



Culturas sísmicas locales.

Puesta en valor de los dispositivos sismorresistentes de la arquitectura en tierra de Tulahuén, región de Coquimbo.

TESIS DE INVESTIGACIÓN
MAGISTER EN INTERVENCIÓN DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO

JAIME MANUEL ORTEGA PERALES

PROFESOR GUÍA: DRA. NATALIA
JORQUERA SILVA

SANTIAGO DE CHILE | 2023

DEDICADO A:

Miriam, Pablo, Lucy, Ángel y Graciela, con amor y gratitud, siempre.

AGRADECIMIENTOS

A Natalia por introducirme en el mundo del patrimonio en tierra.

A Andrea, la encargada de que recupere mi confianza.

A Valeria y Benja, por su hospitalidad, apoyo y atención en la localidad de Tulahuén.

A Macarena y Marcela por toda la colaboración desde el municipio de Monte Patria.

A Leo, Dani y Rodrigo, por hacer entretenida la convivencia en la casa.

A Marcos, Andrea, Wendy, Liem, Ale, Claudia, Carlos, Maya y Ángel, compañeros becarios con quienes compartimos la experiencia de estudiar lejos de nuestro país.

A mi familia por el inmenso apoyo.

A todos los amigos y amigas que me esperan en Bolivia.

A la vida por darme la oportunidad.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN AL TEMA	17
1.1. Introducción.....	18
1.2. Problema de Estudio	20
1.3. Pregunta de Investigación	20
1.4. Hipótesis	20
1.5. Objetivos	21
1.5.1. Objetivo General	21
1.5.2. Objetivos Específicos	21
1.6. Metodología	21
1.6.1. Exploración de la región de Coquimbo	21
1.6.2. Determinación de la localidad de estudio	21
1.6.3. Registro fotográfico y geométrico de dispositivos	21
1.6.4. Levantamiento geométrico total de algunos inmuebles	22
1.7. Cronograma de Trabajo	23
2. MARCO TEÓRICO	24
2.1. Arquitectura Vernácula.....	25
2.1.1. El Valor de la Arquitectura Vernácula.....	26
2.2. Culturas Constructivas	28
2.2.1. Culturas constructivas en Tierra	30
2.2.2. Las Técnicas en Tierra	30
2.2.3. Culturas constructivas en Chile	32
2.3. Culturas Sísmicas Locales	34

2.3.1. Desempeño Sísmico de la Arquitectura Vernácula.....	36
2.3.2. Culturas Sísmicas Locales en el Mundo.....	40
3. ANTECEDENTES DEL SITIO	42
3.1. Definición del Área de Estudio	43
3.2. Antecedentes Territoriales.....	45
3.2.1. Caracterización Urbana.....	45
3.2.2. Hidrografía	46
3.2.3. Clima.....	47
3.2.4. Suelos	48
3.2.5. Vegetación	49
3.2.6. Antecedentes Sísmicos de la Región	52
3.2.7. Características Geológicas.....	53
3.3. Antecedentes Históricos.....	54
3.3.1. Periodo Precolombino	54
3.3.2. Periodo Colonial	56
3.3.3. Periodo Republicano	58
3.3.4. La Consolidación de Tlahuén	59
4. REGISTRO Y CARACTERIZACIÓN DE INMUEBLES	60
4.1. Criterios.....	61
4.2. Tipos de Inmuebles.....	61
4.3. Tipologías de Dispositivos.....	62
4.4. Registro de Inmuebles	63

4.4.1. Catastro y Registro de Inmuebles	63
4.5. Caracterización de Inmuebles	66
4.5.1. Caracterización de Viviendas	66
4.5.2. Caracterización de Pasteras.....	67
4.5.3. Caracterización de Bodegas	68
4.5.4. Cercos de Propiedad.....	69
4.5.5. Caracterización de la Albañilería de Adobe	70
4.5.6. Dimensiones del Adobe.....	72
4.5.7. Disposición del Adobe	73
5. REGISTRO Y CARACTERIZACIÓN DE DISPOSITIVOS.....	75
5.1. Registro Geométrico de Dispositivos.....	76
5.2. Tabla de Registro de Dispositivos	77
5.3. Tipologías de Dispositivos y Caracterización.....	81
5.3.1. Dispositivo DC.....	81
5.3.2. Dispositivo DE	85
5.3.3. Dispositivo DP	87
6. ANÁLISIS CONSTRUCTIVO DE CASOS	89
6.1. Caso Inmueble VI-17.....	90
6.2. Caso Inmueble VI-11.....	94
6.3. Caso Inmueble PA-3	98
6.4. Caso Inmueble BO-1.....	102

7. ANÁLISIS CUALITATIVO DE LA ESTRUCTURA.....	106
7.1. La Esbeltez de los Muros	107
7.2. Análisis Geométrico en Planta	107
7.3. Análisis de Envigado y Cubierta	108
7.4. Análisis con Patrones de Colapso	109
7.5. Los Dispositivos frente a Mecanismos de Colapso.....	110
7.6. Resumen de Prevención de Daños por Dispositivos	116
8. CONCLUSIONES	117
9. BIBLIOGRAFÍA	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapas de ubicación de la localidad de Tulahuén. Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth Pro Google maps. ...	18
Figura 2: Arquitectura en tierra de Tulahuén, comuna de Monte Patria. Fuente: Archivo propio.	19
Figura 3: Dispositivos de refuerzo encontrados en los valles transversales de la comuna de Monte Patria, Región de Coquimbo. Fuente: Archivo propio.	19
Figura 4: Mapa de culturas constructivas chilenas. Fuente: Natalia Jorquera.	33
Figura 5: Gráfico del desarrollo de la cultura sísmica de la prevención. Fuente: Jacqueline Homan.	34
Figura 6: Gráfico del desarrollo de la cultura sísmica del reparo. Fuente: Jacqueline Homan.	34
Figura 8: Mecanismo fuera del plano en paredes largas; (b) mecanismo fuera del plano en paredes cortas; (c) colapso fuera del plano de la esquina; y (d) colapso fuera del plano del tímpano. Fuente: Paulo B. Lourenço.	37
Figura 7: a) Giro global de las paredes externas; (b) falta de anclaje entre las paredes y los diafragmas horizontales que lleva al vuelco de las paredes; y (c) separación de pisos y techos de las paredes. Fuente: Paulo B. Lourenço.	37
Figura 9: (a) Delaminación de muro; (b) hoja interna que provoca el abultamiento de la hoja exterior de la pared; y (c) fallo de la pared causado por la irregularidad de las piedras. Fuente: Paulo B. Lourenço.	38
Figura 10: (a) Fallo de corte en el plano en la dirección de la longitud de la pared; (b) fisuración por corte alrededor de las aberturas; y (c) fisuración por corte frente al basculamiento de los pilares. Fuente: Paulo B. Lourenço.	39
Figura 11: Ejemplos de técnicas resistentes a terremotos y huellas de la cultura sísmica local en todo el mundo en relación con el mapa global de peligros sísmicos. Fuente: Javier Ortega.	41
Figura 12: Mapa de cantidad de inmuebles que presentan dispositivos de refuerzo en la región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia en base a Google maps.	43
Figura 13: Mapa del área de centro histórico definido por el municipio de Monte Patria. Fuente: Elaboración propia en base al mapa de la Municipalidad de Monte Patria.	44
Figura 14: Fotografía de viviendas del centro histórico de Tulahuén. Fuente: Archivo propio.	44
Figura 15: Hitos del patrimonio arquitectónico en la localidad de Tulahuén y distribución urbana. Fuente: Lorena Pérez - Triana Sánchez - Carmen Gómez.	45
Figura 16: Plano hidrográfico de las cuencas de la comuna de Monte Patria. Fuente: Municipalidad de Monte Patria.	46
Figura 17: Vista del Río Grande en la comuna de Monte Patria. Fuente: Carlos Acevedo Molina.	46
Figura 18: Mapas de tipo de climas en la región de Coquimbo. Fuente: Plan regulador comunal de Monte Patria.	47
Figura 19: Periodo de nevadas en Tulahuén. Fuente: La Tercera TV.	47
Figura 21: Mapa de tipos de suelos en la región de Coquimbo. Fuente: Plan regulador comunal de Monte Patria.	48
Figura 20: Porcentajes de tipos de suelos en la región de Coquimbo. Fuente: Plan regulador comunal de Monte Patria.	48
Figura 22: Mapa de formaciones vegetales de la región de Coquimbo. Fuente: Plan regulador comunal de Monte Patria.	49
Figura 23: Bosque de álamos blancos en Tulahuén. Fuente: Archivo propio.	50
Figura 24: Árbol algarrobo adulto. Fuente: Viveros Valparaíso.	50
Figura 25: Acacia caven en la plaza de Tulahuén. Fuente: Archivo propio.	51
Figura 26: Pimiento en Tulahuén. Fuente: Archivo propio.	51
Figura 27: Mapa de terremotos significativos de la región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps. ...	52
Figura 28: Conjuntos rupestres EL Molle ubicados en El Cuyano Alto (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J) y de El Macano. Fuente: Hans Niemeyer Fernández - Dominique Ballereau.	54

Figura 29: Dibujos de alfarería diaguita de la primera época. Fuente: Museo del Limarí.....	55
Figura 30: Alfarería diaguita de la primera época. Fuente: Museo del Limarí.....	55
Figura 31: Corregimientos de Coquimbo colonial. Fuente: Jorge Pinto Rodríguez, <i>La población del Norte Chico en el siglo XVIII</i> . La Serena, 1980.....	56
Figura 32: Curatos de la región de Coquimbo durante la Colonia. Fuente: Jorge Pinto Rodríguez, <i>La población del Norte Chico en el siglo XVIII</i> . La Serena, 1980.....	57
Figura 33: Mapa de las localidades consolidadas en la comuna de Monte Patria. Fuente: Cuenortina2c.blog.....	59
Figura 34: Planimetría de polígono declarado como centro histórico en Tulahuén. Fuente: Elaboración propia a partir de planos de Municipalidad de Monte Patria.....	61
Figura 35: a) Esquema de dispositivo DC; b) Fotografía dispositivo DC en Tulahuén. Fuente: Elaboración y archivo propio.....	62
Figura 36: a) Esquema dispositivo DE; b) Fotografía dispositivo DE. Fuente: Archivo y elaboración propia.....	62
Figura 37: a) Esquema dispositivo DP; b) Fotografía dispositivo DP. Fuente: Archivo y elaboración propia.....	62
Figura 38: Porcentaje de tipologías de inmuebles. Fuente: Elaboración propia.....	63
Figura 39: Relación de cantidad de dispositivos presentes en inmuebles. Fuente: Elaboración propia.....	63
Figura 40: Vista aérea del centro histórico de Tulahuén. Fuente: Bryant Pastén.....	64
Figura 41: Viviendas plaza principal de Tulahuén. Fuente: Acadio Orrego.....	64
Figura 42: Mapa de registro de inmuebles que presentan dispositivos de refuerzo previamente identificados. Fuente: Elaboración propia.....	65
Figura 43: Vivienda modelo de Tulahuén. Fuente: Archivo propio.....	66
Figura 44: Vivienda de fachada alta en Tulahuén. Fuente: Archivo propio.....	66

Figura 45: Vivienda de dos pisos conocida como el Rascacielos de Tulahuén. Fuente: Archivo propio.....	67
Figura 46: Pastera de la familia Campusano en la calle principal de Tulahuén. Fuente: Archivo propio.....	67
Figura 47: Pastera pequeña de la familia Tapia en Tulahuén. Fuente: Archivo propio.....	68
Figura 48: Bodega de la familia Tapia en la plaza central de Tulahuén. Fuente: Archivo propio.....	68
Figura 49: Cerca de albañilería de adobe simple sobre cimiento de piedra en Tulahuén. Fuente: Archivo propio.....	69
Figura 50: Cerca de tapia sobre cimiento de piedra en Tulahuén. Fuente: Archivo propio.....	69
Figura 51: Preparación de adobe en la aldea de Tulahuén por el maestro adobero Eladio Cortés. Fuente: Valeria Araya.....	70
Figura 52: Dimensiones de muestras de adobe en varias viviendas de la plaza central de Tulahuén. Fuente: Archivo propio.....	71
Figura 53: Medidas del bloque de adobe en Tulahuén. Fuente: Elaboración propia.....	72
Figura 54: Medidas del bloque de Tulahuén comparadas con el antiguo sistema español de medidas. Fuente: Archivo propio.....	72
Figura 55: Aparejo a soga de adobes en Tulahuén. Fuente: Archivo propio.....	73
Figura 56: Distribución de bloques en los muros e intersecciones. Fuente: Elaboración propia.....	73
Figura 57: Distribución de los bloques de adobe a tizón. Fuente: Elaboración propia.....	74
Figura 58: Aparejo a tizón de muros en Tulahuén. Fuente: Archivo propio.....	74
Figura 59: Registro geométrico de dispositivos. Fuente: Elaboración propia.....	76
Figura 60: Imágenes de la cámara termográfica para el registro geométrico. Fuente: Archivo propio.....	76
Figura 61: Esquemas de las medidas tomadas en inmuebles seleccionados. Fuente: Elaboración propia.....	80
Figura 62: Esquema de dispositivo sismorresistente de esquina. Fuente: Elaboración propia.....	81

Figura 63: Esquema e imagen de refuerzo de madera, de un edificio en Antartiko, Grecia. Fuente: Omar Sidik - S. Mecca.....	81
Figura 64: a) Dispositivo DC con de sección rectangular; b) Dispositivo DC con sección circular. Fuente: Elaboración propia. .	82
Figura 65: Dispositivo DC afectado por xilófagos. Fuente: Archivo propio.....	83
Figura 66: Dispositivo DC con una pérdida casi total de sección a causa de xilófagos. Fuente: Archivo propio.....	83
Figura 67: Ring beam o viga collar en una vivienda de Tulahuén. Fuente: Archivo propio.....	84
Figura 68: Esquema de viga collar a nivel de dintel y a nivel de corona de muro. Fuente: Paulo B. Lourenço.	84
Figura 69: Esquema de dispositivo DE en sus dos variantes. Fuente: Elaboración propia.....	85
Figura 70: Detalle de refuerzo en muros de Huachay Qosqo, Perú. Fuente: Miguel Ángel Yopez.....	85
Figura 71: Detalle técnico de dispositivo DE, variante perdida en muro. Fuente: Elaboración propia.....	86
Figura 72: Dispositivo DE en una vivienda intervenida de Tulahuén. Fuente: Archivo propio.	86
Figura 73: Esquema de dispositivo de refuerzo tipo tirante en Tulahuén. Fuente: Elaboración propia.....	87
Figura 74: Vista exterior de conexiones de tirantes en Cuzco, Perú. Fuente: Sara Lardinois, 2012.	87
Figura 75: Sección de detalle de dispositivo DP instalado en muros. Fuente: Elaboración propia.....	88
Figura 76: Dispositivo DP en una vivienda de la plaza central de Tulahuén. Fuente: Archivo propio.	88
Figura 77: Inmueble VI-17 cerca de la plaza central de Tulahuén. Fuente: Elaboración propia.....	90
Figura 78: Dispositivos de refuerzo del inmueble. Fuente: Archivo propio.....	91
Figura 79: Ubicación del inmueble en el plano de centro histórico. Fuente: Elaboración propia.....	91
Figura 80: Vivienda conocida como el Rascacielos de Tulahuén en el centro histórico. Fuente: Elaboración propia.....	94

Figura 81: Imágenes interiores del inmueble y de la estructura. Fuente: Archivo propio.....	95
Figura 82: Ubicación del inmueble en el centro histórico. Fuente: Elaboración propia.	95
Figura 83: Pastera de la familia Campusano. Fuente: Archivo propio.	98
Figura 84: Dispositivos de refuerzo en fachadas afectados por xilófagos. Fuente: Archivo propio.....	99
Figura 85: Plano de ubicación del inmueble en el centro histórico. Fuente: Elaboración propia.....	99
Figura 86: Bodega de la familia Tapia en Tulahuén. Fuente: Archivo propio.	102
Figura 87: Ubicación del inmueble en el plano de centro histórico. Fuente: Elaboración propia.....	103
Figura 88: Detalles constructivos del inmueble y disposición de bloques de adobe. Fuente: Archivo propio.....	103
Figura 89: Gráfico de cantidad de viviendas con esbeltez superior e inferior a ocho. Fuente: Elaboración propia.....	107
Figura 90: Efectos de la geometría en L de una planta de un inmueble de mampostería frente a un sismo. Fuente: Wilfredo Carazas – Alba Rivero.....	107
Figura 91: Envigado de segundo piso de un inmueble frente a fuerzas horizontales. Fuente: Elaboración propia.....	108
Figura 92: Estructura de cubierta de una vivienda tradicional mejorando el comportamiento estructural. Fuente: Elaboración propia.....	108
Figura 93: Mecanismo de colapso de tímpano de muro fuera del plano, por fuerzas horizontales. Fuente: Elaboración propia a partir de Lourenço.....	109
Figura 94: a) y b) Reemplazo del tímpano del muro por madera o placas ligeras; c) Eliminación preventiva del tímpano de muro. Fuente: Archivo propio.....	109
Figura 96: Fisuras y grietas comunes asociadas a los "dispositivos DE". Fuente: Elaboración propia en base a exploración.....	111
Figura 95: Fisuras y grietas comunes asociados al "dispositivo DC". Fuente: Elaboración propia en base a exploración.	111

Figura 99: Daños comunes con dispositivo DC en el muro. Fuente: Elaboración propia.....	112
Figura 97: a) Colapso por falta de anclaje entre las paredes y los diafragmas horizontales. b) Colapso de muros cortos fuera del plano c) Colapso fuera del plano en es-quina Fuente: Elaboración propia en base a Paulo Lorenço.	112
Figura 98: a) Estructura antes del sismo; b) Estructura posterior al sismo con daños en y fuera del plano de muro, dispositivo DC. Fuente: Elaboración propia.	112
Figura 102: Daños comunes asociados al dispositivo DE. Fuente: Elaboración propia.....	113
Figura 101: a) Estructura antes del sismo; b) Estructura posterior al sismo con daños en y fuera del plano de muro, dispositivo DE. Fuente: Elaboración propia	113
Figura 100: a) Colapso por falta de anclaje entre las paredes y los diafragmas horizontales. b) Colapso de muros cortos fuera del plano c) Colapso fuera del plano en esquina Fuente: Elaboración propia en base a Paulo Lorenço.	113
Figura 103: Daños comunes en el muro asociados al dispositivo DP. Fuente: Elaboración propia.....	114
Figura 104: a) Colapso de muros por giro global de muros. b) Mecanismo de colapso de paredes largas fuera del plano. Fuente: Elaboración propia en base a esquemas de Paulo Lorenço.	115
Figura 105: Patrones de daños asociados al uso de dispositivo DP. Fuente: Elaboración propia.....	115
Figura 106: a) Estructura antes del sismo; b) Estructura posterior al sismo con daños en y fuera del plano de muro, dispositivo DP. Fuente: Elaboración propia.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Detalle de Metodología aplicada en la investigación.</i> <i>Fuente: Elaboración propia.</i>	22
Tabla 2: <i>Cronograma de trabajo, carta Gantt. Fuente: Elaboración propia.</i>	23
Tabla 3: <i>Geología de las localidades con estaciones sismológicas de la región de Coquimbo. Fuente: José Fernández, Cesar Pasten, Sergio Ruiz, Felipe Leyton.</i>	53
Tabla 4: <i>Aceleraciones máximas PGA del terremoto de Illapel 2015 registradas en las estaciones de la región de Coquimbo. Fuente: José Fernández, Cesar Pasten, Sergio Ruiz, Felipe Leyton.</i>	53
Tabla 5: <i>Registro de dispositivos de refuerzo en morfología, dimensiones, materialidad y patologías. Fuente: Elaboración propia.</i>	80
Tabla 6: <i>Tabla resumen de tipos de prevención de daños y facilidad de instalación de dispositivos y otros elementos de la cultura sísmica local. Fuente: Elaboración propia en base a Paulo Lorenço - Javier Ortega.</i>	116

CULTURAS SÍSMICAS LOCALES. Puesta en valor de los dispositivos sismorresistentes de la arquitectura en tierra de Tulahuén, región de Coquimbo.

Jaime Manuel Ortega Perales

Resumen

La frecuencia con que una comunidad es afectada por sismos, establece una estrecha relación con las prácticas de la construcción, obligando a la comunidad a responder en sus modos de habitar, para sobrevivir los efectos de la sismicidad; este es un concepto conocido como cultura sísmica local.

Tulahuén, es una localidad cordillerana de la comuna de Monte Patria, región de Coquimbo, que alberga una cultura sísmica materializada en la arquitectura en tierra. Esta fue desarrollada durante el periodo republicano y se encuentra distribuida en una configuración lineal de fachadas continuas, en el valle del Río Grande. Es aquí, donde destacan en las construcciones con tierra, una suerte de dispositivos de refuerzo, elaborados con madera local, que parecen brindar un mejor comportamiento estructural, frente a los eventos geológicos característicos de la región. La singularidad de este sistema constructivo¹, contrasta con los demás métodos de edificación presentes en la arquitectura en tierra, del resto del país.

Debido a una identificación precaria de los valores de esta arquitectura, donde solo se considera el histórico-paisajístico, podría producirse la pérdida de estos dispositivos, como los elementos más significativos de valor constructivo propio de la región. La investigación busca poner en valor la cultura sísmica local de tierra de Tulahuén, como un patrimonio cultural resiliente, muestra de la inteligencia y adaptabilidad de las comunidades al medio natural.

Es debido a la naturaleza de la investigación y a los escasos documentos existentes que se hizo un trabajo de observación directa e indirecta, dialogo con la comunidad y revisión de archivos en entidades públicas y privadas. Mediante un registro de inmuebles, caracterización de los dispositivos y análisis cualitativo de la efectividad de los mismos, es que se busca resaltar el valor de la cultura sísmica local, siendo un concepto que viene tomando relevancia en los últimos años.

Palabras Clave: Culturas sísmicas, Culturas constructivas, Patrimonio en tierra

¹Esta investigación está inscrita en el proyecto FONPAT: "Patrimonios singulares de tierra no protegidos de la región de Coquimbo, Chile. Registro y caracterización", financiado por el Fondo del Patrimonio Cultural, folio 51523, del Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio, con la investigadora responsable: Dra. Natalia Jorquera Silva.

LOCAL SEISMIC CULTURES. Valorization of Seismic-Resistant Devices in the Earth Architecture of Tulahuén, Coquimbo Region.

Jaime Manuel Ortega Perales

Abstract

The frequency with which a community is affected by earthquakes establishes a close relationship with construction practices, forcing the community to adapt its ways of living to survive the effects of seismic activity; this is a concept known as local seismic culture.

Tulahuén is a mountainous locality in the commune of Monte Patria, Coquimbo region, which harbors a seismic culture materialized in earthen architecture. This culture developed during the republican period and is distributed in a linear configuration of continuous facades in the Rio Grande Valley. Here, earthen constructions stand out with a kind of reinforcement devices made of local wood, which appear to provide better structural performance against the characteristic geological events of the region. The singularity of this construction system,¹ contrasts with other methods of earthen architecture present in the rest of the country.

Due to a precarious identification of the values of this architecture, where only the historical-landscape aspect is

considered, the loss of these devices could occur, as they are the most significant elements of constructive value specific to the region. The research aims to highlight the local seismic culture of earthen Tulahuén as a resilient cultural heritage, a testament to the intelligence and adaptability of communities to the natural environment.

Due to the nature of the research and the scarcity of existing documents, direct and indirect observation, community dialogue, and the review of archives in public and private entities were conducted. Through a registry of properties, characterization of devices, and qualitative analysis of their effectiveness, the goal is to emphasize the value of local seismic culture, a concept that has been gaining importance in recent years.

Keywords: Seismic cultures, Building cultures, Earthen heritage.

¹This research is part of the FONPAT project: "Singular Unprotected Earthen Heritage in the Coquimbo Region, Chile. Registration and Characterization," funded by the Cultural Heritage Fund, folio 51523, from the Ministry of Cultures, Arts, and Heritage, with the lead researcher: Dr. Natalia Jorquera Silva.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN AL TEMA

1.1. Introducción

Está en la naturaleza adaptativa de los seres humanos y la búsqueda del control de su entorno natural, la creación de paisajes culturales, que se han ajustado a los factores climáticos más extremos o a los fenómenos geológicos que resultan impredecibles. Chile es conocido por tener una de las mayores sismicidades del mundo, a causa de su ubicación geográfica, exactamente en el borde de la placa Sudamericana, cercano al margen convergente que la divide de la placa de Nazca. La subducción de estas placas, donde se produce un desplazamiento de seis a siete centímetros al año, provoca una serie de sismos, según el Centro Sismológico Nacional (2023).

Muestra de la adaptación de las comunidades en sus modos de habitar, es que muchos de los conjuntos arquitectónicos, desarrollados en periodos históricos, sobre todo en áreas rurales, al día de hoy permanecen indemnes, a pesar del tiempo y las condiciones geológicas del territorio. La técnica constructiva y los recursos naturales para su edificación, van a depender de su ubicación, y es que, al ser Chile un país con diversidad geográfica y climática, pueden variar entre el uso de la tierra, la piedra y la madera. Cada una de las técnicas y materiales empleados, son únicos en cada región,

dando lugar a distintas culturas constructivas (Tomasi et al., citando a Potié & Simonnet, 1992, p. 2).

El término cultura constructiva, es uno de los conceptos utilizados en los últimos años, en el estudio de valores de la arquitectura vernácula, pues es una de las tantas parcelas que compone el patrimonio cultural. La noción inicial sobre el término cultura constructiva, parece indicar la manera con que una comunidad, que se adapta al medio natural, va a desarrollar arquitectura con los materiales que dispone (Jorquera, 2014, p. 23).

En el caso de Chile, existe una segunda variable ya mencionada, que tiene que ver con la frecuencia con que el territorio es afectado por sismos, estableciendo una relación con las prácticas de la construcción; este concepto se denomina, Cultura Sísmica Local (Homan, 2004, p. 2). El término parece hacer mención, a la respuesta que tiene la comunidad frente a la sismicidad, donde sus emociones, ideas y valores, se verán representados en sus modos de habitar; esto quiere decir, que se van a hacer presentes, en elementos dentro de la arquitectura, y tiene una estrecha relación con la cultura constructiva. En el caso de la comuna de Monte Patria, ubicada en la cuarta región de Coquimbo (Fig. 1), se caracteriza por tener un clima semiárido y de transición (Jorquera, 2022, p.142). Las localidades establecidas en los valles



transversales de la comuna, exhiben una cultura constructiva, donde predomina el uso de tierra y madera, como material de construcción. Utilizando técnicas como la quincha, el tapial y el adobe, se conformaron las distintas localidades, otrora hacendados coloniales, que se consolidaron como poblaciones lineales, formando un paisaje urbano de fachadas continuas, durante el periodo republicano (Pérez et al., 2020, p. 36). A diferencia de otras comunas, o incluso otras regiones, Monte Patria alberga una cultura sísmica, representada en la arquitectura en tierra, que es única y que permanece viva en el tiempo a pesar de la sismicidad (Fig. 2).

Figura 1: Mapas de ubicación de la localidad de Tulahuén. Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth Pro | Google maps.

Es a través de elementos constructivos, como una suerte de dispositivos de refuerzo (Fig. 3), que protegen las zonas más vulnerables y parecen distribuir mejor los esfuerzos, durante un evento sísmico. Elaborados con madera local, bajo distintas tipologías o formas, insinúan brindar un mejor comportamiento estructural, a las distintas edificaciones de adobe registradas, tales como viviendas, bodegas y pasteras.

La presencia de estos elementos de mejoramiento sísmico, se hacen más evidentes en las poblaciones del valle del Rio Grande, una de las tantas cuencas que compone la comuna, atravesando sectores como Mialqui, Chañaral de Carén y Tulahuén; siendo esta última localidad, donde más casos de edificaciones con elementos sismorresistentes han sido registrados. Tulahuén, localidad cabecera del valle del Rio Grande y centralidad de equipamientos, es la última localidad de gran magnitud al interior del valle. Con alrededor de 458 viviendas (INE, 2023), cuenta con una declaratoria de Zona de Conservación Histórica (ZCH), donde albergaba hacendados dedicados a la agroproducción, la crianza de animales y la minería.

Al ser la población con más elementos de la cultura sísmica, visible en su arquitectura, en donde muchos de estos dispositivos de refuerzo han sido reconocidos, es en donde se va a desarrollar el caso de estudio. Por ello, más

allá de los valores intrínsecos de la arquitectura vernácula, más allá del paisaje cultural histórico de las fachadas como poblaciones lineales, más allá de los valores desde la perspectiva antropológica que representan estos conjuntos, son el testimonio físico de la existencia de una cultura sísmica local, singular, que es necesaria develar y poner en valor.



Figura 2: Arquitectura en tierra de Tulahuén, comuna de Monte Patria. Fuente: Archivo propio.



Figura 3: Dispositivos de refuerzo encontrados en los valles transversales de la comuna de Monte Patria, Región de Coquimbo. Fuente: Archivo propio.

1.2. Problema de Estudio

La problemática que aborda esta investigación se centra en la pérdida progresiva de un patrimonio arquitectónico construido en tierra, el cual se distribuye a lo largo de los valles transversales de la región de Coquimbo. Esta pérdida surge debido a una identificación precaria de la integridad de los valores asociados a estos, agravada por la percepción errónea de la arquitectura vernácula. Esta arquitectura viva, preindustrial y localizada, suele ser equivocadamente vinculada con una edificación frágil, desactualizada y obsoleta, frente a las necesidades de las ciudades contemporáneas. La falta de una comprensión clara sobre el valor de estas edificaciones ha llevado a intervenciones inapropiadas, que no consideran las valiosas representaciones culturales de las formas de habitar, especialmente en adaptación a una sismicidad endémica, como parte integral del acervo cultural.

En el contexto de la comuna de Monte Patria, se identifican cinco zonas de conservación histórica distribuidas en las localidades de Carén, Chañaral Alto, Rapel, Huatulame y Tulahuén. Las declaratorias como zona de conservación histórica, argumentan el valor histórico, paisajístico y urbano como los pilares de su significación, dejando de lado la naturaleza cultural del bien, hacia su condición de expresión

de una comunidad, que responde al riesgo sísmico y es materializado en la arquitectura en su más amplio sentido de autenticidad.

1.3. Pregunta de Investigación

Entendiendo que el valor del patrimonio arquitectónico vernáculo de Monte Patria, va más allá de sus atributos históricos y paisajísticos. ¿Cuáles son los elementos de valor patrimonial, de la cultura sísmica local, presentes en esta arquitectura en tierra, que deben considerarse, para evitar su pérdida?

1.4. Hipótesis

Los dispositivos de refuerzo, son una manifestación de la cultura sísmica local, representada en la arquitectura republicana, de los valles de Monte Patria. Estos permiten un mejor comportamiento estructural, a las edificaciones de adobe, frente a los fenómenos geológicos del territorio, lo que ha permitido su continuidad en el tiempo. Su aplicación, permitió el crecimiento en altura de los muros de adobe, respondiendo a una necesidad de las actividades de agroproducción y ganadería de la región.

1.5. Objetivos

1.5.1. *Objetivo General*

Poner en valor la cultura sísmica local de Tulahuén, manifestada en elementos de refuerzo sísmico presentes en la arquitectura en tierra, como un patrimonio cultural singular y en riesgo de pérdida.

1.5.2. *Objetivos Específicos*

- Determinar las características de los refuerzos sísmicos, de la arquitectura en tierra del centro histórico de Tulahuén, mediante su registro y caracterización.
- Analizar de manera cualitativa, la efectividad de las tipologías de dispositivos de refuerzos encontrados.
- Establecer los atributos de estos dispositivos sismo-resistentes en las edificaciones.

1.6. Metodología

La mayoría de la información obtenida fue en base a conversaciones informales con miembros de la comunidad y entrevistas documentadas.

La investigación se divide en cuatro fases:

1.6.1. *Exploración de la región de Coquimbo:*

- Recorrido por todas las localidades precordilleranas de las provincias del Elqui y Limarí.

- Elaboración de un mapa inicial que identifique la cantidad de inmuebles con elementos de la cultura sísmica en cada provincia.

1.6.2. *Determinación de la localidad de estudio:*

- Selección de la localidad de estudio en función de la frecuencia de inmuebles registrados durante la exploración.
- Establecimiento del polígono de estudio dentro de la localidad seleccionada con un número coherente de casos.
- Registro preciso y fotográfico de los dispositivos de refuerzo presentes en el área determinada para identificar tipologías y coincidencias constructivas.

1.6.3. *Registro fotográfico y geométrico de los dispositivos:*

- Registro detallado de dispositivos, incluyendo materialidad, disposición, estado de conservación y patologías.
- Documentación en una matriz de datos para analizar coincidencias y variantes.

1.6.4. Levantamiento geométrico total de algunos inmuebles:

- Análisis detallado de aspectos estructurales y constructivos.

- Análisis cualitativo de la función de los dispositivos basado en patrones de daños ocurridos en la arquitectura tradicional (Tabla 1).

OBJETIVO ESPECÍFICO	ACTIVIDADES	FUENTES DE INFORMACIÓN	PRODUCTOS
<ul style="list-style-type: none"> • Determinar las características de los refuerzos sísmicos, de la arquitectura en tierra del centro histórico de Tulahuén, mediante su registro y caracterización. 	<ul style="list-style-type: none"> -Recopilación de documentación bibliográfica y antecedentes históricos de la región. Recopilación de mapas documentos sobre los antecedentes urbanos de la región. Exploración de la región de Coquimbo para primer conteo de inmuebles con elementos de la cultura sísmica. Registro de inmuebles con Sistema de posicionamiento global. Registro fotográfico de inmuebles seleccionados Revisión documental en la localidad Entrevistas y conversaciones con miembros de la comunidad. 	<ul style="list-style-type: none"> -Recursos digitales disponibles en la red. -Softwares de exploración cartográfica en línea como Google Earth Pro, Google Mapa o similares. -Documentación técnica que posea la Municipalidad de MONTEPATRIA o la oficina de representación en Tulahuén. -Exploración en el terreno como fuente de información. -Encuestas. -Entrevistas de recopilación de conocimiento técnico - Conversaciones informales con miembros de la comunidad. -Entrevistas con residentes antiguos. 	<ul style="list-style-type: none"> -Primer mapa con frecuencia de casos encontrados en la región -Mapa de justificación del sitio de estudio -Mapa de área de estudio de la localidad seleccionada -Mapa de ubicación de los inmuebles registrados en la comunidad -Mapa de tipologías de inmuebles encontrados en la localidad -Gráficos de porcentajes de dispositivos de refuerzos encontrados por inmueble
<ul style="list-style-type: none"> • Analizar de manera cualitativa, la efectividad de las tipologías de dispositivos de refuerzos encontrados. 	<ul style="list-style-type: none"> -Levantamiento geométrico de dispositivos de refuerzo en cada inmueble seleccionado -Registro y exploración constructiva de fachadas con cámara termográfica. - Recopilación de información técnica sobre patologías en materiales presentes y su tratamiento. - Exploración a terreno y registro fotográfico de patologías en los sistemas constructivos y elementos estructurales. - Análisis de fotografías. -Entrevistas y conversaciones con algunos de los propietarios de los inmuebles seleccionados. -Levantamiento integral de cinco de los inmuebles más representativos. -Recopilación de información técnica sobre patrones de colapso de estructuras de mampostería tradicional. -Análisis y comparación del uso de refuerzos en los inmuebles. 	<ul style="list-style-type: none"> - Terreno de estudio con observación directa. - Textos y documentos recopilados en la primera fase. - Entrevistas de recopilación de conocimiento técnico. -Exploración del terreno y observación directa. -Softwares de exploración cartográfica en línea como Google Earth Pro, Google Mapa o similares. 	<ul style="list-style-type: none"> -Descripción de los inmuebles y sus predios. -Matriz de Inmuebles con el levantamiento geométrico de sus dispositivos de sismorresistencia. Matriz de patologías asociadas a los dispositivos de madera. - Planos técnicos de inmuebles seleccionados -Detalles constructivos e isométrico de los inmuebles seleccionados. Esquemas de funcionamiento de los dispositivos frente a patrones típicos de colapso
<ul style="list-style-type: none"> • Establecer los atributos y valores de estos dispositivos sismorresistentes en las edificaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Procesamiento de la información obtenida en la fase previa - Desarrollo de documentación técnica -Redacción de documentos y análisis 	<ul style="list-style-type: none"> - Recursos digitales disponibles en la red - Consultas a expertos y académicos - Documentos producidos en las fases previas. -Conversaciones informales con miembros de la comunidad 	<ul style="list-style-type: none"> -Reflexiones sobre su valor y sus bases de autenticidad. -Redacción de documento final.

Tabla 1: Detalle de Metodología aplicada en la investigación. Fuente: Elaboración propia.

1.7. Cronograma de Trabajo

Etapas	Objetivos	Actividades	CRONOGRAMA																																							
			FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Definición del Caso																																										
Marco Teórico	Revisión Documental	Culturas Constructivas																																								
		Culturas Constructivas en Tierra																																								
		Culturas Sísmicas Locales																																								
		Patrimonio Vernáculo																																								
Contexto	Revisión Documental	Antecedentes Históricos																																								
		Contexto Urbano																																								
		Contexto Geográfico																																								
		Antecedentes Sísmicos																																								
		Antecedentes de la localidad de Tuluahuén																																								
Desarrollo	Exploración	Exploración de la región de Coquimbo (Inmuebles que evidencian una cultura sísmica local)																																								
		Registro de coincidencias constructivas en la cultura constructiva																																								
	Caracterización	Definición de polígono de estudio según frecuencia de elementos de refuerzo sísmico																																								
		Registro de inmuebles con los elementos de la cultura sísmica																																								
		Registro y caracterización de dispositivos																																								
	Análisis	Caracterización de los inmuebles más representativos																																								
		Análisis cualitativo de la efectividad de los dispositivos																																								
		Discusión con expertos y especialistas																																								
		Reflexiones finales																																								
Elaboración de la entrega		Desarrollo del documento final																																								
		Desarrollo de la presentación final																																								

Tabla 2: Cronograma de trabajo, carta Gantt. Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2. Marco Teórico

2.1. Arquitectura Vernácula

El término vernáculo, fue relacionado con la arquitectura por primera vez, debido a una muestra fotográfica, organizada por Bernard Rudofsky, llamada *Architecture Without Architects*² en Nueva York, en 1965. Es aquí, donde se intenta introducir nuevos conceptos, sobre una arquitectura sin pedigrí, anónima, espontánea y rural. Calificada como una arquitectura, que no ha sido producida por especialistas, sino más bien por una actividad espontánea, de toda una comunidad; una herencia en común, que se manifiesta en la experiencia, dentro de las poblaciones. Esta arquitectura, llamada “primitiva”, es donde se han reconocido muchos valores, que son resultado de la inteligencia humana, en los modos de vida. Una relación del hombre con su entorno, expresión viva de un modo de habitar de las comunidades y un profundo proceso de descubrimiento de la técnica adecuada, para la edificación.

Hay quienes discrepan del término vernáculo, para identificar este tipo de arquitectura; según María Moliner,

² La exposición *Architecture without architects* de Bernard Rudofsky, que se montó con gran éxito en 84 lugares diferentes durante un período de unos doce años, fue probablemente la exposición itinerante más duradera del Departamento de Arquitectura y Diseño del MoMA

“Vernáculo se deriva del latín *vernaculus*, de *verna*, esclavo nacido en la casa del dueño; indígena. Como adjetivo, se aplica corrientemente sólo a la lengua, al idioma patrio” (1966, p. 1384), donde en su acepción, resulta un poco confuso hablar de arquitectura indígena solamente. Benavides, la identifica como Arquitectura Popular, “pues su significado haría referencia a la globalidad, tanto de la superestructura: ideas, instituciones, costumbres; como de la infraestructura: producción, instrumentos, tecnología, intercambio, relaciones sociales. (1996, p. 61). Sin embargo, este estudio, se registró directamente a lo que entienden y definen las organizaciones e instituciones más altas en la conservación, de monumentos y sitios, como ICOMOS³, reconociéndola como arquitectura tradicional o vernácula.

Se suele relacionar el término, con una arquitectura pobre, primitiva o improvisada; esto ha provocado que, por mucho tiempo, haya sido menospreciada, convirtiéndose en un elemento negativo y relegado. Sin embargo, la arquitectura propia de una región, son manifestaciones de la cultura

³ Consejo Internacional de Monumentos y Sitios, es una asociación no gubernamental asociada a la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)

de las comunidades y pieza clave en la comprensión de su identidad. Tillería resume el concepto de la siguiente manera:

“Existe un modo de construir cuyo génesis es el momento en que el hombre crea su hábitat; no responde a estilos, no representa épocas, no necesita de arquitectos, son quienes las habitan los encargados de modelarlas, ha estado allí, testigo de la cultura de los hombres: la arquitectura vernácula.” (2010, p. 1)

En la opinión de Alexander, "se trata de un proceso a través del cual, el orden de un edificio o de una ciudad, surgen directamente de la naturaleza de la gente, los animales, las plantas y la materia que lo componen" (1981, p. 21); esto hace referencia, a que existe un modo natural de construir, a través de cientos de patrones e ideas que ocurren en lugar determinado, dando origen a una arquitectura tradicional, e intemporal. Crespo por su parte, precisa que lo vernáculo "es el arte y la técnica, de proyectar y construir, que un pueblo emplea para transformar su entorno vital, a través de los siglos, de una forma pragmática y realista [...] en la que interviene, en gran medida, la experiencia" (1995, p. 11).

2.1.1. El Valor de la Arquitectura Vernácula

Si bien existían aproximaciones de algunos arquitectos hacia la arquitectura tradicional en el siglo XIX que había quedado relegada del proceso de industrialización mundial, es en la Carta de Venecia, en (1964, p. 2) donde, al hablar de obras de arte, menciona que van desde el ambiente urbano a los monumentos arquitectónicos, desde la escultura y el hallazgo paleolítico hasta las expresiones figurativas de las expresiones populares.

Como habíamos revisado anteriormente, la palabra "Popular" hacía mención a la arquitectura que es opuesta a lo burgués, más cerca de las formas de vida que de estilos arquitectónicos puros o conseguir abstractos ideales. Esa arquitectura propia de las expresiones de la comunidad, con un mayor valor instrumental (Riegl, 1903, p. 73)

En (1972), Amos Rapoport hace una reflexión de la importancia de volver a revisar la arquitectura primitiva o vernácula como el correcto desarrollo de una arquitectura a un sistema natural específico al que pertenece. Es un llamado a su estudio, comprensión y valoración.

Las consecutivas cartas emitidas por ICOMOS, han generado el escenario para que la arquitectura vernácula sea considerada patrimonio. La Carta Europea del Patrimonio de 1975, en su primer principio afirma: "El patrimonio arquitectónico europeo está formado no sólo por nuestros monumentos

más importantes, sino también por los conjuntos que constituyen nuestras ciudades y nuestros pueblos tradicionales en su entorno natural o construido” (1975, p. 3). Otro documento que hace mención a los valores de lo tradicional es la Resolución de Brujas de 1975, donde menciona que los vínculos supervivientes con su pasado como “...el entorno arquitectónico autóctono que ha evolucionado a través de los siglos en respuesta a las condiciones locales físicas y climáticas, en términos de estructura de asentamientos, forma de las viviendas, técnicas constructivas y utilización de materiales locales” (1975, p. 2). En (1975, pp. 50 - 51), en Rothenburgo se llevó a cabo un coloquio sobre la conservación de pequeñas ciudades históricas, en el cual, se hace una advertencia sobre el deterioro de la identidad nacional de los países en vías de desarrollo, si no se conservan los vínculos con su pasado: “Ninguno de estos vínculos es más importante que el entorno arquitectónico autóctono”; es también un llamado a que los gobiernos le den prioridad a la conservación de la vida autóctona, urbana y rural de sus comunidades. En (1976, p.1) Nairobi, se menciona que “se considera conjunto histórico o tradicional todo grupo de [...] espacios que constituyan un asentamiento humano tanto en medio urbano como en medio rural, cuya cohesión son reconocidos desde el punto de vista arqueológico, arquitectónico prehistórico, histórico, estético y socio cultural [...] pueden

distinguirse entre otros pueblos y aldeas. En (1996), en la ciudad de Estambul, una conferencia que hablaba de los asentamientos humanos sostenibles y por el correcto desarrollo de la sociedad, menciona en uno de sus objetivos: “proteger y mantener el patrimonio histórico, cultural y natural, en particular las modalidades tradicionales de habitación y de asentamiento...” (p. 35).

Pero el paso definitivo para el reconocimiento de esta arquitectura tradicional o vernácula fue la “Carta de Patrimonio Vernáculo Construido”, ratificada en la asamblea de ICOMOS en (1999, p. 1). Esta carta sería fundamental para otorgarle un lugar a la construcción tradicional, a esa arquitectura que había estado en la mira de profesionales como historiadores, antropólogos, etnógrafos y arqueólogos, etc. La carta hace énfasis en la importancia de esta arquitectura como una manifestación de la identidad de las comunidades, el desarrollo de un hábitat de un modo natural de grandes procesos de experimentación y en integridad forman parte de un paisaje cultural. Permite reconocerla a través de los siguientes principios:

Un modo de construir emanado de la propia comunidad. b) Un reconocible carácter local o regional ligado al territorio. c) Coherencia de estilo, forma y apariencia, así como el uso de tipos arquitectónicos tradicionalmente establecidos. d)

Sabiduría tradicional en el diseño y en la construcción, que es transmitida de manera informal. e) Una respuesta directa a los requerimientos funcionales, sociales y ambientales. f) La aplicación de sistemas, oficios y técnicas tradicionales de construcción. (1999, p. 1)

2.2. Culturas Constructivas

Para entender una Cultura Constructiva, es necesario partir del concepto de la Cultura como tal. Si bien existen distintas definiciones, desde las diferentes perspectivas disciplinares, Bericat, destaca tres conceptos esenciales, que se explican a continuación de manera sintética; estos entienden la cultura como un modo de vida, como universo simbólico y como una virtud (2016, p. 125).

Partiendo del concepto de la cultura como un modo de vida, para E.B. Taylor, la cultura es “ese complejo total que incluye conocimiento, creencia, arte, moral, ley, costumbre y otras aptitudes y hábitos adquiridos por el hombre como miembro de una sociedad” (1871, p. 1). Para Ralph Linton, la cultura es el conjunto de ideas, respuestas emocionales condicionadas y pautas de conducta que los miembros de una sociedad, adquieren mediante educación o imitación, y que comparten en cierto grado (1976). Esto quiere decir,

que la interpretación de lo que entendamos como cierto a nuestro alrededor, configuran las ideas y conocimiento, en los modos de vida.

El segundo concepto, trata sobre los símbolos en la cultura, que para Bericat (2016), son una representación sensible y no verbal de una idea compleja, y que resulta de un proceso de asimilación y síntesis de dicha idea. Clifford Geertz afirma, que la cultura es un esquema históricamente transmitido de significaciones, expresadas en símbolos; un sistema de concepciones heredadas y expresadas en formas simbólicas, con las que los seres humanos se comunican, perpetúan y desarrollan su conocimiento y actitudes hacia la vida (2003, p. 88). De esta definición, se destaca las formas de transmisión de las ideas y conocimiento, entendiéndolo, como algo más allá del lenguaje y la escritura. Finalmente, la cultura como virtud, la define como la búsqueda constante del desarrollo de la excelencia según la naturaleza de un ser. Para Raymond Williams, la cultura es un proceso de desarrollo intelectual, espiritual y estético. De ahí que este concepto de cultura hace referencia a las obras del ser humano en las distintas artes o simplemente, en la generación o mejora del conocimiento (1960).

De los párrafos anteriores, resalta un componente fundamental; las ideas o conocimiento, su transmisión más

allá del lenguaje, y la búsqueda de la mejora del mismo, para convertirse en parte del saber comunitario. “Las ideas son conceptos, modelos o representaciones cognitivas que nos informan sobre qué, cómo son y cómo funcionan, las cosas existentes en nuestro entorno” (Bericat, 2016, p. 129).

El conocimiento es transmitido de generación en generación, así como todos los componentes de la cultura. Por una parte, es adquirido de una fuente remota y, por otra parte, es adquirido y afinado por el trabajo individual y la observación. “Existe, en otras palabras, un hilo conductor transmisor de antiguas experiencias a las nuevas generaciones, en una cadena de nociones que pasan de padre a hijo, de maestro a aprendiz.” (Torsello, 2022, p. 9)

Para que un grupo humano pueda sobrevivir en un entorno natural, necesariamente debe armarse de conocimientos objetivos y verdaderos sobre la realidad. Parte de estos conocimientos, van a satisfacer las necesidades de habitar de los seres humanos, que están intrínsecos en su naturaleza. Cuando se habla de habitar, parece que se ingresa ante todo a la residencia o la habitación donde descansa, el ser humano (Sulvarán & Rangel, 2018). El habitar no tiene que ver solo con la vivienda o donde se domicilia el hombre, sino con la presencia de vida en un territorio; esto implica, tanto edificaciones construidas específicamente para alojar a

los seres humanos, como las necesarias solventar sus necesidades.

Construir es propiamente habitar, donde las comunidades realizan una apropiación local, para el desarrollo de arquitecturas regionales, con los recursos disponibles (Heidegger, 1954). El habitar pertenece a una de las muchas complejidades del ser humano, es su interrelación entre individuo, sociedad y especie. Esta adquiere ciertas particularidades, con los factores que la configuran y ajustan, según el territorio; estos factores son ideas, costumbres o tradiciones, que serán socialmente transmitidos, dándole carácter de comunidad. Explicado en otras palabras, estos factores, darán la personalidad, a uno de los tantos componentes de la cultura, por lo que la “cultura constructiva nace del reconocimiento, selección y dominio de un material, con el cual, a través de largos procesos, se crean soluciones funcionales, constructivas y estructurales que responden al problema del habitar.” (Jorquera, 2013, p. 31)

Con todo, una Cultura Constructiva es el universo simbólico de ideas y conocimiento de origen popular, sobre el habitar, que son una respuesta lógica a necesidades locales en base a las condicionantes y recursos que ofrece el medio natural. Un sistema de concepciones heredadas de forma simbólica, que, desde la perspectiva de la virtud son

soluciones, resultado de la capacidad creativa del ser humano y su búsqueda continua de la mejora del conocimiento.

2.2.1. Culturas Constructivas en Tierra

El uso de la tierra como material de construcción es evidente en distintos continentes, épocas y civilizaciones. Cuando se menciona sobre el conjunto de conocimientos sobre el habitar, con los recursos que ofrece el medio natural, no se puede negar que la tierra es el material más abundante y disponible en el planeta entero. La cultura constructiva en tierra no es homogénea, todo lo contrario, esta presenta importantes diferencias locales. Pensar el estudio de las culturas constructivas, implica hacer un análisis profundo de sus técnicas, materiales, modos de habitar, procesos de producción.

“La elección de materias primas, procesos de transformación, acarreo y almacenamiento, las dimensiones de los elementos constructivos, sus formas de disposición, unión o ensamble, entre muchos otros factores, obedecen a una lógica en la que se han logrado optimizar los recursos disponibles, estableciendo límites de acción precisos que son conocidos y heredados entre los miembros de la comunidad que comparte la sabiduría regional.” (Guerrero, 2007, p. 182)

Al entrar en el término de la Cultura constructiva en tierra, comprende todo tipo de estructuras donde el suelo es acondicionado y trabajado mediante distintos procesos para erigir todo tipo de espacios destinados al habitar. Estos procesos, permiten que la tierra vaya adquiriendo propiedades fisicoquímicas que le confieren solides y estabilidad, dentro de los rangos necesarios.

2.2.2. Las Técnicas en Tierra

En casi todos los climas cálido-secos y templados del mundo, la tierra ha sido y es, el material de construcción predominante. (Sanchis, 2009) Es posible afirmar que la tierra ha sido un material de construcción ideal, así como muestran sus miles de años de antigüedad y que en muchos casos todavía se pueden apreciar.

En el caso de América, ya se utilizaban muchas técnicas constructivas, que tenían a la tierra como elemento principal. Anterior a la implementación de los tapiales, siendo una técnica introducida por la colonia, muy utilizada en toda Sudamérica, el adobe ya había sido empleado por las primeras comunidades. La Pirámide del Sol en Trujillo (Perú), perteneciente a la Época Mochica (200 a.C. – 600 d.C) fue construida con adobe y poseía unas dimensiones de 228m. x 136m. de base y una altura de 41m. (Sanchis, 2009) Las técnicas constructivas con la tierra en la prehispánica son

muchas, pero en general se habla de Adobe, Quincha, Bajo Relieves y Bajareques. La enorme extensión del continente no permite destacar una técnica predominante, porque todas están condicionadas al clima, orografía y materia prima disponible. Todas y cada una de las técnicas con tierra cruda utilizada para la construcción tienen sus particularidades y peculiaridades (Sanchis, 2009).

Si bien antes habíamos hecho notar cómo los materiales disponibles y las formas de expresión de las diversas culturas habían sido escenario clave para la creación de distintas técnicas constructivas en las que se ha empleado la tierra cruda exclusivamente, en combinación con otros materiales de procedencia animal, vegetal o mineral, éstos se establecen en una clasificación. Las formas en las que la tierra se convierte en elementos constructivos son las siguientes:

- Fabricación de elementos individuales (adobes, bloques o similares)
- Trabajo de la tierra en masa, creando muros, moldeando, dando como resultado una construcción monolítica.
- Usada como recubrimiento, sobre una estructura diferente. A veces esta estructura tiene características de adherencia o simplemente portantes. (Sanchis, 2009)

Una vez clasificadas a través de su tipo de manipulación y de estructuras resultantes es importante el desarrollo de algunas de ellas.

2.2.2.1. Adobe

Siendo una de las técnicas más antiguas del mundo, ha sido encontrada hace más de 10.000 años en varias partes del mundo. “El adobe resulta un excelente aislante térmico motivo por el cual se reducen las demandas de energía para refrescar o caldear las viviendas” (Llerena, 2012, p. 2).

Está técnica ha consistido en moldeado de bloques de tierra arcillosa o arenosa de dimensiones varias, pero de fácil manejo, que permite construir muros de varias hiladas ya sea exteriores o tabiques. Siempre fue importante el tipo de tierra para su elaboración y la mezcla con agua hasta conseguir una masa uniforme, a la que las comunidades le añadían paja seca, cáñamo, hojas secas, virutas, cortezas o cualquier otro material que confiera cohesión a la pasta resultante (Minke, 1994).

“Se deben hacer en primavera o en otoño, con objeto de que se vayan secando por todas partes de una manera uniforme, en cambio los que se hacen durante el solsticio son defectuosos, porque el sol ardiente seca pronto su corteza, dándoles apariencia de secos, pero luego, cuando

efectivamente se han secado se contraen, y resquebrajándose su superficie se estropean completamente. Los mejores serán los hechos dos años antes, puesto que pueden secarse perfectamente por su parte interna antes de este tiempo” (Vitruvio & Domingo, 1995, p. 85). En comparación con las demás técnicas, el adobe ofrece las ventajas de su fácil construcción y poca necesidad material y mano de obra.

2.2.2.2. El Tapial

Los muros de tapial son bloques de tierra apisonada, siendo una de las técnicas más utilizadas en el mundo junto con la albañilería de adobe. Esta fue una técnica introducida durante la colonia al territorio americano y se fue implementando en la construcción tradicional de viviendas e iglesias (Jorquera, 2022).

El origen etimológico de la palabra tapia podría corresponder a una onomatopeya que refiere al sonido del apisonado, cuya definición, que está siempre asociada a la técnica en tierra, designa a un vallado, muro que sirve para rodear un terreno (Briño, 2021 citando a Anders, 2001-2020).

2.2.2.3. La Quincha

Etimológicamente la palabra quincha viene del quechua, que quiere decir *cerca o cerramiento de palos o beju-cos*. Con el tiempo este sistema constructivo significaba más

que una cerca de palos y evolucionaría en su técnica y usos en el siglo XVIII (Schilder, 2000).

“Es una técnica mixta de madera-tierra compuesta por tres elementos: a) una estructura en base a un entramado de madera; b) un elemento secundario de sujeción de la mezcla a la tierra, que puede ser un elemento vegetal (coligües, cañas o brea) o listones de madera y c) un relleno de tierra vertido en estado plástico (barro) solo o mezclado con paja” (Jorquera, 2022, p. 74)

2.2.3. Culturas constructivas en Chile

El patrimonio construido en tierra en el territorio chileno se extiende desde la región de Arica hasta la región del Bio Bio. Más del 40% de la arquitectura con valor patrimonial fue edificado con tierra y en gran proporción con las técnicas del adobe (Karmelic, 2009 citado por Jorquera, 2014, p. 30).

Debido a que el territorio posee una basta diversidad geográfica y climática es que existen un espectro diverso de culturas constructivas (Fig. 4). Las que se analizan en este estudio, tienen que ver con las que utilizan la tierra como material constructivo. Según Jorquera existen seis tipos de culturas constructivas en tierra:

- Cultura constructiva Andina

- Cultura constructiva de “Las Salitreras”
- Cultura constructiva del “Norte Chico”
- Cultura constructiva de “Valparaíso”
- Cultura constructiva de “Santiago Poniente”
- Cultura constructiva del “Valle Central” (2018, p. 31)

2.2.3.1. Cultura Constructiva del Norte Chico

La cultura constructiva del Norte Chico fue descrita por Jorquera como:

“El contraste entre el desierto y los fértiles valles transversales que van segmentando el territorio en intervalos, lo que, junto con la cordillera de la costa con un relieve discontinuo y una alta escasez hídrica, ha generado unidades ambientales con características bien diferenciadas y ha condicionado desde siempre el habitar” (2022, p. 142)

La quincha, con todas sus variantes, es una de las técnicas más utilizadas en la región. Distribuidas en la construcción tanto de viviendas como en edificaciones con uso agrícola y monumental (Jorquera, 2022, p. 74).

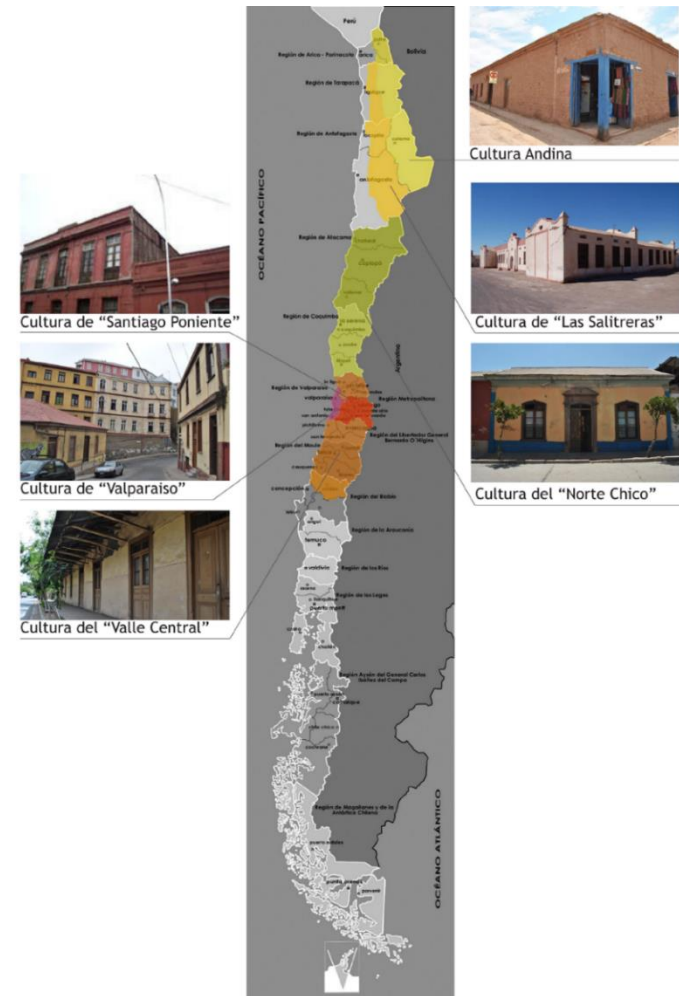


Figura 4: Mapa de culturas constructivas chilenas. Fuente: Natalia Jorquera.

2.3. Culturas Sísmicas Locales

Toda sociedad o comunidad que se ha construido, expone una cultura constructiva, que responde de manera lógica a las condicionantes del medio natural. Pero más allá de los recursos naturales, clima y otras variables, existen zonas más propensas a fenómenos naturales con característica de riesgo. Estos fenómenos pueden ser previsibles o imprevisibles, mucho depende del conocimiento que se tenga en una región. Es importante mencionar que no todo fenómeno natural es peligroso para las personas y existen grupos que conviven con ellos y logran hacerlo parte de su ambiente (Romero & Maskrey, 1983).

Uno de estos fenómenos naturales más recurrentes son los movimientos sísmicos, que son una manifestación constante de la geomorfología y todos los procesos que atraviesa la tierra, que continua en estado de formación. “Los temblores o sismos se originan por movimiento, fricción y deformación de las placas tectónicas. El primero provee energía, el último la almacena, y la fricción es un precursor importante en el proceso” (Espíndola & Perez, 2018, p. 11).

Una cultura sísmica local puede ser descrita como la integridad de conocimientos, ideas, emociones, pautas de conducta, que ha construido una comunidad que ha sido expuesta a eventos sísmicos a través del tiempo

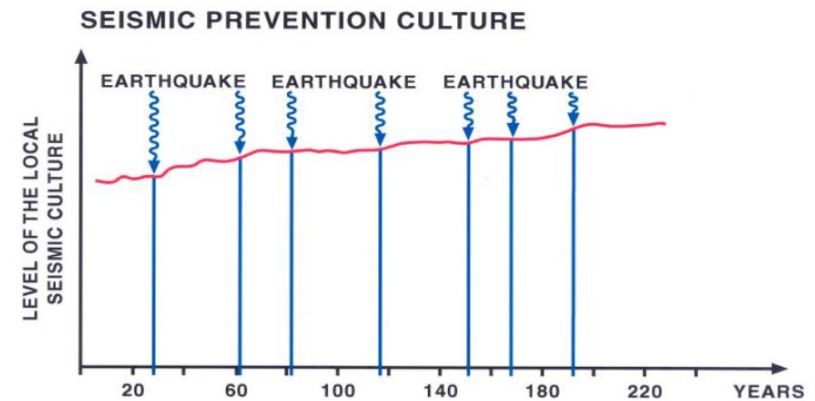


Figura 5: Gráfico del desarrollo de la cultura sísmica de la prevención. Fuente: Jacqueline Homan.

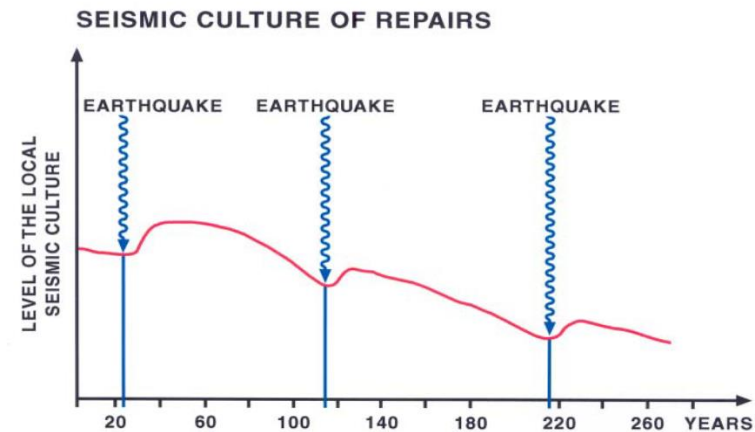


Figura 6: Gráfico del desarrollo de la cultura sísmica del reparo. Fuente: Jacqueline Homan.

(Homan, 2004). A propósito, Arrighetti afirma que para que se pueda crear una cultura sísmica local, es necesario que en una determinada región se produzca una sismicidad endémica. (2015, p. 72). Esto significa que las comunidades dentro de su cultura como un modo de vida tengan presente que existe la posibilidad de un catastrófico evento.

Los investigadores del Centro Europeo de Patrimonio Cultural en (1993), manifestaron que podría existir una correlación entre las prácticas de construcción y la frecuencia con que una región es afectada por sismos (Fig. 5). Mientras más frecuente sea el evento es más probable que se desarrolle una cultura sísmica de la prevención, en el ejemplo de las construcciones sismorresistentes. En los casos en los que los eventos sísmicos no son tan frecuentes, es posible que solo se desarrolle una cultura sísmica del reparo (Fig. 6); la diferencia es que después del evento catastrófico, las personas volverán eventualmente a las técnicas constructivas anteriores al evento sísmico (Homan, 2004). A propósito de esto, Correia & Carlos, (2015) mencionan que las aproximaciones tecnológicas pueden distinguirse en dos acciones fundamentales:

- Aproximación reactiva, que tiene como objetivo mitigar los daños ya producidos;

- Aproximación preventiva, que busca anticiparse a futuros eventos.

No es raro que estas aproximaciones se combinen en ciertas técnicas y soluciones, con el fin de potenciar la seguridad de la construcción. En conclusión, “la consecuente aproximación tecnológica, puede derivar de la naturaleza endémica de los terremotos, su frecuencia y el impacto en la construcción tradicional” (Correia & Carlos, 2015, p. 4) o vernácula.

Por último, investigadores como Torrence y Grattan (2002) advierten que resulta precipitado afirmar que existe una relación causa y efecto entre los desastres naturales y su influencia en la cultura constructiva. Sería sencillo manifestar que los eventos catastróficos de gran magnitud, puedan haber resultado en una influencia cultural a gran escala; es por esto que invita a reflexionar, de que la realidad podría ser más compleja, todo esto porque “la posibilidad de que el desastre haya resultado en un cambio cultural también puede depender de comunidades pasadas percibiendo la amenaza como un peligro, para el cual puede no haber datos suficientes” (Torrence & Grattan, 2002, pp. 1-2). Se llama a hacer una reflexión en que existe un componente antropológico que es determinante en la influencia cultural a la hora de consolidar una cultura sísmica local en la construcción

tradicional y requiere un análisis más profundo en cada uno de los casos.

2.3.1. Desempeño Sísmico de la Arquitectura Vernácula

El desempeño sísmico de la arquitectura vernácula depende mucho de los materiales utilizados, la mano de obra y el perfeccionamiento de las estrategias usadas para mejorar la resistencia a los sismos (Lourenço et al., 2022). Su vulnerabilidad “se deben principalmente a la baja calidad de la mano de obra, los materiales de construcción y el mantenimiento deficiente, generalmente debido a limitaciones económicas y a la falta de capacitación adecuada de los albañiles locales” (Ortega et al., 2017, p. 183).

Existe una coincidencia en los patrones de daños producidos por sismos a las edificaciones de mampostería en general. Diversos autores mencionan que los primeros patrones de daño tienen que ver con una deficiente conexión entre elementos estructurales y la falta de integridad de los mismos. En la mampostería se requieren conexiones adecuadas para asegurar un comportamiento en caja del inmueble, esto asegura que las fuerzas inerciales puedan transferirse entre todos los muros y se generen mecanismos de resistencia en el plano de los muros de mampostería (Ortega et al., 2017). Sin embargo, no se puede olvidar que en el caso de la arquitectura vernácula, no se produce un

comportamiento de caja ideal puesto que no existen los pisos rígidos, lo que provoca el comportamiento individual de muros.

“Cuando las fuerzas sísmicas se transfieren entre paredes perpendiculares, hay una concentración de tensiones de tracción y corte en la conexión que provoca fisuras verticales y, en última instancia, el vuelco global de las paredes externas (Fig. 7a). Además, si la sujeción entre los diafragmas horizontales (pisos y techos) y las paredes no es adecuada, las paredes son libres de vibrar de manera independiente y son más susceptibles al vuelco (Fig. 7b). Las conexiones inadecuadas de pared a techo y de pared a piso también provocan la separación de techos y pisos de las paredes. La pérdida de soporte a menudo causa el colapso parcial y, a veces, incluso el colapso completo del techo y los pisos (Fig. 7c), que es una de las principales causas de fatalidades durante los terremotos” (Ortega et al., 2017, p. 183).

Lo siguientes patrones de fallo se producen fuera de la geometría del plano; este puede variar según su forma y las condiciones del contorno de muro. Generalmente se producen grietas verticales en los vértices de muros que un estado previo al colapso parcial o a veces total.

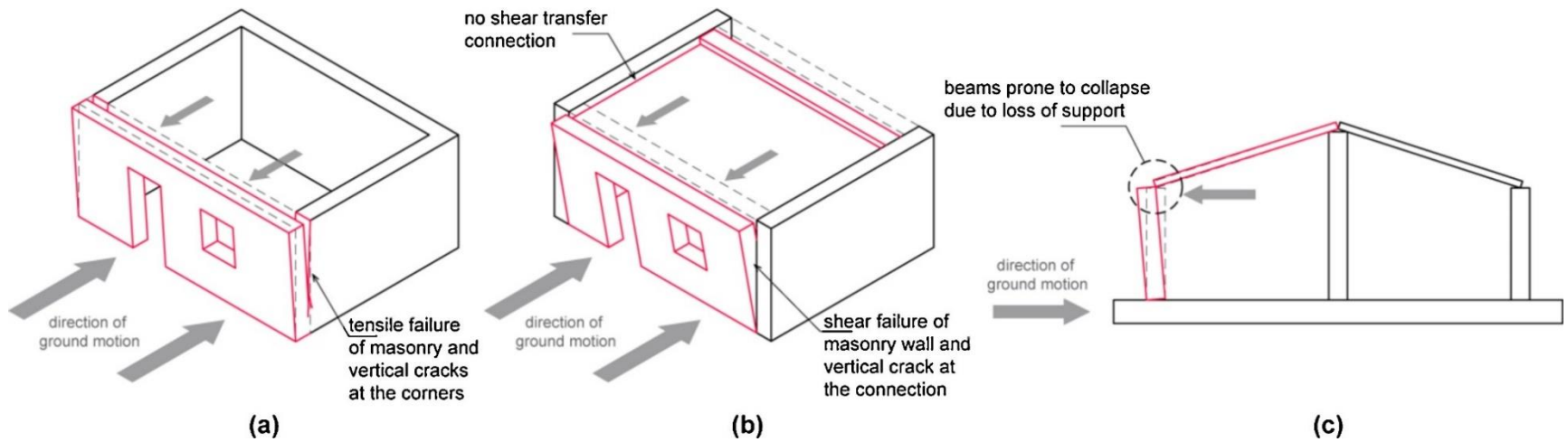


Figura 7: a) Giro global de las paredes externas; (b) falta de anclaje entre las paredes y los diafragmas horizontales que lleva al vuelco de las paredes; y (c) separación de pisos y techos de las paredes. Fuente: Paulo B. Lourenço.

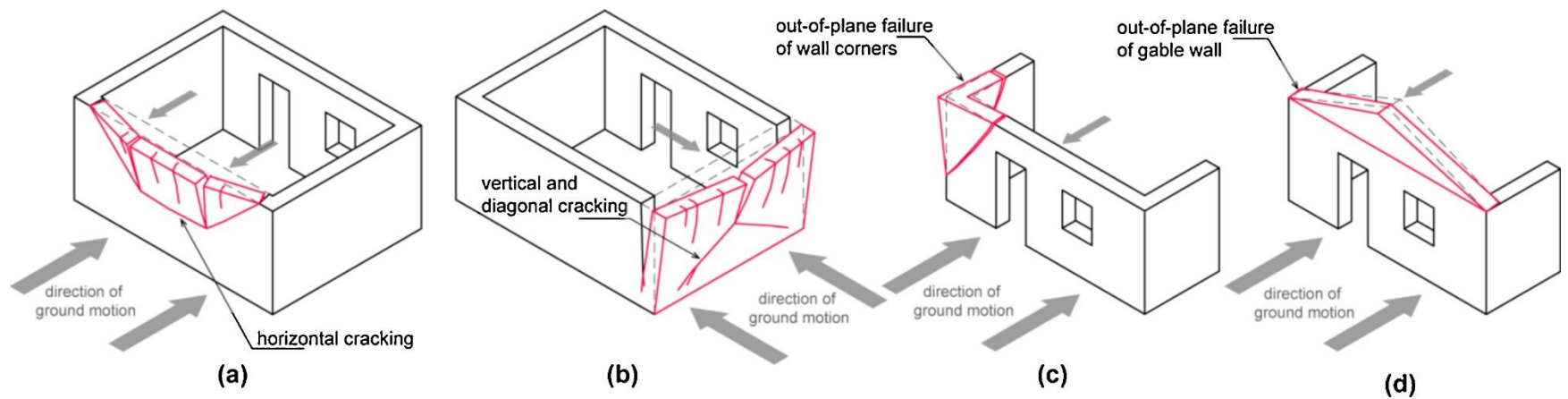


Figura 8: Mecanismo fuera del plano en paredes largas; (b) mecanismo fuera del plano en paredes cortas; (c) colapso fuera del plano de la esquina; y (d) colapso fuera del plano del tímpano. Fuente: Paulo B. Lourenço.

“Si la longitud libre de la pared es significativa (es decir, la distancia entre soportes transversales intermedios), el mecanismo fuera del plano suele consistir en grietas horizontales en la base o altura intermedia, junto con grietas verticales (Fig. 8a). Los mecanismos de falla en paredes más cortas suelen formarse por grietas verticales en el centro de la pared y grietas diagonales, junto con la separación de las paredes en las esquinas (Fig. 8b). Otros mecanismos fuera del plano también pueden involucrar elementos estructurales específicos de los edificios, como el colapso fuera del plano de las esquinas (Fig. 8c).

Los edificios con paredes de hastial tienden a vibrar como voladizos independientes y son susceptibles a su colapso parcial fuera del plano (Fig. 8d)” (Ortega et al., 2017, p. 183).

Otro de los mecanismos de fallo que se producen en muros, generalmente en el caso de los muros de mampostería de piedra es:

“El abultamiento de la hoja externa o delaminación (Fig. 9a). Este tipo de fallo suele ser causado por la baja calidad de la mampostería debido a la falta de piedras a través o 'diatones', que son piedras más

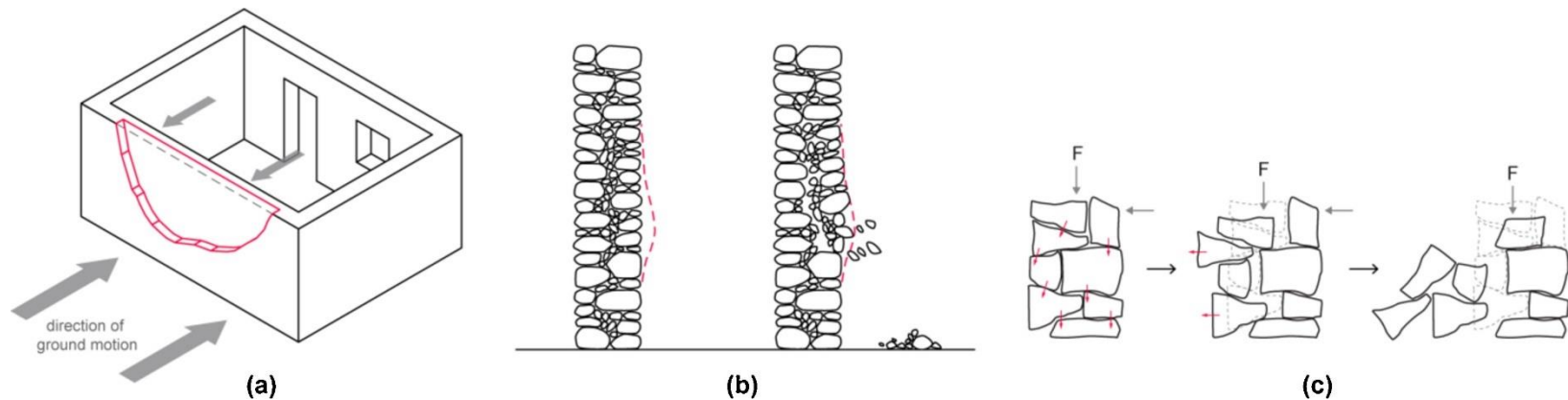


Figura 9: (a) Delaminación de muro; (b) hoja interna que provoca el abultamiento de la hoja exterior de la pared; y (c) fallo de la pared causado por la irregularidad de las piedras. Fuente: Paulo B. Lourenço.

grandes que atraviesan todo el espesor de la pared y permiten el adecuado arriostramiento entre las hojas. Además, el espacio entre las hojas de la pared suele llenarse con piedras pequeñas y escombros, que pueden ejercer empuje desde el interior y empujar las hojas hacia afuera, causando el abultamiento y, ya sea el colapso parcial o total de la pared (Fig. 9b). Esto suele ocurrir en las partes superiores de la pared, donde la falta de peso permite que la mampostería vibre de manera más independiente. El uso de materiales de construcción de baja calidad,

como piedras irregulares mal colocadas, también tiende a inducir daños localizados y colapsos parciales (Fig. 9c)” (Ortega et al., 2017, p. 184).

Las siguientes fallas son una de las más observadas en todos los muros de albañilería de la arquitectura tradicional de cada región, y es que brindan información respecto a la dirección del movimiento sísmico:

“Se caracterizan principalmente por fisuras diagonales o en forma de X en la dirección de la longitud de la pared (Fig. 10a). Esta falla se debe a esfuerzos de

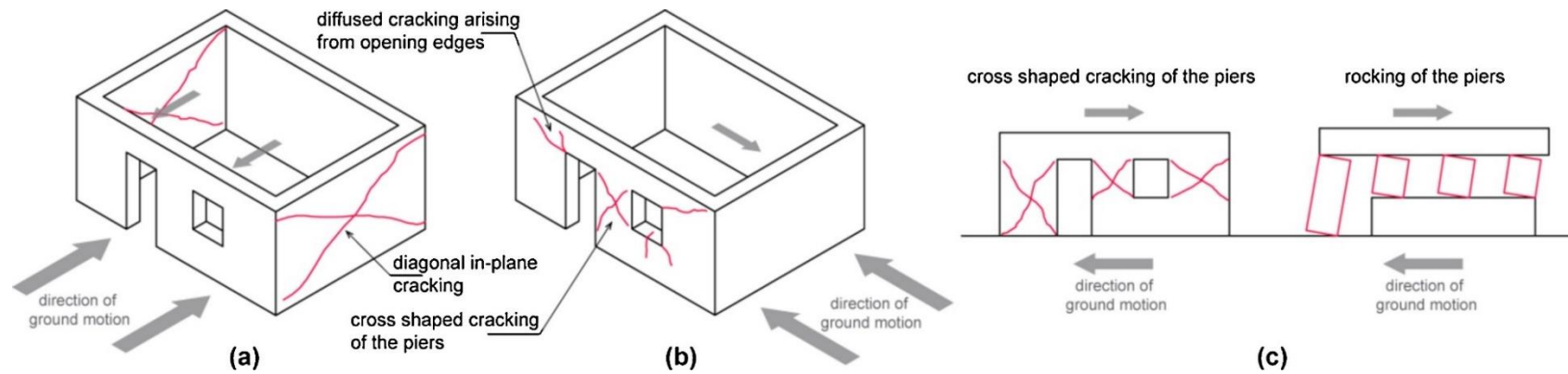


Figura 10: (a) Fallo de corte en el plano en la dirección de la longitud de la pared; (b) fisuración por corte alrededor de las aberturas; y (c) fisuración por corte frente al basculamiento de los pilares. Fuente: Paulo B. Lourenço.

corte excesivos y baja resistencia al corte del material, como es el caso de las construcciones de tierra y de edificaciones de mampostería de piedra mal construidas. Las fallas en el plano también dependen en gran medida de la geometría de las paredes, como la relación longitud-altura y el espesor de la pared. La presencia de aberturas facilita las fisuras en el plano, que generalmente surgen desde los bordes de las aberturas, donde hay una mayor concentración de tensiones (Fig. 10b). En el caso de pilares delgados, puede ocurrir un balanceo, que consiste en la rotación de los pilares y resulta en la trituración de las zonas finales del pilar (Fig. 10c)” (Ortega et al., 2017, p. 184).

2.3.2. Culturas sísmicas locales en el mundo

En el mundo existen muchos elementos arquitectónicos y tradiciones constructivas que dan cuenta de una cultura sísmica local, que parten desde los sistemas básicos como sistemas estructurales complejos (Fig. 11). “Dada la naturaleza inmutable de los terremotos, se pueden observar técnicas similares que siguen los mismos principios resistentes a los terremotos en diferentes regiones propensas a sismos del mundo, a pesar del uso de materiales y técnicas diferentes más adaptados a cada situación y práctica local” (Ortega et al., 2017, p. 185). Por ejemplo, las construcciones tradicionales japonesas conocían el uso de materiales

vegetales como: madera, paja, papel de arroz, cañas, cortezas de árboles y bambú, que son naturales y flexibles para su implementación (Zatir A. & Foufa A., 2014).

La región de Ban en Irán, era común encontrar series de muros y bóvedas de tierra. El principal material de construcción era el adobe, ladrillos de tierra cruda. La tierra, al no tener una resistencia fuerte a la tensión, no es un material excelente contra los grandes terremotos. Sin embargo, posee cierta deformabilidad en compresión y corte (Zatir A. & Foufa A., 2014).

En Turquía, una característica de las prácticas de construcción tradicionales otomanas es el uso de la madera en la albañilería de los muros de enlazado. Se emplean piezas horizontales de madera llamadas 'hatil', integradas en los muros de carga de la albañilería, y la inserción de la albañilería entre columnas, vigas y postes de un esqueleto de madera llamado 'Himis'. En Italia, un elemento de refuerzo, es una estructura existente y generalmente se agrega a una albañilería más antigua. A veces, el refuerzo se realiza simultáneamente con la construcción del edificio, un acto premeditado y deliberado para reforzar dicha construcción, la mayoría de las veces en las esquinas. Debido a su masa, los contrafuertes también disminuyen el centro de gravedad de un edificio (Zatir A. & Foufa A., 2014).

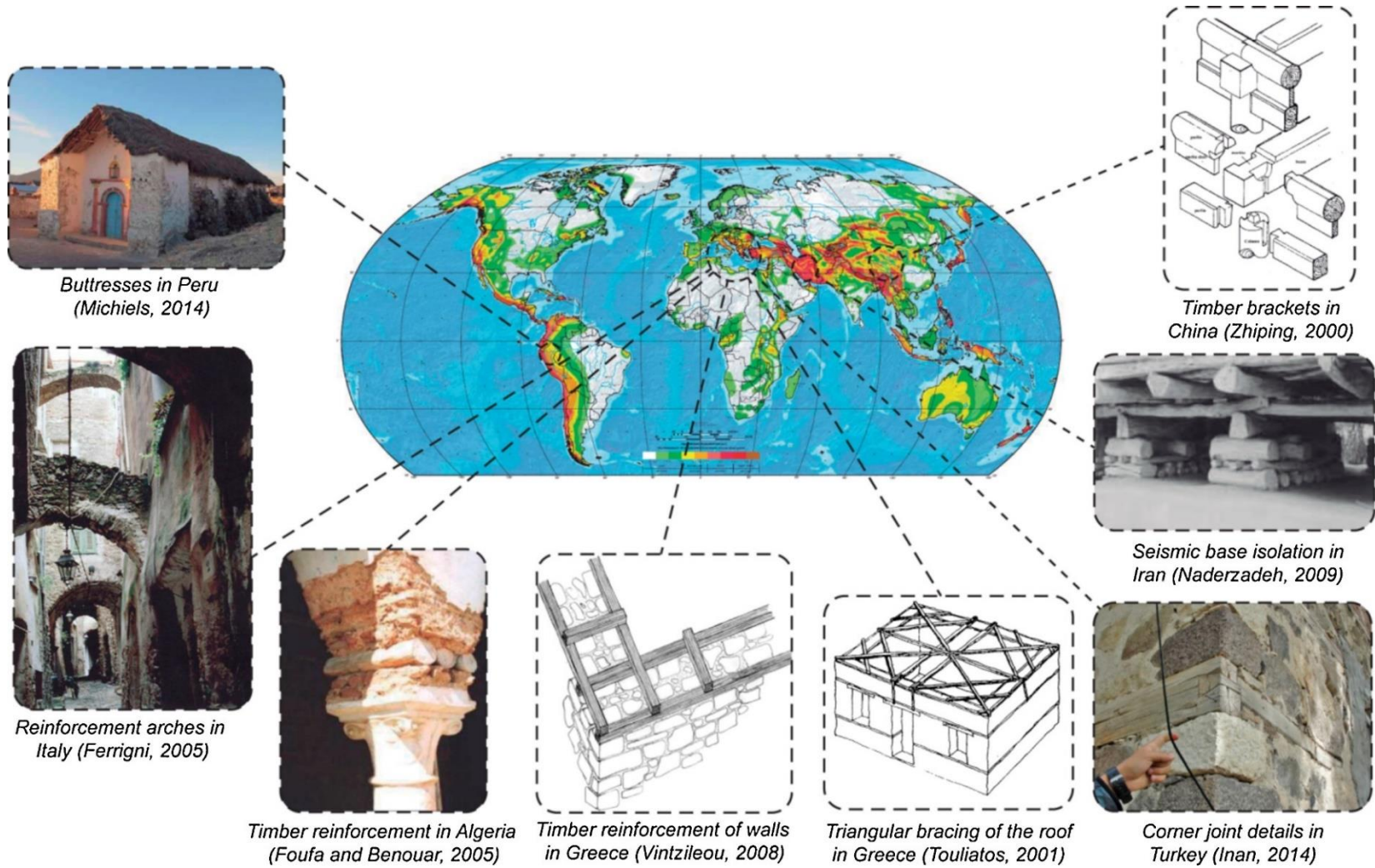


Figura 11: Ejemplos de técnicas resistentes a terremotos y huellas de la cultura sísmica local en todo el mundo en relación con el mapa global de peligros sísmicos. Fuente: Javier Ortega.

CAPÍTULO III: ANTECEDENTES DEL SITIO

3.1. Definición del Área de Estudio

La definición del área de estudio para esta investigación se fundamenta en la identificación de elementos arquitectónicos que reflejen la influencia de la cultura sísmica local en las construcciones de tierra en la región de Coquimbo. A través de una exploración inicial en los valles transversales, se constató la preservación significativa de la arquitectura republicana, predominando las técnicas de mampostería de adobe y quincha.

Un rasgo particular que sobresale en estas edificaciones, es el uso de llaves de madera como elementos de refuerzo sismorresistente en los muros portantes de adobe, una práctica común en varios casos observados y exclusiva de esta región. La exploración inicial reveló que el número de edificaciones con estos elementos de la cultura sísmica local, era más alto en el valle del Río Grande, especialmente en la aldea de Tuluahuén (Fig.12).

Para propósitos prácticos, el área de estudio se definió considerando únicamente las edificaciones construidas en mampostería de adobe simple, que incorporan estos refuerzos sismorresistentes y que están dentro del centro histórico delimitado por el municipio. El centro histórico, también conocido como el sector fundacional de la localidad, se

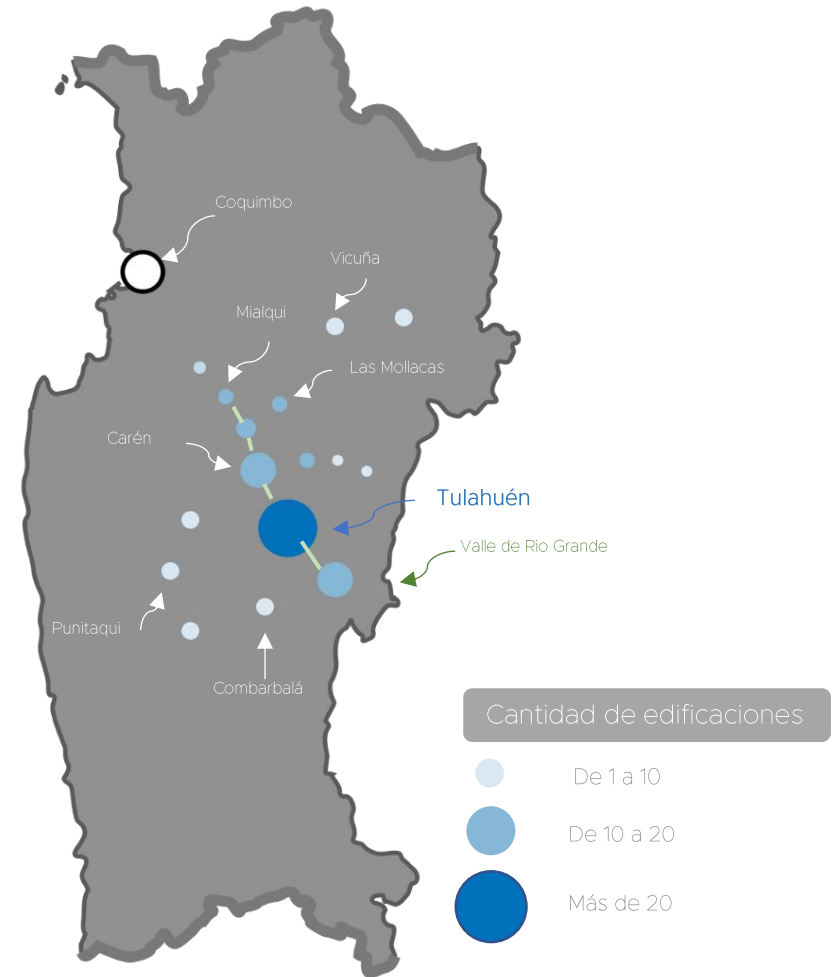


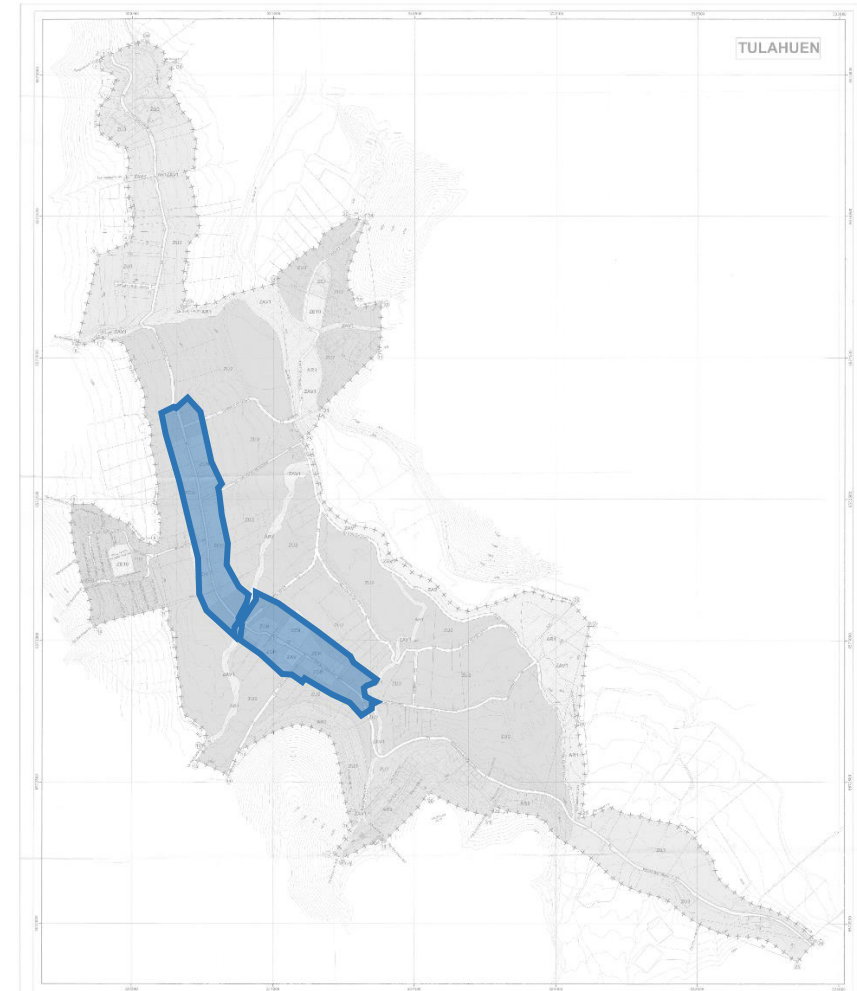
Figura 12: Mapa de cantidad de inmuebles que presentan dispositivos de refuerzo en la región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia en base a Google maps.

caracteriza por un frente mayoritariamente construido, manteniendo la fachada y cubierta continua como elementos distintivos. Sus hitos incluyen el puente sobre el río Grande, la plaza e Iglesia de Tuluahuén, que están conformados por un conjunto de características homogéneas (Municipalidad de Monte Patria, 2023).

El área del centro histórico designada para el estudio abarca aproximadamente 426,397 metros cuadrados e incluye alrededor de 44 inmuebles previamente identificados con las características mencionadas (Fig. 13). A pesar de que la exploración sugiere la existencia de casos tipológicos relevantes más allá del centro histórico, estos no difieren significativamente de los mencionados en el área definida previamente. Además, la presencia de construcciones abandonadas dificulta en muchos casos el acceso para su estudio.



Figura 14: Fotografía de viviendas del centro histórico de Tuluahuén. Fuente: Archivo propio.



 Centro Histórico definido por el municipio

Figura 13: Mapa del área de centro histórico definido por el municipio de Monte Patria. Fuente: Elaboración propia en base al mapa de la Municipalidad de Monte Patria.

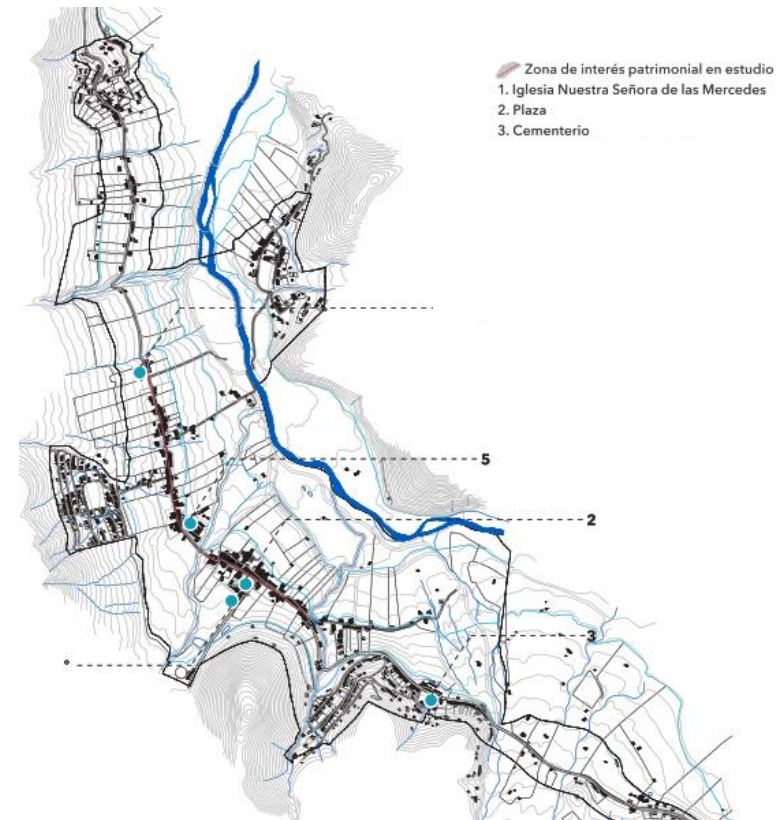
3.2. Antecedentes Territoriales

3.2.1. Caracterización Urbana

Este asentamiento urbano ha tenido un crecimiento poblacional lento, duplicándose en los años 80, el que se genera linealmente en torno al camino principal y estructurante del valle (Ruta D-597) enmarcado por las condiciones de la geografía presente. Se emplaza en la parte alta del Valle del Río Grande a 41 Kms de Monte Patria, en la ladera poniente.

La trama urbana de Tulahuén se distingue por su configuración lineal, compuesta por dos retículas independientes: Tulahuén Alto y Mundo Nuevo. Ambas retículas se articulan en torno a la calle Vicuña Mackenna (Ruta D-597) (Urbe Ltda, 2014), que sigue un trazado curvo paralelo al curso del río Grande.

La calle principal, designada como Zona de Conservación Histórica según el plan regulador comunal, actúa como un eje central (Fig. 15). A lo largo de esta vía, se encuentran edificaciones construidas con técnicas tradicionales, principalmente en adobe. Estas estructuras conforman un frente de fachada continua que se adapta a los quiebres de la calle, reflejando la riqueza arquitectónica y cultural del área. (Perez et al., 2020).



1. Iglesia Nuestra Señora de las Mercedes
2. Plaza
3. Cementerio
4. Casa conocida como La Palomera
5. Escuela Concentración Fronteriza de Tulahuén

Figura 15: Hitos del patrimonio arquitectónico en la localidad de Tulahuén y distribución urbana. Fuente: Lorena Pérez - Triana Sánchez - Carmen Gómez.

3.2.2. Hidrografía

La región de Coquimbo se compone de tres cuencas que conforman el territorio: Elqui, Limarí y Choapa. La comuna de Monte Patria está inserta en la cuenca del Limarí, donde la provincia lleva el mismo nombre.

El sistema hidrológico de Monte Patria se conforma a partir del valle del Río Grande, la cuenca más importante que nace en el paso fronterizo de la Laguna, en la cordillera de los Andes (Fig. 16). Está integrado por los ríos Tascadero, Mostazal, Rapel y Huatulame, que desempeñan un papel fundamental en el abastecimiento de agua y en la gestión de recursos hídricos en la región.

El curso del Río Grande inicia de este a oeste hasta la localidad de Tulahuén, donde cambia de dirección hacia noroeste, asociado a la presencia de la gran falla de Vicuña. Este río es de gran importancia en la región, ya que contribuye significativamente al caudal de agua en la cuenca del Limarí (Fig. 17). El Río Grande presenta sus valores máximos de caudal en el período de noviembre a enero, lo cual está relacionado con los periodos de deshielo en la cordillera de los Andes. Este aumento en el caudal es esencial para el abastecimiento de agua en la región y para la agricultura, que es una de las actividades económicas más importantes en Monte Patria (Municipalidad de Monte Patria, 2023).

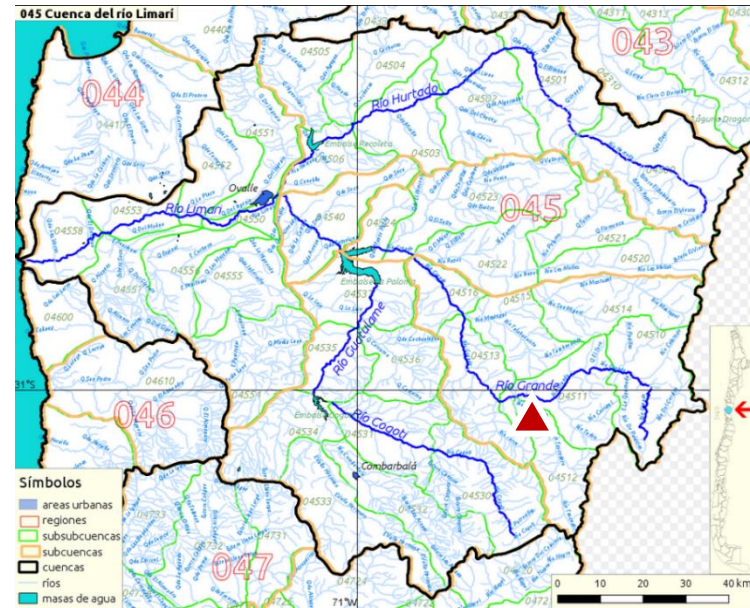


Figura 16: Plano hidrográfico de las cuencas de la comuna de Monte Patria. Fuente: Municipalidad de Monte Patria.



Figura 17: Vista del Río Grande en la comuna de Monte Patria. Fuente: Carlos Acevedo Molina.

3.2.3. Clima

Es trascendental la influencia del clima en la configuración de la arquitectura local en las comunidades y particularmente en los valles transversales de Monte Patria donde se encuentra Tulahuén. Esta área geográfica se caracteriza por ser una región de transición entre el clima desértico del Norte Grande y el clima más húmedo del Valle Central. Según la Dirección Meteorológica de Chile, Monte Patria exhibe un clima de estepa con nubosidad abundante, lo que lo sitúa en una zona de transición entre el clima desértico marginal bajo con el de características de estepa, que incluye nevadas y lluvias, generando una marcada sequedad atmosférica (Fig. 18). Desde una perspectiva local, Monte Patria se clasifica dentro de un clima de estepa templada marginal y estepa fría de montaña, según Novoa (2001). La temperatura media anual en Monte Patria alcanza los 16,6°C, con temperaturas máximas que se registran en enero, alcanzando los 28,5°C, y mínimas de 6,3°C en julio. A medida que aumenta la altitud, se observa una disminución de la temperatura media anual. Estas condiciones climáticas, que incluyen nevadas en invierno (Fig. 19) y lluvias ocasionales, tienen un impacto significativo en la planificación y diseño de la arquitectura local, determinando la pendiente de las cubiertas y dimensiones de aleros en fachada.

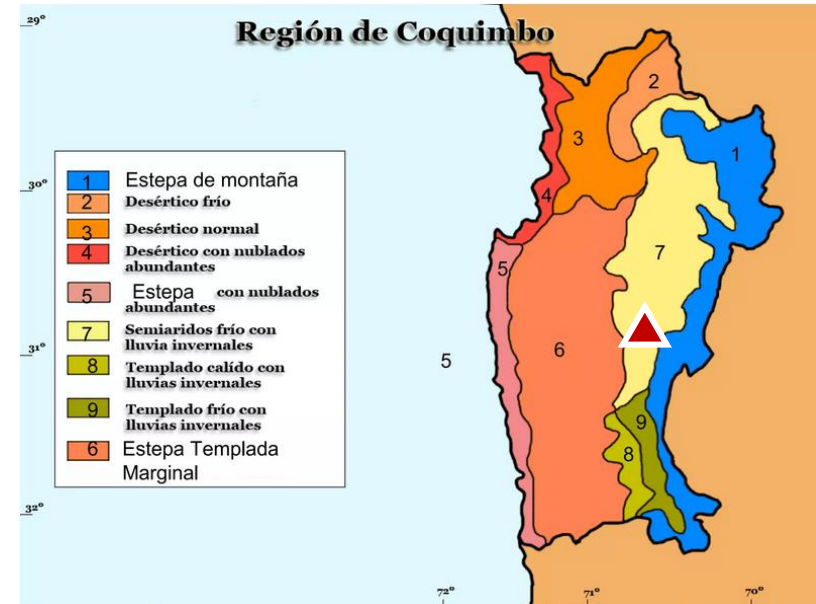


Figura 18: Mapas de tipo de climas en la región de Coquimbo. Fuente: Plan regulador comunal de Monte Patria.



Figura 19: Periodo de nevadas en Tulahuén. Fuente: La Tercera TV.

3.2.4. Suelos

Es posible reconocer los suelos de valles intermontanos y los suelos de posición de cerro. Los primeros se caracterizan por sedimentos aluviales típicos, granito de textura gruesa y con abundante gravilla de cuarzo de escaso desarrollo. Los segundos están formados a partir de materiales graníticos en pendientes entre 20 y 60%, son delgados y moderadamente profundos con alto contenido de materia orgánica (Fig. 20). En la zona interior los factores climáticos, la fisiografía y lechos de ríos han determinado sus características de uso (Municipalidad de Monte Patria, 2023).

Los suelos presentes en la comuna, se caracterizan por presentar capacidad de uso III (seguido del VI). Estos suelos III presentan las mejores condiciones para el desarrollo agrícola y son considerados escasos en la comuna de Monte Patria. Esta condición la presentan los valles del Río Rapel, Río Grande y Mostazal, y valle del Río Huatulame. A su vez, la Comuna presenta suelos con capacidad de usos V, VI, VII, y VIII ubicados en las zonas precordilleranas y de alta cordillera (Fig. 21). Uno de los mayores problemas son los sitios de antiguas explotaciones mineras que han sido abandonados sin realizar acciones para disminuir los efectos adversos sobre el ambiente y la salud humana (Plan Regulador Comunal de Monte Patria. región de Coquimbo, 2023).

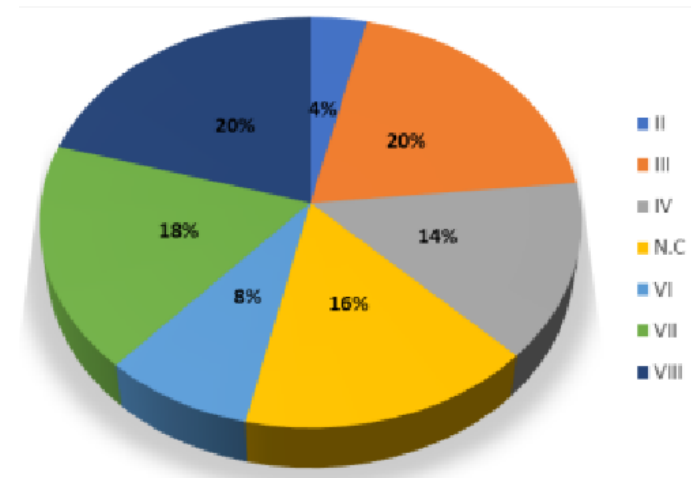


Figura 20: Porcentajes de tipos de suelos en la región de Coquimbo. Fuente: Plan regulador comunal de Monte Patria.

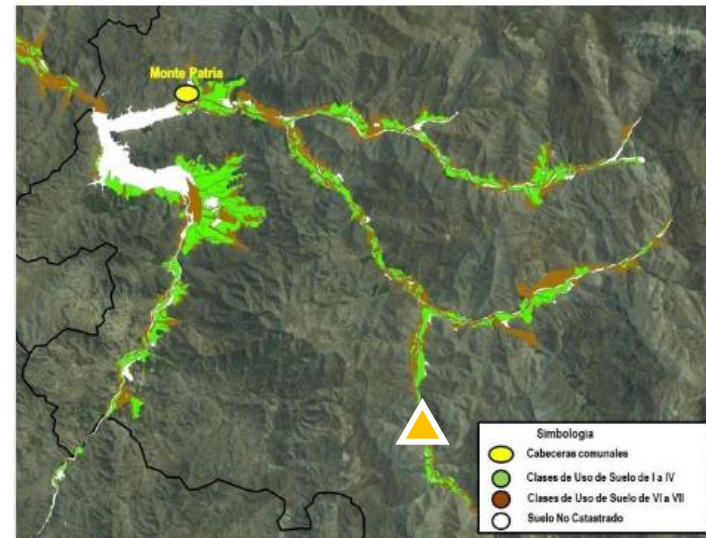


Figura 21: Mapa de tipos de suelos en la región de Coquimbo. Fuente: Plan regulador comunal de Monte Patria.

3.2.5. Vegetación

Los recursos o materiales locales son parte del desarrollo de una cultura constructiva para el habitar de las comunidades y conjuntos vernáculos. Las ideas y el conocimiento desarrollado respecto al uso, proporción y aplicación de cada uno de los materiales en la edificación, son parte importante de la herencia cultural valiosa de cada región.

El tipo de vegetación arbórea, su presencia y sus características son parte del saber comunitario a la hora de trabajarlos para el desarrollo de arquitecturas. Según la clasificación elaborada por Gajardo (1994), las formaciones que se presentan en la comuna de Monte Patria corresponden al matorral estepario interior, estepa arbustiva de la pre cordillera y estepa alto andina de Coquimbo (Fig. 22). Las siguientes especies arbóreas nativas, dentro de las que más destacan son el **algarrobo**, **palqui**, **maitén**, **chañar**, **espino**, **piñonero**, **colliguay**, **quisco**, etc. Estando muchas de ellas en estado vulnerable. Están presentes en la comunidad de Tullahuén y muchas han sido utilizadas en la construcción tradicional:

3.2.5.1. Álamo Blanco (*Pópulos alba L.*)

Este árbol es conocido por pertenecer al conjunto de maderas blandas, de crecimiento rápido y de baja longevidad. Es una especie introducida originaria de Europa, Asia y

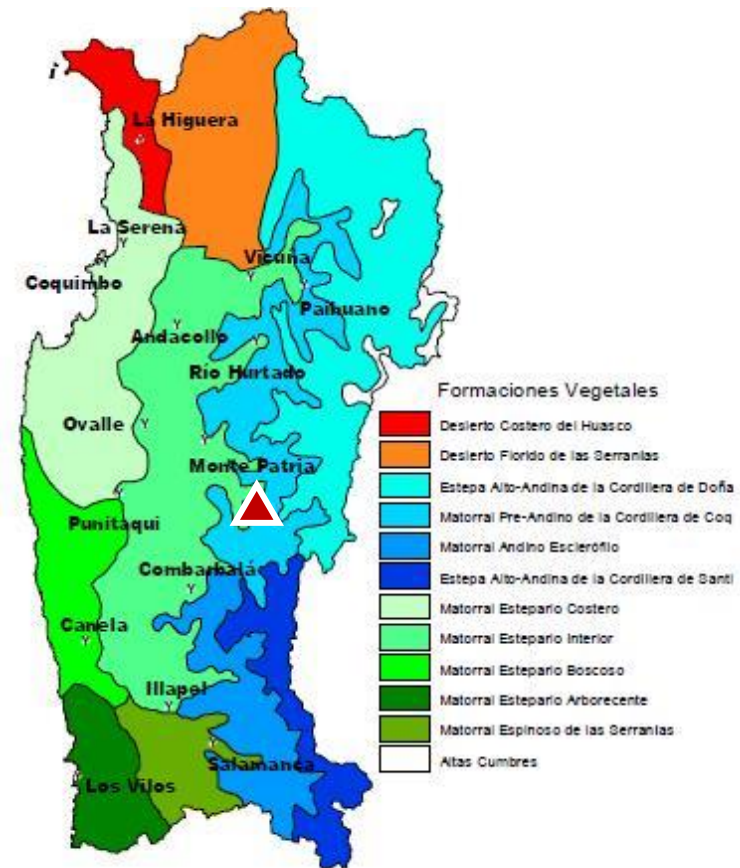


Figura 22: Mapa de formaciones vegetales de la región de Coquimbo. Fuente: Plan regulador comunal de Monte Patria.

el norte de África. Posee una copa ovoidal irregular, que puede alcanzar una altura de hasta 30 m y 4 a 6 m de diámetro de copa (Fig. 23). Fuste recto, corteza de color verdosa cuando joven, se vuelve luego blanca y opaca, recubriéndose de lenticelas, más tarde, cuando madura completamente, se torna rugosa y agrietada (Hoffmann, 1998).

3.2.5.2. *Algarrobo (Prosopis chilensis Mol. Stunz.)*

Popularmente conocido como una madera de larga duración, de crecimiento rápido y larga longevidad, es una especie nativa que se encuentra distribuida entre la región de Atacama y región Metropolitana. Presenta una madera dura, densa y difícil de trabajar, sin embargo, ha sido muy usada en la construcción tradicional sobre todo en dinteles y vigas. Árbol, de copa redondeada y ramas largas, que puede alcanzar hasta 14 m de altura. Fuste corto, con la corteza gruesa, de color pardo rojizo que se desprende fácilmente. Presenta espinas de hasta 10 cm de longitud (Fig. 24).

3.2.5.3. *Espino (Acacia caven [Molina] Molina)*

La acacia es una especie nativa caracterizada por su rápido crecimiento y resistencia a la sequía. Se emplea bastante para la reforestación de laderas que no son habitadas. Se ha utilizado tanto para la construcción como para piezas



Figura 23: Bosque de álamos blancos en Tulahuén. Fuente: Archivo propio.



Figura 24: Árbol algarrobo adulto. Fuente: Viveros Valparaíso.



Figura 25: *Acacia caven* en la plaza de Tulahuén. Fuente: Archivo propio.



Figura 26: *Pimiento* en Tulahuén. Fuente: Archivo propio.

de máquinas y herramientas. Considerado también un arbusto semicaduco y espinoso, copa semiesférica, que puede alcanzar hasta 10 m de altura (Cabello y Donoso, 2006; Hoffmann, 1998b). Fuste torcido, corteza rugosa, gruesa y agrietada, de color café oscuro que puede tener 50 cm de diámetro (Riedemann y Aldunate, 2004) (Fig. 25).

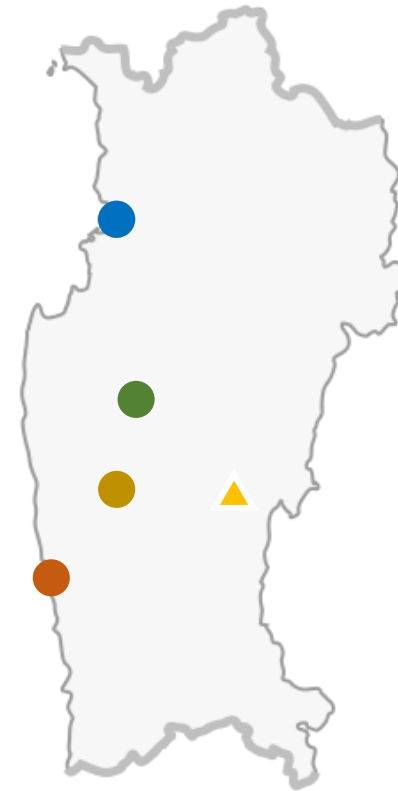
3.2.5.4. Pimiento (*Schinus molle* L.)

Esta especie arbórea es poco usada en la construcción, pero es pertinente mencionarla por su alta distribución en los valles precordilleranos de Monte Patria y por sobre todo en la aldea de Tulahuén. Se conoce que se utiliza para la elaboración de bebidas alcohólicas, curtidos con la corteza e infusiones para combatir enfermedades. Se la recomienda para el control de la erosión y es bastante empleado en reforestación de áreas desérticas. Además de obtener leña de los troncos se utiliza como insecticida natural y para obtener aceites esenciales. Esta especie es originaria del Perú, extendiéndose en países como Argentina y Bolivia. Es un árbol siempreverde, de copa muy amplia y compuesta por ramillas colgantes y ramas gruesas y nudosas, que puede alcanzar hasta 25 m de altura y más de 1 m de diámetro de copa. Fuste con un eje principal, pero a veces posee más de un eje que ramifica desde abajo. Corteza rugosa y de color gris oscuro (Fig. 26).

3.2.6. Antecedentes Sísmicos de la Región

La lista de terremotos y tsunamis es extensa en la región, pero los más significativos fueron los siguientes (Fig.27):

- **Terremoto de Ovalle, 1943.** El 6 de abril, a las 12:07 hora local se registró un sismo de magnitud de 8,2 MW.1 que provocó un tsunami, pero sin mayores daños.
- **Terremoto de Coquimbo, 1975.** Se produjo un sismo de 6.9 en la escala de Richter y VIII en la escala de Mercalli. El 13 de marzo de 1975 a las 11:34 hora local, se percibió incluso en la ciudad de Mendoza (Argentina).
- **Terremoto de Punitaqui, 1997.** Fue un sismo registrado el 14 de octubre a las 22:03 hora local. El epicentro se localizó en Punitaqui, a 50 Km de la costa, con una magnitud de 7,1 grados. La estación más cercana estaba en Illapel y registró una aceleración máxima de 0.35g en la componente horizontal N70°E (Fernández et al., 2017 citando a Díaz, 2001)
- **Terremoto de Illapel, 2015.** Uno de los más importantes con una magnitud de 8,3 Mw, el 16 de septiembre a las 19:45 hora local, se produjo un terremoto y



- Terremoto de Ovalle
- Terremoto de Coquimbo
- Terremoto de Punitaqui
- Terremoto de Illapel
- ▲ Tulahuén

Figura 27: Mapa de terremotos significativos de la región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps.

tsunami frente a las costas de Illapel. Los registros de las aceleraciones máximas durante el terremoto que registraron en las estaciones sismológicas en el sector. La estación más cercana al área de estudio fue la CO03 Pedregal, que registro un PGA máximo de 0.35g en la componente EW (Tabla 4).

3.2.7. Características Geológicas

La región de Coquimbo se caracteriza por la presencia de dos grandes unidades morfológicas: la primera ubicada en las planicies litorales desde La Serena y Tongoy, con componentes fluviales, marinas o fluviomarinas. La segunda

unidad que interesa a la investigación, es la que se presenta en las zonas precordilleranas transversales que conectan la cordillera de los Andes con la Cordillera de la costa, destacando las cuencas del Elqui, Limarí y Choapa (Fernández et al., 2017 citando a Borgel, 1983) (Tabla 3).

Estación		PGA, g		
Código	Ubicación	NS	EW	Z
C220	UCN Guayacán	0.13	0.09	0.07
C260	Tongoy	0.23	0.36	0.13
C330	Estadio La Portada	0.11	0.14	0.07
CO03	Pedregal	0.29	0.35	0.20
G004	Obs. Cerro Tololo	0.34	0.24	0.16

Tabla 4: Aceleraciones máximas PGA del terremoto de Illapel 2015 registradas en las estaciones de la región de Coquimbo. Fuente: José Fernández, Cesar Pasten, Sergio Ruiz, Felipe Leyton.

Comuna	Localidad	Estación Sismológica	Geología	Descripción
Monte Patria	Monte Patria	C110	Qal (Kv)	Depósitos aluviales cuaternarios y rocas volcánicas
	Pedregal	CO03	Qac (Kv/ah)	Sedimentos aluviales y coluviales, depósitos de relleno de valles
Ovalle	Ovalle	-	Qal/Qc (Kra/Ka)	Depósitos aluviales cuaternarios y sedimentos continentales
	Limarí	C130	Qal (Qc)	Depósitos aluviales cuaternarios y sedimentos continentales
	Angostura	CO06	Jgd (Jdn)	Granito a granodiorita, diorita gnéisica

Tabla 3: Geología de las localidades con estaciones sismológicas de la región de Coquimbo. Fuente: José Fernández, Cesar Pasten, Sergio Ruiz, Felipe Leyton.

3.3. Antecedentes Históricos

3.3.1. Periodo Precolombino

Los registros dan cuenta que, tanto en los valles transversales de la comuna de Monte Patria, como en distintos interfluvios y sectores costeros de la región, se establecía la primera organización cultural conocida como **El Molle**, la cual, habría habitado el sector entre los años 300 a.C. y 800 d.C., siendo uno de los primeros asentamientos semi constituidos (Pizarro, 2008) (Fig. 28). Se tiene evidencia de una economía dedicada a la agroganadería y al desarrollo de técnicas de metalurgia, en metales como el cobre, plata y oro. La cultura Molle, es conocida por desarrollar las primeras piezas de alfarería del norte semi árido, caracterizadas por su mayor altura, su simetría espacial y bases planas (Museo del Limarí, 2023).

Posteriormente, se tiene información de que este complejo, se habrían desplazado a otras regiones durante el siglo VIII, debido a la presión de otra cultura proveniente de la puna argentina, dando origen al establecimiento del complejo cultural **Las Animas**, la cual se fue constituyendo en el valle del Limarí y en sectores del valle de Copiapó, entre los años 800 d.C. y 1200 d.C. (Perez, et al., 2020).



Figura 28: Conjuntos rupestres EL Molle ubicados en El Cuyano Alto (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J) y de El Macano. Fuente: Hans Niemeyer Fernández - Dominique Ballereau.

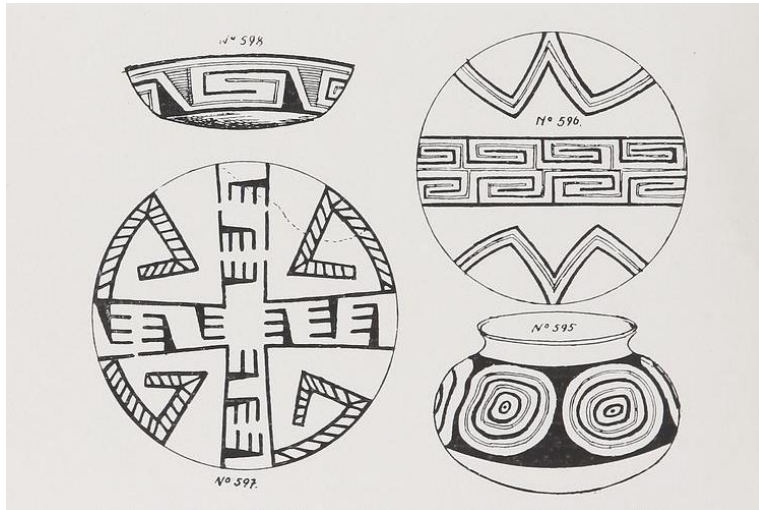


Figura 29: Dibujos de alfarería diaguita de la primera época. Fuente: Museo del Limarí.



Figura 30: Alfarería diaguita de la primera época. Fuente: Museo del Limarí.

De la misma manera, muestra una economía dedicada a la agroganadería y la pesca. La alfarería se distingue de El Molle, por el uso del rojo, blanco y negro en platos con forma tronco-cónicas, donde se observan geometrías anguladas y representaciones zoomorfas (Museo del Limarí, 2023). Ambos complejos culturales, tienen en común una economía diversa, dedicada principalmente a la ganadería y alfarería, pero sin haber indicios de continuidad entre ambas sociedades.

A partir del siglo XII, la cultura *Ánima* derivó en la cultura **Diaguita** (Fig. 29). Mucho se cuestionó sobre este término, otorgado por Ricardo Latcham en 1928, a los habitantes entre los valles de Copiapó y Choapa, debido a la poca evidencia de la identificación cultural de las expresiones de los diaguitas transandinos. Con el tiempo, se ha identificado como Diaguita de forma generalizada, a todos los habitantes de los valles de la región, aun habiendo singularidades en cada uno de ellos, solo compartiendo expresiones artísticas como la alfarería (Pizarro, 2008). Debido a la evidencia encontrada, se pudo determinar que la cultura Diaguita, se desarrolló en tres etapas importantes:

- I. Diaguita I (900 a 1200 d. C.) que se relaciona con vasijas cerámicas e inhumaciones similares a las del complejo cultural Las Ánimas;
- II. Diaguita II (1200 a 1470 d. C.), con entierros en cistas y abundantes ofrendas.
- III. Diaguita III (1470 a 1536 d. C.), caracterizada por la aculturación de las poblaciones diaguitas al Imperio Inca, debido a la conquista que ejerció el Tawantinsuyo, que se vio representada en figuras y formas cuzqueñas en la alfarería local (Museo del Limarí, 2023) (Perez, et al., 2020, p. 18).

Finalmente, la conquista española redujo a los Diaguitas a la servidumbre, a través de su sistema de encomiendas y reducidos a los pueblos de indios, derivando en una reducción de la población aborigen.

3.3.2. Periodo Colonial

El desarrollo histórico del Norte Chico fue diferente a otras regiones (Fig. 31). "La ocupación del territorio fue considerada relativamente fácil, puesto que los conquistadores españoles, no encontraron una resistencia férrea, como lo hicieron con los Araucanos al sur de Concepción" (Pinto, 1980, p. 19).

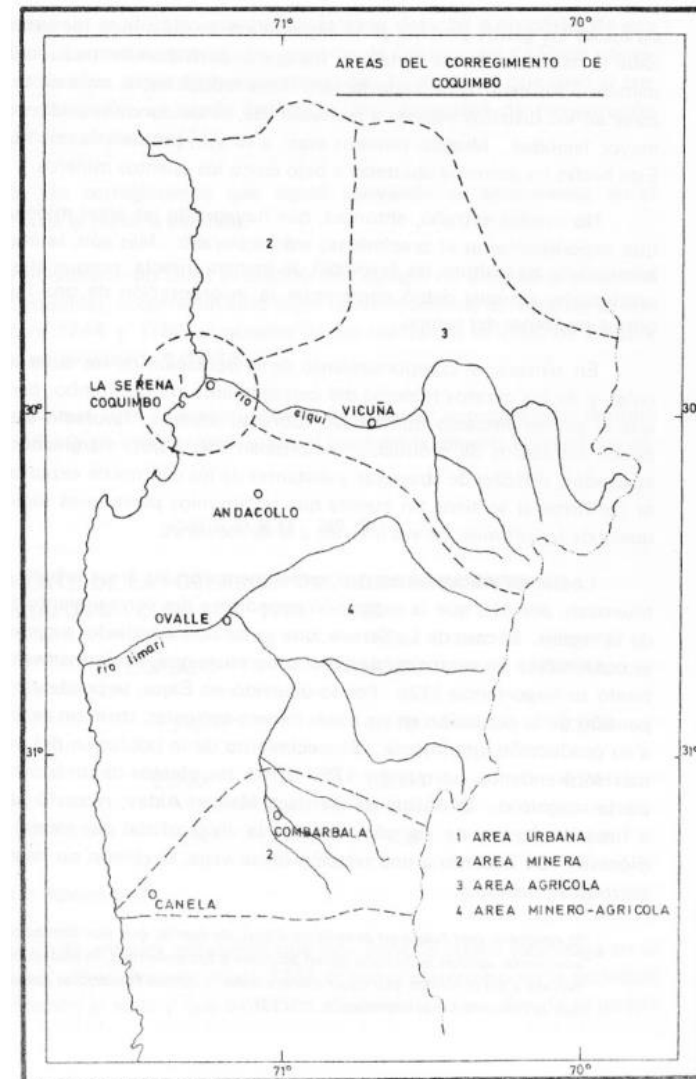


Figura 31: Corregimientos de Coquimbo colonial. Fuente: Jorge Pinto Rodríguez, *La población del Norte Chico en el siglo XVIII. La Serena, 1980.*

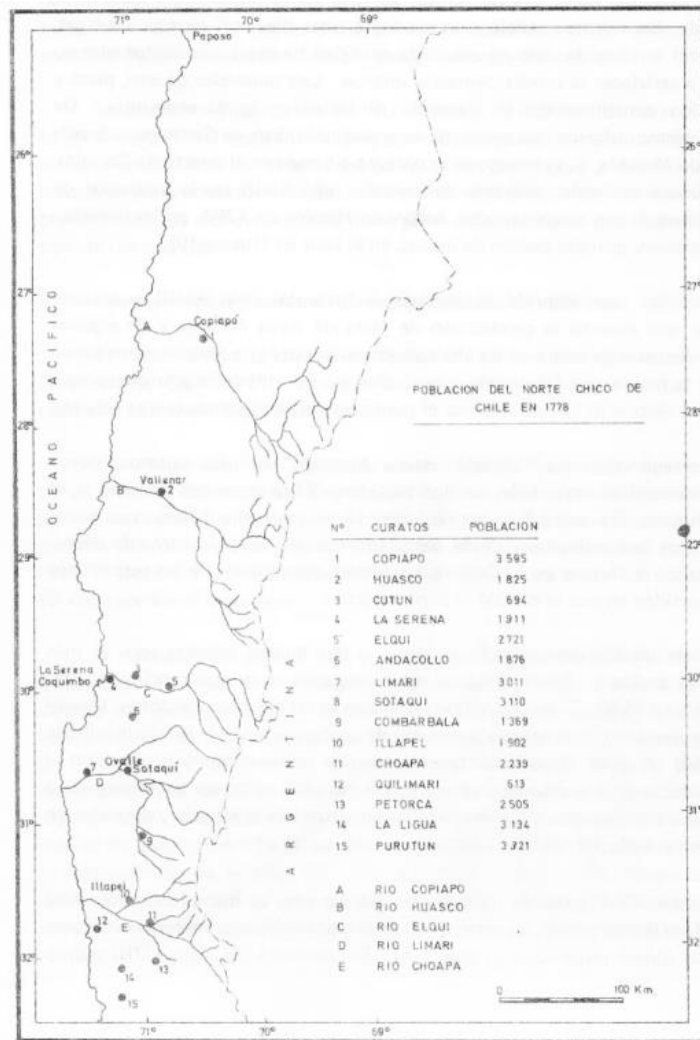


Figura 32: Curatos de la región de Coquimbo durante la Colonia. Fuente: Jorge Pinto Rodríguez, *La población del Norte Chico en el siglo XVIII*. La Serena, 1980.

Lo cierto es que la región, no presentaba una población indígena abundante, ni parecía poseer riquezas importantes; esto podría explicar las razones por las que este territorio, fue considerado por mucho tiempo, tan solo una zona de tránsito hacia el Perú.

Durante este periodo, el corregimiento de Coquimbo correspondiente a la IV Región, se organizó en siete curatos o Parroquias principales (Fig. 32). El valle del Limarí correspondería a los Curatos de San Antonio del Mar de Barraza y Corpus de Sotaquí; por otra lado, el valle del río Hurtado, perteneció al Curato de Andacollo (Pizarro, 2001). Esta división administrativa, se componía de cinco partidos: Sotaquí, Palqui, Guatulame, Rapel y Tulahuén.

En el caso de la partida de Tulahuén, constituían las haciendas del valle del río Mostazal, Carén, Milaqui, y Tulahuén, propiamente; en consecuencia, las haciendas se van a caracterizar por la actividad minera y la utilización de molinos para la separación de metales.

Con el arribo de los conquistadores españoles, como es muchos sectores, se empezó la repartición de tierras, a través de mercedes, siendo una forma de retribuir el esfuerzo de la conquista, pero también para establecer la ocupación hispana en nuevos territorios (Perez, et al., 2020, p. 18).

Paralelamente a esto, a partir del año 1650, se produce la transferencia permanente de las tierras, debido a la llegada de las familias provenientes de otras regiones o de ciudades latinoamericanas. Es a raíz de esto, que se van constituyendo las propiedades rurales, tomando forma de haciendas o estancias. En el caso de la hacienda de Tulahuén, en el año 1690, a través del gobernador José de Garro, se otorgó una merced de 1000 cuerdas de tierra, al capitán Santiago Pizarro del Pozo y Gamboa. Posteriormente, en el año 1730, el hijo de Pizarro, el capitán José Pizarro Cortés, quien buscaba establecer un censo en favor de los curas de Sotaqui, hipotecó las estancias que poseía en el sector (Pizarro, 2001, p. 66).

3.3.3. Periodo Republicano

A inicios del siglo XIX, en 1810, se va a conformar la Primera Junta de Gobierno, dando inicio al proceso independentista de Chile, que culminaría en 1818 con la firma de la independencia. Este hecho trae cambios importantes en la conformación de las localidades en todo el territorio, donde los valles transversales de Monte Patria no son la excepción.

La lucha independentista trajo cambios a nivel comunal, en donde el batallón de Cabot cambió la localidad de Monte Rey a Monte Patria, con la intención de borrar los vestigios del pasado monárquico (Pérez, et al., 2020, p. 30). La

transición a la república también cambió la administración agraria de la región, produciéndose la desintegración y reconstrucción de la propiedad de la tierra; sin embargo, este es un proceso que se venía produciendo desde la colonia y es en este punto, donde las propiedades se empiezan a transferir a comerciantes, políticos, militares, pero sobre todo a empresarios mineros (Pizarro, 2001).

Pizarro menciona que, en el informe de Eugène Chouteau, un francés enviado al sector por el gobierno de Balmaceda en 1887, se da a conocer el nombre de distintas haciendas, que posteriormente se convertirían en las actuales localidades de Monte Patria, siendo el ejemplo de Carén, Monte Patria, Mialqui, Huamalata, Chañaral, Los Molles, Juntas y por supuesto Tulahuén (2001).

Según Chouteau, al igual que las haciendas, las iglesias o templos católicos desempeñan un papel fundamental en la organización del territorio, ya que están presentes en todas las subdelegaciones. En cuanto a la actividad económica de las haciendas, se destaca la continuidad histórica en la producción agrícola; por esta razón, la arquitectura de Tulahuén, al igual que la de otras haciendas, se ha diseñado para llevar a cabo diversas actividades como el cultivo de diferentes granos, la viticultura y la crianza de animales. Sin embargo, en Tulahuén, se encontró una particularidad: su

economía tiene un carácter dual, que no se limita únicamente a la agricultura, sino que también abarca la minería aurífera.

3.3.4. La Consolidación de Tulahuén

Si bien el sistema de haciendas se mantuvo en la región hasta casi la mitad del siglo XX, el proceso de división de la propiedad siguió su curso. Tulahuén, que se caracterizaba por tener una economía dual y con inversión foránea, experimentó un cambio significativo hacia el ámbito agroganadero, lo que generó una migración particular en el Departamento de Ovalle. Contrario a la tendencia nacional, en esta zona, la población rural aumentó (Pérez, et al., 2020).

Las nuevas localidades consolidadas tienen un elemento en común: la presencia de los templos católicos del siglo pasado como hitos urbanísticos, espacios de congregación regional y de expresiones socioculturales; estos monumentos fueron también determinantes de la consolidación de las nuevas comunidades (Fig. 33). A través de los procesos político-administrativos que implicó la Ley de la Comuna Autónoma de 1891, se creó la comuna de Monte Patria. Esto, a su vez, permitió la implementación de algunos equipamientos en la localidad, tales como escuelas, registro civil y comercios, así como la provisión de servicios básicos como agua potable y redes de energía eléctrica (Pinto, 1980).

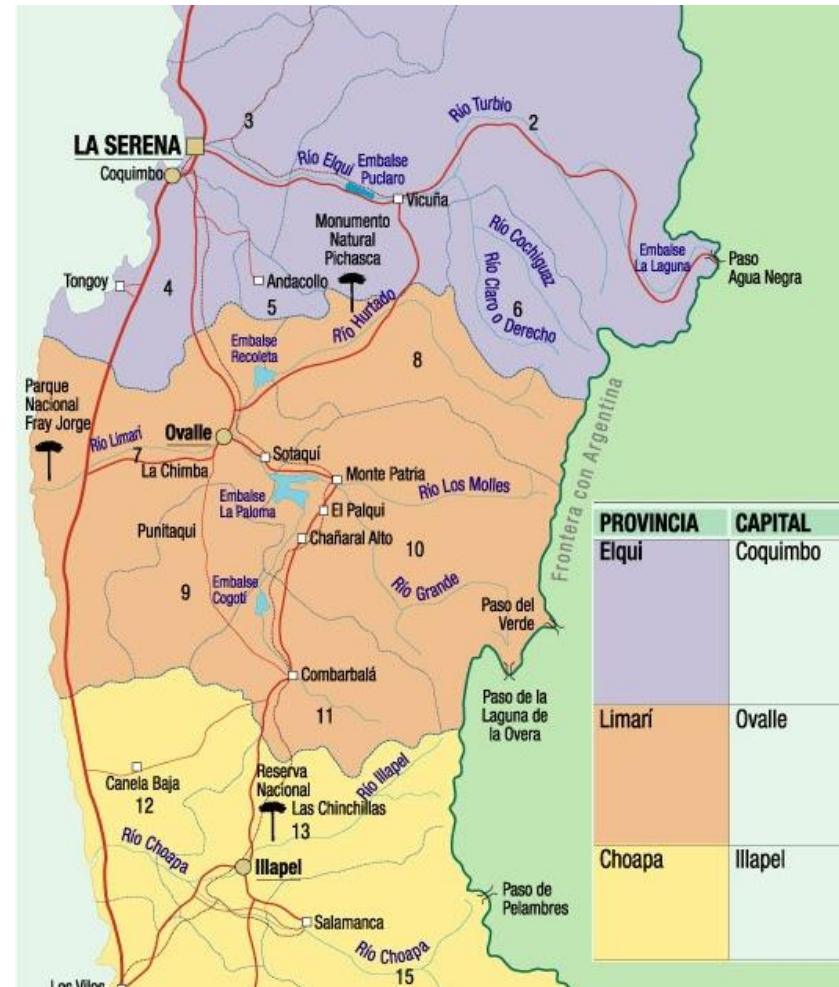


Figura 33: Mapa de las localidades consolidadas en la comuna de Monte Patria. Fuente: Cuenortina2c.blog.

CAPÍTULO IV: REGISTRO Y CARACTERIZACIÓN DE INMUEBLES

4. Registro y Catastro

4.1. Criterios

Para el registro se consideró todos aquellos inmuebles que se encuentren dentro del polígono identificado por el municipio de Monte Patria, como centro histórico y calle principal de Tuluahuén (Fig. 34). Los criterios para el registro fueron:

1. Inmuebles edificados con albañilería de adobe simple.
2. Inmuebles que presenten elementos de la cultura sísmica como dispositivos de refuerzo o llaves de madera o similares.
3. Que pertenezcan al periodo republicano o anterior.

4.2. Tipos de Inmuebles

Posterior a la exploración inicial del centro histórico, se pudo advertir que existían tres tipos de inmuebles a lo largo de la calle principal. El primer tipo es **la vivienda**, siendo la mayoría de los casos observados; la segunda tipología son **las pasteras**, inmuebles con la característica por ser muros altos de albañilería; y como tercera tipología, **las bodegas**, similares a las anteriores.

Es importante mencionar que tanto las bodegas como las pasteras no siempre se presentan como volúmenes

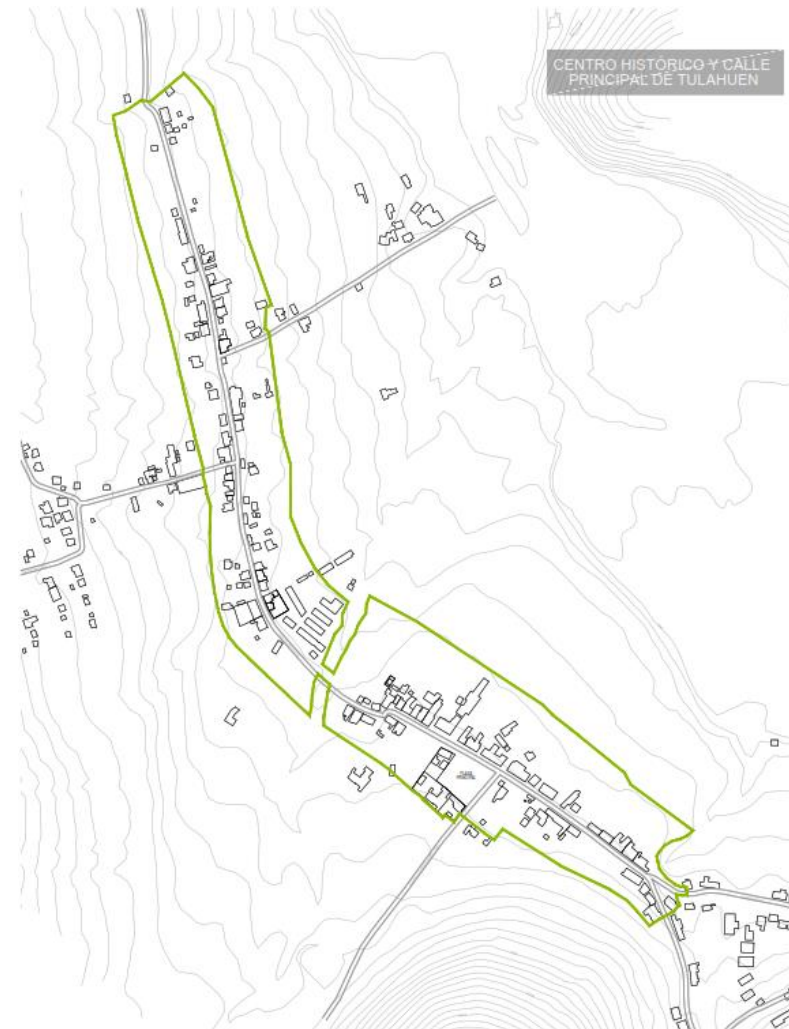


Figura 34: Planimetría de polígono declarado como centro histórico en Tuluahuén. Fuente: Elaboración propia a partir de planos de Municipalidad de Monte Patria.

exentos de la vivienda, sino que muchas veces son parte del bloque de residencia, sin embargo, se tomarán en cuenta solo los bloques independientes ya que no es posible realizar un estudio de la distribución interior de espacios y bloques de cada residencia por ser de carácter privado.

4.3. Tipologías de Dispositivos

La exploración y análisis de campo previo, definió 3 tipos de dispositivos sismorresistentes en las edificaciones tradicionales de Tulahuén.

1. Dispositivo DC: Se observaron una suerte de llaves de madera en los vértices de muro, que muestran dos pares de listones cruzados que parecen tener una unión a media madera (Fig. 35).
2. Dispositivo DE: Al igual que los dispositivos DC, estos se ubican en los vértices de muro, instalados de forma diagonal a los planos de muros, siendo anclados con estacas (Fig. 36).
3. Dispositivo DP: Similares a unas vigas, se exhiben en las fachadas frontales siendo un refuerzo entre muros paralelos (Fig. 37).

Cada uno de estos dispositivos se encuentran distribuidos de diferente manera en las edificaciones con diferentes formas y mismo concepto de refuerzo y ubicación de cada uno.

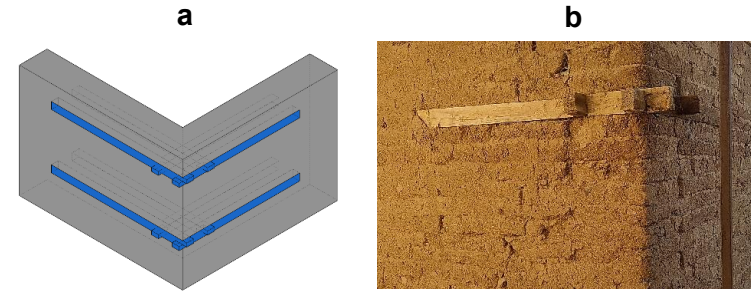


Figura 35: a) Esquema de dispositivo DC; b) Fotografía dispositivo DC en Tulahuén. Fuente: Elaboración y archivo propio.

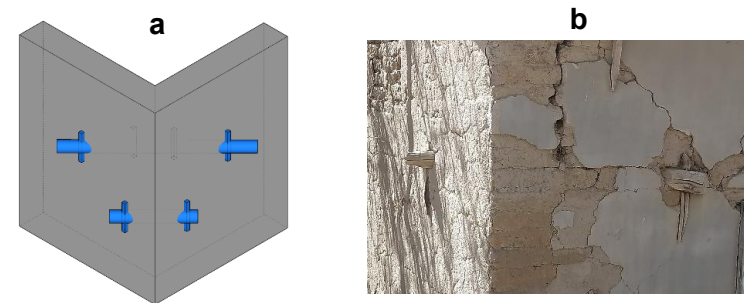


Figura 36: a) Esquema dispositivo DE; b) Fotografía dispositivo DE. Fuente: Archivo y elaboración propia.

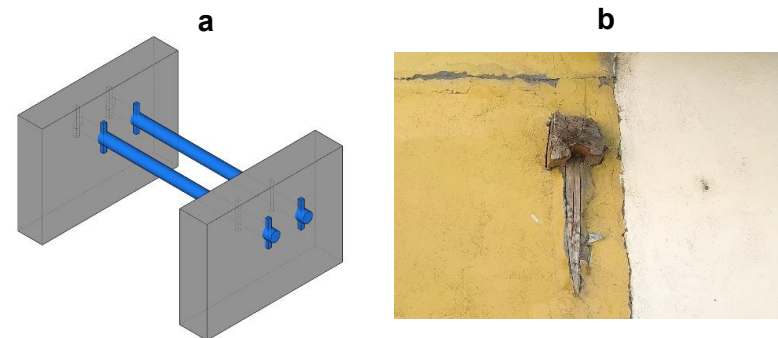


Figura 37: a) Esquema dispositivo DP; b) Fotografía dispositivo DP. Fuente: Archivo y elaboración propia.

4.4. Registro de Inmuebles

4.4.1. Catastro y Registro de Inmuebles

Del total de 102 inmuebles analizados sobre la vía principal de Tulahuén, dentro del área definida como Centro Histórico por el municipio, se seleccionaron 35 edificaciones, que presentan elementos constructivos de la cultura sísmica local. Los 35 inmuebles exhiben uno o varios tipos de dispositivos de refuerzo previamente denominados como dispositivo DC, DE y DP.

Cuando se realizó la exploración previa se habían registrado un número superior de inmuebles. Sin embargo, se filtraron aquellas edificaciones en las cuales sí eran visibles algunos de los dispositivos antes mencionados. En el gráfico de la derecha se puede observar que la mayoría de los inmuebles están destinados al uso residencial con un 92% del total, mientras que el 5 % son denominadas Pasteras y un 3% denominado Bodegas (Fig. 38).

Cada inmueble tiene sus particularidades, muchos dejan ver uno o dos o hasta tres tipos de dispositivos en un mismo caso. El Dispositivo DC se hace visible en 25 inmuebles del total; el dispositivo DP es observable en 17 inmuebles y el dispositivo DE es apreciable en 7 del total. Las edificaciones que presentan hasta dos tipos de dispositivos en

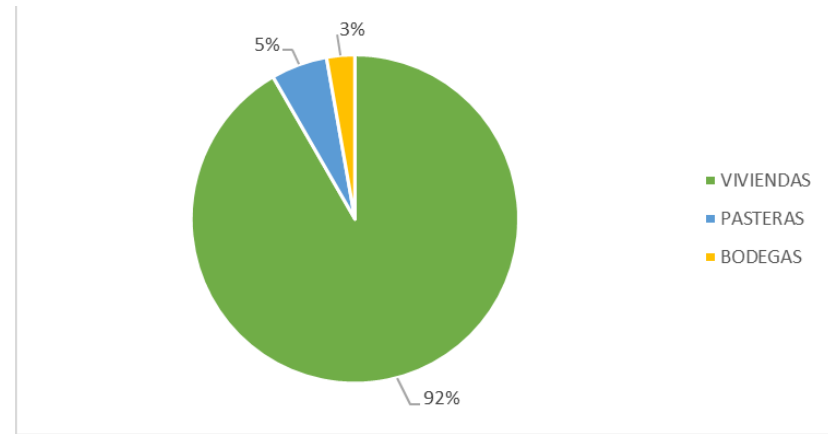


Figura 38: Porcentaje de tipologías de inmuebles. Fuente: Elaboración propia.



Figura 39: Relación de cantidad de dispositivos presentes en inmuebles. Fuente: Elaboración propia.

simultaneo son 14 y tan solo en uno de los casos es posible notar los tres dispositivos al mismo tiempo (Fig. 39).

Es importante mencionar que el conteo de dispositivos en los casos seleccionados, no haya logrado identificar la totalidad de inmuebles ya que existen muchas razones por las que, estos elementos constructivos podrían no advertirse en todas las edificaciones. Mucho depende del estado de conservación del inmueble, ya que al encontrarse deteriorado es lógico poder observar materiales, técnica, disposiciones y anclajes. Mas, por el contrario, un inmueble en buen estado deja poco o nada ver sus elementos constructivos.

Es por esto que muchos de los casos preseleccionados no figuran en el estudio final puesto que, a pesar de tener una apariencia tradicional, histórica y material (Fig. 41), no exhibían ningún tipo de dispositivo, por lo cual quedaron al margen de la caracterización. Para tener esa información, se necesitaría realizar un estudio más detallado de cada uno de los inmuebles, explorando sus materiales, elementos y estratos, para determinar de manera más precisa sus componentes. El registro inicial es suficiente para encontrar elementos constructivos comunes y poder realizar el análisis.



Figura 40: Vista aérea del centro histórico de Tulahuén. Fuente: Bryant Pastén.



Figura 41: Viviendas plaza principal de Tulahuén. Fuente: Acadio Orrego.

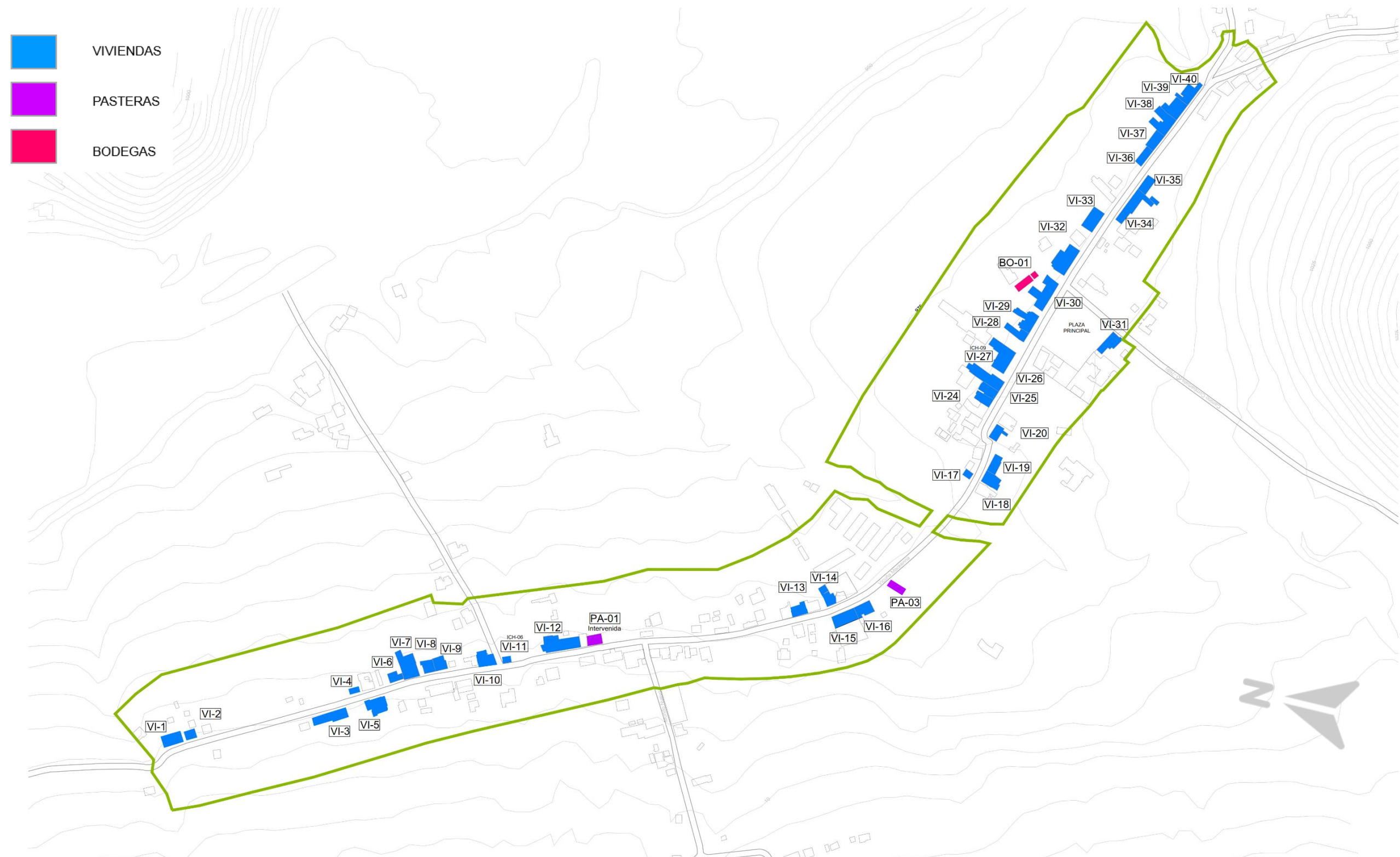


Figura 42: Mapa de registro de inmuebles que presentan dispositivos de refuerzo previamente identificados. Fuente: Elaboración propia.

4.5. Caracterización de Inmuebles

4.5.1. Caracterización de Viviendas

Las viviendas tradicionales de tierra son una parte fundamental del patrimonio paisajístico e histórico de la comuna (Fig. 43). Sus fachadas reflejan la herencia arquitectónica del periodo republicano, siendo documentos que relatan los procesos socio económicos y culturales del valle del Rio Grande. Al ser una población de configuración urbana lineal, las viviendas se encuentran distribuidas a lo largo de la vía central y en muchos casos formando un conjunto de fachadas continuas, seguido de parcelas o huertas que se extienden en el valle, en ambos sentidos. La arquitectura tiene mucha relación con la mencionada cultura constructiva del Norte Chico, en dónde el uso de la tierra es predominante como material de construcción, junto con la madera y la piedra en menores proporciones.

Las viviendas fueron edificadas con muros estructurales de albañilería de adobe de distintas alturas (Fig. 44), donde destacan el uso de elementos de madera, como una suerte de llaves o refuerzos, tanto en los vértices de muros, como entre muros paralelos longitudinales. Muestran una geometría sencilla de planta rectangular, con espacios de



Figura 43: Vivienda modelo de Tulahuén. Fuente: Archivo propio.



Figura 44: Vivienda de fachada alta en Tulahuén. Fuente: Archivo propio.

una sola altura y en algunos casos de hasta dos plantas, con balcones hacia la vía principal.

En sectores en donde la topografía es más pronunciada, los espacios de las viviendas se adaptan de manera escalonada a la topografía, dando la noción de poseer más de dos pisos o espacios semisubterráneos. Algunas de las fachadas frontales, exhiben un revoque con ornamentación sencilla neoclásica, en ventanas, puertas, cornisas y zócalos. Como es característico de la región, las viviendas exponen cubiertas a dos aguas, en su mayoría láminas de zinc, con importantes pendientes, debido a ocasionales lluvias torrenciales o nevadas invernales (Fig. 45).

4.5.2. Caracterización de Pasteras

Las pasteras pueden verse distribuidas en la vía central de la aldea, contiguo al bloque de vivienda, o en algunos casos, exentas de las mismas; en consecuencia, algunas se encuentran ubicadas al interior de las propiedades, por detrás del bloque frontal, en los campos destinados para la crianza de animales, de cada propiedad. La arquitectura, al igual que las viviendas, comparten el uso de la tierra como material predominante (Fig. 46), con algunos elementos de madera y piedra en menor proporción. Las pasteras fueron edificadas, con altos muros estructurales de albañilería de



Figura 45: Vivienda de dos pisos conocida como el Rascacielos de Tuluáhuén. Fuente: Archivo propio.



Figura 46: Pastera de la familia Campusano en la calle principal de Tuluáhuén. Fuente: Archivo propio.

adobe, sin tabiquería en el interior.

Debido a su altura y proporciones, contienen más elementos de madera, ya identificadas como llaves o refuerzos, tanto en los vértices de muros, como entre muros paralelos a distintas alturas. De la misma manera, muestran una planta rectangular, con un espacio único de doble altura, sin divisiones interiores, con un amplio vano de ingreso y un vano lateral. Algunas pasteras conservan un cobertizo lateral, hecho con madera y láminas de zinc, en donde se resguardaba o se alimentaban a los animales del corral.

Las pasteras originales, no presentan ningún tipo de revoque (salvo las intervenidas) mostrando la albañilería de adobe y los elementos de madera como refuerzos y dinteles (Fig. 47). Al igual que las demás edificaciones tradicionales, llevan una cubierta a dos aguas, con similar pendiente, con aleros mínimos o reducidos.

4.5.3. Caracterización de Bodegas

Dependiendo de la tipología de la vivienda, las bodegas pueden encontrarse en la fachada frontal, contigua al bloque de vivienda, como también exenta de la misma (Fig. 48). Al igual que las pasteras, las bodegas pueden ser bloques independientes, al interior de las propiedades, en los



Figura 47: Pastera pequeña de la familia Tapia en Tulahuén. Fuente: Archivo propio.



Figura 48: Bodega de la familia Tapia en la plaza central de Tulahuén. Fuente: Archivo propio.

campos destinados a la agroproducción para el almacenamiento de vinos y granos diversos.

La arquitectura, similar a pasteras y viviendas, muestran el uso de la tierra como material principal, seguido de la madera y la piedra, ya característico de los valles de la región. Las bodegas utilizan la misma técnica constructiva que las pasteras; altos muros estructurales de albañilería de adobe sin tabiques en el interior. Contienen, llaves o refuerzos de mera, en vértices y muros paralelos longitudinales con algunas variaciones. En casos aislados, se encontró unas uniones con llaves de madera con sección irregular, entre los refuerzos de los muros paralelos, con la estructura de la cubierta, como una manera de consolidación adicional entre las llaves.

4.5.4. Cercos de Propiedad

Tulahuén no escapa a un modelo desarrollado en el siglo XVI, con la llegada de los españoles, que consiste en la utilización de tapias como elementos delimitadores o cercas para huertos frutales, viñedos, patios, corrales o linderos de propiedades (Lacoste et al., 2012, p. 186). En muchos de los casos observados dentro de las viviendas, aún es posible ver las tapias que delimitan los corrales de la ganadería, los potreros o los huertos dedicados a la viticultura (Fig. 50). A diferencia



Figura 49: Cerca de albañilería de adobe simple sobre cimiento de piedra en Tulahuén. Fuente: Archivo propio.



Figura 50: Cerca de tapia sobre cimiento de piedra en Tulahuén. Fuente: Archivo propio.

de las tapias ubicadas en el valle Central o en el Valle del Aconcagua, que forman parte del paisaje urbano (Briño, 2021), las tapias de Tulahuén y de las localidades de los valles transversales no son tan evidentes, ya que en su mayoría se encuentran detrás de los bloques de fachada continua.

Si bien es conocido que las tapias y el adobe se utilizaban en la construcción de edificios, Jorquera menciona que estas dejaron de utilizarse en la construcción de edificios después del terremoto de 1647, que tuvo una magnitud de 8.5 en la escala de Richter, puesto que no se mencionan en las fuentes historiográficas. A partir de ese momento, su uso se limitó al cercado de propiedades (Jorquera, 2018, p. 110). Desde el punto de vista constructivo, tienen un cimiento de piedra con una altura que varía entre 30 y 60 cm, dependiendo de su ubicación en la pendiente del valle, y una altura de entre 1,60 a 2.30 metros, aproximadamente. El grosor de las tapias es similar a las dimensiones del adobe, oscilando entre 40 y 45 cm.

4.5.5. Caracterización de la Albañilería de Adobe

Los muros de los inmuebles estudiados presentan una albañilería simple de bloques de adobe prefabricados, que son unidos con un mortero de tierra, paja y un aditivo vegetal. Según el testimonio de algunos de los habitantes más antiguos del centro histórico de Tulahuén, el proceso de



Figura 51: Preparación de adobe en la aldea de Tulahuén por el maestro adobero Eladio Cortés. Fuente: Valeria Araya.

elaboración del adobe es similar a otros casos ya estudiados en la región. Jorquera menciona que "los adobes fabricados en el Norte Chico y en el valle Central contienen una cantidad importante de arcilla y paja" (2022, p. 66).

El proceso de fabricación es el siguiente, según los testimonios recogidos: Se establece un lugar al aire libre, con una superficie plana, para mezclar los ingredientes. Es importante que la tierra empleada para la mezcla contenga una cantidad significativa de arcilla y no deba ser cernida. Esto se refleja en los bloques encontrados, que presentaban cantidades notables de piedra y grava. Un detalle sustancial en la elaboración de la masa es que, en términos de proporciones, la paja debe representar aproximadamente un 70% de la mezcla, mientras que la tierra debe componer el 30% restante. Posterior a esto, la fermentación de la mezcla debe demorar mínimamente 15 días antes de su utilización (Fig. 51).

Esto tiene mucho sentido, ya que Jorquera señala que la mezcla debe reposar el mayor tiempo posible para que adquiera una buena consistencia y que la paja se ablande o se "pudra" para activar las arcillas presentes en la tierra (2022, p. 62). Posterior a esto, se procede a verter la mezcla ya preparada y con una textura pastosa sobre los moldes de madera previamente fabricados, donde deben rellenarse de manera homogénea todos los lados sin dejar



Figura 52: Dimensiones de muestras de adobe en varias viviendas de la plaza central de Tulahuén. Fuente: Archivo propio.

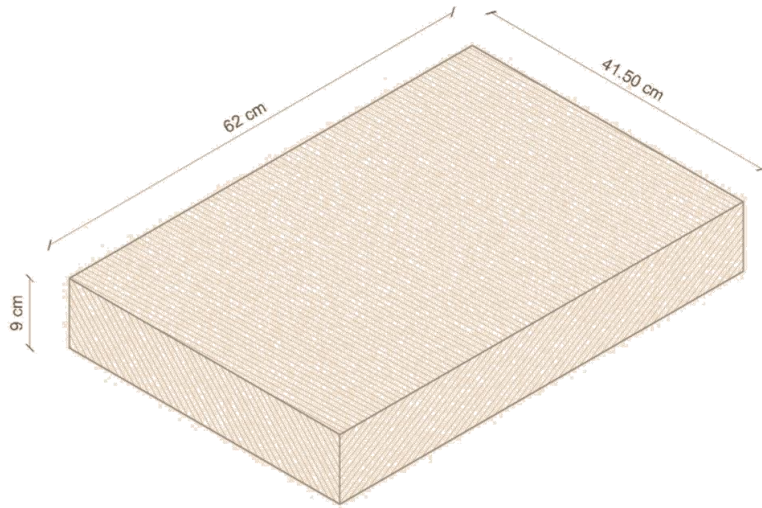


Figura 53: Medidas del bloque de adobe en Tuluahuén. Fuente: Elaboración propia.

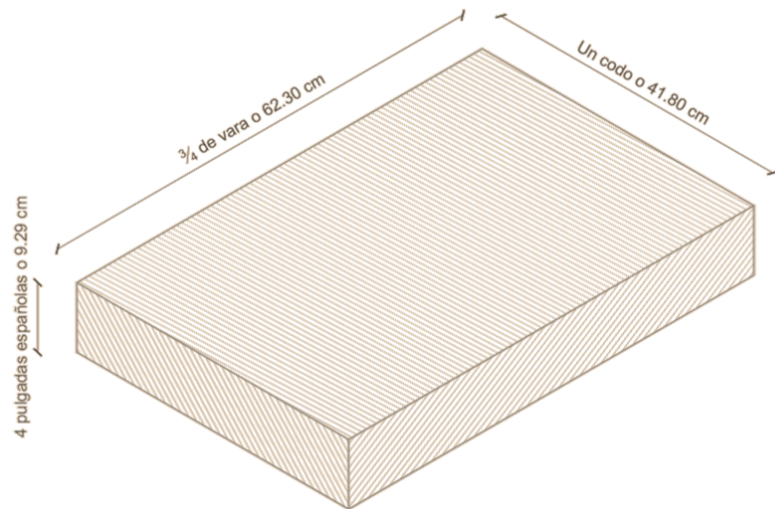


Figura 54: Medidas del bloque de Tuluahuén comparadas con el antiguo sistema español de medidas. Fuente: Archivo propio.

burbujas de aire en el interior. Luego se desmolda la pieza y se deben rotar en intervalos para que el fraguado sea completo y uniforme antes de ser utilizados.

4.5.6. Dimensiones del Adobe

Las dimensiones de los bloques de adobe, utilizados en la construcción tradicional de Tuluahuén, son de 62 x 41.5 x 9 cm aproximadamente (Fig. 52) (Fig. 53). Existe una singularidad en las dimensiones de los bloques, puesto que difieren de los ya registrados en otras regiones como Arica y Parinacota, Tarapacá o Antofagasta, donde la dimensión estándar es de 60 x 30 x 10 cm, encontrándose incluso unos más pequeños de 40 x 20 x 8 cm (Jorquera, 2022, p. 66).

Pero las dimensiones de los bloques de adobe de Tuluahuén pueden tener una razón de ser, y es que se relacionan con el antiguo sistema español de medidas. Las medidas antiguas, fueron utilizadas desde 1568 y se fijaron en 1801 por el rey Carlos IV, siendo las oficiales para su reino y las colonias (García, 2023). Parte importante de este sistema y la unidad principal fue **la vara**, una de las unidades de medida más utilizadas de toda la gama de sistemas antiguos, hasta que fue relegada en el siglo XIX por el Sistema Métrico Decimal. La vara deriva de la legua, que a su vez es heredera de la milla romana de ocho estadios y que comprendían 125 pasos. La legua, llamada de 20 al grado, mide 6666,66

varas. Cada vara mide 0,8359 m y contiene 2 codos, o 3 pies o 4 palmos (García, s.f.).

- El codo: media vara, equivalente hoy a 418 mm
- El pie: tercio de vara o 278,6 mm
- El palmo: cuarta de vara o 208,9 mm
- La pulgada española: 23,22 mm

Cada una de las medidas del antiguo Sistema Español de Medidas tenía una relación precisa con el grado Meridiano y con el cuerpo humano (García, s.f.).

Si relacionamos las medidas tomadas de los bloques de adobe de Tuluahuén con el antiguo Sistema Español de Medidas, observamos que encajan con gran precisión. Los bloques de adobe tienen las siguientes dimensiones: un largo de $\frac{3}{4}$ de vara o 62.30 cm, un ancho de un codo o 41.80 cm, y una altura de 9.29 centímetros o 4 pulgadas españolas (Fig. 54). Todo esto cobra sentido, ya que se estima que las viviendas fueron construidas a finales del siglo XIX, y muchas de ellas incluso poseen elementos característicos del periodo colonial.

4.5.7. Disposición del Adobe

En general, los bloques de adobe en la construcción siguen una relación específica entre sus dimensiones de



Figura 55: Aparejo a sogá de adobes en Tuluahuén. Fuente: Archivo propio.

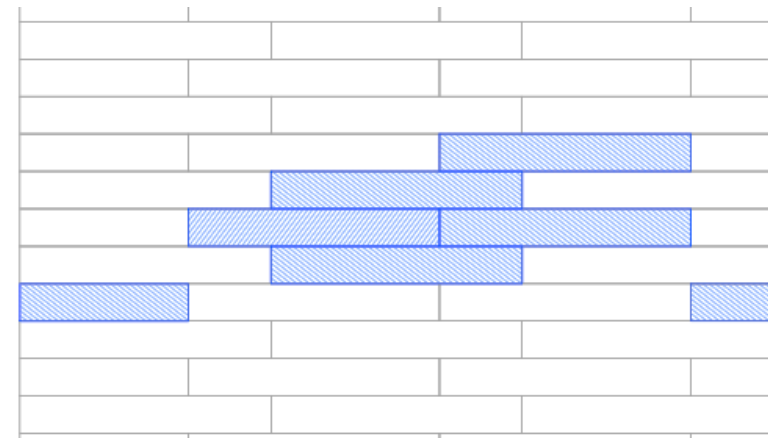


Figura 56: Distribución de bloques en los muros e intersecciones. Fuente: Elaboración propia.

largo y ancho, conocidas como sogas y tizón, buscando un múltiplo de la primera con la segunda. Esta práctica tiene como objetivo asegurar la formación precisa de los vértices del muro y aprovechar eficientemente los divisores de cada unidad. Además, estas garantizan la traba vertical y horizontal de mampuestos durante la construcción del aparejo. Un ejemplo de bloques registrados en el Norte Chico y en el Valle Central muestra medidas estandarizadas, como 60 x 30 x 10 cm o 40 x 20 x 8 cm (Jorquera, 2022, p. 66).

En Tulahuén, la disposición de los muros puede ser a sogas o a tizón. La disposición a sogas (Fig. 55), predominante en la mayoría de los inmuebles, enfrenta dificultades en la traba horizontal de los mampuestos, evidenciada por muros con espacios en las hiladas compensados con tercias partes del bloque original, lo cual reduce la estabilidad frente a esfuerzos horizontales durante eventos sísmicos (Fig. 56). En el caso de edificaciones más altas, se observa una disposición inicial de muros a tizón, aunque esta se limita a la planta baja. La disposición de bloques a tizón (Fig. 57) se destaca por su precisión en la compensación de espacios con los bloques de adobe, ofreciendo mayor exactitud estructural. Este enfoque resulta crucial para garantizar la resistencia ante eventos sísmicos y proporcionar estabilidad a lo largo de la altura del edificio (Fig. 58).



Figura 58: Aparejo a tizón de muros en Tulahuén. Fuente: Archivo propio.

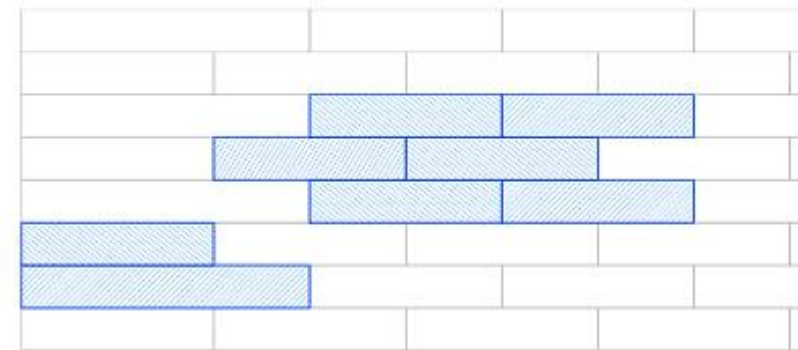


Figura 57: Distribución de los bloques de adobe a tizón. Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V: REGISTRO Y CARACTERIZACIÓN DE DISPOSITIVOS

5.1. Registro Geométrico de Dispositivos

Para obtener información detallada sobre los dispositivos y comprender su uso desde la perspectiva de la comunidad, se realizaron entrevistas y conversaciones directas con los miembros de la localidad. Este enfoque permitió obtener percepciones valiosas sobre la materialidad de los dispositivos y su percepción de seguridad (Tabla 5).

Posteriormente, se llevó a cabo un registro fotográfico detallado, facilitando la identificación de criterios de uso y la búsqueda de coincidencias en su aplicación. Además, se realizó un levantamiento geométrico de los dispositivos utilizando herramientas como cinta métrica (Fig. 59) y distanciómetro. Este registro incluyó la determinación de la forma y dimensiones de sección de las piezas, longitud y la distancia entre las mismas. Para dispositivos específicos como DP y DE, se tomaron medidas detalladas de las estacas. En casos en los que los dispositivos estaban protegidos por el revoque del muro, se implementó una cámara termográfica (Fig. 60) para determinar las dimensiones aproximadas de las piezas y localizar aquellas que estaban ocultas a simple vista. Adicionalmente, se determinó la altura a la que estaban instalados los dispositivos en el muro para cada inmueble estudiado. Este proceso incluyó la medición de la altura de los muros desde el piso hasta el alero en cada caso específico.



Figura 59: Registro geométrico de dispositivos. Fuente: Elaboración propia.

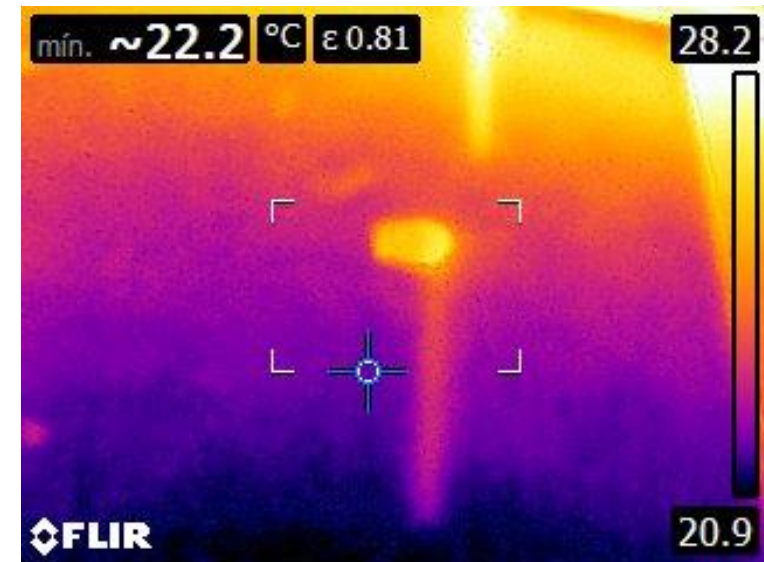
















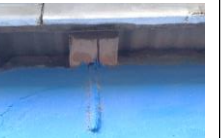





















Figura 60: Imágenes de la cámara termográfica para el registro geométrico. Fuente: Archivo propio.

5.2. Tabla de Registro de Dispositivos

INMUEBLE	FORMA			SECCIÓN (Pulg)			DIMENSIÓN DE PIEZAS EN METROS					COTA DE ALZADO EN METROS					MATERIALIDAD			PATOLOGÍAS EN LAS LLAVES			REGISTRO FOTOGRÁFICO			
	Tipo de Sección DC	Tipo de Sección DP	Tipo de Sección DE	Dispositivo DC	Dispositivo DP	Dispositivo DE	Longitud de pieza en DC	Longitud estaca DP	Entre vigas DP	Longitud de pieza en DE	Longitud de estaca DE	Altura Dispositivo DC	Altura Dispositivo DP	Altura Dispositivo DE	Altura Variante s	Altura Muro Inmueble	Madera DC	Madera DP	Madera DE	Patología DC	Patología DP	Patología DE	INMUEBLE	Llave DC	Llave DP	Llave DE
VI-1		-	-	b=4 h=3	-	-	N/A	-	-	-	-	2.22	-	-	-	2.30	Álamo Blanco	-	-	a:Fendas b:Decoloración	-	-			-	-
VI-3		-	-	b=3 h=3	-	-	N/A	-	-	-	-	2.90	-	-	-	3.47	Ciprés	-	-	a:Fendas b:Decoloración	-	-			-	-
VI-4			-	b=3 h=3	b=6 h=3	-	1.50	N/A	-	-	-	1.80	2.55	-	2.57	Álamo Blanco	Cipres	-	a:Fendas b:Decoloración	a:Fendas b:Decoloración	-				-	
VI-5		-	-	b=3 h=3	-	-	N/A	-	-	-	-	2.22	-	-	2.32	N/A	-	-	N/A	-	-			-	-	
VI-6	-		-	-	b=6 h=5	-	-	0.48	-	-	-	-	2.88	-	2.92	-	Algarrobo	-	-	Fendas	-		-		-	
VI-7		-	-	b=4 h=3	-	-	1.60	-	-	-	-	1.55	-	-	4.48	Álamo Blanco	-	-	Decoloración	-	-			-	-	
VI-8	-		-	-	b=6 h=6	-	-	-	3.20	-	-	-	4.16	-	4.30	-	N/A	-	-	N/A	-		-		-	
VI-10		-		b=4 h=3	-	N/A	N/A	-	-	N/A	N/A	-	-	2.05	2.80	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A			-		
VI-11		-	-	b=3 h=3	-	-	N/A	-	-	-	-	2.20	-	-	4.80	Álamo Blanco	-	-	a:Insectos xilofagos b:Decoloración	-	-			-	-	
VI-12			-	b=3 h=2	b=5 h=5	-	N/A	N/A	-	-	-	3.33	3.73	-	4.00	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-				-	

VI-13			-	b=4 h=3	b=7 h=6	-	N/A	-	-	-	-	3.20	2.80	-	3.23	Álamo Blanco	Algarrobo	-	a:Insectos xilofagos b:Decoloración	Decoloración	-				-	
VI-14	-		-	-	b=6 h=6	-	N/A	-	-	-	-	-	2.31	-	2.45	-	Ciprés	-	-	a:Fendas b:Decoloración	-		-		-	
VI-15	-		-	-	∅=5	-	N/A	-	-	-	-	2.70	-	-	2.87	N/A	-	-	-	N/A	-		-		-	
VI-16	-	-		-	-	b=5 h=3	-	-	-	1.30	0.65	-	-	2.11	3.62	-	-	N/A	-	-	N/A		-	-		-
VI-17			-	b=4 h=3	b=8 h=6	-	1.61	0.50	-	-	-	2.02	2.90	-	2.95	N/A	Álamo Blanco	-	N/A	a:Fendas b:Decoloración	-				-	
VI-18		-	-	b=4 h=3	-	-	N/A	-	-	-	-	N/A	-	-	4.84	Álamo Blanco	-	-	Decoloración	-	-			-	-	
VI-19			-	∅=3	b=5 h=5	-	N/A	0.60	-	-	-	2.30	3.56	-	3.56	N/A	-	-	a:Fendas b:Decoloración	-	-				-	
VI-20	-			-	b=6 h=2	b=5 h=5	-	N/A	-	1.15	0.40	-	-	3.01	3.96	-	-	Algarrobo	-	-	N/A		-			
VI-24		-	-	b=4 h=3	-	-	N/A	-	-	-	-	3.90	-	-	4.00	Álamo Blanco	-	-	a:Fendas b:Decoloración	-	-			-	-	
VI-26		-	-	b=4 h=3	-	-	N/A	-	-	-	-	2.40	-	-	4.23	Álamo Blanco	-	-	Decoloración	-	-			-	-	

VI-27		-		b=4 h=3	-	b=6 h=4	N/A	-	-	N/A	0.60	2.65	-	2.87	-	3.72	Álamo Blanco	-	Álamo blanco	Decoloración	-	a:Fendas b:Decoloración			-	
VI-28	-		-	-	= 10 h=	-	-	N/A	N/A	-	-	-	3.30	-	-	3.33	-	Algarrobo	-	-	Decoloración	-		-		-
VI-29		-	-	b=3 h=3	-	-	N/A	-	-	-	-	2.50	-	-	-	3.40	Álamo Blanco	-	-	Decoloración	-			-	-	
VI-30		-	-	b=4 h=3	-	-	N/A	-	-	-	-	3.70	-	-	-	3.73	Álamo Blanco	-	-	a:Fendas b:Decoloración	-			-	-	
VI-31				b=4 h=4	b= 8 h=8	1.54	0.60	1.50	N/A	N/A	2.55	3.76	-	-	-	3.97	Álamo Blanco	Ciprés	-	a:Fendas b:Decoloración	a:Insectos xilofagos b:Decoloración	-				-
VI-32		-	-	b=3 h=3	-	-	N/A	-	-	-	-	3.60	-	-	-	3.61	Ciprés	-	-	a:Insectos xilofagos b:Decoloración	-			-	-	
VI-34	-		-	-	b=8 h=8	-	-	N/A	-	-	-	-	4.33	-	-	4.55	-	Algarrobo	-	-	N/A	-		-		-
VI-35	-		-	-	b=8 h=8	-	-	N/A	-	-	-	-	4.00	-	-	4.42	-	N/A	-	-	N/A	-		-		-
VI-36		-	-	b=3 h=3	-	-	3.77	-	-	-	-	3.77	-	-	-	2.40	Álamo Blanco	-	-	a:Fendas b:Decoloración	-			-	-	
VI-37	 	-		b=3 h=3	-	b=4 h=3	N/A	-	-	N/A	0.35	3.49	-	2.70	-	3.50	Álamo Blanco	-	Álamo Blanco	a:Fendas b:Decoloración	a:Fendas b:Decoloración c:Desgaste	-			-	


VI-38		-	-	b=4 h=3	-	-	N/A	-	-	-	-	4.25	-	-	-	4.25	N/A	-	-	a: Insectos xilofagos b: Decoloración	-	-			-	-
VI-39	-		-	-	b=6 h=5	-	-	-	3.05	-	-	-	3.06	-	-	3.34	Ciprés	-	-	a: Fendas b: Decoloración	-	-		-		-
VI-40	-			-	$\phi=6$ $\phi=3$	-	0.45	-	-	-	-	2.51	2.01	-	2.68	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	-		-		
PA-1		-	-	b=4 h=4	-	-	N/A	-	-	-	-	4.60	-	-	-	-	Álamo Blanco	-	-	a: Fendas b: Decoloración	-	-			-	-
PA-3	 		-	a: b=4 h=4 b: b=4 h=3	b=6 h=6	-	1.60	0.60	3.00	-	-	a: 1.70 b: 3.20	3.60	-	-	4.30	Álamo Blanco	Algarrobo	-	a: Insectos xilofagos b: Decoloración	Decoloración	-				-
BO-1		-	-	b=4 h=4	-	-	2.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Álamo Blanco	-	-	a: Fendas b: Decoloración	-	-			-	-

Tabla 5: Registro de dispositivos de refuerzo en morfología, dimensiones, materialidad y patologías. Fuente: Elaboración propia.

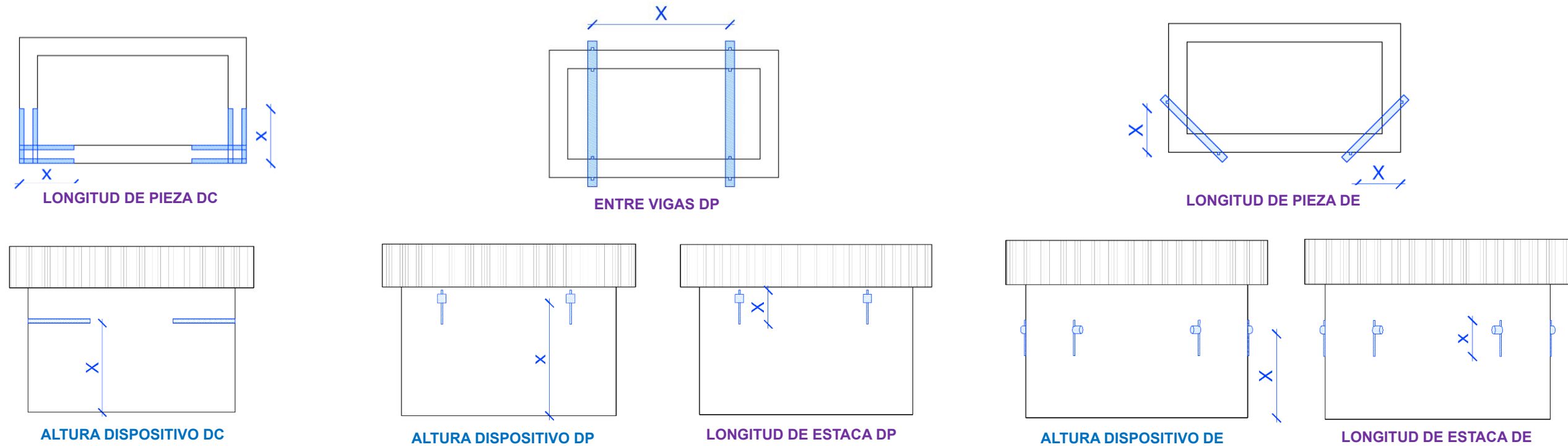


Figura 61: Esquemas de las medidas tomadas en inmuebles seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

5.3. Tipologías de Dispositivos y Caracterización

Como antecedente, en algunas partes del mundo, donde la actividad sísmica es endémica y recurrente, las comunidades han desarrollado sus núcleos urbanos, implementando ciertos dispositivos en la construcción con tierra, con el objetivo de mejorar la respuesta sísmica de las edificaciones y fortalecer el comportamiento estructural de los muros de albañilería.

Diversos autores han mencionado que las excelentes propiedades que presenta la madera como la flexibilidad, ligereza y deformabilidad, proporcionan una buena resistencia a las cargas horizontales y permiten la disipación de cantidades importantes de energía.

5.3.1. Esquinero (Corner Key) – Dispositivo DC

Uno de los elementos que llama rápidamente la atención en la construcción tradicional con tierra de la región es el uso de elementos de madera que ubicados en los vértices del muro. Se entiende que estos elementos pueden funcionar como refuerzos en el conjunto de la edificación, siendo una estrategia para evitar el volcamiento de los muros. Dipasquale menciona que existen varios ejemplos de este tipo de

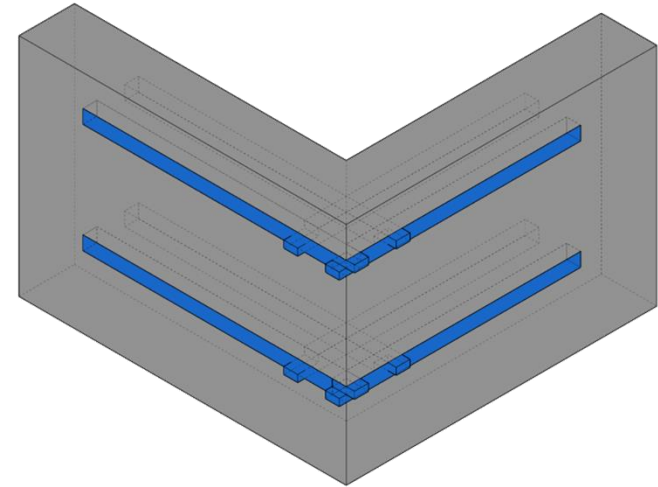


Figura 62: Esquema de dispositivo sismorresistente de esquina. Fuente: Elaboración propia.

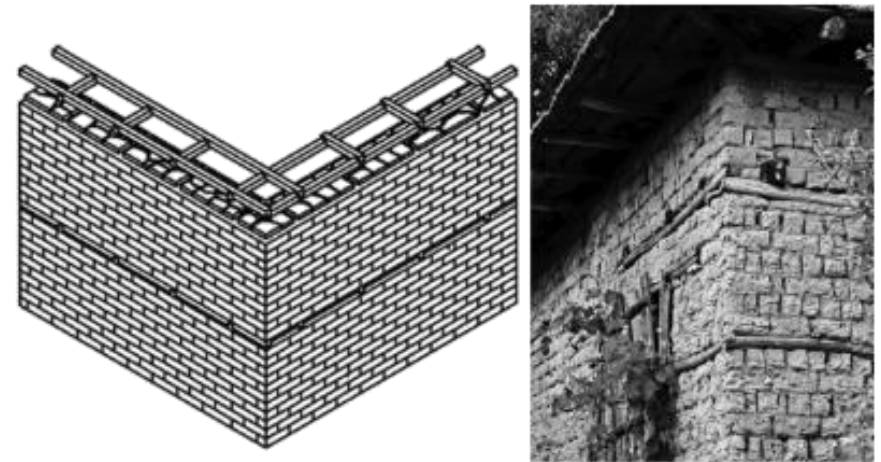


Figura 63: Esquema e imagen de refuerzo de madera, de un edificio en Antartiko, Grecia. Fuente: Omar Sidik - S. Mecca.

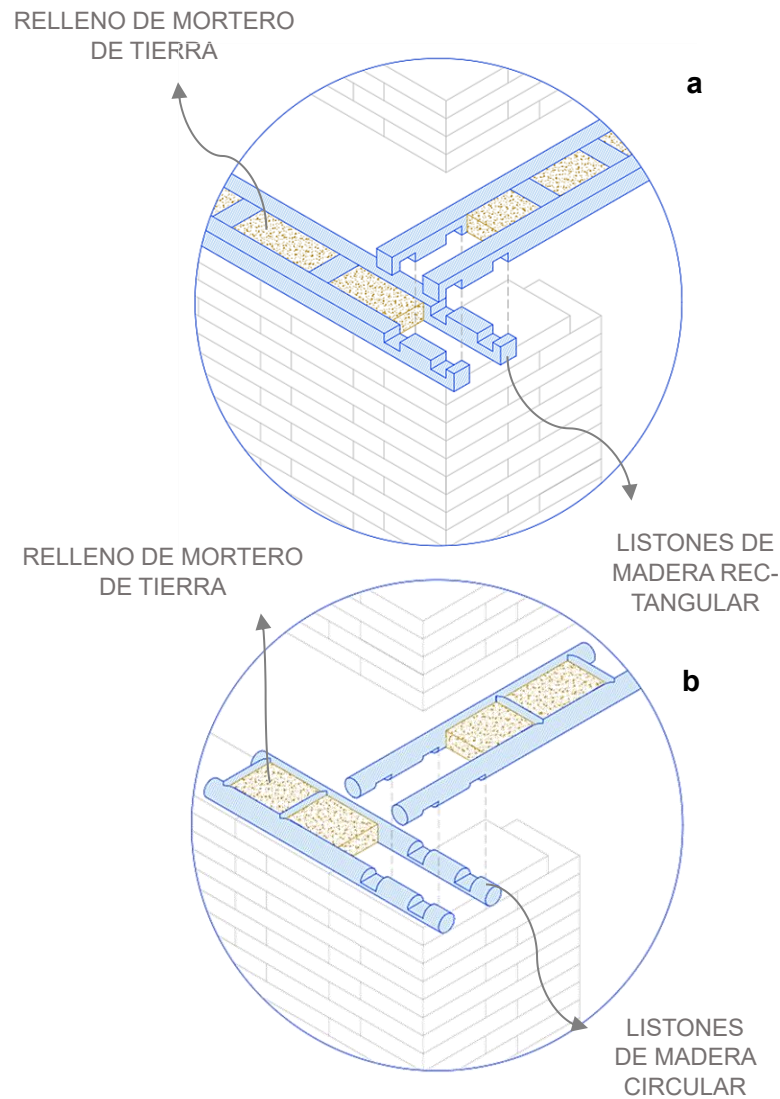


Figura 64: a) Dispositivo DC con de sección rectangular; b) Dispositivo DC con sección circular. Fuente: Elaboración propia.

refuerzos en los encuentros de muros, pero el Corner Key o esquinero se considera uno de los más comunes. Durante la fase de construcción, se disponen listones de madera, que pueden tener sección cuadrada o, en algunos casos, con una variante de sección circular como es el caso del inmueble VI-19, dentro de los muros de adobe. Generalmente, se utilizan dos listones: uno se coloca al ras del interior de la pared, y el segundo se coloca al ras del exterior; algunas veces se conectan mediante piezas transversales que forman una escalerilla. Los espacios vacíos entre los listones se rellenan con una mezcla similar al adobe o, en su defecto, con fragmentos de piedra (Fig. 64).

En el caso de Tulahuén, la altura a la que se insertan estos listones puede variar, ya sea al nivel de los dinteles, ligeramente superior a este o distribuyéndolos de manera regular a lo largo de la altura del muro en los casos de mayores proporciones. Esta tipología de refuerzo puede presentarse de diferentes dimensiones, generalmente la altura de sección que manejan varía 9 a 10 cm correspondientes en el caso de la arquitectura de Tulahuén, a la llaga de la mampostería de adobe, para compensar los bloques sustituidos por el refuerzo en el muro. El largo de los listones utilizados depende de las dimensiones del inmueble, pero estos oscilan entre 1.40 a 1.70 m.

No se ha podido encontrar ninguna investigación detallada del comportamiento de estos elementos; pero ya que la técnica que se ha aplicado tradicionalmente en Perú, utiliza materiales compatibles y de fácil acceso, y es relativamente fácil de implementar, sin duda alguna una investigación más detallada es necesaria (Michiels et al., 2013, p. 10).

Las patologías asociadas a este tipo de refuerzo tienen que ver principalmente con su exposición al ambiente, generando fendas y decoloración por acción de los rayos (UV e IR), la humedad ambiental y heladas ocasionales. Según testimonio de los locales, este tipo de refuerzo se elaboraba con Álamo blanco, un tipo de madera de fácil acceso en la región y conocida por ser bastante blanda y fácil de trabajar. Siendo que muchas de las llaves se encuentran expuestas al exterior, han sufrido infecciones causadas por insectos xilófagos, generando en ellas agujeros (Fig. 65), túneles o bastantes irregularidades en la sección, el caso de los inmuebles VI-11 Y PA-3 (Fig. 66).

5.3.1.1. Viga Collar (Ring Beam)

Esta forma de refuerzo es ya conocida en bastantes casos dentro del territorio chileno y es una de las técnicas más importantes para estabilizar construcciones de tierra. La madera es un material compatible con esta mampostería,



Figura 65: Dispositivo DC afectado por xilófagos. Fuente: Archivo propio.



Figura 66: Dispositivo DC con una pérdida casi total de sección a causa de xilófagos. Fuente: Archivo propio.

gracias a sus características físicas como su permeabilidad. Al igual que los esquineros, su función es la de evitar el volteo por fuerzas horizontales (Fig. 67). Las investigaciones afirman que las vigas collar actúan inhibiendo los esfuerzos el aumentando la resistencia a cargas laterales (Fig. 68). Las vigas collar proporcionan resistencia y rigidez ante el movimiento fuera de plano.

Las patologías asociadas a este elemento son las mismas que presentan los esquineros, a razón de que fueron elaboradas con la misma madera, en la mayoría de los casos. Sin embargo, son pocos los casos encontrados que sufran deterioro por agentes bióticos puesto que muchas se encuentran protegidas por el revoque del muro, o son poco visibles. En los casos en los que sí son apreciables, las patologías tienen que ver con la humedad y cambios bruscos de temperatura, lo que ha generado fendas o decoloración.

La mayoría las viviendas poseen alguna variante del *ring beam* como un elemento adicional que contribuye a la resistencia estructural. Aunque es una técnica de refuerzo previamente conocida y de una tipología diferente a las que se analizan en este estudio, es pertinente mencionarla y describirla dentro de la categoría de Dispositivos DC, ya que forma parte de las manifestaciones de la cultura sísmica local, en la cultura constructiva de la región.



Figura 67: Ring beam o viga collar en una vivienda de Tulahuén. Fuente: Archivo propio.

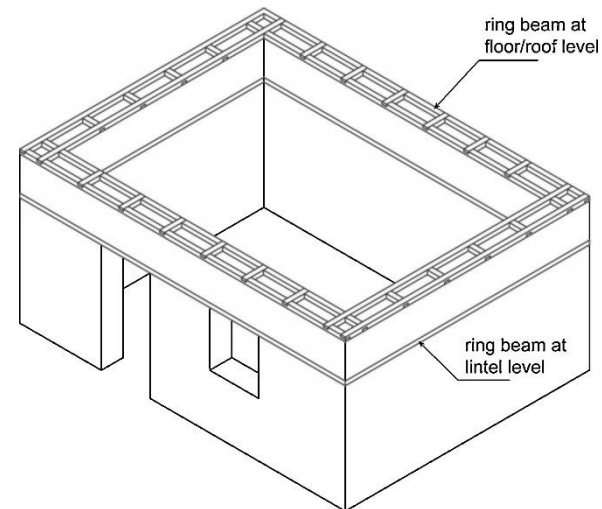


Figura 68: Esquema de viga collar a nivel de dintel y a nivel de corona de muro. Fuente: Paulo B. Lourenço.

5.3.2. Esquinero diagonal – Dispositivo DE

En su estudio sobre la restauración de estructuras prehispánicas en el conjunto arqueológico de Hu-chuy Qosqo, Yépez destaca la presencia de esquineros diagonales en muros de tierra, atribuyéndoles un origen prehispánico que se remonta al año 1400 d.C (2014) (Fig. 70). Aunque el concepto de refuerzo en muros es compartido, los muros que albergan estos esquineros muestran características distintas, siendo construidos con piedra y un núcleo de mortero y piedra mediana, a diferencia de la albañilería de adobe simple utilizada en Tuluahuén.

En el contexto de Tuluahuén, el uso de esquineros diagonales se integra en el conjunto de refuerzos en vértices de muros de albañilería de adobe simple, destinados a prevenir el volcamiento de las estructuras. Los análisis revelan que la presencia de esquineros diagonales (Dispositivo DE) excluye el uso de los (Dispositivos DC), y viceversa. Estos esquineros comparten similitudes con los tirantes de muros paralelos (Dispositivos DP), exhibiendo un tipo de anclaje similar mediante estacas que refuerzan tanto las caras exteriores como, en algunos casos, el interior del muro (Fig. 69).

Los esquineros diagonales se instalan generalmente a la altura del dintel de los vanos, con medidas oscilantes entre 1.90 y 2.20 m. En el caso de inmuebles con muros altos,

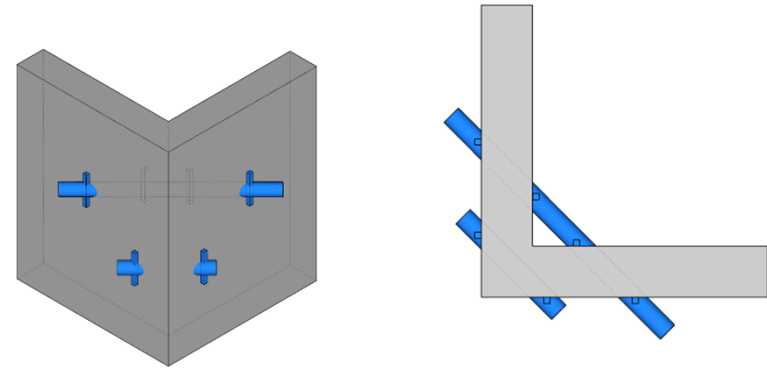


Figura 69: Esquema de dispositivo DE en sus dos variantes. Fuente: Elaboración propia.



Figura 70: Detalle de refuerzo en muros de Huachay Qosqo, Perú. Fuente: Miguel Ángel Yépez.

se han identificado casos donde estos esquineros se encuentran por encima de los dinteles, alcanzando alturas de 2.70 a 3.00 m. evidente en viviendas como VI-20, VI-27 y VI-37.

Se componen de dos partes esenciales: una pieza de madera que atraviesa diagonalmente el muro y estacas que aseguran la traba en el mismo (Fig. 71). Se estima que la longitud de estos esquineros varía entre 1.60 y 1.90 metros, y las secciones presentan alturas que oscilan entre 3 y 6 pulgadas. Las estacas, responsables de generar la traba en el muro, no mantienen dimensiones uniformes en cada inmueble, registrándose medidas que oscilan entre 40 y 65 centímetros (Fig. 72). Aunque la mayoría de los esquineros presenta secciones rectangulares, se documenta un caso excepcional en el inmueble VI-40, que exhibe una sección circular con un diámetro aproximado de 3 pulgadas.

En cuanto a las patologías asociadas a estos esquineros, se observa que son escasas en los casos documentados. Esta limitada presencia de marcas de deterioro se atribuye en gran medida a la protección proporcionada por el revoque del muro o a la ubicación resguardada al interior del mismo. Según el testimonio de la comunidad, muchos de estos refuerzos fueron confeccionados con madera de álamo blanco o ciprés.

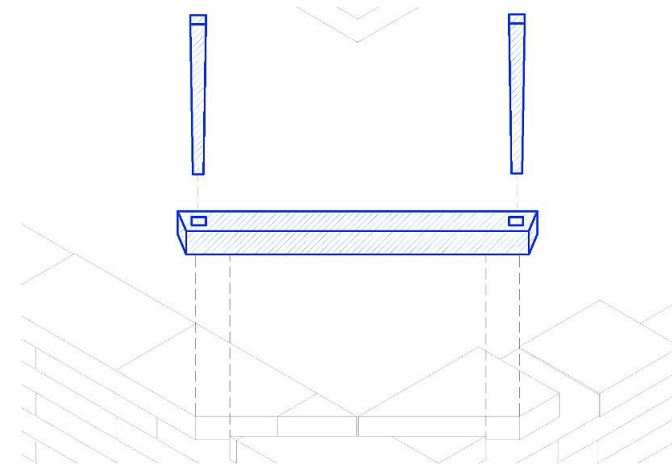


Figura 71: Detalle técnico de dispositivo DE, variante perdida en muro. Fuente: Elaboración propia.



Figura 72: Dispositivo DE en una vivienda intervenida de Tulahuén. Fuente: Archivo propio.

5.3.3. Dispositivo DP - Tirante de Muro

Un tercer dispositivo que se distingue en la mayoría de las edificaciones tradicionales de tierra en Tuluahuén son los tirantes o vigas con estaca, designados como Dispositivos DP. Esta técnica de estabilización muro a muro incorpora elementos horizontales que conectan muros paralelos, mejorando el apoyo lateral y previniendo daños por volteo (Michiels & Fonseca, 2013). A pesar de las dimensiones y el volumen variables de los inmuebles estudiados, este dispositivo ha sido ampliamente utilizado en las edificaciones históricas de adobe (Fig. 73).

La eficiencia de los Dispositivos DP reside en su tipo de anclaje, aunque en algunos casos puede generar tensiones alrededor del muro, funcionando tanto como soporte adicional como posible causante de daños a la mampostería o a secciones de muros adyacentes (Michiels & Fonseca, 2013). Aunque elementos similares se han registrado en edificaciones históricas en el Perú (Fig. 74), así como en iglesias y graneros, los tirantes encontrados en Tuluahuén presentan singularidades notables.

Para describir estos dispositivos, se dividen en dos componentes: viga y estaca. Las dimensiones de sección de

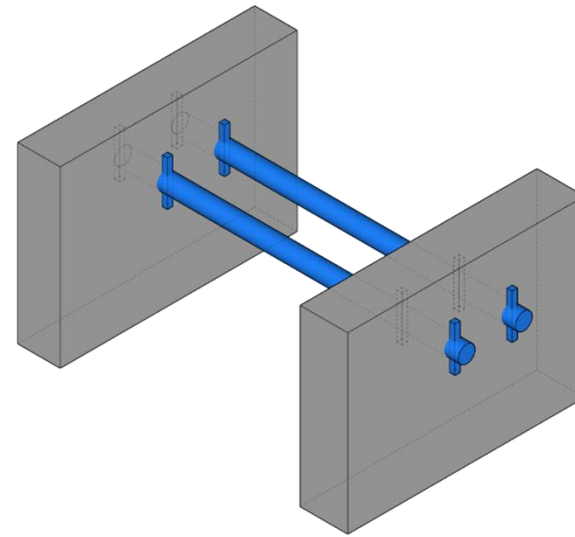


Figura 73: Esquema de dispositivo de refuerzo tipo tirante en Tuluahuén. Fuente: Elaboración propia.



Figura 74: Vista exterior de conexiones de tirantes en Cuzco, Perú. Fuente: Sara Lardinois, 2012.

las vigas utilizadas varían según las dimensiones del inmueble, con la base de la sección oscilando entre 3 y 10 pulgadas en función del caso. La longitud de la viga depende de las dimensiones en planta del inmueble, con una separación de 3 a 5 metros entre muros paralelos en la mayoría de los casos. En cuanto a las estacas, sus dimensiones varían entre 0.45 m y 0.60 m en todos los casos (Fig. 75).

La instalación de los tirantes se realiza por debajo del alero de cubierta o, en algunos casos, sobre el mismo, con una separación entre ellos que varía entre 2.90 y 3.05 metros de eje a eje.

Las patologías asociadas a estos dispositivos son escasas en los casos documentados, y esto puede explicarse en parte por el tipo de madera utilizada en su elaboración. Según testimonio local, se empleó madera de algarrobo (Fig. 76), conocida por su resistencia, lo que ha contribuido a la durabilidad y a la baja incidencia de infección por xilófagos. Este aspecto será objeto de análisis detallado en fases posteriores de la investigación.

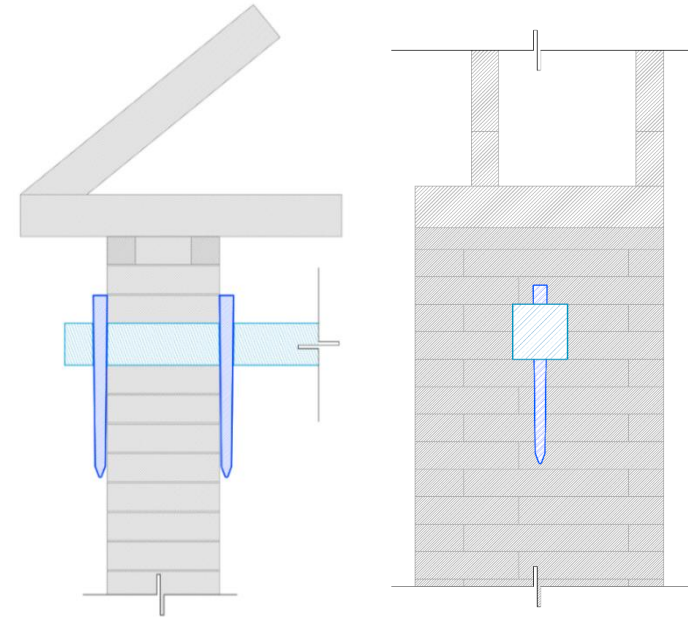


Figura 75: Sección de detalle de dispositivo DP instalado en muros. Fuente: Elaboración propia.



Figura 76: Dispositivo DP en una vivienda de la plaza central de Tulahuén. Fuente: Archivo propio.

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS CONSTRUCTIVO DE CASOS

6.1. Caso de Vivienda Baja | Inmueble VI-17



Figura 77: Inmueble VI-17 cerca de la plaza central de Tulahuén. Fuente: Elaboración propia.

Una de las viviendas más simples del centro histórico pero la primera en ayudar a entender de manera simple los elementos constructivos internos ya que deja ver la disposición de bloques, dispositivos en esquinas, dispositivos entre muros paralelos y patologías asociadas.

Constructivamente, es un inmueble de albañilería de adobe, con un simple sobrecimiento de piedra y mortero de tierra, sin divisiones ni tabiquería interna. Las intersecciones de los muros utilizan "dispositivos DC" a la altura de los dinteles de vanos. La estructura de la cubierta se encuentra simplemente apoyada en el coronamiento del muro. Implementa un total de dos "dispositivos DP" entre muros paralelos longitudinales, los cuales muestran signos de considerable deterioro.



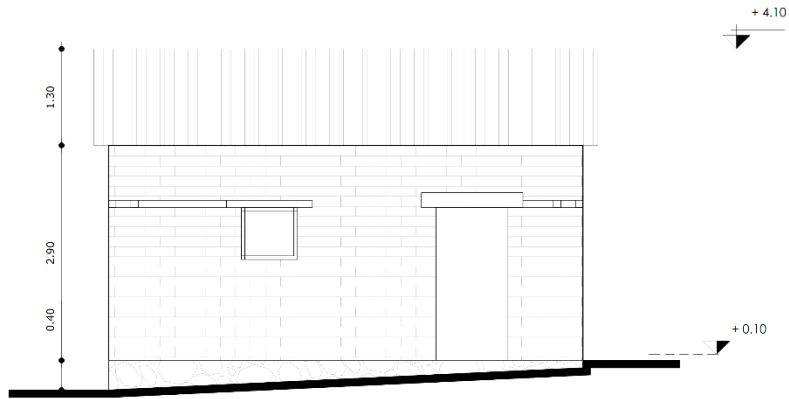
Figura 78: Ubicación del inmueble en el plano de centro histórico. Fuente: Elaboración propia.

Debido a que la fachada no está revocada, los bloques han experimentado desgaste por erosión a causa de las lluvias invernales. Según testimonios, la construcción podría haberse llevado a cabo a principios del siglo XX y habría experimentado pocas intervenciones debido a daños asociados a terremotos. La morfología regular y el uso de muros bajos reducen su vulnerabilidad frente a otros ejemplos que se desarrollarán más adelante.

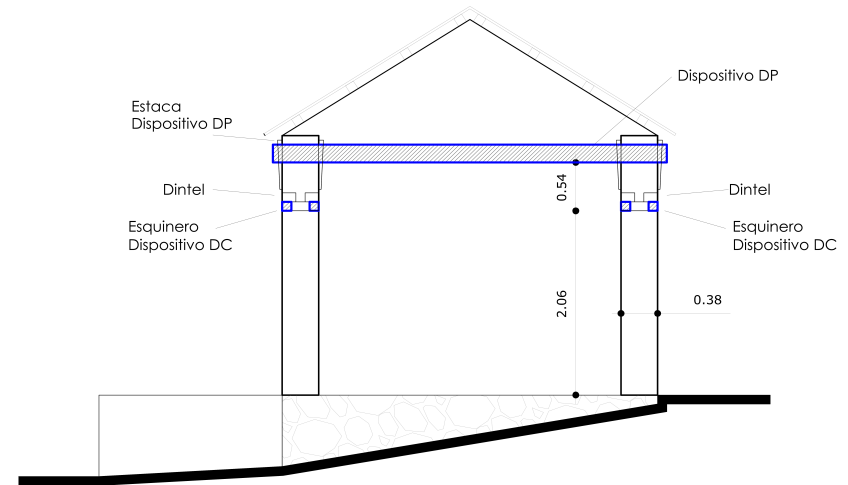


Figura 79: Dispositivos de refuerzo del inmueble. Fuente: Archivo propio.

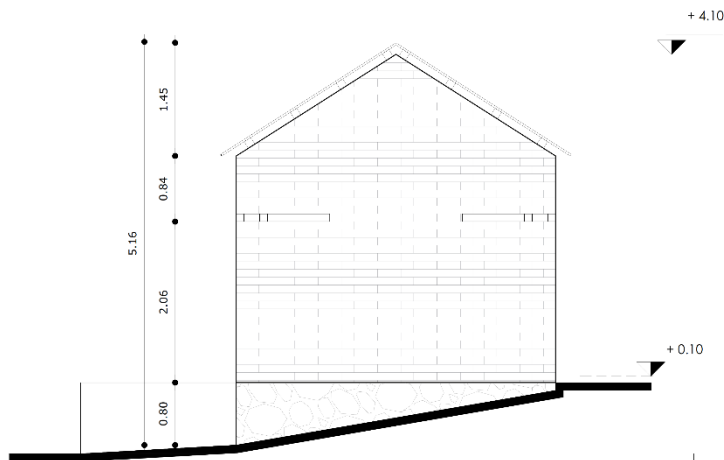
6.1.1. Planos Inmueble VI-17



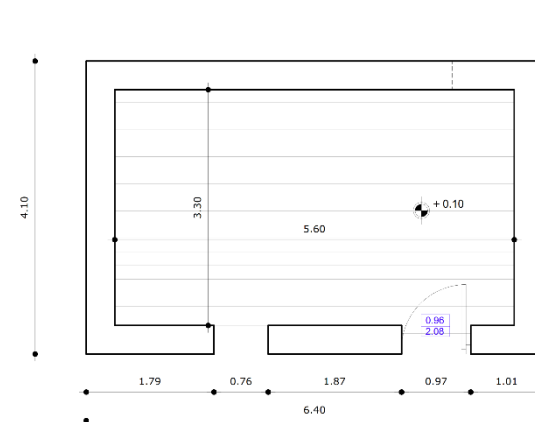
ELEVACIÓN FRONTAL



SECCIÓN TRASVERSAL

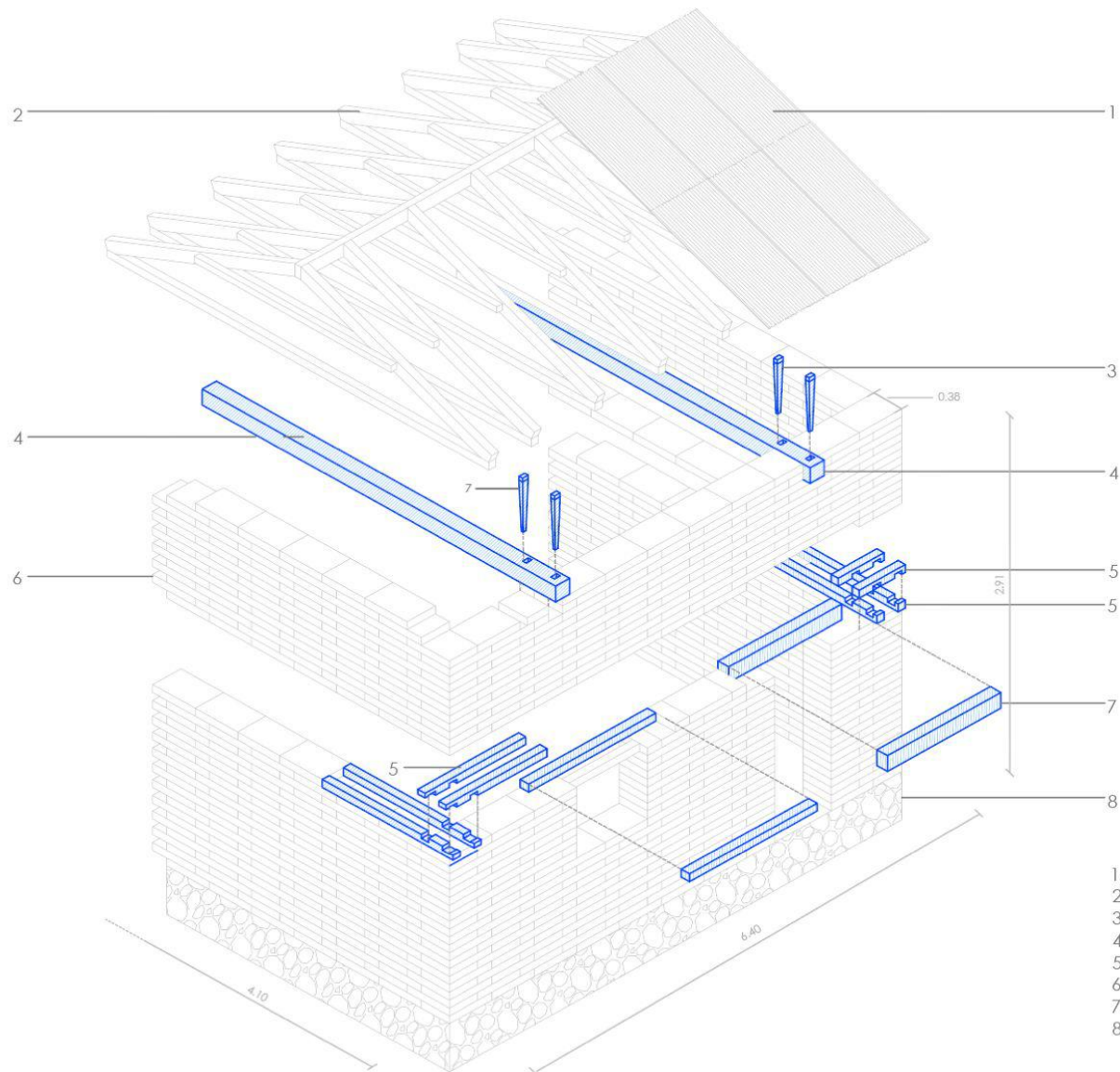


ELEVACIÓN LATERAL



PLANTA ÚNICA

6.1.2. Perspectiva Isométrica | Inmueble VI-17



1. Calamina plancha de Zinc
2. Cercha de cubierta
3. Estaca de madera "Dispositivo DP"
4. Viga de madera "Dispositivo DP"
5. Esquinero de madera "Dispositivo DC"
6. Muro portante "adobe 60x40x10 cm."
7. Dintel de madera "chambrana"
8. Cimiento de piedra con mortero

6.2. Caso Rascacielos de Tulahuén | Inmueble VI – 11



Figura 80: Vivienda conocida como el Rascacielos de Tulahuén en el centro histórico. Fuente: Elaboración propia.

La singularidad de Tulahuén también radica en sus construcciones de albañilería simple de dos pisos, que, contra todo pronóstico, resisten la sismicidad endémica de la región por más de 100 años. Este es el caso de vivienda más importante, ya que también contiene un valor simbólico, social e histórico para la comunidad.

Constructivamente, es un inmueble de albañilería de adobe simple sobre un cimiento de mampostería de piedra con mortero de tierra. Refuerza los muros con esquineros (Dispositivo DC) de madera, presumiblemente álamo blanco, que fueron instalados a la altura de los dinteles de los vanos de puertas y ventanas. La estructura de cubierta se encuentra apoyada sobre un ring beam de madera que posee las mismas características que los esquineros inferiores.

Muestra una escalera en forma de L con un espacio de hue-lla corta en cada escalón. El segundo nivel del inmueble se consiguió gracias a una serie de vigas simplemente apoyadas en los muros de albañilería y sobre una viga perpendicular que, a su vez, se sostiene sobre una columna de madera central. Los balcones son vigas paralelas amarradas a las vigas del segundo nivel.

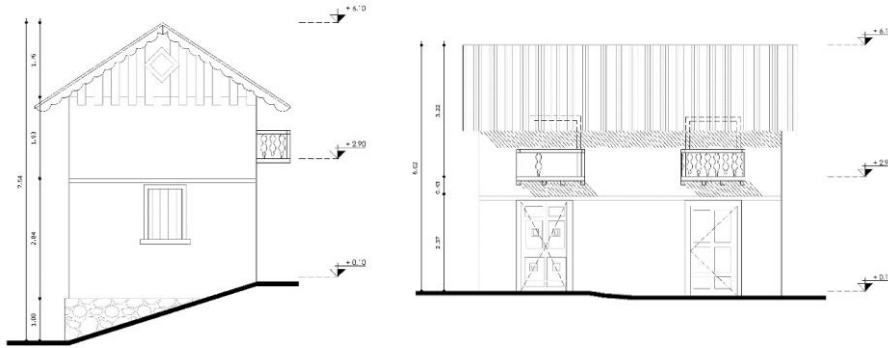


Figura 81: Ubicación del inmueble en el centro histórico. Fuente: Elaboración propia.



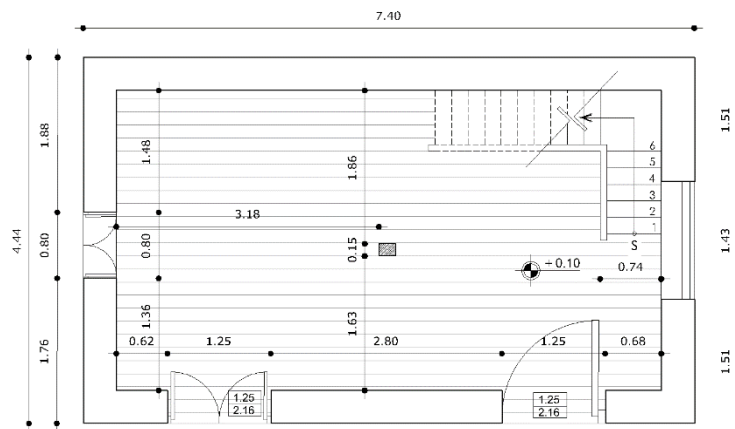
Figura 82: Imágenes interiores del inmueble y de la estructura. Fuente: Archivo propio.

6.2.1. Planos | Inmueble VI-11

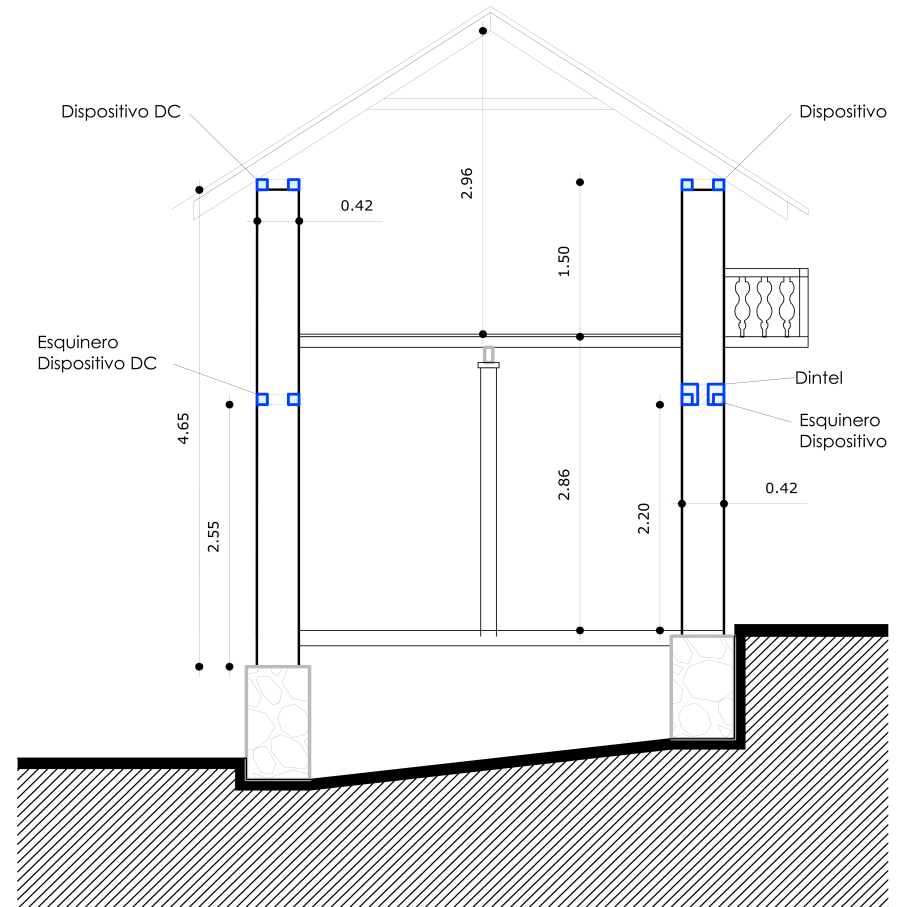


ELEVACIÓN FRONTAL

ELEVACIÓN LATERAL

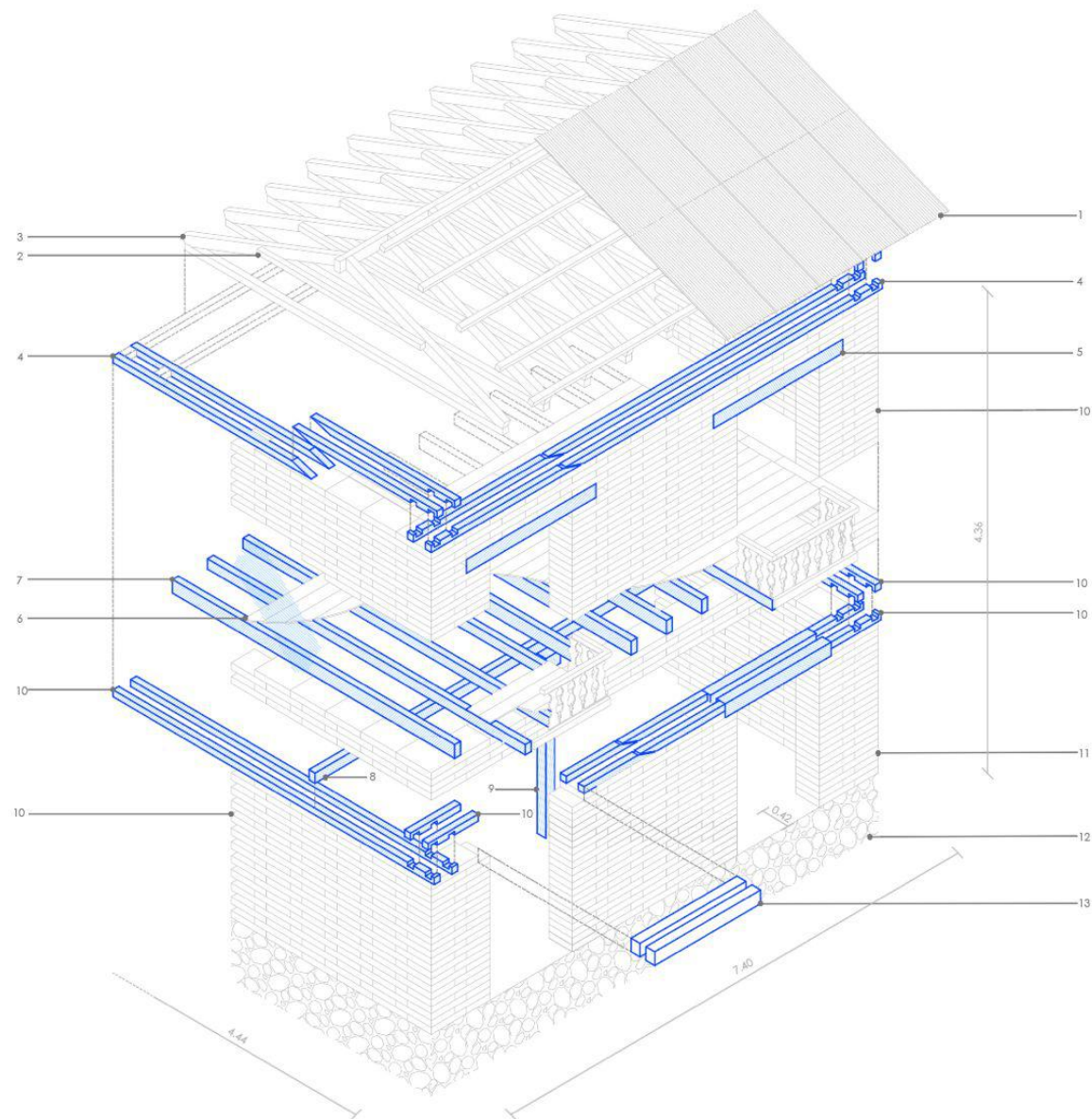


PLANTA BAJA



SECCIÓN

6.2.2. Perspectiva Isométrica | Inmueble VI-11



1. Calamina plancha de Zinc
2. Costanera de madera
3. Cercha de cubierta
4. Escalerilla collar "Dispositivo DC"
5. Dintel de ventana "Chambrana"
6. Entablonado de entrepiso
7. Envigado de entrepiso
8. Viga central de entrepiso
9. Columna central de entrepiso
10. Esquinero de madera "Dispositivo DC"
11. Muro portante "adobe 60x40x10 cm.
12. Cimiento de piedra con mortero"
13. Dintel de puerta "Chambrana"

6.3. Pastera Campusano | Inmueble PA-3



Figura 83: Pastera de la familia Campusano. Fuente: Archivo propio.

La pastera de la familia Campusano es una de las más conocidas por la comunidad debido a sus dimensiones y a la historia familiar relacionada con el desarrollo de la localidad. Este inmueble es un documento histórico del pasado agro productivo de la región y un caso importante de edificaciones sismorresistentes, con mampostería de adobe y muros altos.

Desde el punto de vista constructivo, el inmueble PA-3, identificado como una pastera, exhibe imponentes muros de albañilería de adobe simple que superan los 4 metros de altura. Estos descansan sobre un cimiento de mampostería de piedra con mortero de tierra. Los muros presentan un grosor aproximado de 43 cm, correspondiente a las dimensiones de los bloques de adobe dispuestos a soga. Este inmueble se destaca como uno de los de mayor altura y de uso no religioso en la localidad. Dada la elevada altura del inmueble PA-3, se observa un mayor empleo de dispositivos DC o



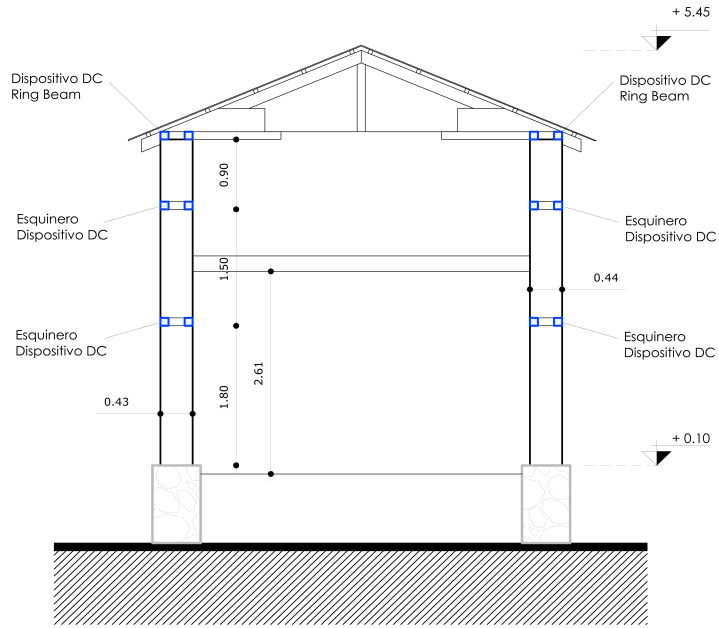
Figura 84: Plano de ubicación del inmueble en el centro histórico.
Fuente: Elaboración propia.

esquineros en comparación con otros edificios de la zona. Asimismo, se utilizan dispositivos DP o tirantes a lo largo del muro longitudinal, presentando secciones tanto rectangulares como circulares. La visibilidad de las llaves de refuerzo en este inmueble ha propiciado que los esquineros sufran diversas infecciones por xilófagos, evidenciando un estado de deterioro considerable. En contraste, la mayoría de los tirantes se encuentra en buenas condiciones, gracias a la utilización de algarrobo local, según afirman los testimonios locales.

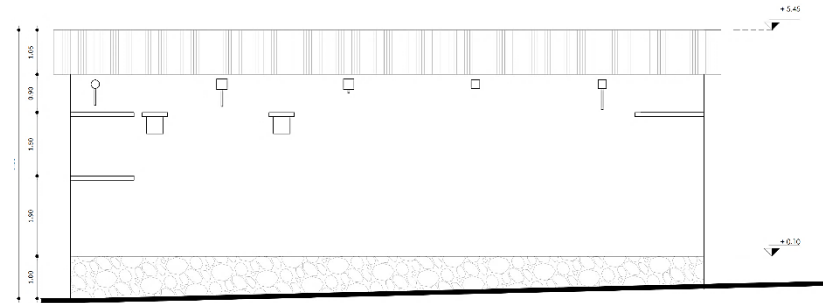


Figura 85: Dispositivos de refuerzo en fachadas afectados por xilófagos. Fuente: Archivo propio.

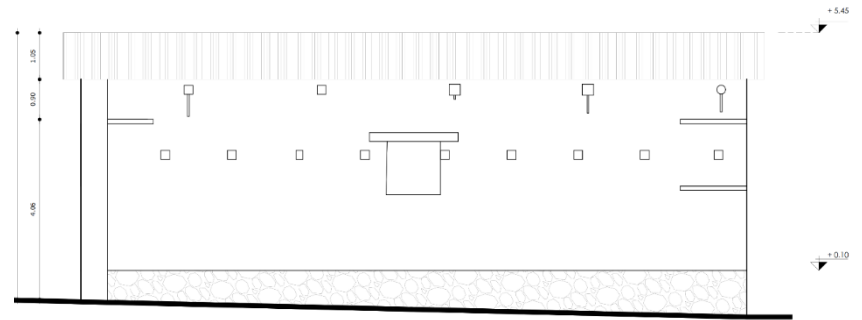
6.3.1. Planos | Inmueble PA-3



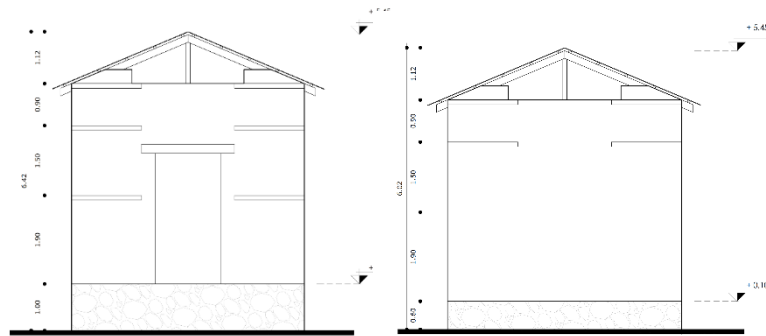
SECCIÓN



ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA

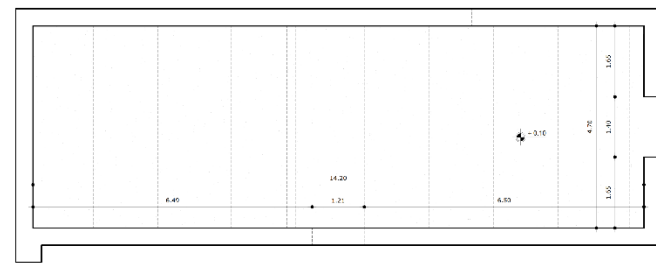


ELEVACIÓN LATERAL DERECHA



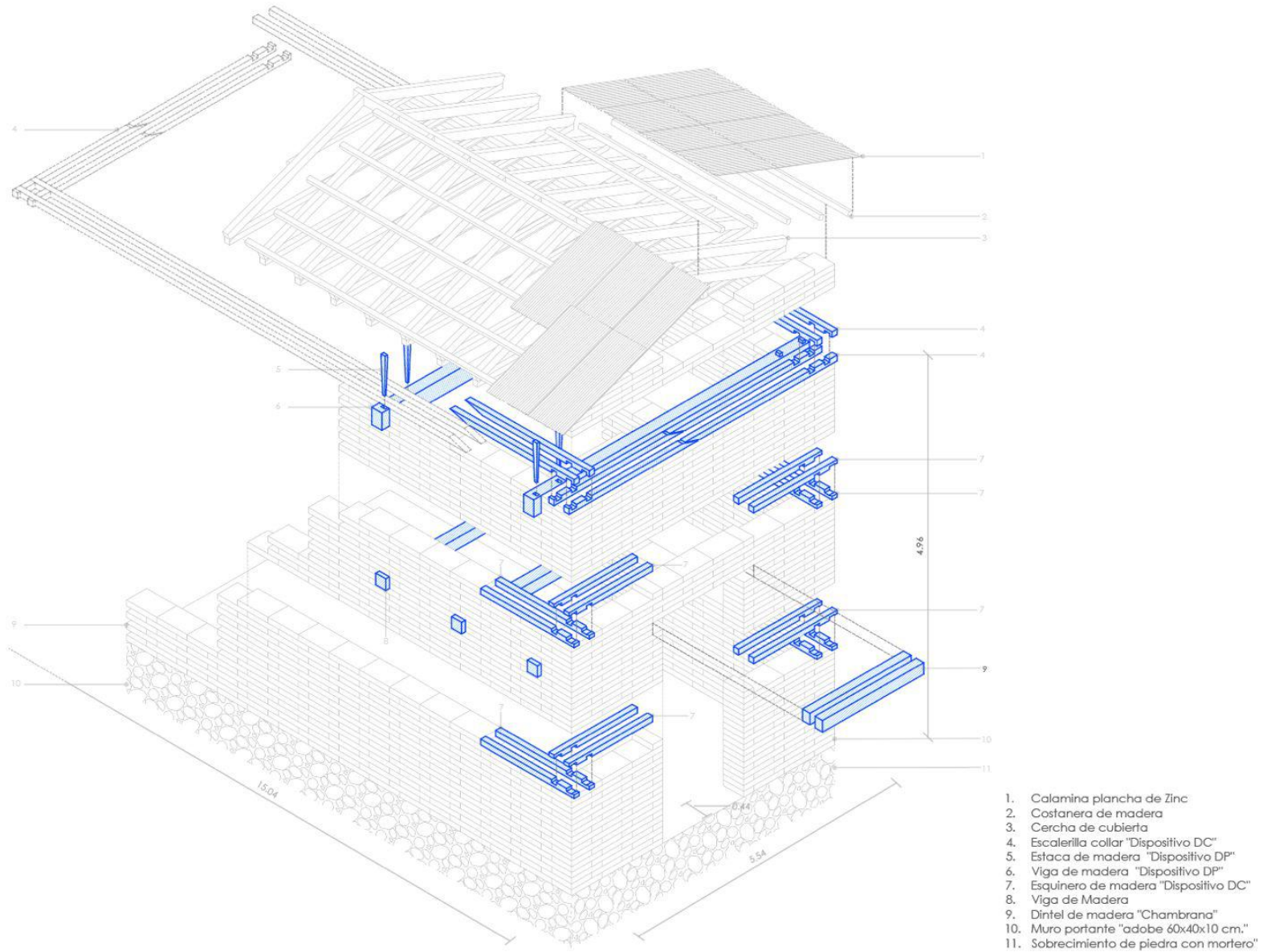
ELEVACIÓN FRONTAL

ELEVACIÓN POSTERIOR



PLANTA

6.3.2. Perspectiva Isométrica | Inmueble PA-3



6.4. Caso de Bodega Tapia | Inmueble BO-1



Figura 86: Bodega de la familia Tapia en Tulahuén. Fuente: Archivo propio.

En términos de infraestructura agroproductiva, la bodega de los Tapia es un buen ejemplo de grandes inmuebles de albañilería de adobe simple que todavía permanecen en pie. Ubicada en la plaza central de la localidad, al interior de la propiedad de los Tapia, es probablemente uno de los inmuebles más antiguos y con mejores soluciones para resistir la sismicidad.

La bodega de los Tapia es, constructivamente, un ejemplo de muros de albañilería simple sobre un cimiento de mampostería de piedra con mortero de tierra. El primer nivel del inmueble exhibe un aparejo de bloques diferente al de otras edificaciones, ya que los bloques fueron dispuestos a tizón, al menos en sus dos muros longitudinales, lo que le proporciona un grosor de muro de más de 65 centímetros, lo que reduce su vulnerabilidad. Sobre estos muros se apoyan los dinteles o chambranas, como se les llama localmente.

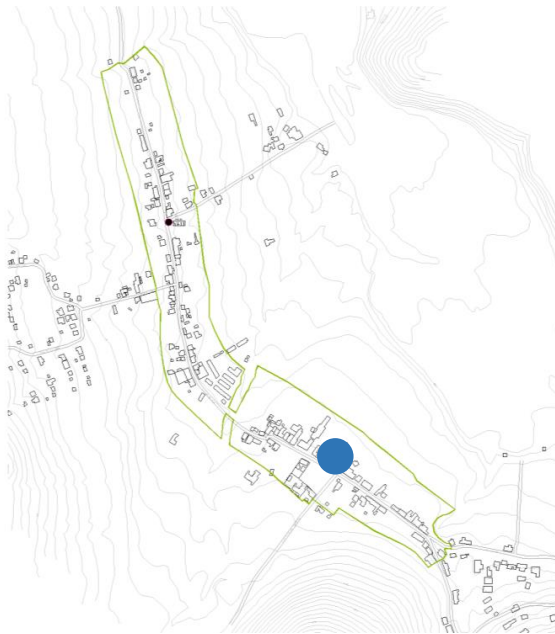


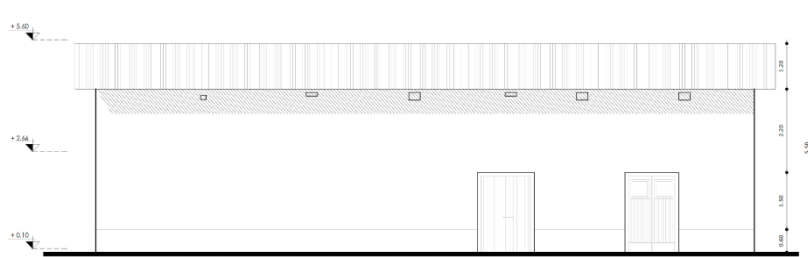
Figura 87: Ubicación del inmueble en el plano de centro histórico.
 Fuente: Elaboración propia.

Luego se coloca un ring beam (Dispositivo DC) sobre el cual descansan las vigas del segundo nivel. A partir del segundo nivel, los bloques de adobe fueron dispuestos a soga generando un grosor de muro de alrededor de 45 centímetros. Para acceder a este segundo nivel, el inmueble solía contar con una escalera corta de un solo tramo. Los pisos, tanto en la planta baja como en la planta alta, están hechos de entablado, y no presentan vanos hacia el exterior.

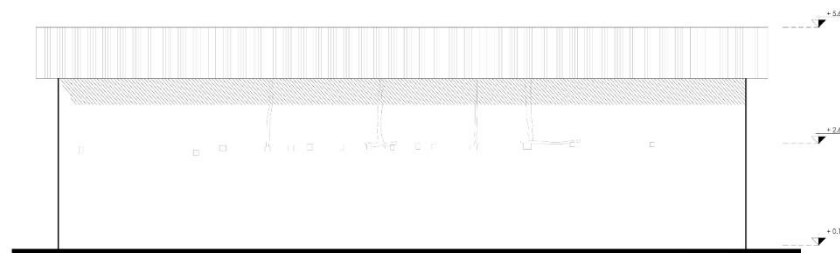


Figura 88: Detalles constructivos del inmueble y disposición de bloques de adobe. Fuente: Archivo propio.

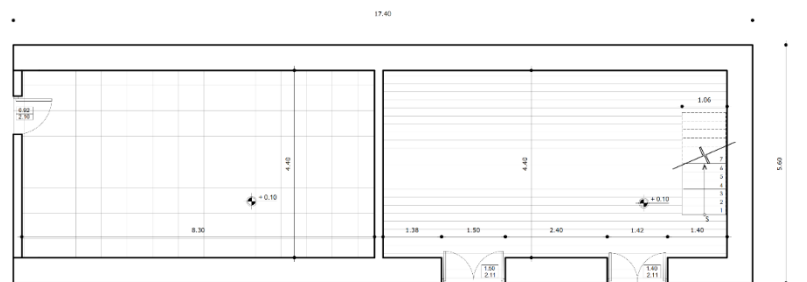
6.4.1. Planos Bodega Tapia



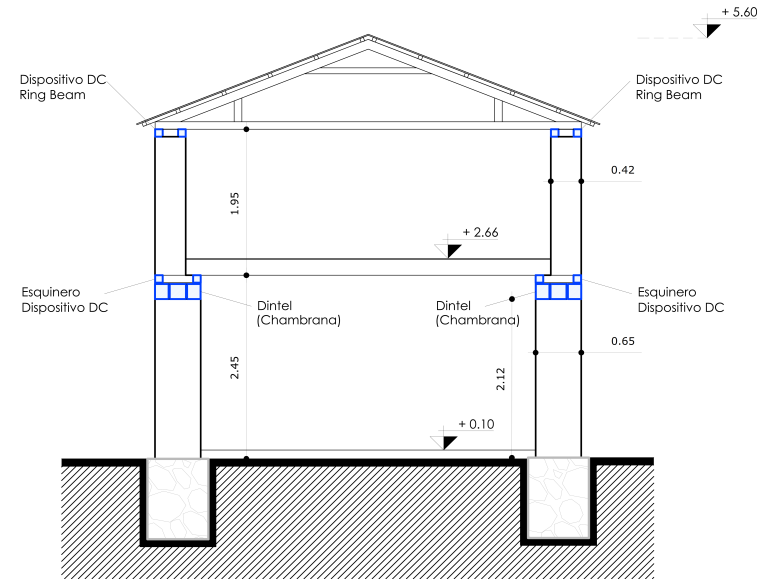
ELEVACIÓN FRONTAL



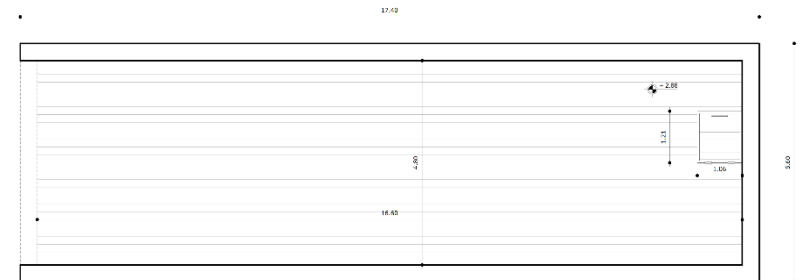
ELEVACIÓN POSTERIOR



PLANTA BAJA

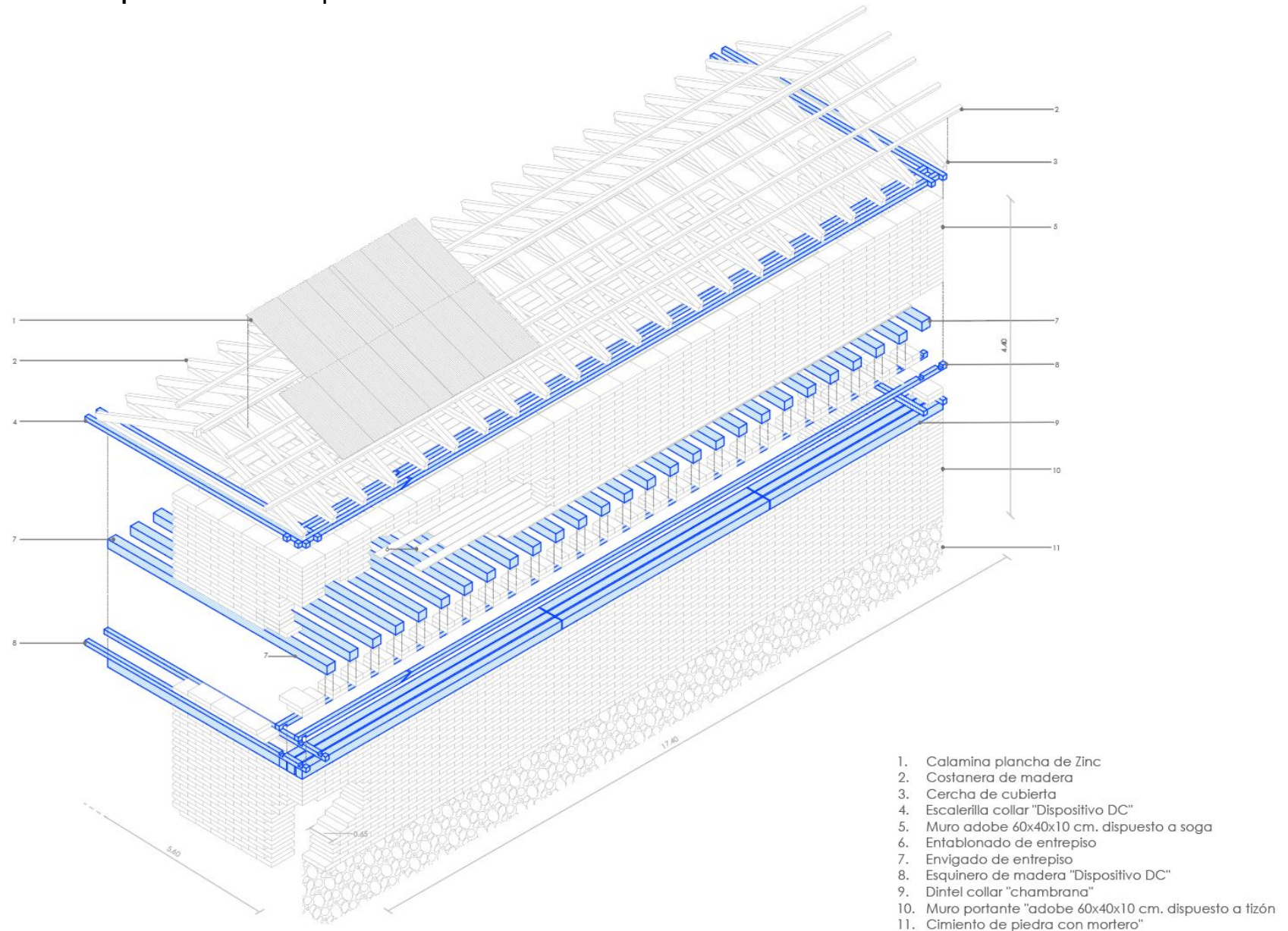


SECCIÓN



PLANTA ALTA

6.4.2. Perspectiva Isométrica | Inmueble BO-1



CAPÍTULO VII: ANÁLISIS CUALITATIVO DE LA ESTRUCTURA

7.1. Análisis de la Estructura Frente a Sismos

El análisis siguiente busca entender el comportamiento de la arquitectura de Tuluahuén frente a los sismos y la razón de muchas de las edificaciones históricas continúen en pie. Según la Norma Chilena NCh 3332;2013, el análisis geométrico indica que la esbeltez de los muros no debe ser mayor a 8, en el caso de las construcciones de tierra. Según las medidas obtenidas durante la investigación, respecto a la altura de los muros en Tuluahuén, la mayoría de los inmuebles supera la relación encontrándose entre 8 y 9 de esbeltez (Fig. 89).

7.2. Análisis Geométrico en Planta

Los inmuebles registrados en Tuluahuén comparten varios aspectos comunes, destacando entre ellos la geometría rectangular en planta que caracteriza a cada estructura. La elección de esta forma geométrica puede asociarse a la practicidad constructiva y al aprovechamiento eficiente del espacio disponible en el contexto arquitectónico local.

Es relevante señalar que la geometría rectangular de los inmuebles ofrece ventajas estructurales al facilitar un comportamiento más eficiente de los muros en comparación con otras formas, como la planta en forma de "L" (Fig. 90). Diversos autores y manuales especializados en construcción

con tierra para zonas sísmicas respaldan la idea de que, frente a las fuerzas horizontales generadas por un evento sísmico, las variaciones en dimensiones y posiciones del muro pueden conducir a un funcionamiento deficiente del conjunto de la edificación.

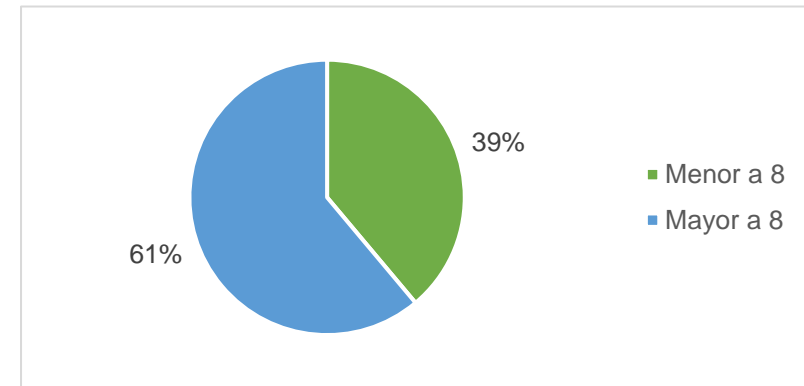


Figura 89: Gráfico de cantidad de viviendas con esbeltez superior e inferior a ocho. Fuente: Elaboración propia.

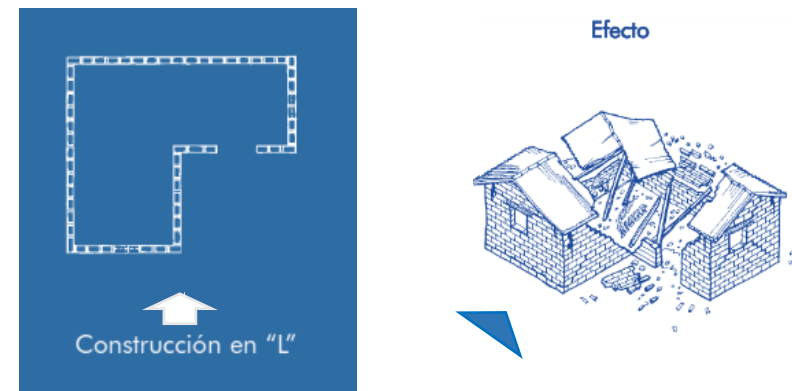


Figura 90: Efectos de la geometría en L de una planta de un inmueble de mampostería frente a un sismo. Fuente: Wilfredo Carazas – Alba Rivero.

Por supuesto, existen muchas variables a considerar para que un inmueble ofrezca cierta resistencia, sin embargo, la geometría es también un factor relevante.

7.3. Análisis de Envigado y Cubierta

La evidente resiliencia de los inmuebles en Tulahuén no solo se atribuye a la presencia de dispositivos de refuerzo, sino también a ciertos elementos constructivos que pueden pasar desapercibidos pero que contribuyen significativamente al esfuerzo estructural durante un terremoto. En una región sísmica como Chile, es inusual observar inmuebles de mampostería de adobe de dos pisos o con una estructura esbelta (Fig. 91). Tradicionalmente, los muros de adobe se caracterizan por ser bastante anchos para contrarrestar los empujes laterales. No obstante, tanto el envigado de pisos, en el caso de los inmuebles VI-7, VI-11, VI-18, VI-34 Y BO- 01, como la estructura de cubierta en la totalidad, pueden mejorar el comportamiento diafragmático de la estructura y añadir rigidez a la misma (Fig. 92).

Muchos autores coinciden en que el envigado de pisos intermedios o la estructura de cubierta, en la arquitectura tradicional, pueden proporcionar conexiones adecuadas y así mantener el *box-behavior* o comportamiento en caja.

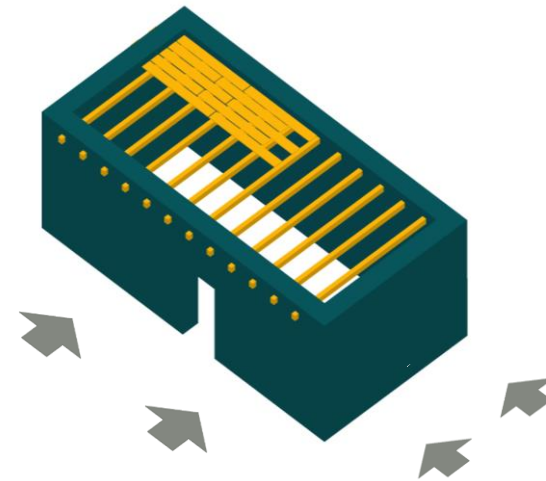


Figura 91: Envigado de segundo piso de un inmueble frente a fuerzas horizontales. Fuente: Elaboración propia.

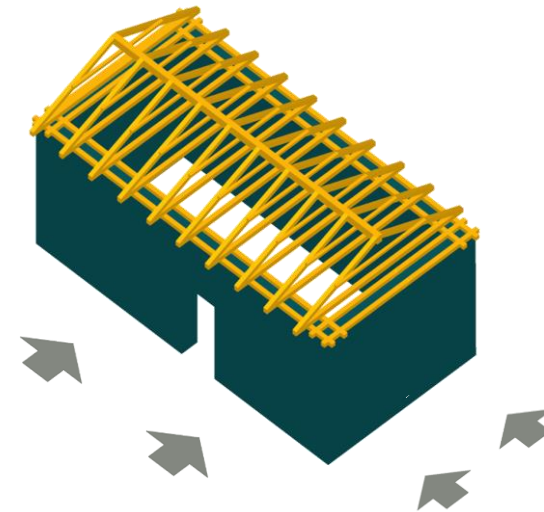


Figura 92: Estructura de cubierta de una vivienda tradicional mejorando el comportamiento estructural. Fuente: Elaboración propia.

7.4. Análisis con Patrones de Colapso

Dentro de los mecanismos de colapso existentes fuera del plano, es frecuente observar que, bajo fuerzas horizontales, los paneles de tímpano de los muros laterales de los inmuebles se comporten como *cantilever* o voladizo. Este fenómeno conduce a un agrietamiento en la base de dichos paneles, y en muchos casos, resulta en el colapso de esta sección (Fig. 93). En la arquitectura de Tulahuén, es evidente que se ha tenido en

MECANISMO DE COLAPSO DE TÍMPANO

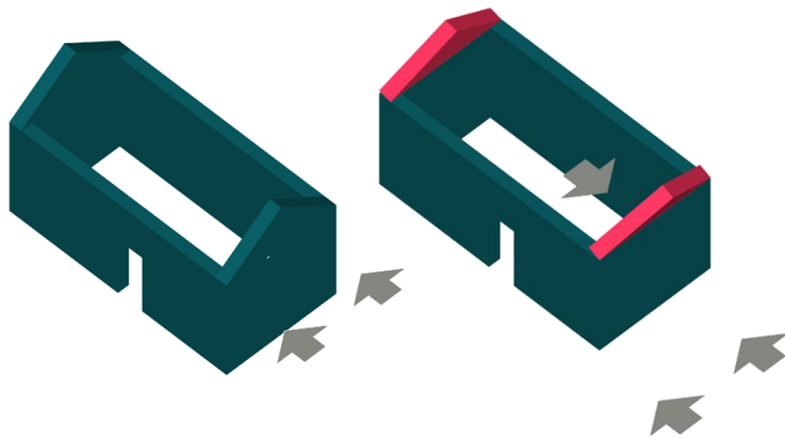


Figura 93: Mecanismo de colapso de tímpano de muro fuera del plano, por fuerzas horizontales. Fuente: Elaboración propia a partir de Lorenço.

cuenta esta modalidad de colapso en muros como respuesta, dado que los tímpanos son, en muchas ocasiones, eliminados o dejados vacíos sobre todo en los casos de inmuebles con muros altos (Fig. 94). En situaciones específicas, se reemplazan por paneles de madera, que cumplen la función de revestir la fachada lateral.



a



b



c

Figura 94: a) y b) Reemplazo del tímpano del muro por madera o placas ligeras; c) Eliminación preventiva del tímpano de muro. Fuente: Archivo propio.

La consideración de este mecanismo de colapso revela una adaptación consciente en la construcción de inmuebles en Tulahuén, donde la modificación o sustitución de los tímpanos puede interpretarse como una estrategia para mitigar los efectos adversos asociados con este tipo de colapso.

7.5. Los Dispositivos Frente a Mecanismo de Colapso

Los **dispositivos DC y DE** desempeñan funciones cruciales durante un evento sísmico, con roles específicos que influyen en el comportamiento de los muros. En interacción con fuerzas horizontales fuera del plano, los esquineros tienen la función fundamental de preservar el trabajo post-elástico de los muros. Su tarea principal consiste en mantener el esfuerzo mancomunado de los muros, incluso cuando las intersecciones de estos han sufrido grietas significativas. Este efecto preventivo es esencial para evitar uno de los patrones de colapso más comunes, como el volcamiento de los muros o una falla por corte en la conexión estructural.

Por otro lado, cuando las fuerzas actúan en el plano del muro, los dispositivos DC muestran una tendencia a generar agrietamientos y fisuras en el muro, especialmente al final de cada pieza (Fig. 95). Esta observación contrasta con el uso de un *ring beam*, el cual tiende a detener la generación de fisuras. Este comportamiento sugiere que, en ciertos escenarios sísmicos, la utilización de dispositivos DC puede

estar asociada a la generación de fisuras, mientras que alternativas como el *ring beam* pueden ofrecer una mayor capacidad para contener la formación de grietas en el muro.

En el contexto del **dispositivo DE**, se observa una notable resistencia frente a fisuras y agrietamientos, especialmente en las áreas que no sean el encuentro del muro. Al igual que el dispositivo DC, muestra una capacidad efectiva para contrarrestar el patrón de volcamiento, siendo evidente en los seis inmuebles registrados que incorporan estos dispositivos (Fig. 96).

La mayoría de estos inmuebles registrados han sido intervenidos, dificultando la observación directa de los daños sísmicos previos. No obstante, a través de la revisión documental y el análisis de fotografías antiguas de algunos inmuebles, se evidencia que los vértices de los muros, donde se implementan los dispositivos DE, no presentan fisuras significativas ni agrietamientos en los extremos de la pieza. Este comportamiento sugiere que el dispositivo DE exhibe un mejor desempeño ante fuerzas horizontales en el plano del muro, contribuyendo a mantener la integridad estructural en los puntos críticos de los vértices. Esta observación podría indicar la efectividad del dispositivo DE como estrategia de refuerzo sísmico, destacando su capacidad para mitigar los efectos adversos asociados con el esfuerzo horizontal.

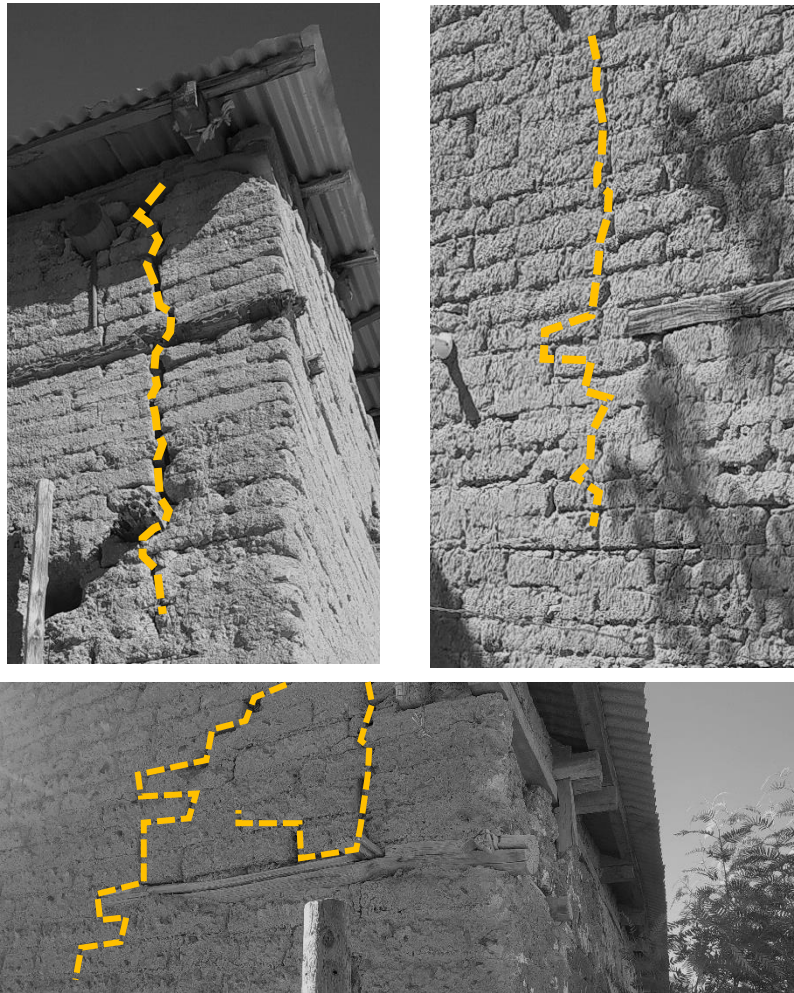


Figura 95: Fisuras y grietas comunes asociados al "dispositivo DC".
Fuente: Elaboración propia en base a exploración.

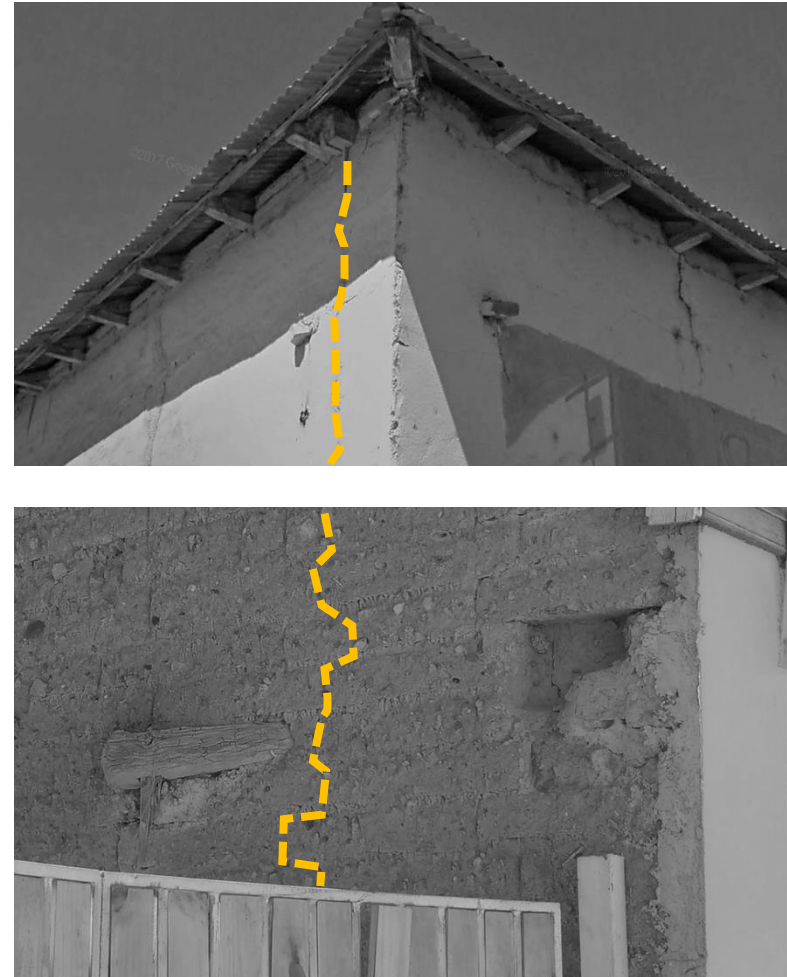


Figura 96: Fisuras y grietas comunes asociadas a los "dispositivos DE".
Fuente: Elaboración propia en base a exploración.

MECANISMOS DE COLAPSO

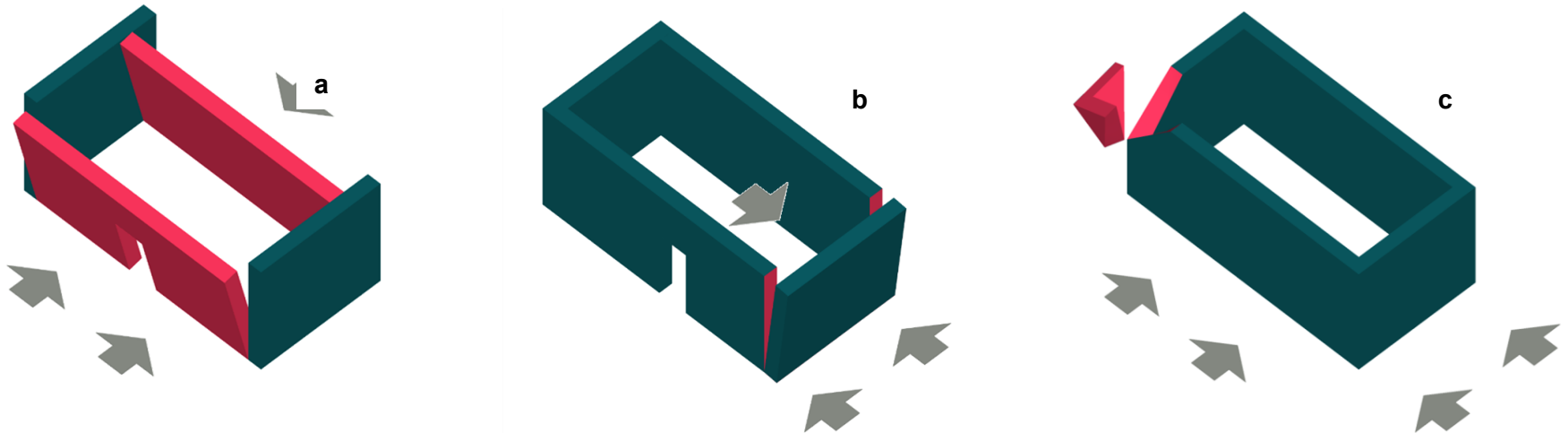


Figura 97: a) Colapso por falta de anclaje entre las paredes y los diafragmas horizontales. b) Colapso de muros cortos fuera del plano c) Colapso fuera del plano en es-quina Fuente: Elaboración propia en base a Paulo Lorenço.

CON “DISPOSITIVO DC”

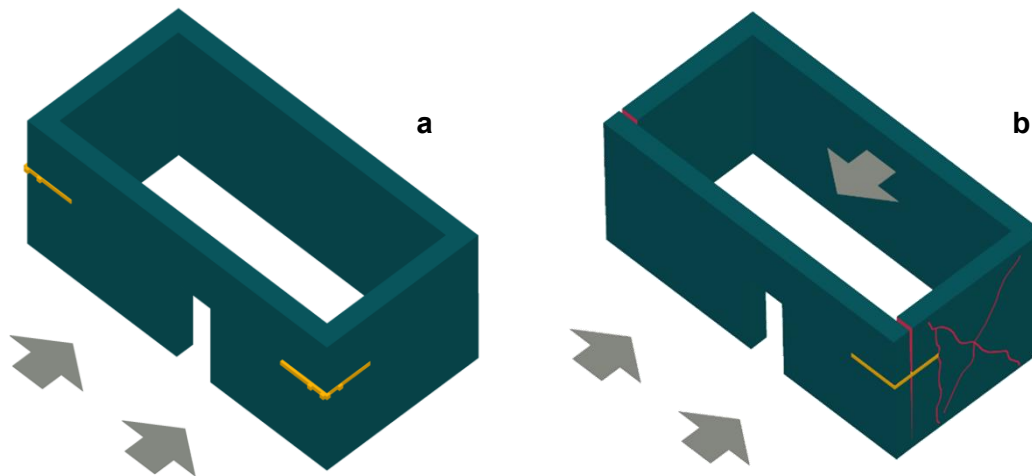


Figura 98: a) Estructura antes del sismo; b) Estructura posterior al sismo con daños en y fuera del plano de muro, dispositivo DC. Fuente: Elaboración propia.

DAÑOS COMUNES “DISPOSITIVO DC”

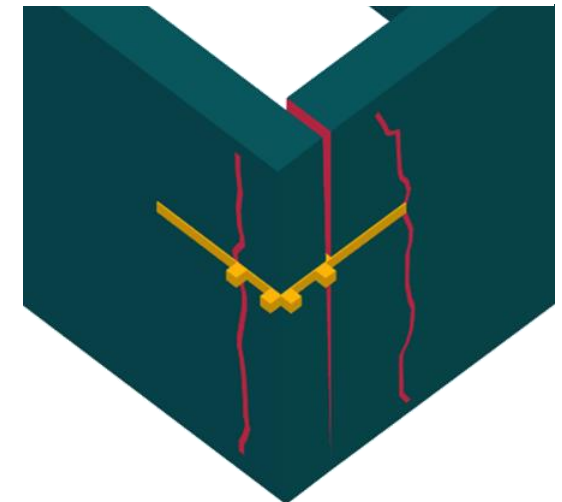


Figura 99: Daños comunes con dispositivo DC en el muro. Fuente: Elaboración propia.

MECANISMOS DE COLAPSO

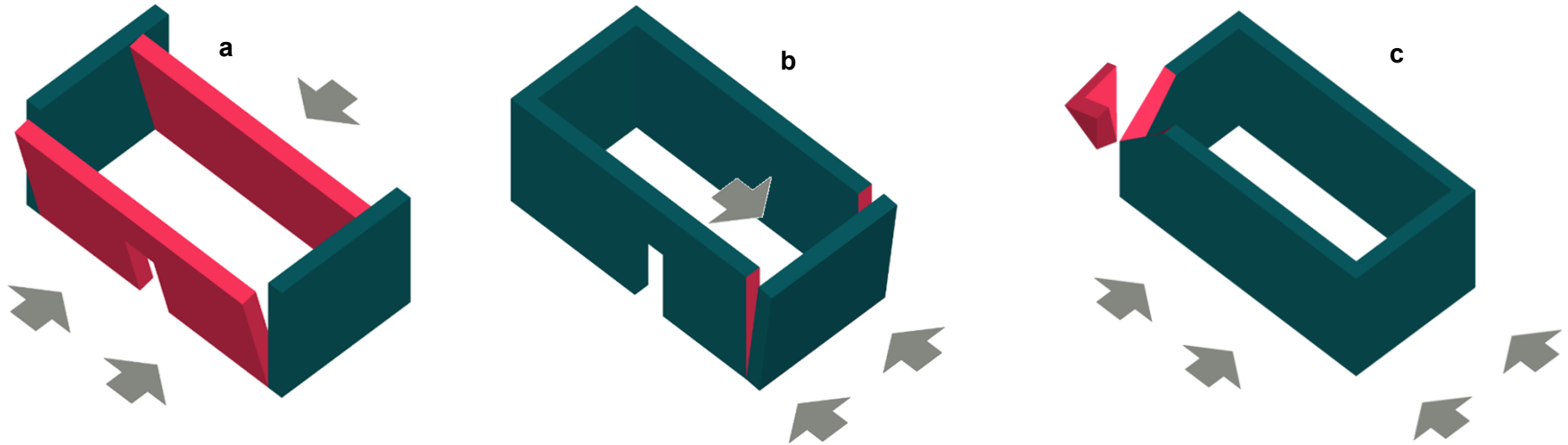


Figura 100: a) Colapso por falta de anclaje entre las paredes y los diafragmas horizontales. b) Colapso de muros cortos fuera del plano c) Colapso fuera del plano en esquina Fuente: Elaboración propia en base a Paulo Lorenço.

DANOS COMUNES “DISPOSITIVO DE”

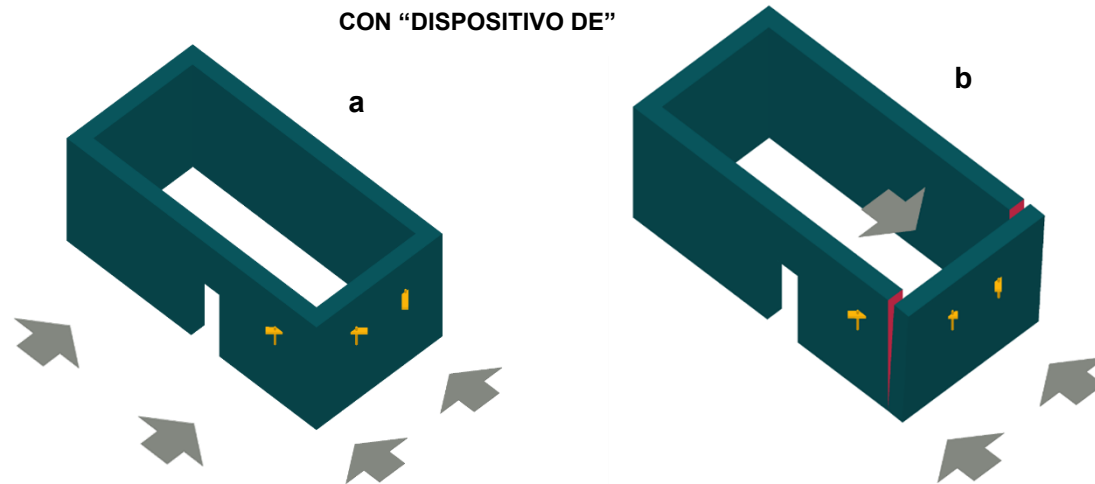


Figura 101: a) Estructura antes del sismo; b) Estructura posterior al sismo con daños en y fuera del plano de muro, dispositivo DE. Fuente: Elaboración propia

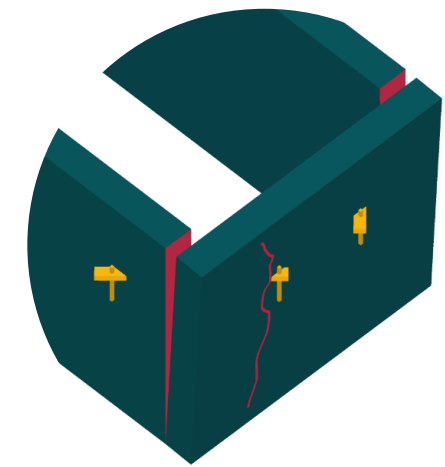


Figura 102: Daños comunes asociados al dispositivo DE. Fuente: Elaboración propia.

Los **dispositivos DP** desempeñan un papel crucial al conectar muros paralelos, con el objetivo de prevenir el volcamiento de los mismos ante fuerzas horizontales fuera del plano. Se ha documentado que estos dispositivos mejoran distribución de las cargas, optimizando el comportamiento estructural en conjunto. En los inmuebles de Tulahuén, se observa que los dispositivos DP se instalan cerca de la parte superior del muro, interactuando prácticamente con la estructura de cubierta. Estos dispositivos se disponen aproximadamente cada 3 metros, iniciando casi en el vértice del muro.

Según el testimonio de la comunidad, tras un evento sísmico de magnitud considerable, se ha observado que muchas estacas de los tirantes caen debido a la falta de una traba adecuada al tirante, debilitando aún más la estructura. Este aspecto subraya la importancia de asegurar una correcta fijación de las estacas para mantener la eficacia de los dispositivos DP en escenarios sísmicos.

En relación a las fuerzas que actúan en el plano del muro, se observan en algunos casos fisuras que se originan en la parte superior del tirante, en la zona de la estaca. Este fenómeno sucede en los casos que el dispositivo se encuentra instalado a media altura para un piso intermedio. Esto sugiere que, en ciertos escenarios constructivos, los

dispositivos DP pueden generar fisuras en el área de conexión con la estaca (Fig. 103).



Figura 103: Daños comunes en el muro asociados al dispositivo DP.
Fuente: Elaboración propia.

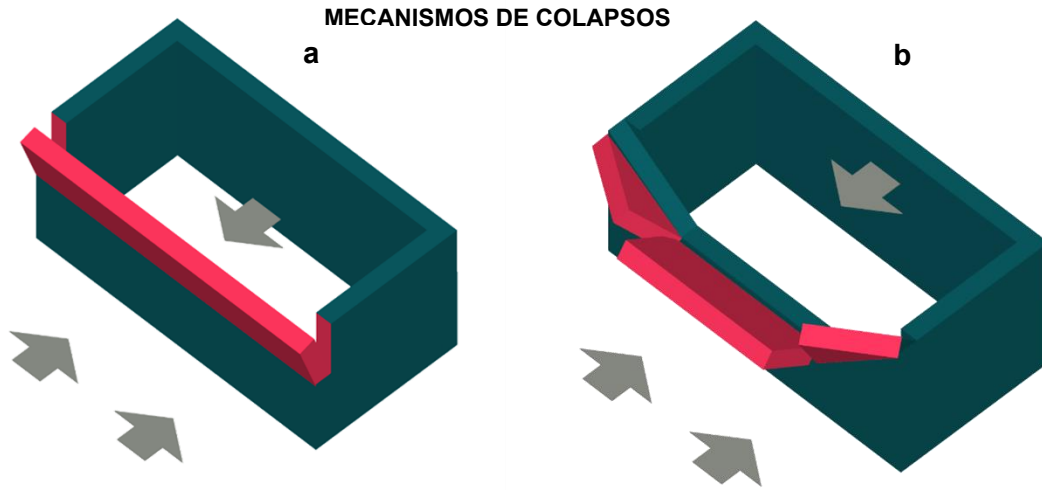


Figura 104: a) Colapso de muros por giro global de muros. b) Mecanismo de colapso de paredes largas fuera del plano. Fuente: Elaboración propia en base a esquemas de Paulo Lorenço.

DAÑOS COMUNES “DISPOSITIVO DP”

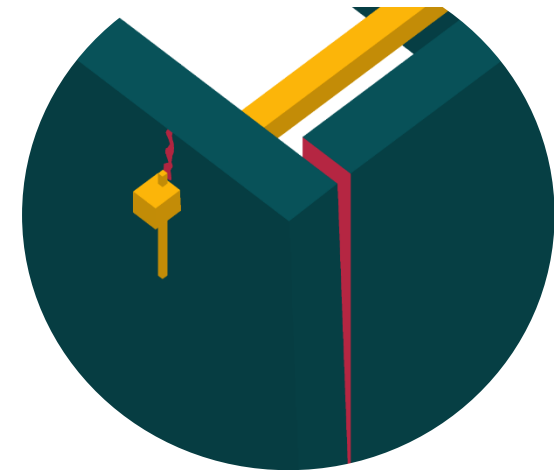


Figura 105: Patrones de daños asociados al uso de dispositivo DP. Fuente: Elaboración propia.

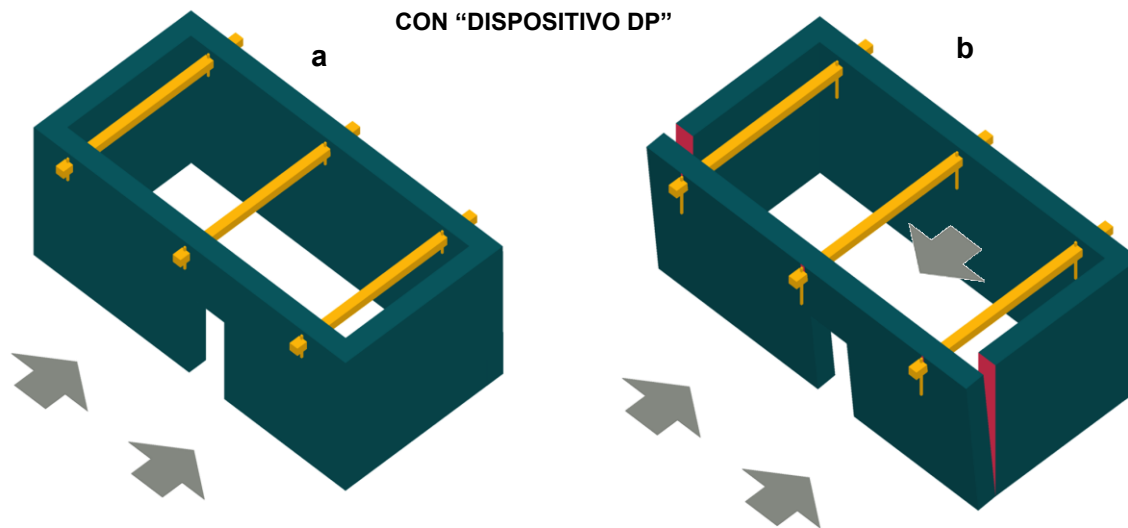


Figura 106: a) Estructura antes del sismo; b) Estructura posterior al sismo con daños en y fuera del plano de muro, dispositivo DP. Fuente: Elaboración propia.

7.6. Resumen de Prevención de Daños

TECNICA	TIPO DE PREVENCIÓN DE DAÑO				INSTALACIÓN	
	Separación	Fuera del Plano	Delaminación	En el plano	Difícil	Práctico
Técnicas que mejoran la conexión entre elementos estructurales						
Dispositivo DC <i>Corner Key</i>	x					x
Dispositivo DE Esquinero diagonal	x			x	x	
Dispositivo DP Tirante de muro	x	x				x
Escalerilla collar Ring Beam	x	x	x	x	x	
Técnicas de estabilización de elementos estructurales						
Muros o tabiques internos		x	x		x	
Pisos intermedios		x			x	
Estructura de cubierta		x				x

Tabla 6: Resumen de tipos de prevención de daños y facilidad de instalación de dispositivos y otros elementos de la cultura sísmica local. Fuente: Elaboración propia en base a Paulo Lorenço - Javier Ortega.

En la evaluación de los dispositivos de refuerzo sísmico, diversos estudiosos de la cultura sísmica han utilizado una tabla como herramienta resumen. Esta tabla sintetiza la eficacia de cada dispositivo en la prevención de daños y su nivel de dificultad en la instalación. La clasificación en "difícil" indica la necesidad de aplicar la técnica durante la edificación nueva o construcción parcial, mientras que "práctico" sugiere que la técnica puede aplicarse posteriormente a la edificación o como refuerzo (Tabla 6). En el caso de los esquineros o dispositivos DC, se ha evidenciado su aplicabilidad posterior a la construcción, resultandos efectivos como medida de refuerzo. La tabla destaca que, bajo ciertas condiciones sísmicas, la técnica de la escalerilla collar puede

fuera de él, superando a los propios dispositivos encontrados en la región de Coquimbo. Sin embargo, se reconoce su efectividad limitada frente a patrones de colapso frecuentes en estructuras. En cuanto a los dispositivos DE, la investigación se enfocó en las viviendas del centro histórico, las cuales presentaban excelentes condiciones. No obstante, no se puede afirmar con certeza que no causen daños en el plano en ejemplos fuera de este contexto. La resiliencia de la arquitectura de Tulahuén no se atribuye únicamente al uso de dispositivos, sino que surge de una combinación de elementos constructivos y materiales que contribuyen a distribuir adecuadamente los esfuerzos durante un terremoto, como se puede ver en la columna de técnicas de estabilización de elementos estructurales.

8. Conclusiones

La investigación inicio bajo un concepto básico: difícilmente se puede regular, conservar o valorar lo que no se comprende. La arquitectura vernácula solo alcanza protagonismo cuando se reconocen de manera expresa sus atributos identitarios en orden de su propia especificidad. El valor de la arquitectura de Tulahuén y la de los valles precordilleros en general, no radica únicamente en su intrínseca cualidad material, antigüedad y tampoco en su distribución urbana del tipo lineal. La arquitectura vernácula de Tulahuén tiene valor en sus características arquitectónicas únicas, que pueden convertirse en símbolos icónicos de la cultura local debido a su singularidad y funcionalidad. Estas características son una materialización de la sabiduría acumulada de la comunidad en la adaptación a su entorno sísmico, de un periodo histórico o relicto que ha concluido.

Los Orígenes de las Técnicas Tradicionales

Los dispositivos DC, DE y DP son elementos singulares que forman parte de la cultura constructiva de la región y constituyen manifestaciones de la cultura sísmica local, cuyo período de origen aún se desconoce. Después de llevar a cabo una revisión bibliográfica, se observó que muchos de estos dispositivos presentan similitudes significativas con las técnicas utilizadas en Grecia, Italia y, sobre todo, Portugal, lo

que sugiere la posibilidad, de que fueran introducidos durante la colonia. Sin embargo, surge la pregunta: ¿Por qué solo se implementaron en esta región, específicamente en los valles transversales de Coquimbo?

Sobre las Manifestaciones de la Cultura Sísmica Local

Todas las manifestaciones de la cultura sísmica local en la arquitectura de los valles transversales, incluyendo dispositivos y otros elementos, representan respuestas a diversos mecanismos de colapso observados por la comunidad y han sido perfeccionadas a lo largo del tiempo. Según sugieren algunos autores, es plausible que haya ocurrido una suerte de selección natural de técnicas, donde aquellas más efectivas en la resistencia sísmica fueron las que prevalecieron y se transmitieron a lo largo de las generaciones.

Los elementos representativos de la cultura sísmica local no quedaron únicamente en los dispositivos de refuerzo inicialmente registrados. El levantamiento geométrico dio cuenta de que existe una constante en la morfología del polígono en planta de las edificaciones; la forma rectangular es otra manera de garantizar estabilidad a las construcciones y distribuir mejor los esfuerzos. La segunda manifestación de cultura sísmica fue la clara sustitución del panel de tímpano de los muros laterales, por paneles de madera liviana, o en su defecto dejarlos vacíos siendo una lección aprendida de

los patrones de colapso por terremotos observados por la comunidad.

El análisis de los dispositivos

En base a los documentos y estudios de la cultura sísmica local en el mundo y en las coincidencias encontradas, se puede pensar que los dispositivos de refuerzo de los valles transversales, están diseñados únicamente para evitar el colapso total de la estructura mas no para evitar los daños en la misma. El crecimiento en altura de las edificaciones no solo se debe a los dispositivos de refuerzo DC, DE y DP, sino a la calidad en la elaboración de los bloques de adobe, envigado de pisos intermedios, estructura de cubierta y probablemente en la técnica de los cimientos de mampostería de piedra que queda pendiente por analizar.

Pendientes

Quedaron pendientes el cálculo estructural de los dispositivos. Sin embargo, el problema fundamental en el estudio y análisis de la arquitectura vernácula radica en que cada inmueble constituye un sistema único y altamente heterogéneo. Incluso al comparar estructuras dentro de la misma zona, se observan variaciones sustanciales, posiblemente relacionadas con dimensiones, materiales, mano de obra, entre otros aspectos. Sería necesario establecer bases sólidas para el correcto uso de estos dispositivos, tras someterlos a

numerosas pruebas en modelos y laboratorios de materiales para comprender plenamente su composición y comportamiento.

Desde el punto de vista socio-cultural, se diseñó una serie de encuestas con el objetivo de recoger la percepción de la comunidad sobre los valores patrimoniales identificados, especialmente en relación con la arquitectura. La socialización del trabajo con la comunidad queda pendiente como una manera de destacar los considerables valores inherentes a la arquitectura, especialmente desde la perspectiva del rescate de la cultura sísmica local. Es un desafío muy grande la conservación de este tipo de patrimonio porque demanda un compromiso muy alto por parte de la comunidad, en la participación y difusión.

Proyecciones

El empleo de soluciones tradicionales se ajusta a los principios contemporáneos de preservación del patrimonio vernáculo, centrándose en la compatibilidad y autenticidad. La tradición se consolida por su eficacia histórica, fundamentando su importancia actual y futura, justificando así la relevancia de la investigación. Las nuevas investigaciones buscan encontrar y validar cuantitativamente la eficacia de estas soluciones, permitiendo su implementación en nuevas edificaciones o intervenciones directas en la arquitectura

tradicional. Se debe alentar a las comunidades a reutilizar las técnicas tradicionales y para esto deben ser revisadas, y estudiadas para reducir su vulnerabilidad.

Bibliografía

- Alexander, C. (1981). *El Modo Intemporal de Construir*. Barcelona: Gustavo Gilli.
- Arrighetti, A. (2015). *L'archeosismologia in architettura. Per un manuale*. Firenze: Firenze University Press.
- Benavides, J. (1996). La Arquitectura Vernácula, una memoria rota. *Revista PH*, 1 - 2.
- Bericat, E. (2016). ¿Qué es la cultura? *Research Gate*, 129.
- Briño, C. (2021). *Tapias como elemento patrimonial que singulariza el paisaje rural de la cuenca superior del valle del Aconcagua. Proyecto de puesta en valor y lineamientos de intervención*. Santiago, Chile: Proyecto de Actividad Formativa Equivalente.
- Centro Sismológico Nacional. (1 de mayo de 2023). *Centro Sismológico Nacional*. Obtenido de <https://www.sismologia.cl/informacion/preguntas-frecuentes.html>
- Consejo de Monumentos Nacionales. (s.f.). *Consejo de Monumentos Nacionales*. Obtenido de <https://www.monumentos.gob.cl/patrimonio-mundial/lista-tentativa/iglesia-convento-san-francisco-santiago>.
- Correia, M., & Carlos, G. (2015). *Local Seismic Culture in Portugal*. Lisboa-Portugal: Argumentum.
- Crespo, G. (1995). *Arquitectura Vernácula en la Provincia de Palencia*. Palencia: Instituto Tello Tellez.
- Dipasquale, L., Sidik, O., & Mecca, S. (2015). Local seismic culture and earthquake-resistant devices: Case study of Casa Baraccata. *Vernacular Architecture. Towards a sustainable future*, 255-260.
- Espíndola, V., & Perez, X. (2018). ¿Qué son los Sismos, dónde ocurren y cómo se miden? *Ciencia*, 10-15.
- Fernández, J., Pastén, C., Ruiz, S., & Leyton, F. (2017). Estudio de efectos de sitio en la Región de Coquimbo durante el terremoto de Illapel Mw 8.3 de 2015. *Obras y Proyectos* 21, 20-28.
- García, J. (20 de 09 de 2023). *Todo a Babor*. Obtenido de <https://www.todoababor.es/historia/sistema-pesos-medidas-espanolas-antiguas-1801/>
- García, L. (s.f.). *Medidas Antiguas: La vara*. Toledo: Real Academia de Bellas Artes y Ciencias Históricas de Toledo.
- Geertz, C. (2003). *La Interpretación de las Culturas*. Barcelona: Gedisa.
- Guerrero, L. (2007). Arquitectura en Tierra. Hacia la recuperación de una cultura constructiva. *Apuntes Vol 20*, 182-201.
- Heidegger, M. (1954). *Construir, habitar, pensar*. Pfullingen: Günter Neske.
- Homan, J. (2004). Seismic Cultures: Myth or Reality? *School of Applied Sciences, University of Wolverhampton*.
- ICOMOS. (1964). *Carta Internacional sobre la Conservación y la Restauración de Monumentos y Sitios*. Venecia.
- ICOMOS. (1975). *Carta Europea de Patrimonio Arquitectónico*. 2.

- ICOMOS. (1996). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos*. Estambul.
- ICOMOS. (1999). *Carta del Patrimonio Vernáculo Construido*. ICOMOS, 1.
- ICOMOS. (1999). CARTA DEL PATRIMONIO VERNÁCULO CONSTRUIDO. ICOMOS, 1 .
- ICOMOS. (2013). *Carta Internacional para Sitios de Significación Cultural*. Burra: ICOMOS.
- Ilustre Municipalidad de Monte Patria. (2012). *Caraacterización y diagnóstico comunal*. Monte Patria: PAC Consultores Ltda.
- INE. (3 de mayo de 2023). *Instituto Nacional de Estadística*. Obtenido de <https://ine-chile.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a7eaf2fbb73b4746a30732f0f74d9863>
- Instituto Nacional de Normalización. (2013). *Norma Chilena NCh 3332*. Santiago de Chile: INN.
- Irarrazaval, R. (1978). *Arquitectura Chilena, la búsqueda de un orden espacial*. Santiago de Chile: Universitaria.
- Jorquera, N. (2012). Architettura vernacolare. En culture costruttive in terra e rischio sísmico. *Tesis de Doctorado en Tecnología de la Arquitectura*, 12 - 14.
- Jorquera, N. (2013). EL patrimonio vernacular, fuente de saberes tecnológicos y de sostenibilidad. *Academia Edu*, 2.
- Jorquera, N. (2014). Culturas constructivas que conforman en patrimonio chileno construido en tierra. *Revista AUS* 16, 30-35.
- Jorquera, N. (2018). Técnicas y desarrollo histórico del patrimonio de tierra en la capital de Chile entre los siglos XVI y XX. *Anales del IAA*, 48(1), 109-123.
- Jorquera, N. (2022). *Patrimonio Chileno Construido en Tierra*. Santiago de Chile: ARQ ediciones .
- Kropf, B. (2003). Prefacio. En R. Chiappero, & M. Supisiche, *Arquitectura en Tierra Cruda* (pág. 7). Buenos Aires: Bibliográfica de Voros S.A.
- Lacoste , P., Premat, E., Castro, A., Soto , N., & Aranda, M. (2012). Tapias y Tapiales en Cuyo y Chile (Siglos XVI-XIX). *Apuntes vol. 25 N°2*, 182-199.
- Linton, R. (1976). *Cultura y Personalidad*. Mexico: Fondo de Cultura Económica.
- Llerena, L. (2012). Historia del Adobe. *Alas Peruanas*.
- Lourenço, P., Pereira, J., & Torrealva, D. (2022). *Proyecto de estabilización sismorresistente. Cálculos simplificados para el análisis estructural de las construcciones históricas de tierra*. . Los Ángeles, CA: Getty Conservation Institute.
- Michiels, T., & Fonseca, C. (2013). Técnicas de estabilización Sismorresistente para mejorar el comportamiento estructural de edificios históricos de tierra. *13° SIACOT Valparaíso - Chile*, 1-12.
- Ministerio de Vivienda , Construcción y Saneamiento. (2017). *Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada*. Perú: Gobierno Nacional del Perú.

- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2017). *Avance Plan de Reconstrucción*. Coquimbo: Gobierno Regional de Coquimbo.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2020). *Ministerio de Vivienda y Urbanismo*. Obtenido de <https://www.patrimoniourbano.cl/>
- Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, Perú. (2010). *Edificaciones antisísmicas de adobe - Manual de Construcción*. Lima: Dirección Nacional de Construcción.
- Minke, G. (1994). *Manual de construcción con tierra*. Kassel, Alemania: Fin de siglo.
- Moliner, M. (1966). *Diccionario de uso del Español*. Madrid: Gredos.
- Municipalidad de Monte Patria. (2023). *Ficha de Valoración Circular DDU 400*. Monte Patria.
- Municipalidad de Monte Patria. (mayo de 2023). Plan Regulador Comunal de Monte Patria. región de Coquimbo. 1. Monte Patria: Municipalidad de Monte Patria.
- Museo del Limarí. (10 de Agosto de 2023). Obtenido de <https://www.museolimari.gob.cl/colecciones/cultura-diaguita-en-las-ceramicas-del-museo-del-limari/cultura-molle-y-animas>
- Niemeyer, H., & Ballereau, D. (2004). Arte Rupestre del Rio Grande, cuenca del rio Limarí, Norte Chico, Chile. *Revista de Antropología Chilena*, 37-101.
- Ortega, J., Vasconcelos, G., Rodrigues, H., Correia, M., & Lourenço, P. (2017). Traditional earthquake resistant techniques for vernacular architecture and local seismic cultures: A literature review . *Journal of Cultural Heritage* 27 , 181-196.
- Perez, J. (2021). Un marco teórico y metodológico para la arquitectura vernácula. *en Ciudades*, 01-28.
- Perez, L., Sanchez, T., & Gomez , C. (2020). *Monte Patria, centro patrimonial del Limarí: Religión, transporte y vivienda*. Santiago: Fondart.
- Pinto, J. (1980). *La población del Norte Chico en el siglo XVIII*. La Serena: Talleres Gráficos U. del Norte - Coquimbo.
- Pizarro, G. (2001). *El Valle del Limarí y sus Pueblos. Estudio histórico de la gestación de los poblados del Limarí, siglos XVI-XX*. La Serena.
- Pizarro, G. (2008). *Antroponimia Indígena del Valle del Limarí. Poblaciones originarias, onomástica y genealogía*. La Serena: Alcance Visual.
- Potí, P., & Simonnet, C. (1992). *Culture Constructive*. Marseille: Atelier Graphitèses.
- Romero, G., & Maskrey, A. (1983). Cómo Entender los Desastres Naturales. *Documento de Estudio No 1*.
- Rpoport, A. (1972). House Form and Culture. 2.
- Sanchis, F. (2009). La Arquitectura de Tierra, Evolución a través de la Historia. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Schilder, C. (2000). La herencia española: las bóvedas y cúpulas de quincha en El Perú. *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, 1019-1026.

- Sulvarán, J., & Rangel, R. (2018). Importancia del Habitar en el Pensamiento Arquitectónico. *Procesos Urbanos*, 28.
- Tillería, J. (2010). La Arquitectura sin Arquitectos, algunas reflexiones sobre arquitectura vernácula. *Revista AUS* 8_12 - 15, 1.
- Tolles, L., Kimbro, E., & Ginell, W. (2002). *Planning and Engineering Guidelines for the Seismic Retrofitting of Historic Adobe Structures*. Los Angeles, California: The Getty Conservation Institute.
- Torrence, R., & Grattan, J. (2002). *The Archaeology of Disasters: Past and Future Trends*. Routledge, London: n R. Torrence and J. Grattan.
- Torsello, P. (2022). Tradición Constructiva y Restauración. *LOGGIA*, 9.
- Tylor, E. B. (1871). *Primitive Culture*. Londres: J. Murray.
- Valenzuela, C. (1991). *La construcción en Chile, cuatro siglos de historia*. Santiago de Chile: Cámara Chilena de la Construcción.
- Vitruvio, M., & Domingo, O. (1995). *Los Diez Libros de Arquitectura*. Madrid: Alianza.
- Wilfredo, C., & Rivero, A. (2002). *Rehabilitación: Guía de construcción parasísmica*. Villefontaine Cedex, Francia: Ediciones CRAterre.
- Zatir A., M., & Foufa A., Z. (2014). Understand Local Seismic Culture through Ancient and Traditional Building . *AENSI Journals- Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 129-135.

ANEXOS

Entrevista María Mercedes Muñiz - 31 de agosto de 2023

MM: María Mercedes

MO: Manuel Ortega

MO: ¿Cuál es su nombre?

MM: María Mercedes Muñiz.

MO: Voy a grabar ¿sí?

MM: Ah, ya ya.

MO: Ahora sí, vuélvame a contar de la vivienda.

MM: La casa era de un rico que se llamaba Rómulo Hernández. Ya muchos años, dueño de El Fundo, que está en Semita y dueño de poniente y oriente, hasta colindar con la... con Argentina.

MO: Ya.

MM: Y él, edificó esa casa y cuando hizo hacer los adobes eran... hizo pisar con mulares el barro, contaban los antiguos, y harta paja. Y después de 20 días, que estaba como chicle el barro, recién cortaban los adobes.

MO: Ohhhh

MM: Y pasó muchos terremotos, y se abrió un poquito nada más. Lo que tenía malo era la madera y el zinc era "afie-rrado", pesadísimo. Y nunca pasó nada con esa casa. Un amplio corredor y los adobes tan firmes que nunca se vieron, así como si se estuvieran desgranando sino, era un adobe como si fuera cemento.

MO: Ya

MM: Y así mostraba su, su presencia, esa casa tan linda y por un problema de una sobrina yo tuve que venderlo. Vender con dolor de mi corazón porque era una casa reliquia, una casa milenaria de años y lo único que tenía malo era la madera, pero yo le había puesto un caballete porque por el caballete se llovía y compré en Ovalle un caballete del más buena calidad y ancho y tantos metros y así me lo vendieron y lo colocaron. Y el que se subió cuando le dije le dije yo que lo viera, ¿dónde sería que se llovía? Me dijo: es el caballete. Pero (de) la casa me dijo: está firme como una casa recién hecha. Yo ahí la moví hartito, con los pies, dijo. Y firme a la casa. Qué maravilla, decía. Tenía más de 200 años, era una casa muy linda. Yo imposible hallarme acá. Tengo que vivir porque no tengo más, claro ¿a dónde me voy a cobijar y andar de arrimo? Se sufre mucho.

MO: ¿Usted recuerda qué tipo de madera usaban en las esquinas? ¿Qué tipo de madera usaban en las llaves (dispositivos)?

MM: Usaban algarrobo

MO: Ahh algarrobo

MM: Sí, algarrobo

MO: Ese pasador que tiene, como si fuera un clavo (Dispositivo DP), ¿también era algarrobo?

MM: Algarrobo, y la chambrana (dintel) también era algarrobo.

MO: La chambrana era lo que iba sobre la...

MM: Es esto, esto que va aquí, esta tablita, sí, esta costura de esto. Y era así, tan ancha ya de puro algarrobo y para... y yo guardé un palito que se cayó porque sobresalían en el corredor para afuera las vigas y tanto de firmeza. Y aquí esta, es la viga. Esta es una cosa que cuelga de la pared y aquí lleva un palito largo que caía para abajo (estaca del dispositivo DP). Y ese palito se cayó una vez y yo vine y lo guardé de reliquia. Pero con el cambio de casa, la demolición no supe de la reliquia jaja, yo lo guardaba.

MO: Entonces esa, esa llave era de Algarrobo.

MM: ¡Llave! Sí. Y en el baño quedó la llave (dispositivo DE). Así asomaba tan linda ahí. Y yo vine y le puse una de esas plásticas como enredadera, que colgara. Es muy linda la casa y yo la quise. Ahí nació yo, ahí me crié, me envejecí. Tengo 85 años cumplidos, entré a 86 el 24 de julio, pero el carné dice 24 de septiembre, no sé por qué razón así que, lo para presentarlo el dos, un mes más, no más, no dos meses, no julio, claro, julio, agosto y septiembre, ya que bueno, equivocación a veces, pero por eso, no voy a discutir nada por un mes.

MO: Esa casa era bastante alta el espacio.

MM: ¡Preciosa era! ¡Alta muy alta! Era como para hacer otro piso. Era preciosa, la he sentido mucho. Viera sus puertas, era quizás de madera de hace 200 años, no se partieron nunca.

MO: ¿Algarrobo era muy duro no?

MM: Claro, quizás sería algarrobo o quizás... decían que era una madera del sur, que había traído el rico (Hernández).

MO: ¿La trajeron hasta Tulahuén?

MM: Esa puerta, esa puerta preciosa, la de corredor, tenía una cinta así, tan ancha en el medio, ya que iba... muy, muchos recuerdos de mi casita.

MO: ¿En el adobe le ponían aparte de la paja y la tierra algo vegetal, la penca?

MM: No no, la penca se usa por acá, se usaba, que ahora no poh, ¿no?, se usaba antes para pintar. Iban a los cerros y traían tierra blanca y entonces la echaban en una gabela que se usaba esos años, como un tarro con aro, y ahí le echaban agua y le echaban penca tuna, esta tarde y mañana la usaban pintada. Quedaba como muy bonita y muy firme, penca tuna.

MO: Ahh la penca tuna era para pintar entonces.

MM: Para pintar, para pintar. El algarrobo era muy usado esos años. No había como ¿no? como ahora, que es prohibido.

MO: Claro, sí.

MM: Así que maravilloso lo que ha sido.

Entrevista Ana María Araya – Amable Tapia 12 noviembre del 2022

AA: Ana María Araya

AT: Amable Tapia

MO: Manuel Ortega

MO: ¿Cuál es su nombre, perdón?

AA: Ana María Araya.

MO: ¿Araya? Ok.

AA: Ehh yo soy la profesora en una escuela chica. Te contaba el otro día, ¿cierto?

MO: Sí, recuerdo. ¿Este tema de las pasteras era como un negocio familiar? o ¿esto era suyo? ¿de su familia?

AA: No, del papá del Benja, con él (apunta a Amable Tapia) son hermanos.

MO: Ah, es hermano de Benja (Benjamín Tapia).

AA: Hermanos, sí. Heredaron estas cosas ellos y la Valeria con nosotros. Con Valeria (esposa de Benjamín Tapia) somos primas en segundo grado, ¿ya? Entonces los hombres se casaron con mujeres de la misma familia, yo más vieja. A pesar de que la suegra no estaba muy de acuerdo [risas].

MO: Pero, ¿cuándo usted vio funcionar la pastera?

AA: Eh, antes está así estaba, porque estaba llena de pasto antes, hace unos años atrás. Bueno unos 40 años.

MO: ¿La función era de almacenaje o también entraban animales?

AA: Era para pasto.

MO: ¿Solo para pasto?

AA: No sé, mirá tendrías que preguntarle a él (señala a Amable Tapia) porque él, él yo cuando me casé ya estaba, y almacenaban. También de acogida digamos, y el caballero le hacía unos trabajos, pero.

MO: ¿Entonces, también la usaban como vivienda?

AA: Parte nomás, porque la vivienda está para allá.

MO: Ah, vale. Quería hacerle una consulta sobre la pastera, un poco de eso (señala el dispositivo DP) ¿Qué maderas son?

AT: Álamo. Se cambio porque una vez, en el año 65 debe haber sido, se lo llevo el viento y ahora está a punto. Entonces cambiaron la madera.

AA: Pero estas vigas no son Álamo.

AT: No, Álamo son.

MO: ¿Qué uso tenía esta pastera?

AT: Yo no me acuerdo, pero siempre vi pasto, pasto, pasto. Entonces, había carretas tirando por bueyes y las traían. Las ponían aquí, tiradas en el piso con una horquilla. Ya, después había otros adentro arreglando y en invierno esto era un corral. Pasa esa pirca nomas. Y llegaba hasta el final acá. Ahora hay casas adentro. Aquí un corral que había 300 vacas, lleno de vacas y aquí se forrajeaban. Aquí se sacaba el paso por ahí (señala un vano en el muro lateral) y el pasto aquí.

MO: (Señalando los dispositivos DP) Yo pensé que esa maderera era algarrobo.

AT: No, salvo lo que pueda ser, las cuñas esas (estacas del dispositivo DP), vea que cruza por ahí, esas deben ser.

MO: Ah vale!

AT: Atraviesan para abajo y acá para este lado está partido. Por dentro se ve, hubo un viento muy grande hace pocos días y anduvo desclavándose allá arriba. Pero esto es lo más viejo con la casa de la señora, ya que esta señora de edad. Y allá ve la esquina a las dos esquinas, están partidas adentro, entonces hay que poner una malla igual que aquí. Aquí también la reforzamos, claro, la malla para allá no vaya para acá y se cruce un fierro.

AA: Y hay aparte de esta pastore hay otra vieja la que está allá nomas (señalando la vía principal). Yo no he visto más.

AT: En El Llano también es vieja.

MO: Acá hay otra pastera ¿no? Frente a la escuela que era de los Campusano.

AT: Sí de los Campusano, sí.

MO: ¿Cuántas pasteras, mas o menos, habrá en Tulahuén, ¿estas dos nomás?

AT: No, hay más. Allá abajo hay otra (señala la continuación de la vía) y aquí arriba hay otra (señala la vía alterna del camino).

AA: En la casa de tu hermano también poh ¿no?

AT: ¿Quiere ver las otras pasteras?

MO: Sí por favor.

AT: Vamos a ver alguna por ahí.

AA: Anda tú yo no.

(Conversación en la camioneta recorriendo el pueblo)

MO: ¿Entonces la pastera tenía balcón? La de los Campusano.

AT: Claro tenía un balcón de aquí pa acá.

AT: ¿Antes tenía un balcón no es cierto? (le pregunta a un vecino cercano) que andaba techado. Es que acá andan viendo casas antiguas.

Vecino: Sí poh

MO: ¿Siempre viene el corral al lado de la pastera no?

AT: Claro, ese era el corral. La casa de allá, (señala una al lado) esa antigua le pusieron barro. Mira ahí tiene esas...
¿Cómo le llamas tú?

MO: Llaves (dispositivos)

AT: Las llaves afuera, ¿viste?

MO: Sí.

AT: Y esta de aquí.

MO: La restauraron un poco.

AT: Ahí tiene en la esquina también (observando el dispositivo DC)

MO: ¿Esto de que las hagan de dos pisos, era por un tema de vigilar el corral posterior?

AT: Sí, pero me parece que de esta la hicieron después, porque no había ese segundo piso (señala una vivienda pasando el pasaje Cisterna).

MO: Ya.

AT: Muchas viviendas son de adobe, pero las modificaron.
¡Mira esa puerta es de algarrobo!

MO: ¿La de esta casa?

AT: Sí sí.

Entrevista Daniel Valenzuela - 30 de marzo del 2023

DV: Daniel Valenzuela

MO: Manuel Ortega

MO: ¿Cuál es su nombre completo?

DV: Daniel Valenzuela Vázquez

MO: ¿Cuántos años está viviendo acá?

DV: Aquí en el sector. Voy a cumplir 60.

MO: ¿A qué se dedica?

DV: Profesor, toda mi vida a enseñar.

MO: ¿Salió de Monte Patria o solo?

DV: No, no. Trabajé cuatro años en el interior y 39... 43 años de servicio y no he salido nunca de por aquí.

MO: Bastante.

DV: Es que formé mi familia y todo.

MO: Esto lo voy a colocar acá. Es para el registro. ¿Cuántos años tiene esta casa?

DV: Por lo que me han dicho a mí cuando se construyó. Un amigo mío que ya falleció, dice que tenía como cinco años y ya estaba construida y él murió como de 85, así que yo calculo 90 años.

MO: ¿A qué se dedicaba su familia?

DV: Mire, yo la compré por esta casa. La compré el 2005. Yo vivía acá el año 69, después me cambié y después volví a vivir por acá. Pero soy propietario y el dueño de esta casa, Bueno, la dueña falleció y el hijo vendió la casa acá. Porque yo soy originario de Santiago. Llegué a trabajar acá. Así que vamos andando por ahí. Compramos esta casa.

MO: ¿Qué es lo que me quería comentar de las casas en general?

DV: El comentario que quería hacer yo, es la reposición que hicieron de casas para abajo, unas casas del mismo color de este y le hicieron lo mismo. Parece contratista, no sé qué le hicieron una ventanita como la mitad de eso. No sé si se ha dado cuenta.

MO: Si la hicieron, la redujeron.

DV: A la mitad, o sea, y así. O sea, bueno, zona alta, un poquito alta, pero. Y lo peor de todo es que no tienen.

MO: ¿Ventanas?

DV: No, nada, sino que arriba una ventanilla así, tipo no sé, tipo sala de escuela o bus. Si eso. No sé si se han dado cuenta algunas casas para abajo.

MO: Sí bueno, de la plaza un poco más allá.

DV: Y en Carén igual. Las de acá son rojas. Carén son verdes, me parece. Entonces. Y consultándolo con las personas que construyeron los planos en arcilla. Hicimos así. Dicen que construyeron porque se conserva el estilo de acá, pero el estilo es este, el de la casa de dos ventanas por lo menos. La puerta de casa con dos manos, cierto, puertas de dos manos y ventana igual y la mayoría con estos postigos.

MO: ¿Por qué tenían esos barrotes, sabe?

DV: Bueno, más que nada porque también ha habido robos antes. Puede haber sido posible. Pero todas las casas son con barrotes. Si usted ha visto la casa que está poco más acá de donde está, A ver, después de la plaza, una casa que hay en una vereda así, alta. Esas son tan altas que le hicieron un segundo piso y el estilo del mismo. Ventanas altas, anchas con barrotes y el ancho de la pared. ¿Usted se da cuenta cómo es? Ese es el ancho del adobe. Como 50, 50, 60. Y todas las casas que usted ve. Esa grandota. Hay una muy antigua que debe tener como 100. 200 años, creo. No, no tanto, 150 de la familia. Nadie la ha visto. Usted nunca tiene un corredor grande. Abajo, más abajo, en la plaza, antes de llegar al callejón que va. Cisterna. Sí. Hay un corredor con una baranda larga de madera. A esas esas casas las han restaurado.

MO: Celeste, que tiene celeste. ¿Verdad? Con una baranda y una tienda por ahí.

DV: Claro. Justo hay un almacén chiquitito ahí. Sí, se llama 007.

MO: Exacto.

DV: Sí, esa. Debe tener 150 eso.

MO: Sí

DV: Esa es la famosa casa de la nariz y en la esquinita, el rascacielos que la llaman. ¿Usted lo ha visto? Si es que no, ojalá lo arreglen y nunca lo demuelan eso.

MO: Creo que con el nuevo Plan regulador ya le hicieron su declaratoria de Inmueble de Conservación Histórica.

DV: Excelente.

MO: Pero bueno, ahora falta la inversión, claro.

DV: Ah, claro, necesita alguien que ponga las lucas, sí.

MO: Esa tipología que me ha hablado del 007 de esa casa la he visto también como que por este lado. No sé si era más al fondo.

DV: ¿Arriba?

MO: Arriba, claro.

DV: Frente a la cancha. Esa canchita de fútbol. ¿De básquet?

MO: Sí.

DV: Sí. ¿Una casa roja? Sí, esa es de Guzmán. Son parientes del que me vendió esta casa.

MO: Como que hicieron como una baranda.

DV: Tiene Claro. Tienen una baranda de madera con pilares así de madera y una puertecita chica para ingresar al corredorcito que hay afuera.

MO: Al parecer es el mismo...

DV: El mismo tipo. Claro, eso es típico de acá.

MO: He visto que tienen como esa parte de vivienda baranda, baranda de madera. Es un pasillo central y al lado de una pastera.

DV: Claro, todas, casi todas, tenían exactamente lo mismo. Y que casi todas las casas tenían un corral para sus caballos burros, porque es el medio de transporte.

MO: Que criaban acá.

DV: Bueno, la gente más pudiente, vacas, vacas y ovejas. Y lo más pobres, cabras. Bueno, no tan pobre tampoco, porque

algunos tenían 1000, 2000 mil cabras, así que tenía buena situación.

MO: Pero hay mucha pendiente acá porque estamos en un valle entre dos cerros.

DV: Si es demasiado angosto, aquí está el cerro y el si el otro está aquí al lado.

MO: ¿Las familias que se dedicaban como que a los animales igual trabajaban con viñedos?

DV: Si lo que más. Lo que más había en viñas. Árboles. Duraznos. Granadas.

MO: ¿Duraznos?

DV: Claro, porque hace mucho huesillo. El durazno seco. ¿Cierto? Eso mucho. Se vendía mucho para abajo.

MO: Ya.

DV: Es que la zona no era, digamos, de riego exclusivamente. Cuando sembraban harto trigo es cuando hay harta lluvia y podían esperar que la lluvia ayudara a regar. Claro, de lo contrario no se arriesgaban a sembrar y perder las cosechas. Así que el año no iba a ser muy muy lluvioso. Un año bueno que le llaman.

MO: Vale, le quería preguntar: ¿La casa que está al lado de Benjamín para acá? ¿Esa de color rojo con amarillo?

DV: Sí, ese grandote. Eran dos casas en una y la juntaron. Ya la persona que compró ahí, que es mi cuñado, compró esa casa también. El mismo estilo. ¿Se dio cuenta? Ventana grande, paredes anchas, puertas de dos manos.

MO: El valor que tienen estas casas. Como que lo que hay que conservar, más que nada.

DV: Claro. Está, se partió con el terremoto de 2015. Ya se partió bastante y después hicieron una ayuda de parte del del Ministerio de Vivienda y la repararon, pusieron malla de fierro.

MO: Y sobre eso (señala el muro), claro.

DV: Si es porque es firme.

MO: Don Daniel está casa tenía esas llaves de madera, esas que atraviesan el muro y tiene como dos trabas (Dispositivo DP).

DV: No estoy seguro, pero puede haber sido. Mmm ¿dónde se nota más esto?

MO: ¿En las pasteras?

DV: Si las pasteras son esa la viga grande que pasa por los lados con un pasador de madera.

MO: ¿Ese ese detallito tiene algún nombre así? ¿O la gente lo reconocía por algún nombre?

DV: Mire, tendría que preguntarle a alguno más antiguo que sea autóctono de acá, porque yo, como le digo, yo llegué, el año 65 ya.

MO: Igual es bastante.

DV: Y un detalle, hace un tiempo atrás vinieron unos arquitectos que andaban haciendo estudio y me mostraron una foto o un dibujo de un, de un templo que había, un señor acá. ¡Larraín! ¿Le suena Sergio Larraín?, que era fotógrafo, el fotógrafo más conocido de Chile y uno de los mejores de América o del mundo hoy día que era vecino de nosotros. Pasaba todos los días porque así conversaba mucho y él quería ser como un templo, para albergar todas las religiones. La idea de él era meter un poco de sus creencias, cristianismo, budismo, islamismo, hinduismo, todo eso. Y practicaba bastante de todas esas cosas. Un poco, entonces vinieron estos arquitectos que mostraron. Dijo: este templo lo había diseñado Sergio Larraín pensando que alguna vez podría hacerse, porque la idea siempre ha sido unir las religiones una cosa así. Pero pues murió el caballero. Y cuando anduvieron por el callejón no ubicaba la cisterna para el otro lado. Si bajó para ver si ha visto una especie de casa tipo modernista que hay para ese lado que parece un hotel. Si ellos dijeron esa sí que es un desastre arquitectónico, dijeron, porque esa

construcción no tiene nada que ver con el entorno, con el lugar acá.

MO: Sí, eso es cierto, tiene que armonizar.

DV: No sé, Un lugar mediterráneo. No sé. Una cosa así rompe totalmente. Sí, eso dijeron. Eso ¿no?, no me gustó que comentaban entre ellos. Yo no entiendo mucho, pero mirándolo, dije yo: Tiene razón, porque es como que estuviera en otro ubicado en otros lugares.

MO: Como que perjudica, porque lo atractivo justamente de llegar a un área rural es su autenticidad y claro.

DV: Que no rompa ese.

MO: Esquema.

DV: Esquema claro.

MO: De vivienda tradicional que es bien bonito por acá. Claro, y eso es lo atrayente para el extranjero.

DV: Yo creo, yo creo que sí.

MO: El sitio que está un poquito más acá donde hay hartas varas de madera.

DV: Ah sí que Benjamín, eso. Me parece. O lo vendería, no sé, pero eso era de los Tapia. Ya no sé si es amable. Parece que sí.

MO: ¿Y Amable sigue manejando su pastera?

DV: Si es mi vecino acá. Si, de hecho, parece que un pedacito de la pastera le hizo casa para arrendar, porque he visto una señorita.

MO: ¿Y usted recuerda que animales tenían los tapia?

DV: Vacas, muchas vacas. Sí, porque yo vivía ahí, al lado del pueblo, después del corral de Don Amable. La casita que sigue, casi llegando al final de la plaza, pero por el frente. Ahí viví yo tres o cuatro años. Y no se sentía, no se podía estar tranquilo. El olor, ahí están todas las vacas y el corral. Pues muchas vacas.

MO: Sí, porque he visto que ahí adentro del Benja tiene bodegas, tiene pasteras grandes todavía y toda su vivienda, todo eso es bien grande.

DV: Sí, es grande eso.

MO: Y de los Campusano. Creo que me dijeron.

DV: Sí, sí, es la grande, la que sigue. Ya la roja con blanco. Ya ese bueno, ese era el más rico de todos acá. Campusano, Campusano, psicológico era. Y bueno, él murió y los hijos heredaron todo acá. Usted ubica por ahí por donde está la medialuna, por allá.

MO: Sí

DV: Todo eso es de los Campusano, todo eso, todo. Y han ido vendiendo viña y tienen hasta para la cordillera, la cordillera entera frente a la escuela.

MO: ¿Creo que tiene una pastera, ¿no?

DV: Todo eso, hay una pastera allí también. Y todo eso. Esa piña que hay arriba de los campus son.

MO: Siguen viviendo sus hijos. ¿Qué pasó?

DV: Han muerto casi todos los hijos de don Liberato, quedando dos hijos, dos mujeres, tres. Dos mujeres y un hombre. Y ellos manejan la casita.

MO: Esta casa es muy linda. Me ha gustado muchísimo.

DV: Si siempre, ¿quieres mirar un poquito para dentro?

MO: Sí, claro.