es importante preservar y prolongar la vida útil de esta arquitectura. Sin embargo, existe un concepto erróneo considerando que la arquitectura patrimonial está presente únicamente en el centro histórico y sus alrededores (Muñoz, 2015). Las parroquias rurales de la ciudad de Cuenca cuentan con edificaciones que poseen en su arquitectura una gran riqueza patrimonial, pero que lamentablemente no se las considera como patrimonio y por ende no ameritan una pertinente intervención.

Esta riqueza patrimonial presente en la arquitectura vernácula se caracteriza por el uso de materiales del entorno como la tierra, piedra, carrizo, la paja, la madera, entre otros, aprovecha estrategias pasivas como la sombra, el viento, el calor, ventilación, la lluvia para aportar considerablemente a la construcción de edificaciones de una forma ecológica, evitando el uso de materiales industrializados y contribuyendo a la lucha constante contra el cambio climático.

El trabajo investigativo se enfoca en analizar y valorar las diferentes patologías que sufre la madera por ataques de agentes bióticos y abióticos. Para ello, se plantean tres fases principales: la revisión bibliográfica de contenido histórico para conocer la cronología de las edificaciones; la identificación de la especie para determinar el comportamiento físico y mecánico de la madera; y finalmente el diseño de propuesta basado en la reconstrucción virtual del bien patrimonial. Con estos parámetros, y tomando como referencia metodologías empleadas en análisis similares, se ha elaborado fichas de identificación patrimonial y de valoración patológica.

Los resultados del estudio indican que las patologías encontradas en la cubierta son similares en los tres casos de estudio, presentando deterioros considerables. De aquí la importancia y la necesidad de mejorar el sistema constructivo en las edificaciones patrimoniales vernáculas, con el afán de preservarlas y prolongar la vida útil del bien edificado.

## Problemática

La arquitectura vernácula o también llamada arquitectura sin arquitectos, ha sido desde sus inicios utilizada para la protección de los agentes atmosféricos y del peligro, las edificaciones aprovechan en su totalidad los recursos naturales propios del lugar como la piedra, la madera, la tierra, el carrizo, entre otros, elementos biodegradables que mantienen una relación directa con el entorno, aportan a la conservación del medio ambiente y contribuyen en disminuir los constantes e intensos cambios climáticos (Pesántez y González, 2011).

En nuestro país, la madera es utilizada considerablemente en la construcción de edificaciones, tanto para estructuras, revestimientos o mobiliario y es uno de los materiales empleados con mayor frecuencia en la arquitectura vernácula como elemento estructural (Tillería, 2006). Sin embargo, la madera es vulnerable a los ataques ocasionados por agentes bióticos y atmosféricos, y como consecuencia, sufre alteraciones físicas y mecánicas, afectando directamente a la integridad del bien.

Por otra parte, el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural presenta en el registro correspondiente a bienes patrimoniales 2019, que en la ciudad de Cuenca la mayoría de edificaciones catastradas como patrimoniales están ubicadas en el Centro Histórico. Sin embargo, existe un gran número de viviendas emplazadas en parroquias rurales que cuentan con un gran valor histórico y arquitectónico que podrían considerarse como patrimoniales.

| <b>Bienes inmuebles patrimoniales</b> | Ubicación          | Total |
|---------------------------------------|--------------------|-------|
|                                       | Cantón Cuenca      | 3366  |
|                                       | Parroquias Urbanas | 1573  |
|                                       | Parroquia Baños    | 171   |
|                                       | Comunidad de Minas | 42    |

Tabla 1: *Bienes inmuebles catastrados patrimoniales*

Fuente: INPC (2019)

Al ser la madera un material propenso a ataques tanto bióticos como abióticos y al estar presente en tres edificaciones vernáculas que poseen un gran legado patrimonial y no están catastradas como patrimoniales, es pertinente realizar la valoración patológica de la madera, con el fin de preservar la edificación en el tiempo y prolongar la vida útil. El análisis patológico se enfoca en la identificación de la especie de madera empleada en los casos de estudio para finalmente proponer protección por diseño que aporte a la conservación de estos bienes edificados que poseen un gran valor tanto histórico, arquitectónico y paisajístico.

## Objetivos

### Objetivo General

Analizar y valorar patologías de la madera, como material estructural de tres edificaciones patrimoniales ubicadas en la comunidad de Minas de la parroquia Baños, con la finalidad de mejorar su estado actual y prolongar la vida útil.

### Objetivos específicos

- a) Analizar de una forma crítica bibliografía referente a la conservación del patrimonio construido, historia y metodologías utilizadas para la valoración de patologías y procesos para la elaboración de sistemas constructivos.
- b) Elaborar fichas de identificación física y valoración patológica, basadas en metodologías utilizadas en análisis similares que permitan distinguir las características constructivas de cada edificación mediante un análisis comparativo.
- c) Identificar la especie de madera utilizada en los casos de estudio para proponer protección por diseño que permita conservar y preservar la madera como material estructural en los bienes patrimoniales.

## Justificación

Los bienes patrimoniales representan y recrean recuerdos, valores y significados culturales (Smith, 2011), considerados como innatos y heredables, estéticamente placenteros y que no son renovables (Smith, 2006). De aquí la importancia de conservar de estos bienes patrimoniales e invitar a las generaciones actuales en involucrarse en el cuidado y protección de estas. En Cuenca existen edificaciones con una gran riqueza patrimonial que están emplazadas en lugares distintos al Centro Histórico y que de acuerdo al registro de bienes patrimoniales que reposa en el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural no están catastradas como patrimoniales. El descuido, el abandono y la falta de interés en conservar estas edificaciones se evidencia en el deterioro de las fachadas, estructuras, y principalmente en la pérdida del valor patrimonial que estas edificaciones brindan. Sanpaolesi (1973) manifiesta que la restauración quiere y debe conservar cuanto sea posible no solo la forma, sino la materia misma del edificio y con la materia la personalidad, esto es la piel externa y las estructuras, en resumen, el edificio entero vivo en cuerpo y espíritu. (p.13). La arquitectura vernácula merece ser preservada no solo por el componente material, sino por lo intangible que estas edificaciones conservan.

Los casos de estudio poseen una gran riqueza patrimonial y se enmarcan dentro de la arquitectura vernácula, sin embargo, presentan considerables deterioros en toda la edificación, esto debido a los constantes ataques generados por agentes bióticos y abióticos y la falta de mantenimiento que estas edificaciones ameritan. Es por ello la necesidad de realizar un aporte modesto con el fin de conservar edificaciones de la arquitectura vernácula y que los resultados alcanzados sirvan a instituciones, GADs parroquiales, planificadores, arquitectos y constructores como insumos para sus futuras intervenciones.

## Metodología

La metodología a aplicarse ayudará al análisis sistemático y teórico de todos los componentes para lograr el análisis de las patologías en la madera en los casos de estudio. La investigación está conformada por tres fases:

1. Análisis bibliográfico y de contenido histórico para conocer la cronología de las construcciones y datos constructivos tales como: técnicas, materiales, anclajes, revestimientos, etc., el estudio arquitectónico basado en la inspección ocular y así, completar los conocimientos técnicos de cada uno de los casos de estudio (Riquelme y Roig, 2012).
2. El análisis patológico en la madera y la identificación física de la edificación se realiza mediante la observación y valoración, apoyados en fichas técnicas que permiten obtener resultados de una madera cualitativa y cuantitativa, para ello ha sido necesario realizar la modelación virtual de los casos de estudio apoyados con registros fotográficos, analizando los detalles más significativos e identificando con claridad la causa que ha originado dichas patologías. Se aplica el redibujo del bien para entender de manera clara el sistema constructivo de la edificación.
3. La identificación de la especie de madera empleada en las edificaciones se realiza en base a toma de muestras in situ en los tres casos de estudio, dichas muestras se someten a un microanálisis de laboratorio. El resultado obtenido de este análisis es fundamental para la propuesta de protección por diseño que no solo mejora la calidad de la edificación, sino que, además, tiende a prolongar su vida útil.

## Índice de Contenidos

|  |          |
|--|----------|
| Declaración  | I        |
| Certificación  | II       |
| Dedicatoria  | III      |
| Agradecimientos  | IV       |
| Resumen  | V        |
| Abstract   | VI       |
| Introducción   | VII      |
| Problemática   | VIII     |
| Objetivos  | IX       |
| Justificación  | X        |
| Metodología  | XI       |
| Índice de Contenidos   | XII      |
| Lista de Figuras   | XV       |
| Lista de Tablas  | XX       |
| <b>1. El patrimonio, arquitectura vernácula y la materia como personalidad</b>                             | <b>1</b> |
| 1.1. El patrimonio . . . . .   | 1        |
| 1.2. Arquitectura vernácula . . . . .  | 2        |
| 1.2.1. Condicionantes climáticos y geográficos que definen la arquitectura vernácula en el Azuay . . . . . | 3        |

---

|  |           |
|--|-----------|
| 1.3. La materia como personalidad . . . . .  | 4         |
| <b>2. Referencias metodológicas, análisis de la madera y casos de estudio</b>                              | <b>8</b>  |
| 2.1. Referencias metodológicas . . . . .   | 8         |
| 2.2. Metodología . . . . .   | 9         |
| 2.3. Análisis de la madera . . . . .   | 14        |
| 2.3.1. Propiedades . . . . .   | 15        |
| 2.3.2. Agentes que atacan la madera . . . . .  | 17        |
| 2.3.3. Agentes abióticos o físico-químicos . . . . .   | 18        |
| 2.3.4. Agentes bióticos o biológicos . . . . .   | 19        |
| 2.3.5. Tratamiento . . . . .   | 23        |
| 2.4. Delimitación de los casos de estudio . . . . .  | 26        |
| 2.5. Casos de estudio . . . . .  | 30        |
| 2.5.1. Casa C 101 . . . . .  | 30        |
| 2.5.2. Casa C 102 . . . . .  | 47        |
| 2.5.3. Casa C 103 . . . . .  | 64        |
| <b>3. Determinación de la especie, análisis comparativo, valoración patológica y protección por diseño</b> | <b>72</b> |
| 3.1. Determinación de la especie . . . . .   | 72        |
| 3.1.1. Especies identificadas . . . . .  | 75        |
| 3.1.2. Interpretación de la determinación de la especie . . . . .  | 76        |
| 3.1.3. Análisis de la especie de Eucalipto . . . . .   | 76        |
| 3.2. Análisis comparativo . . . . .  | 79        |
| 3.2.1. Relación cimentación – columnas . . . . .   | 79        |
| 3.2.2. Relación pisos – gradas . . . . .   | 81        |
| 3.2.3. Relación muros – elementos de carpintería . . . . .   | 82        |
| 3.2.4. Relación muros – entepiso . . . . .   | 85        |
| 3.2.5. Relación muros – cubierta . . . . .   | 86        |
| 3.2.6. Interpretación de comparaciones . . . . .   | 88        |
| 3.3. Valoración patológica . . . . .   | 88        |
| 3.3.1. Análisis de las patologías en la cubierta . . . . .   | 93        |
| 3.3.2. Interpretación del análisis de la cubierta . . . . .  | 102       |
| 3.3.3. Protección de la madera en servicio . . . . .   | 102       |
| 3.4. Protección por diseño . . . . .   | 103       |

---

|   |            |
|---|------------|
| 3.5. Propuesta de mejoramiento de uniones . . . . .                               | 105        |
| 3.6. Resultados . . . . .   | 133        |
| 3.6.1. Recolección de datos . . . . .   | 133        |
| 3.6.2. Análisis de los datos . . . . .  | 133        |
| 3.6.3. Presentación de los datos . . . . .  | 134        |
| 3.7. Conclusiones . . . . .   | 136        |
| 3.8. Recomendaciones . . . . .  | 138        |
| <b>4. Anexos</b>  | <b>139</b> |
| 4.1. ANEXO 1: Informe de la determinación de la especie de madera . . . . .       | 139        |
| 4.2. ANEXO 2: Valoración patológica e identificación física del inmueble. . . . . | 145        |
| <b>Referencias bibliográficas</b>   | <b>152</b> |
| Referencias . . . . .   | 152        |

## Lista de Figuras

|   |    |
|---|----|
| 1.1. Arquitectura vernácula en la parroquia Baños . . . . .                                 | 2  |
| 1.2. Cronológica bibliográfica . . . . .  | 6  |
| 1.3. Representación materia como personalidad, arquitectura vernácula, patrimonio . . . . . | 7  |
| 2.1. Ficha para la valoración del inmueble . . . . .  | 11 |
| 2.2. Ficha para la identificación física del inmueble . . . . .                             | 12 |
| 2.3. Etapas metodológicas del proceso investigativo. . . . .                                | 13 |
| 2.4. Clasificación de los agentes que atacan la madera . . . . .                            | 20 |
| 2.5. Comunidades que conforman la parroquia Baños . . . . .                                 | 27 |
| 2.6. Ubicación de los tres casos de estudio . . . . .                                       | 29 |
| 2.7. Caso de estudio C 101 . . . . .  | 30 |
| 2.8. Corte esquemático y distribución del terreno C 101 . . . . .                           | 31 |
| 2.9. Emplazamiento de la vivienda C 101 . . . . .   | 31 |
| 2.10. Planta baja, planta alta y ambientes del caso de estudio C 101 . . . . .              | 32 |
| 2.11. Presencia de madera en la vivienda C 101 . . . . .                                    | 33 |
| 2.12. Esquema del sistema constructivo C 101 . . . . .                                      | 33 |
| 2.13. Axonometría de la unión viga de cubierta-muro C 101 . . . . .                         | 34 |
| 2.14. Representación gráfica viga-muro C 101 . . . . .                                      | 34 |
| 2.15. Representación gráfica del cimientto y sobrecimiento . . . . .                        | 35 |
| 2.16. Cimientto y sobrecimiento, caso de estudio C 101 . . . . .                            | 36 |
| 2.17. Esquema de la unión columna, basa, monterilla . . . . .                               | 37 |
| 2.18. Representación gráfica, detalle A columna, monterilla, viga . . . . .                 | 38 |
| 2.19. Representación gráfica, detalle B columna, basa . . . . .                             | 38 |

---

|  |    |
|--|----|
| 2.20. Estado actual de columnas y basas C 101 . . . . .                        | 39 |
| 2.21. Representación gráfica del arranque del muro C 101 . . . . .             | 40 |
| 2.22. Estado actual de los muros de carga externos e internos, C 101 . . . . . | 40 |
| 2.23. Axonometría de entrepiso C 101 . . . . .                                 | 41 |
| 2.24. Representación gráfica del entrepiso C 101 . . . . .                     | 41 |
| 2.25. Estado actual del entrepiso interior y exterior C 101 . . . . .          | 42 |
| 2.26. Representación gráfica corte de cubierta C 101 . . . . .                 | 43 |
| 2.27. Representación gráfica detalle A, cumbrero C 101 . . . . .               | 44 |
| 2.28. Representación gráfica detalle B tochos de apoyo C 101 . . . . .         | 44 |
| 2.29. Representación gráfica detalle C vigas-muro intermedio C 101 . . . . .   | 45 |
| 2.30. Representación gráfica unión vigas-muro intermedio C 101 . . . . .       | 45 |
| 2.31. Representación gráfica del alero C 101 . . . . .                         | 46 |
| 2.32. Representación gráfica del canecillo C 101 . . . . .                     | 46 |
| 2.33. Estado actual de la cubierta C 101 . . . . .                             | 47 |
| 2.34. Caso de estudio C 102 . . . . .  | 47 |
| 2.35. Corte esquemático y distribución del terreno C 102 . . . . .             | 48 |
| 2.36. Emplazamiento de la vivienda C 102 . . . . .                             | 48 |
| 2.37. Plantas arquitectónicas de la edificación C 102 . . . . .                | 49 |
| 2.38. Elementos arquitectónicos con presencia de madera C 102 . . . . .        | 49 |
| 2.39. Esquema del sistema constructivo C 102 . . . . .                         | 50 |
| 2.40. Representación gráfica detalle A: solera- muro C 102 . . . . .           | 51 |
| 2.41. Representación gráfica detalle A1: solera-muro C 102 . . . . .           | 51 |
| 2.42. Representación gráfica de cimientos y sobrecimientos, C 102 . . . . .    | 52 |
| 2.43. Estado actual de los sobrecimientos C 102 . . . . .                      | 53 |
| 2.44. Esquema del sistema de columnas C 102 . . . . .                          | 54 |
| 2.45. Representación gráfica detalle A, soleras-columna C 102 . . . . .        | 55 |
| 2.46. Representación gráfica detalle B, entrepiso-columna C 102 . . . . .      | 55 |
| 2.47. Representación gráfica detalle C columna-basa C 102 . . . . .            | 56 |
| 2.48. Estado actual de las columnas y tipos de basas C 102 . . . . .           | 56 |

---

|  |    |
|--|----|
| 2.49. Elementos de un adobe . . . . .                                      | 57 |
| 2.50. Representación gráfica arranque de muro C 102 . . . . .              | 57 |
| 2.51. Muros de gran longitud en el caso de estudio C 102 . . . . .         | 58 |
| 2.52. Axonometría de entrepiso C 102 . . . . .                             | 59 |
| 2.53. Representación gráfica corte de entrepiso C 102 . . . . .            | 59 |
| 2.54. Deterioro del entrepiso de la vivienda C 102 . . . . .               | 60 |
| 2.55. Representación gráfica corte de cubierta C 102 . . . . .             | 61 |
| 2.56. Representación gráfica detalle A del cumbrero C 102 . . . . .        | 61 |
| 2.57. Representación gráfica detalle B del alero C 102 . . . . .           | 62 |
| 2.58. Axonometría detalle C unión solera-muro C 102 . . . . .              | 62 |
| 2.59. Axonometría detalle D unión solera-pares de cubierta C 102 . . . . . | 63 |
| 2.60. Estado actual y áreas de cubierta reconstruida C 102 . . . . .       | 63 |
| 2.61. Caso de estudio C 103 . . . . .                                      | 64 |
| 2.62. Corte esquemático y distribución del terreno C 103 . . . . .         | 64 |
| 2.63. Emplazamiento de la vivienda C 103 . . . . .                         | 65 |
| 2.64. Planta arquitectónica C 103 . . . . .                                | 65 |
| 2.65. Elementos arquitectónicos con presencia de madera C 103 . . . . .    | 66 |
| 2.66. Axonometría del sistema constructivo C 103 . . . . .                 | 66 |
| 2.67. Representación gráfica de la cimentación C 103 . . . . .             | 67 |
| 2.68. Representación gráfica arranque de muro C 103 . . . . .              | 67 |
| 2.69. Incorporación de nuevos materiales C 103 . . . . .                   | 68 |
| 2.70. Representación gráfica corte de cubierta C 103 . . . . .             | 69 |
| 2.71. Representación gráfica detalle A del cumbrero C 103 . . . . .        | 69 |
| 2.72. Representación gráfica detalle B del alero C 103 . . . . .           | 70 |
| 2.73. Representación gráfica detalle C sección de cubierta C 103 . . . . . | 70 |
| 2.74. Vista interior del estado actual de la cubierta C 103 . . . . .      | 71 |
| 2.75. Axonometría de cubierta C 103 . . . . .                              | 71 |
| 3.1. Secciones de la madera . . . . .                                      | 72 |

---

|   |     |
|---|-----|
| 3.2. Especie de madera conífera (i) y madera latifoliada (d) . . . . .      | 73  |
| 3.3. Muestras de madera a ser analizadas . . . . .                          | 74  |
| 3.4. Embalaje de muestras . . . . .   | 75  |
| 3.5. Dirección de vientos predominantes y trayectoria solar C 101 . . . . . | 82  |
| 3.6. Vientos predominantes y trayectoria solar C 102 . . . . .              | 83  |
| 3.7. Vientos predominantes y trayectoria solar C 103 . . . . .              | 83  |
| 3.8. Empalmes, acoplamiento y ensamble . . . . .                            | 104 |
| 3.9. Ubicación de detalles, fachada frontal . . . . .                       | 107 |
| 3.10. Detalle D1: Empalme Columna-Basa . . . . .                            | 108 |
| 3.11. Detalle D2: Ensamble Columna-Monterilla . . . . .                     | 109 |
| 3.12. Detalle D3: Empalme de vigas soleras . . . . .                        | 110 |
| 3.13. Detalle D4: Acoplamiento Monterilla-Viga . . . . .                    | 111 |
| 3.14. Detalle D5: Acoplamiento Envigado de entrepiso-viga solera . . . . .  | 112 |
| 3.15. Detalle D6: Acoplamiento solera de entrepiso-muro . . . . .           | 113 |
| 3.16. Ubicación de detalles, conjunto de cubierta . . . . .                 | 114 |
| 3.17. Detalle D7: Acoplamiento viga solera-muro de carga . . . . .          | 115 |
| 3.18. Detalle D7: Proceso constructivo de ubicación de platina . . . . .    | 116 |
| 3.19. Detalle D8: Ensamble soleras de cubierta-viga . . . . .               | 117 |
| 3.20. Detalle D9: Acoplamiento viga de cubierta-solera . . . . .            | 118 |
| 3.21. Ubicación de detalles, corte de cubierta . . . . .                    | 119 |
| 3.22. Detalle D10: Ensamble pares de cubierta . . . . .                     | 120 |
| 3.23. Detalle D11: Ensamble cumbrero-pendolón . . . . .                     | 121 |
| 3.24. Detalle D12: Ensamble par de cubierta-viga solera . . . . .           | 122 |
| 3.25. Propuesta de Diseño de cubierta. Vista Superior . . . . .             | 123 |
| 3.26. Partes de la cubierta, vista frontal . . . . .                        | 124 |
| 3.27. Detalles de la cubierta, vista frontal . . . . .                      | 125 |
| 3.28. Detalle 1: Propuesta de cumbrero . . . . .                            | 126 |
| 3.29. Detalle 2: Propuesta de anclaje de tela asfáltica . . . . .           | 127 |
| 3.30. Propuesta Hilada de teja . . . . .                                    | 128 |

|   |     |
|---|-----|
| 3.31. Detalle 4: Propuesta amarre de teja tapa y canal . . . . .      | 129 |
| 3.32. Detalle 5: Propuesta de anclaje de tirillas . . . . .           | 130 |
| 3.33. Detalle 6: Propuesta de anclaje de tablero OSB . . . . .        | 131 |
| 3.34. Detalle 7: Propuesta de anclaje de tablero OSB . . . . .        | 132 |
| 3.35. Patologías del caso de estudio C 101 . . . . .                  | 134 |
| 3.36. Patologías del caso de estudio C 102 . . . . .                  | 135 |
| 3.37. Patologías del caso de estudio C 103 . . . . .                  | 135 |
| 3.38. Especies de madera presente en los casos de estudio . . . . .   | 136 |
| <br>  |     |
| 4.1. Determinación de la especie de madera. Muestra C 101 C . . . . . | 140 |
| 4.2. Determinación de la especie de madera. Muestra C 101 V . . . . . | 141 |
| 4.3. Determinación de la especie de madera. Muestra C 102 C . . . . . | 142 |
| 4.4. Determinación de la especie de madera. Muestra C 102 V . . . . . | 143 |
| 4.5. Determinación de la especie de madera. Muestra C 103 V . . . . . | 144 |

## Lista de Tablas

|       |  |      |
|-------|--|------|
| 1.    | Bienes inmuebles catastrados patrimoniales . . . . .                       | VIII |
| 2.1.  | Anisotropía de la madera . . . . .   | 16   |
| 2.2.  | Humedad recomendada en la madera . . . . .                                 | 16   |
| 2.3.  | Comunidades de la parroquia Baños . . . . .                                | 28   |
| 2.4.  | Descripción general y ubicación casos de estudio . . . . .                 | 28   |
| 3.1.  | Número de muestras a ser analizadas . . . . .                              | 74   |
| 3.2.  | Codificación de las muestras extraídas . . . . .                           | 75   |
| 3.3.  | Resultados: determinación de la especie . . . . .                          | 76   |
| 3.4.  | Eucalipto: características generales . . . . .                             | 77   |
| 3.5.  | Propiedades físicas del eucalipto . . . . .                                | 77   |
| 3.6.  | Propiedades mecánicas . . . . .  | 78   |
| 3.7.  | Ventajas y desventajas . . . . .   | 78   |
| 3.8.  | Relaciones entre la cimentación y las comunas casos . . . . .              | 80   |
| 3.9.  | Relaciones entre el piso natural y las gradas C 101 y C 102 . . . . .      | 81   |
| 3.10. | Relaciones entre los elementos de carpintería puertas y ventanas . . . . . | 84   |
| 3.11. | Relaciones entre los muros de carga y el entrepiso . . . . .               | 85   |
| 3.12. | Relaciones entre el muro de carga y la estructura de la cubierta . . . . . | 87   |
| 3.13. | Resultados de la valoración del caso de estudio C 101 . . . . .            | 89   |
| 3.14. | Resultados de la valoración del caso de estudio C 102 . . . . .            | 90   |
| 3.15. | Resultados de la valoración del caso de estudio C 103 . . . . .            | 91   |
| 3.16. | Patologías del caso de estudio C 101 . . . . .                             | 92   |
| 3.17. | Patologías del caso de estudio C 102 . . . . .                             | 92   |
| 3.18. | Patologías del caso de estudio C 103 . . . . .                             | 93   |

---

|   |     |
|---|-----|
| 3.19. Daños enchacleado por desplazamientos teja y filtración de agua . . . . . | 94  |
| 3.20. Deterioro del revoque ocasionados por filtraciones de agua . . . . .      | 95  |
| 3.21. Daños en envigado de cubierta por insectos coleópteros . . . . .          | 96  |
| 3.22. Daños generados en los pares de cubierta por hongos: moho . . . . .       | 96  |
| 3.23. Daños generados en el envigado de cubierta por ataques de moho . . . . .  | 97  |
| 3.24. Daños en canecillos por ataques de hongos cromógenos . . . . .            | 97  |
| 3.25. Daños generados en el alero por ataques de hongos cromógenos . . . . .    | 98  |
| 3.26. Pudrición blanca presente en el envigado de cubierta . . . . .            | 98  |
| 3.27. Pudrición blanca presente en el envigado de cubierta . . . . .            | 99  |
| 3.28. Pudrición parda presente en la limatesa de cubierta . . . . .             | 99  |
| 3.29. Partiduras longitudinales en el cumbrero . . . . .                        | 100 |
| 3.30. Partiduras longitudinales en la viga solera de cubierta . . . . .         | 100 |
| 3.31. Partiduras longitudinales en el envigado de cubierta . . . . .            | 101 |
| 3.32. Rotura total del par de cubierta . . . . .                                | 101 |
|   |     |
| 4.1. Valoración del inmueble, caso de estudio C101 . . . . .                    | 146 |
| 4.2. Identificación física, caso de estudio C101 . . . . .                      | 147 |
| 4.3. Valoración del inmueble, caso de estudio C102 . . . . .                    | 148 |
| 4.4. Identificación física, caso de estudio C102 . . . . .                      | 149 |
| 4.5. Valoración del inmueble, caso de estudio C103 . . . . .                    | 150 |
| 4.6. Identificación física, caso de estudio C103 . . . . .                      | 151 |

# El patrimonio, arquitectura vernácula y la materia como personalidad

## 1.1. El patrimonio

Desde tiempos pasados se ha asociado como patrimonio a los monumentos, percibiéndoles únicamente el aspecto visual (Pochi, A. y Testa, E. y Plana, M. y Fábrega, 2015), sin atender aspectos como lo rural, urbano, vernáculo, popular, entre otros, el patrimonio cultural no involucra solo al conjunto de monumentos históricos, sino además, a la totalidad dinámica y viva de la creación del ser humano (Carrera, 2009). El patrimonio involucra una comunidad con sus historias, leyendas y vivencias; su relación con el entorno, el modo natural y tradicional en que las comunidades han producido su propio hábitat, prevaleciendo el sentido emocional de quienes habitan en este bien y siempre adaptándose a los requerimientos sociales y ambientales (ICOMOS, 1999).

Este patrimonio se ve reflejado en la arquitectura vernácula, siendo es el más claro ejemplo de unidad entre lo material e inmaterial, técnica y saber, materiales constructivos y técnicas rituales, experiencia y conocimiento, entre arte y espíritu, demostrándonos lo que era un pueblo, el lugar y la forma como habitaban, la manera como oraban, las costumbres domésticas y sociales, sus aspiraciones y conquistas (Pesántez y González, 2011), dispone de un mensaje social único y un gran valor colectivo (Hamlin, Hamlin, y Arnaud, 1944), demostrando que el patrimonio no solo está en lo edificado, sino también en lo sentimental.

En el Ecuador, el patrimonio inmueble es predominantemente vernáculo (García, Tamayo, Cobo, y Coronel, 2018), esto se corrobora en la investigación de Dora Arízaga en su trabajo “La conservación de la arquitectura vernácula, 2017” que de 21.721 bienes inmuebles patrimoniales registrados a nivel nacional, el 76.21 % corresponden a esta arquitectura. En la región de la Sierra, la arquitectura vernácula se caracteriza por usar el barro como elemento constructivo, ya sea como mortero o mampostería.

Con estas premisas se han elaborado diferentes Cartas Internacionales que protegen el patrimonio: la Carta de Venecia, por ejemplo, manifiesta que lo patrimonial incorpora temas de ruralidad. La Carta de París en 1972, en la que define el patrimonio natural y cultural. En 1975 la Carta de Ámsterdam prioriza temas etnográficos e incluye un gran interés por las edificaciones vernáculas. La Carta de Nairobi en 1976, analiza el valor

patrimonial a partir de la vida tradicional de un pueblo, como el caso de los pueblos aborígenes y primitivos (Tillería, 2006).

De igual forma en 1999, la Carta del Patrimonio Vernáculo Construido, resalta que “El patrimonio tradicional o vernáculo construido es la expresión fundamental de la identidad de una comunidad, de sus relaciones con el territorio y al mismo tiempo, la expresión de la diversidad cultural del mundo” (ICOMOS, 1999, p.1). Para preservar un bien patrimonial es necesario de dos aspectos indispensables: la conservación y la intervención (Gnemmi, 2004), esto es, disponer de la actitud para que, mediante un conjunto de actividades mantener, cuidar y preservar un bien cultural, con el propósito de prolongarla en el tiempo.

Estas cartas se enfocan en el interés de preservar los bienes patrimoniales mediante técnicas e instrumentos planteados en cada una de ellas, de aquí la importancia de conocerlas y aplicarlas en el trabajo investigativo.

La arquitectura vernácula es una muestra representativa de este patrimonio, ya que conoce y comprende la evolución de un grupo familiar, manifestándose física y culturalmente como representación de una comunidad. Su estudio implica conocer el cómo y porque se ejecutó, pero sin limitarse únicamente al análisis arquitectónico, sino hacer un enfoque cultural, de esta manera será posible valorarla, elaborar procesos de conservación y recuperación de algunas edificaciones que actualmente afrontan una lenta desaparición.

## 1.2. Arquitectura vernácula



FIGURA 1.1: *Arquitectura vernácula en la parroquia Baños*

Elaboración: Autor

La arquitectura vernácula es propia de un país, es la relación hombre-entorno, reflejando directamente las formas de vivir, se enfoca en un lugar determinado y específico, con tradiciones, costumbres, materiales y creencias (Viñuales, 2007). La arquitectura vernácula es un arte, nacida de un modo de mirar las peculiaridades de un pueblo y sus costumbres, su política. Es el espacio en donde el hombre construye su hábitat sin responder a estilos ni épocas, es el encargado de construirlas como fiel testigo de sus culturas, esta es la arquitectura vernácula, una arquitectura sin arquitectos (Tillería, 2006).

La arquitectura vernácula mantiene tipologías de vivienda muy marcadas, donde predominan cuatro actividades primordiales de la vida cotidiana: cocinar, guardar, dormir y trabajar (Muñoz, 2015), de éstas, la tres primeras actividades se las puede realizar en un espacio cerrado mientras que la actividad de trabajar se la puede realizar en un ambiente cubierto y no necesariamente cerrado, los espacios están muy bien definidos, la relación que existe entre estos se realiza mediante un corredor exterior o mediante el patio central, con poca frecuencia la comunicación directa entre los cuartos mediante las puertas (Muñoz, 2015), necesariamente dispone de un patio central como punto de conexión con el resto de ambientes.

La arquitectura vernácula, dependiendo de la región de emplazamiento varían en su tipología. Las viviendas vernáculas de la región Costa y Oriente están separadas del piso mediante pilotes de madera, generando protección ante insectos y animales silvestres, en la región Andina en cambio, las viviendas se emplazan directamente sobre el suelo, aprovecha el piso natural como parte de la edificación (Muñoz, 2015). Por tal razón, en nuestro país la arquitectura vernácula se debe estudiar de una forma puntual, es decir, por regiones y no de una forma global (Yépez, 2012).

Nuestra sociedad muchas veces tiende a confundir la relación que la arquitectura vernácula mantiene con la arquitectura popular y arquitectura tradicional. Erróneamente se considera a la arquitectura popular de una forma discriminativa, como un producto de baja calidad, y que siempre está relacionado con programas de vivienda destinado para un grupo social de ingresos económicos limitados. Por otra parte, si se menciona la arquitectura tradicional la visión cambia, se entiende como edificaciones de tierra, piedra, madera, caña guadua, entre otros. Entonces, lo vernáculo no necesariamente está ligado con lo popular, pero si con lo tradicional.

### **1.2.1. Condicionantes climáticos y geográficos que definen la arquitectura vernácula en el Azuay**

La provincia del Azuay se encuentra en la zona interandina del Ecuador y posee una altura promedio de 2400 msnm, y un clima que varía entre los 12 y 20 grados centígrados. La parroquia Baños, objeto de este trabajo investigativo posee un relieve que varía entre los 2500 msnm y 4077 msnm, el territorio es en su mayoría ondulado, los centros poblados se encuentran a una altura entre los 2500 a 3000 msnm como la más pronunciada.

Los condicionantes geográficos, con climas fríos y muy ventosos, especialmente en la zona de gran altura, han hecho que las edificaciones y viviendas respondan a exigencias

que demandan estos climas, esto es, el uso de materiales propios de la zona y a diseños adecuados y bien orientados que ayuden a contrarrestar el frío y el viento a cada uno de los habitantes de la vivienda.

El emplazamiento de las edificaciones estaba siempre condicionado por un paisaje natural montañoso, ubicándose principalmente en los valles. Antes de la conquista española, el lugar apropiado para la implantación de las viviendas era en la zona alta, despejados y libres de maleza vegetal, esto generaba seguridad y protección contra los enemigos (Pesántez y González, 2011).

Las condiciones climáticas han hecho que el suelo de la región Sierra sea propicia para la agricultura, las edificaciones disponían de sus propias parcelas agrícolas, cada una de ellas delimitadas por linderos de cercos de piedra o vegetación. De esta manera, el clima y el territorio han delimitado los materiales a ser usados en este tipo de arquitectura, entre ellos está la tierra, generalmente para mamposterías, la paja para la cubierta y la madera como material estructural, convirtiéndose en materia prima para la construcción. Con el paso del tiempo, los procesos constructivos y sistemas ancestrales empleados han ido evolucionando, corrigiendo errores y mejorando el uso de cada uno de estos materiales.

### 1.3. La materia como personalidad

El uso de materiales como el barro y la madera dentro de la arquitectura combinados con sistemas ancestrales como el tapial, bahareque, abobe, entre otros, se encuentran sujetos a una serie de problemas, especialmente a tratar de mantenerse ante la introducción de nuevos materiales como el bloque, el hormigón o el metal, lo que ha conducido a pensar que la arquitectura en barro y madera es más costosa en valor monetario y de menos valor en un sentido social (Pesántez y González, 2011); que la arquitectura en barro está destinada para las zonas rurales, es decir para las personas del campo; que la arquitectura en barro está ligada directamente con la pobreza. Todos estos prejuicios han generado una desigualdad social.

La arquitectura en tierra, caracterizada por emplear una gran cantidad de técnicas ancestrales (adobes, revoques, empañete, tapial, bahareque, entre otras), ha sido motivo para engrandecer la cultura y el patrimonio intangible con grandes celebraciones como el enteche, cruz compadre o huasipichana (Muñoz, 2015), estas edificaciones en tierra son vulnerables a sufrir mayores daños debido a la fragilidad de sus materiales (Cevallos, 2015).

La tierra al igual que la madera, ha sido causa para generar trabajo de unidad y equipo en las denominadas mingas para obtener la paja, el carrizo, para la preparación del adobe, actividades que ayudaban a la convivencia social; de un árbol para obtener las tablas, tiras, vigas, columnas, entre otros, donde el aserrador de la madera desempeñaba un papel primordial, pues era la persona encargada de preparar quizás el material más importante en la construcción de una casa (Yépez, 2012). Estas actividades siempre han generado un trabajo mancomunado, dejando sensaciones de hermandad, compromiso y

principalmente de un compartir social.

A estos procesos constructivos se suman también un sinnúmero de creencias tales como: “bautizar” la primera piedra para que la nueva casa esté bendecida por Dios desde el inicio. En algunas edificaciones del Azuay y Cañar se ha encontrado huesos, joyas escondidas en la cimentación de la vivienda, vestimentas, creyendo que el dueño de estos ropajes cuidará de la edificación y protegerá de los malos espíritus. En la entrada principal no falta la planta de huandug o floripondio que se cree ayuda a mejorar el sueño, además de controlar las plagas en el huerto, la ruda, el nogal o la guabaque “cuidan” de sus habitantes (Pesántez y González, 2011).

Este tipo de actividades lentamente ha ido desapareciendo, la introducción de nuevas técnicas y materiales prefabricados se han encargado de que las costumbres y tradiciones ya no formen parte de la arquitectura contemporánea. La arquitectura vernácula no solo ha generado un patrimonio arquitectónico construido, sino también un patrimonio cultural intangible (Guerrero, 2007), en donde se denota la costumbres y tradiciones de nuestros antecesores que no solo se define por su actitud frente al futuro sino frente a su pasado.

En los Andes rurales, la casa de una sola habitación, de bahareque o piedra con techo de paja, mantuvo el modelo estándar de la residencia rural hasta la década de 1930. Estas casas se están volviendo cada vez más raras, a medida que el mundo industrial va llegando a la zona rural de los Andes (Jamieson y Youman, 2003, p.136).

A esto se suma el crecimiento rápido y descontrolado de los territorios, y la migración de sus habitantes, que han convertido a estos bienes inmuebles en lugares de visita temporal, o simplemente en casas abandonadas. La idea de que la migración genera un progreso, ha llevado a pensar que la arquitectura vernácula está vinculada con la mala calidad, y por ende a su reemplazo por edificaciones que no se relacionan con el aspecto natural, peor aún, con el aspecto arquitectónico (Chávez, Gabriela, y Espinoza, 2015).

La siguiente figura demuestra la representación cronológica de las referencias bibliográficas utilizadas en el presente trabajo investigativo, clasificando según el autor, año de publicación y temas empleados.

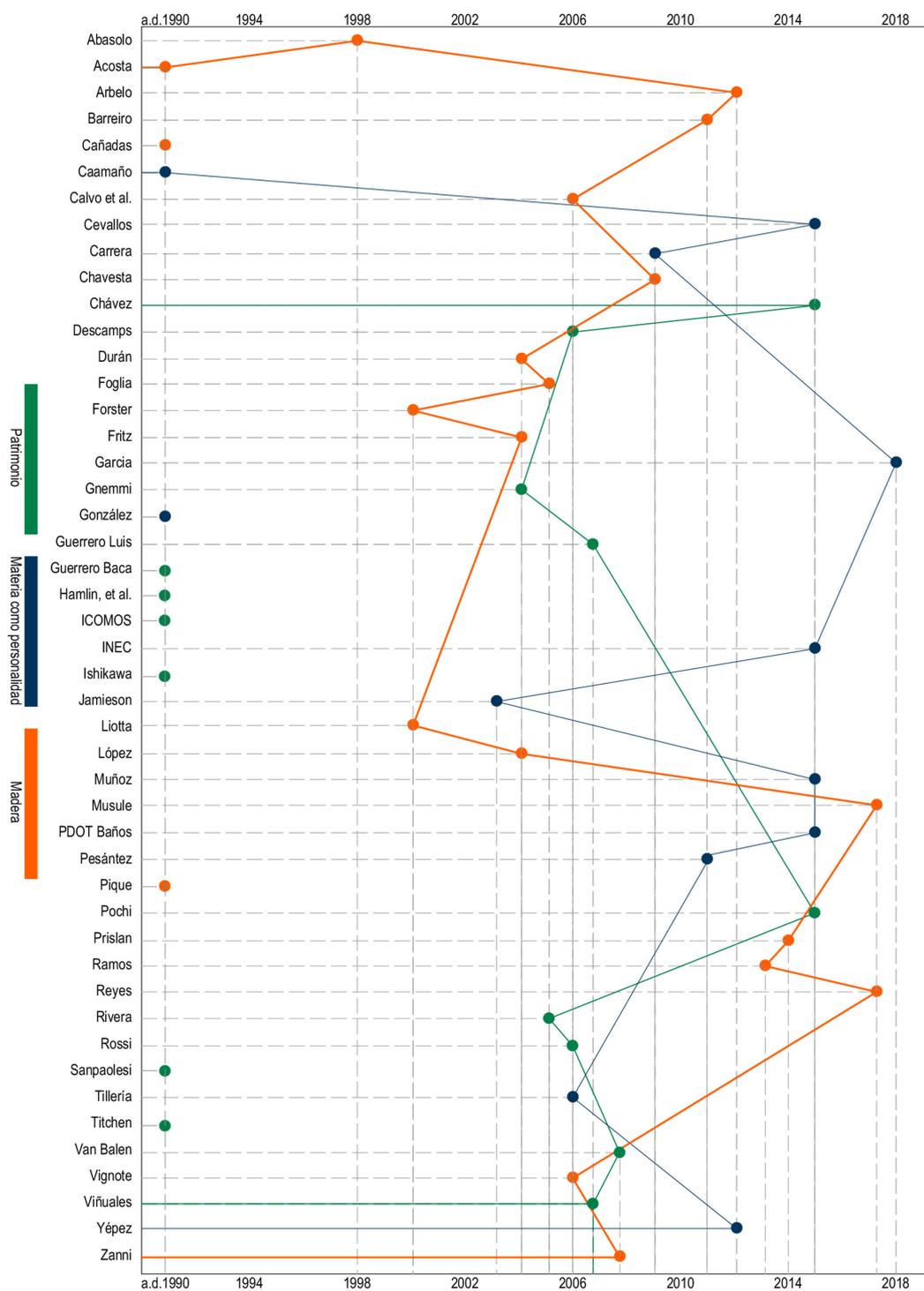


FIGURA 1.2: *Cronológica bibliográfica*

Elaboración: Autor

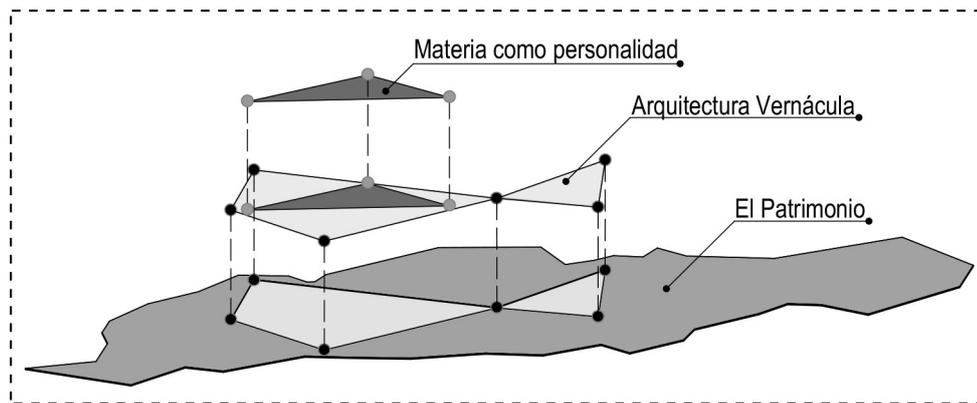


FIGURA 1.3: *Representación materia como personalidad, arquitectura vernácula, patrimonio*

Elaboración: Autor

## Referencias metodológicas, análisis de la madera y casos de estudio

### 2.1. Referencias metodológicas

Para preservar el patrimonio son necesarios dos aspectos indispensables: la conservación y la intervención (Gnemmi, 2004), esto es, disponer de la actitud para que, mediante un conjunto de actividades mantener, cuidar y preservar un bien cultural, con el propósito de prolongarla en el tiempo, entendiendo que estas son el resultado de una secuencia de transformaciones, reflejando la vida misma y el contexto que lo rodea, los procesos históricos y prácticas cotidianas (Guerrero, 2007).

En el Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico reposa una metodología para la intervención de bienes culturales, específicamente en retablos (altares de iglesias), que se fundamenta en tres parámetros bajo la siguiente premisa: “cualquier estudio e intervención sobre los bienes culturales en general, y en particular sobre los retablos se realice, no puede ser abordada desde la óptica meramente operativa, sino que a ella se llega tras una fase de rigurosa investigación aplicada al caso concreto objeto de estudio, que permitirá definir la intervención aplicada a sus características y necesidades; o lo que es lo mismo, conocer para intervenir” (Descamps, Carballo, y Sen, 2006). Esto implica realizar una investigación precisa sobre cada uno de los casos de estudio, conocer sus antecedentes, poder valorarlos y posteriormente intervenirlos.

Esta metodología se ha aplicado por ejemplo en la valoración patológica de la madera, parte de una muestra de un elemento arquitectónico y estructural, para posteriormente realizar la observación de las muestras al microscopio estereoscópico, se realizan cortes tanto transversales como longitudinales para finalmente observar las muestras al microscopio óptico con luz transmitida e identificación de la especie.

Con el afán de preservar el patrimonio en todos sus aspectos se ha elaborado diferentes cartas Internacionales que protegen el patrimonio: la Carta de Venecia en 1964, manifestando que lo patrimonial incorpora temas de ruralidad. La Carta de París en 1972, en la que define el patrimonio natural y cultural. En 1975, la Carta de Ámsterdam incluye un gran interés por las edificaciones vernáculas. La Carta de Nairobi en 1976, analiza el valor patrimonial a partir de la vida tradicional de un pueblo, como el caso de los pueblos aborígenes y primitivos (Tillería, 2006). De igual forma en 1999 se normaliza el patrimo-

nio registrándolo a través de la Carta del Patrimonio Vernáculo Construido, resaltando que “El patrimonio tradicional o vernáculo construido es la expresión fundamental de la identidad de una comunidad, de sus relaciones con el territorio y al mismo tiempo, la expresión de la diversidad cultural del mundo” (ICOMOS, 1999). La UNESCO, en 1972, detalla las actividades de delimitación, identificación-inventario, catalogación-registro, protección (física o legal), vigilancia y restauración necesarias para la conservación (Titchen, 1996). Así también, el Documento de Nara (ICOMOS, 1994) indica que, para la conservación de bienes culturales y patrimoniales es indispensable conocer los valores históricos, estéticos, tecnológicos y sociales presentes en la arquitectura patrimonial (Van Balen, 2008); así como la relación de valores intangibles vinculados a las tradiciones y a la sabiduría popular presentes en la arquitectura patrimonial, dichos conocimientos estarán condicionados y cuestionados. A esto se suman las siete líneas de acción propuestas en la Carta del Patrimonio Vernáculo Construido (ICOMOS, 1999), y el Instructivo Para fichas de Registro de Inventario para Bienes Inmuebles (INPC, 2011), propuesto por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.

La información que brindan las cartas antes mencionadas han sido necesarias para poder plantear una metodología basada en etapas que, en términos generales, intenta conocer, valorar y finalmente proponer protección por diseño que se adaptan a la arquitectura vernácula, en la que no solo se considera el bien material y todos sus componentes, sino también analiza la forma de cómo está concebida y la relación que mantiene con el aspecto sociocultural, valora las patologías en la madera en los tres casos de estudio y garantiza la viabilidad técnica en cada una de las intervenciones.

## 2.2. Metodología

La metodología empleada tiene como objetivo dar solución a las patologías encontradas en la madera en los tres casos de estudio, para ello se recurre al proceso causa-efecto que sirve para explorar todas las causas reales o potenciales (entradas) que explican un efecto de interés (salida) (Ishikawa, 1943). Este proceso se aplica de manera inversa, efecto-causa, es decir, analizar el efecto o patología, la evolución y finalmente el origen o causa (Arbelo y Garbuyo, 2012). Las etapas a emplearse son:

*Análisis bibliográfico:* se ha realizado una descripción general de las viviendas, la ubicación geográfica del lugar de estudio y el emplazamiento de los tres casos de estudio en la comunidad Minas de la parroquia Baños.

*Análisis patológico:* mediante un análisis organoléptico y el apoyo de la modelación virtual realizado en programas digitales (archicad, autocad, Photoshop, entre otros), para lo cual se han elaborado fichas de valoración física del inmueble y patológica de la madera.

Estas fichas se han elaborado en base a las planteadas por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural para el registro de bienes patrimoniales, sirven para determinar de forma cualitativa y cuantitativa el grado de lesión que sufre la madera y son útiles para la generación de la propuesta.

En la primera ficha se establece la información general del inmueble, ubicación, emplazamiento, época de construcción, tipología, estado de conservación, entre otros datos. Esta ficha ha servido para conocer de forma general la información correspondiente a cada edificación, a partir de estos se procede a elaborar la segunda ficha que ha sido utilizada para la valoración de patologías.

La segunda ficha se divide en dos partes, en la primera sección se establecen los elementos arquitectónicos que forman la vivienda y el material con los que fueron construidos. Esto ayuda a conocer la forma constructiva de la edificación. En la otra sección se mencionan las posibles patologías que los elementos arquitectónicos pueden presentar.

Esta tabla de patologías se ha clasificado en tres rangos: patología baja, media y alta, estos rangos poseen una valoración de 1,2 y 3 respectivamente, siendo el rango de patología baja con valoración 1, patología media con valoración 2 y patología alta con valoración 3. En la tabla se han ingresado los valores como resultado del análisis organoléptico.

Cada elemento arquitectónico dispone de una valoración, la misma, que, sumada, emite un valor total que es el valor patológico del elemento. De este valor se estima el porcentaje que es el resultado del grado patológica que el elemento arquitectónico presenta.

Las siguientes figuras indican las fichas utilizadas para las valoraciones realizadas en los casos de estudio.

| FICHA PARA LA VALORACION DEL INMUEBLE      |           |                    |        |                              |         |                       |                   |  |  |  |
|--|-----------|--------------------|--------|------------------------------|---------|-----------------------|-------------------|--|--|--|
| DATOS DE IDENTIFICACION                    |           |                    |        | EPOCA DE CONSTRUCCION        |         |                       |                   |  |  |  |
| Denominacion:                              |           |                    |        | 1700-1799                    |         |                       |                   |  |  |  |
| Clave Catastral                            |           |                    |        | 1800-1899                    |         |                       |                   |  |  |  |
| DATOS DE LOCALIZACION                      |           |                    |        | 1900-1999                    |         |                       |                   |  |  |  |
| Provincia                                  | Canton    |                    |        | 2000 en adelante             |         |                       |                   |  |  |  |
| Parroquia                                  | Comunidad |                    |        | Nombre del propietario:      |         |                       |                   |  |  |  |
| Coordenadas WGS84                          |           |                    |        | Realizado por:               |         |                       |                   |  |  |  |
| (Y) NORTE                                  |           |                    |        | Fecha de elaboracion:        |         |                       |                   |  |  |  |
| (X) ESTE                                   |           |                    |        |                              |         |                       |                   |  |  |  |
| (Z) AZIMUT                                 |           |                    |        |                              |         |                       |                   |  |  |  |
| TIPOLOGIA Y USO                            |           |                    |        | ESTADO DE CONSERVACION       |         |                       |                   |  |  |  |
| Arquitectura                               | Categoria | USOS               |        | Evaluacion de la edificacion | Estable | Deteriorado           | Ruinoso           |  |  |  |
|  |           | original           | actual |                              |         |                       |                   |  |  |  |
| Militar                                    |           |                    |        | Estructura                   |         |                       |                   |  |  |  |
| Civil                                      |           |                    |        | Cubierta                     |         |                       |                   |  |  |  |
| religiosa                                  |           |                    |        | Fachadas                     |         |                       |                   |  |  |  |
| institucional                              |           |                    |        | Pisos/entrepisos             |         |                       |                   |  |  |  |
| Comercio                                   |           |                    |        | Acabados                     |         |                       |                   |  |  |  |
| Servicio                                   |           |                    |        | Escaleras                    |         |                       |                   |  |  |  |
| Industrial                                 |           |                    |        | Espacios exteriores          |         |                       |                   |  |  |  |
| Vernacula                                  |           |                    |        | Instalaciones                |         |                       |                   |  |  |  |
| Otros                                      |           |                    |        | ESTADO GENERAL               |         |                       |                   |  |  |  |
| DESCRIPCION Y CARACTERIZACION DEL INMUEBLE |           |                    |        |                              |         |                       |                   |  |  |  |
| Trama urbana                               |           | Emplazamiento      |        | Predio en trama              |         | Relacion de Espacios  |                   |  |  |  |
| Damero                                     |           | Esquinera          |        | Aislada                      |         | Patio central         |                   |  |  |  |
| Radial                                     |           | Intermedia         |        | Pareada                      |         | Sus. De patios        |                   |  |  |  |
| Lineal                                     |           | Interior           |        | Aislada en trama             |         | irregular             |                   |  |  |  |
| Disperso                                   |           | Total              |        | Continua en trama            |         | Sin patio             |                   |  |  |  |
| Escaleras                                  |           | Area Verde/Huertos |        | Zaguán/Ingresos              |         | No. de pisos          |                   |  |  |  |
| Central                                    |           | Forntal            |        | Central                      |         | 1 Piso                |                   |  |  |  |
| Lat Izquierdo                              |           | Posterior          |        | Lateral                      |         | 2 Pisos               |                   |  |  |  |
| Lat Derecho                                |           | Envolvente         |        | Esquinero                    |         | 3 Pisos               |                   |  |  |  |
| Exterior                                   |           | lateral (es)       |        | Asimetrico                   |         | Desnivel              |                   |  |  |  |
| UBICACIÓN Y PLANTA DEL INMUEBLE            |           |                    |        |                              |         |                       |                   |  |  |  |
| Ubicación                                  |           |                    |        | Datos del Inmueble           |         |                       |                   |  |  |  |
|  |           |                    |        | Area del Lote (m2)           |         | Servicios (No)        |                   |  |  |  |
|  |           |                    |        | Frente (ml)                  |         | SS-HH particular      |                   |  |  |  |
|  |           |                    |        | Area construida              |         |                       | SS-HH comunal     |  |  |  |
|  |           |                    |        | Subsuelo (m2)                |         | Lavanderia particular |                   |  |  |  |
|  |           |                    |        | Planta baja (m2)             |         | Lvanderia comunal     |                   |  |  |  |
|  |           |                    |        | Planta Alta (m2)             |         | INSTALACIONES         |                   |  |  |  |
|  |           |                    |        | Otros pisos (m2)             |         | Agua potable          |                   |  |  |  |
|  |           |                    |        | Area cosntruida (m2)         |         | Alcantarillado        |                   |  |  |  |
|  |           |                    |        | Espacios abiertos (No)       |         |                       | energia Electrica |  |  |  |
|  |           |                    |        | estacionamientos (No)        |         |                       | telefono          |  |  |  |
|  |           |                    |        | Otros                        |         |                       | Otros             |  |  |  |
|  |           |                    |        | Planta y elevacion           |         |                       |                   |  |  |  |
|  |           |                    |        |                              |         |                       |                   |  |  |  |

FIGURA 2.1: Ficha para la valoración del inmueble

Elaboración: Autor



*Determinación de la especie:* se lo ha realizado mediante toma de muestras tanto de las vigas y columnas de madera en los tres casos, estas muestras han sido sometidas a un análisis de laboratorio para conocer el tipo de madera que ha sido empleada en las edificaciones.

*Propuesta:* se enfoca en diseñar la protección de diseño como solución a las patologías encontradas. Esta propuesta ayuda a conservar y prolongar la vida útil de la madera. Además, es la respuesta a los objetivos planteados en este trabajo investigativo.

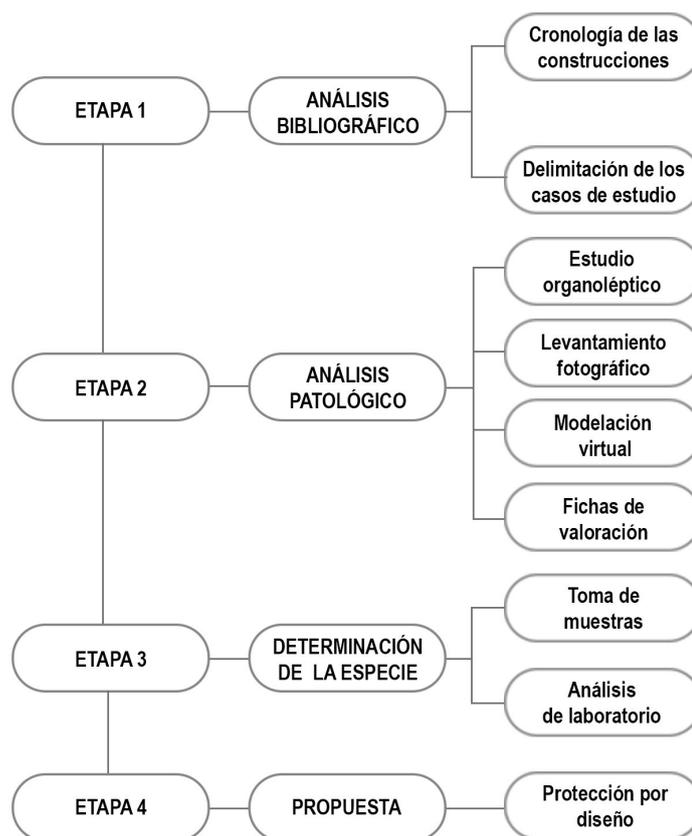


FIGURA 2.3: *Etapas metodológicas del proceso investigativo.*

Elaboración: Autor

## 2.3. Análisis de la madera

En algunos países desarrollados el 90 % de las edificaciones utilizan la madera como elemento estructural (Fritz, 2004). En nuestro país el panorama es diferente, según la encuesta de permisos de construcción para edificaciones realizada por el INEC en el año 2015, solo el 0.1 % de las edificaciones son de estructura de madera, predominando con el 92.7 % las edificaciones con estructura de hormigón armado (INEC, 2015). Las encuestas realizadas en años anteriores demuestran resultados similares, la estructura de hormigón predomina con el 93 %, estructura metálica 6.75 % mientras que la de madera es la de más bajo porcentaje, 0.25 %.

La arquitectura vernácula a nivel general, ha sido caracterizada por utilizar materiales del entorno, las viviendas vernáculas de la comunidad de Minas expresan un contexto similar, el uso de materiales del entorno, como la piedra, madera, tierra, están presentes en las edificaciones, enmarcándose dentro de esta arquitectura. La madera del cerro era la propicia para la construcción de viviendas, se utilizaba la madera de Sarar por ser de gran dureza y alta resistencia a los ataques de polilla, esta madera se cultivaba en terrenos sobre los 2800 msnm. Desde 1865 fecha en la que el eucalipto fue introducido en nuestro país (Acosta, 1949), se ha comenzado a utilizar en gran escala como materia prima para la fabricación de mobiliario, en la construcción de viviendas, unidades educativas, hospitales y más. Su tala no se debía realizar en épocas de invierno (abril y mayo), pues la madera requiere un secado natural mínimo de un año para ser utilizada. El uso de la tecnología ayuda a reducir el tiempo de secado mediante hornos industriales, reduciendo el tiempo hasta 30 días máximo, dependiendo del espesor de la madera (Fritz, 2010).

Una de las creencias más respetadas y aplicadas por constructores y carpinteros es que la madera se debe cortar en época de luna tierna y no realizarlo en luna llena (Muñoz, 2015), esto se ha demostrado a que los insectos que atacan a la madera buscan la sabia como alimento. La sabia en luna tierna se encuentra en las raíces mientras que en luna llena está en la copa del árbol (Fritz, 2004). Los eucaliptos que han crecido en las zonas húmedas o en las orillas de los ríos no sirven, por lo que se vuelven blandos y suaves y esto ayuda a la penetración de insectos.

El saber distinguir entre una madera tierna y otra madura es de gran importancia, la madera tierna no supera los 15 años de crecimiento, por lo tanto, es suave y su color es blanco lo que genera inconvenientes con la resistencia, la madera madura presenta un color amarillento y cremoso, las fibras son de alta resistencia lo que impide que los hongos ingresen con facilidad, y en caso de hacerlo únicamente ingresan en la capa externa (1-2cm) por lo que no representa problema alguno.

En las viviendas de la arquitectura vernácula la madera se ha utilizado en su forma natural y procesada (aserraderos). Los llamados rollizos a los cuales se retira solamente la corteza, han sido utilizados para vigas de entrepiso, dinteles, vigas estructurales, pares de cubiertas, entre otros.

Como menciona Muñoz (2015), las secciones de madera más utilizadas para vigas son de 14 cm x 16 cm, 16 cm x 18 cm y 18 cm x 20 cm; con poca frecuencia de 20 cm x 22

cm para dinteles, dependiendo de la luz. Para los pares y sobre pares se utilizan secciones de 10 cm x 12cm y 12cm x 14 m.

### 2.3.1. Propiedades

La madera es un material que ofrece propiedades básicas, físicas y mecánicas que hasta la actualidad son aprovechadas por el hombre, dichas propiedades varían dependiendo de la especie, la edad, el suelo, el clima, entre otros. Como cualquier otro material, estas propiedades deben ser consideradas al momento de utilizar la madera y obtener su máximo provecho.

#### 2.3.1.1 Propiedades básicas

##### Biológica

Al ser la madera un material biodegradable compuesto principalmente por celulosa y lignina, tiende a sufrir ataques por hongos e insectos. Por tal razón necesita tratamientos especiales mediante fungicidas o insecticidas para su preservación en el tiempo.

Algunas maderas poseen contenidos altos de lignina, lo que las convierte en maderas más resistentes a los ataques generados por los agentes bióticos.

##### Anisotrópica

La madera al ser un material anisotrópico, sus propiedades tanto físicas como mecánicas varían notablemente, dependiendo de la dirección longitudinal de las fibras y anillos de crecimiento, las contracciones y los hinchamientos presentan resultados diferenciados, estas direcciones son:

- Longitudinal o paralela al grano,
- Radial o paralela a los radios, y
- Tangencial o tangente a los anillos de crecimiento.

Las contracciones e hinchamientos reaccionan de forma diferente según las direcciones antes mencionadas, siendo las más altas en la dirección tangencial que en la radial, y esta a su vez mayor que la longitudinal, un valor promedio de las contracciones e hinchazones en la mayoría de especies comerciales se encuentran dentro del siguiente rango (Foglia, 2005). La madera resiste entre 20 y 200 veces más en el sentido del eje del árbol que en el sentido transversal (Fritz, 2004).

Estos valores son de gran importancia ya que permiten pre dimensionar las piezas de madera y, así, obtener las medidas requeridas después de respectivo secado.

| Dirección     | Rango        |
|---------------|--------------|
| Longitudinal: | 0.1 – 0.3 %. |
| Radial:       | 2.0 – 8.0 %  |
| Tangencial:   | 3.5 – 17.0 % |

Tabla 2.1: *Anisotropía de la madera*

Fuente: (CORMA, 2004)

Elaboración: AUTOR

El resultado del análisis sobre la “Variación radial y axial del hinchamiento, del factor anisotrópico y de la densidad, en el *eucalyptus grandis* de Argentina”, indica que, para propósitos prácticos, se puede asumir que el hinchamiento y el coeficiente de anisotropía decrecen al aumentar la altura, y crecen al aumentar la distancia a la médula, la madera que mejor comportamiento presenta es aquella que está en la parte superior y la más cercana a la médula, es decir el duramen (Calvo y cols., 2006). La madera de la periferia o albura presenta un comportamiento desfavorable desde el punto de vista de los movimientos dimensionales. Por tal razón, la madera no solo se ve afectada por la reducción o incremento del volumen, sino que, además, sufre alteraciones en la forma, estas alteraciones no se pueden eliminar, pero si se puede disminuir mediante procesos adecuados de secado.

### Higroscópica

La madera tiene la capacidad de captar o ceder dependiendo de la temperatura y la humedad relativa del ambiente. Estos dos aspectos son suficientes para que la madera se vea afectada por hongos o insectos xilófagos, por tal razón, al momento del análisis patológico se debe empezar por las zonas donde puede existir filtraciones de agua.

Al cortar un árbol, retiene en su interior un 80 % de humedad, incluso en algunos casos, dependiendo la especie, retiene un valor superior al 100 % de humedad, es decir, el peso del agua contenida en el volumen de madera es superior al peso de esta anhídrida (Fritz, 2004). Por tal razón, es indispensable determinar el porcentaje de humedad presente en una pieza de madera antes de ser utilizada, siendo los siguientes los más convenientes para la construcción, (Lopez, Rodriguez, Santa Cruz, Torreño, y Ubeda, 2004):

| Uso de la madera                          | Rango de humedad |
|---|------------------|
| Para madera al exterior                   | 13 % al 22 %     |
| Maderas al exterior protegidas bajo techo | 13 % al 18 %     |
| Maderas al interior                       | 10 % al 15 %     |
| Maderas en locales con calefacción        | 8 % al 10 %      |

Tabla 2.2: *Humedad recomendada en la madera*

Fuente: (CORMA, 2004)

Elaboración: AUTOR

Cuando el contenido de humedad es menor al 30 % se considera madera seca, sin embargo si la madera se utiliza como elemento estructural el contenido de humedad debe

de ser inferior al 15 % (Fritz, 2004).

### 2.3.1.2 Propiedades físicas

#### Densidad

Al estar en relación directa con el porcentaje de humedad, el volumen y la masa varían considerablemente. una pieza de madera mientras más leñosa sea el tejido y compactas sus fibras pesará más que una pieza de igual tamaño con vasos y fibras más grandes. La densidad es una de las características físicas más importantes por relacionarse directamente con las propiedades mecánicas y durabilidad de la madera (Fritz, 2004).

#### Eléctricas

La propiedad eléctrica más importante de la madera es la resistencia al paso de una corriente eléctrica y sus características como material dieléctrico, pero esta condición se disminuye al momento que la humedad aumenta (Foglia, 2005).

#### Acústicas

La madera, al generar un medio elástico adecuado para las ondas sonoras es ideal para la fabricación de instrumentos musicales y para revestimientos de teatros o salas de conciertos. Por su capacidad de aislar las vibraciones sonoras y ser de estructura celular porosa es ideal como elemento divisorio de habitaciones y aislación de edificios (Reyes y Zaruma, 2017).

#### Térmicas

Esta propiedad está ligada a la conductividad térmica y de su calor específico, la conductividad es medida a través de un coeficiente de conductividad y está relacionada con la densidad de la madera, mientras que el calor específico se define como la cantidad de calor necesario para aumentar la temperatura en la madera (Piqué, 1984).

El calor específico no depende de la densidad ni la especie, pero sí de la temperatura, por tal razón la madera es un material que absorbe calor lentamente (Fritz, 2004).

## 2.3.2. Agentes que atacan la madera

Muchas veces, la madera se considera un material poco confiable y durable, pero no siempre es así. Si se analizan solamente los agentes físicos como la presencia de oxígeno del aire, la madera no es vulnerable como el metal que se oxida; a la luz, que degrada la cromática de los plásticos, se puede decir entonces que la madera es inalterable por los agentes físicos del medio ambiente (Fritz, 2010). En cuanto a los agentes bióticos la madera es endeble a los ataques si no se aplican soluciones arquitectónicas que permitan la conservación de este material.

Los agentes destructores pueden causar síntomas, lesiones o colapsos en la madera. Un síntoma se manifiesta de una forma leve, la lesión es una alteración que ha afectado

el estado original del objeto arquitectónico y el colapso es el estado de inhabilidad de una obra o elemento arquitectónico. De aquí la importancia de conocer la diferencia entre estos términos que normalmente se interpretan de manera errónea al momento de realizar la valoración (Zanni, 2008).

La madera se puede degradar por diferentes causas, por lo que es importante conocer la razón específica de su deterioro y la forma de cómo prevenir y proteger dicha patología, para ello, se ha clasificado en dos grandes grupos: abióticos y bióticos.

### 2.3.3. Agentes abióticos o físico-químicos

Son aquellos que causan alteraciones en la madera desde el crecimiento del árbol, pasando por los agentes atmosféricos, mecánicos y químicos, hasta la porción de agua y el fuego (Zanni, 2008).

Son de tipo físico-químico generados por fenómenos climáticos como la radiación solar, la humedad ambiental, las lluvias, el viento, las heladas, entre otros, o por fenómenos químicos como mantener contacto con productos lesivos provocan manchas o daños en la madera, el fuego es considerado también como un agente abiótico que ataca a la madera (Abasolo y cols., 1998).

#### a) Deformación de la madera

Cuando la madera se corta en estado verde una alta cantidad de humedad está en su interior, con el transcurso del tiempo el secado aparece y como consecuencia la madera comienza a experimentar deformaciones en su forma como curvaturas o torsiones. En el interior de una vivienda las variaciones no deben superar los 10mm, mientras que en el exterior no debe sobrepasar los 13mm (Fritz, 2010).

#### b) Agentes atmosféricos.

##### Sol y lluvia

El sol y la lluvia son los principales agentes que afectan a la madera colocada en el exterior, la madera absorbe con facilidad el agua de la lluvia y ayuda a generar con rapidez grietas y alabeos.

##### Humedad atmosférica

La humedad atmosférica genera cambios en las dimensiones de la madera, especialmente en ellas que están a la intemperie. En climas lluviosos y de humedad la madera se hincha y en épocas de sequía se contrae.

##### El Fuego

Es un agente que ningún material puede resistir, en la madera la reacción dependerá del espesor, el contenido de agua y la densidad. La madera se inflama a 275 grados centígrados aproximadamente, la carbonización se logra cuando la temperatura esta entre 400 y 500 grados centígrados, siendo la mínima necesaria para continuar la combustión (Fritz, 2010). La lignina y la celulosa de la madera se componen de

oxígeno, hidrógeno y carbono lo que convierte a la madera en un material combustible (Lopez, Rodriguez, Santa Cruz, Torreño, y Ubeda, 2004).

La forma de reacción de la madera ante el fuego depende de diferentes circunstancias como la especie, siendo peor en las de menor densidad y en las de poros gruesos o dispersos; el estado de conservación, siendo peor en maderas envejecidas, agrietadas o infectadas; la relación superficie - volumen de la pieza, siendo peor cuanto más alta sea ésta; la posición espacial, siendo peor la horizontal (Abasolo y cols., 1998)

El fuego se propaga con mayor rapidez y facilidad cuando el oxígeno es suficiente, sin embargo, la combustión puede continuar sin llamas, esta avanza paulatinamente deshidratando la celulosa y formando lo que conocemos como carbón vegetal.

Degradación por la luz

La luz solar provoca cambios de coloración oscureciendo la madera en un tono marrón hasta un color gris. Este efecto se debe a la degradación de la lignina a partir de los rayos UV que desgastan la superficie de la madera (Reyes y Zaruma, 2017). Esta degradación se da de una forma más rápida si es combinada con el “deslavado” que arrastra toda la celulosa que se ha descompuesto.

Efecto hielo-deshielo

Se refiere a que la humedad que esta retenida en las cavidades se trasforma en estado sólido, aumenta el volumen de las fibras leñosas de la madera verde y afecta a la parte física de la pieza.

c) Esfuerzos mecánicos

Estos esfuerzos son también una causa para que un elemento estructural fracase, cargas excesivas generan una fatiga al material generando la pérdida de resistencia (Reyes y Zaruma, 2017).

Esta patología está relacionada directamente con errores de cálculo estructural, de ejecución de proyecto, accidentes o simplemente a la falta de mantenimiento que puede llevar a la rotura parcial o incluso total de la estructura. Al ser la madera un elemento flexible, las roturas no son inmediatas, sino que presentan síntomas como sonidos a medida que la rotura progresa paulatinamente.

### 2.3.4. Agentes bióticos o biológicos

Los agentes bióticos son organismos vivos que se alimentan de la madera, estos pueden ser bacterias, hongos xilófagos o insectos. Cuando la madera es atacada por hongos se denomina pudrición, mientras que, si es atacada por insectos se conoce como infección.

Para que estos se desarrollen necesitan que la madera actúe como su fuente de nutrición, disponer de una temperatura entre los 3 a 50 grados centígrados (37 grados lo ideal), humedad entre el 20 % y el 140 % y suficiente oxígeno para que puedan vivir (Fritz, 2010), fuera de este rango los agentes bióticos no pueden desarrollarse. Estos hongos e insectos aparecen comúnmente combinados con factores abióticos, especialmente con la humedad,

que facilita su desarrollo y difusión (Liotta, 2000). Con estas condiciones es inevitable los ataques de estos agentes.

La clasificación de los agentes bióticos que atacan a la madera se representa en el siguiente esquema:

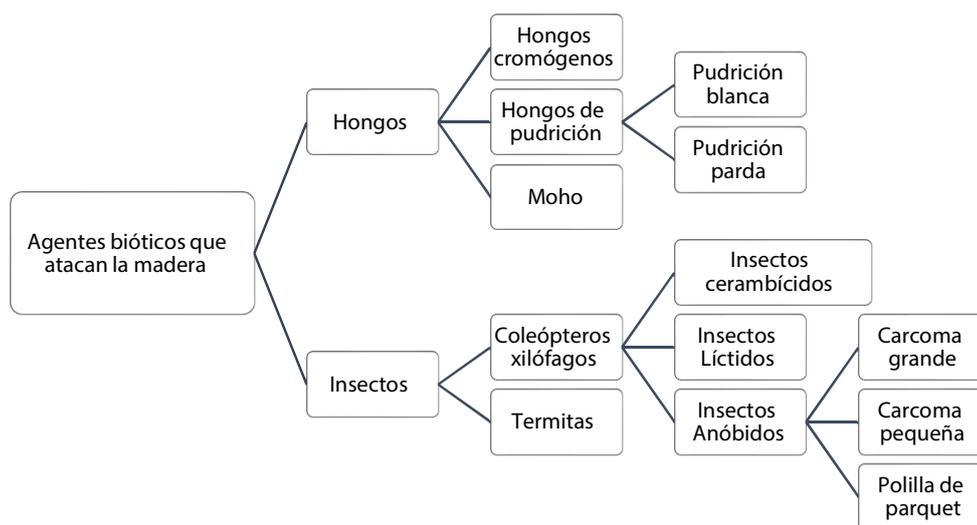


FIGURA 2.4: Clasificación de los agentes que atacan la madera

Elaboración: Autor

## Hongos

Se alimentan de los nutrientes de la madera, ciertos hongos se alimentan del duramen y otros lo hacen de la albura (Lopez, Rodriguez, Santa Cruz, Torreño, y Ubeda, 2004), presentan pudriciones notorias en la madera. Estos hongos se clasifican en hongos cromógenos, hongos de pudrición y moho.

### Hongos cromógenos

Se alimentan de las células vivas existentes en la albura y se manifiestan cambiando el color de la madera a un tono azulado, el aspecto estético es afectado, pero no la resistencia del material. Al presentar este cambio de tonalidad, significa que la madera está expuesta para el desarrollo de los hongos de pudrición (Fritz, 2010).

### Hongos de pudrición

Estos se alimentan de la pared celular y por tanto la resistencia de la madera es alterada, en algunos casos la madera se desprende con solo presionar los dedos. Los ataques

de pudrición desarrollan otro tipo de hongos, dependiendo si se han alimentado de la lignina o la celulosa.

a) Pudrición blanca o fibrosa

Los hongos se alimentan de la lignina dejando como resultado un color blanquecino y la rotura de las fibras.

b) Pudrición parda o cúbica

Se alimentan de la celulosa y se caracteriza por presentar un color pardo y desintegra la madera en forma de cubos.

### **Moho**

Se desarrollan con la presencia de humedad abundante, tiene una apariencia de algodón fino y no afectan a la resistencia. Afecta a la parte superficial de la madera y puede ser corregido cepillando la pieza, si no es tratado a tiempo, puede convertirse en hongos de pudrición (Fritz, 2010).

### **Insectos**

Existe una gran variedad de insectos que utilizan la madera para reproducirse, vivir y alimentarse de la celulosa. Las larvas y orugas abren galerías para su alimentación y protección (Lopez, Rodriguez, Santa Cruz, Torreño, y Ubeda de Mingo, 2004). Los insectos causan infecciones en la madera.

### **Coleópteros xilófagos**

Estos se pueden agrupar en tres grupos:

a) Insectos Cerambícidos.

Requieren un contenido de humedad superior al 20 %, las larvas se alimentan de almidón y azúcares, mayormente atacan a los árboles en pie, pudiendo ser coníferas o latifoliadas.

b) Insectos Líctidos

Atacan a maderas secas, con un rango de humedad menor al 18 %, principalmente a la albura. Las larvas se alimentan del almidón de la pared celular, hacen perforaciones de 1mm de diámetro y son identificados por dejar un aserrín muy fino. Atacan solamente a especies latifoliadas.

## c) Insectos Anóbidos o carcomas

Atacan a maderas en estado seco sean coníferas o latifoliadas. Se les conoce comúnmente como carcomas y se alimentan de la celulosa y lignina. Dentro de las carcomas se pueden distinguir las siguientes:

## ■ Carcoma pequeña

Atacan a casi todas las maderas sin importar su edad, excepto el duramen del roble y maderas tropicales, las hembras colocan los huevos en orificios de la madera causados por generaciones precedentes. El insecto adulto sale por un orificio de 1 a 1.5 mm de diámetro, dependiendo las condiciones, una generación puede durar de 8 meses a 3 años y se puede identificar por su excremento cilíndrico.

## ■ Carcoma grande

Se considera el insecto más peligroso para la madera seca, atacando únicamente a las plantas coníferas, se alimenta de la celulosa y la lignina, poseen una longitud de 2.5mm a 8.5 mm ([Fritz, 2010](#)), generan orificios de 2 a 3 mm de diámetro y su identificación se puede notar por el aserrín poco fino que dejan atrás y por la forma elíptica de sus galerías.

## ■ Polilla de parquet

Estos insectos destruyen completamente la madera atacando principalmente a la albura, no necesitan de mayor humedad y no atacan a las maderas que disponen de menos del 1.5% de almidón. Por lo regular la hembra coloca entre 20 y 70 huevos en la superficie de la madera, esta generación dura aproximadamente un año. Los adultos son coleópteros pequeños de 4 a 8 mm de longitud, planos y con antenas terminadas en maza ([Lopez, Rodriguez, Santa Cruz, Torreño, y Ubeda de Mingo, 2004](#)).

## Termitas

Poseen una apariencia similar a las hormigas, por lo que se las conoce también como hormigas blancas. Son insectos que pueden causar daños considerables a la estructura de una vivienda, pueden introducirse por la cimentación y avanzar por los muros de las edificaciones taladrando el hormigón. Trabajan en colonias conformadas por reproductoras, soldados y obreras que son las encargadas de buscar alimento celulósico para el resto de la colonia. Las obreras desarrollan galerías en dirección de la fibra, dejándolas libres de aserrín. Se puede notar su presencia por dejar huellas en forma de tubos de barro, pero los daños son más notorios aun cuando la madera comienza a fallar por la falta de resistencia ([Fritz, 2010](#)).

## Otros agentes abióticos: Bacterias

No representan daños considerables en la madera, están constantemente relacionadas con la humedad y a hongos de tipo cromógenos. Las maderas frondosas y las coníferas son las más vulnerables, las bacterias se localizan en la zona de albura, donde está la mayor cantidad de sustancias de reserva (Ramos Pérez, 2013).

Dependiendo de las patologías presentadas se puede clasificar las bacterias en tres tipos: bacterias productoras de túneles, bacterias productoras de erosiones y bacterias productoras de cavidades. si las baterías no son controladas a tiempo, ayuda a que los hongos cromógenos se propaguen en la pieza de madera.

### 2.3.5. Tratamiento

Al ser la madera un material que se utiliza considerablemente en la construcción, es importante preservarla y conservarla mediante diferentes tecnologías (Fritz, 2004). Este material al estar expuesto a los ataques de los agentes xilófagos, así como a la acción de pérdida de humedad que pueden generar rajadas y fendas (Vignote y Martínez, 2006), es necesario realizar un tratamiento protector considerando los agentes a la que está expuesta y el tipo de madera, pudiendo ser insecticidas, fungicidas u otro método que ayude a conservar y prolongar la vida útil de la madera en las edificaciones.

#### 2.3.5.1 Métodos preventivos

Involucra a todas las medidas necesarias que se tomen para prolongar la vida de la madera, partiendo de un correcto diseño estructural hasta el uso de conservantes y procesos químicos que garanticen la durabilidad y resistencia ante cualquier ataque y destrucción de agentes degradantes (Pique y Junta del Acuerdo de Cartagena, 1984). Esos métodos pueden estar dados por la protección de diseño y por adición de productos.

#### Protección por diseño

Se enmarcan los siguientes parámetros fundamentales que se deben tomar en consideración para lograr una correcta protección por diseño de una vivienda (Barreiro y Hirsch, 2011).

- Para las cubiertas, aleros y tímpanos, la madera debe ser preservada, los extremos de las vigas que estarán expuestas a la intemperie serán protegidas con pinturas que no formen capas selladoras. Por debajo de la teja se colocará una capa impermeable para evitar las filtraciones. No deben existir orificios o separaciones en el entablado del cielorraso que permitan el paso del aire o la entrada de insectos hacia el interior donde se instalan las colonias, las juntas verticales deben protegerse con selladores, tapajuntas formando canales.

- Las aberturas se deben evitar en los marcos colocados al exterior, en especial de los marcos de vitrales, exigen rebajes en la madera y el sellado es complejo, facilitando el ingreso del agua.
- Para aquellas piezas que están en contacto con el suelo o muros, se debe evitar en su totalidad el contacto directo con el suelo, recomendando usar bases de hormigón o piedra, se puede usar también separadores metálicos para evitar que los hongos y termitas tengan acceso a la madera. La medida recomendable de separación entre el suelo y la madera es de 30 a 50 cm para evitar salpicaduras (Barreiro y Hirsch, 2011).

### Protección por adición de productos

El producto utilizado debe ser aplicado según la dosis especificada en la ficha técnica de dicho producto y respetando el respectivo proceso, a esto se suma a que la madera debe de estar seca, cepillada y limpia previa a la colocación de la protección. Esta dosificación está destinadas a proteger la madera contra los ataques de los agentes bióticos y abióticos, se aplican en la madera mediante fijadores y se introducen al interior a través del solvente que actúa como un vínculo.

- Protectores hidrosolubles:

Se utilizan en gran mayoría para proteger maderas que están en contacto directo con el suelo temporalmente húmedos, actúan como retardantes del fuego y muchas veces como estabilizante de la madera ante el agua. Son principalmente sales minerales como el zinc, cobre, cromo, entre otros, que fácilmente se disuelven en agua, formando una solución acuosa, pueden ser de fijación rápida, casi imposible de lavarse y de fijación lenta que puede lavarse. Al momento de ser aplicados no generan olores desagradables y no son inflamables. Posteriormente, permiten un terminado adicional como aplicar pintura o laca (Fritz, 2010).

Se debe tener en cuenta que, al utilizar el agua como elemento disolvente provoca hinchazones y retracciones en la madera al momento de ser aplicado y posterior a este y que, normalmente quedan residuos de sales sobre la superficie tratada que actúan como conductores eléctricos. Entre los protectores hidrosolubles más empleados tenemos (Abasolo y cols., 1998):

CCA (cromo, cobre y arsénico), es el más eficiente y el menos utilizado por ser el arsénico tóxico y altamente peligroso.

CCB (cromo, cobre y boro), por ser el arsénico peligroso es reemplazado por el boro.

CFK (cromo, fluor y cobre), es eficiente pero menos durable que los anteriores.

- Protectores hidrodispersables:

Son compuestos solubles con disolventes derivados del petróleo que no son deslavables por el agua, no hinchan la madera, penetran de mejor manera en relación a otros protectores, no son corrosivos, la madera mantiene su cromática y después

de aplicar los compuestos se puede pintar, lacar o encolar. Al usar un componente derivado del petróleo les convierte en protectores inflamables que ameritan mucha precaución al momento de ser aplicados. Dependiendo de la acción protectora que realizan los productos estos pueden ser: fungicidas, que protegen los ataques de los hongos, insecticidas, protegen ante los ataques de insectos; hidrófugos, protegen ante la humedad; y pigmentados, que ayudan a proteger ante la radiación solar (Fritz, 2004).

### 2.3.5.2 Métodos curativos

Estos tratamientos trabajan mediante la aplicación de fungicidas o protecciones químicas para contrarrestar y eliminar los agentes destructores, evitando la degradación de los elementos maderables y previniendo futuras agresiones, mejoran las estructuras de madera y ayudan a restituir las propiedades que los elementos maderables han perdido (Reyes y Zaruma, 2017). Para determinar los tipos de productos protectores se toma como referencia los citados por Fritz (2010), clasificándolas de la siguiente manera:

#### a) Por la acción protectora que realizan

- Insecticidas: protegen los ataques de insectos xilófagos, principalmente los piretrinas o clorpirifos.
- Fungicidas: previenen los ataques de los hongos xilófagos, en caso de ser pudrición se emplean los protectores CCA, CA (cobre y azoles orgánicos), CAB (cobre, azoles orgánicos y boro), entre otros. En caso de que las manchas sean azuladas se emplea el tribromofenato de sodio, quinolatos de cobre y carbendazimas.
- Ignífugos o retardantes de fuego: convierten a la madera en un material difícilmente combustible impidiendo que llegue el oxígeno a la madera, su acción ignífuga reacciona con el calor, emite sustancias que acaparan el oxígeno del aire impidiendo que la madera se quemé.
- Protectores de la luz: son pinturas que utilizan pigmentos metálicos que sellan la veta de la madera oscureciéndola parcialmente

#### b) Por el tipo de preservante

- Solventes orgánicos: penetran con facilidad en la madera sin generar manchas, son compatibles con la mayoría de pinturas, lacas o acabados, por tal razón son los más empleados en la carpintería. Al no generar humedad es fácilmente aplicada en madera seca.
- Hidrosolubles: como se mencionó anteriormente, son solubles en agua y normalmente se utiliza para el tratamiento industrial de maderas húmedas, menos del 28 %.
- Creosotados: son protectores derivados del petróleo y la hulla, se penetra en la madera con dificultad dejando manchas después de su aplicación. No es compatible con pinturas o acabados.

**c) Por el tipo de protección que se desea lograr**

- Protección preventiva: pudiendo ser temporal o permanente. Temporal: son tratamientos superficiales como las pinturas o barnices que brindan una protección por un tiempo determinado. Permanente: duran normalmente decenas de años como los tratamientos industriales a través de vacío - presión o vacío - vacío, el protector queda fijo en la madera impidiendo que se generen hinchazones o contracciones.
- Protección curativa: se aplica tratamientos curativos en la madera que ha sufrido ataques por agentes bióticos o abióticos, o un tratamiento de oreado o secado cuando el ataque generado es por hongos.

**d) Por el tipo de insectos**

- Insectos de ciclo larvario: se inyecta insecticidas líquidos o gaseosos en el interior de la madera, que al entrar en contacto con la larva que se encuentra en el interior la elimina.
- Termita: al ser insectos que no están dentro de la madera es difícil localizarlos a simple vista, para ellos se utiliza trazadores radioactivos mediante soluciones ionizantes para captar insectos y seguirlos hasta su termitero. Una vez localizados se aplica un sistema de cebos a base de celulosa a los que se añade un insecticida y se coloca cada cierta distancia alrededor de la vivienda

**e) Por el tipo de tratamiento**

- Tratamiento superficial: son insecticidas o fungicidas aplicados mediante brochas, pulverizadores o inmersión rápida de la madera, su penetración apenas supera unos milímetros de profundidad lo que es suficiente para evitar ataques superficiales. La profundidad dependerá del tipo de producto y de la penetrabilidad de la madera.
- Tratamiento en profundidad: se los aplica fundamentalmente cuando la madera está expuesta a la humedad del exterior o en contacto con el suelo. Se utilizan sistemas como el de sustitución de savia mediante sales; el sistema caliente - frío donde se ingresa la madera en un depósito de agua caliente para abrir los poros y con ello facilitar la entrada del producto protector; sistema de autoclave: es de carácter industrial y es el único que garantiza una profundidad, las retenciones del producto y sobretodo la eficiencia.

## 2.4. Delimitación de los casos de estudio

La provincia del Azuay, con una extensión de 8.492 km<sup>2</sup> de superficie aproximadamente, dispone de áreas de conservación natural y un gran legado histórico en la arquitectura, factores que la consideran actualmente como la provincia más importante al sur del país

por su amplio potencial turístico. Su capital es la ciudad de Cuenca, se divide en 15 parroquias urbanas y 21 parroquias rurales, dentro de estas la parroquia Baños. Esta parroquia posee una área total de 22.029,05 Ha (PDOT GAD, 2015) y está conformada por 10 comunidades: Baños Centro, Unión Alta, Minas, Guadalupano, Huizhil, Misicata, Narancay, Nero, Uchuloma y Zhucay.

La comunidad de Minas, la segunda más extensa de la parroquia, cuenta con una superficie de 3.121,1 Ha., constituye el 14.2 % de la superficie total de la parroquia Baños. Limita al norte: comunidad de Huizhil, al sur: comunidades de Nero y Uchuloma, al este: comunidades de Baños Centro y Guadalupano y al oeste: comunidad de Nero. Desde el centro histórico de Cuenca está a una distancia aproximada de 10.7 km y se puede llegar por la vía Ricardo Durán o por la vía a Misicata.

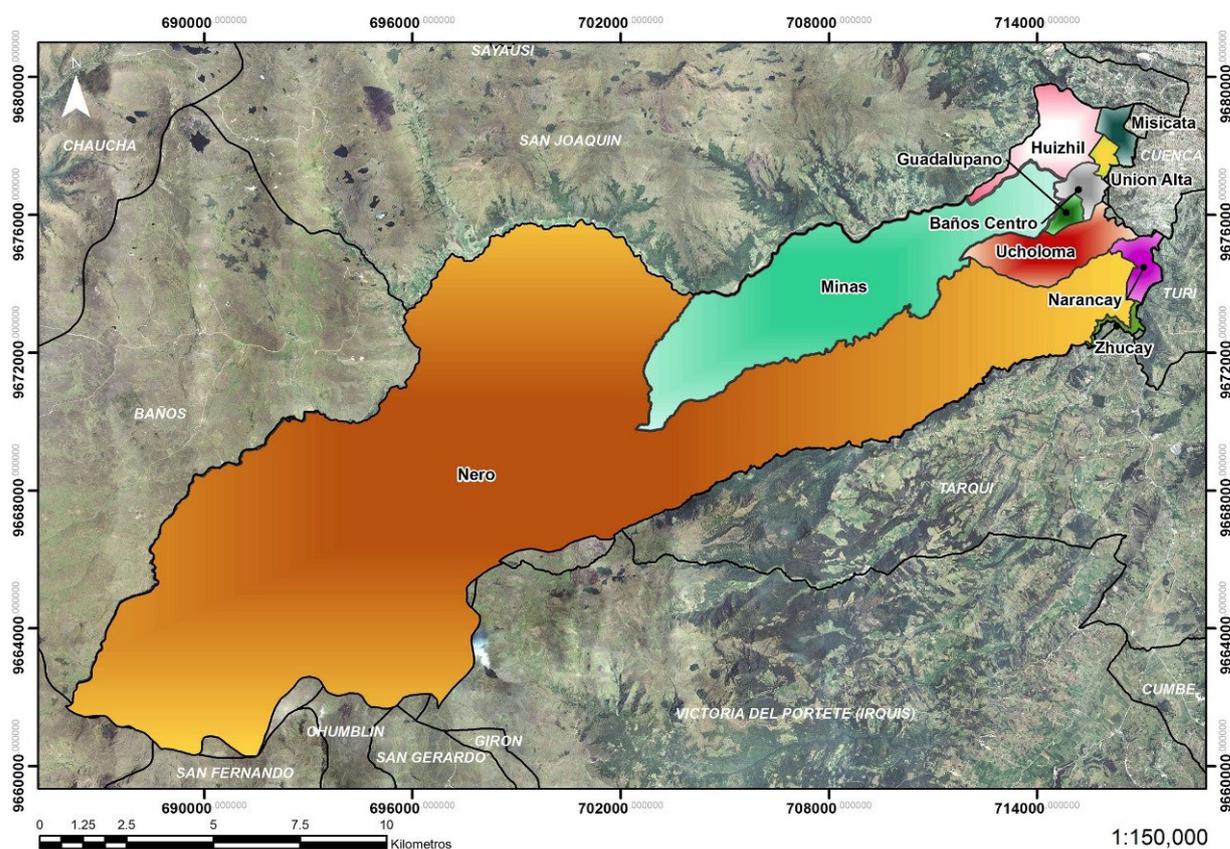


FIGURA 2.5: Comunidades que conforman la parroquia Baños

Elaboración: Autor

| Parroquia    | Comunidades  | Superficie (ha)    | %            |
|--------------|--------------|--------------------|--------------|
| BAÑOS        | Baños Centro | 135.2              | 0.6          |
|              | <b>Minas</b> | <b>3121.1</b>      | <b>14.2</b>  |
|              | Guadalupano  | 71.6               | 0.3          |
|              | Unión Alta   | 62.4               | 0.3          |
|              | Huizhil      | 485.2              | 2.2          |
|              | Misicata     | 120.9              | 0.5          |
|              | Narancay     | 160.6              | 0.7          |
|              | Nero         | 17287.2            | 78.5         |
|              | Zhucay       | 45.3               | 0.2          |
|              | Uchuloma     | 539.9              | 2.5          |
| <b>TOTAL</b> |              | <b>22.029.5 ha</b> | <b>100 %</b> |

Tabla 2.3: *Comunidades de la parroquia Baños*

Fuente: (PDOT, BAÑOS 2015)

Elaboración: AUTOR

El estudio se realiza en la comunidad de Minas, específicamente en la cabecera comunal, los casos de estudio han sido elegidos tomando en consideración factores como la población prevalente, la ubicación geográfica y la evolución de las edificaciones que utilizan la madera en la construcción. Las viviendas están emplazadas a lo largo de la vía principal de Minas, dos de estas están junto a la escuela Primaria Joel Segundo Espinoza y la otra está ubicada en el centro poblado. Cada uno de los casos mantienen relaciones en la tipología, emplazamiento, materialidad, antigüedad, entre otros. La comunidad de Minas es amplia por su extensión territorial, predominando zonas de pasto, sembríos y bosques. La población se ha ido asentando junto a la cabecera parroquial, es decir Baños Centro.

En la siguiente tabla se describe la ubicación de los casos de estudio en la comunidad de Minas.

| Casos de estudio | Código | Ubicación  | Antigüedad | Propietario        |
|------------------|--------|------------|------------|--------------------|
| CASA A           | C-101  | X 713399   | 75 años    | Darío Mocha        |
|                  |        | Y 9676877  |            |                    |
|                  |        | Z 2785msnm |            |                    |
| CASA B           | C-102  | X 712846   | 81 años    | Blanca Suquilanda  |
|                  |        | Y 9676472  |            |                    |
|                  |        | Z 2841msnm |            |                    |
| CASA C           | C-103  | X 712839   | 42 años    | Alegría Suquilanda |
|                  |        | Y 9676454  |            |                    |
|                  |        | Z 2847msnm |            |                    |

Tabla 2.4: *Descripción general y ubicación casos de estudio*

Elaboración: AUTOR

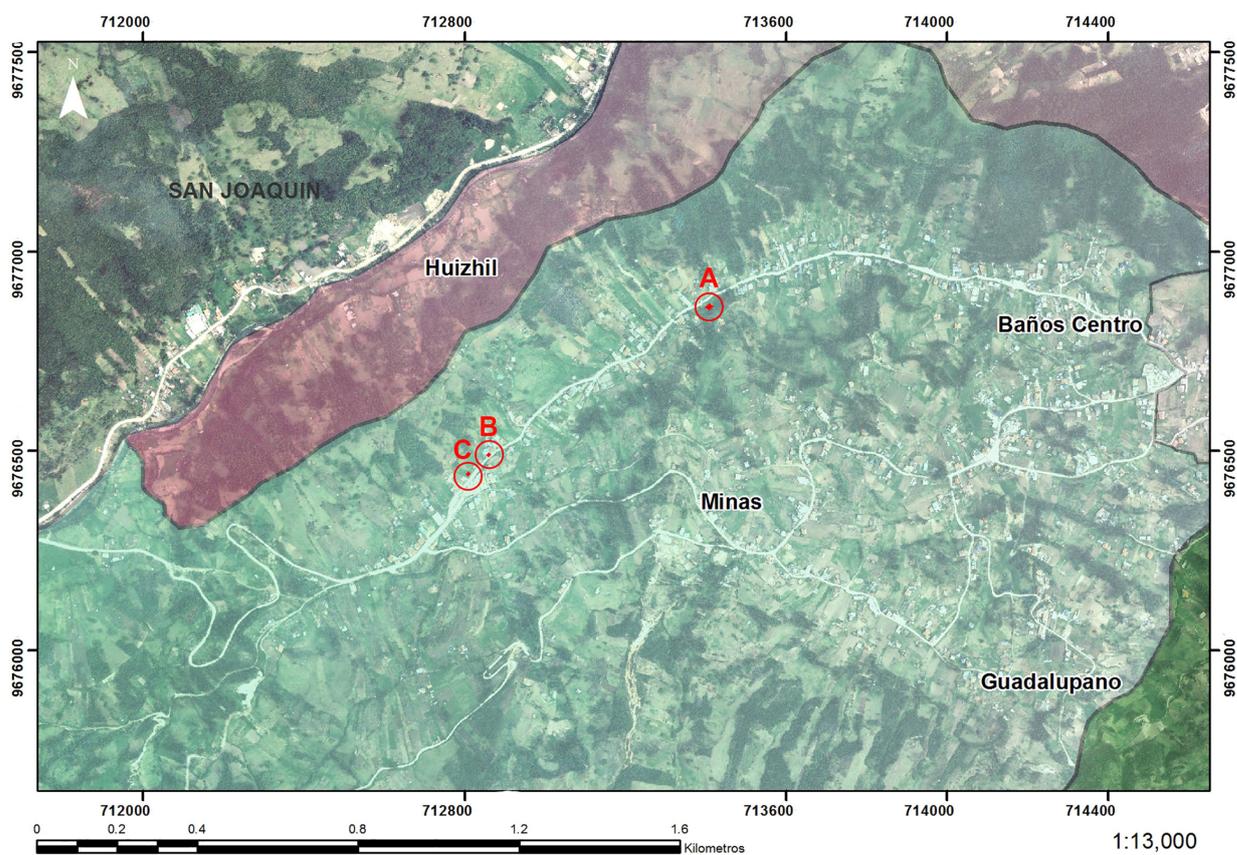


FIGURA 2.6: *Ubicación de los tres casos de estudio*

Elaboración: Autor

## 2.5. Casos de estudio

### 2.5.1. Casa C 101



FIGURA 2.7: *Caso de estudio C 101*

Elaboración: Autor

De acuerdo al conversatorio realizado con sucesores del propietario, la edificación fue construida en 1944 con materiales propios del entorno como la piedra, barro, carrizo, madera entre otros; haciéndola propia de la arquitectura vernácula. Cuenta con un área de construcción de 190.9 m<sup>2</sup> y está emplazada a 10 metros de la vía principal en una extensión de terreno de 4207.5 m<sup>2</sup> conservado una tipología aislada. Una parte del terreno estaba destinado a la siembra de maíz, frejol, zambos, papas, entre otros, mientras que la otra parte se la utilizaba como potreros para mantener ganado vacuno, especialmente productores de leche. Estas dos actividades eran las fuentes principales para poder subsistir, los granos cosechados satisfacían las necesidades alimenticias, mientras que el ganado vacuno, a más de generar leche para el consumo diario, se utilizaba como un medio de comercialización, satisfaciendo necesidades económicas del núcleo familiar. Actualmente la vivienda está deshabitada, usada únicamente para almacenar las cosechas agrícolas.

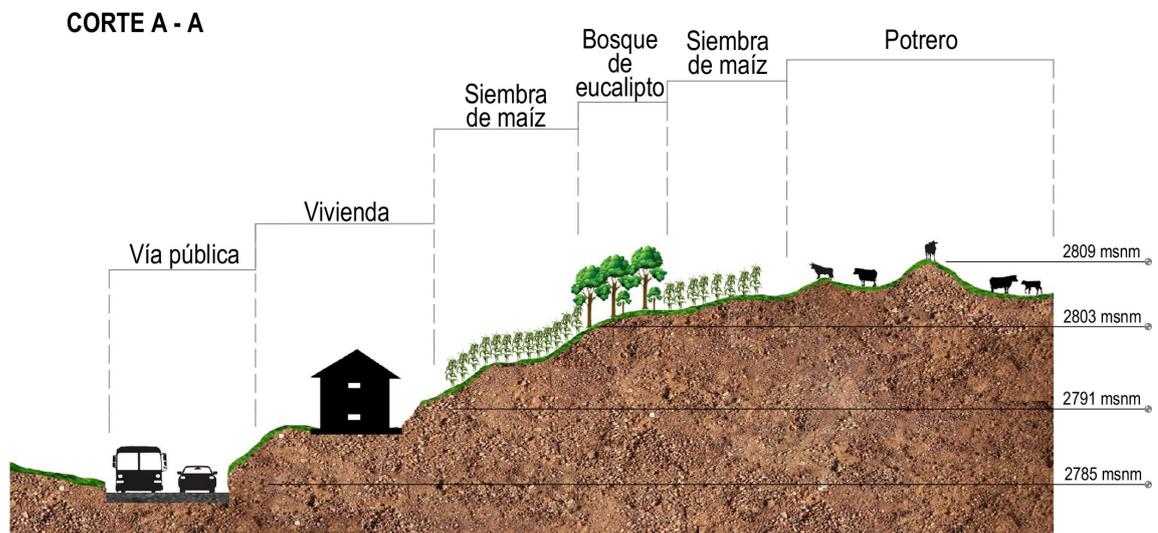


FIGURA 2.8: Corte esquemático y distribución del terreno C 101  
Elaboración: Autor



FIGURA 2.9: Emplazamiento de la vivienda C 101  
Elaboración: Autor

Análisis:

*Orientación:* La fachada frontal está orientada al norte, por ende, el sol incide sobre los dos muros laterales.

*Relación a la vía:* La vivienda es emplazada de forma paralela a 10 metros de la vía.

*Muros vegetales o ciegos:* No dispone.

Según uno de los familiares del propietario, en 1999 la fachada lateral izquierda fue remodelada, se ha incorporado un soporte estructural sobre la mampostería para evitar que esta se desplome. Las fachadas están formadas por muros soportantes de adobe de 40cm de espesor, revestidos con revoque y manteniendo el color original del barro. La estructura, asentada sobre firmes basas de piedra son pilares de madera rematados con monterillas en donde se apoya las soleras de la estructura del entrepiso, envigado, entirado y entablado que también es de madera, los muros soportantes se prolongan hasta la cubierta, en donde termina con sus respectivos aleros y canesillos. Las fachadas laterales y la fachada posterior son grandes muros donde no existen vanos, por ende, no existe la presencia de elementos de madera, en las dos plantas de la fachada frontal existe un corredor de área considerable utilizados frecuentemente para secar los granos obtenidos de las cosechas.

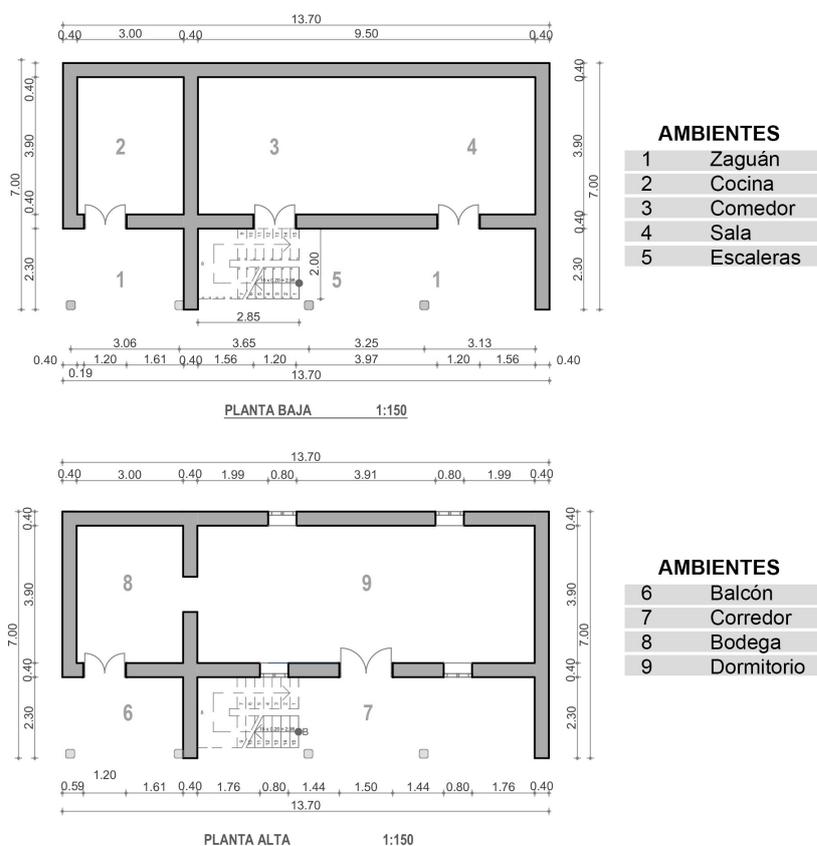


FIGURA 2.10: Planta baja, planta alta y ambientes del caso de estudio C 101

Elaboración: Autor



FIGURA 2.11: *Presencia de madera en la vivienda C 101*  
**Elaboración:** Autor

### Sistema constructivo

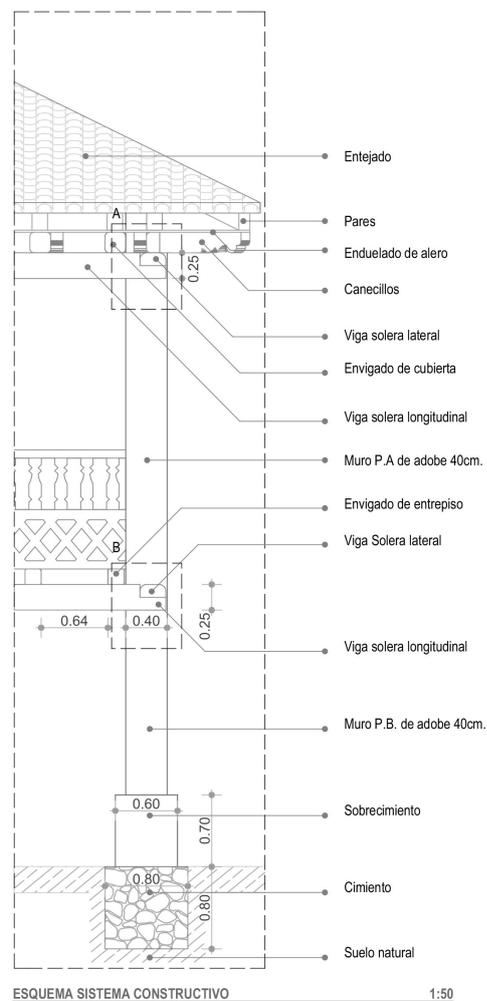


FIGURA 2.12: *Esquema del sistema constructivo C 101*  
**Elaboración:** Autor

El sistema constructivo de una vivienda específica los materiales a emplearse y su aplicación para generar soluciones (Rivera y Muñoz, 2005), en este caso de estudio el sistema constructivo es un sistema híbrido formado por pilar-viga combinado con muro de carga. Los muros de carga son de adobe y colocados uno sobre otro generando una trabazón entre hileras, estos muros están asentados sobre una cimentación de piedra, la tierra es usada como mortero tanto para la cimentación como para las juntas entre hilera e hilera del muro. Las vigas de madera del entrepiso están empotradas en los muros de carga mediante un sistema que evita el desplazamiento, mientras que la estructura de la cubierta se apoya sobre las vigas soleras que descansan sobre el muro.

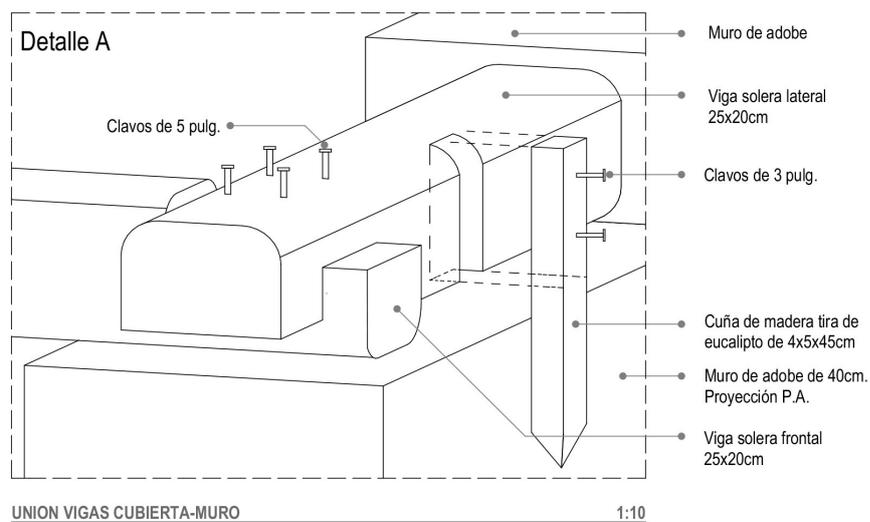


FIGURA 2.13: Axonometría de la unión viga de cubierta-muro C 101

Elaboración: Autor

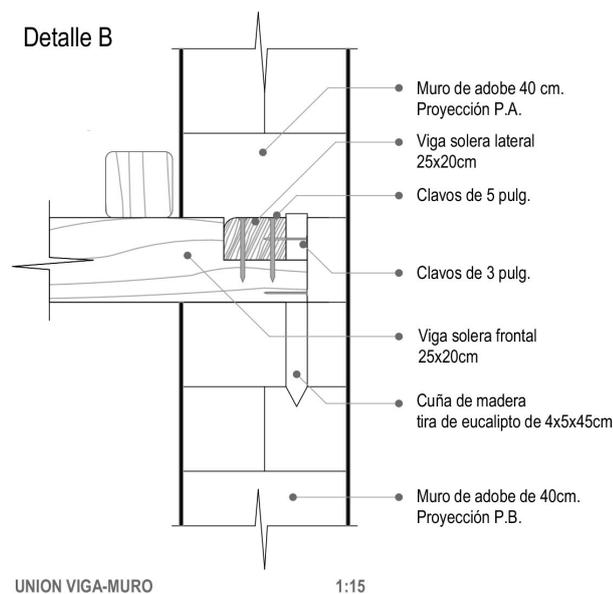


FIGURA 2.14: Representación gráfica viga-muro C 101

Elaboración: Autor

## Cimientos y sobrecimientos

Según familiares, la piedra empleada para la cimentación es de canto rodado, colocadas de tal que formen una trabazón con las contiguas, respetando su inclinación, y aparejo.

El tipo de cimentación era conocida por el maestro constructor, la experiencia y conocimiento del entorno donde se construye la vivienda daban las pautas necesarias para determinar el tipo de cimentación y las medidas requeridas, La profundidad de la zanja está en relación a la resistencia del suelo (Muñoz, 2015).

El sobrecimiento dispone de una altura de 70 cm medido desde el final del cimiento, ayuda a proteger las mamposterías de la humedad y al salpicado de la lluvia. “La piedra que se emplea es colocada hasta un nivel mínimo de 30cms. siendo lo óptimo 70cms. del suelo” (Pesántez y González, 2011, p.65). Las piedras han sido colocadas manualmente formando una trabazón que ayuda a contrarrestar la formación de grietas o fisuras en las mamposterías.

En ciertas comunidades de la región Sierra se usan frases coloquiales como: “Buenas botas y gran sombrero”, en referencia al sobrecimiento y a la cubierta con grandes aleros.

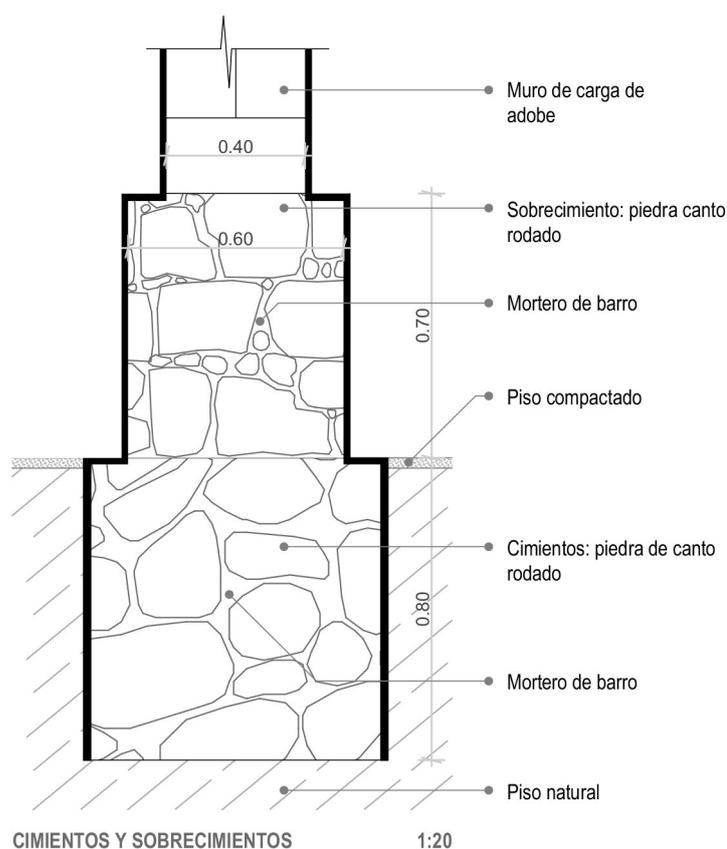


FIGURA 2.15: *Representación gráfica del cimiento y sobrecimiento*

Elaboración: Autor



FIGURA 2.16: *Cimiento y sobrecimiento, caso de estudio C 101*

Elaboración: Autor

## Columnas

Las columnas o pilares son troncos cónicos de diámetros que varían según la sección, la base mayor es de 20cm de diámetro aproximadamente, asentada sobre basas de piedra que son labradas manualmente. Las basas son de 35 cm de altura medidos desde el nivel del suelo, sobresalen el nivel natural lo suficiente para que los elementos de madera no se vean afectados por la presencia de humedad, son de forma cónica, la cara inferior de la basa es más ancha, mientras que la cara en donde se asienta la columna es de menor. Los pilares de la planta baja se rematan con monterillas o zapatas, elemento arquitectónico en donde descansa la viga solera que soporta el entrepiso. La columna de la planta alta nace en la estructura del entrepiso, en la parte superior del pilar se encuentra otra monterilla y sobre esta se apoya la estructura de la cubierta.

Las basas cumplen la función de transmitir las cargas de la edificación al terreno y sobre elevar la edificación para evitar el contacto directo con el suelo natural (Muñoz, 2015).

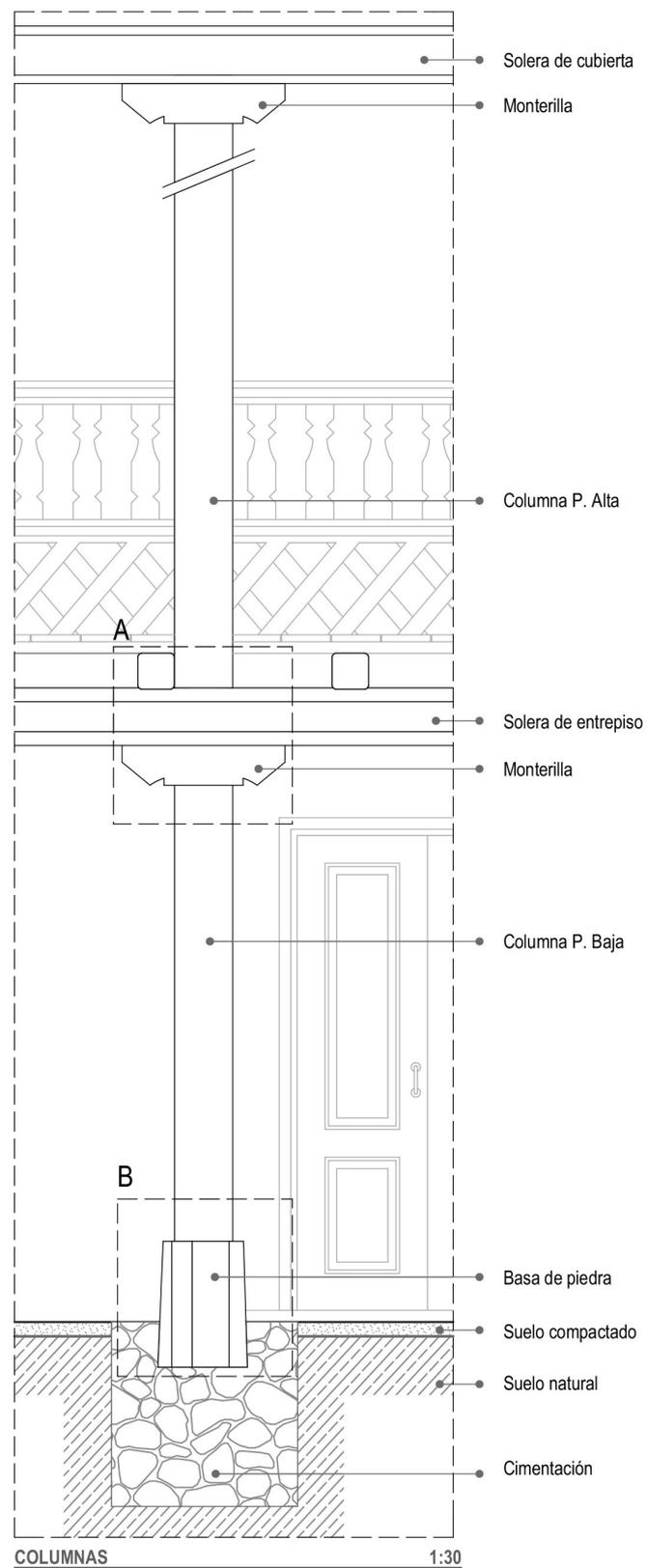


FIGURA 2.17: *Esquema de la unión columna, basa, monterilla*

Elaboración: Autor

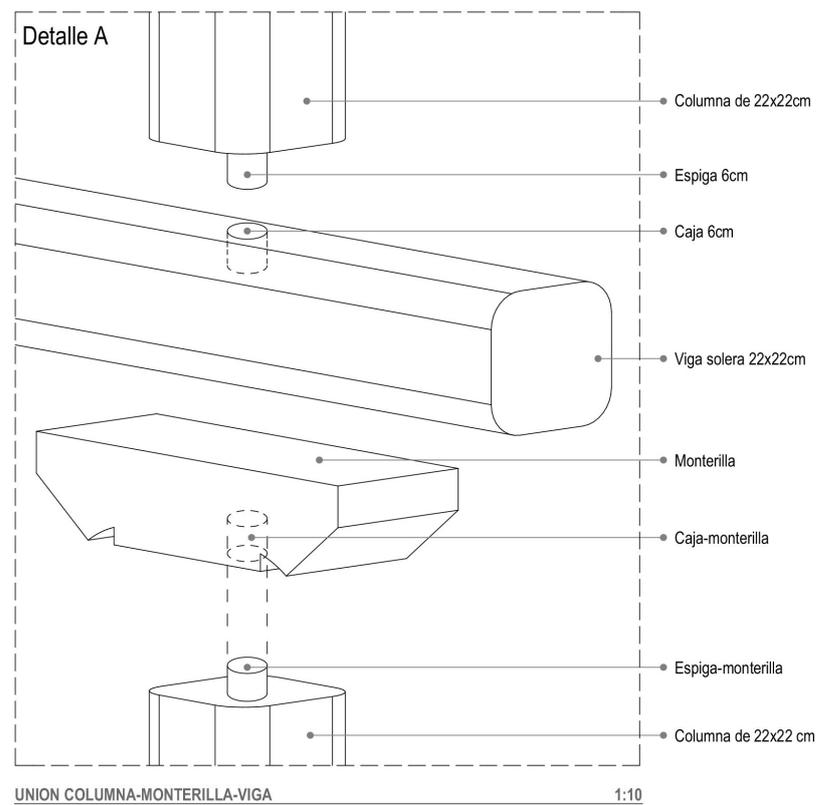


FIGURA 2.18: Representación gráfica, detalle A columna, monterilla, viga

Elaboración: Autor

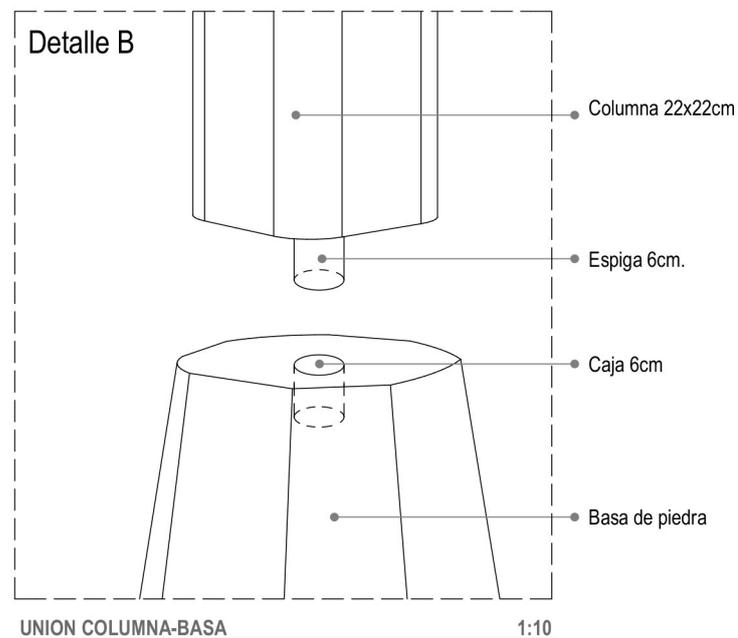


FIGURA 2.19: Representación gráfica, detalle B columna, basa

Elaboración: Autor

Las representaciones gráficas han sido elaborados tomando como referencia el estado actual de las basas y columnas de la vivienda, mismo que se representa en la siguiente figura.



FIGURA 2.20: *Estado actual de columnas y basas C 101*

Elaboración: Autor

## Muros

Los muros cumplen una función estructural, es decir, transmiten las cargas de la cubierta a la cimentación (Pesántez y González, 2011), por lo que no existen juntas alineadas o contiguas, cada adobe es trabado o amarrado y colocado a “soga y tizón”, los vanos han sido ubicados correctamente dentro del muro para evitar fisuras o incluso grietas.

Entre hilada e hilada existe una junta de aproximadamente 4 cm de espesor, esto ayuda a que las hiladas de adobe se adhieran entre sí, formando el muro portante.

Según comentan los descendientes de los propietarios se hacían máximo 3 hiladas de adobe por día, esto para dar tiempo a las “uniones” a secarse con normalidad. Esto se corrobora por (Muñoz, 2015), donde manifiesta que es importante levantar al mismo tiempo todos los muros, con un máximo de cuatro hiladas, de esta manera se da tiempo al muro a secarse, logrando asentamientos paulatinos.

La representación gráfica del arranque del muro es el mismo tanto para los muros

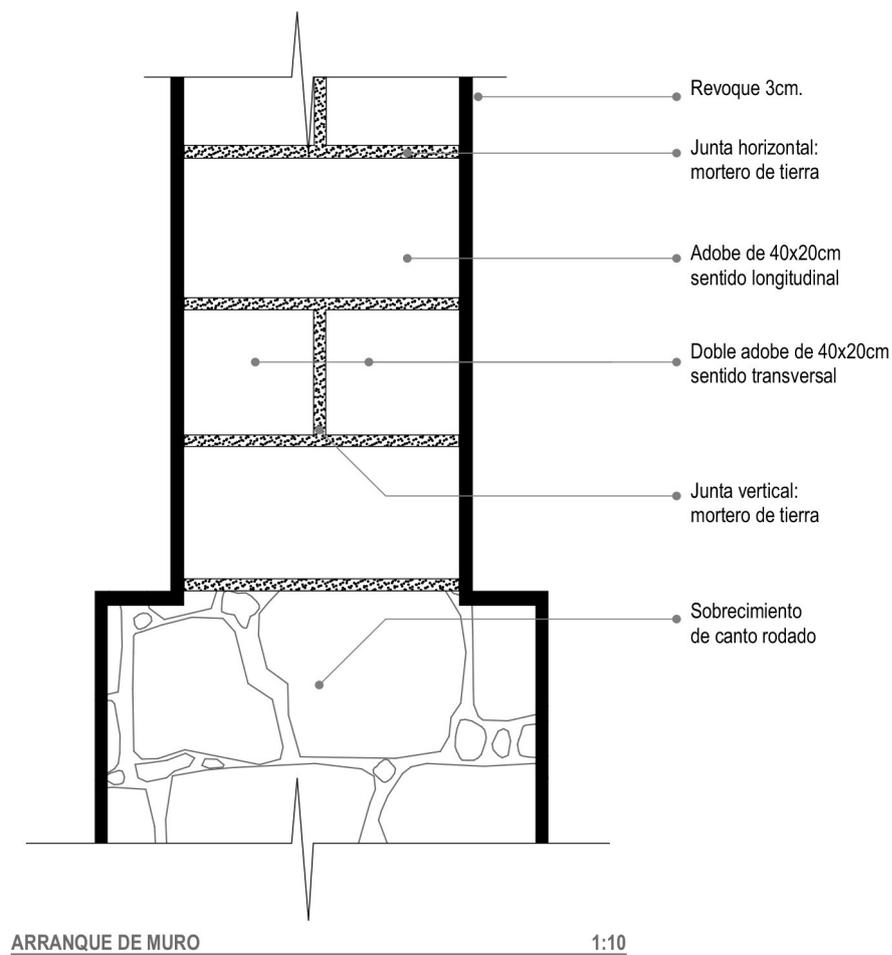


FIGURA 2.21: *Representación gráfica del arranque del muro C 101*  
**Elaboración:** Autor

exteriores e interiores de la vivienda, esto se aprecia en la siguiente figura.

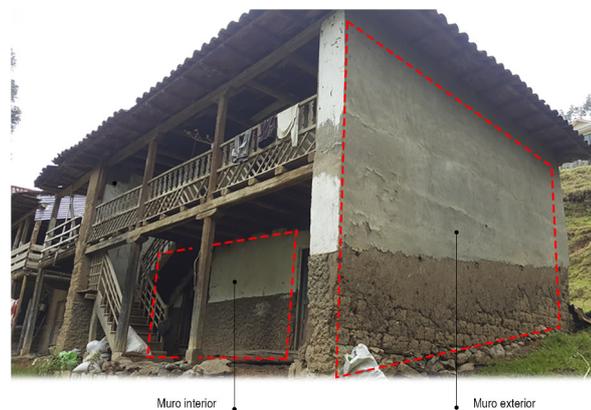


FIGURA 2.22: *Estado actual de los muros de carga externos e internos, C 101*  
**Elaboración:** Autor

## Entrepisos

El entrepiso de la vivienda es en su totalidad de madera, apoyadas sobre las vigas soleras empotradas en los muros portantes en todo el perímetro. Las vigas que forman el envigado del entrepiso están colocadas a 60 cm medidos desde el eje de cada viga, sobre estas, vigas se asientan las tablas de 22 cm de ancho formando el entablado. Este sistema se ha modificado en una parte del entrepiso, implementado el entirado sobre el envigado a una distancia de 60 cm entre tira y tira, el cual no está en el parámetro correcto, como manifiestan [Pesántez y González \(2011\)](#), el entirado se realiza con tiras de 4x5cm colocadas a una distancia no mayor a 45 cm, y sobre esta se coloca el entablado. Las siguientes figuras indican la axonometría y la representación gráfica del entrepiso.

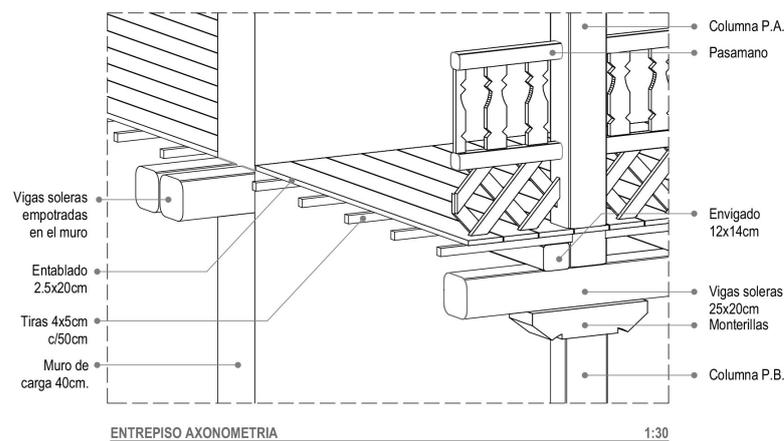


FIGURA 2.23: *Axonometría de entrepiso C 101*

Elaboración: Autor

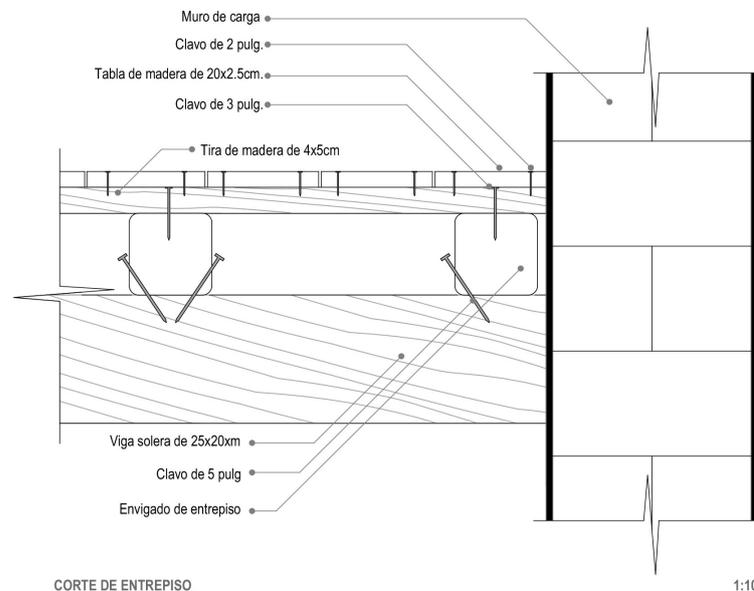


FIGURA 2.24: *Representación gráfica del entrepiso C 101*

Elaboración: Autor

El entrepiso de esta edificación presenta lesiones considerables, especialmente pudriciones, esto debido a que el agua lluvia ingresa a la vivienda, y humedece la madera. En el interior de la vivienda se evidencia humedad, tanto en los muros como en el entrepiso, esto obedece a que no existen ventanas que permitan una ventilación adecuada. La humedad ha afectado todo el entrepiso, el deterioro de las vigas y tablas es considerable por lo que ha puesto en riesgo la estabilidad de este sistema. En la cocina, el entrepiso a más de sufrir los daños antes mencionados, se suma el humo generado por la quema de leña utilizado para la cocción de alimentos.

El humo se acumulado dentro de la vivienda y al no tener un sistema de desfogue se queda atrapado en el interior, ante esto se desarrolla el llamado hollín, que se adhiere a la madera, afectando no solo a los materiales cercanos, sino también al ser humano (Fritz, 2004). Estar expuesto diariamente al humo causa daños nocivos e irreparables en la salud.

En la siguiente imagen se observa el estado actual del entrepiso tanto exterior como interior de la vivienda.

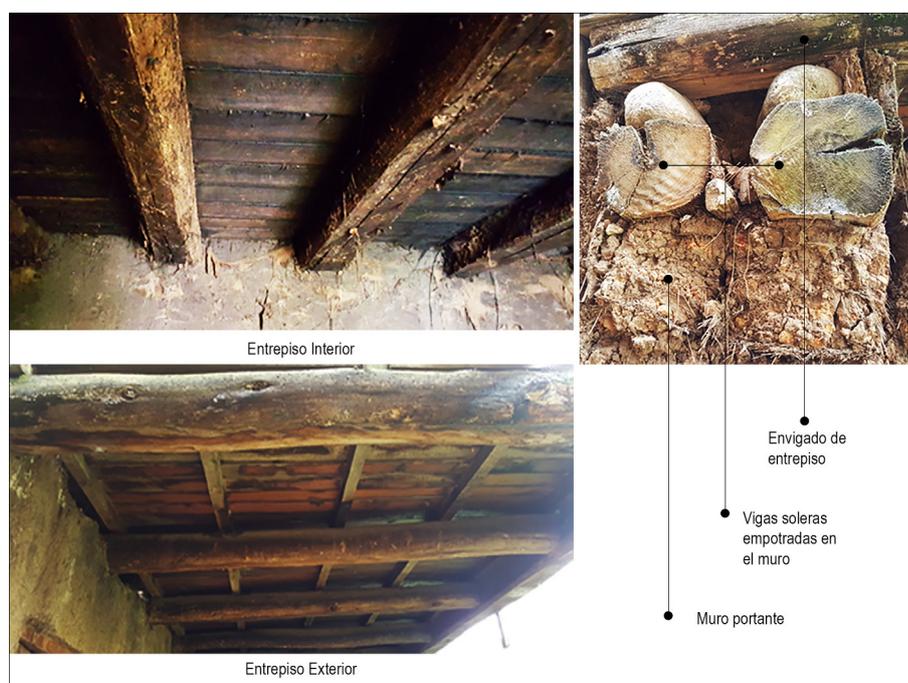


FIGURA 2.25: Estado actual del entrepiso interior y exterior C 101

Elaboración: Autor

## Cubierta

Es el elemento principal que brinda protección a la vivienda, inicia con la colocación de soleras sobre los muros levantados, arriostrados mediante vigas para evitar desplazamientos. Las soleras, están ancladas en las esquinas un sistema de cuadrantes para evitar que se abran los muros, su función es transmitir las cargas de manera uniforme a los muros y estos a su vez a la cimentación.

El sistema de cubierta de esta edificación es de diafragma inclinado, conformado por

pares (tirantes de 10 a 12 cm de diámetro), es quizás la más común en la arquitectura vernácula, los pares están apoyados al cumbrero y a los canecillos, y estos a su vez están anclados a la viga solera, generando un alero recto. El cumbrero está apoyado sobre un elemento vertical llamado rey o pendolón con un diámetro igual al cumbrero, anclado mediante un sistema de caja y espiga. Este sistema necesita un mantenimiento constante para preservar y prolongar la vida útil de la cubierta. Se recomienda que las vigas soleras mantengan un sistema de anclaje con los muros para evitar desplazamientos o giros de la estructura de la cubierta, sin embargo, en esta vivienda las vigas están simplemente apoyadas y arriostradas en los muros lo que causan movimientos en todos los elementos de la cubierta, especialmente en el enteado.

La desventaja de este tipo de cubierta es que los pares no pueden tener una longitud mayor a 5 mts por lo que en el centro se genera una flexión, como solución a este problema se utiliza una viga paralela al cumbrero colocada en el centro de los pares para reducir dicha flexión. Con el paso del tiempo la cubierta de esta vivienda se ha deteriorado, en algunas áreas, el enchacleado ha fracasado, la cama de carrizo paulatinamente ha desaparecido por la pudrición generada, principalmente por la presencia de goteras. Estas áreas han sido corregidas de la forma más rápida y las filtraciones de agua se han corregido, sin embargo, no se ha utilizado materiales del entorno, sino que en su lugar han sido reemplazados por materiales industrializados.

La siguiente figura demuestra la forma constructiva de la cubierta y los diferentes elementos que la conforman.

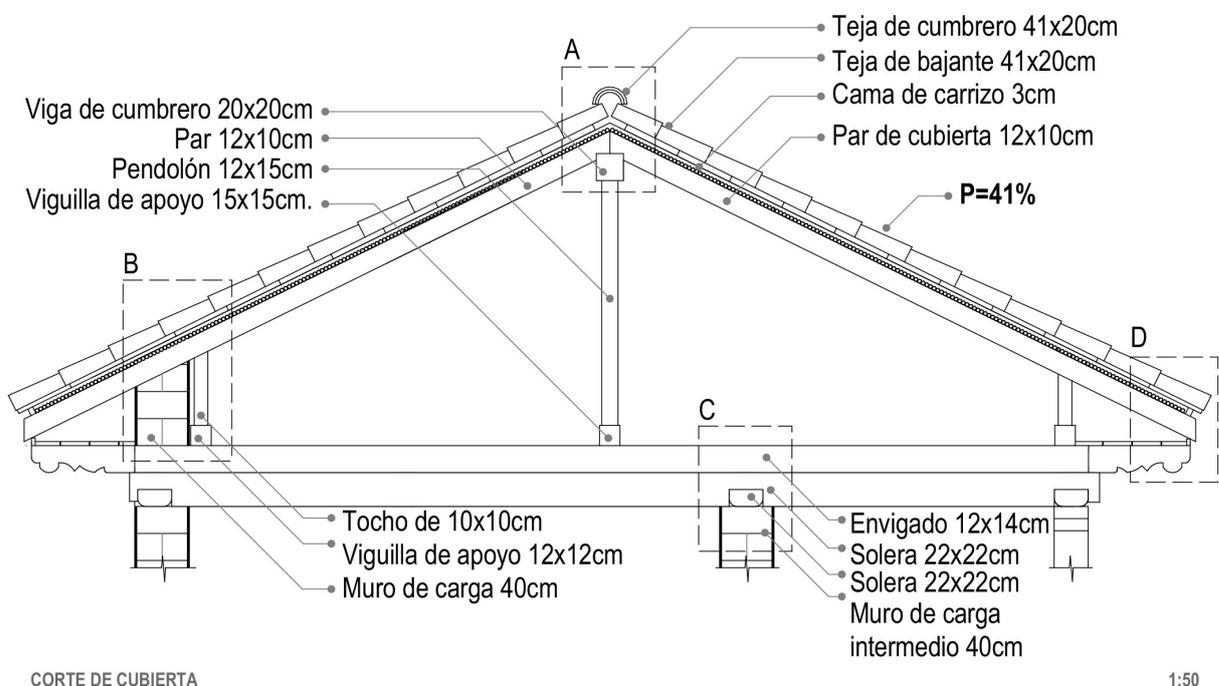


FIGURA 2.26: Representación gráfica corte de cubierta C 101

Elaboración: Autor

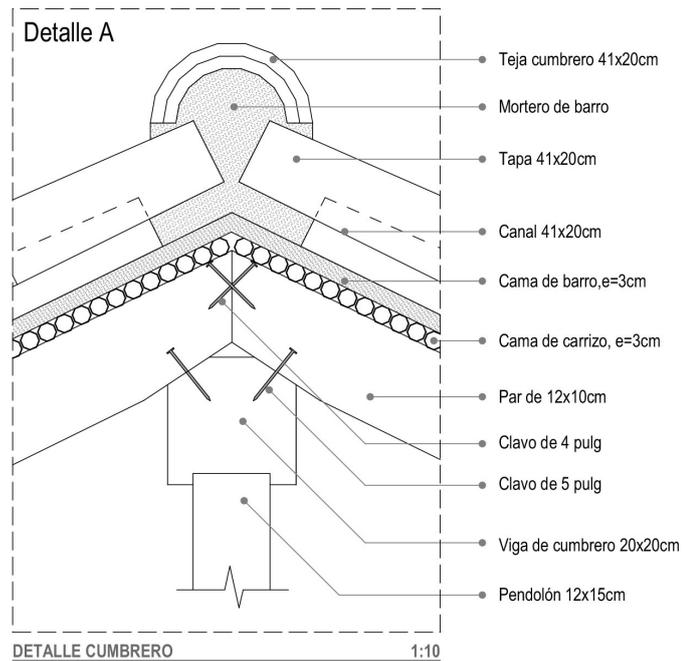


FIGURA 2.27: Representación gráfica detalle A, cumbreiro C 101

Elaboración: Autor

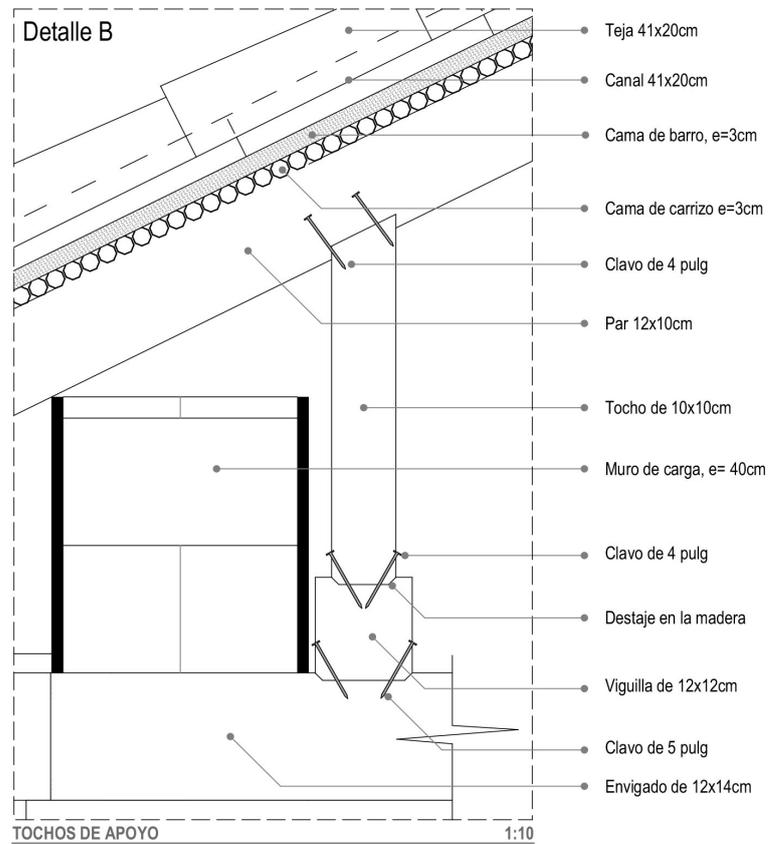


FIGURA 2.28: Representación gráfica detalle B tochos de apoyo C 101

Elaboración: Autor

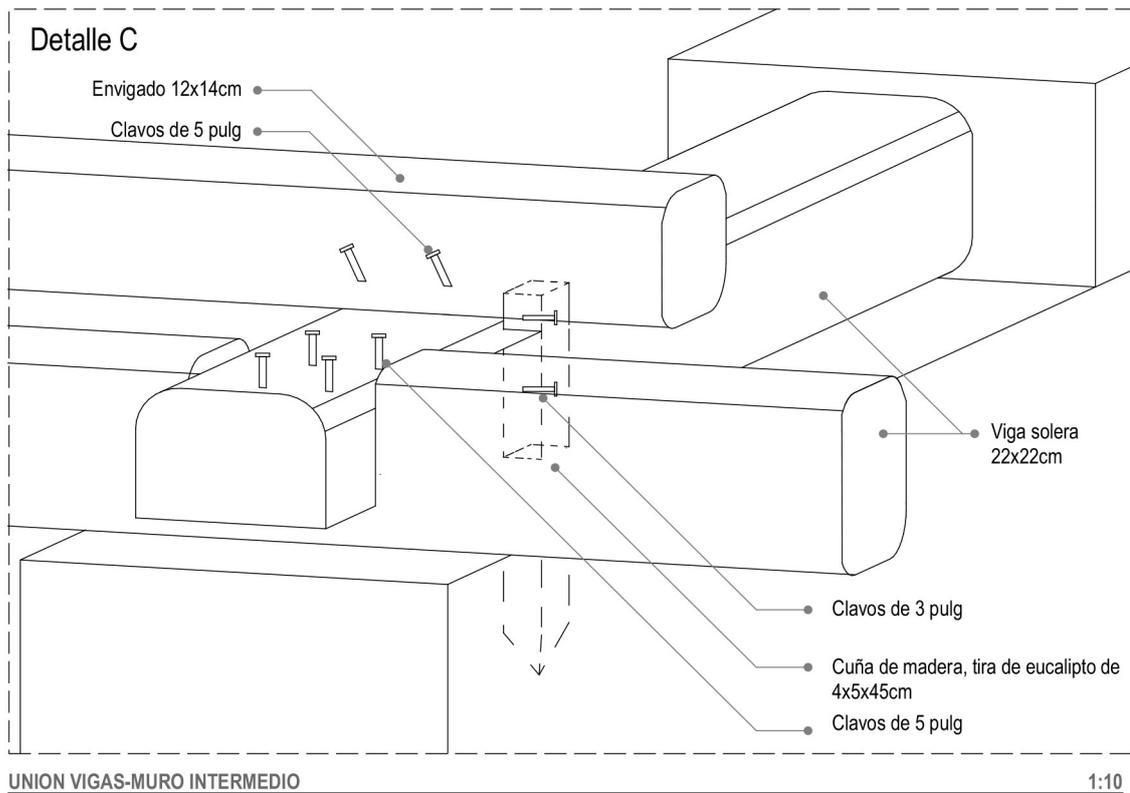


FIGURA 2.29: Representación gráfica detalle C vigas-muro intermedio C 101

Elaboración: Autor

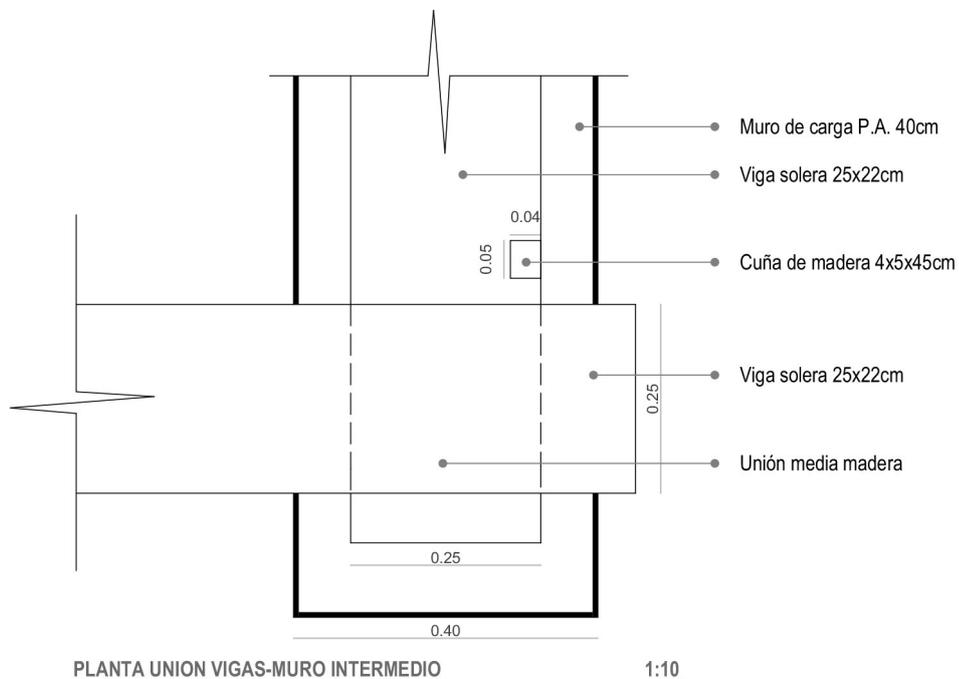


FIGURA 2.30: Representación gráfica unión vigas-muro intermedio C 101

Elaboración: Autor

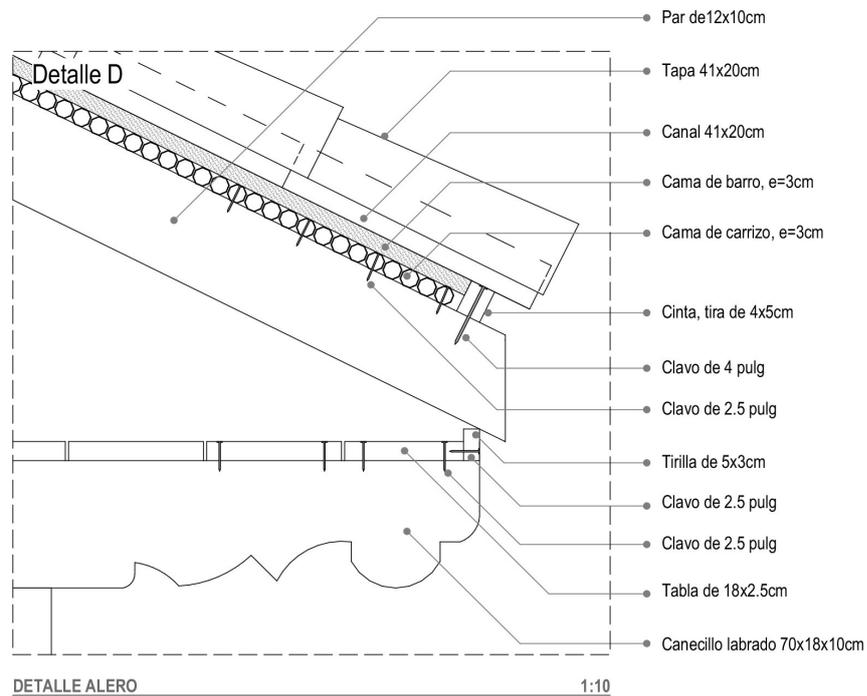


FIGURA 2.31: Representación gráfica del alero C 101

Elaboración: Autor

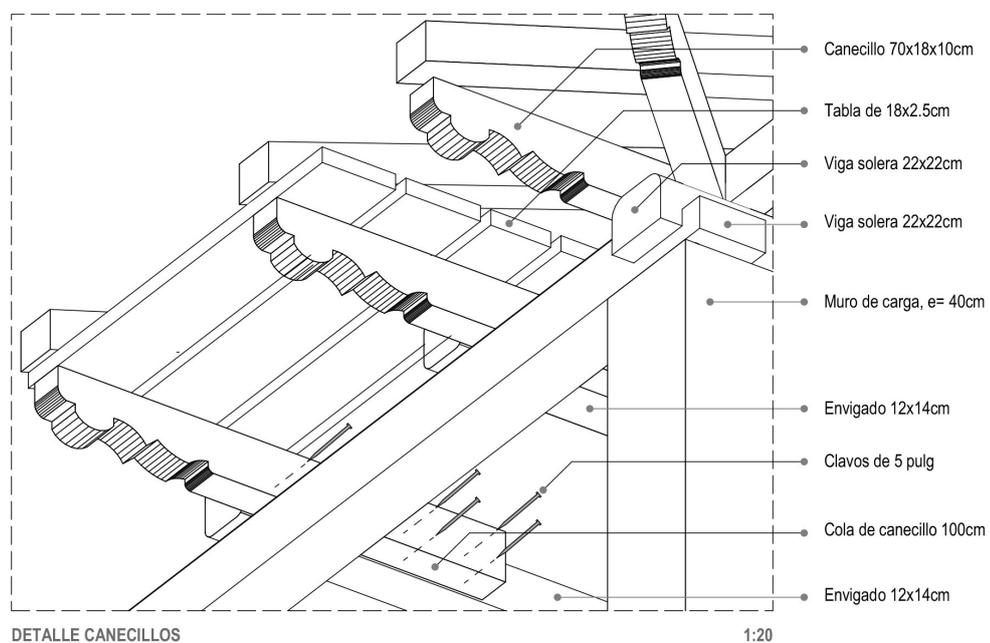


FIGURA 2.32: Representación gráfica del canecillo C 101

Elaboración: Autor

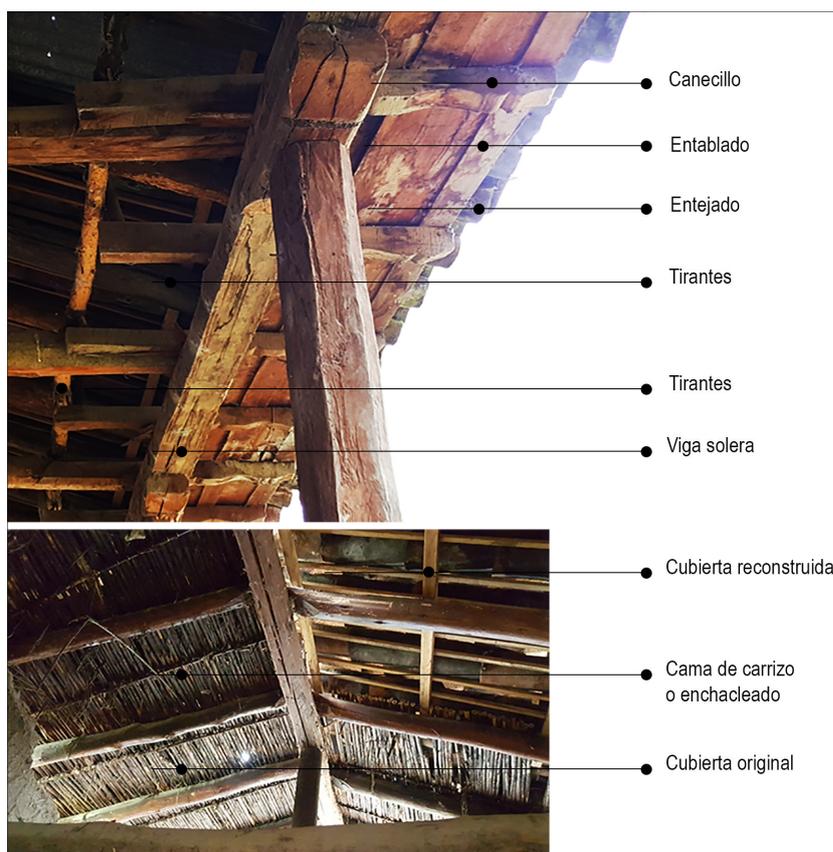


FIGURA 2.33: *Estado actual de la cubierta C 101*

Elaboración: Autor

## 2.5.2. Casa C 102



FIGURA 2.34: *Caso de estudio C 102*

Elaboración: Autor

De acuerdo al conversatorio que se mantuvo con la propietaria Sra. Blanca Suquilanda, la vivienda fue construida en 1938, en la actualidad los agentes atmosféricos y la falta de uso han generado una serie de patologías en toda la edificación, poniéndola en riesgo de desaparecer. Esta edificación se emplaza sobre una superficie de terreno de 2320.20 m<sup>2</sup> y un área de construcción de 141.68 m<sup>2</sup>. Posee dos zaguanes que sirven de acceso a la vivienda, la estructura se emplaza sobre basas de piedra, el entepiso y el entablado son de madera al igual que la estructura de la cubierta. La segunda planta ha sido utilizada en su totalidad como espacio de dormitorios, donde las camas eran separadas mediante telas para generar privacidad. La fachada frontal posee un corredor en la segunda planta, mientras que en la fachada posterior se localizan las escaleras.



FIGURA 2.35: Corte esquemático y distribución del terreno C 102

Elaboración: Autor



FIGURA 2.36: Emplazamiento de la vivienda C 102

Elaboración: Autor

Análisis:

*Orientación:* Fachada frontal orientada al sur-este, el sol incide en la mañana sobre el muro lateral derecho y la fachada frontal, y en la tarde sobre el muro lateral izquierdo.

*Relación a la vía:* la vivienda es emplazada de forma paralela a 10 metros de la vía.

*Muros vegetales o ciegos:* No dispone.

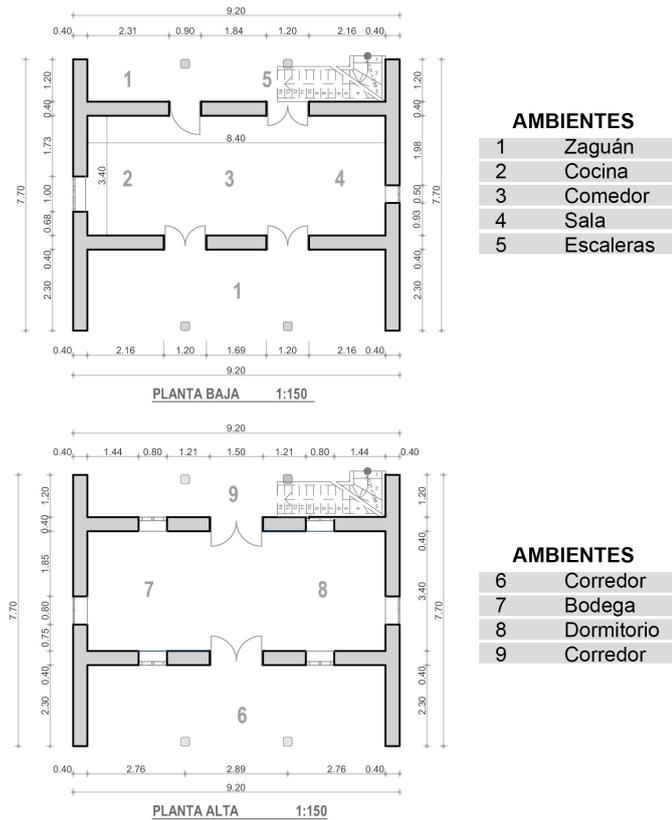


FIGURA 2.37: Plantas arquitectónicas de la edificación C 102

Elaboración: Autor



FIGURA 2.38: Elementos arquitectónicos con presencia de madera C 102

Elaboración: Autor

## Sistema constructivo

El sistema constructivo empleado en este caso de estudio es un sistema híbrido: pilar-viga y muro de carga; esto es, elementos verticales (columnas) y elementos horizontales (vigas) en combinación con muros de portantes de adobe, colocados de forma soga y tizón, trabados entre si unos con otros, el ancho de los muros es de 40 cm que actúan como elemento estructural de la vivienda. Este sistema es propio de la arquitectura vernácula.

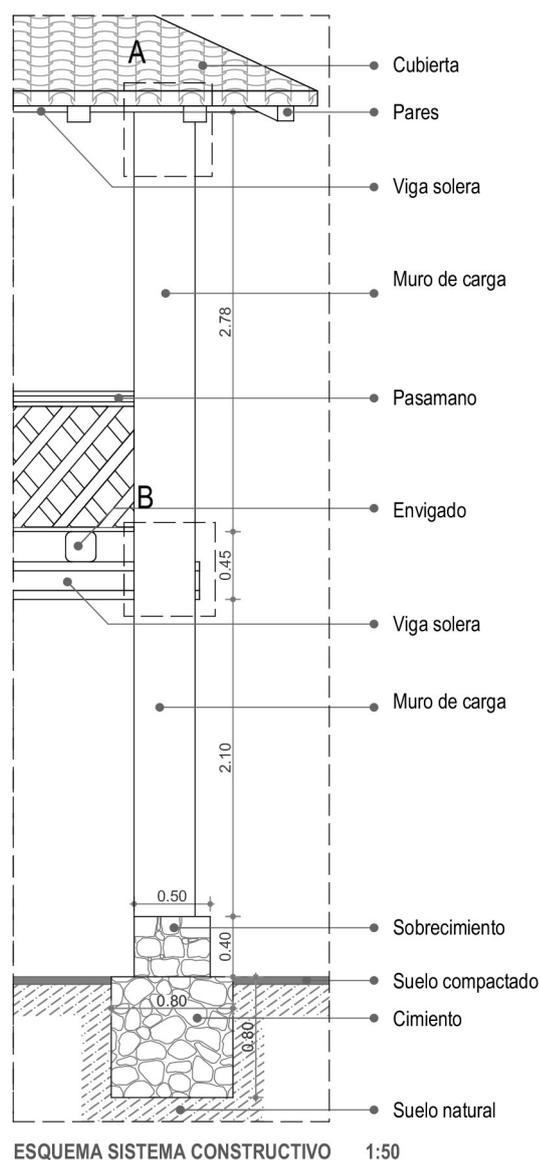


FIGURA 2.39: Esquema del sistema constructivo C 102

Elaboración: Autor

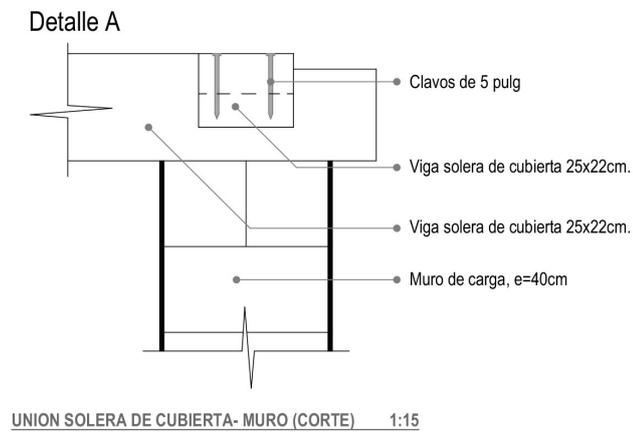


FIGURA 2.40: Representación gráfica detalle A: solera- muro C 102

Elaboración: Autor

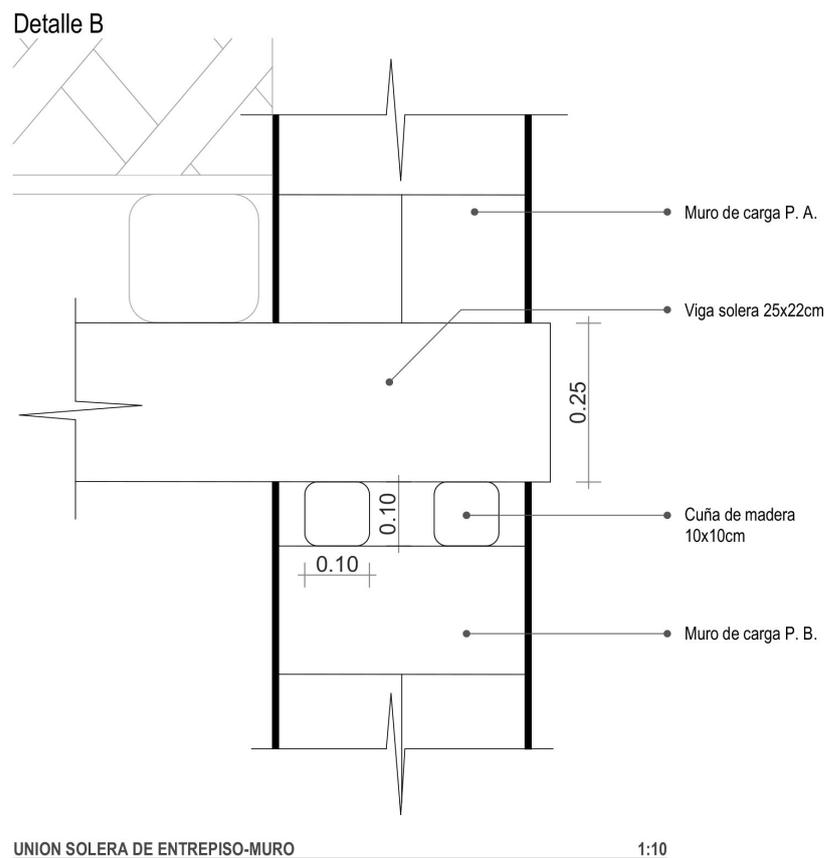


FIGURA 2.41: Representación gráfica detalle A1: solera-muro C 102

Elaboración: Autor

## Cimientos y sobrecimientos

El constructor popular sabía de antemano la forma como emplazaría la vivienda, tomando en consideración las condiciones geológicas, factores climáticos y topografía del terreno. Es por tal razón que la cimentación varía según el lugar de emplazamiento.

La cimentación de la vivienda no se aprecia claramente por lo que se asume que las medidas podrían corresponder a la manifestada por (Muñoz, 2015), indicando que para muros portantes de adobe, tapial o piedra se utiliza la cimentación de cantos rodados, aglutinados con mortero de barro o cal-arena (p.82). La combinación con la cal evita daños generados por los hongos y regula notablemente la humedad. Las dimensiones recomendadas para el ancho de estos elementos son: cimientos 80cm, el sobrecimiento 60cm y para el muro de carga 40cm (Pesántez y González, 2011). En este caso particular se aprecia que el sobre cimiento es 10 cm más ancho al espesor del muro desplazado hacia la parte exterior.

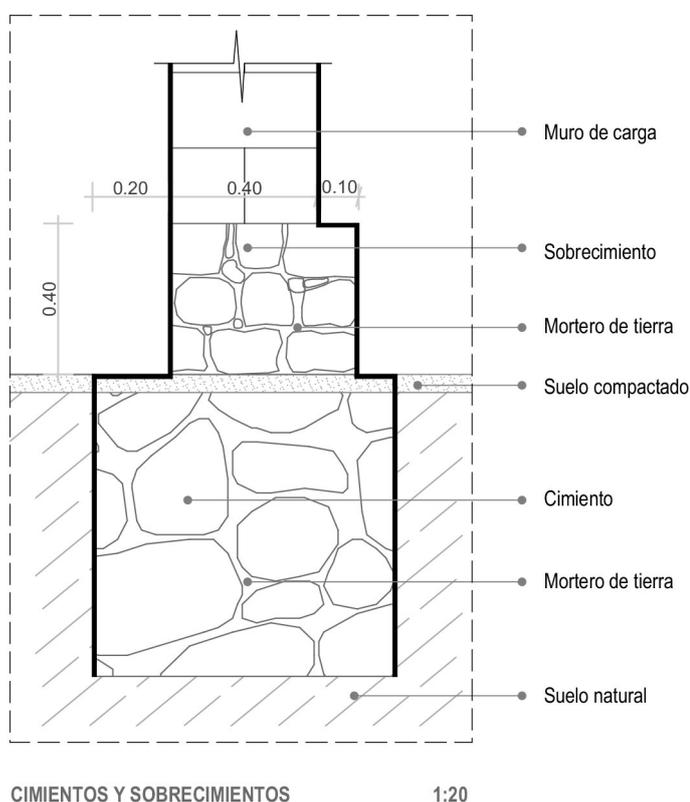


FIGURA 2.42: Representación gráfica de cimientos y sobrecimientos, C 102

Elaboración: Autor

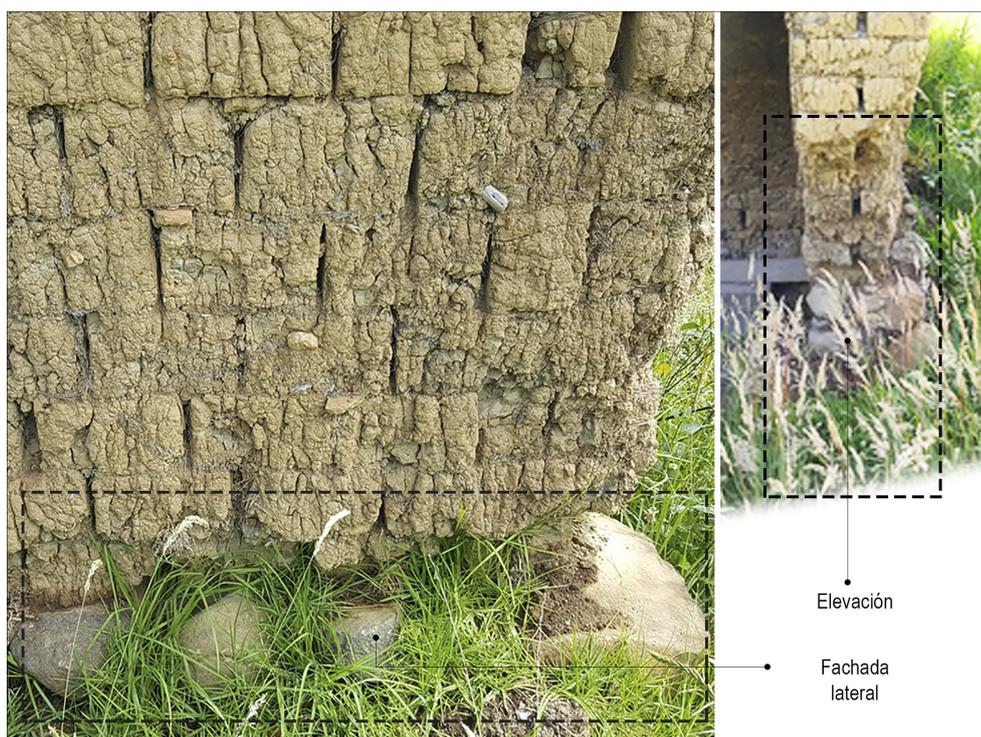


FIGURA 2.43: *Estado actual de los sobrecimientos C 102*

Elaboración: Autor

## Columnas

Esta edificación posee columnas en la fachada frontal y en la posterior, el sistema constructivo es muy similar al caso anterior con la diferencia que las basas de las columnas en la fachada posterior son de medidas diferentes. En las columnas de la fachada frontal las basas son de forma cónica con una altura de 30 cm, mientras que en las columnas de la fachada posterior las basas sobresalen una altura de 50 cm. Esto para evitar el contacto con el agua que se genera por la pendiente del terreno.

Según Muñoz (2015), las basas más utilizadas son las de forma piramidal con un hoyo en la cara superior de la basa, este hoyo sirve como anclaje para recibir las piezas de madera y allí se encaja la espiga del parante vertical, este aspecto se comprueba en este caso de estudio, las columnas de madera descansan sobre las basas cónicas de piedra.

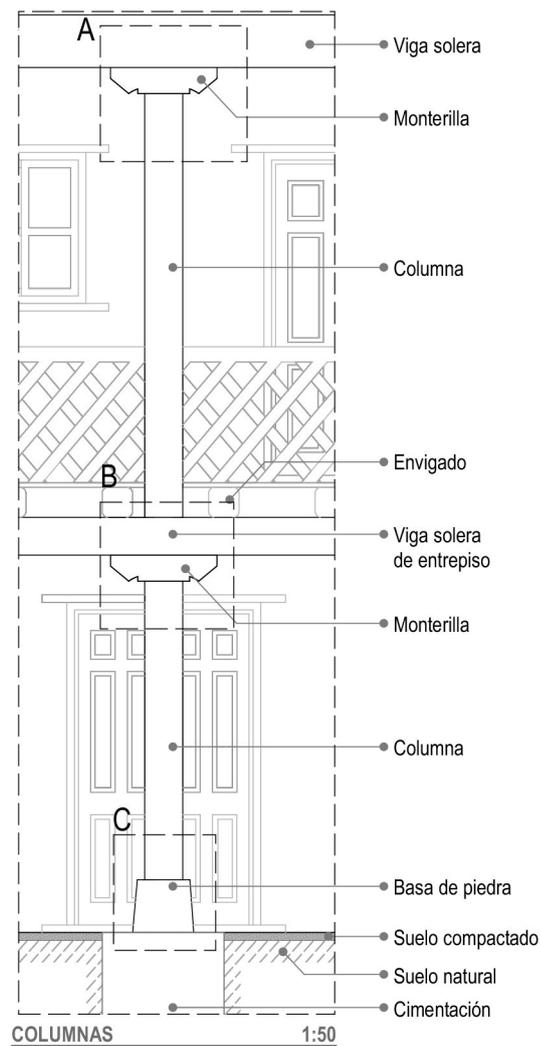


FIGURA 2.44: *Esquema del sistema de columnas C 102*

**Elaboración:** Autor

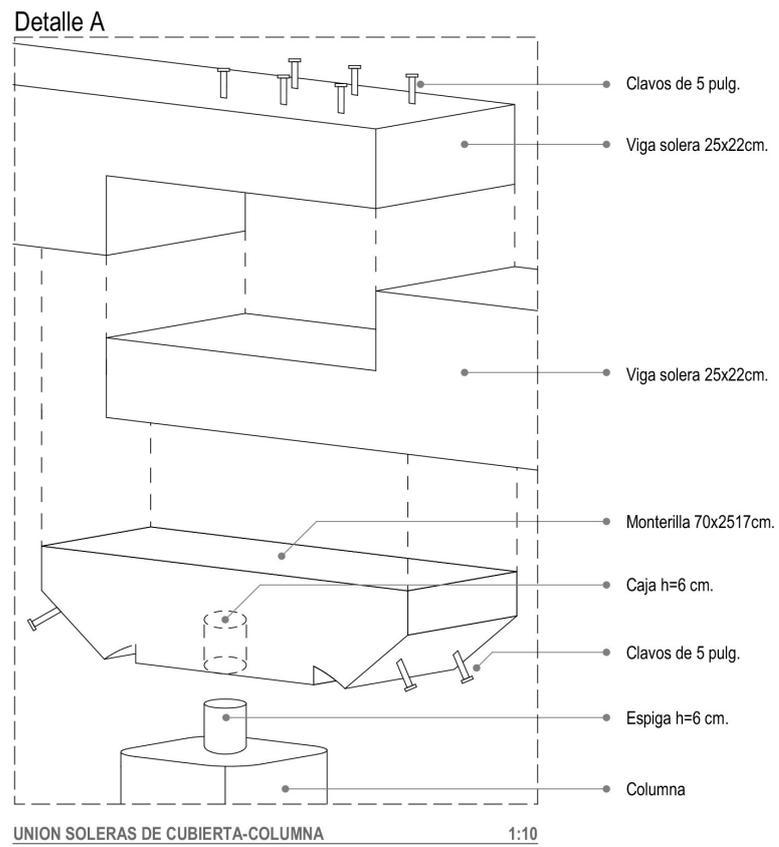


FIGURA 2.45: Representación gráfica detalle A, soleras-columna C 102

Elaboración: Autor

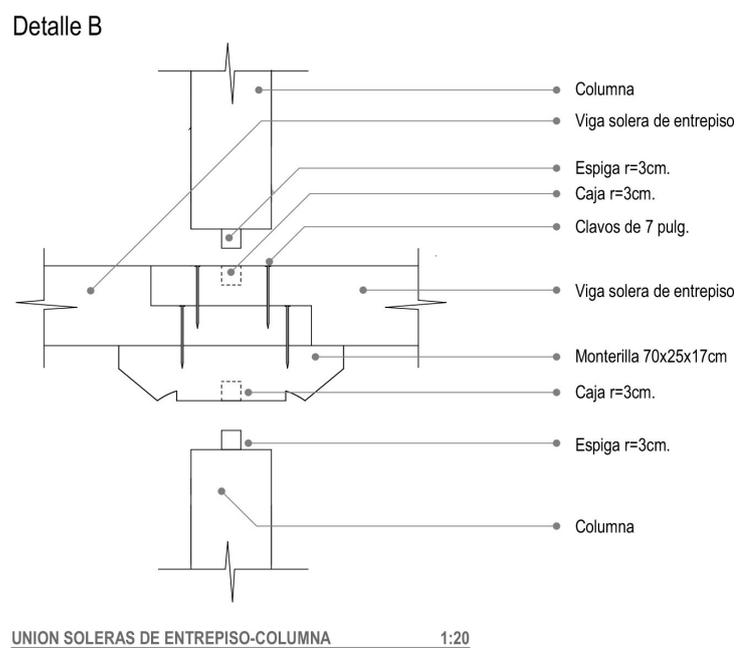


FIGURA 2.46: Representación gráfica detalle B, entrepiso-columna C 102

Elaboración: Autor

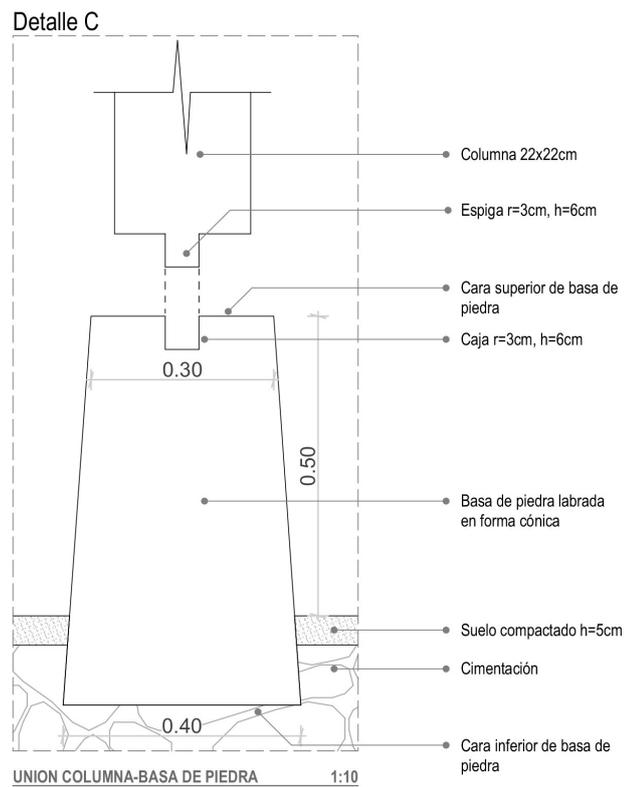


FIGURA 2.47: Representación gráfica detalle C columna-basa C 102

Elaboración: Autor

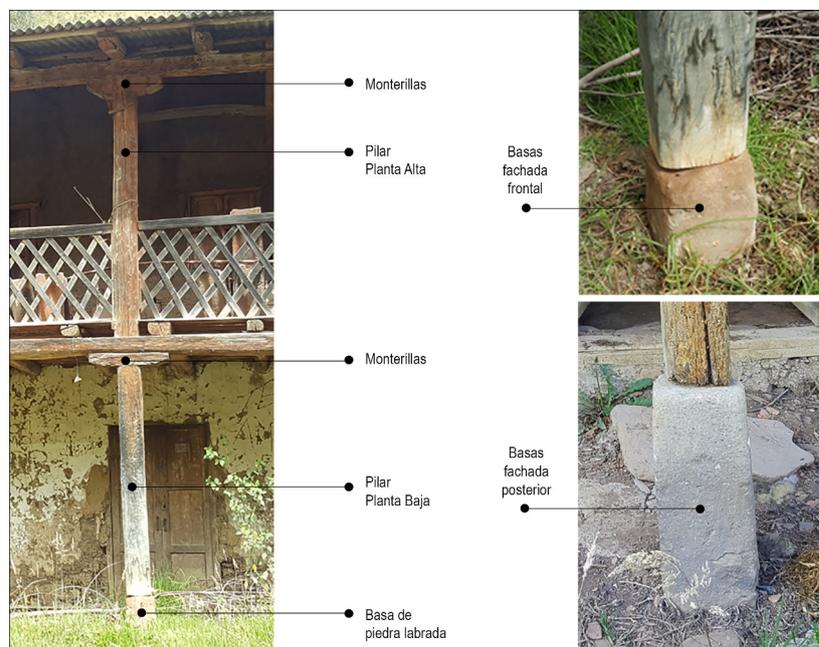


FIGURA 2.48: Estado actual de las columnas y tipos de basas C 102

Elaboración: Autor

## Muros

Tradicionalmente por conocimiento empírico de los maestros albañiles, se ha construido con adobes de 40 cm de largo, la altura del muro no supera los 2,5 m. técnicamente y como la norma lo indica la altura del muro no debe superar las 8 veces de su ancho. Estos aspectos se reflejan en los muros de esta vivienda. Los muros de este caso de estudio están desgastados por el efecto de la lluvia y el viento, sin embargo, el uso correcto de aparejo de los adobes ha colaborado para que los muros se mantengan estables. Los muros interiores y exteriores han sido elaborados por adobes dobles combinados mediante el canto y la testa. Dependiendo del tipo de aparejo en los muros exteriores se utilizan doble adobe, tizón y sogá, mientras que en los muros interiores se utiliza el aparejo a sogá (Muñoz, 2015).

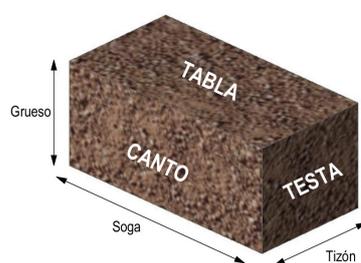


FIGURA 2.49: *Elementos de un adobe*

Elaboración: Autor

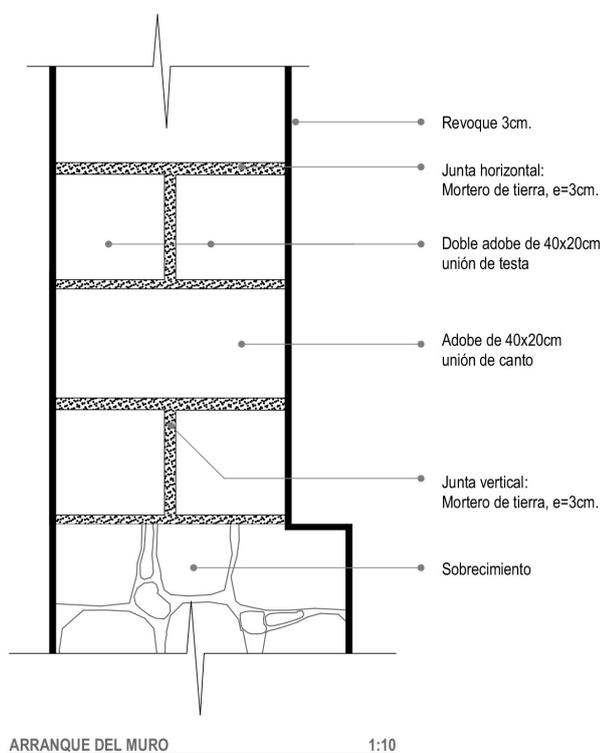


FIGURA 2.50: *Representación gráfica arranque de muro C 102*

Elaboración: Autor

Cuando el muro requiere longitudes mayores a los 3.5 metros se emplean los llamados contrafuertes, cuya función principal es eliminar la esbeltez del muro. Según la norma, si el muro supera en longitud 12 veces su propio ancho, se debe aplicar los mencionados refuerzos (Pesántez y González, 2011), en este caso de estudio las longitudes o superan las antes mencionadas, por tal razón, no existen contrafuertes en ninguno de los muros de la edificación y se comprueba en la siguiente figura.



FIGURA 2.51: Muros de gran longitud en el caso de estudio C 102

Elaboración: Autor

## Entrepiso

El caso de estudio presenta un sistema muy similar al caso anterior, las vigas soleras están empotradas en los muros portantes y sobre estos se asienta el envigado de madera de eucalipto, esta madera ha sido utilizada frecuentemente por su durabilidad y dureza, el eucalipto en estado seco es muy resistente, pero también es el elemento más vulnerable a los ataques de hongos cromógenos y de pudrición.

El entrepiso del corredor de la fachada frontal ha sufrido ataques por las lluvias y vientos, el desgaste es notorio en el entablado, la humedad es un factor que está destruyendo considerablemente la madera.

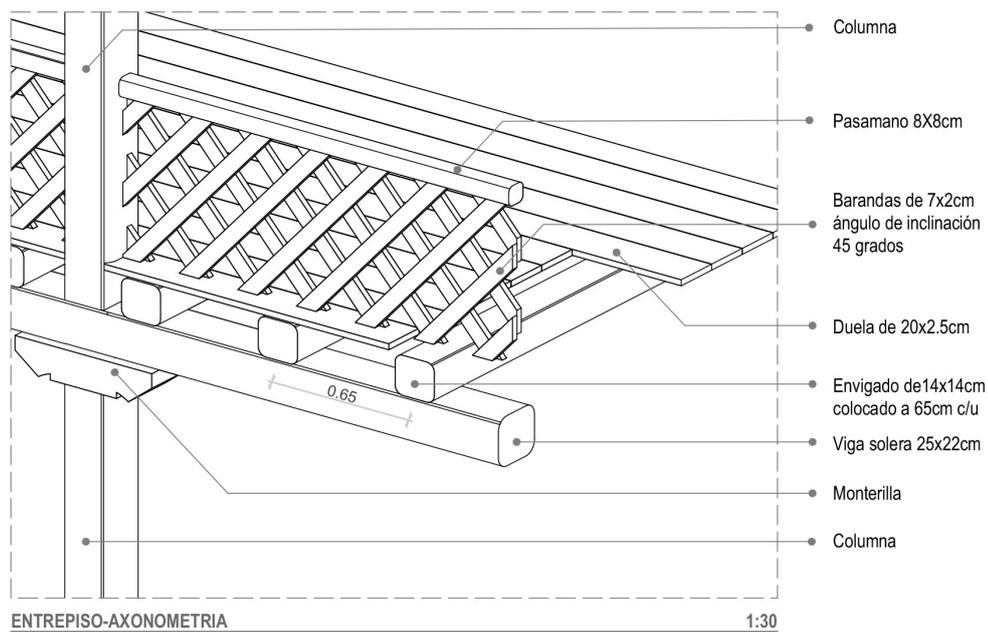


FIGURA 2.52: Axonometría de entrepiso C 102

Elaboración: Autor

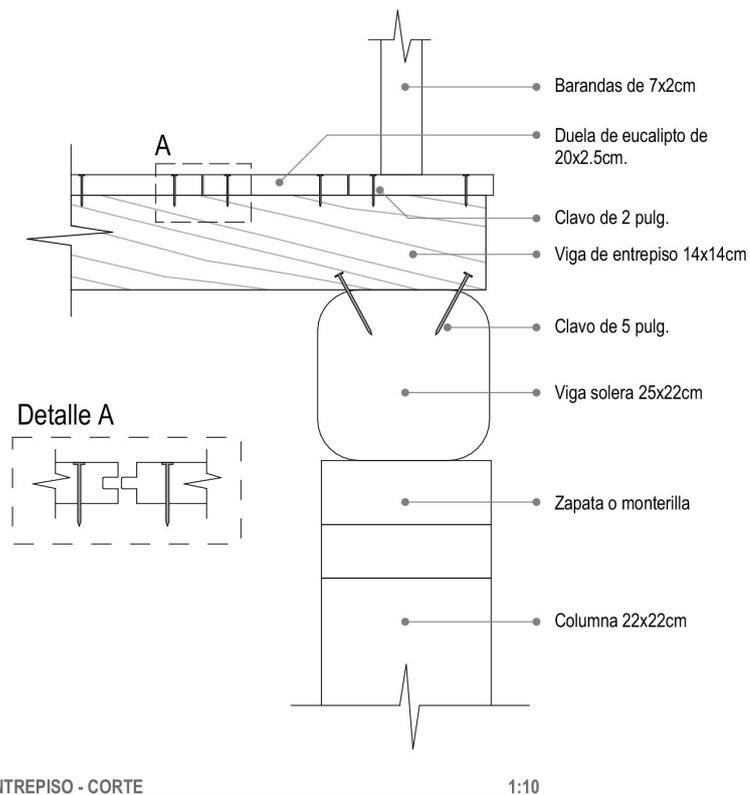


FIGURA 2.53: Representación gráfica corte de entrepiso C 102

Elaboración: Autor

En el entrepiso de los ambientes interiores los daños son considerables y se evidencian en la siguiente figura, el envigado y el entablado han sido afectados en su totalidad, necesitando una intervención rápida. De la misma forma el entrepiso en el corredor de la fachada posterior está en peligro de colapsar, esto debido a que las uniones de las vigas con el muro están inestables.



FIGURA 2.54: *Deterioro del entrepiso de la vivienda C 102*

Elaboración: Autor

## Cubierta

Para esta vivienda se ha utilizado el sistema de diafragma inclinado, el recubrimiento es de teja y está adherida a la cama de carrizo mediante un mortero de tierra que funciona como aglomerante. Los tirantes están apoyados tanto en la parte del cumbrero como en la viga solera empotrada en los muros portantes, generando así un alero inclinado. No dispone de un sistema de anclaje entre las vigas soleras y el muro de carga, esta falencia puede ser un motivo para que se generen movimientos leves en el entejado, dando lugar a las filtraciones de agua y con ello el deterioro de la cubierta.

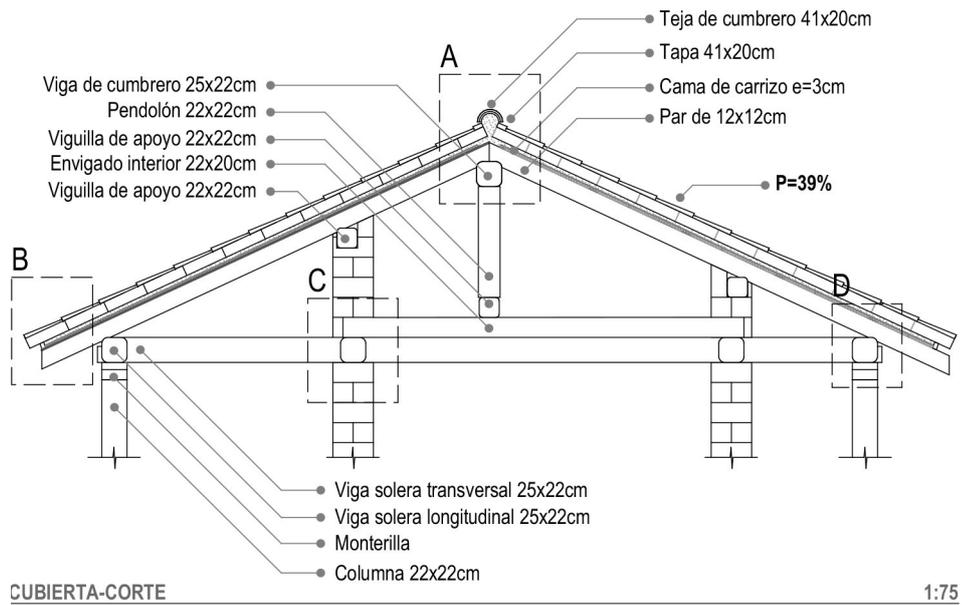


FIGURA 2.55: Representación gráfica corte de cubierta C 102

Elaboración: Autor

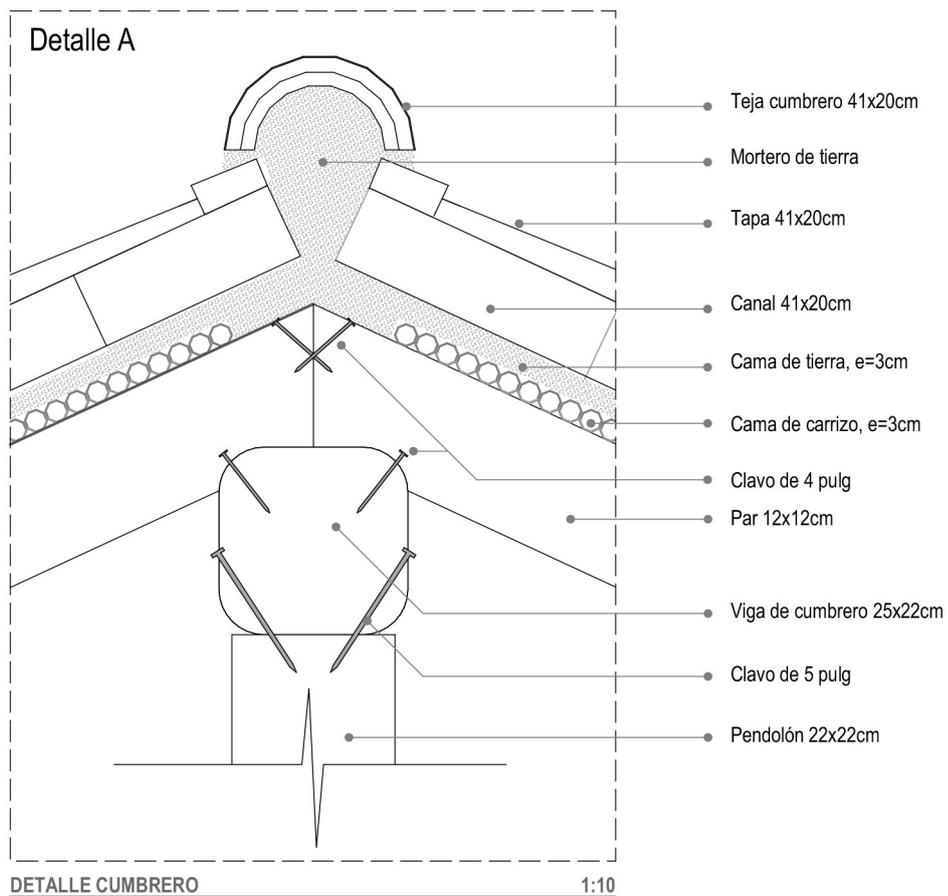


FIGURA 2.56: Representación gráfica detalle A del cumbrero C 102

Elaboración: Autor

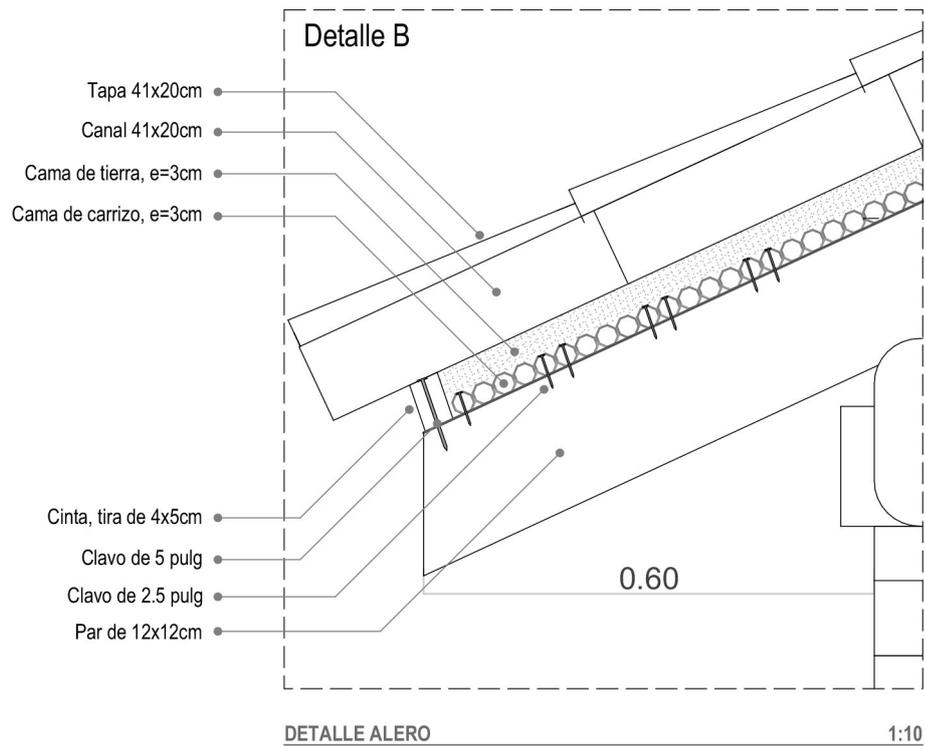


FIGURA 2.57: Representación gráfica detalle B del alero C 102

Elaboración: Autor

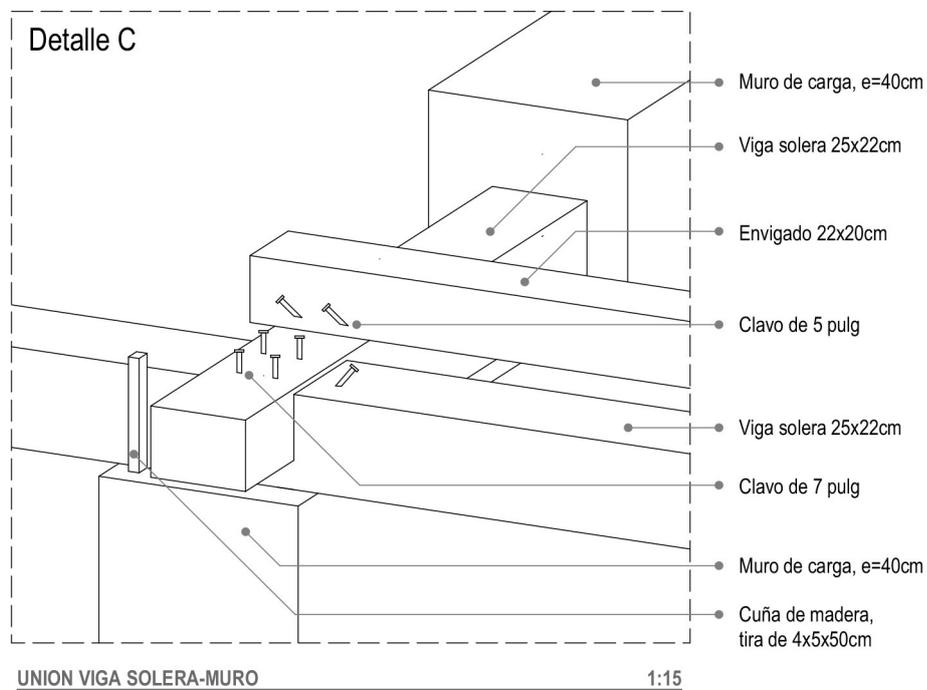


FIGURA 2.58: Axonometría detalle C unión solera-muro C 102

Elaboración: Autor

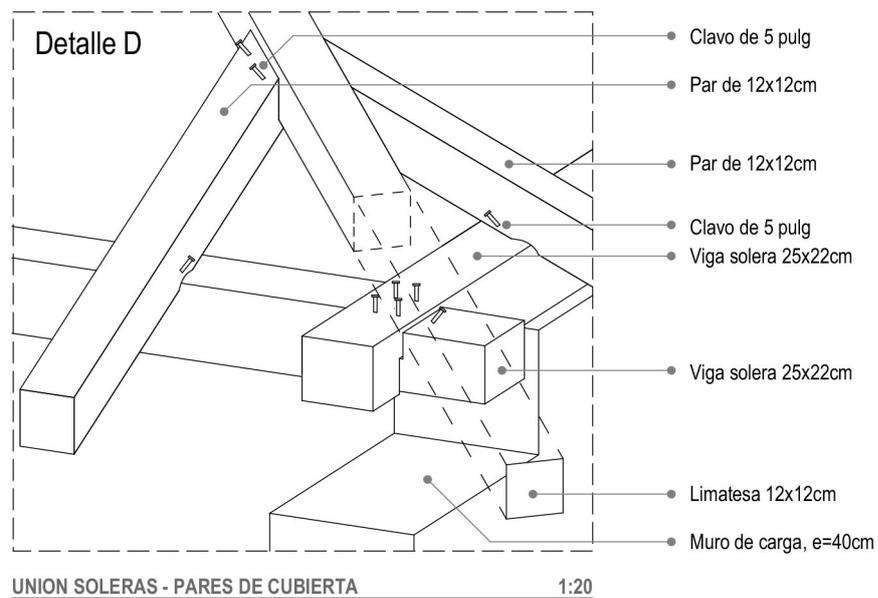


FIGURA 2.59: Axonometría detalle D unión solera-pares de cubierta C 102

Elaboración: Autor

En la vista de campo se aprecia que la cubierta fue construida con elementos esenciales de esta arquitectura; canchillos, cama de tierra, carrizo, entre otros, sin embargo, el entejado ha colapsado y ha generado goteras en toda la cubierta, deteriorando notablemente el sistema constructivo. La cama de carrizo ha fracasado y en algunas áreas ha desaparecido.



FIGURA 2.60: Estado actual y áreas de cubierta reconstruida C 102

Elaboración: Autor

### 2.5.3. Casa C 103



FIGURA 2.61: *Caso de estudio C 103*

Elaboración: Autor

Esta edificación se ha construido en el año de 1977, al ser una casa de una planta no existe entresijos o envigados de madera. Las distribuciones de ambientes demuestran un cambio de criterio en relación a los casos anteriores, especialmente en el área de descanso o dormitorio, la privacidad es una prioridad, razón por la cual se encuentra dividido con mampostería fija de los otros ambientes. La estructura de la cubierta es de madera, con sus respectivos tirantes, correas y cumbrero, manteniendo los principios de edificaciones vernáculas. El enchacleado y entejado se ha deteriorado, permitiendo las filtraciones de agua hacia el interior. Los elementos de carpintería han sufrido daños por la falta de protección ante los agentes atmosféricos.

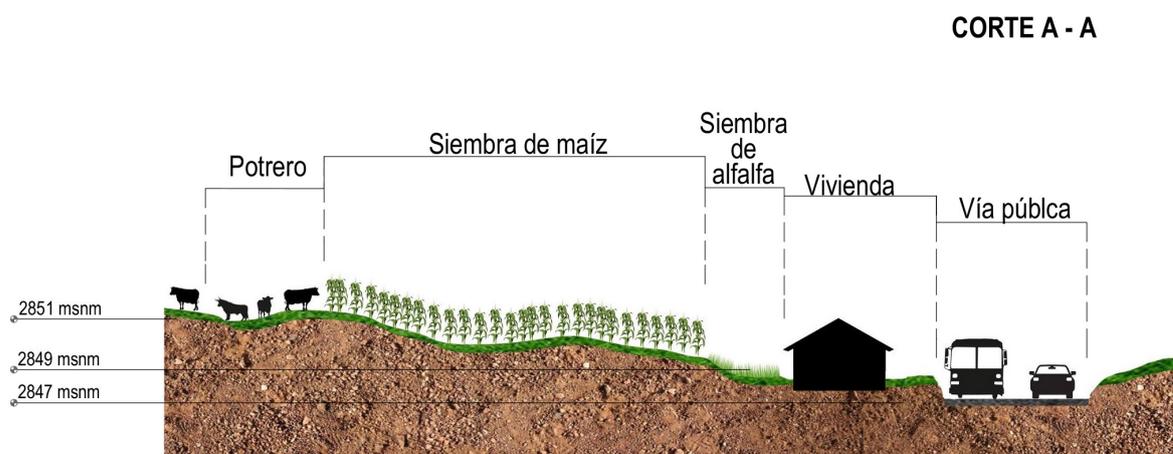
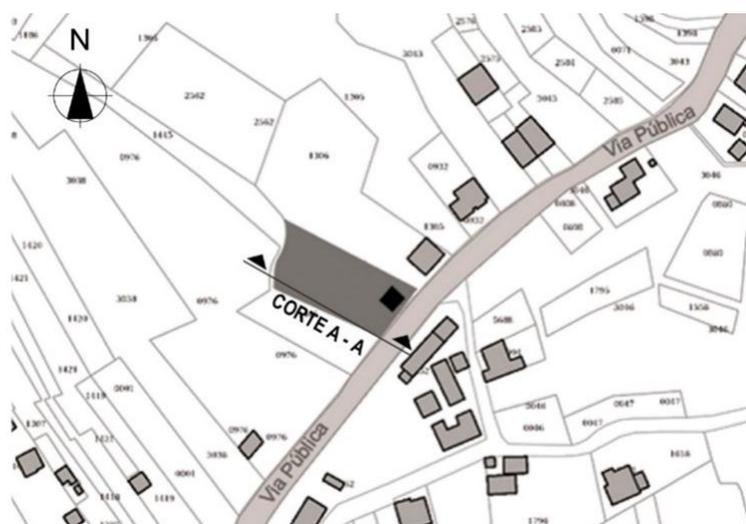


FIGURA 2.62: *Corte esquemático y distribución del terreno C 103*

Elaboración: Autor

FIGURA 2.63: *Emplazamiento de la vivienda C 103*

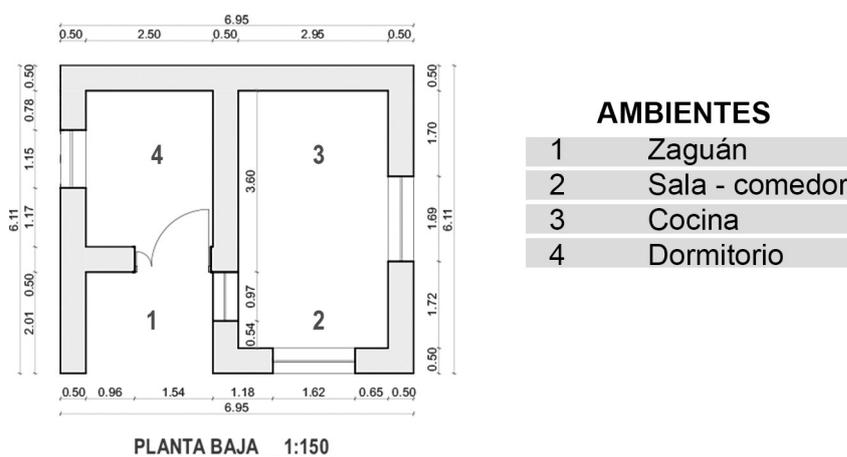
Elaboración: Autor

Análisis:

*Orientación:* Fachada frontal orientada al sur-este, el sol incide en la mañana sobre el muro lateral derecho y la fachada frontal, y en la tarde sobre el muro lateral izquierdo y la fachada posterior.

*Relación a la vía:* La vivienda es emplazada de forma paralela a 10 metros de la vía.

*Muros vegetales o ciegos:* No dispone.

FIGURA 2.64: *Planta arquitectónica C 103*

Elaboración: Autor

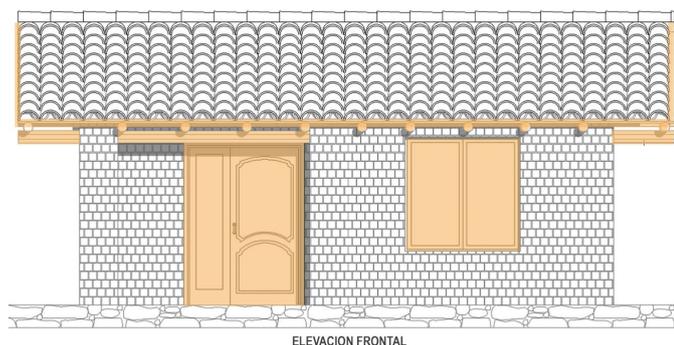
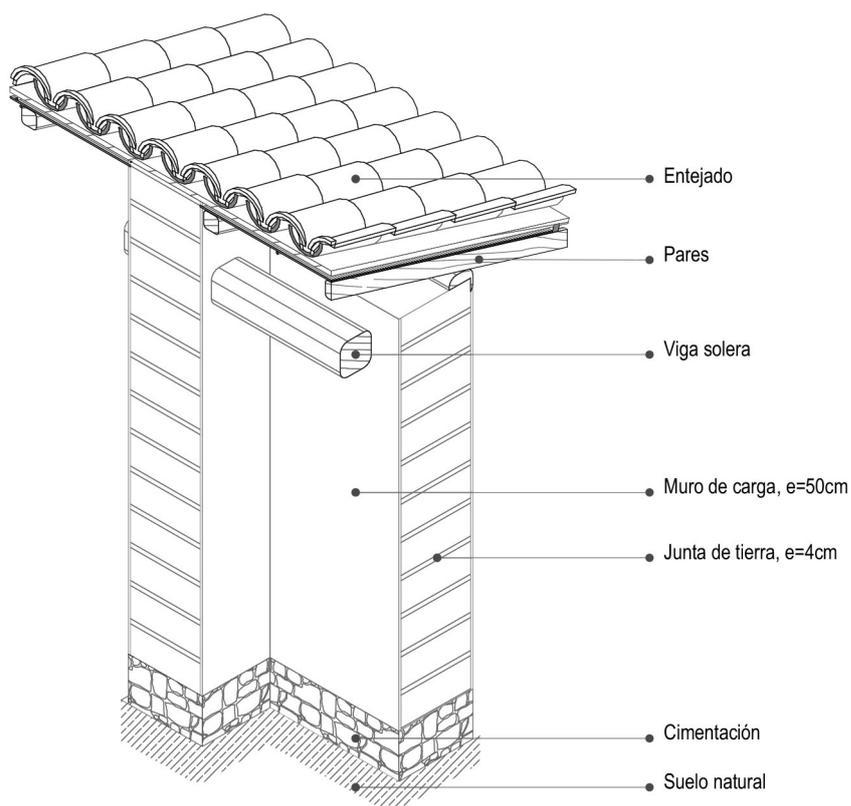


FIGURA 2.65: *Elementos arquitectónicos con presencia de madera C 103*

Elaboración: Autor

### Sistema constructivo

El sistema constructivo de esta edificación, es un sistema simple formado por muros de carga, no existen columnas o pilares, los muros soportantes funcionan como estructura total de la vivienda.



ESQUEMA SISTEMA CONSTRUCTIVO

1:75

FIGURA 2.66: *Axonometría del sistema constructivo C 103*

Elaboración: Autor

## Cimientos, columnas y muros

Al ser una edificación pequeña la cimentación no posee un sistema constructivo complejo y al no existir sobre cimientos, los muros se asientan directamente sobre los cimientos, actuando como elementos auto soportantes de la edificación, los muros tienen un espesor de 50 cms. de ancho formados con adobe a soga y tizón. El uso de columnas no se ha considerado.

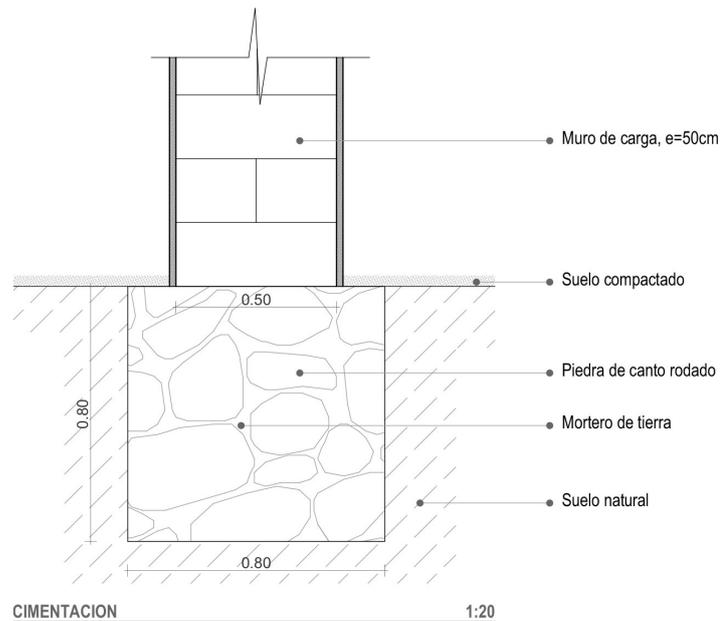


FIGURA 2.67: Representación gráfica de la cimentación C 103

Elaboración: Autor

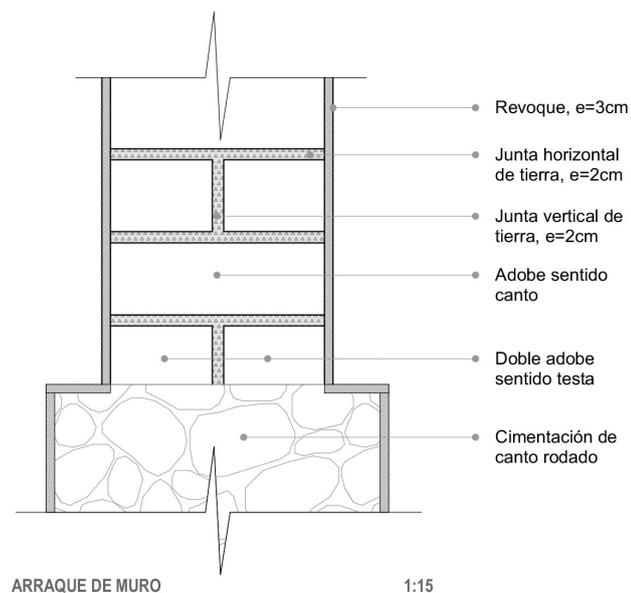


FIGURA 2.68: Representación gráfica arranque de muro C 103

Elaboración: Autor

Con el afán de mantener la edificación en buen estado se ha realizado arreglos, introduciendo el cemento como solución al desprendimiento del revoque en la ventana. Tanto en el interior de la vivienda como en el exterior se ha remplazado el revoque de tierra por el enlucido, lo que genera un bloqueo de la evaporación del muro, disminuyendo la cohesión entre las partículas de suelo que conforman el muro, y reduce la vida útil de los muros portantes (Alvino, 2015).

La falta de uso y el abandono de la vivienda ha causado que la vegetación paulatinamente ingrese dentro de ella, la vegetación está enraizada en la base del muro, esto debido a la falta de un correcto aislamiento entre el suelo y la edificación.

Las grietas son notorias en los muros, provocando deformaciones en el revestimiento o revoque como también en los puntos donde existe contacto de la tierra con la madera, como en las ventanas, por ejemplo. Generalmente las deformaciones en los muros se deben a la humedad que se genera al no existir un aislamiento entre el suelo y el muro, disminuyendo notablemente la característica portante del muro. Otra razón para las deformaciones del muro es por las filtraciones de agua generadas desde la cubierta, estas patologías se aprecian en la siguiente figura.



FIGURA 2.69: *Incorporación de nuevos materiales C 103*

Elaboración: Autor

## Cubierta

Esta vivienda posee un sistema de cubierta de pares a dos aguas, desde el cumbrero nacen los tirantes y se apoyan sobre la viga solera que está asentada sobre los muros portantes. A pesar que la edificación tiene pocos años de antigüedad presenta lesiones considerables en la madera, especialmente los generados por hongos cromógenos y el moho, causando la pérdida de resistencia mecánica. La cama de carrizo también está afectada, esto debido a que las tejas se han desplazado de su posición original dando lugar a las filtraciones de agua.

La mayor parte de elementos de madera que forman la cubierta han sufrido ataques por insectos, tanto termitas como carcomas, generando una serie de orificios en los elementos estructurales de madera.

En la siguiente figura se aprecia la representación gráfica original de la cubierta.

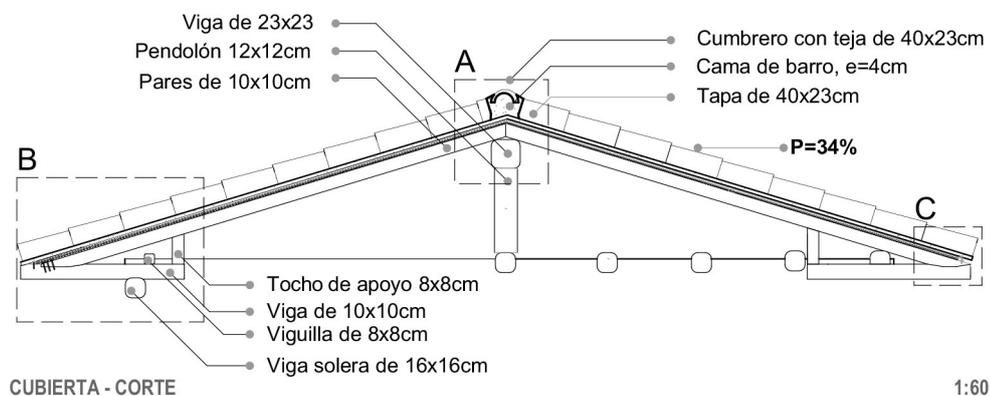


FIGURA 2.70: Representación gráfica corte de cubierta C 103

Elaboración: Autor

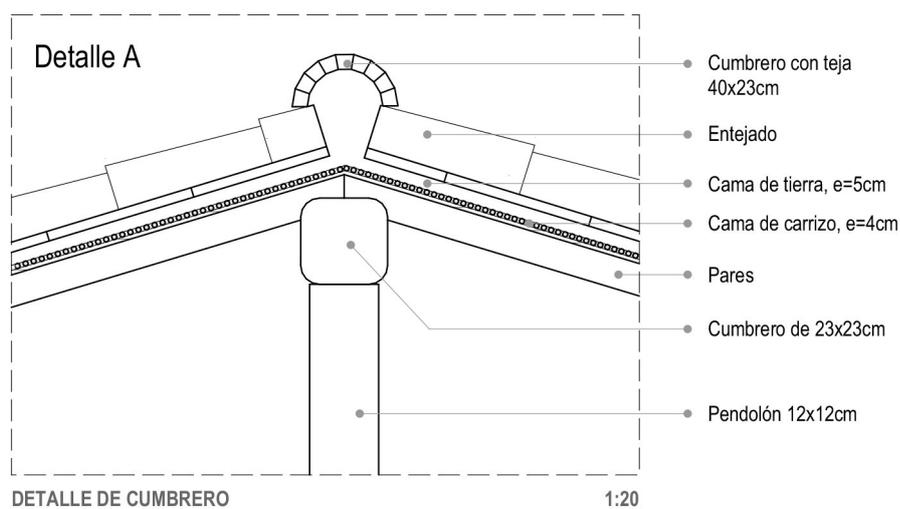


FIGURA 2.71: Representación gráfica detalle A del cumbrero C 103

Elaboración: Autor

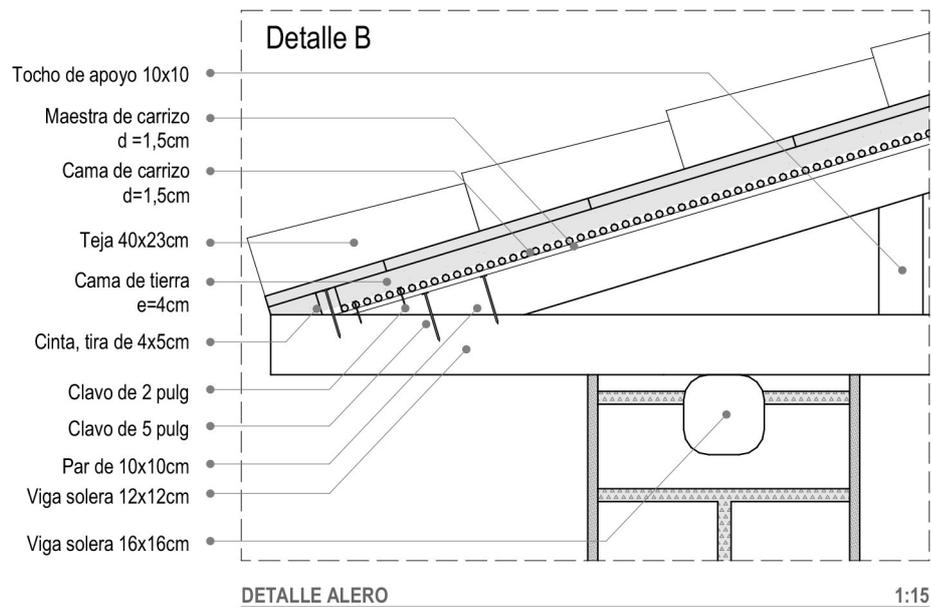


FIGURA 2.72: Representación gráfica detalle B del alero C 103

Elaboración: Autor

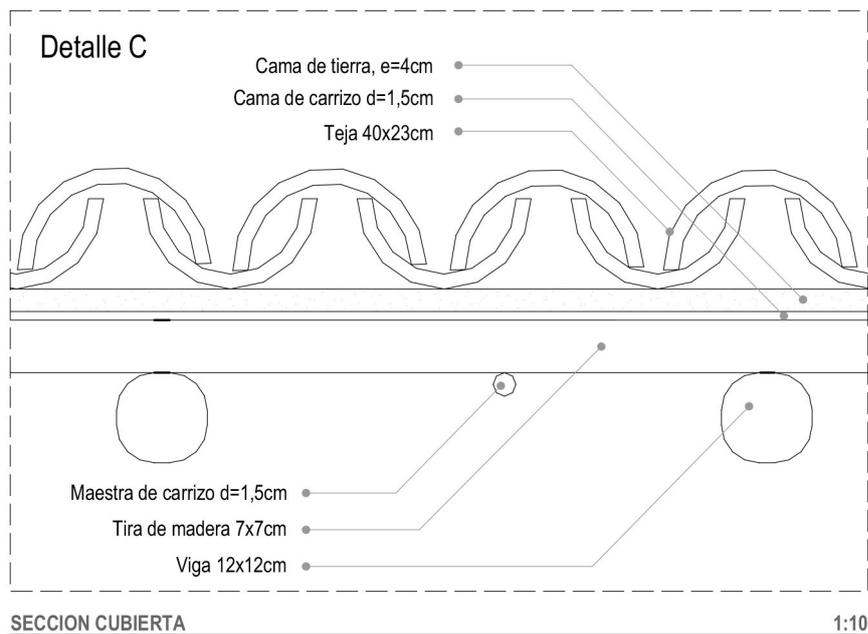


FIGURA 2.73: Representación gráfica detalle C sección de cubierta C 103

Elaboración: Autor

Desde el interior de la vivienda se aprecia que la cubierta presenta daños considerables, uno de los pares ha colapsado y ha puesto en riesgo al resto de elementos, esta patología se aprecia en figura siguiente.



FIGURA 2.74: *Vista interior del estado actual de la cubierta C 103*

Elaboración: Autor

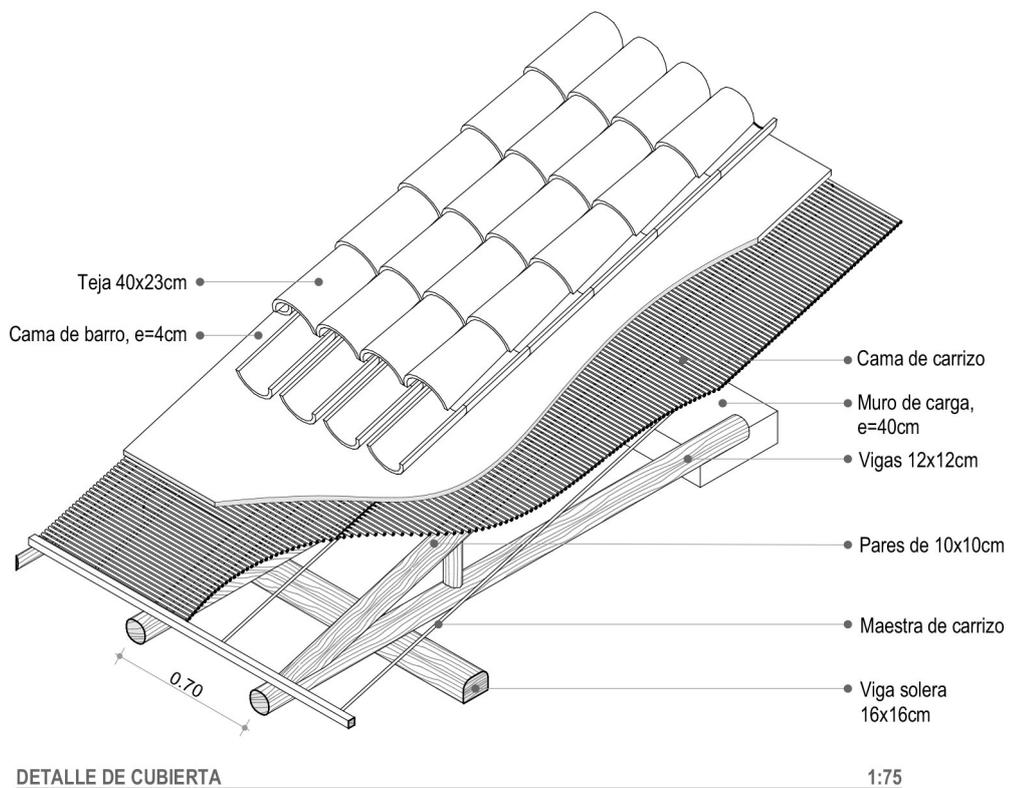


FIGURA 2.75: *Axonometría de cubierta C 103*

Elaboración: Autor

## Determinación de la especie, análisis comparativo, valoración patológica y protección por diseño

### 3.1. Determinación de la especie

La determinación de la especie se convierte en un análisis de gran relevancia, por lo que es necesario disponer de una metodología adecuada para la toma de muestra de madera (Musule Lagunes, Bárcenas Pazos, Pineda López, Houbron, y Sánchez Velásquez, 2017). Las muestras a ser analizadas pueden presentar diferentes resultados de resistencia dependiendo de la sección de las que han sido extraídas:

- Sección transversal: los anillos se presentan en forma de un arco o levemente curvadas,
- Sección radial: los anillos se manifiestan en forma de líneas casi rectas y paralelas entre sí,
- Sección tangencial: aparecen en forma de conos uno dentro de otro.

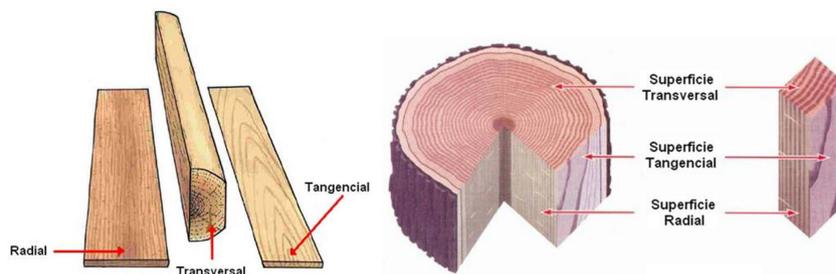


FIGURA 3.1: *Secciones de la madera*

Fuente: Revista CORMA

Identificar si una muestra de madera pertenece a una especie conífera o latifoliada es fácilmente diferenciada, las maderas coníferas presentan sus anillos de crecimiento de una forma muy marcada y visible, mientras que en las maderas latifoliadas los anillos son difícilmente apreciables (Chavesta, 2006), las imágenes siguientes corroboran lo anunciado.



FIGURA 3.2: *Especie de madera conífera (i) y madera latifoliada (d)*

Fuente: Revista CORMA

El uso eficiente de la madera está determinado directamente por sus propiedades tanto físicas como mecánicas, para ello se recurre a la recolección de muestras de madera para determinar las características antes mencionadas.

Para la toma de muestras es importante conocer el tamaño que se va a extraer como también los puntos de donde obtenerlos, la obtención errónea de muestras puede causar resultados no confiables (Musule Lagunes y cols., 2017). Estas son importantes cuando se extraen muestras de árboles en pie, ya que los fenómenos climatológicos, la cantidad de humedad existente en el árbol y la ubicación geográfica determinan las propiedades de la muestra.

Metodologías como las de Forster, Schweingruber, y Denneler (2000), Rossi, Anfodillo, y Menardi (2006) y Prislán, Gričar, y Čufar (2014) manifiestan la importancia en la toma de muestras para evitar fracasos en los resultados. Cuando las muestras se obtienen de elementos arquitectónicos de una vivienda las consideraciones cambian levemente.

Para el presente trabajo investigativo se ha empleado las consideraciones descritas en la metodología del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, en el capítulo “Análisis de identificación de maderas” 2017, y la metodología planteada por la ESPOL, 2015 “Criterios básicos para la extracción de muestras de madera”, obteniendo así el siguiente proceso para la obtención de muestras:

1. **Extracción:** al menos 1cm<sup>3</sup> de madera a analizar. La siguiente figura muestra las muestras extraídas para ser sometidas al respectivo análisis.



FIGURA 3.3: Muestras de madera a ser analizadas

Elaboración: Propia

2. **Cantidad:** según la metodología planteada por la ESPOL, para reducir incertidumbres se puede obtener más de una muestra del mismo elemento arquitectónico. Para este trabajo se han tomado las siguientes muestras:



| Casa  | Número de muestras | Sección        |
|-------|--------------------|----------------|
| C101  | 2                  | Columna y viga |
| C102  | 2                  | Columna y viga |
| C103  | 1                  | Viga           |
| TOTAL | 5                  |                |

Tabla 3.1: Número de muestras a ser analizadas

Elaboración: AUTOR

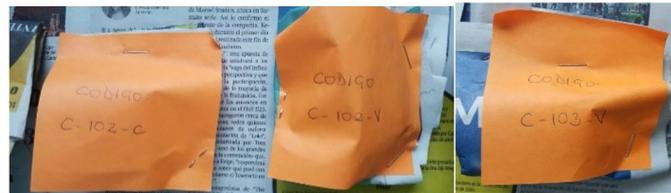
3. **Etiquetado:** para poder etiquetar se elabora una tabla donde se indica el caso de estudio, numero de muestras, la sección y la respectiva codificación.

| Casa | Muestras | Sección | Código  |
|------|----------|---------|---------|
| C101 | 1        | Columna | C-101-C |
| C101 | 1        | Viga    | C-101-V |
| C102 | 1        | Columna | C-102-C |
| C102 | 1        | Viga    | C-102-V |
| C103 | 1        | Viga    | C-103-V |

Tabla 3.2: *Codificación de las muestras extraídas*

Elaboración: AUTOR

4. **Embalaje:** previo al envío para el análisis, se debe embalar las muestras en papel periódico con la finalidad de reducir la humedad y obtener resultados más precisos.

FIGURA 3.4: *Embalaje de muestras*

Elaboración: Propia

Las muestras obtenidas se han enviado a la ciudad de Quito a la Dra. Lourdes Cevallos, gerente general del laboratorio “RQ” especialista en análisis macro y microscópico de madera.

### 3.1.1. Especies identificadas

Después de 15 días, los resultados del análisis de cada una de las muestras son las siguientes:

| Casa | Muestras | Sección | Código  | Resultado      |
|------|----------|---------|---------|----------------|
| C101 | 1        | Columna | C-101-C | Eucalipto      |
|      | 1        | Viga    | C-101-V | Eucalipto      |
| C102 | 1        | Columna | C-102-C | Eucalipto      |
|      | 1        | Viga    | C-102-V | Ciprés         |
| C103 | 1        | Viga    | C-103-V | Cedro de costa |

Tabla 3.3: Resultados: determinación de la especie

Elaboración: AUTOR

### 3.1.2. Interpretación de la determinación de la especie

Los resultados obtenidos en el laboratorio químico para el análisis de identificación de maderas demuestran que la especie que predomina en los casos de estudio es el eucalipto. En el caso de estudio C101 las muestras extraídas de la columna y viga respectivamente son de eucalipto, ante esto se puede afirmar que la edificación fue mayoritariamente construida con esta madera. Para el caso C102 la muestra extraída de la columna es de eucalipto, mientras que la muestra extraída de la viga es de ciprés. Se puede deducir entonces que para la construcción de la edificación se ha empleado una especie mixta. La muestra extraída en la edificación C103 pertenece a la especie Cedro de costa. Ante estos resultados, el estudio de la especie de madera se enfoca en un análisis descriptivo del eucalipto, especie que predomina en las muestras analizadas.

### 3.1.3. Análisis de la especie de Eucalipto

#### Reseña histórica en el Ecuador

Esta especie de madera procedente de Australia fue introducida al Ecuador por primera vez en 1865 en la presidencia de Gabriel García Moreno. Una gran cantidad y diversa variedad de semillas fue sembradas en la ciudad de Ambato provincia del Tungurahua. De esta variedad de semillas crecieron dos plantas: el eucalipto gigantesco y el eucalipto longifolia. Estos fueron los dos primeros eucaliptos plantados en nuestro país, y de cuya semilla proviene la mayor parte de los que ahora están dispersos en todo el país ([Acosta, 1949](#)).

Esta especie de madera está distribuida geográficamente a lo largo de la región andina del Ecuador, su desarrollo se da principalmente en las provincias de Chimborazo, Cotopaxi, Guayas, Imbabura, Pichincha y Azuay ([Cañadas Cruz, 1983](#)).

#### Genero *Eucalyptus globulus*

Es un nombre que se ha otorgado a un grupo de especies con características similares que pertenecen a la familia de las *Myrtaceas*, estas plantas generalmente se las reconocen

por su gran altura, sin embargo, también existen especies de mediana y corta altura.

Esta especie de eucalipto es la más plantada a nivel global, por ende, es también la especie forestal que más se ha sembrado en la sierra ecuatoriana, esto obedece a que es una planta rústica, de rápido crecimiento, fácil adaptación y tiene un gran valor comercial como material para la construcción (Cañadas Cruz, 1983).

El eucalipto se utiliza a gran escala en la reforestación, para plantaciones de producción, de protección y en sistemas agroforestales, crece con alta rapidez por lo que su cultivo es masivo. Los árboles de esta especie presentan un gran tamaño, especialmente aquellos que están ubicados en zonas con climas fríos en las regiones andinas, logrando alturas de hasta 50 metros con troncos de diámetro superiores a 3 m (Ministerio del Ambiente del Ecuador, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014).

Frecuentemente la madera de eucalipto es utilizada para postes, pilares, soportes de entablados, estructuras como columnas y vigas, duelas para pisos, tablonés. En la carpintería es altamente utilizado para la fabricación de muebles; es utilizado también como materia prima para la elaboración de papel de muy buena calidad.

Las tablas detalladas a continuación han sido elaboradas tomando como referencia las citadas por el Ministerio del Ambiente del Ecuador, en el documento “Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales”.

| <b>Características generales del Eucalipto</b> |   |
|--|---|
| Especie  | Eucalyptus globulus Labill  |
| Familia  | MYRTACEAE   |
| Nombres comunes                                | Eucalipto, Eucalipto aromático<br>Eucalipto plomo, Eucalipto tierno,<br>Eucalipto nacional y gomero azul. |
| <b>Condiciones climáticas óptimas</b>          |   |
| Temperatura oC                                 | 10.8 – 16.8   |
| Precipitación mm                               | 800 – 1500  |
| Altitud en Ecuador m.s.n.m.                    | 2200 - 3300   |

Tabla 3.4: *Eucalipto: características generales*

**Fuente:** MINISTERIO DEL AMBIENTE

| <b>Propiedades físicas</b>     |            |              |             |
|--------------------------------|------------|--------------|-------------|
| Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) | En verde   | Seco al aire | Básica      |
|                                | 1.16       | 0.73         | 0.55        |
| Contracción normal %           | Tangencial | Radial       | Volumétrica |
|                                | 10.8       | 4.4          | 15.2        |

Tabla 3.5: *Propiedades físicas del eucalipto*

**Fuente:** MINISTERIO DEL AMBIENTE

**Elaboración:** AUTOR

| <b>Propiedades mecánicas</b> |               |                             |       |              |
|------------------------------|---------------|-----------------------------|-------|--------------|
|                              |               | Unidad                      | Verde | Seco al aire |
| Flexión estática             |               | ELP Kg/cm <sup>2</sup>      | 383   | 509          |
|                              |               | MOR Kg/cm <sup>2</sup>      | 702   | 1068         |
|                              |               | MOE x 10 Kg/cm <sup>2</sup> | 104   | 138          |
| Compresión                   | Paralela      | ELP Kg/cm <sup>2</sup>      | 232   | 337          |
|                              |               | MOR Kg/cm <sup>2</sup>      | 288   | 470          |
|                              | Perpendicular | ELP Kg/cm <sup>2</sup>      | 58    | 80           |
|                              |               | MOR Kg/cm <sup>2</sup>      | 288   | 470          |

Tabla 3.6: *Propiedades mecánicas*

**Fuente:** MINISTERIO DEL AMBIENTE

**Elaboración:** AUTOR

| <b>Ventajas</b>  | <b>Desventajas</b>   |
|--|--|
| Posee gran resistencia y durabilidad.  | Absorbe gran cantidad de agua, por lo que necesita un tiempo considerable (8 meses) para lograr un secado al aire adecuado antes de utilizarlo en la construcción.             |
| Se puede utilizar en ambientes con carpintería exterior e interior.  | Evita que la flora y la fauna presente en los alrededores de la planta se desarrolle con normalidad.   |
| Estéticamente es muy agradable, es una madera uniforme con baja presencia de nudos y con veteados delicados y continuos.               | Es un material anisotrópico, pues presenta constantes contracciones o hinchazones producidos por agentes atmosféricos, afectando directamente a la estructura de una vivienda. |
| Es un material biodegradable, por lo que ayuda a controlar la crisis ecológica que sufre el medio ambiente.                            | Al poseer un alto grado de humedad en estado verde, facilita a los insectos y hongos a formar en esta madera su hábitat.   |
| Promueve la sustentabilidad ambiental: es un material sustentable, renovable y reciclable, pues proviene de plantaciones artificiales. | No se puede utilizar en la construcción si está en estado verde.   |
| Permite el reemplazo para maderas tradicionales, ayudando a conservar bosques nativos.   | Utilizado en estado verde es vulnerable a sufrir pérdida de humedad, y con ello, las deformaciones físicas como rajaduras alteran notablemente el sistema constructivo.        |

Tabla 3.7: *Ventajas y desventajas*

**Elaboración:** AUTOR

## 3.2. Análisis comparativo

Al ser la madera uno de los materiales de mayor importancia en el patrimonio edificado, es necesario prestar total interés a la recuperación y rehabilitación de este material, los casos de estudio pertenecientes a la arquitectura vernácula han sufrido modificaciones, se ha incorporado nuevos materiales como solución a los problemas generados por la falta de conservación al patrimonio, a pesar de ello, lo innato del concepto vernáculo está presente hasta la actualidad en cada uno de los elementos arquitectónicos que conforman estas edificaciones.

De aquí la necesidad de realizar un análisis comparativo, en el que se estudia las relaciones entre elementos arquitectónicos presentes en las tres edificaciones. Se hace un enfoque prioritario al estado de conservación de la madera y su relación con otros materiales, este aspecto es fundamental para determinar el elemento arquitectónico que necesita ser intervenido.

### 3.2.1. Relación cimentación – columnas

La cimentación es quizás el elemento arquitectónico más importante de una edificación, se encarga de absorber y transmitir todas las cargas de la edificación al suelo natural de forma equilibrada, en los tres casos el suelo natural ha sido compactado y sobre este se asienta la cimentación de piedra, usando como mortero la misma tierra trasformada en barro, esto es posible ya que la tierra se conforma de materiales como la grava, arena, limo, arcilla, agua y aire, dando como resultado la transformación del suelo en material constructivo, la resistencia de esta transformación depende de las proporciones de los materiales, pudiendo o no ser la adecuada (Guerrero Baca, Luis; Rodriguez, 1998).

En el proceso constructivo de la arquitectura vernácula generalmente no se consideran con prioridad criterios como el correcto diseño de cimentaciones o un adecuado análisis geotécnico (Lopez, Rodriguez, Santa Cruz, Torreño, y Ubeda, 2004), siendo esta falencia una de las causas para que edificaciones patrimoniales presenten problemas de estabilidad estructural, ocasionando asentamientos considerables y aberturas en los muros.

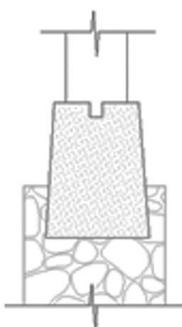
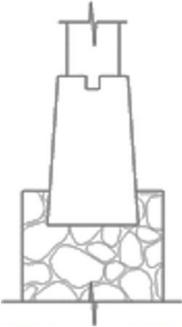
| Caso de estudio                       | C 101  | C 102   | C 103 |
|---------------------------------------|--|---|-------|
| Relación:<br>cimentación-<br>columnas | <br>  | <br> |       |
| Anclaje                               | Sistema de caja y espiga   | Sistema de caja y espiga  |       |
| Sección de columna                    | 20x20cm  | 22x20cm   | N/A   |
| Análisis                              | Las columnas de madera están asentadas sobre las basas de piedra, se observa deterioro notable en el contacto con la basa de piedra, generado por hongos de pudrición parda y moho a causa de la presencia constante de humedad. | Las columnas presentan serias partiduras a lo largo de la columna, se asientan sobre basas de mayor altura, esto ayuda a contrarrestar la presencia de humedad.           |       |

Tabla 3.8: Relaciones entre la cimentación y las columnas casos

Elaboración: AUTOR

### 3.2.2. Relación pisos – gradas

En los casos de estudio los pisos son elementos que ameritan un tratamiento especial, en las dos viviendas no existe una diferencia de niveles entre el piso natural o exterior y el piso compactado o interior, favoreciendo al ingreso de las aguas lluvias, este problema ayuda a que la viga que reciben la carga de la escalera este expuesta a las aguas lluvias y por ende a retener la humedad, este problema se ve reflejado por la presencia de hongos de pudrición en la viga.

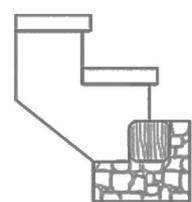
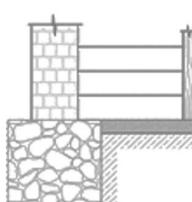
| Caso de estudio           | C 101  | C 102  | C 103 |
|---------------------------|--|--|-------|
| Relación:<br>pisos-gradas |     |     |       |
| Anclaje                   | Viga arriostrada   | Simplemente apoyada  |       |
| Sección de viga           | 14x12cm  | No aplica  | N/A   |
| Análisis                  | El punto de encuentro entre la grada y el piso es una viga de madera, que se apoya directamente en el suelo compactado, esta viga presenta desgastes generados principalmente por los agentes atmosféricos, poniendo en riesgo la estabilidad de la grada. | De acuerdo a las modificaciones realizadas, se deduce que el encuentro entre la grada y el piso ha desaparecido, razón por la cual los primeros escalones de madera se han reemplazado con peldaños de hormigón. |       |

Tabla 3.9: Relaciones entre el piso natural y las gradas C 101 y C 102

Elaboración: AUTOR

En el caso de estudio C-101 la viga de apoyo de la grada se ha desplazado, esto debido a que el suelo en donde descansa la viga no dispone de un tratamiento que evite el desplazamiento de este elemento. Esta inestabilidad de la viga genera que la grada no este firme.

Para el caso de estudio C 102, se aprecia que el nivel del suelo natural esta 40cm sobre el piso de la vivienda, permitiendo que el agua lluvia ingrese con total facilidad al interior de la vivienda. Esto ha afectado a los primeros peldaños de las gradas, los mismos que han sido sustituidos por peldaños de hormigón.

### 3.2.3. Relación muros – elementos de carpintería

La ventilación en los ambientes de la vivienda se da mediante la presencia de puertas y ventanas ubicadas en los muros de carga o mamposterías, en la casa C -101 la circulación de aire es aprovechada de mejor manera a través de la fachada frontal, en las fachadas laterales y posterior, no existen puertas o ventanas que faciliten la circulación del viento, esta es una razón para que en el interior de la vivienda exista un alto porcentaje de humedad debido a falta de ventilación, afectando a los revestimientos de los muros, y de manera especial a la madera. El deterioro de la madera es notorio al interior de la vivienda, esto obedece a que en los muros no existen elementos arquitectónicos que faciliten la circulación de los vientos. En las edificaciones C102 y la C103 la situación es diferente, la ventilación se da mediante las cuatro fachadas, para la ubicación de puertas de acceso se ha tomado como referencia la dirección de los vientos predominantes sur-norte, mientras que para la ubicación de ventanas se ha tomado la dirección este-oeste.

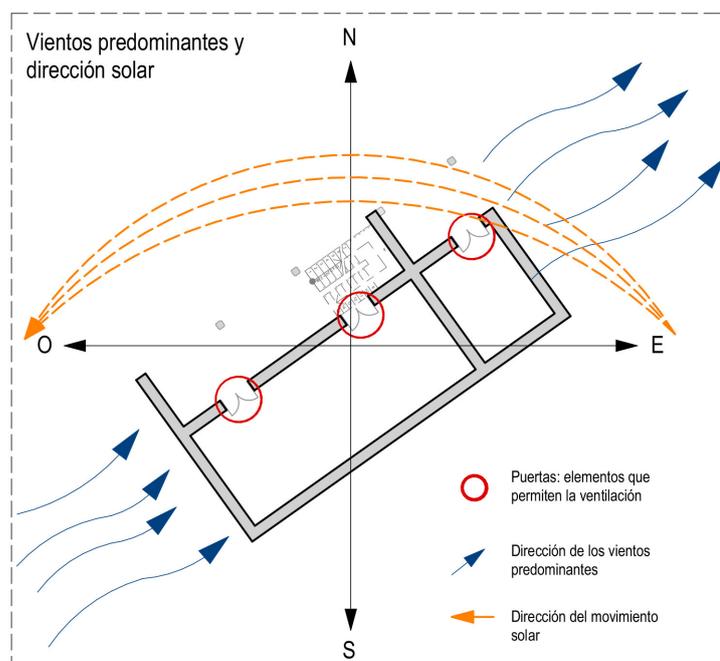


FIGURA 3.5: Dirección de vientos predominantes y trayectoria solar C 101

Elaboración: Propia

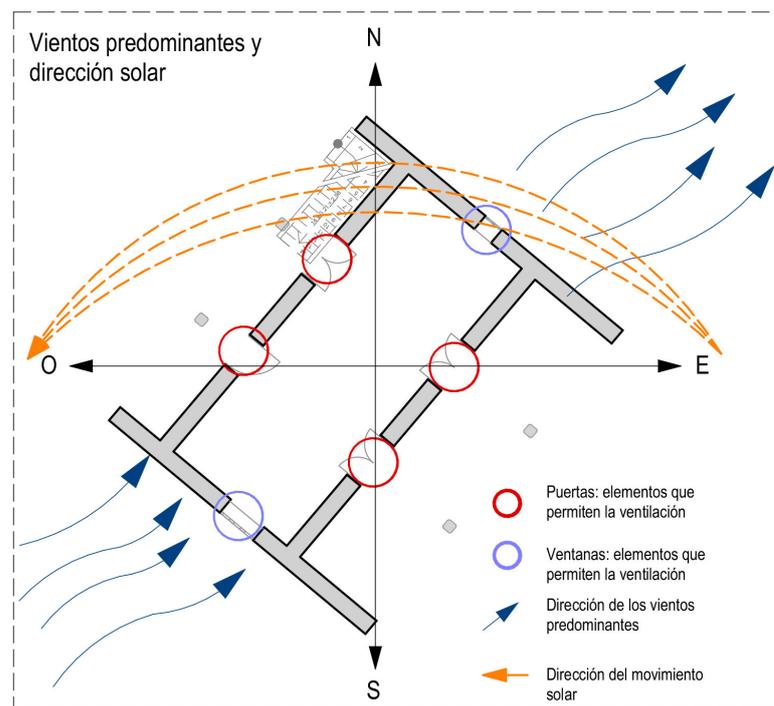


FIGURA 3.6: *Vientos predominantes y trayectoria solar C 102*

Elaboración: Propia

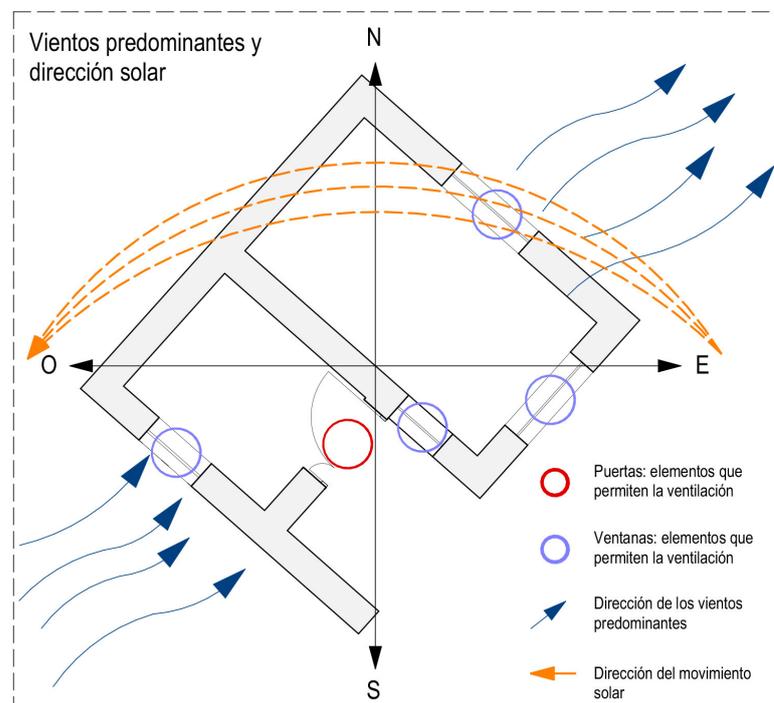


FIGURA 3.7: *Vientos predominantes y trayectoria solar C 103*

Elaboración: Propia

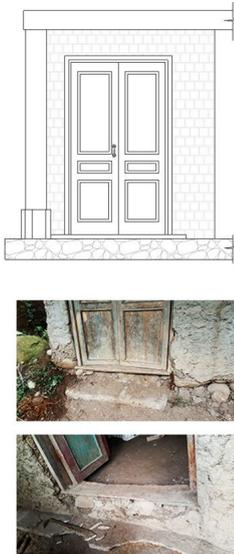
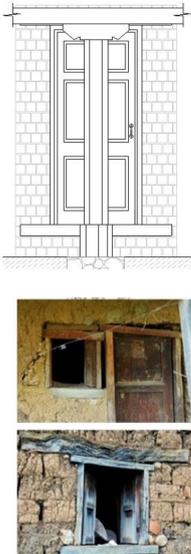
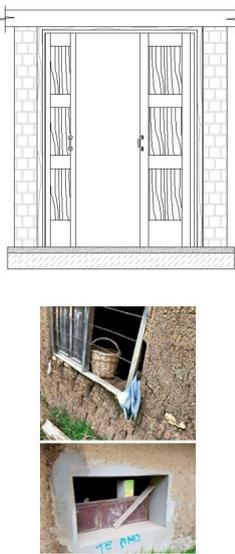
| Caso de estudio                                    | C-101  | C-102  | C-103  |
|--|--|--|--|
| Relación:<br>muros-<br>elementos de<br>carpintería |   |    |   |
| Anclaje  | Sin sistema de anclaje   | Marco con extensiones  | Sin sistema de anclaje   |
| Dinteles   | Madera, empotrados en el muro  | Madera, dinteles vistos  | N/A  |
| Análisis   | <p>Los marcos de estos elementos arquitectónicos no disponen de ningún tipo de anclaje al muro. En el piso la situación es igual, la puerta se apoya directamente sobre un tablón de madera que está apoyado en el piso interior.</p> <p>El viento y las aguas lluvias desgastan el piso dejando cada vez más al descubierto dicho tablón.</p> | <p>Las puertas de la fachada posterior están empotradas en el muro a 30 cm sobre el nivel del piso interior. Esta diferencia de niveles ayuda a proteger el marco de la puerta de las aguas lluvias. Las ventanas están ancladas mediante un marco para empotrarse en el muro y evitar movimientos. Los dinteles colocados sobre las ventanas sirven también como elemento de anclaje.</p> | <p>Los vanos de esta vivienda presentan grietas en las esquinas de las ventanas, esto se debe a la falta de dinteles sobre estos elementos de carpintería. Dichas grietas deforman el muro y por ende las puertas y ventanas, mismas que han sido eliminadas completamente y como solución a la grietas del muro se ha utilizado un material que no pertenece a la arquitectura vernácula, el cemento.</p> |

Tabla 3.10: Relaciones entre los elementos de carpintería puertas y ventanas

Elaboración: AUTOR

### 3.2.4. Relación muros – entrepiso

El entrepiso de una vivienda es importante por la funcionalidad que brinda, ayuda a optimizar los espacios en altura y a relacionar mejor los ambientes de la planta alta. Están contruidos con vigas de madera de eucalipto asentadas sobre las vigas soleras que están empotradas en los muros de carga, en el primer caso se ha optado por dejar el entablado visto y apoyado directamente sobre las vigas en los ambientes interiores y en el entrepiso de los corredores se ha empleado otro componente, el entirado, las tiras están colocadas sobre las vigas a una distancia de 45cm entre ellas, asentándose sobre estas las tablas del entrepiso. En el segundo caso el entrepiso son las vigas de madera empotradas en los muros y sobre estas vigas descansan directamente las tablas, generando el piso final.

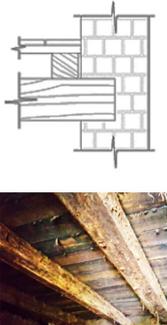
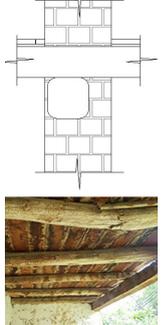
| Caso de estudio                   | C 101   | C 102   | C 103 |
|-----------------------------------|---|---|-------|
| Relación:<br>muros-<br>entrepisos |   |    |       |
| Anclaje                           | Vigas soleras empotradas en el muro   | Vigas soleras empotradas en el muro   |       |
| Sección de viga                   | 25x20cm   | 22x22cm   | N/A   |
| Análisis                          | El entrepiso mantiene un sistema estable, en los muros exteriores tiene una viga solera empotrada en el muro mientras que en el muro interior posee doble viga empotrada. Esto genera una estabilidad a la edificación. Por la falta de ventilación el entrepiso ha sido afectado por los ataques de hongos y moho. | El entrepiso está anclado en los muros de carga mediante las vigas empotradas, en los ambientes interiores está en un estado bueno, mientras que en el corredor exterior ha sido afectado por el agua lluvia, algunas vigas han fracasado por los constantes ataques de los insectos. |       |

Tabla 3.11: Relaciones entre los muros de carga y el entrepiso

Elaboración: AUTOR

### **3.2.5. Relación muros – cubierta**

La cubierta de una casa es primordial por la función que brinda, genera protección ante los agentes climáticos como las lluvias, el sol, el viento, el frío, entre otros. En los tres casos de estudio las cubiertas son inclinadas, en el caso de la casa C-101 es de 3 aguas mientras que en las casas C 102 y C103 son cubiertas de 2 aguas. Las tres cubiertas manejan un sistema constructivo similar, la estructura (plataforma inclinada), es en base a pares de cubierta que se clavan al cumbrero y en la parte inferior a las vigas soleras que están empotradas en los muros de carga. El cumbrero se apoya sobre los tochos o pendolón y estos a su vez están asentados sobre el envigado.

Actualmente la introducción de nuevas tecnologías ofrece una variedad de alternativas de materiales para la construcción, especialmente para la cubierta, los cuales podrían ser utilizados en este tipo de edificaciones vernáculas como complemento a los materiales propios de esta arquitectura.

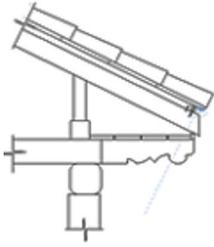
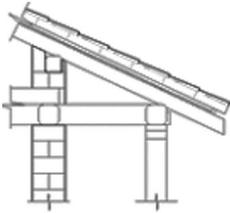
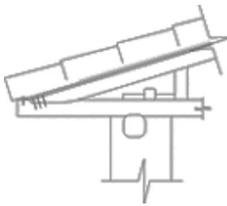
| Caso de estudio             | C-101  | C-102  | C-103  |
|-----------------------------|--|--|--|
| Relación:<br>muros-cubierta | <br>   | <br>   | <br>   |
| Anclaje                     | Apoyada sobre las vigas soleras  | Apoyada sobre las vigas soleras  | Apoyadas en el muro  |
| Sección de viga             | 25x20cm  | 22x22cm  | 14x12cm  |
| Análisis                    | <p>La cubierta de esta vivienda ha sufrido daños causados por las filtraciones de agua, se ha realizado la reparación del daño en las áreas afectadas, pero omitiendo por completo el concepto de patrimonio. En las reparaciones realizadas en la cubierta se ha eliminado la cama de carrizo dejando a la vista los tirantes y tirillas en donde se asienta la teja. Las filtraciones de agua no solo han afectado a la cubierta, sino también al resto de elementos que están por debajo (muros, entrepisos, ventanas entre otros).</p> | <p>Los daños en la cubierta son generados por las filtraciones de agua, en este caso de estudio el problema es mayor, se ha realizado la reparación del daño en donde no solo se descarta el concepto de patrimonio edificado (eliminando cama de carrizo, enchacleado) sino que se ha decidido sustituir los materiales tradicionales (carrizo, barro, cabuya, teja) por materiales de la nueva tecnología, el zinc. Estos cambios no solo afectan al sistema constructivo por el cambio brusco de materiales, sino también el factor estético es alterado al disponer de materiales diferentes en la misma cubierta.</p> | <p>En este caso de estudio el entejado se ha desplazado, dejando espacios vacíos entre teja y teja generando filtraciones, causando daños a toda la edificación, la estructura de la cubierta ha sufrido ataques de hongos de pudrición por la constante humedad, el cumbretero en donde se asientan las caídas de la cubierta presenta serias fallencias estructurales, el revestimiento de los muros han colapsado por la presencia de las goteras existentes.</p> |

Tabla 3.12: Relaciones entre el muro de carga y la estructura de la cubierta

Elaboración: AUTOR

### 3.2.6. Interpretación de comparaciones

Después de haber realizado las comparaciones entre los tres casos de estudio se logra una visión más clara de las patologías que sufre la madera en relación con otros materiales. Las columnas de madera asentadas en las basas de piedra, presentan patologías considerables en la vivienda C101 y C102, esto debido a que no existe un sistema constructivo que ayude a reducir la acumulación de agua en la junta columna basa. El entrepiso de la casa C101 y C102 presentan pudriciones notorias, esto obedece a que el agua lluvia se queda retenida, perjudicando directamente a la estabilidad de la madera. En los tres casos de estudio las puertas y ventanas disponen de un sistema deficiente de anclaje al muro y no están ubicadas en la orientación correcta que permita la ventilación para los interiores de la vivienda. Las cubiertas en los tres casos presentan patologías que ameritan intervenciones inmediatas, las filtraciones de agua generadas por el movimiento del tejado, han ocasionado daños tanto en la cama de barro como en la de carrizo, afectando directamente a todos los elementos que forman la vivienda.

Después de haber analizado las comparaciones y el estado actual de cada uno de los casos de estudio se procede a valorar las patologías de la madera que ponen en riesgo cada uno de los elementos arquitectónicos de las edificaciones.

## 3.3. Valoración patológica

Para realizar la valoración de las viviendas se han empleado las fichas planteadas en la metodología, cada caso de estudio ha sido valorado de forma individual, apoyados de entrevistas con los propietarios y registros fotográficos para determinar con claridad las patologías y clasificarlas según el tipo.

Las siguientes tablas muestran de una forma resumida el resultado de la valoración patológica e identificación física para las tres edificaciones

| Elementos arquitectónicos | Clasificación de elementos       | Valoración | Porcentaje | Promedio |
|---------------------------|----------------------------------|------------|------------|----------|
| Estructura                | Cimientos                        | 7          | 38.89 %    | 61.11 %  |
|                           | Muros/paredes                    | 11         | 61.11 %    |          |
|                           | Columnas/pilares                 | 12         | 66.67 %    |          |
|                           | Vigas                            | 14         | 77.78 %    |          |
|                           | Losas/entrepisos                 | 11         | 61.11 %    |          |
| Cubierta                  | Viga solera                      | 14         | 77.78 %    | 68.52 %  |
|                           | Pares de cubierta                | 11         | 61.11 %    |          |
|                           | Cumbrero                         | 14         | 77.78 %    |          |
|                           | Enchacado                        | 15         | 83.33 %    |          |
|                           | Entejado                         | 10         | 55.56 %    |          |
|                           | Canecillos                       | 10         | 55.56 %    |          |
| Fachadas                  | Revestimientos                   | 9          | 50.00 %    | 42.86 %  |
|                           | Puertas                          | 9          | 50.00 %    |          |
|                           | Ventanas                         | 8          | 44.44 %    |          |
|                           | Balcones                         | 10         | 55.56 %    |          |
|                           | Portales                         | 6          | 33.33 %    |          |
|                           | Zócalo                           | 6          | 33.33 %    |          |
|                           | Remate                           | 6          | 33.33 %    |          |
| Espacios interiores       | Pisos                            | 6          | 33.33 %    | 28.89 %  |
|                           | Cielo Raso                       | 0          | 0.00 %     |          |
|                           | Puertas<br>ventanas<br>mamparas  | 8          | 44.44 %    |          |
|                           | Pasamanos                        | 8          | 44.44 %    |          |
|                           | Revestimientos interiores        | 4          | 22.22 %    |          |
| Espacios exteriores       | Pisos                            | 7          | 38.89 %    | 10.00 %  |
|                           | Patios                           | 0          | 0.00 %     |          |
|                           | cerramientos                     | 0          | 0.00 %     |          |
|                           | Terrazas                         | 0          | 0.00 %     |          |
|                           | Jardines<br>huertos<br>camineria | 2          | 11.11 %    |          |
| Escaleras                 | Huella                           | 11         | 61.11 %    | 48.15 %  |
|                           | Contrahuella                     | 8          | 44.44 %    |          |
|                           | Barandas                         | 7          | 38.89 %    |          |
| Instalaciones             | Eléctricas                       | 0          | 0.00 %     | 13.89 %  |
|                           | Sanitarias                       | 5          | 27.78 %    |          |

Tabla 3.13: Resultados de la valoración del caso de estudio C 101

Elaboración: AUTOR

| Elementos arquitectónicos | Clasificación de elementos       | Valoración | Porcentaje | Promedio |
|---------------------------|----------------------------------|------------|------------|----------|
| Estructura                | Cimientos                        | 7          | 38.89 %    | 58.89 %  |
|                           | Muros/paredes                    | 11         | 61.11 %    |          |
|                           | Columnas/pilares                 | 13         | 72.22 %    |          |
|                           | Vigas                            | 13         | 72.22 %    |          |
|                           | Losas/entrepisos                 | 9          | 50.00 %    |          |
| Cubierta                  | Viga solera                      | 14         | 77.78 %    | 62.96 %  |
|                           | Pares de cubierta                | 10         | 55.56 %    |          |
|                           | Cumbrero                         | 12         | 66.67 %    |          |
|                           | Enchacado                        | 16         | 88.89 %    |          |
|                           | Entejado                         | 16         | 88.89 %    |          |
|                           | Canecillos                       | 0          | 0.00 %     |          |
| Fachadas                  | Revestimientos                   | 11         | 61.11 %    | 35.71 %  |
|                           | Puertas                          | 11         | 61.11 %    |          |
|                           | Ventanas                         | 7          | 38.89 %    |          |
|                           | Balcones                         | 12         | 66.67 %    |          |
|                           | Portales                         | 2          | 11.11 %    |          |
|                           | Zócalo                           | 0          | 0.00 %     |          |
|                           | Remate                           | 2          | 11.11 %    |          |
| Espacios interiores       | Pisos                            | 9          | 50.00 %    | 35.56 %  |
|                           | Cielo Raso                       | 0          | 0.00 %     |          |
|                           | Puertas<br>ventanas<br>mamparas  | 9          | 50.00 %    |          |
|                           | Pasamanos                        | 11         | 61.11 %    |          |
|                           | Revestimientos interiores        | 3          | 16.67 %    |          |
| Espacios exteriores       | Pisos                            | 8          | 44.44 %    | 10.00 %  |
|                           | Patios                           | 0          | 0.00 %     |          |
|                           | cerramientos                     | 0          | 0.00 %     |          |
|                           | Terrazas                         | 0          | 0.00 %     |          |
|                           | Jardines<br>huertos<br>camineria | 1          | 5.56 %     |          |
| Escaleras                 | Huella                           | 13         | 72.22 %    | 59.26 %  |
|                           | ContraHuella                     | 11         | 61.11 %    |          |
|                           | Barandas                         | 8          | 44.44 %    |          |
| Instalaciones             | Eléctricas                       | 0          | 0.00 %     | 16.67 %  |
|                           | Sanitarias                       | 6          | 33.33 %    |          |

Tabla 3.14: Resultados de la valoración del caso de estudio C 102

Elaboración: AUTOR

| Elementos arquitectónicos | Clasificación de elementos       | Valoración | Porcentaje | Promedio |
|---------------------------|----------------------------------|------------|------------|----------|
| Estructura                | Cimientos                        | 6          | 33.33 %    | 26.67 %  |
|                           | Muros/paredes                    | 10         | 55.56 %    |          |
|                           | Columnas/pilares                 | 0          | 0.00 %     |          |
|                           | Vigas                            | 8          | 44.44 %    |          |
|                           | Losas/entrepisos                 | 0          | 0.00 %     |          |
| Cubierta                  | Viga solera                      | 8          | 44.44 %    | 59.26 %  |
|                           | Pares de cubierta                | 14         | 77.78 %    |          |
|                           | Cumbrero                         | 12         | 66.67 %    |          |
|                           | Enchacado                        | 15         | 83.33 %    |          |
|                           | Entejado                         | 15         | 83.33 %    |          |
|                           | Canecillos                       | 0          | 0.00 %     |          |
| Fachadas                  | Revestimientos                   | 13         | 72.22 %    | 27.78 %  |
|                           | Puertas                          | 10         | 55.56 %    |          |
|                           | Ventanas                         | 7          | 38.89 %    |          |
|                           | Balcones                         | 0          | 0.00 %     |          |
|                           | Portales                         | 3          | 16.67 %    |          |
|                           | Zócalo                           | 0          | 0.00 %     |          |
|                           | Remate                           | 2          | 11.11 %    |          |
| Espacios interiores       | Pisos                            | 6          | 33.33 %    | 20.00 %  |
|                           | Cielo Raso                       | 0          | 0.00 %     |          |
|                           | Puertas<br>ventanas<br>mamparas  | 6          | 33.33 %    |          |
|                           | Pasamanos                        | 0          | 0.00 %     |          |
|                           | Revestimientos interiores        | 6          | 33.33 %    |          |
| Espacios exteriores       | Pisos                            | 3          | 16.67 %    | 5.56 %   |
|                           | Patios                           | 0          | 0.00 %     |          |
|                           | cerramientos                     | 0          | 0.00 %     |          |
|                           | Terrazas                         | 0          | 0.00 %     |          |
|                           | Jardines<br>huertos<br>camineria | 2          | 11.11 %    |          |
| Escaleras                 | Huella                           | 0          | 0.00 %     | 0.00 %   |
|                           | ContraHuella                     | 0          | 0.00 %     |          |
|                           | Barandas                         | 0          | 0.00 %     |          |
| Instalaciones             | Eléctricas                       | 2          | 11.11 %    | 19.44 %  |
|                           | Sanitarias                       | 4          | 27.78 %    |          |

Tabla 3.15: Resultados de la valoración del caso de estudio C 103

Elaboración: AUTOR

En el caso de estudio C101 la estructura integral de la vivienda presenta un 61.11 % de daños en la madera, la cubierta el 68.52 %, fachada frontal 42.86 %, espacios interiores 28.89 %, espacios exteriores 10 %, escaleras 48.15 % y las instalaciones el 13.89 % de patologías.

En la edificación C102 los resultados no son indiferentes, la estructura presenta el 58.89 % de daños, la cubierta el 62.96 %, fachadas 35.71 %, espacios interiores 35.56 %, espacios exteriores 10 %, escaleras el 59.26 % y las instalaciones el 16.67 % de patologías.

El caso de estudio C103 la estructura presenta un porcentaje del 26.67 % de daños en la madera, la cubierta el 59.26 %, fachadas 27.78 %, espacios interiores 20 %, espacios exteriores 5.56 % y las instalaciones el 19.44 % de patologías.

En la vivienda C101 la cubierta es el elemento con mayor presencia de patologías en la madera con un porcentaje del 68.52 %, de igual modo, el caso de estudio C102 presenta la cubierta con el 62.96 % y en la vivienda C103 la cubierta se manifiesta con el 59.26 %.

Las siguientes tablas indican los resultados de las valoraciones para los elementos arquitectónicos analizados en los tres casos de estudio, evidenciando que la cubierta presenta el porcentaje más alto de patologías.

| <b>Patologías Vivienda C 101</b> | <b>Porcentaje</b> |
|----------------------------------|-------------------|
| Estructura                       | 61.11 %           |
| <b>Cubierta</b>                  | <b>68.52 %</b>    |
| Fachadas                         | 42.86 %           |
| Espacios Interiores              | 28.89 %           |
| Espacios Exteriores              | 10.00 %           |
| Escaleras                        | 48.15 %           |
| Instalaciones                    | 13.89 %           |

Tabla 3.16: *Patologías del caso de estudio C 101*

**Elaboración:** AUTOR

| <b>Patologías Vivienda C 102</b> | <b>Porcentaje</b> |
|----------------------------------|-------------------|
| Estructura                       | 58.89 %           |
| <b>Cubierta</b>                  | <b>62.96 %</b>    |
| Fachadas                         | 35.71 %           |
| Espacios Interiores              | 35.56 %           |
| Espacios Exteriores              | 10.00 %           |
| Escaleras                        | 59.26 %           |
| Instalaciones                    | 16.67 %           |

Tabla 3.17: *Patologías del caso de estudio C 102*

**Elaboración:** AUTOR

| <b>Patologías Vivienda C-103</b> | <b>Porcentaje</b> |
|----------------------------------|-------------------|
| Estructura                       | 26.67 %           |
| <b>Cubierta</b>                  | <b>59.26 %</b>    |
| Fachadas                         | 27.78 %           |
| Espacios Interiores              | 20.00 %           |
| Espacios Exteriores              | 5.56 %            |
| Escaleras                        | 0.00 %            |
| Instalaciones                    | 19.44 %           |

Tabla 3.18: *Patologías del caso de estudio C 103*

Elaboración: AUTOR

El registro de información recaudado por las fichas de valoración correspondiente a cada caso de estudio se puede apreciar en el anexo 2: Valoración patológica e identificación física del inmueble.

Las valoraciones de los daños presentes en las edificaciones y representados en porcentajes indican que más del 60 % de patologías están presentes en la cubierta y los elementos que la conforman, apreciando deformaciones, pudriciones de la madera, filtraciones de agua, presencia de humedad, entre otros, factores que alteran la estabilidad de este elemento arquitectónico, poniendo en riesgo el patrimonio edificado.

Estos valores han sido necesarios para enfocar la propuesta de protección por diseño en la cubierta,

### 3.3.1. Análisis de las patologías en la cubierta

La cubierta de una vivienda es la solución en la parte superior de las edificaciones, por lo que para su conservación ameritan tres aspectos fundamentales: 1) un correcto diseño que dé solución a las necesidades de la vivienda, 2) mantener un cronograma para realizar el mantenimiento oportuno, y 3) el rápido actuar ante lesiones ocasionados por los agentes atmosféricos.

#### a) Factores no relacionados a la cubierta

Los problemas generados en la cubierta de las tres edificaciones no solo se relacionan con los elementos que lo conforman, sino que también a factores externos como movimientos estructurales generados por movimientos geológicos, movimientos de cimentación causados por los llamados asentamientos diferenciales (Lopez, Rodríguez, Santa Cruz, Torreño, y Ubeda de Mingo, 2004), y por las fuertes corrientes de viento que levemente desplazan los elementos (tejas).

El desplazamiento del entejado ha generado que la lluvia penetre con facilidad al interior de la cubierta, afectando a todos los elementos que la conforman, principalmente al enchacleado, el carrizo presenta pudriciones considerables, ocasionando que el alero colapse casi en su totalidad.

| Patología relacionada con el deterioro en la cubierta                              |   |                               |                |   |               |   |
|--|---|-------------------------------|----------------|---|---------------|---|
|  |   |                               |                |   |               |   |
| Edificación  |   | Elemento                      | Funcionalidad  |   | Estado actual |   |
| C 101  | X | Cama de carrizo o enchacleado | No estructural | X | Malo          | X |
| C 102  |   |                               | Estructural    |   | Regular       |   |
| C 103  |   |                               | Estético       |   | Bueno         |   |
| Patología presente   |   |                               |                |   |               |   |
| Humedad: Filtraciones de agua desde el tejado                                      |   |                               |                |   |               |   |

Tabla 3.19: *Daños enchacleado por desplazamientos teja y filtración de agua*

**Elaboración:** AUTOR

- Deterioro de revoques en los muros

El revoque de las fachadas presenta deterioros puntuales, se observa que el agua lluvia corre a lo largo del muro en forma vertical desgastando notablemente el revestimiento. Estas lesiones son causadas por las entrantes de agua desde la cubierta, las tejas se han desplazado impidiendo que el agua lluvia siga su trayecto (canal del entejado). Estas filtraciones tienen un trayecto que nacen desde el entejado, pasando por el enchacleado y por todos los elementos de madera que componen la cubierta.

| Patología relacionada con el deterioro en la cubierta |   |                               |                |   |               |   |
|---|---|-------------------------------|----------------|---|---------------|---|
|   |   |                               |                |   |               |   |
| Edificación   |   | Elemento                      | Funcionalidad  |   | Estado actual |   |
| C 101   | X | Revoque en los muros de carga | No estructural | X | Malo          | X |
| C 102   | X |                               | Estructural    |   | Regular       |   |
| C 103   | X |                               | Estético       |   | Bueno         |   |
| Patología presente                                    |   |                               |                |   |               |   |
| Humedad: Desprendimiento de revoque                   |   |                               |                |   |               |   |

Tabla 3.20: Deterioro del revoque ocasionados por filtraciones de agua

Elaboración: AUTOR

b) Ataques generados por agentes bióticos

1. Ataques de insectos

Coleópteros: Anóbidos

La madera es un material que brinda excelentes propiedades favorables para su uso como una alta resistencia mecánica, buenas prestaciones térmicas, acústicas y eléctricas, principalmente un gran valor estético a las edificaciones (Liotta, 2000), también están los factores negativos. Al ser la madera un material compuesto mayormente por celulosa y lignina es vulnerable a los ataques de agentes bióticos, mismos que para su reproducción necesitan cuatro condiciones (Fritz, 2004):

- La madera como elemento nutricional (celulosa y lignina),
- Temperatura entre el 30 y 50 C, siendo lo óptimo 37 C,
- Humedad entre el 20 % y el 140 %,
- Suficiente oxígeno para la subsistencia de los micro organismos, que para su desarrollo necesitan factores que se relacionan con la temperatura (37 ) y la humedad (20 y 50 %).

Los anóbidos pertenecen a la familia de los coleópteros o comúnmente conocidos como Carmona polilla, gorgojo, entre otros. Estos insectos miden entre 1 a 2mm de diámetro y su mejor ambiente para el desarrollo es la humedad. Los síntomas se detectan cuando la larva sale del interior del elemento estructural y deja residuos de aserrín en los alrededores de los orificios. Tabla 16.

| Patologías en la cubierta  |          |                      |                |   |               |   |
|--|----------|----------------------|----------------|---|---------------|---|
|  |          |                      |                |   |               |   |
| Edificación  | Elemento |                      | Funcionalidad  |   | Estado actual |   |
| C 101  |          | Envigado de cubierta | No estructural |   | Malo          |   |
| C 102  | X        |                      | Estructural    | X | Regular       | X |
| C 103  |          |                      | Estético       |   | Bueno         |   |
| Patología presente   |          |                      |                |   |               |   |
| Ataques generado por insectos coleópteros: anóbidos                                |          |                      |                |   |               |   |

Tabla 3.21: *Daños en envigado de cubierta por insectos coleópteros*

Elaboración: AUTOR

## 2. Ataques de hongos

### Moho

Se presentan en forma de algodón fino y su capacidad de agresión depende de la temperatura y la humedad (Fritz, 2010). Por las filtraciones de agua y la constante humedad dentro de la vivienda ha ocasionado que los pares de cubierta presenten ataques generados por el moho, estos ataques son superficiales, no altera las propiedades mecánicas y se pueden eliminar cepillando o lijando la madera, sin embargo, si no se realiza una intervención temprana en el área afectada podría favorecer a que los hongos de pudrición ingresen con facilidad, de aquí la importancia de intervenir oportunamente en las lesiones de la madera.

| Patologías en la cubierta  |          |                 |                |   |               |   |
|--|----------|-----------------|----------------|---|---------------|---|
|  |          |                 |                |   |               |   |
| Edificación  | Elemento |                 | Funcionalidad  |   | Estado actual |   |
| C 101  | X        | Par de cubierta | No estructural |   | Malo          |   |
| C 102  |          |                 | Estructural    | X | Regular       | X |
| C 103  |          |                 | Estético       |   | Bueno         |   |
| Patología presente   |          |                 |                |   |               |   |
| Ataques generado por hongos: Moho  |          |                 |                |   |               |   |

Tabla 3.22: *Daños generados en los pares de cubierta por hongos: moho*

Elaboración: AUTOR

| Patologías en la cubierta  |   |                      |                |   |               |   |
|--|---|----------------------|----------------|---|---------------|---|
|  |   |                      |                |   |               |   |
| Edificación  |   | Elemento             | Funcionalidad  |   | Estado actual |   |
| C 101  | X | Envigado de cubierta | No estructural |   | Malo          |   |
| C 102  |   |                      | Estructural    | X | Regular       | X |
| C 103  |   |                      | Estético       |   | Bueno         |   |
| Patología presente   |   |                      |                |   |               |   |
| Ataques generados por presencia de moho  |   |                      |                |   |               |   |

Tabla 3.23: *Daños generados en el envigado de cubierta por ataques de moho*

**Elaboración:** AUTOR

### Hongos cromógenos

Son hongos que se han alimentado de la albura de la madera, no afectan las paredes de los canecillos tampoco la parte estructural. Los efectos del ataque de estos hongos se aprecian en el cambio de color de la madera, esta tonalidad varía dependiendo del hongo, pudiendo ser de color pardo, rojiza, amarilla o verdosa (Reyes y Zaruma, 2017). Son hongos inofensivos y las afecciones mayores están reflejadas en la parte estética del elemento arquitectónico, sin embargo, son el inicio para que los hongos de pudrición se desarrollen.

| Patologías en la cubierta  |   |            |                |   |               |   |
|--|---|------------|----------------|---|---------------|---|
|  |   |            |                |   |               |   |
| Edificación  |   | Elemento   | Funcionalidad  |   | Estado actual |   |
| C 101  | X | Canecillos | No estructural | X | Malo          |   |
| C 102  |   |            | Estructural    |   | Regular       | X |
| C 103  |   |            | Estético       |   | Bueno         |   |
| Patología presente   |   |            |                |   |               |   |
| Humedad: Ataques generados por hongos cromógenos de revoque                          |   |            |                |   |               |   |

Tabla 3.24: *Daños en canecillos por ataques de hongos cromógenos*

**Elaboración:** AUTOR

| Patologías en la cubierta  |          |               |                |               |         |   |
|--|----------|---------------|----------------|---------------|---------|---|
|  |          |               |                |               |         |   |
| Edificación  | Elemento | Funcionalidad |                | Estado actual |         |   |
| C 101  |          | Alero         | No estructural | X             | Malo    |   |
| C 102  | X        |               | Estructural    |               | Regular | X |
| C 103  |          |               | Estético       |               | Bueno   |   |
| Patología presente   |          |               |                |               |         |   |
| Ataques generados por hongos cromógenos  |          |               |                |               |         |   |

Tabla 3.25: Daños generados en el alero por ataques de hongos cromógenos

Elaboración: AUTOR

### Hongos de pudrición

Los hongos de pudrición se alimentan de los componentes de la pared celular, afectando de forma íntegra a la madera, al inicio no son detectables porque están ocultos en la parte interior y el daño comienza a ser notorio cuando aparece la pudrición. A este tipo de ataques se debe prestar total atención, el peso de la madera se pierde y con ello las propiedades mecánicas disminuyen hasta quedar nulas, los ataques se deben considerar peligrosos para la integridad de la estructura.

Este tipo de hongos generan dos tipos de pudriciones, la blanca o fibrosa y la parda o cúbica. En la pudrición blanca los hongos se alimentan mayormente de la lignina, dejando como resultado un color blanco de textura fibrosa.

| Patologías en la cubierta  |          |                      |                |               |         |   |
|--|----------|----------------------|----------------|---------------|---------|---|
|  |          |                      |                |               |         |   |
| Edificación  | Elemento | Funcionalidad        |                | Estado actual |         |   |
| C 101  | X        | Envigado de cubierta | No estructural |               | Malo    | X |
| C 102  |          |                      | Estructural    | X             | Regular |   |
| C 103  |          |                      | Estético       |               | Bueno   |   |
| Patología presente   |          |                      |                |               |         |   |
| Hongos de pudrición: Pudrición blanca  |          |                      |                |               |         |   |

Tabla 3.26: Pudrición blanca presente en el envigado de cubierta

Elaboración: AUTOR

La pudrición parda también está presente en las cubiertas analizadas, se caracteriza por atacar la madera de forma longitudinal y transversal formando cubos que fácilmente son desprendibles. Estos ataques son muy perjudiciales porque no solo afectan de manera considerable la madera sino consigo están presentes larvas que afectan aún más el elemento arquitectónico.

| Patologías en la cubierta  |          |                |   |               |   |  |
|--|----------|----------------|---|---------------|---|--|
|  |          |                |   |               |   |  |
| Edificación  | Elemento | Funcionalidad  |   | Estado actual |   |  |
| C 101  |          | No estructural |   | Malo          |   |  |
| C 102  | X        | Estructural    | X | Regular       | X |  |
| C 103  |          | Estético       |   | Bueno         |   |  |
| Patología presente   |          |                |   |               |   |  |
| Hongos de pudrición: Pudrición blanca  |          |                |   |               |   |  |

Tabla 3.27: *Pudrición blanca presente en el envigado de cubierta*

Elaboración: AUTOR

| Patologías en la cubierta  |          |                |   |               |   |  |
|--|----------|----------------|---|---------------|---|--|
|  |          |                |   |               |   |  |
| Edificación  | Elemento | Funcionalidad  |   | Estado actual |   |  |
| C 101  |          | No estructural |   | Malo          | X |  |
| C 102  | X        | Estructural    | X | Regular       |   |  |
| C 103  |          | Estético       |   | Bueno         |   |  |
| Patología presente   |          |                |   |               |   |  |
| Hongos de pudrición: Pudrición Parda   |          |                |   |               |   |  |

Tabla 3.28: *Pudrición parda presente en la limatesa de cubierta*

Elaboración: AUTOR

### c) Ataques generados por agentes abióticos

#### Pérdida de humedad

Cuando la madera está en estado “verde” posee una humedad muy alta, al pasar el tiempo se produce el secado natural y con ello se genera la pérdida de humedad, alterando la parte física del elemento. Dichas deformaciones pueden ser pandeos, grietas,

encogimiento, rajaduras, entre otros. Este fenómeno desequilibra a los elementos que están sobre, por debajo o a un lado del elemento que presenta esta patología.

Los casos de estudio presentan estas considerables deformaciones físicas en el cumbrero, en el envigado de cubierta y en las vigas soleras, elementos estructurales que ponen en riesgo la estabilidad de la cubierta.

| Patologías en la cubierta  |          |               |                |               |         |   |
|--|----------|---------------|----------------|---------------|---------|---|
|  |          |               |                |               |         |   |
| Edificación  | Elemento | Funcionalidad |                | Estado actual |         |   |
| C 101  | X        | Cumbrero      | No estructural |               | Malo    |   |
| C 102  |          |               | Estructural    | X             | Regular | X |
| C 103  |          |               | Estético       |               | Bueno   |   |
| Patología presente   |          |               |                |               |         |   |
| Pérdida de humedad: Deformación física, partidura longitudinal                     |          |               |                |               |         |   |

Tabla 3.29: Partiduras longitudinales en el cumbrero

Elaboración: AUTOR

| Patologías en la cubierta  |          |                    |                |               |         |   |
|--|----------|--------------------|----------------|---------------|---------|---|
|  |          |                    |                |               |         |   |
| Edificación  | Elemento | Funcionalidad      |                | Estado actual |         |   |
| C 101  |          | Solera de cubierta | No estructural |               | Malo    |   |
| C 102  | X        |                    | Estructural    | X             | Regular | X |
| C 103  |          |                    | Estético       |               | Bueno   |   |
| Patología presente   |          |                    |                |               |         |   |
| Pérdida de humedad: Deformación física, partidura longitudinal                       |          |                    |                |               |         |   |

Tabla 3.30: Partiduras longitudinales en la viga solera de cubierta

Elaboración: AUTOR

| Patologías en la cubierta  |          |                    |                |   |               |   |
|--|----------|--------------------|----------------|---|---------------|---|
|  |          |                    |                |   |               |   |
| Edificación  | Elemento |                    | Funcionalidad  |   | Estado actual |   |
| C 101  |          | Solera de cubierta | No estructural |   | Malo          |   |
| C 102  |          |                    | Estructural    | X | Regular       | X |
| C 103  | X        |                    | Estético       |   | Bueno         |   |
| Patología presente   |          |                    |                |   |               |   |
| Pérdida de humedad: Deformación física, partidura longitudinal                     |          |                    |                |   |               |   |

Tabla 3.31: *Partiduras longitudinales en el envigado de cubierta*

Elaboración: AUTOR

### Roturas en pares o cumbreros

Esta patología se da al existir una sobrecarga del entejado, pero comúnmente se genera por la presencia de hongos de humedad o ataques xilófagos (Lopez, Rodríguez, y cols., 2004), las filtraciones de agua son muy comunes en este tipo de patologías. Al disponer de un par de cubierta roto el sistema estructural de la cubierta se ve afectado parcialmente, los otros elementos actúan como apoyo adicional. Al disponer de un elemento fracturado comienza un debilitamiento paulatino del resto de elementos, razón por la cual es necesario remplazar todas las piezas lesionadas para preservar el resto de la estructura.

| Patologías en la cubierta  |          |                 |                |   |               |   |
|--|----------|-----------------|----------------|---|---------------|---|
|  |          |                 |                |   |               |   |
| Edificación  | Elemento |                 | Funcionalidad  |   | Estado actual |   |
| C 101  |          | Par de cubierta | No estructural |   | Malo          | X |
| C 102  |          |                 | Estructural    | X | Regular       |   |
| C 103  | X        |                 | Estético       |   | Bueno         |   |
| Patología presente   |          |                 |                |   |               |   |
| Punto máximo de flexión: rotura del par de cubierta                                  |          |                 |                |   |               |   |

Tabla 3.32: *Rotura total del par de cubierta*

Elaboración: AUTOR

### 3.3.2. Interpretación del análisis de la cubierta

Sin duda alguna, el transcurso del tiempo ha generado una diversidad de patologías que han afectado los distintos elementos de la construcción con sus respectivos componentes, estas patologías no solo afectan a este elemento arquitectónico, sino al resto de elementos que conforman la vivienda. La filtración de agua es un factor que se analiza detenidamente y amerita tomarse en consideración en la propuesta de conservación del patrimonio, su reparación debe realizarse de forma rápida, pues mantener una cubierta en malas condiciones colabora para el deterioro rápido de la vivienda. Al resolver estas patologías se puede mejorar aspectos como:

- la forma estética de la vivienda
- preservar los elementos que conforman la cubierta: cumbrero, pares de cubierta, soleras, entre otros
- mantener el sistema constructivo de la cama de carrizo
- conservar los revoques en los muros de carga
- disponer de fachadas estéticamente aceptables

De la misma manera se lograría evitar:

- filtraciones de agua generadas desde la cubierta
- humedad en las paredes de los muros de carga
- presencia de hongos por la constante humedad
- desplazamientos del entejado generados por las corrientes de viento
- desgaste de pisos y sobrecimientos generados por el impacto de la caída del agua con el piso natural.

En la propuesta, se tomará en consideración los parámetros antes mencionados que son el resultado de las valoraciones patológicas realizadas a cada uno de los casos de estudio.

### 3.3.3. Protección de la madera en servicio

La madera al ser un material orgánico, está formado principalmente por celulosa y lignina, lo que le convierte en un material propicio como medio de alimentación de hongos e insectos. Por tal razón, se debe tomar las consideraciones adecuadas para la protección de la madera en servicio. Esta protección tiene la finalidad de preservar la madera mediante

el uso de productos protectores que permitan a este material a permanecer en estado seco, de esta manera se puede controlar o disminuir el ataque generado por agentes bióticos.

La protección que se propone es de carácter preventivo, con una aplicación de productos protectores de forma superficial, estos productos pueden ser:

Insecticidas: protegen ataques generados por insectos xilófagos.

Fungicidas: protegen acciones generados por los hongos y mohos. Estos productos pueden ser aquellos que contienen CCA, (cromo cobre y arsénico).

Estos productos pueden ser aplicados mediante una brocha, pulverizadores o inmersión rápida en la madera (Fritz, 2004), el producto que penetra es mínimo, pero es suficiente para combatir daños superficiales.

Una vez aplicados estos productos protectores, se puede generar una protección de carácter estético. Esto se logra mediante la aplicación de tintes en la madera, esto evita a que los rayos ultravioletas generados por la radiación solar deterioren la cromática de la madera.

Como último paso para la protección de la madera en servicio se aplica de forma superficial productos micro porosos o hidro repelentes, estos productos son transpirables, no forma pieles, no cuartea, son resistentes a los rayos U.V. y principalmente impiden que la humedad ingrese al interior de la madera. Esta protección es indispensable para evitar ataques generados tanto por agentes bióticos como abióticos.

La madera empleada en la construcción es un excelente material, brinda grandes posibilidades que ayuda a combatir la crisis ecológica que actualmente sufre el medio ambiente, solamente se debe conocer las características del material y tener claras las posibilidades de preservarlas. Este material biodegradable ha sido indispensable para la construcción, con un adecuado tratamiento puede competir con otros materiales que actualmente se utilizan en la construcción, e incluso convertirse en el material de mayor uso en el futuro.

### **3.4. Protección por diseño**

Las edificaciones que utilizan la madera como elemento estructural se materializan mediante la unión de dos o más elementos que convergen en un mismo punto. Estas uniones o nudos son considerados como los sectores más vulnerables de las construcciones de madera, por tal razón deben ser resueltos tomando en consideración tres aspectos fundamentales (Durán y Aranda, 2004):

- Estructurales: se considera la resistencia y transmisión de cargas de los elementos,
- Arquitectónicos: predomina la parte estética, es decir si los nudos son notorios u ocultos,
- Constructivos: es la materialización de las uniones, su forma constructiva.

Las uniones o nudos se clasifican de la siguiente manera:

- Empalmes: cuando las uniones de dos elementos se realizan a través de sus testas.
- Acoplamiento: cuando se genera una sobre posición de los elementos.
- Ensamble: cuando los elementos a unirse forman un ángulo determinado

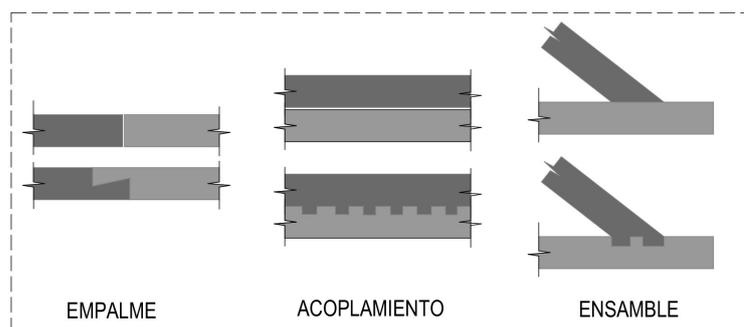


FIGURA 3.8: *Empalmes, acoplamiento y ensamble*

**Fuente:** Corma, 2004

**Elaboración:** Propia

Para la materialización de estos nudos existen diferentes elementos de anclaje en las que predominan:

- - Clavos: es el sistema de anclaje más común en los entramados tradicionales ligeros. Son de forma cilíndrica compuesto de acero galvanizado.
- Tornillos: poseen un fuste cilíndrico liso y un tramo de rosca, la capacidad mecánica es superior a la de los clavos, pero inferior a la de los bulones.
- Bulones o pernos: dispones de un fuste o vástago cilíndrico, con una cabeza, arandela y tuerca. sirven para unir de una forma directa, madera-madera, madera-acero. Su transmisión de carga es muy alta por lo que son muy útiles para la unión de madera aserrada.
- Tirafondos: es una combinación entre el tornillo y el perno, posee una cabeza cuadrada o hexagonal y una rosca cónica que generalmente es el 50 % del largo total. Se usa frecuentemente cuando la tuerca no es estéticamente agradable a la vista o donde es complicado colocar un perno.
- Conectores metálicos: existe una diversidad muy amplia de conectores, brinda la versatilidad de unir diferentes elementos mediante un diseño específico de conector metálico pudiendo ser de anillo, de placa, dentado, entre otros.

Al estar la vivienda expuesta a las diferentes condiciones climáticas es vulnerable a sufrir daños ocasionados por la humedad, lluvia, sol, viento, ataques de agentes biológicos e incluso por los movimientos sísmicos e incendios. De aquí la importancia de una correcta protección por diseño para controlar patologías presentes y prevenir afecciones futuras (Pique y Junta del Acuerdo de Cartagena, 1984).

### 3.5. Propuesta de mejoramiento de uniones

En los tres casos de estudio el sistema de anclaje que se ha utilizado para las uniones de madera es el uso de clavos galvanizados, tanto para elementos estructurales como no estructurales. Este elemento de fijación simple y fácil aplicación se caracteriza por ser capaz de transmitir esfuerzos de un elemento a otro en una estructura (Durán y Aranda, 2004), además, su constante uso obedece a que son prácticos y económicos.

El clavo galvanizado cumplió con las necesidades al momento de la construcción de la vivienda, sin embargo, en la actualidad, por las constantes patologías que la edificación presenta y por el uso incorrecto de estos elementos se evidencia que los clavos empleados no responden a las necesidades de cada uno de los casos de estudio, pues el uso del clavo galvanizado debe estar sujeto a la norma NCh 1198 (Madera-Construcciones en madera-Cálculo) (Fritz, 2004).

De esto tiene mucha responsabilidad el eucalipto, especie empleada en la construcción. Esta madera al ser un material anisótropico, presenta considerables deformaciones físicas, especialmente en los puntos críticos: nudos o uniones. Estas uniones clavadas tienden a deformarse por la transmisión del esfuerzo que tiende a rajar la madera, en ciertos casos expulsándolos de su ubicación original.

Por tal razón, la propuesta de mejoramiento de uniones (empalmes, ensamble y acoplamiento) se basa en reemplazar los clavos empleados originalmente por conectores metálicos y pernos estructurales que mejoran la eficiencia, seguridad y estética de la construcción en madera, además, demuestran un mejor comportamiento estructural que el clavo. Los conectores metálicos pueden ser empleados en entramados de piso, tabiquería, y otros elementos.

Para protección por diseño y mejoramiento de uniones propuesta en este trabajo investigativo se ha basado en las normas y recomendaciones planteadas en los siguientes documentos:

- NEC-SE-MD. Norma Ecuatoriana de la construcción. Capítulo: “Estructuras de madera”.
- JUNAC. Junta del acuerdo de Cartagena. “Manual de Diseño para maderas del grupo Andino”. Capítulo 6: Protección por diseño, Sección 6.1: Protección ante la humedad y los hongos, Sección 6.4: Protección contra los insectos xilófagos, Sección 6.5: Protección contra los sismos.

- JUNAC. Junta del acuerdo de Cartagena. “Cartilla de construcción con madera”. Capítulo 11: Comportamiento y protección contra sismos, Capítulo 13: Sistemas Estructurales, Capítulo 14: Uniones estructurales.
- CORMA. Corporación Chilena de la madera. “Manual de la construcción de viviendas de madera”. Unidad 6: Sistemas estructurales, Unidad 7: Uniones en la madera.

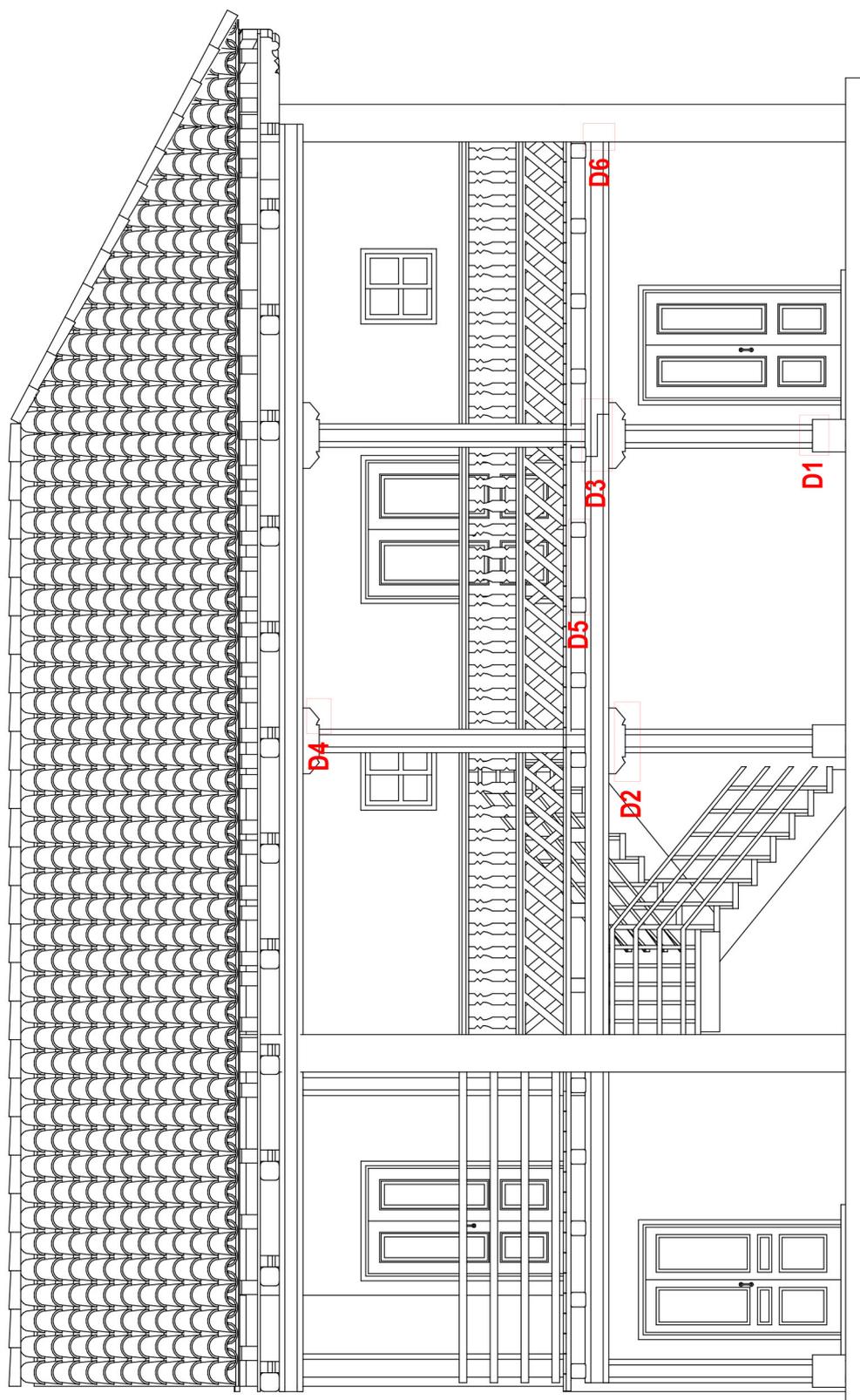


FIGURA 3.9: *Ubicación de detalles, fachada frontal*

Elaboración: Propia

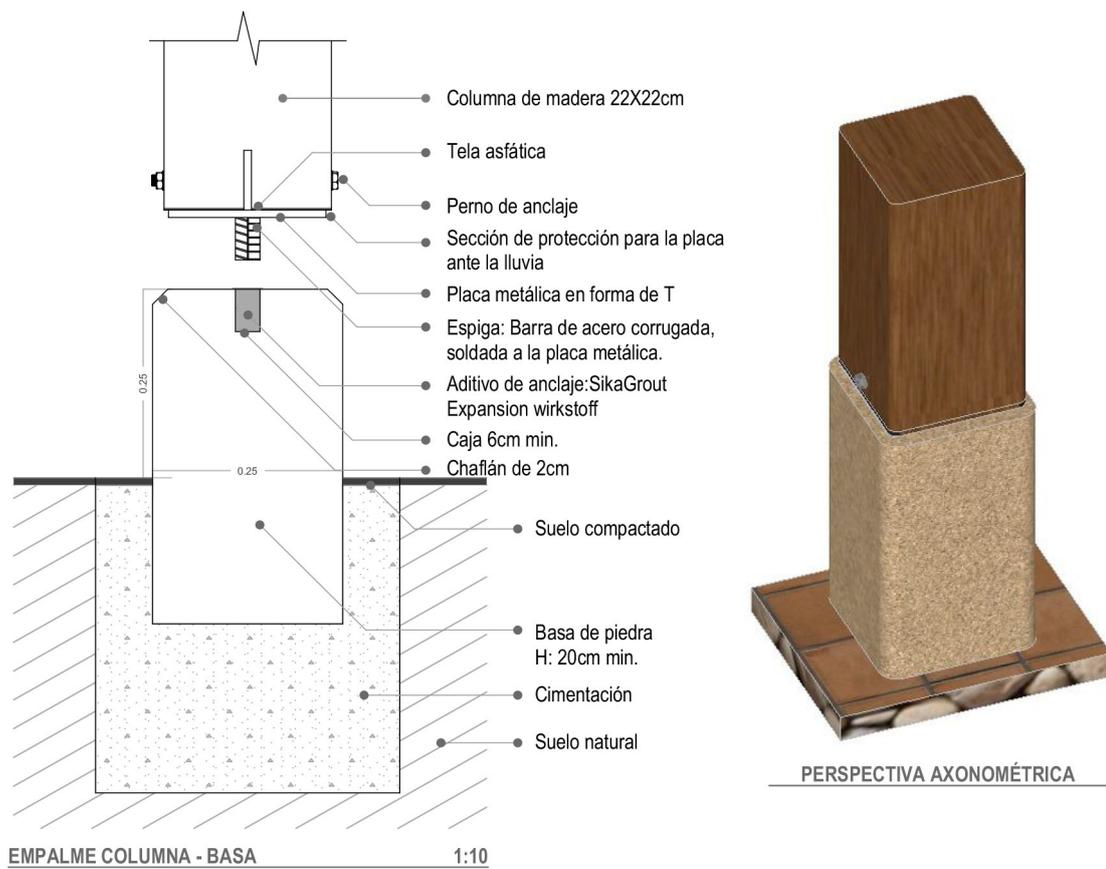
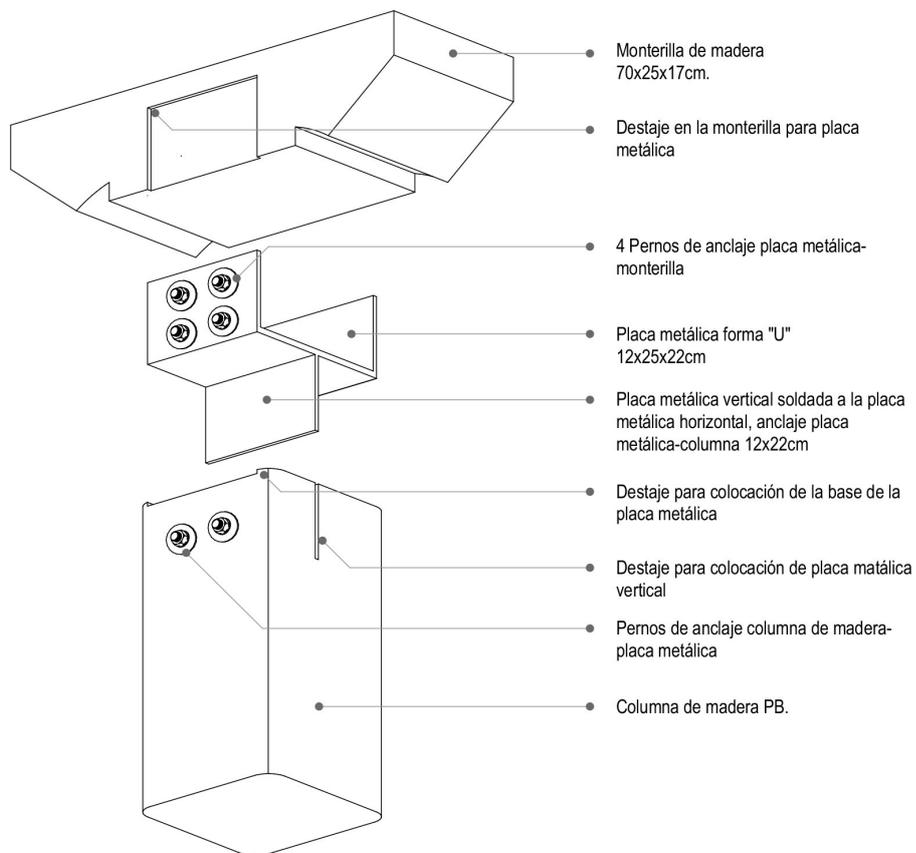


FIGURA 3.10: *Detalle D1: Empalme Columna-Basa*

Elaboración: Propia



ENSAMBLE COLUMNA-MONTERILA

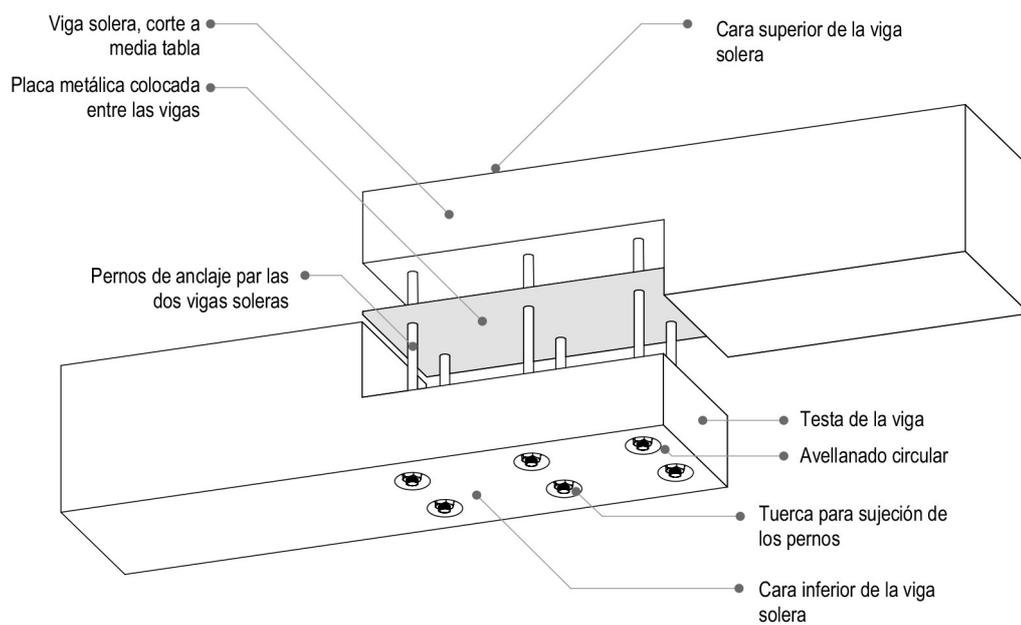
1:10



PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA

FIGURA 3.11: *Detalle D2: Ensamble Columna-Monterilla*

**Elaboración:** Propia



EMPALME DE VIGAS SOLERAS

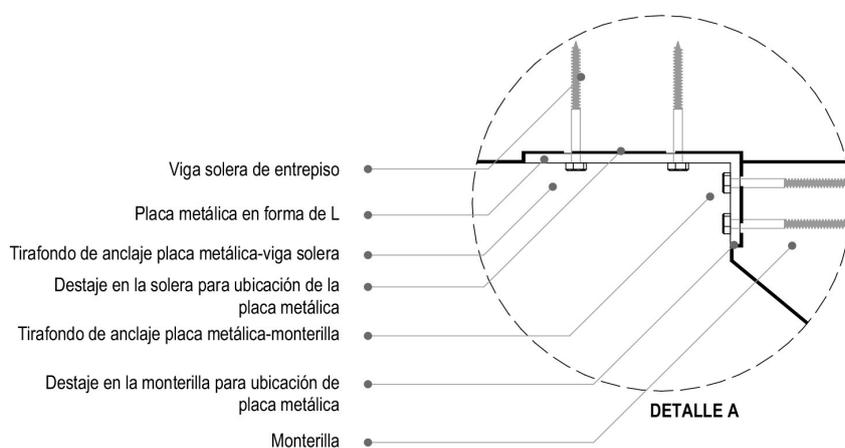
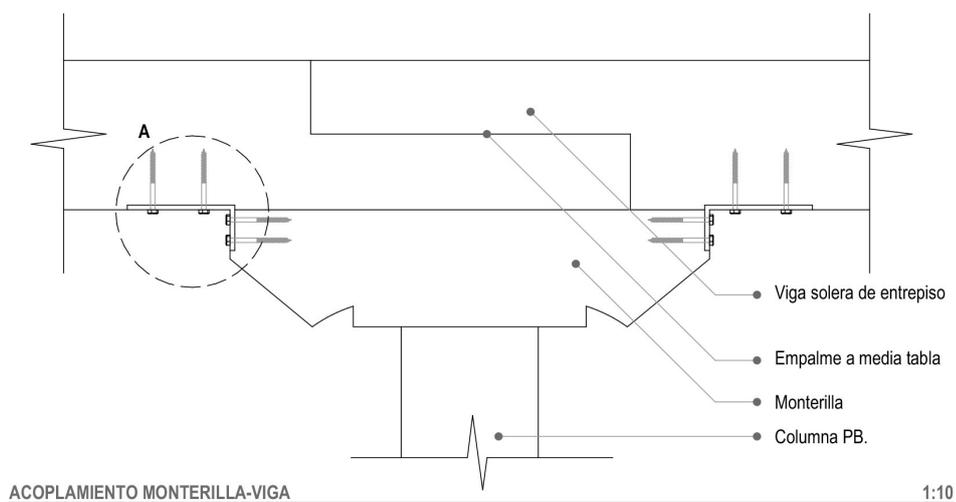
1:10



PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA

FIGURA 3.12: *Detalle D3: Empalme de vigas soleras*

Elaboración: Propia



PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA

FIGURA 3.13: *Detalle D4: Acoplamiento Monterilla-Viga*

Elaboración: Propia

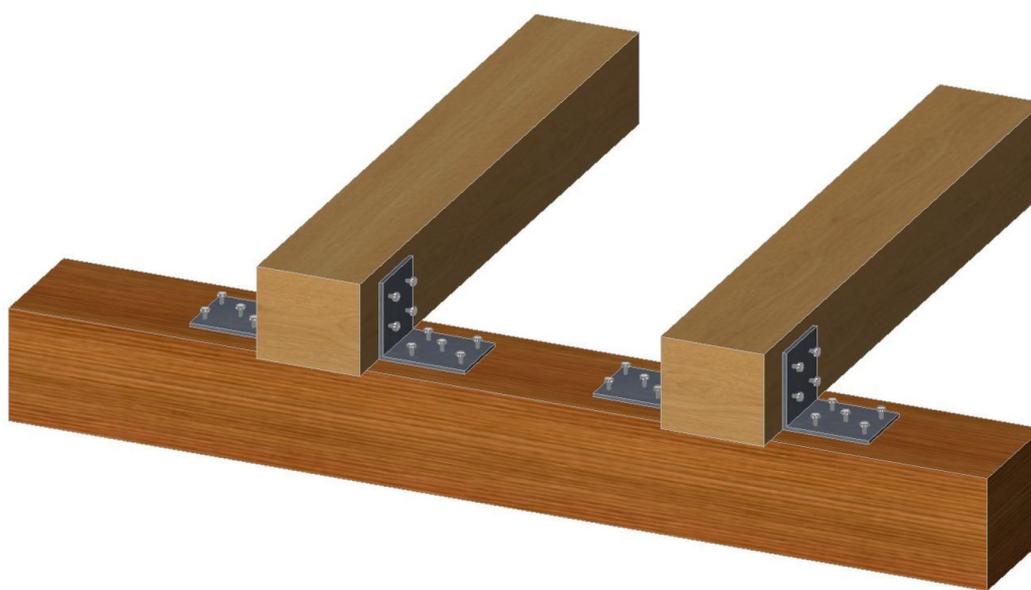
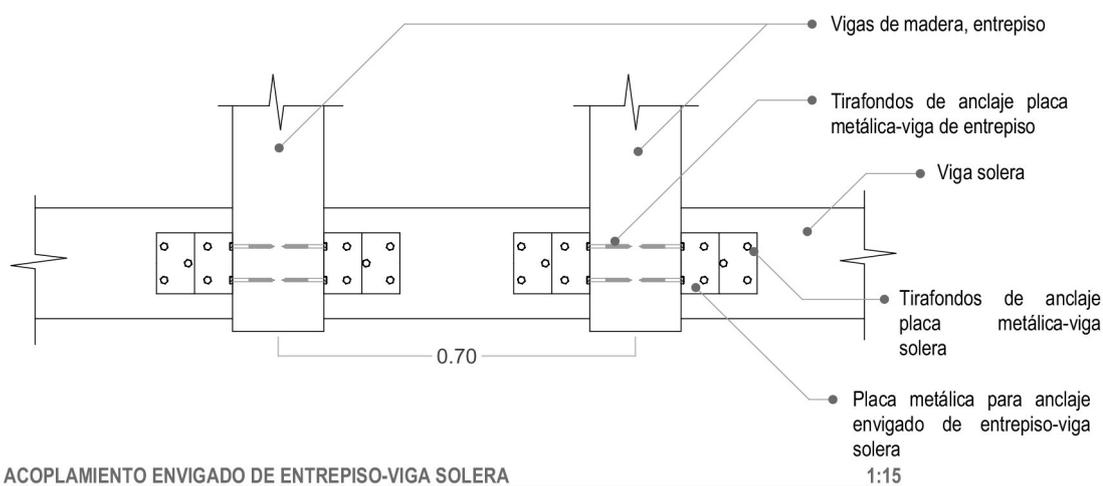
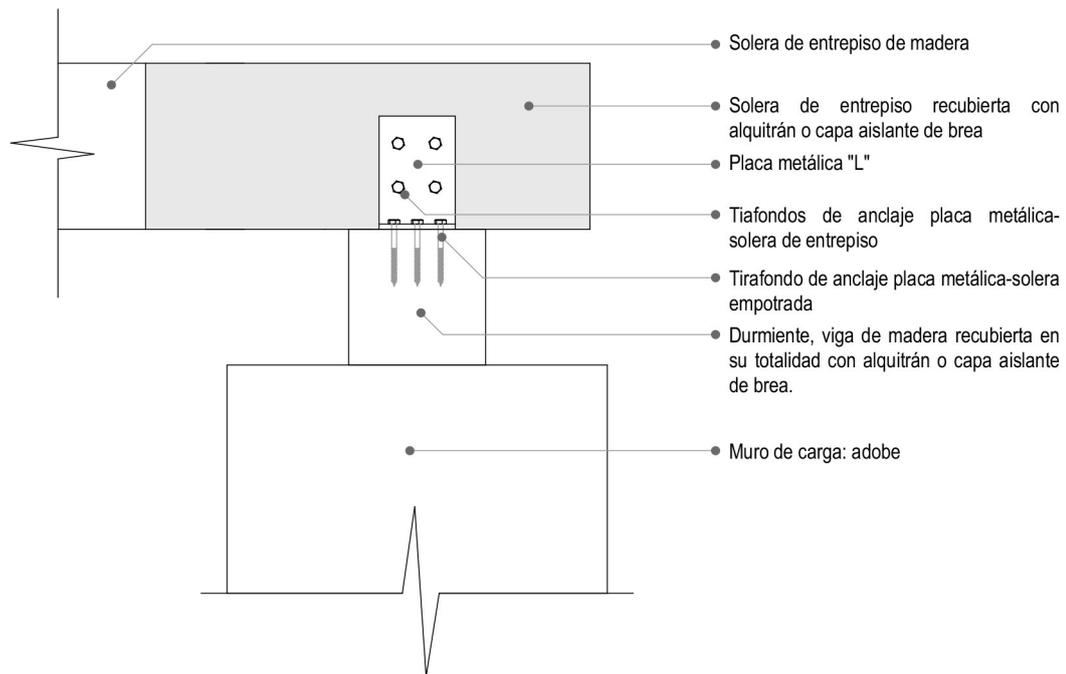


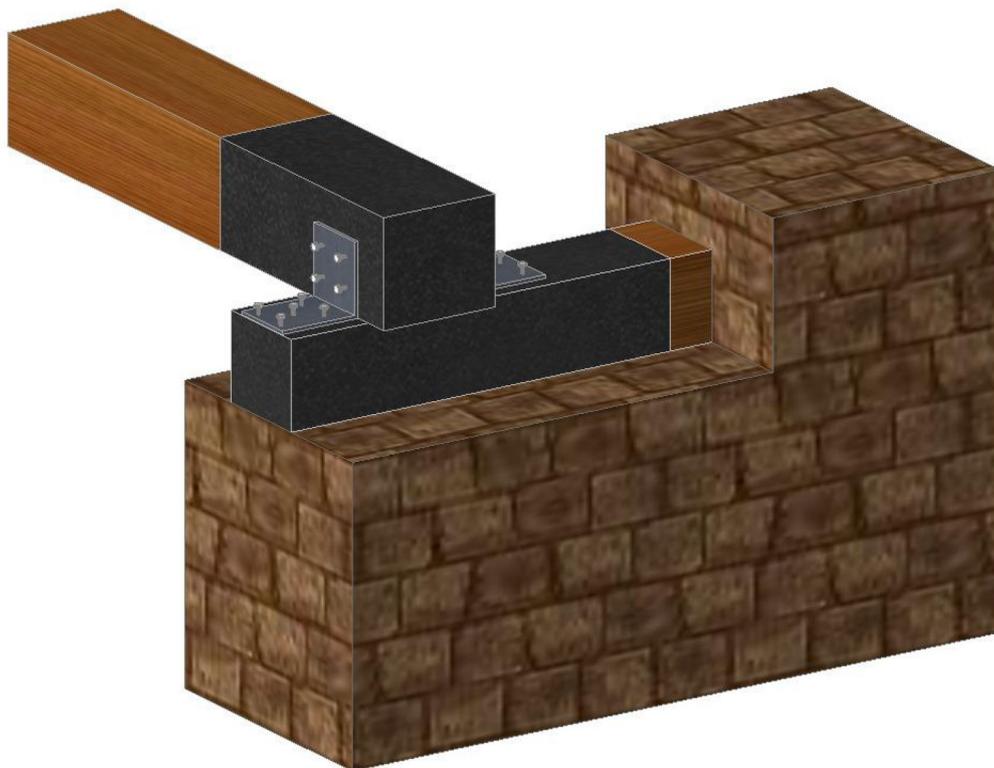
FIGURA 3.14: *Detalle D5: Acoplamiento Envigado de entrepiso-viga solera*

Elaboración: Propia



ACOPLAMIENTO SOLERA DE ENTREPISO-MURO

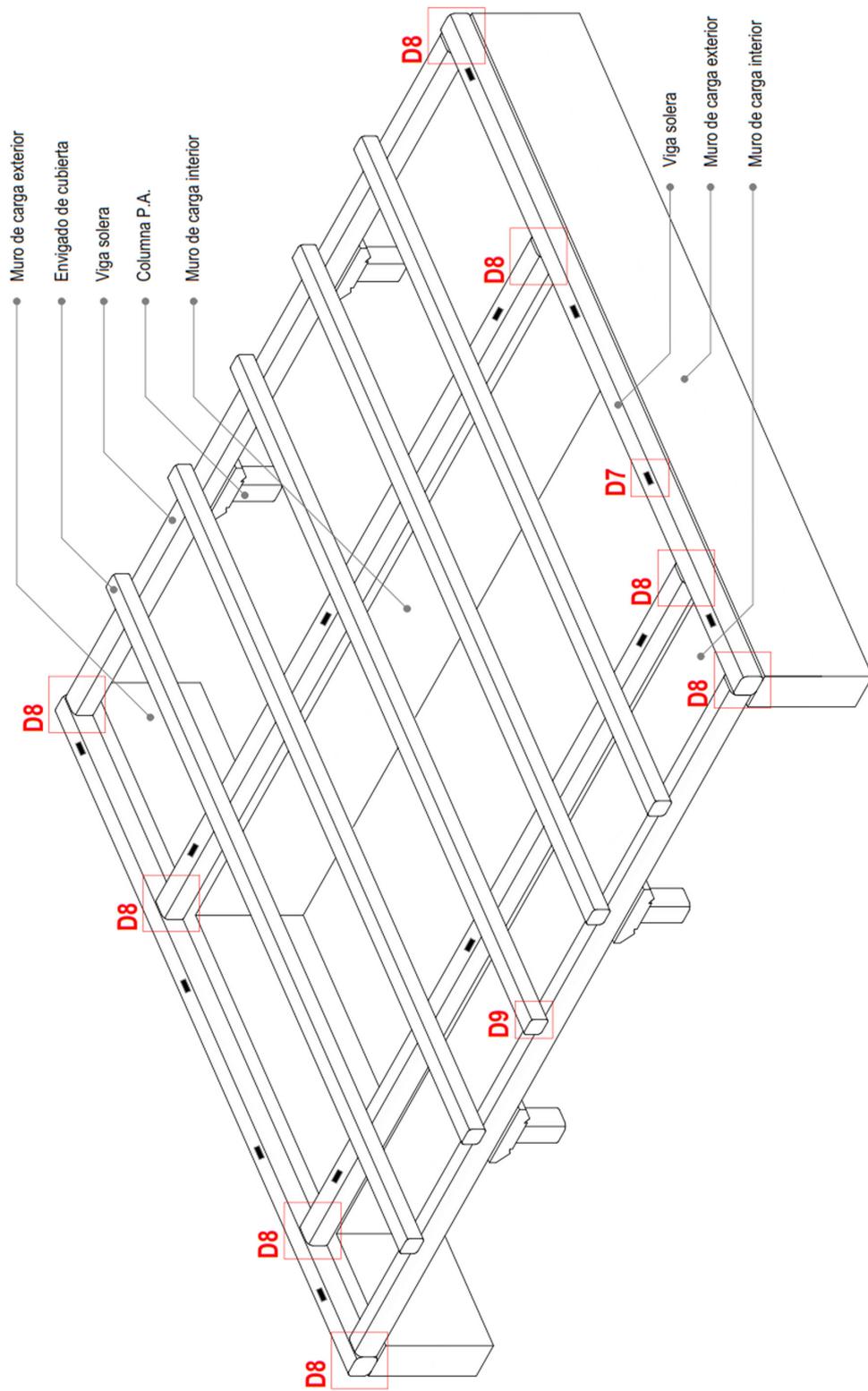
1:10



PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA

FIGURA 3.15: *Detalle D6: Acoplamiento solera de entrapiso-muro*

Elaboración: Propia

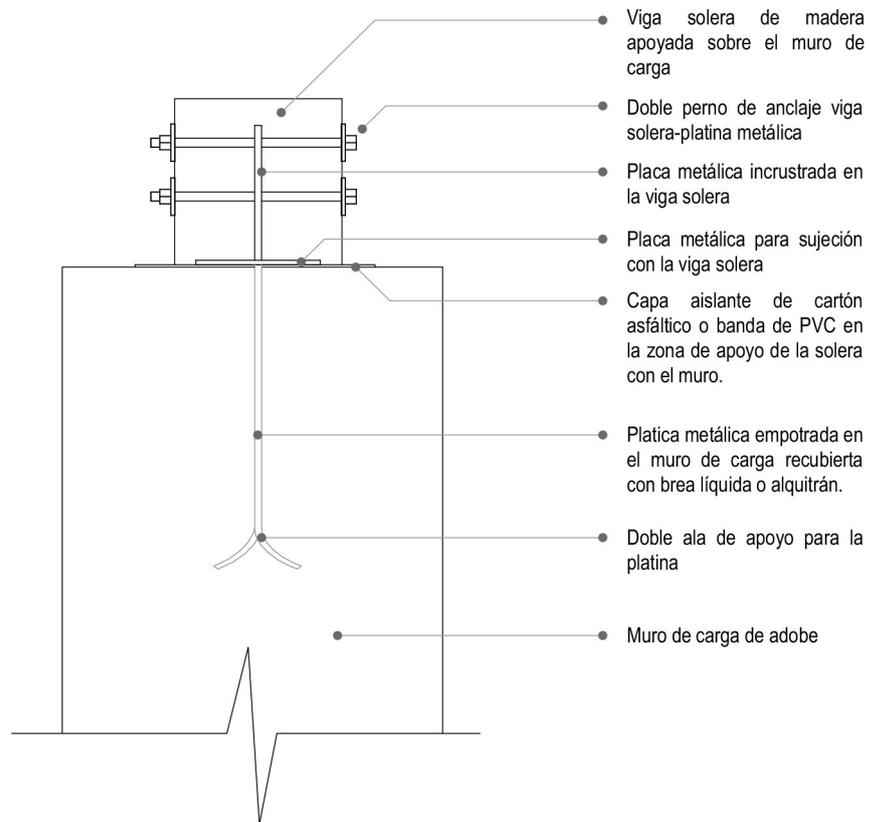


1:60

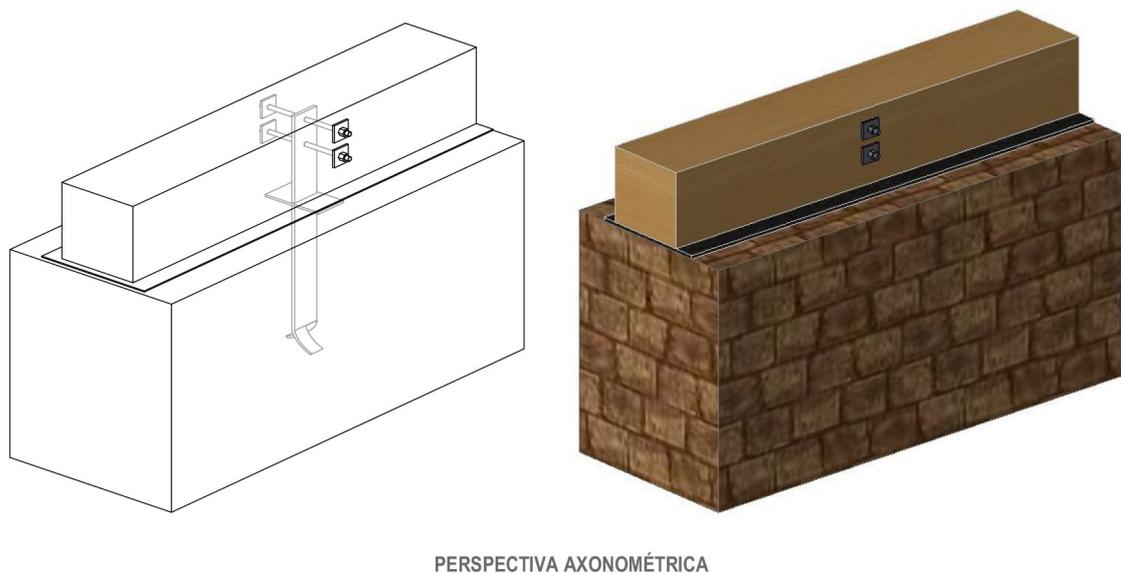
CONJUNTO DE CUBIERTA

FIGURA 3.16: *Ubicación de detalles, conjunto de cubierta*

Elaboración: Propia



ACOPLAMIENTO VIGA SOLERA-MURO DE CARGA 1:10



PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA

FIGURA 3.17: *Detalle D7: Acoplamiento viga solera-muro de carga*

**Elaboración:** Propia

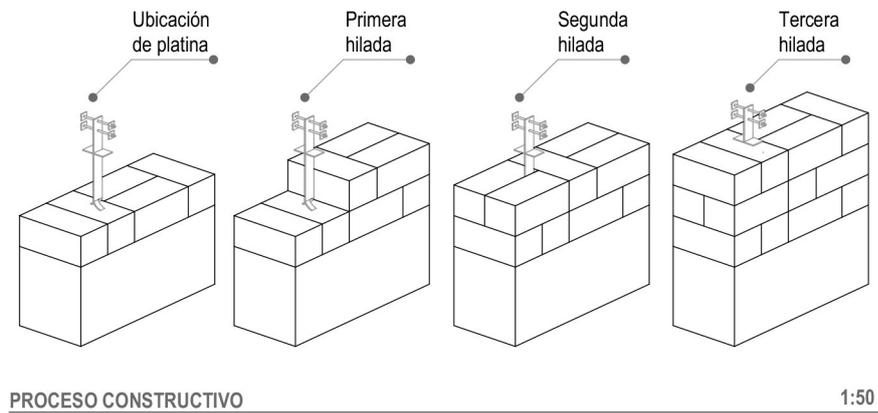
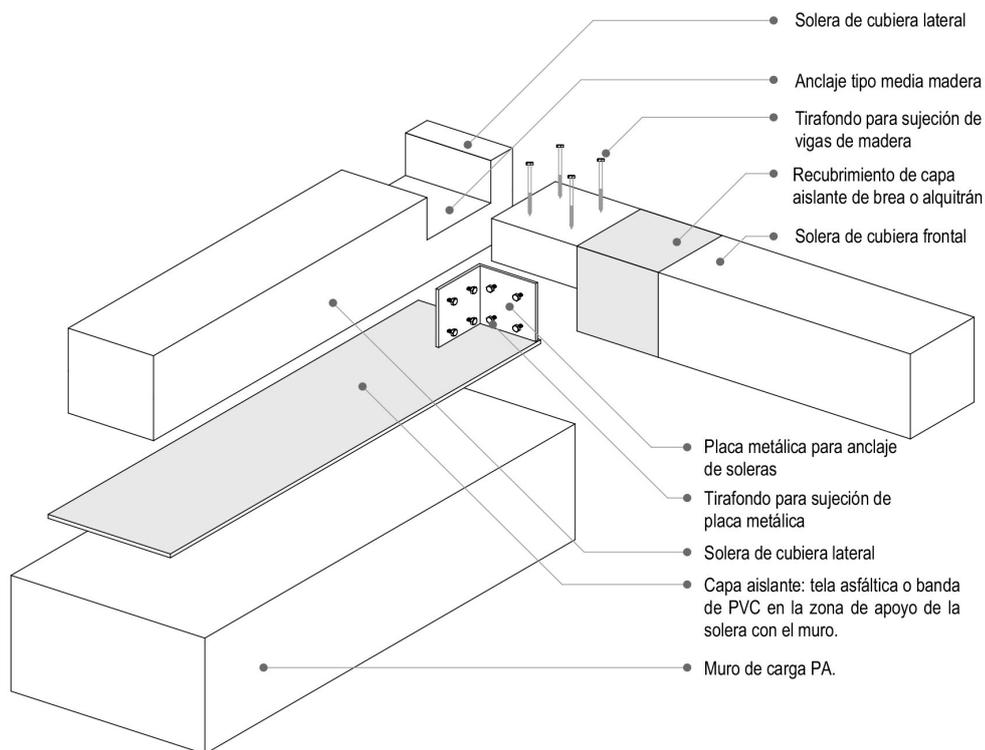


FIGURA 3.18: *Detalle D7: Proceso constructivo de ubicación de platina*  
**Elaboración:** Propia



ENSAMBLE DE SOLERA DE CUBIERTA-VIGA

1:15

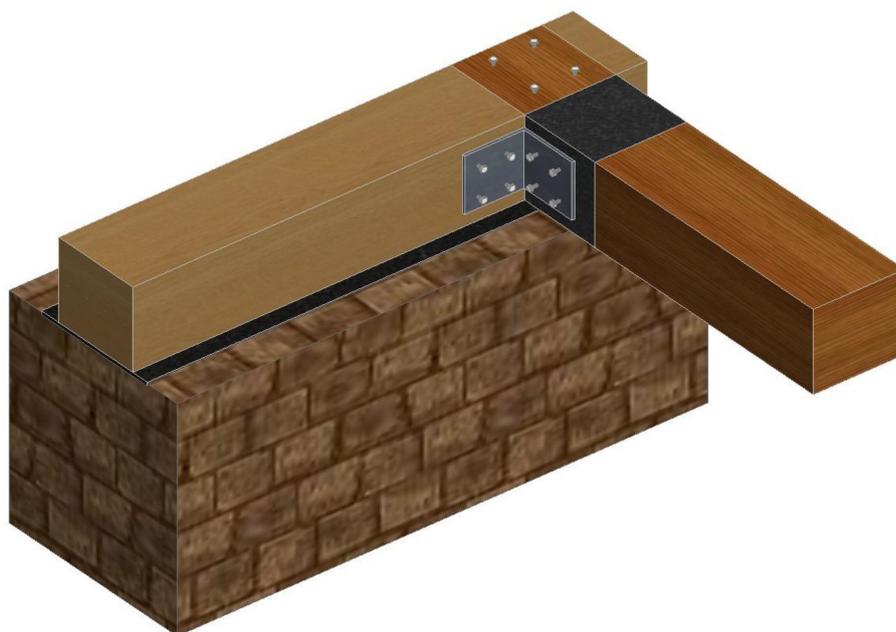


FIGURA 3.19: *Detalle D8: Ensamble soleras de cubierta-viga*

Elaboración: Propia

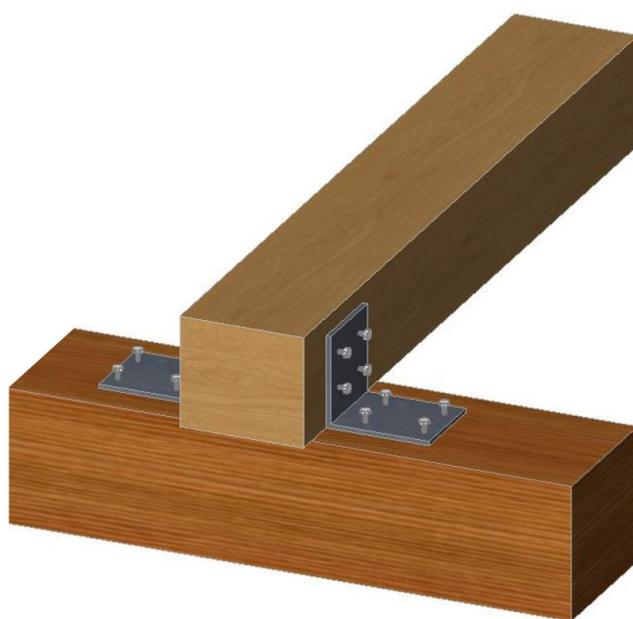
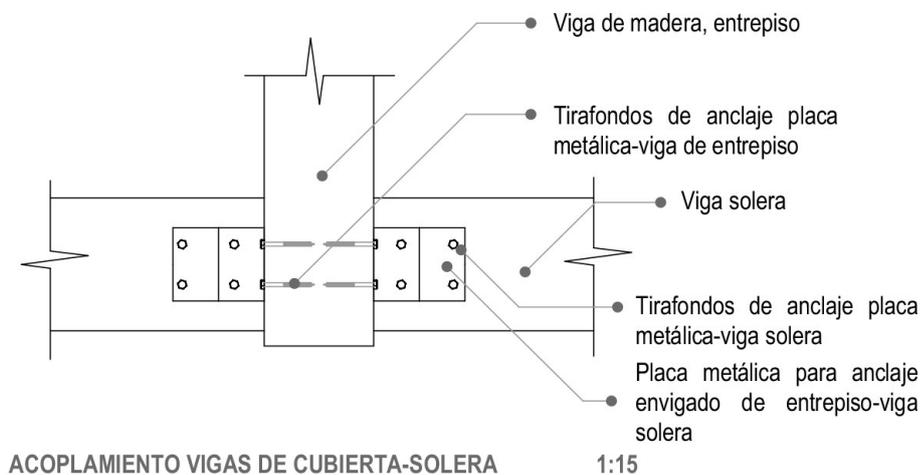


FIGURA 3.20: *Detalle D9: Acoplamiento viga de cubierta-solera*

Elaboración: Propia

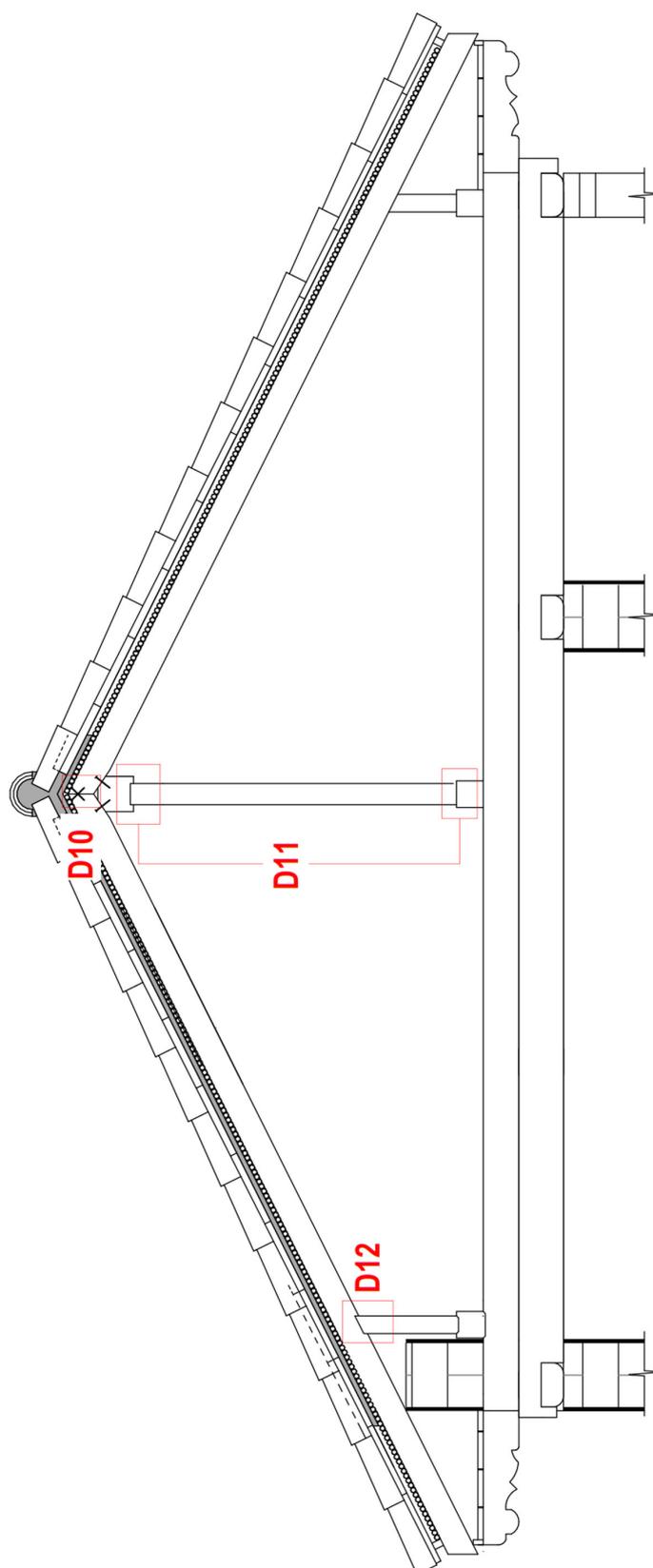
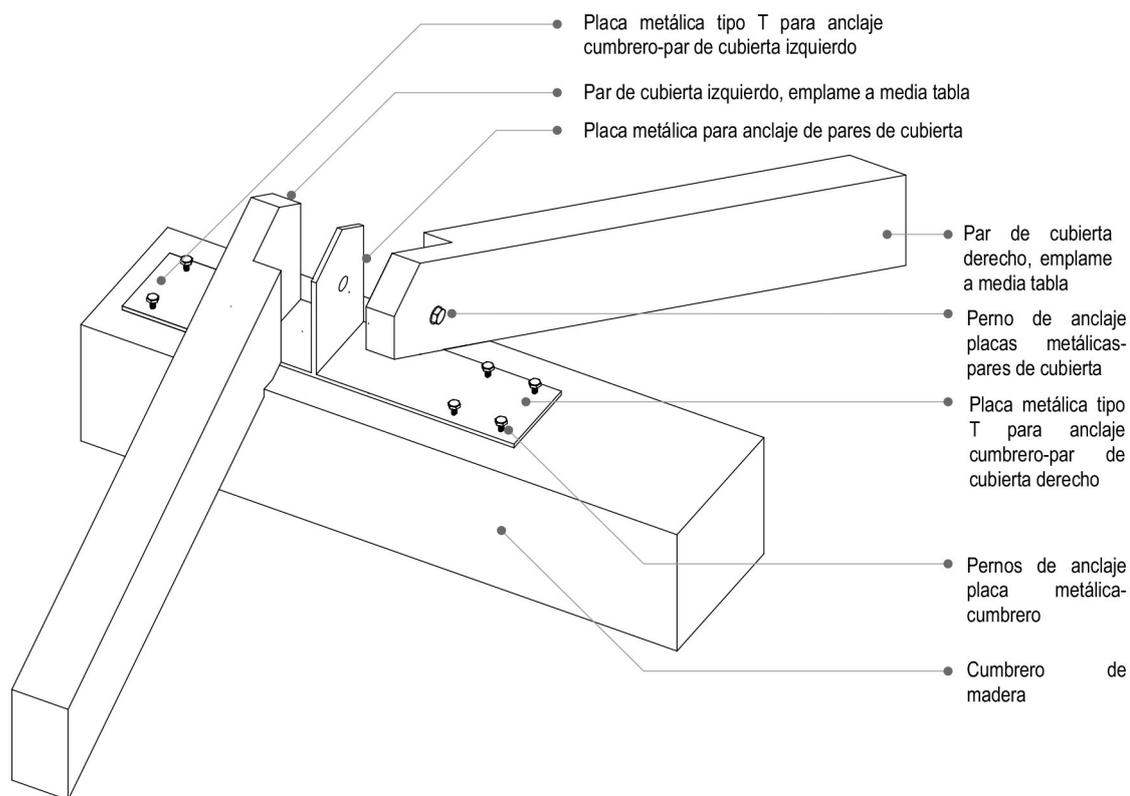


FIGURA 3.21: *Ubicación de detalles, corte de cubierta*

Elaboración: Propia



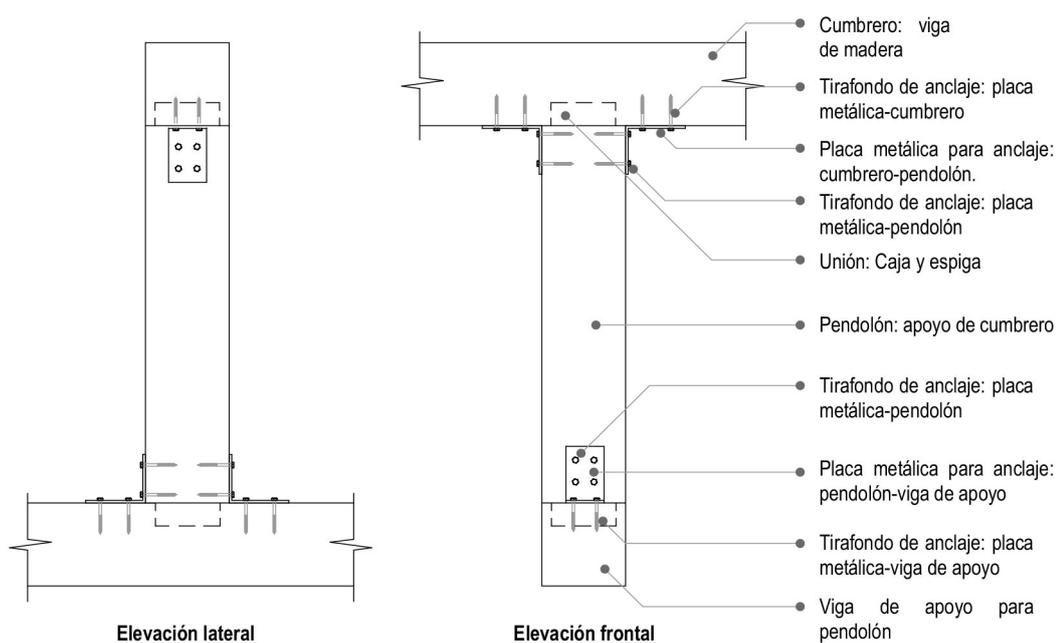
ENSAMBLE DE PARES DE CUBIERTA

1:10



FIGURA 3.22: *Detalle D10: Ensamble pares de cubierta*

Elaboración: Propia



ENSAMBLE CUMBRERO-PENDOLÓN

1:20



PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA

FIGURA 3.23: *Detalle D11: Ensamble cumbro-pendolón*

Elaboración: Propia

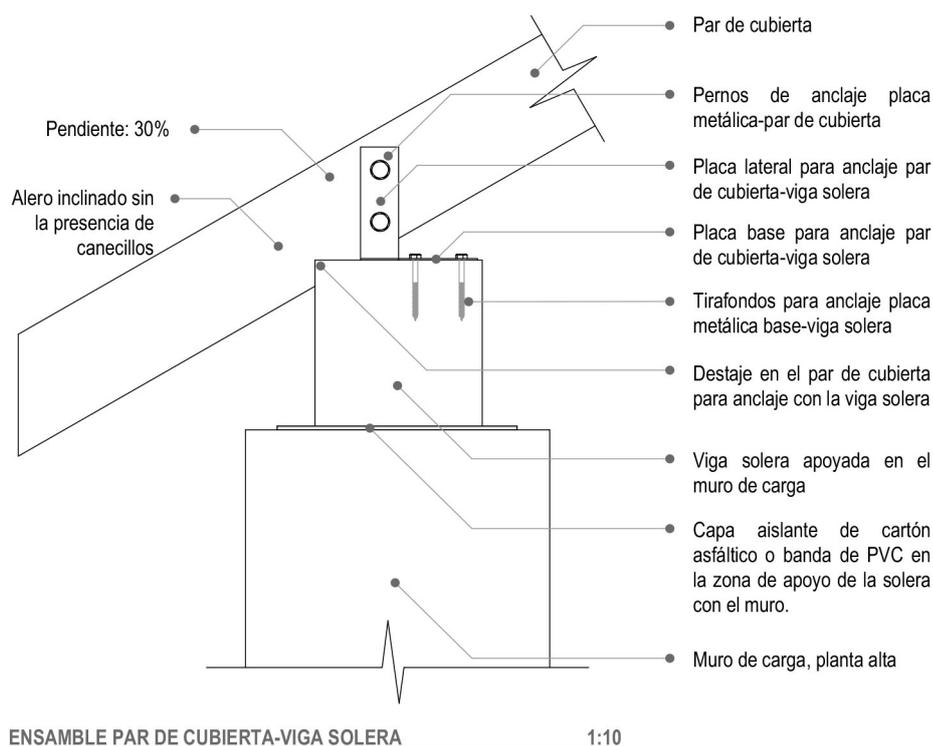


FIGURA 3.24: *Detalle D12: Ensamble par de cubierta-viga solera*

Elaboración: Propia



FIGURA 3.25: *Propuesta de Diseño de cubierta. Vista Superior*

Elaboración: Propia

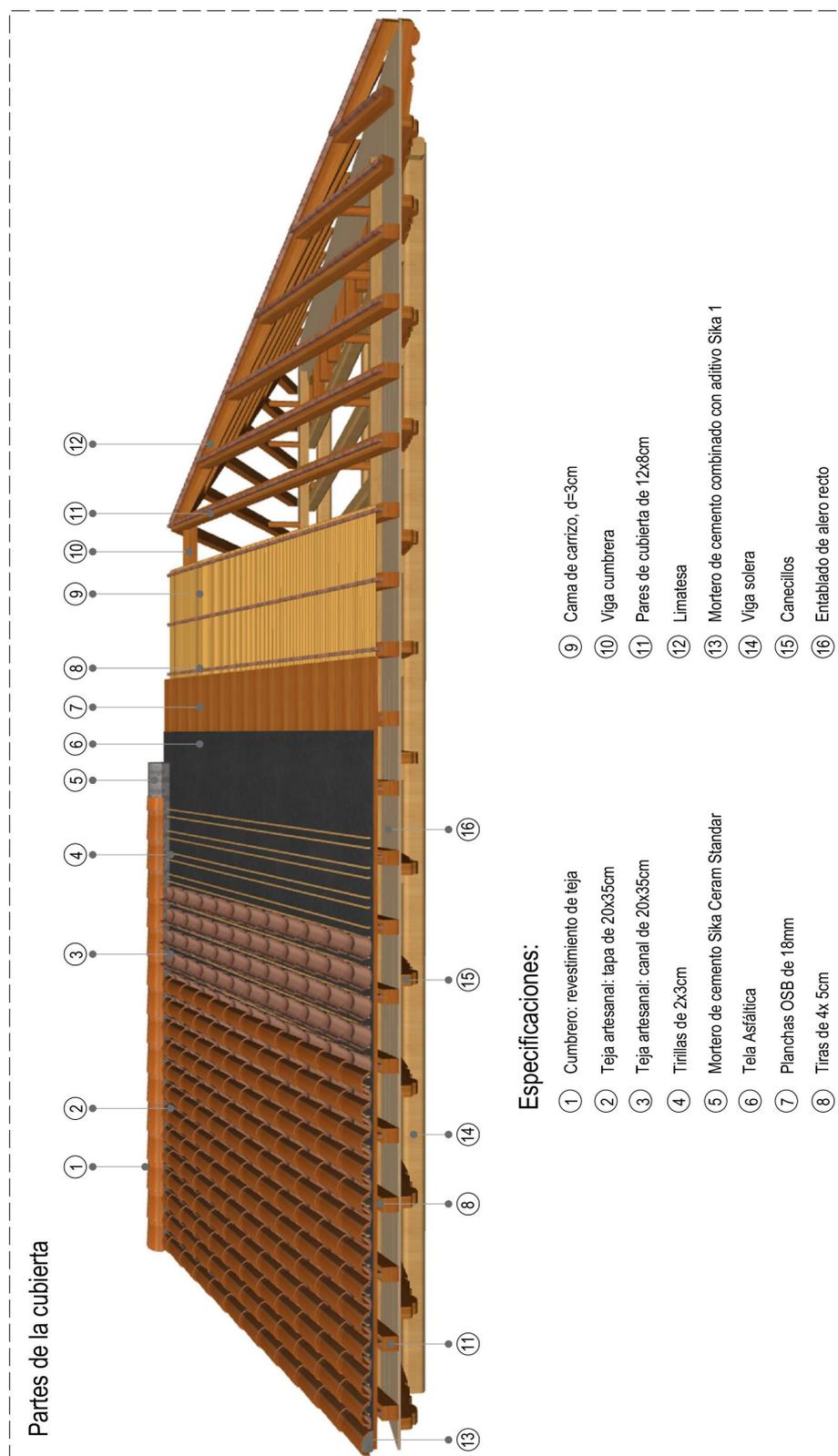


FIGURA 3.26: *Partes de la cubierta, vista frontal*

Elaboración: Propia

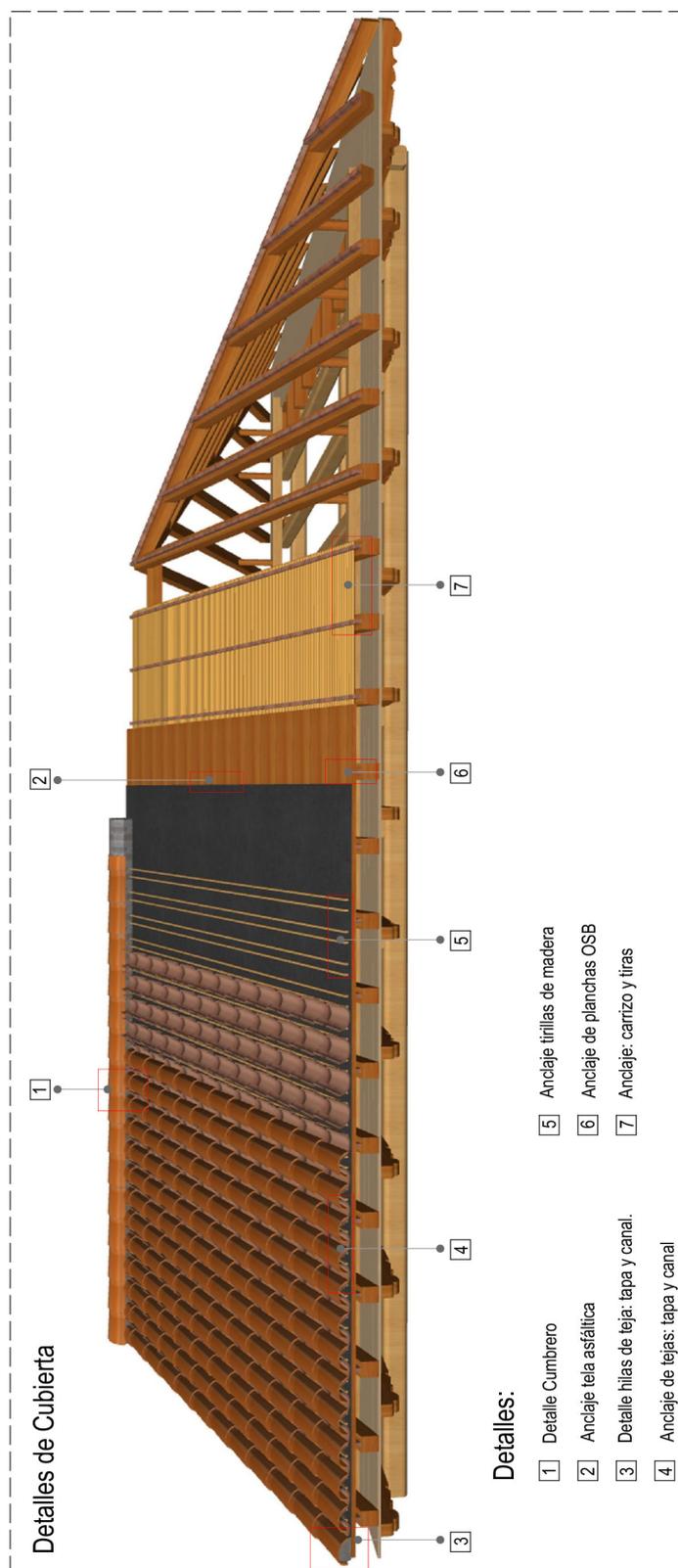
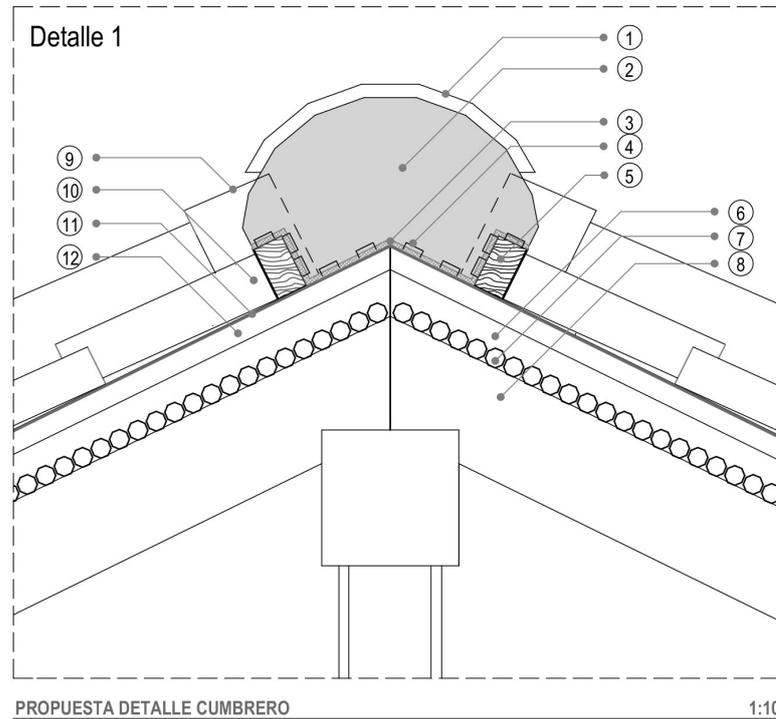


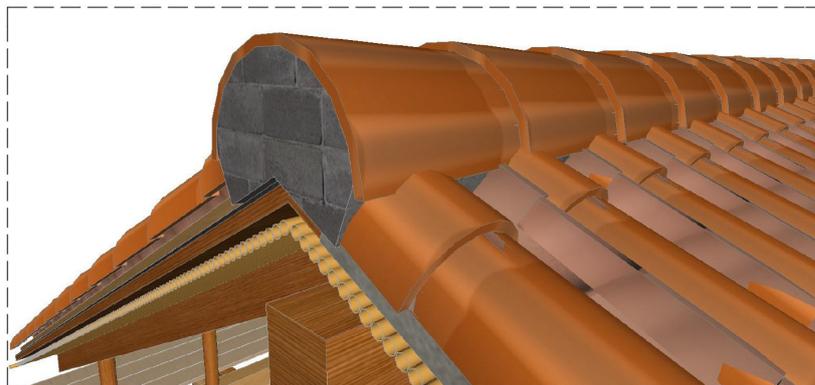
FIGURA 3.27: *Detalles de la cubierta, vista frontal*

Elaboración: Propia



**Especificaciones:**

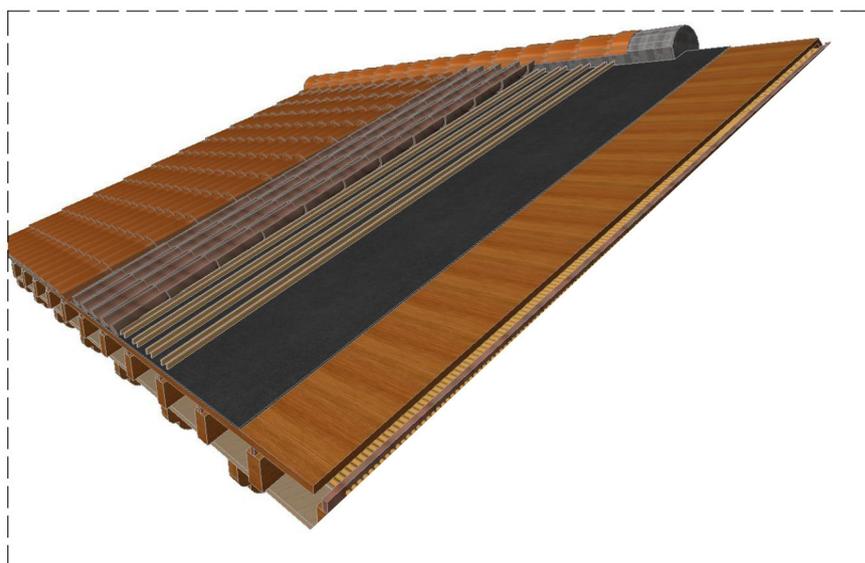
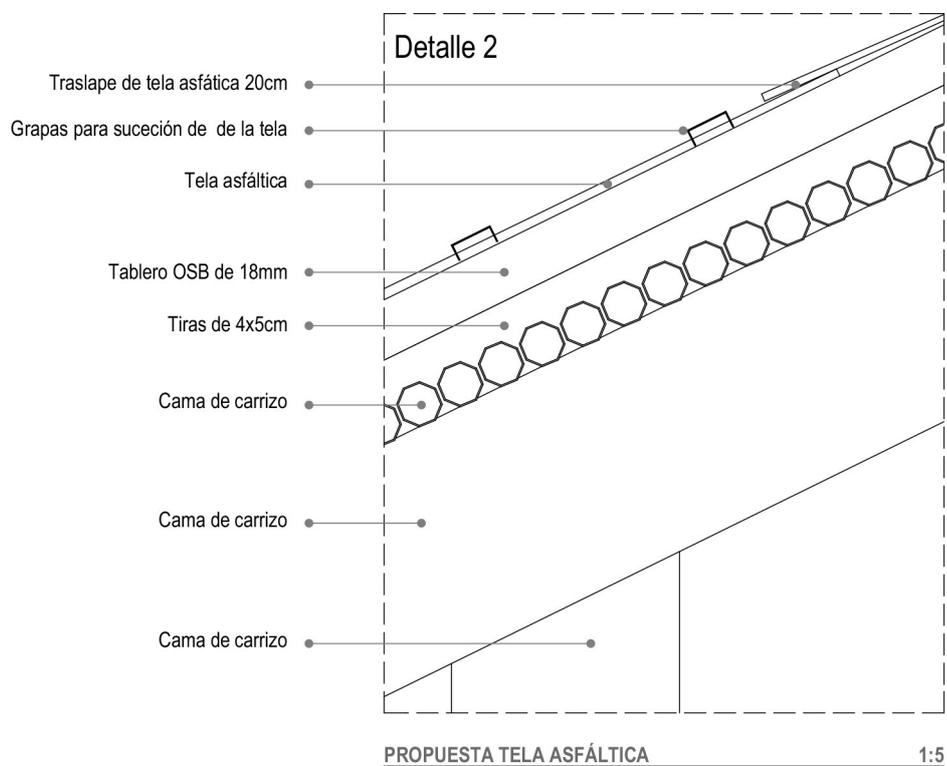
- |   |                         |
|---|-------------------------|
| ① Teja para cumbrero                    | ⑦ Cama de carrizo       |
| ② Mortero de cemento Sika Ceram Standar | ⑧ Par de cubierta       |
| ③ Nervometal o malla nervada            | ⑨ Hilada de teja: Tapa  |
| ④ Grapas para anclaje de malla          | ⑩ Hilada de teja: Canal |
| ⑤ Tira de 4x6cm para soporte de mortero | ⑪ Tela asfáltica        |
| ⑥ Tira de 4x5cm                         | ⑫ Plancha OSB 18mm      |



PERPECTIVA AXONOMÉTRICA

FIGURA 3.28: *Detalle 1: Propuesta de cumbrero*

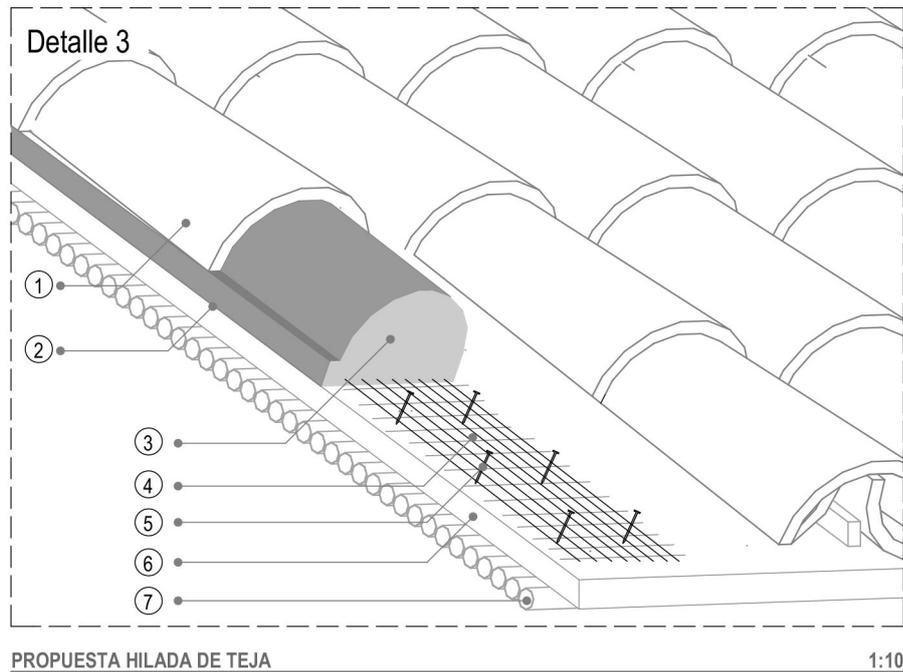
**Elaboración:** Propia



PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA

FIGURA 3.29: *Detalle 2: Propuesta de anclaje de tela asfáltica*

Elaboración: Propia



Especificaciones:

- |   |  |
|---|--|
| ① Teja artesanal: tapa                  | ⑤ Clavo de 2 plug para anclaje de la malla |
| ② Tela asfáltica                        | ⑥ Planchas OSB de 18mm                     |
| ③ Mortero de cemento Sika Ceram Standar | ⑦ Cama de carrizo                          |
| ④ Malla nervada o nervometal            |  |

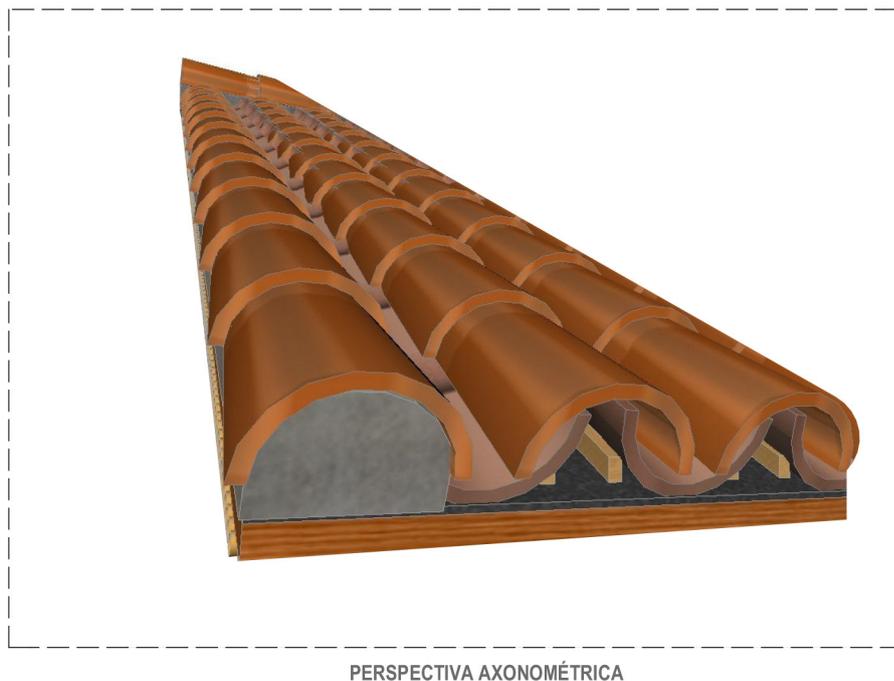


FIGURA 3.30: *Propuesta Hilada de teja*  
Elaboración: Propia

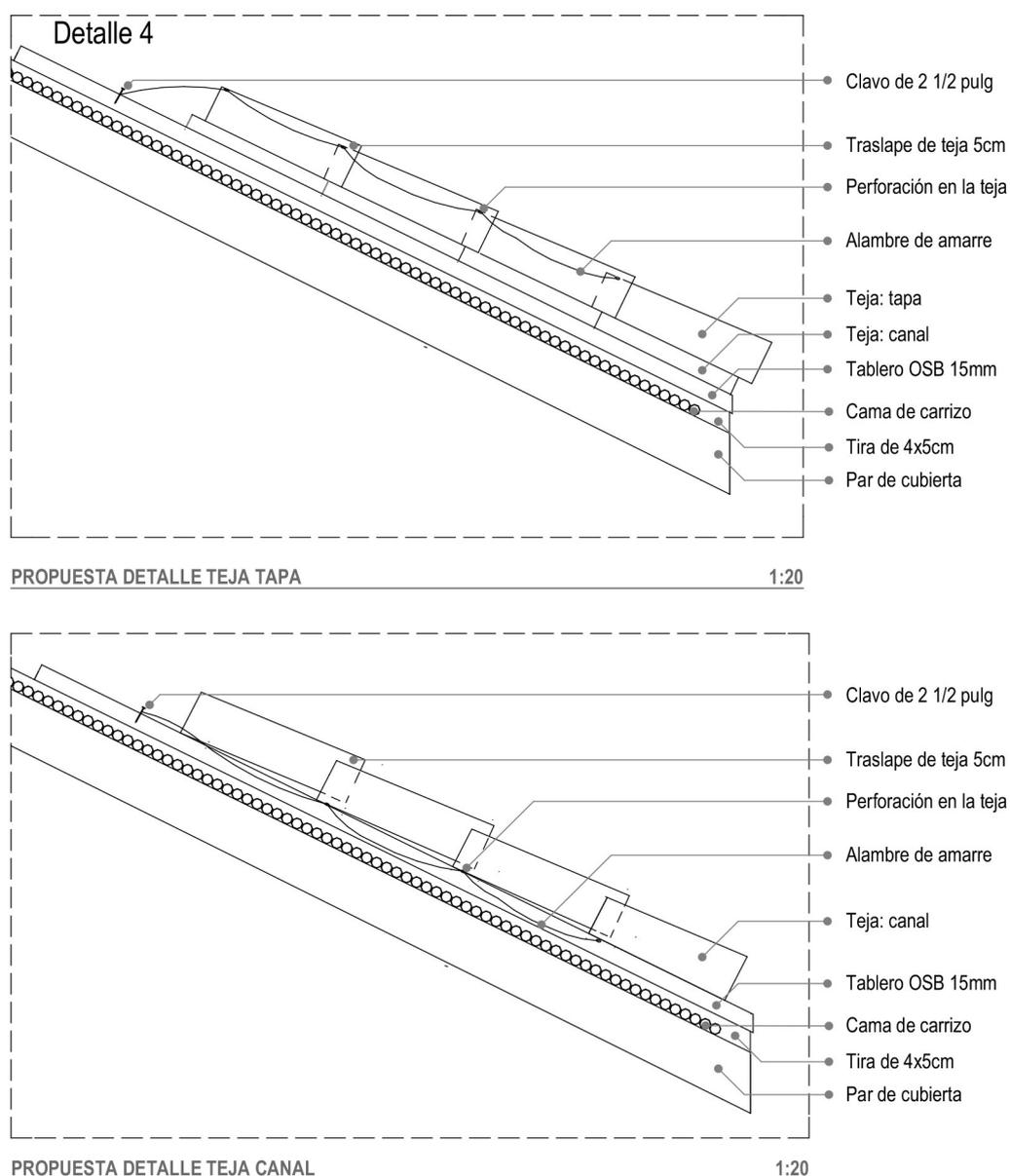


FIGURA 3.31: *Detalle 4: Propuesta amarre de teja tapa y canal*

**Elaboración:** Propia

Observaciones:

Al momento de amarrar la teja se debe tomar en consideración que serán en grupos de cuatro tejas, tanto tapas como canales, esta propuesta ayuda a disminuir el riesgo de desplazamiento de toda la hilera de tejas en caso de vientos fuertes.

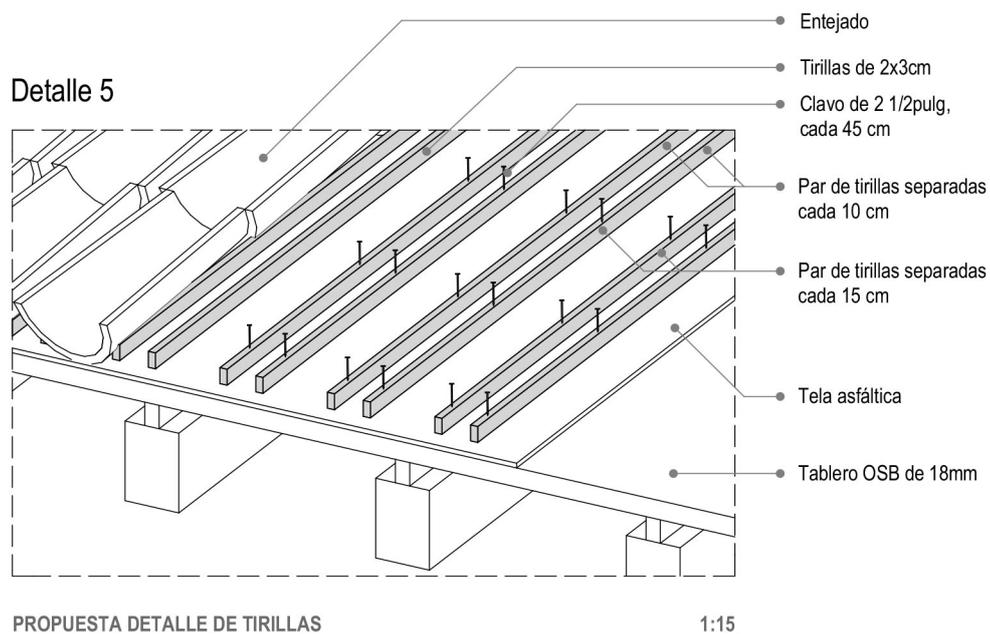
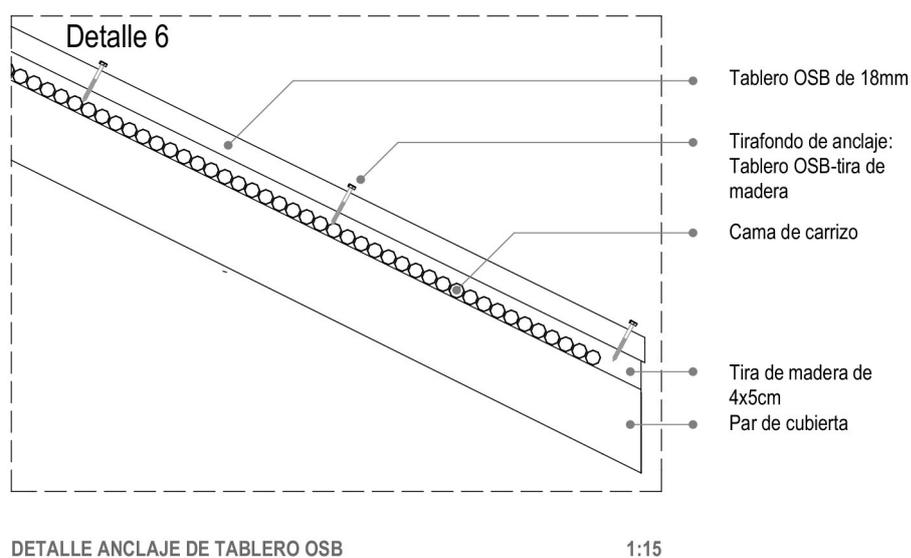


FIGURA 3.32: *Detalle 5: Propuesta de anclaje de tirillas*

Elaboración: Propia



PERSPECTIVA AXONOMÉTRICA

FIGURA 3.33: *Detalle 6: Propuesta de anclaje de tablero OSB*

**Elaboración:** Propia

Observaciones:

Los tableros OSB se encuentran disponibles en formatos de 122x244cm y estos serán colocados en dirección vertical, asentados directamente sobre las tiras de madera de 4x5cm. Las tiras están colocadas en el mismo sentido de los pares de cubierta, por lo que no es necesario colocar correas para la ubicación de los tableros.

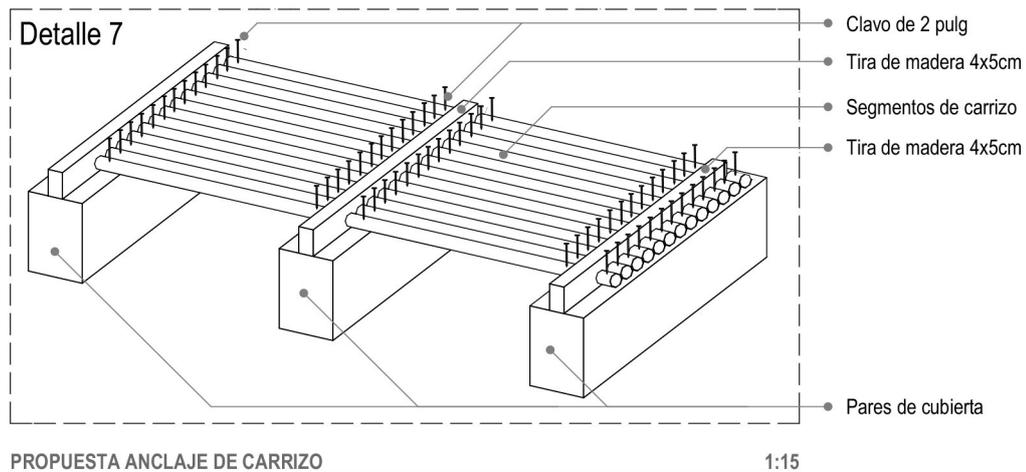


FIGURA 3.34: *Detalle 7: Propuesta de anclaje de tablero OSB*

Elaboración: Propia

Observaciones:

En los casos de estudio el enchacleado cumple una función primordial, es la base donde se apoya el entejado, y quizás es el elemento que mayores problemas ha generado para que las filtraciones de agua estén presentes en la cubierta. Por tal razón en esta propuesta el carrizo empleado cumple una función estética. Las tiras de madera sirven para dividir secciones y tener segmentos de carrizo más cortos, los tableros OSB se asientan directamente sobre los listones. Las tiras son empleadas con la finalidad de nivelar los pares de cubierta que comúnmente son cónicos, para su ubicación habrá que utilizar en algunos casos la azuela para asentar la tira o en otros casos cuñas de madera para levantarla. Una vez nivelado, se podrán colocar los tableros OSB que cumplen una función estructural.

## 3.6. Resultados

### 3.6.1. Recolección de datos

Para la recolección de datos en este trabajo investigativo se ha recurrido en primera instancia a identificar las patologías existentes en la madera en los tres casos de estudio mediante la observación y valoración. Se ha evidenciado claramente que la madera se ha deteriorado de una manera considerable, al ser un material vulnerable a deformaciones en sus propiedades físicas y mecánicas, como también a los ataques bióticos y abióticos, ha ocasionado que los anclajes utilizados de manera empírica presenten inestabilidades.

El análisis comparativo realizado en los tres casos de estudio ha sido fundamental para conocer el estado actual y la relación existente entre elementos, se ha clasificado y comparado cada uno de los elementos que forman la vivienda. A partir de este análisis comparativo se ha procedido a elaborar las fichas de valoración física y patológica, estos datos han sido procesados mediante fichas de valoración numérica, misma que ha determinado el porcentaje de patología presente en la vivienda.

La identificación de la especie se ha realizado mediante toma de muestras *in situ* tanto de vigas como de columnas en los tres casos de estudio, dichas muestras han sido sometidas a pruebas de laboratorio para determinar con certeza la especie de madera que ha sido empleada en la construcción de las edificaciones.

### 3.6.2. Análisis de los datos

Las fuentes biográficas analizadas presentan información referente al patrimonio edificado, arquitectura vernácula y la materia como personalidad, estos datos han colaborado para conocer el valor tanto histórico como patrimonial que engloba la arquitectura vernácula, las vivencias e historias que se enmarcan dentro de cada vivienda, entendiendo que lo patrimonial no es solo lo edificado, sino también lo emocional.

La metodología empleada ha sido un resultado de la combinación de metodologías empleadas en otros casos de estudio y la sugerida por el INPC para el registro y valoración de edificaciones patrimoniales, obteniendo una ficha de valoración patológica para los tres casos de estudio. Estas fichas han sido diseñadas para obtener un rango de afección de patologías presentes en la madera, clasificándolas por su estructura (cimentación, muros, columnas, vigas, losas, entrepisos), cubierta (viga solera, pares de cubierta, cumbre, enchacado, entejado, canecillos), fachada (revestimientos, remates, zócalos, etc.), espacios interiores, espacios exteriores, escaleras e instalaciones. Cada elemento ha sido valorado con el siguiente rango: bajo, medio y alto, siendo el rango bajo de valoración 1, considerado con poco o casi sin daños, rango medio de valoración 2, con moderada presencia de daños y el rango alto de valoración 3 con una gran presencia de daños en los elementos de madera.

A sido indispensable determinar la especie de madera empleada en los casos de estudio

para elaborar la propuesta en base a la especie predominante. El análisis comparativo nos ha servido para determinar el estado de conservación de un elemento arquitectónico de madera en relación a los otros casos de estudio. Esta comparación nos lleva a enfocarnos en la cubierta, elemento que presenta mayores patologías en los tres casos de estudio. De estas valoraciones y comparaciones patológicas se ha evidenciado la necesidad de intervenir mediante la protección por diseño en la cubierta y todos los elementos que la conforman, además, se ha elaborado una propuesta de mejoramiento para las uniones de los elementos estructurales de la edificación, pues el análisis patológico demuestra que estas uniones son los puntos más críticos y vulnerables, presentando inestabilidad con los elementos que lo conforman.

### 3.6.3. Presentación de los datos

La protección por diseño que se ha propuesto en este trabajo investigativo es primordial para mejorar el estado físico de la edificación, no solo por su sistema constructivo, sino también por el entorno que lo rodea o el medio ambiente, esto es, el lugar de emplazamiento y topografía. Las fichas de valoración e identificación física han demostrado que la cubierta es el elemento arquitectónico que mayores problemas presenta. Los siguientes cuadros estadísticos demuestran las valoraciones realizadas.

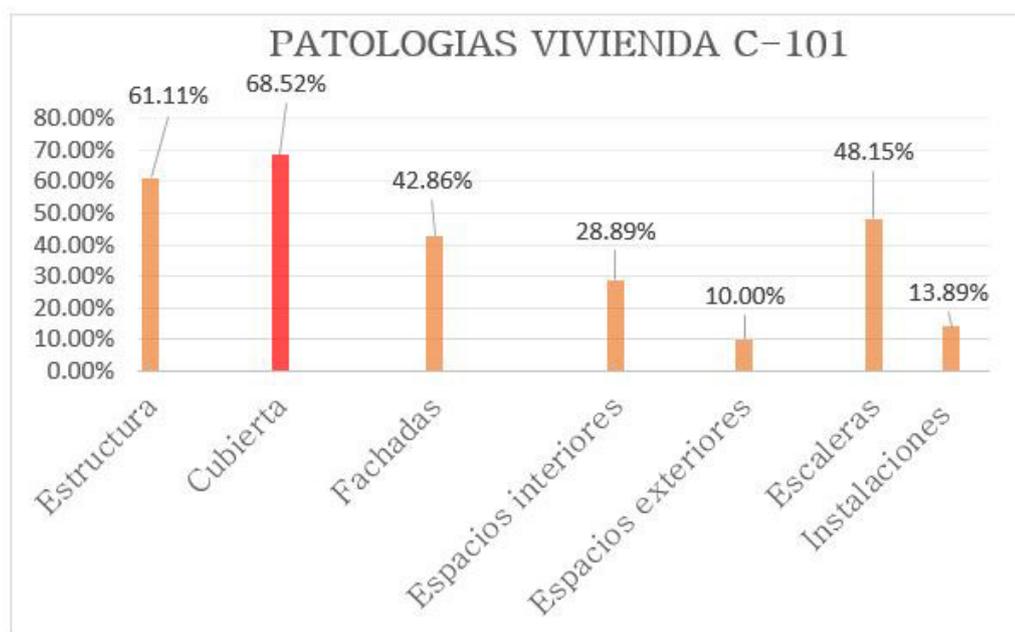
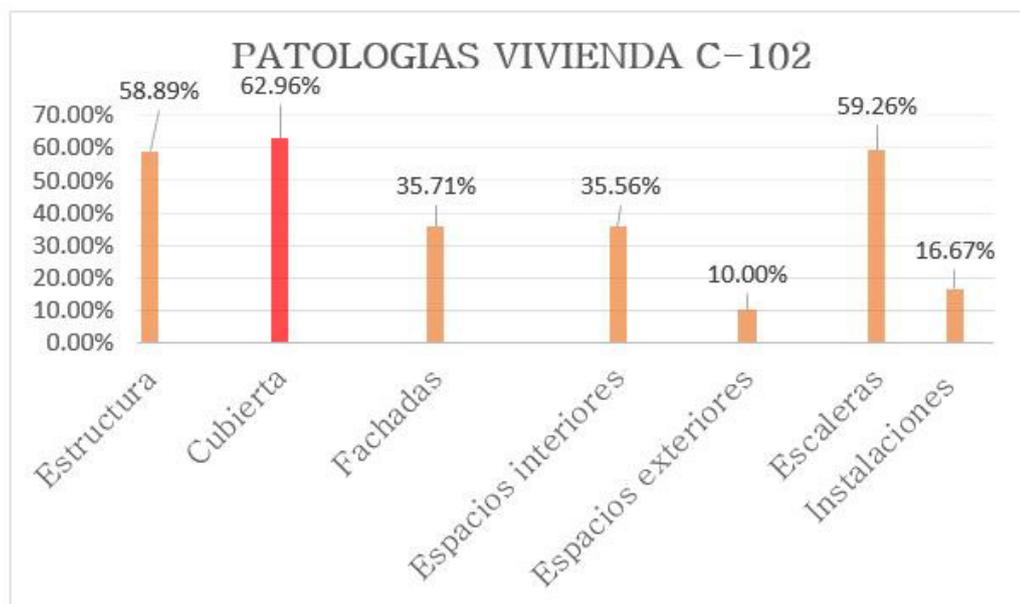
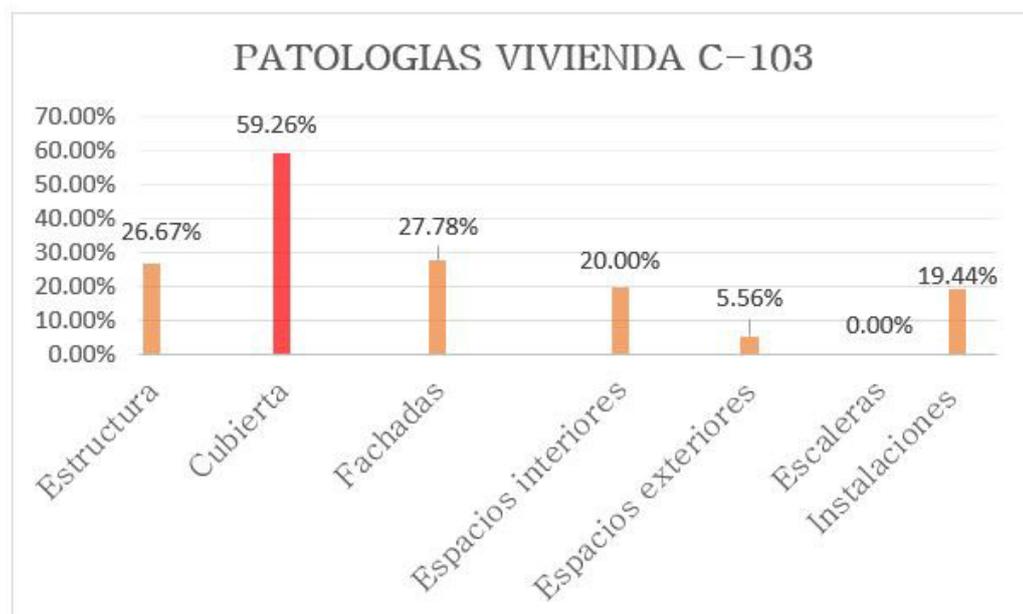


FIGURA 3.35: *Patologías del caso de estudio C 101*

Elaboración: Propia

FIGURA 3.36: *Patologías del caso de estudio C 102*

Elaboración: Propia

FIGURA 3.37: *Patologías del caso de estudio C 103*

Elaboración: Propia

Los resultados correspondientes a la especie de madera predominante en los casos de estudio se representan en los siguientes gráficos:

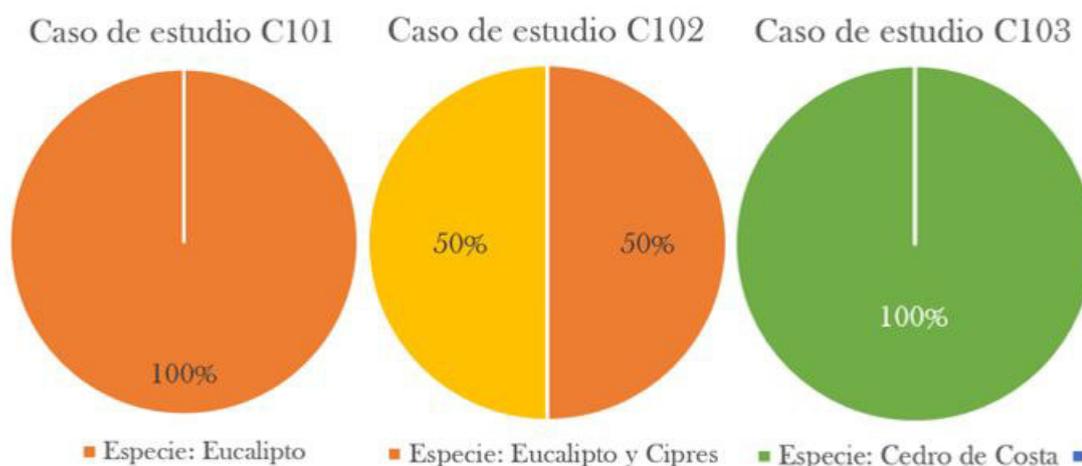


FIGURA 3.38: *Especies de madera presente en los casos de estudio*

Elaboración: Propia

La propuesta de mejoramiento del sistema de uniones (puntos vulnerables) que se han propuesto en este trabajo investigativo están diseñados para sustituir el clavo por conectores metálicos, pernos y tornillos, esta propuesta mejora los esfuerzos de tracción y compresión en las uniones de dos elementos. En adición a los conectores metálicos, se propone emplear brea líquida o alquitrán o cartón asfáltico para evitar que los hongos puedan penetrar en la madera por causa de la humedad.

### 3.7. Conclusiones

La información obtenida de este trabajo investigativo ha sido necesaria para concluir que en nuestro país las metodologías de conservación y restauración de elementos arquitectónicos están enfocadas o dirigidas hacia los bienes catalogados como patrimoniales. El Instituto Nacional de Patrimonio Construido mantiene un catastro extenso de edificaciones catastradas como patrimoniales en todo el Ecuador, estas edificaciones se apoyan a metodologías que ayudan al proceso de conservación y restauración. Sin embargo, la situación no es igual para edificaciones vernáculas que poseen un gran legado arquitectónico y patrimonial, pero que en la actualidad no están catalogadas como patrimoniales.

Por tal razón ha sido indispensable realizar la valoración patológica de los tres casos de estudio, demostrando que la cubierta es el elemento arquitectónico que mayor problema presenta, afectando al resto de elementos como muros, revestimientos, envigados de entrepiso, ente otros. En análisis anteriores la situación es la misma, en el manual de patología de la construcción se hace referencia a que la mayor parte de patologías se ocasionan desde la cubierta, obligando a prestar mayor interés al momento de la intervención.

Este resultado demuestra a que los sistemas constructivos empíricos empleados han respondido a la necesidad de la época en que fue la edificación construida, con el paso del tiempo la madera ha sufrido alteraciones físicas y mecánicas, generando inestabilidad entre los elementos, la unión de elementos de madera mediante clavos fue útil en su momento, pero que actualmente no es funcional.

Ante los resultados de la valoración realizada en este trabajo investigativo se llega a las siguientes conclusiones:

- La revisión bibliográfica ha sido un factor relevante para conocer que los sistemas constructivos ancestrales, y las razones de su uso obedecían siempre a las necesidades de la época. En los casos de estudio se aprecia con claridad que la edificación no solo estaba destinada para vivienda, sino también como un lugar de almacenamiento para las cosechas principalmente de maíz. El uso de materiales biodegradables propios de la zona como la piedra, la madera, el barro, entre otros, identifican a la edificación como vernácula y principalmente ayudan a preservar el medio ambiente, esto conlleva a combatir la crisis ecológica que en la actualidad padecemos por los constantes productos industrializados que son fabricados a nivel masivo.
- La metodología utilizada se ha basado en un análisis organoléptico, es decir mediante la observación y valoración en los tres casos de estudio. Este método, en combinación con la modelación virtual de cada uno de los casos de estudio, ha sido empleado para la comparación de patologías y la elaboración de fichas, dicha información ha sido procesada de forma sencilla, puesto que los valores se categorizaron en tres rangos. Esto ayudó a delimitar y enfatizar que las mayores patologías están presentes en las piezas de madera que conforman la cubierta, no solo por la presencia de humedad, sino por los deficientes sistemas de anclaje entre elementos.
- La protección por diseño propuesta en este trabajo investigativo ha sido diseñado en base a la especie predominante en los tres casos de estudio. Los resultados demuestran que el eucalipto es el material más utilizado. Este material presenta excelentes comportamientos, la resistencia es alta por lo que es óptimo para el uso estructural. Sin embargo, el eucalipto, al poseer altos contenidos de lignina y celulosa, lo convierte en un material ideal para el desarrollo de agentes bióticos que destruyen la madera, los cambios físicos generados por la pérdida de humedad generan rajaduras que debilitan considerablemente las uniones. Se propone el uso del metal como material alternativo, este material es primordial para mejorar el comportamiento físico y mecánico de la madera y no altera las características estéticas de la edificación, ya que su uso se lo aplica de forma discreta. El mejoramiento de uniones se ha diseñado empleando conectores metálicos, esto ayuda a mantener una estabilidad entre los elementos que forman la unión,
- Con estas propuestas, no solo se podrá recuperar la cubierta o evitar que el deterioro continúe, si no, además, se protege al resto de elementos que forman la vivienda.

### 3.8. Recomendaciones

- El medio ambiente sufre ataques constantes provenientes del sector industrial por la fabricación de nuevos materiales para la construcción, por tal razón se recomienda el uso de materiales biodegradables que no solo son amigables con el entorno, sino que, además, ayudan a combatir la crisis ecológica y a generar unidades de vivienda más amigables con el medio ambiente.
- Existe una gran variedad de alternativas para conservar un bien patrimonial, por lo que se recomienda revisar sistemas de anclajes alternativos para madera e incorporarlos a bienes vernáculos. De esta manera se puede aportar de una forma más eficiente a las edificaciones vernáculas.
- La mayoría de bienes edificados catalogados como patrimoniales están emplazados en el centro histórico, sin embargo, existen edificaciones con un gran valor patrimonial que se emplazan en las afueras de la ciudad, por lo que se recomienda realizar el análisis correspondiente para considerarlas como patrimoniales, de esta manera, se puede disponer de un amplio registro patrimonial emplazado no solo en la parte central de la ciudad sino también en sus alrededores.
- La idiosincrasia de la población considera que lo patrimonial es todo aquello que está catastrado como tal, sin embargo, es un concepto erróneo. Existe una gran cantidad de edificaciones vernáculas que poseen inclusive mayor riqueza patrimonial que las edificaciones emplazadas en el centro histórico. Se aconseja a las entidades pertinentes que, después de realizar la valoración de la vivienda, se incorpore a la lista de bienes patrimoniales para la rápida intervención mediante un mantenimiento adecuado.

## Referencias

- Abasolo, A., Bollati Pato, M., Camino Olea, M. S., Canalda contreras, J., Diez de Guemes Pérez, J., y Esbert, Alemany, R. (1998). Patologías y técnicas de intervención. Elementos estructurales. *Madrid: Editorial Munilla-Lería.*
- Acosta, M. (1949). *El eucalipto en el Ecuador.* Quito - Ecuador: Editorial Ecuador.
- Arbelo, A., y Garbuyo, E. (2012). *Patologías en la construcción en madera. Estudio de caso: Vivienda en Punta Colorada.*
- Barreiro, S., y Hirsch, T. (2011). Protección de la madera.
- Cañadas Cruz, L. (1983). Mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. *Banco Central del Ecuador.*
- Calvo, C., Cotrina, A., Cuffré, A., Piter, J. C., Stefani, P. M., y Torrán, E. (2006). Variación radial y axial del hinchamiento, del factor anisotrópico y de la densidad, en el eucalyptus grandis de Argentina. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 8(3), 159–168.
- Carrera, G. (2009). Iniciativas para la salvaguardia del Patrimonio Inmaterial en el contexto de la Convención UNESCO , 2003 : una propuesta desde Andalucía. *Revista Patrimonio Cultural de España*, 179–195.
- Chávez, B., Gabriela, R., y Espinoza, P. (2015). Transformación de las edificaciones patrimoniales en las áreas rurales del cantón Cuenca a partir de un análisis de la actualización de los inventarios de 1988. En *15 seminario iberoamericano de arquitectura y construcción con tierra.*
- Descamps, F., Carballo, J., y Sen, I. (2006). Metodología para la conservación de retablos de madera policromada: Seminario internacional organizado por el Getty Conservation Institute y el Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Sevilla, mayo 2000. , 241 p.
- Durán, A., y Aranda, K. (2004). Manual la construcción de viviendas en madera. *CORMA*, 643 p.
- Foglia, R. C. (2005). Conceptos básicos sobre el secado de la madera. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 2(5), 88–92.
- Forster, T., Schweingruber, F. H., y Denneker, B. (2000). Increment puncher - A tool for extracting small cores of wood and bark from living trees. *IAWA Journal*, 21(2), 169–180.
- Fritz, A. (2004). La construcción de viviendas en madera. Centro de Transferencia Tecnológica CTT-Corporación Chilena de la Madera, CORMA.
- Fritz, A. (2010). Patologías y protección de la madera en servicio. *La Construcción en Viviendas en Madera*, 59–73.
- García, G., Tamayo, J., Cobo, D., y Coronel, F. (2018). *Arte y sociedad Revista de investigación* (n.º 14). Univ.
- Gnemmi, H. (2004). *Aproximaciones a una teoría de la conservación del patrimonio construido : desde los principios y fundamentos.* Brujas.
- Guerrero, L. F. (2007). Arquitectura en tierra. Hacia la recuperación de una cultura constructiva. *Apuntes. Revista de estudios sobre patrimonio cultural*, 20(2), 182–201.

- Guerrero Baca, Luis; Rodriguez, M. (1998). Estudios de la Tipología. *Estudios de Tipología Arquitectónica*.
- Hamlin, T., Hamlin, S., y Arnaud, D. (1944). *Greek revival architecture in America*.
- ICOMOS. (1994). Conferencia De Nara Sobre Autenticidad 1994.
- ICOMOS. (1999). *Carta del patrimonio vernáculo construido (1999)* (Inf. Téc.).
- INEC. (2015). *Encuesta de Edificaciones 2015 (Permisos de Construcción)*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos-Encuesta de edificaciones 2015 (Inf. Téc.).
- INPC. (2011). *Instructivo para fichas de registro e inventario Bienes muebles*.
- Ishikawa, K. (1943). Diagrama Causa-Efecto.
- Jamieson, R. W. R. W., y Youman, I. (2003). *De Tomebamba a Cuenca : arquitectura y arqueología colonial*. Universidad de Cuenca.
- Liotta, G. (2000). *Los insectos y sus daños en la madera :problmas de restauración* (Vol. 4). Nerea Editorial.
- Lopez, F., Rodriguez, V., Santa Cruz, J., Torreño, I., y Ubeda, P. (2004). Manual de Patología de la Edificación - Tomo 2: Patología De Las Estructuras: Hormigón y Madera. *Escuela Técnica Superior de Edificación*, 220.
- Lopez, F., Rodriguez, V., Santa Cruz, J., Torreño, I.,y Ubeda de Mingo, P. (2004). Manual de Patología de la Edificación. Tomo 3: Lesiones debidas a las humedades. Patologia de cubiertas y fachadas. , 3, 197.
- Lopez, F., Rodríguez, V., Santa Cruz, J., Torreño, I., y Ubeda de Mingo, P. (2004). Manual de patologías de la edificación. En *Tomo 1: El lenguaje de las grietas patología y recalces de las cimentaciones* (p. 171).
- Muñoz, P. (2015). *Arquitectura Popular en Azuay y Cañar 1977-1978, Cuadernos de trabajo de Patricio Muñoz Vega y compilación gráfica*. CIDAP Universidad de Cuenca,.
- Musule Lagunes, R., Bárcenas Pazos, G. M., Pineda López, M. d. R., Houbron, E. P., y Sánchez Velásquez, L. R. (2017, oct). Desarrollo y evaluación de un método racional y no destructivo para la toma de muestras de maderas blandas utilizadas en análisis químicos. *Madera y Bosques*, 24(1).
- Pesántez, M., y González, I. (2011). *Arquitectura tradicional en Azuay y Cañar*.
- Piqué, J. (1984). *Manual de diseno para maderas del grupo andino*. Lima (Peru) JUNAC.
- Pique, J. e., y Junta del Acuerdo de Cartagena, L. P. s. . (1984). *Manual de diseno para maderas del grupo andino*. Lima (Peru) JUNAC.
- Pochi,A. y Testa, E. y Plana, M. y Fábrega, M. (2015). Técnicas de restauración para edificios patrimoniales rurales de tierra. (1), 1–14.
- Prislan, P., Gričar, J., y Čufar, K. (2014). *Wood Sample Preparation for Microscopic Analysis* (Inf. Téc.).
- Ramos Pérez, X. (2013). Estudio de patologías como medida para una construcción sostenible : aplicación a una edificación rural del Ayuntamiento de Sobrado.
- Reyes, J. A., y Zaruma, L. A. (2017). Identificación y solución de las principales patologías presentes en estructuras de madera de edificaciones patrimoniales, localizadas en el Centro histórico de Cuenca - Ecuador.
- Rivera, J. C., y Muñoz, E. (2005). Caracterización estructural de materiales de sistemas constructivos en tierra: El adobe. *Revista Internacional de Desastres naturales, accidentes e infraestructura civil*.

- Rossi, S., Anfodillo, T., y Menardi, R. (2006). Trephor: A new tool for sampling microcores from tree stems. *IAWA Journal*, 27(1), 89–97.
- Tillería, J. (2006). La arquitectura sin arquitectos, algunas reflexiones sobre arquitectura vernácula. *AUS*(8), 12–15.
- Titchen, S. M. (1996, jan). On the construction of ‘outstanding universal value’: Some comments on the implementation of the 1972 UNESCO World Heritage Convention. *Conservation and Management of Archaeological Sites*, 1(4), 235–242.
- Van Balen, K. (2008). The Nara Grid: an evaluation scheme based on the Nara Document on Authenticity. *APT Bulletin: Journal of Preservation Technology*, 39(2-3), 39–45.
- Vignote, S., y Martínez, I. (2006). *Tecnología de la madera*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Viñuales, G. M. (2007). Tecnología y construcción con tierra. *Apuntes*, 20(2), 220–231.
- Yépez, A. (2012). Análisis de la arquitectura vernácula del Ecuador: Propuestas de una arquitectura contemporánea sustentable.
- Zanni, E. (2008). *Patología de la madera : degradación y rehabilitación de estructuras de madera*.

#### **4.1. ANEXO 1: Informe de la determinación de la especie de madera**

ANEXO 1: Informe de la determinación de la especie de madera

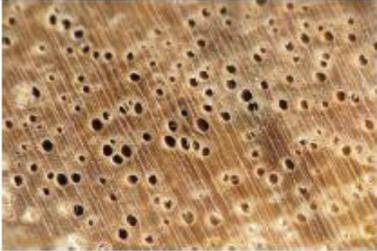
|   |                     |   |
|---|---------------------|---|
| <b>ANÁLISIS N°</b>  | <b>21.1-RQ-2019</b> | <b>OBRA:</b> Madera de Sitio patrimonial  |
| <b>FECHA</b>  | 03/09/2019          | <b>SE DESEA INVESTIGAR:</b> Identificación de maderas   |
| <b>CLAVE</b>  | C:101-C             | <b>SITIO DE TOMA DE MUESTRA:</b> Columna  |
|  <p>fragmento de madera receptada en el laboratorio</p>  |                     | <p><b>RECEPCION EN EL LABORATORIO:</b> Una muestra en corte cubo, de color café claro rojizo.</p> <p><b>CARACTERISTICAS DE MUESTRA:</b> Fragmento de color crema, en buen estado de conservación, dureza media.</p> <p><b>PROCEDIMIENTO:</b> Las muestras son ingresadas a un registro de laboratorio, como se encuentran en corte cubo se procede a seccionarlos transversalmente, posterior se reblandecen y colorean ( según requerimiento) bajo protocolo de análisis. Se comparan microscópicamente con estándares establecidos.</p> |
| <b>RESULTADOS</b>   |                     |   |
| <b>MADERA IDENTIFICADA: "EUCALIPTO"</b>   |                     |   |
|  <p>muestra estandar</p>   |                     |  <p>muestra problema</p>  |
| <b>OBSERVACIONES</b>  |                     |   |
| <p>SU NOMBRE CIENTÍFICO: Eucalyptus globulus Labillardiere. FAMILIA: myrtaceae. El árbol es originario de Australia y es cultivado ampliamente por su rápido crecimiento, el árbol de mayor tamaño que se puede encontrar en las regiones de clima frío en los Andes tropicales; un ejemplar maduro puede superar los 50 metros de altura y tener un tronco de más de 3 metros de diámetro.</p> |                     |   |

FIGURA 4.1: *Determinación de la especie de madera. Muestra C 101 C*

Fuente: Laboratorio RQ

ANEXO 1: Informe de la determinación de la especie de madera

CUENCA – ECUADOR

SOLICITA: Diego Morocho

|  |                     |   |
|--|---------------------|---|
| <b>ANÁLISIS N°</b>   | <b>21.2-RQ-2019</b> | <b>OBRA:</b> Madera de Sitio patrimonial  |
| <b>FECHA</b>   | 03/09/2019          | <b>SE DESEA INVESTIGAR:</b> Identificación de maderas   |
| <b>CLAVE</b>   | C101-V              | <b>SITIO DE TOMA DE MUESTRA:</b> Viga   |
|  <p>fragmento de madera receptada en el laboratorio</p>  |                     | <p><b>RECEPCION EN EL LABORATORIO:</b> Una muestra en corte cubo, de color crema con coteza café.</p> <p><b>CARACTERISTICAS DE MUESTRA:</b> Fragmento de color crema, en buen estado de conservación, dureza media.</p> <p><b>PROCEDIMIENTO:</b> Las muestras son ingresadas a un registro de laboratorio, como se encuentran en corte cubo se procede a seccionarlos transversalmente, posterior se reblandecen y colorean ( según requerimiento) bajo protocolo de análisis. Se comparan microscópicamente con estándares establecidos.</p> |
| <b>RESULTADOS</b>  |                     |   |
| MADERA IDENTIFICADA: "EUCALIPTO"   |                     |   |
|  <p>muestra estandar</p>  |                     |  <p>muestra problema</p>  |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |                     |   |
| <p>SU NOMBRE CIENTÍFICO: <i>Eucalyptus globulus</i> Labillardiere. FAMILIA: myrtaceae. El árbol es originario de Australia y es cultivado ampliamente por su rápido crecimiento, el árbol de mayor tamaño que se puede encontrar en las regiones de clima frío en los Andes tropicales; un ejemplar maduro puede superar los 50 metros de altura y tener un tronco de más de 3 metros de diámetro.</p> |                     |   |

FIGURA 4.2: *Determinación de la especie de madera. Muestra C 101 V*

Fuente: Laboratorio RQ

ANEXO 1: Informe de la determinación de la especie de madera

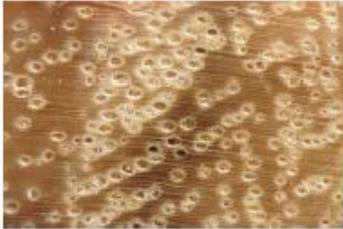
|  |                     |  |
|--|---------------------|--|
| <b>ANÁLISIS N°</b>   | <b>22.1-RQ-2019</b> | <b>OBRA:</b> Madera de Sitio patrimonial   |
| <b>FECHA</b>   | 03/09/2019          | <b>SE DESEA INVESTIGAR:</b> Identificación de maderas  |
| <b>CLAVE</b>   | C-102-C             | <b>SITIO DE TOMA DE MUESTRA:</b> Columna   |
|  <p>fragmento de madera receptada en el laboratorio</p>  |                     | <p><b>RECEPCION EN EL LABORATORIO:</b> Una muestra en corte cubo de color blanquecino</p> <p><b>CARACTERISTICAS DE MUESTRA:</b> Fragmento de color blanquecino, en buen estado de conservación, dureza media</p> <p><b>PROCEDIMIENTO:</b> Las muestras son ingresadas a un registro de laboratorio, como se encuentran en corte cubo se procede a seccionarlos transversalmente, posterior se reblandecen y colorean ( según requerimiento) bajo protocolo de análisis. Se comparan microscópicamente con estandares establecidos.</p> |
| <b>RESULTADOS</b>  |                     |  |
| <b>MADERA IDENTIFICADA: "EUCALIPTO"</b>  |                     |  |
|  <p>muestra estandar</p>  |                     |  <p>muestra problema</p>   |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |                     |  |
| <p>SU NOMBRE CIENTÍFICO: <i>Eucalyptus globulus</i> Labillardiere. FAMILIA: myrtaceae. El árbol es originario de Australia y es cultivado ampliamente por su rápido crecimiento, el árbol de mayor tamaño que se puede encontrar en las regiones de clima frío en los Andes tropicales; un ejemplar maduro puede superar los 50 metros de altura y tener un tronco de más de 3 metros de diámetro.</p> |                     |  |

FIGURA 4.3: *Determinación de la especie de madera. Muestra C 102 C*

Fuente: Laboratorio RQ

ANEXO 1: Informe de la determinación de la especie de madera

|  |                     |   |
|--|---------------------|---|
| <b>ANÁLISIS N°</b>   | <b>22.2-RQ-2019</b> | <b>OBRA:</b>  |
| <b>FECHA</b>   | 03/09/2019          | <b>SE DESEA INVESTIGAR:</b> Identificación de maderas   |
| <b>CLAVE</b>   | C-102-V             | <b>SITIO DE TOMA DE MUESTRA:</b> Viga   |
|  <p>fragmento de madera receptada en el laboratorio</p>   |                     | <p><b>RECEPCION EN EL LABORATORIO:</b> Una muestra en corte circular de color crema ligeramente rojiza</p> <p><b>CARACTERISTICAS DE MUESTRA:</b> Fragmento de color crema ligeramente rojiza, en buen estado de conservación, dureza media.</p> <p><b>PROCEDIMIENTO:</b> Las muestras son ingresadas a un registro de laboratorio, como se encuentran en corte cubo se procede a seccionarlos transversalmente, posterior se reblandecen y colorean ( según requerimiento) bajo protocolo de análisis. Se comparan microscópicamente con estandares establecidos.</p> |
| <b>RESULTADOS</b>  |                     |   |
| <b>MADERA IDENTIFICADA: " CIPRÉS "</b>   |                     |   |
|  <p>muestra estandar</p>  |                     |  <p>muestra problema</p>  |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |                     |   |
| <p>El ciprés (género Cupressus) forma parte de la familia de plantas coníferas Cupressaceae. Las especies del género Cupressus son muy usadas como árboles madereros. Se encuentran infinidad de especies dependiendo de las zonas y su latitud.</p> |                     |   |

FIGURA 4.4: *Determinación de la especie de madera. Muestra C 102 V*

Fuente: Laboratorio RQ

ANEXO 1: Informe de la determinación de la especie de madera



CUENCA - ECUADOR

SOLICITA: Diego Morocho

|   |                   |  |
|---|-------------------|--|
| <b>ANÁLISIS N°</b>  | <b>23-RQ-2019</b> | <b>OBRA:</b> Madera de Sitio patrimonial   |
| <b>FECHA</b>  | 03/09/2019        | <b>SE DESEA INVESTIGAR:</b> Identificación de maderas  |
| <b>CLAVE</b>  | C-103-V           | <b>SITIO DE TOMA DE MUESTRA:</b> Viga  |
|  <p>fragmento de madera receptada en el laboratorio</p> |                   | <p><b>RECEPCION EN EL LABORATORIO:</b> Una muestra en corte circular de color crema ligeramente rojiza</p> <p><b>CARACTERISTICAS DE MUESTRA:</b> Fragmento de color crema ligeramente rojiza, en buen estado de conservación, dureza semi blanda.</p> <p><b>PROCEDIMIENTO:</b> Las muestras son ingresadas a un registro de laboratorio, como se encuentran en corte cubo, se procede a seccionarlos transversalmente, posterior se reblandecen y colorean ( según requerimiento) bajo protocolo de análisis. Se comparan microscópicamente con estándares establecidos.</p> |
| <b>RESULTADOS</b>   |                   |  |
| <b>MADERA IDENTIFICADA: "CEDRO DE COSTA"</b>  |                   |  |
|  <p>muestra estandar</p>                               |                   |  <p>muestra problema</p>   |
| <b>OBSERVACIONES</b>  |                   |  |
| Se identifica a la madera como: CEDRO, especie Cedrela Odorata L, familia meliacea.   |                   |  |



FIGURA 4.5: Determinación de la especie de madera. Muestra C 103 V

Fuente: Laboratorio RQ

## **4.2. ANEXO 2: Valoración patológica e identificación física del inmueble.**

ANEXO 2: Valoración patológica e identificación física del inmueble.

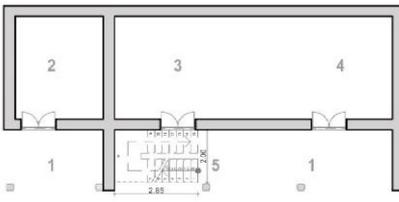
| FICHA PARA LA VALORACIÓN DEL INMUEBLE   |           |                    |          |  |         |                       |         |
|---|-----------|--------------------|----------|--|---------|-----------------------|---------|
| DATOS DE IDENTIFICACIÓN   |           |                    |          | ÉPOCA DE CONSTRUCCIÓN  |         |                       |         |
| Denominación: <b>C - 101</b>  |           |                    |          | 1700-1799  |         |                       |         |
| Clave Catastral: N / A  |           |                    |          | 1800-1899  |         |                       |         |
| DATOS DE LOCALIZACIÓN   |           |                    |          | 1900-1999  |         | 1944                  |         |
| Provincia   | Azuay     | Cantón             | Cuenca   | 2000 en adelante   |         |                       |         |
| Parroquia   | Baños     | Comunidad          | Minas    | Nombre del propietario:  |         |                       |         |
| Coordenadas WGS84   |           |                    |          | Sr. Dario Mocha  |         |                       |         |
| (Y) NORTE   |           | 9676877            |          | Realizado por:   |         |                       |         |
| (X) ESTE  |           | 713399             |          | Diego Patricio Morocho Baculima  |         |                       |         |
| (Z) AZIMUT  |           | 2785               |          | Fecha de elaboracion:  |         |                       |         |
|   |           |                    |          | 23-feb-19  |         |                       |         |
| TIPOLOGIA Y USO   |           |                    |          | ESTADO DE CONSERVACION   |         |                       |         |
| Arquitectura  | Categoria | USOS               |          | Evaluación de la edificación   | Estable | Deteriorado           | Ruinoso |
|   |           | original           | actual   |  |         |                       |         |
| Militar   |           |                    |          | Estructura   |         | X                     |         |
| Civil   |           |                    |          | Cubierta   |         |                       | X       |
| Religiosa   |           |                    |          | Fachadas   |         | X                     |         |
| Institucional   |           |                    |          | Pisos/entrepisos   |         |                       | X       |
| Comercio  |           |                    |          | Acabados   |         | X                     |         |
| Servicio  |           |                    |          | Escaleras  | X       |                       |         |
| Industrial  |           |                    |          | Espacios exteriores  |         | X                     |         |
| Vernácula   | X         | Vivienda           | Vivienda | Instalaciones  |         |                       | X       |
| Otros   |           |                    |          | ESTADO GENERAL   |         |                       |         |
| DETERIORADO   |           |                    |          |  |         |                       |         |
| DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL INMUEBLE  |           |                    |          |  |         |                       |         |
| Trama urbana  |           | Emplazamiento      |          | Predio en trama  |         | Relación de Espacios  |         |
| Damero  |           | Esquinera          |          | Aislada  | X       | Patio central         |         |
| Radial  |           | Intermedia         | X        | Pareada  |         | Sus. De patios        |         |
| Lineal  |           | Interior           |          | Aislada en trama   |         | Irregular             |         |
| Disperso  | X         | Total              |          | Continua en trama  |         | Sin patio             | X       |
| Escaleras   |           | Area Verde/Huertos |          | Zaguán/Ingresos  |         | No. de pisos          |         |
| Central   |           | Frontal            |          | Central  | X       | 1 Piso                |         |
| Lat Izquierdo   |           | Posterior          | X        | Lateral  |         | 2 Pisos               | X       |
| Lat Derecho   |           | Envolvente         |          | Esquinero  |         | 3 Pisos               |         |
| Exterior  | X         | Lateral (es)       |          | Asimetrico   |         | Desnivel              |         |
| UBICACIÓN Y PLANTA DEL INMUEBLE   |           |                    |          |  |         |                       |         |
| Ubicación   |           |                    |          | Datos del Inmueble   |         |                       |         |
|  |           |                    |          | Area del Lote (m2)   | 4207.5  | Servicios (No)        |         |
|   |           |                    |          | Frente (ml)  | 17.58   | SS-HH particular      | 1       |
|   |           |                    |          | Area construida  |         | SS-HH comunal         | 0       |
|   |           |                    |          | Subsuelo (m2)  | 0       | Lavandería particular | 0       |
|   |           |                    |          | Planta baja (m2)   | 95.9    | Lavandería comunal    | 0       |
|   |           |                    |          | Planta Alta (m2)   | 95      | INSTALACIONES         |         |
|   |           |                    |          | Otros pisos (m2)   | 0       | Agua potable          | X       |
|   |           |                    |          | Area cosntruida (m2)   | 190.9   | Alcantarillado        | X       |
|   |           |                    |          | Espacios abiertos (No)   |         | Energía Eléctrica     | X       |
|   |           |                    |          | Estacionamientos (No)  |         | 0 Teléfono            | X       |
| Otros   |           | 0 Otros            |          |  |         |                       |         |
| Planta y elevacion  |           |                    |          |  |         |                       |         |
|  |           |                    |          |  |         |                       |         |

Tabla 4.1: Valoración del inmueble, caso de estudio C101

Elaboración: PROPIA



ANEXO 2: Valoración patológica e identificación física del inmueble.

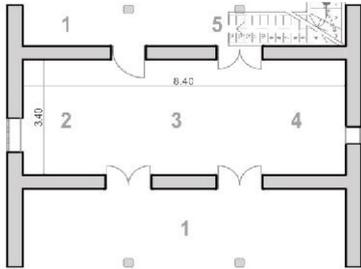
| FICHA PARA LA VALORACION DEL INMUEBLE   |           |                    |  |                                 |                       |                      |         |
|---|-----------|--------------------|--|---------------------------------|-----------------------|----------------------|---------|
| DATOS DE IDENTIFICACION   |           |                    |  | ÉPOCA DE CONSTRUCCION           |                       |                      |         |
| Denominación: <b>C - 102</b>  |           |                    |  | 1700-1799                       |                       |                      |         |
| Clave Catastral: N / A  |           |                    |  | 1800-1899                       |                       |                      |         |
| DATOS DE LOCALIZACIÓN   |           |                    |  | 1900-1999                       |                       | 1938                 |         |
| Provincia   | Azuay     | Cantón             | Cuenca   | 2000 en adelante                |                       |                      |         |
| Parroquia   | Baños     | Comunidad          | Minas  | Nombre del propietario:         |                       |                      |         |
| Coordenadas WGS84   |           |                    |  | Sra. Blanca Suquillanda         |                       |                      |         |
| (Y) NORTE   | 9676472   |                    |  | Realizado por:                  |                       |                      |         |
| (X) ESTE  | 712846    |                    |  | Diego Patricio Morocho Baculima |                       |                      |         |
| (Z) AZIMUT  | 2841      |                    |  | Fecha de elaboración:           |                       |                      |         |
|   |           |                    |  | 24-feb-19                       |                       |                      |         |
| TIPOLOGÍA Y USO   |           |                    |  | ESTADO DE CONSERVACIÓN          |                       |                      |         |
| Arquitectura  | Categoria | USOS               |  | Evaluación de la edificación    | Estable               | Deteriorado          | Ruinoso |
|   |           | original           | actual   |                                 |                       |                      |         |
| Militar   |           |                    |  | Estructura                      |                       |                      | X       |
| Civil   |           |                    |  | Cubierta                        |                       |                      | X       |
| Religiosa   |           |                    |  | Fachadas                        |                       | X                    |         |
| Institucional   |           |                    |  | Pisos/entrepisos                |                       |                      | X       |
| Comercio  |           |                    |  | Acabados                        |                       |                      | X       |
| Servicio  |           |                    |  | Escaleras                       |                       | X                    |         |
| Industrial  |           |                    |  | Espacios exteriores             | X                     |                      |         |
| Vernácula   | X         | Vivienda           | Vivienda   | Instalaciones                   |                       |                      | X       |
| Otros   |           |                    |  | ESTADO GENERAL                  |                       |                      | RUINOSO |
| DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL INMUEBLE  |           |                    |  |                                 |                       |                      |         |
| Trama urbana  |           | Emplazamiento      |  | Predio en trama                 |                       | Relación de Espacios |         |
| Damero  |           | Esquinera          |  | Aislada                         | X                     | Patio central        |         |
| Radial  |           | Intermedia         | X  | Pareada                         |                       | Sus. De patios       |         |
| Lineal  | X         | Interior           |  | Aislada en trama                |                       | Irregular            |         |
| Disperso  |           | Total              |  | Continua en trama               |                       | Sin patio            |         |
| Escaleras   |           | Area Verde/Huertos |  | Zaguán/Ingresos                 |                       | No. de pisos         |         |
| Central   |           | Frontal            |  | Central                         | X                     | 1 Piso               |         |
| Lat Izquierdo   |           | Posterior          | X  | Lateral                         |                       | 2 Pisos              |         |
| Lat Derecho   |           | Envolvente         |  | Esquinero                       |                       | 3 Pisos              |         |
| Exterior  | X         | Lateral (es)       |  | Asimetrico                      |                       | Desnivel             |         |
| UBICACIÓN Y PLANTA DEL INMUEBLE   |           |                    |  |                                 |                       |                      |         |
| Ubicación   |           |                    | Datos del Inmueble   |                                 |                       |                      |         |
|  |           |                    | Area del Lote (m2)   | 2320.45                         | Servicios (No)        |                      |         |
|   |           |                    | Frete (ml)   | 20.5                            | SS-HH particular      | 1                    |         |
|   |           |                    | Area construida  |                                 | SS-HH comunal         | 0                    |         |
|   |           |                    | Subsuelo (m2)  | 0                               | Lavandería particular | 0                    |         |
|   |           |                    | Planta baja (m2)   | 70.84                           | Lavandería comunal    | 0                    |         |
|   |           |                    | Planta Alta (m2)   | 70.84                           | INSTALACIONES         |                      |         |
|   |           |                    | Otros pisos (m2)   | 0                               | Agua potable          | X                    |         |
|   |           |                    | Area cosntruida (m2)   | 141.68                          | Alcantarillado        | X                    |         |
|   |           |                    | Espacios abiertos (No)   |                                 | Energía Eléctrica     | X                    |         |
|   |           |                    | Estacionamientos (No)  | 0                               | Telefono              | X                    |         |
| Otros   | 0         | Otros              |  |                                 |                       |                      |         |
| Planta y elevacion  |           |                    |  |                                 |                       |                      |         |
|  |           |                    |  |                                 |                       |                      |         |

Tabla 4.3: Valoración del inmueble, caso de estudio C102

Elaboración: PROPIA



ANEXO 2: Valoración patológica e identificación física del inmueble.

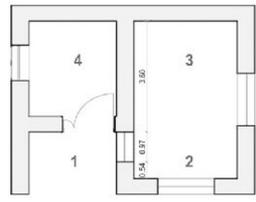
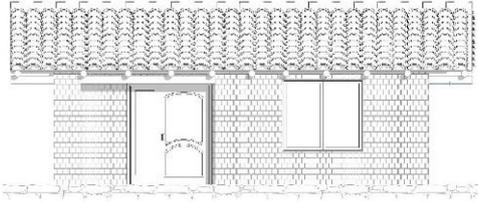
| FICHA PARA LA VALORACION DEL INMUEBLE   |           |                    |  |  |                       |                      |         |
|---|-----------|--------------------|--|--|-----------------------|----------------------|---------|
| DATOS DE IDENTIFICACIÓN   |           |                    |  | ÉPOCA DE CONSTRUCCION                              |                       |                      |         |
| Denominación: <b>C - 103</b>  |           |                    |  | 1700-1799  |                       |                      |         |
| Clave Catastral: N / A  |           |                    |  | 1800-1899  |                       |                      |         |
| DATOS DE LOCALIZACIÓN   |           |                    |  | 1900-1999  |                       |                      |         |
| Provincia   | Azuay     | Cantón             | Cuenca   | 2000 en adelante                                   |                       |                      |         |
| Parroquia   | Baños     | Comunidad          | Minas  | Nombre del propietario:<br>Sra. Alegria Suquilanda |                       |                      |         |
| Coordenadas WGS84   |           |                    |  | Realizado por:<br>Diego Patricio Morocho Baculima  |                       |                      |         |
| (Y) NORTE   | 9676454   |                    |  | Fecha de elaboracion:<br>02-mar-19                 |                       |                      |         |
| (X) ESTE  | 721839    |                    |  |  |                       |                      |         |
| (Z) AZIMUT  | 2847      |                    |  |  |                       |                      |         |
| TIPOLOGÍA Y USO   |           |                    |  | ESTADO DE CONSERVACIÓN                             |                       |                      |         |
| Arquitectura  | Categoria | USOS               |  | Evaluación de la edificación                       | Estable               | Deteriorado          | Ruinoso |
|   |           | original           | actual   |  |                       |                      |         |
| Militar   |           |                    |  | Estructura   |                       |                      | X       |
| Civil   |           |                    |  | Cubierta   |                       |                      | X       |
| Religiosa   |           |                    |  | Fachadas   |                       | X                    |         |
| Institucional   |           |                    |  | Pisos/entrepisos                                   |                       |                      | X       |
| Comercio  |           |                    |  | Acabados   |                       |                      | X       |
| Servicio  |           |                    |  | Escaleras  |                       | X                    |         |
| Industrial  |           |                    |  | Espacios exteriores                                | X                     |                      |         |
| Vernácula   | X         | Vivienda           | Vivienda   | Instalaciones                                      |                       |                      | X       |
| Otros   |           |                    |  | ESTADO GENERAL<br>RUINOSO                          |                       |                      |         |
| DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL INMUEBLE  |           |                    |  |  |                       |                      |         |
| Trama urbana  |           | Emplazamiento      |  | Predio en trama                                    |                       | Relacion de Espacios |         |
| Damero  |           | Esquinera          |  | Aislada  | X                     | Patio central        |         |
| Radial  |           | Intermedia         | X  | Pareada  |                       | Sus. De patios       |         |
| Lineal  | X         | Interior           |  | Aislada en trama                                   |                       | Irregular            |         |
| Disperso  |           | Total              |  | Continua en trama                                  |                       | Sin patio            |         |
| Escaleras   |           | Area Verde/Huertos |  | Zaguán/Ingresos                                    |                       | No. de pisos         |         |
| Central   |           | Frontal            |  | Central  |                       | 1 Piso               |         |
| Lat Izquierdo   |           | Posterior          | X  | Lateral  | X                     | 2 Pisos              |         |
| Lat Derecho   |           | Envolvente         |  | Esquinero  |                       | 3 Pisos              |         |
| Exterior  |           | Lateral (es)       |  | Asimétrico   |                       | Desnivel             |         |
| UBICACIÓN Y PLANTA DEL INMUEBLE   |           |                    |  |  |                       |                      |         |
| Ubicación   |           |                    | Datos del Inmueble   |  |                       |                      |         |
|  |           |                    | Area del Lote (m2)   | 1375.89  | Servicios (No)        |                      |         |
|   |           |                    | Frete (ml)   | 17.8   | SS-HH particular      | 1                    |         |
|   |           |                    | Area construida  |  | SS-HH comunal         |                      | 0       |
|   |           |                    | Subsuelo (m2)  | 0  | Lavandería particular | 0                    |         |
|   |           |                    | Planta baja (m2)   | 70.84  | Lavandería comunal    | 0                    |         |
|   |           |                    | Planta Alta (m2)   | 70.84  | INSTALACIONES         |                      |         |
|   |           |                    | Otros pisos (m2)   | 0  | Agua potable          | X                    |         |
|   |           |                    | Area cosntruida (m2)   | 141.68   | Alcantarillado        | X                    |         |
|   |           |                    | Espacios abiertos (No)   |  | Energía Eléctrica     | X                    |         |
|   |           |                    | Estacionamientos (No)  | 0  | Teléfono              | X                    |         |
| Otros   | 0         | Otros              |  |  |                       |                      |         |
| Planta y elevación  |           |                    |  |  |                       |                      |         |
|  |           |                    |  |  |                       |                      |         |

Tabla 4.5: Valoración del inmueble, caso de estudio C103

Elaboración: PROPIA





**PERMISO DEL AUTOR DE TESIS PARA SUBIR AL REPOSITORIO  
INSTITUCIONAL**

Yo, **Diego Patricio Morocho Baculima** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° 0103663522. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Análisis de patologías de la madera en la arquitectura vernácula. Caso de estudio en Minas-Baños”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 19 de noviembre de 2019

F: .....  
**Diego Patricio Morocho Baculima**  
C.I/ 0103663522