

Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Arquitectura
Casa Central - Valparaíso



SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE MADERA EN VIVIENDAS DE PLAYA ANCHA DE PRINCIPIOS DE SIGLO XX

Daniela Paz Gil Brignardello

Memoria para optar al título de Arquitecto

Profesor Referente: Sandro Maino Ansaldo

Material de referencia, su uso no involucra responsabilidad del autor o de la Institución

Valparaíso, Marzo 2017

Agradecimientos

A mis padres y familia por brindarme las herramientas que me permitieron ser quien soy y desenvolverme en cada uno de los escenarios de la vida. Por el apoyo y contención que me han dado siempre.

A mis amigos, porque tuve la fortuna de encontrarme con personas de buenas intenciones en quienes he podido depositar toda mi confianza y que siempre han estado dispuestos a ayudarme. A Sayen, Carlos y Eduardo por haberme acompañado en mis visitas a terreno.

Al profesor Sandro Maino, que con sabiduría y compromiso me ha guiado en cada etapa de este proceso. Le agradezco profundamente su confianza y el haberme hecho sentir parte de un equipo.

A los profesores Pablo Sills y Nina Hormazábal que, pese a no formar parte de esta investigación, han sido personas muy importantes en mi paso por la Universidad.

A todas las instituciones que aportaron de alguna forma a esta investigación: El Fondo Myriam Waisberg, perteneciente al Archivo de Historia de la arquitectura de Valparaíso de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Valparaíso; El Centro Interdisciplinario de Neurociencia de Valparaíso; El Departamento de Meteorología de la Universidad de Valparaíso; la Biblioteca Santiago Severín; El Archivo Histórico y Dirección de Obras Municipales de las Municipalidades de Valparaíso y Viña del mar.

...Dedicado a mi abuela Ángela

Resumen

La presente tesis es una continuación y profundización acerca de las estructuras de madera en viviendas inscritas en el sector de Playa Ancha y construidas en el período de principios del siglo XX con interés en sus orígenes y sistemas constructivos. El punto de partida es la investigación publicada por la arquitecta Myriam Waisberg en el año 1988 titulada “La vivienda de finales de siglo XIX. Casas de Playa Ancha”, donde las viviendas analizadas tienen arquitecto y año de construcción conocido.

Producto del auge en la economía del puerto, el movimiento migratorio de familias provenientes del sector rural hacia la ciudad, la llegada de inmigrantes y el terremoto en Valparaíso registrado en el año 1906, ocurre un proceso de urbanización hacia los cerros de la ciudad, donde para el caso de los terrenos de Playa Ancha familias encargan a arquitectos de renombre el diseño de casonas de gran riqueza arquitectónica y técnica. En las viviendas construidas en madera se aprecian claras influencias extranjeras en su expresión estética como consecuencia del posicionamiento de la ciudad como el puerto más importante en el Pacífico Sur. Estas similitudes arquitectónicas ya han sido estudiadas, sin embargo las adaptaciones a las estructuras de madera respecto de sus modelos originales extranjeros aún no han sido debidamente exploradas.

La motivación de esta investigación es ampliar y contribuir a los archivos e información de carácter técnico constructivo, poner en valor casos arquitectónicos de la época de la escala de vivienda y destacar la utilización de la madera como material estructural.

La tesis se inscribe en la investigación del proyecto FONDEF IDeA [D14]10378 “Reproducción Robotizada de elementos estructurales y ornamentos de geometría compleja para la restauración del patrimonio arquitectónico chileno en madera” bajo la dirección del profesor Luis Felipe González, académico del Departamento de Arquitectura de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Abstract

This thesis is a continuation and deepening about wooden structures in domestic buildings constructed in the early XX century in Playa Ancha hill, focused on their origins and constructive systems. The starting point of this research is the investigation published by the architect Myriam Waisberg in 1988 titled "La vivienda de finales de siglo XIX. Casas de Playa Ancha", in which the analyzed houses have recorded data of their architect and year of construction.

Because of the heyday in the port's economy, the migratory movement of families from the countryside to the city, the arrival of immigrants, and Valparaíso's 1906 earthquake, an urbanistic process of expansion to the hills began, in which, in the case of Playa Ancha's lands, the designing of houses of great architectural and technical affluence were commissioned to prestigious architects. In the wooden houses, foreign influences in their aesthetic aspects can be seen, due to the position of the city as the most important port in the South Pacific. Those architectural similarities have already been studied, but the adjustments in the structures from their original foreign models have not been properly examined.

The motivation behind this investigation is to expand and contribute to the archives, and to technical-constructive information, to give value to domestic architecture of that time, and to highlight the use of wood as a structural material.

The thesis is part of the investigation of FONDEF IDeA project [D14] 10378 "Reproducción Robotizada de elementos estructurales y ornamentos de geometría compleja para la restauración del patrimonio arquitectónico chileno en madera" directed by professor Luis Felipe González, academic of the architectural department of Universidad Técnica Federico Santa María

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Índice	8
Introducción	13
Hipótesis	14
Objetivos	15
Objetivos generales	15
Objetivos específicos	15
Metodología	16
Análisis histórico	16
Estudio de casos	17
1. Descripción Histórica	17
2. Análisis Configuracional	17
3. Análisis constructivo global	18
Criterios de selección de los casos	18
Método de levantamiento de uniones carpinteras	19
Análisis comparado	20
Capítulo I Terminología y glosario	23
Componentes de un tabique	24
Componentes de Armadura de techumbre	26
Definiciones para encuentros de componentes	30

Capítulo II Valparaíso, de puerto a ciudad cosmopolita.....	35
Terremoto de 1906	36
El sistema Cottancin.....	40
La respuesta ante la destrucción de la ciudad de Valparaíso	41
La ocupación del cerro Playa Ancha post terremoto	43
Capítulo III Sistemas constructivos de madera	49
Los entramados pesados	50
Entramado de madera <i>Timber Frame</i>	50
Entramado alemán <i>Fachwerkbau</i>	52
Los entramados livianos	54
Sistema de Armazón arriostrado <i>Braced Frame</i>	54
Sistema de Armazón Ligero <i>Balloon Frame</i>	55
Sistema de Plataformas <i>Platform Frame</i>	58
Capítulo IV Uniones tradicionales en madera	63
Herramientas para la fabricación de uniones tradicionales	67
Chile, la adopción de las prácticas tradicionales	70
Capítulo V Sistemas productivos de madera	73
La madera labrada	73
La madera aserrada	74
Valparaíso y la industria maderera	75
Capítulo VI Estudio de casos	81
1. Playa ancha #581	82
Descripción histórica	82
Registro Fotográfico	84
Análisis configuracional.....	88
Análisis constructivo	93

2. Pasaje Harrington #269	104
Descripción Histórica.....	104
Registro fotográfico.....	106
Análisis configuracional.....	108
Análisis constructivo	108
3. Santa María #251-253	120
Descripción histórica	120
Registro fotográfico.....	124
Análisis configuracional.....	126
Análisis constructivo	134
Capítulo VII Análisis comparado.....	145
Conclusiones.....	150
Trabajos futuros.....	153
ANEXOS.....	155
Bibliografía	167



Detalle entrepiso, vivienda Playa Ancha #581
Fuente: Colección fotográfica del Autor.

Introducción

El tema de estudio de ésta tesis son los sistemas constructivos de madera en viviendas de Playa Ancha construidas durante el período de principios de siglo XX a partir de una aproximación técnica complementada con el análisis de las modificaciones de los sistemas adoptados desde la realidad extranjera al contexto local.

La ciudad de Valparaíso es nombrada Patrimonio de la Humanidad en el año 2003 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) afirmando que *“Valparaíso es un testimonio único de los inicios de la globalización a finales del siglo XIX, cuando se convirtió en el puerto principal de las costas del Pacífico Sur de América”*. Las riquezas de la ciudad se relacionan estrechamente con su arquitectura, influenciada por inmigrantes que llegaron al puerto en su época de esplendor y cuya cultura constructiva fue contextualizada a la particular geografía.

En la actualidad existen estudios sobre las características arquitectónicas de las construcciones de Valparaíso desde una perspectiva estética e histórica, sin embargo el análisis técnico y constructivo de sus estructuras ha quedado en un segundo plano al no ser una temática recurrentemente explorada.

Luego de una sucesión de tesis de titulación relacionadas con la temática de historia de la construcción al interior del Departamento de Arquitectura, la presente investigación tiene la motivación de aportar en materia técnica a los registros de la ciudad de Valparaíso destacando la importancia de la arquitectura y sistemas constructivos de madera en viviendas, teniendo como punto de partida la publicación titulada *“La vivienda de fines de siglo XIX, Casas de Playa Ancha”* de autoría de la arquitecta Myriam Waisberg (1988). El libro corresponde a una muestra de casos de tipologías de vivienda desarrolladas a fines del siglo XIX y principios del siglo XX que ilustran el quehacer arquitectónico de aquella época en Playa Ancha, realizando un recorrido histórico desde la gestación del desarrollo urbano en el cerro hasta la historia particular de cada una de los casos dándole valoración a estas casas que forman parte importante de la cultura de la madera en Valparaíso.

Hipótesis

Los sistemas constructivos de madera armada utilizados en las viviendas del cerro de Playa Ancha a principios de siglo XX corresponden a una repetición y adaptación de sus modelos originales extranjeros, provenientes principalmente de Europa y Norteamérica.

Las variaciones al modelo original son consecuencia de una preocupación y sensibilidad a eventos de carácter sísmico, sucedidos a lo largo de la historia del país y la ciudad, que se traducen en la aparición de distintas estrategias constructivas que permiten mitigar los efectos de eventos de esas características.

Las soluciones para entramados verticales son similares mientras que para las armaduras de techumbre la variación y complejidad de la estructura se relaciona principalmente con las influencias extranjeras en materia de forma y estética.

Los procesos de armado de las estructuras tienen un carácter artesanal privilegiando los trabajos en obra versus el trabajo en taller, teniendo como único proceso fuera de la faena el dimensionado de las piezas, referido a su escuadría.

Objetivos

Objetivos generales

Caracterizar origen y resultados de los sistemas constructivos utilizados en las viviendas del cerro de Playa Ancha construidas durante el período de principios del siglo XX.

Objetivos específicos

Identificar y comparar similitudes y diferencias entre los sistemas constructivos de las casas de Playa Ancha y los expuestos en Tratados y manuales de carpintería de la época.

Asociar las adaptaciones de los sistemas constructivos extranjeros al contexto local.

Analizar las configuraciones de componentes como métodos de rigidización de las estructuras de madera de entramados y armaduras de techumbre.

Caracterizar las uniones carpinteras presentes en los casos.

Metodología

Análisis histórico

Las temáticas generales que articulan este análisis son: los sistemas constructivos de entramados de madera, el terremoto de Valparaíso del año 1906, la ocupación del cerro Playa ancha post-terremoto y el desarrollo de la arquitectura de vivienda en madera. Estas son las directrices de la búsqueda de antecedentes para el estudio de las particularidades de los sistemas implementados en los ejemplares inscritos en el área de estudio.

Se privilegian las visitas en terreno como primera capa de información y a partir de ellas se extraen las materias a estudiar, invirtiendo de esta forma el orden cronológico de la investigación. La información acerca de dichas materias no tiene restricciones en su carácter, por lo que se acogen registros tanto gráficos como escritos.

La información se recopila mediante fuentes primarias y secundarias en materia de materiales, técnica y sistemas constructivos, además de historia universal y local pertinente a la investigación. Corresponde a una base de conocimiento para la revisión crítica de los casos de estudio, cuya búsqueda de información en las fuentes se fundamenta en el Artículo 11 de la Ley para la Transformación de la ciudad de Valparaíso del año 1876¹, que manifiesta la obligación de presentar planos o especificaciones técnicas para todo tipo de construcción, pública o particular, para su aprobación.

Entre las fuentes consultadas se destacan el Archivo de Historia de la Arquitectura de Valparaíso, específicamente el Fondo Myriam Waisberg, perteneciente a la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Valparaíso; los Archivos Históricos de la Municipalidad de Valparaíso y Viña del Mar, la Dirección de Obras Municipales de Valparaíso y la Hemeroteca de la Biblioteca Santiago Severín. De la misma manera se revisan tratados y/o manuales de carpintería y publicaciones de prensa local de la época, como los diarios de “El Mercurio de Valparaíso” y la Revista Sucesos.

1. LEY S/N, 11-DIC-1876.

Transformación de la ciudad de Valparaíso.-

Art. 11. Para la formación de nuevos barrios, poblaciones, construcciones de edificios destinados al público, conventillos i fábricas de toda especie, se presentarán a la Municipalidad, para los efectos de la seguridad e higiene, los planos o especificaciones necesarias para recabar su aprobación, sin cuyo requisito no podrán llevarse a efecto.

Disponible en: http://www.leychile.cl/Consulta/m/norma_plana?idNorma=1053537&org=bleyes_r%3Ft_n%3DXX1%26nro_ley%3D%26orga%3D%26f_pu%3D1876

Estudio de casos

El método de estudio de casos tiene como primera decisión la definición del caso como base y soporte de la información; es a partir de los hallazgos en las estructuras que se definen las temáticas a investigar. Con la recopilación de antecedentes, medición y registro fotográfico de los sistemas constructivos de la vivienda – para entramados y techumbre –, el estudio de casos se divide en tres subtemas²:

1. Descripción Histórica

Sección donde se informa el año de construcción, arquitecto y propietario inicial de las viviendas. Corresponde a una breve historia de su construcción, la información planimétrica disponible y especificaciones técnicas. Si es pertinente en el caso, este apartado puede contar también con información del arquitecto, como sus estudios y principales obras³.

Incluye la comparación de las viviendas en estudio con tratados y manuales de carpintería de la época a partir de similitudes formales de los casos locales con el objeto de determinar similitudes entre las soluciones tradicionales y cuáles son las adaptaciones y modificaciones de la arquitectura y los sistemas constructivos en un contexto diferente.

2. Análisis Configuracional

El terremoto del año 1906 en Valparaíso cambia el panorama arquitectónico de la época pasando de sistemas constructivos de masa a estructuras más livianas y flexibles. El análisis configuracional pretende indicar y relacionar aquellos elementos de las estructuras que, teniendo los eventos sísmicos como antecedente, se disponen para mitigar posibles daños ofreciendo mayor estabilidad y resistencia a las armaduras de madera.

El análisis configuracional de apoya en el texto *Building Configuration and Seismic Design* donde se afirma que es posible conocer el comportamiento de las estructuras a partir de la configuración de sus componentes, para fines de la simplificación de su estudio.

2. El estudio de los ejemplares contruidos en los terrenos del cerro de Playa Ancha tiene interés en los elementos estructurales de los sistemas constructivos en madera armada y no en los elementos decorativos que estas pudieran poseer, dejando esa temática como materia para nuevas investigaciones.

3. La búsqueda de casos en su primera fase tuvo foco en las viviendas citadas en la publicación de Waisberg (1988) por contar con arquitectos y años de construcción conocidos. Sin embargo, con el avance de la investigación este criterio se volvió más flexible admitiendo el estudio de viviendas que no contaran con esos datos.

3. Análisis constructivo global

Se presentan las estructuras – o secciones de ellas, teniendo en cuenta el factor de accesibilidad – con sus dimensiones de forma separada para analizarlas desde un punto de vista general y posteriormente llevar el estudio hacia el detalle de unión entre los componentes, identificando la naturaleza de las uniones (mecánicas o carpinteras) y el tipo de unión (ensamble, empalme, acoplamiento).

El estudio de las armaduras de techumbre fue realizado desde el interior de la vivienda, tomando ventaja del uso de estos espacios como sectores de almacenamiento. No se realizaron estudios sobre los elementos de ornamentación de estas estructuras debido a las dimensiones de las viviendas y cuyo estudio exterior requiere de mayor equipamiento para la seguridad y alcance.

Criterios de selección de los casos

- Ubicación en el Cerro de Playa Ancha
- Construcciones que cuenten con la accesibilidad necesaria para su estudio.
- Soluciones constructivas de madera en entramados y armaduras de techumbre.
- Año de construcción inscrito dentro del periodo de principios del siglo XX.
- Construcciones que cuenten con espacios sin intervenir.

Los criterios de selección no tienen la pretensión de limitar ni hacer el estudio menos flexible, sino de darle dirección a la investigación que tiene un carácter exploratorio en su primera fase.

Resulta interesante mencionar la complejidad que significó a la investigación el estudio de los ejemplares debido a su carácter privado y particular. Durante el período de búsqueda de casos es donde se reconoce el factor de accesibilidad, relacionado estrechamente con el trato con los propietarios de los inmuebles, como el más importante y determinante de los previamente mencionados. Afortunadamente, por la escala y riqueza de las construcciones domésticas en el cerro de Playa Ancha, muchas de ellas han modificado sus usos a oficinas o dependencias de Universidades, facilitando los acuerdos entre los encargados para el acceso y análisis de las construcciones.

Método de levantamiento de uniones carpinteras

La caracterización de las uniones presentes en los casos de estudio involucra tanto el reconocimiento en terreno como información teórica previa. “Tratado práctico de carpintería” y “Apuntes de construcción II-III. II Estructuras de madera” son los libros técnicos utilizados para armar una primera aproximación hacia las estructuras de madera. Así mismo, el glosario elaborado por Nicole Eugenio en su tesis de pregrado “Sistema Constructivo en Madera en Armaduras de Techumbre, Construcciones de Valparaíso de fines de siglo XIX y principios del XX” y el análisis comparativo de sistemas constructivos de Ma. Belén Jiménez en su tesis de pregrado representan también un aporte en materia de teoría. La terminología utilizada en la investigación tendrá como fuente los libros mencionados.

En terreno, el levantamiento tendrá un primer acercamiento general, enfocado a la medición de la mayor cantidad de superficie posible, identificando los elementos que componen las estructuras y sus relaciones, para luego pasar al estudio de detalle de encuentro de estos componentes, caracterizando las uniones presentes. Luego de una primera aproximación hacia el nodo de unión, se verifican los siguientes pasos antes de elaborar la hipótesis sobre una unión oculta:

a. Sección de los componentes

La elaboración de una unión carpintera supone la reducción de la sección de la pieza y su resistencia. Esta afirmación resulta determinante a la hora de formular una hipótesis respecto de una unión oculta de manera que si los rebajes fuesen de dimensiones muy grandes respecto de la pieza bruta o muchos en cantidad, la pieza fallaría por corte.

b. Ángulos de los componentes

De ser pertinente, se evalúa el ángulo en el que las piezas se unen para la posterior suposición de la reducción de la sección de los componentes, si es en ambos o solo uno el que recibe tratamiento para su unión.

c. Dirección de las fibras

revisar este factor de la madera es relevante para evaluar la factibilidad de algunos ensambles tales como la caja y espiga o los ensambles de espera. Toda operación debe comenzar estar realizando el primer corte de forma transversal a la dirección de las fibras para contrarrestar la tendencia a la rotura de la pieza.

d. Continuidad de la pieza luego de un corte aparente

Verificable al introducir elementos por alguna ranura resultante de la unión, el objetivo es determinar si las piezas de madera están simplemente apoyadas o unidos mediante algún ensamble oculto.

e. Observación de piezas extraídas del caso.

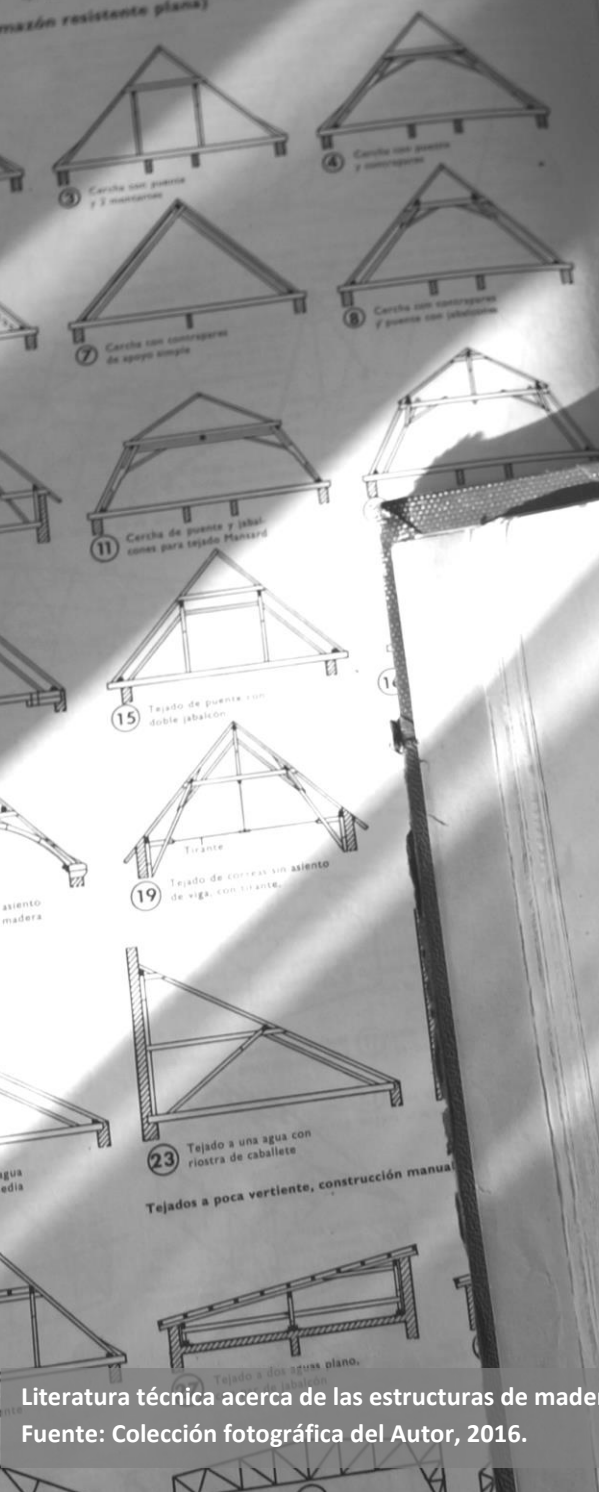
En caso de restauración u obras de reconstrucción en las viviendas, resulta efectivo buscar operaciones, cortes o rebajes en las piezas encontradas en la faena por efectos de su reemplazo.

Análisis comparado

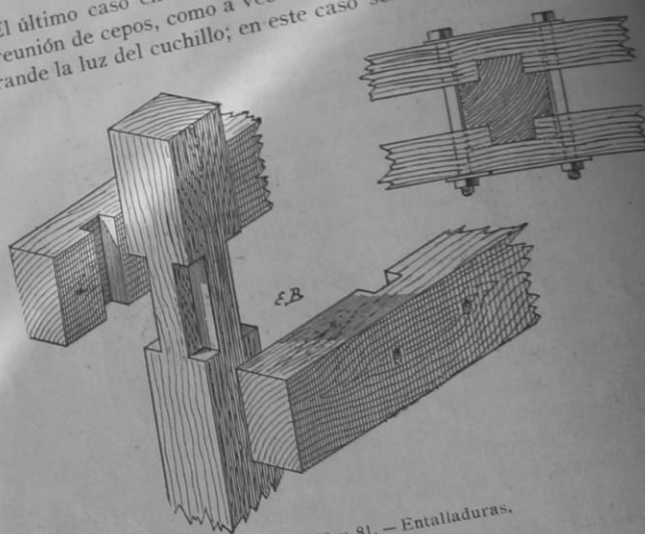
Una vez expuesta la información de cada ejemplar se realiza un análisis comparativo con objeto de poner en paralelo similitudes y diferencias entre los inmuebles estudiados para determinar si existe o no homogeneidad en las soluciones constructivas, contrastar las estrategias de rigidización de las estructuras y por último, reconocer si la utilización de ciertas uniones entre componentes fue popular en la época.

En consecuencia a los distintos grados de accesibilidad de los casos estudiados, se volvió necesaria la distinción entre las estructuras de tabiques y techumbre de las viviendas para facilitar la comparación.

A raíz de las diferencias de dimensión de los casos, el análisis busca poner en paralelo aspectos verificables en cada una de las viviendas para establecer los parámetros de comparación. Los ítems a comparar son: las plantas esquemáticas de cada vivienda, los perfiles de planta, los sistemas constructivos utilizados (para fundaciones, solución de tabiques y armaduras de techumbre –), la existencia de estrategias de rigidización, tipos de uniones identificadas y finalmente el desglose de uniones carpinteras señalando los componentes involucrados.



24- ENSAMBLADURAS
El último caso encuentra principalmente su empleo cuando hay una reunión de cepos, como a veces ocurre sobre un pendolón cuando es grande la luz del cuchillo; en este caso sería preciso establecer el



Figs. 80 y 81. - Entalladuras.

número de pernos y su fuerza en relación con la tracción ejercida y rellenar el intervalo entre los cepos con el fin de evitar su curvatura bajo la acción de los pernos.

Ensamblaje de piezas oblicuas.—El caso más sencillo es el de un cabio que apoya sobre una correa.
Se puede simplemente escoplear la correa según la pendiente del tejado (fig. 82) y fijar el cabio por medio de un ejión. O también, esco-

pleado, y el último vis
todo descenso.
Por último, se
del género de las q

más trabajo
mejor result

Ensam
está some
mida, pod
tope y en
debilita

Capítulo I

Terminología y Glosario

Para comenzar el estudio se vuelve necesario otorgar una primera aproximación acerca de sistemas constructivos de madera, entramados verticales y horizontales, para facilitar la comprensión de las materias expuestas en el análisis de viviendas.

La terminología utilizada tiene como fuente los textos “Tratado práctico de carpintería” de E. Barberot y “*Apuntes de construcción II-III. II Estructuras de madera*” de Pascual Urbán Broton; el primero por su mejor aproximación a la época en estudio y el segundo por la presentación y el catalogación de las distintas uniones carpinteras, pasando desde la unión primitiva hasta ejemplificar sus posibles variaciones.

El glosario a continuación nombra y define la función de los elementos presentes en las estructuras de madera en viviendas y declara el vocabulario técnico que será utilizado a lo largo de la investigación. Este glosario se conforma a partir de la selección de componentes pertinentes utilizando como referencia los trabajos realizados por Nicole Eujenio, en su tesis de pregrado titulada “Sistemas Constructivos de madera en Armaduras de Techumbre” y la tesis “Los Entramados Tradicionales de Madera en los Cerros Alegre y Concepción: Caracterización histórica y técnica de las viviendas a finales del siglo XIX y comienzos del XX” de María Belén Jiménez, ambos trabajos pertenecientes al Departamento de Arquitectura de la Universidad Técnica Federico Santa María.

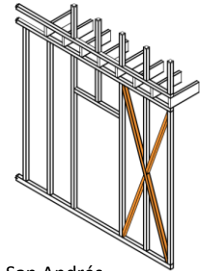
Para fines de ordenamiento el glosario a continuación se articula a partir de las materias de estudio que corresponden a: componentes de tabiques, componentes de armaduras de techumbre y definiciones para unión de componentes.

Componentes de un tabique

Cruz de San Andrés

EN: Saint Andrew's cross

1. Dos piezas escopleadas a media madera en el punto de su cruzamiento. Suelen emplearse para sustituir las riostras o jabalcones. (Barberot, 1926)

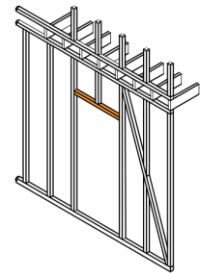


Cruz de San Andrés

Dintel

EN: Lintel DE: Sturz FR: Linteau

1. Pieza horizontal superior de puertas, ventanas y otros huecos, apoyada en sus extremos sobre las jambas y destinada a soportar cargas. (RAE, 2015)
2. Pieza de madera, de piedra o de hierro, que reposa horizontalmente sobre las jambas de una puerta o de una ventana, formando la parte superior del hueco y sosteniendo la fábrica. (Barberot, 1926).

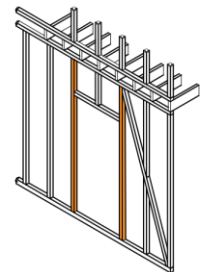


Dintel

Jamba

EN: Jamb DE: Pfosten, Türstockverkleidung FR: Montant, dormant

1. Apoyos verticales situados a lados de puertas y ventanas para sostener el dintel (Urban, 1996)
2. f. Arq. Cada una de las dos piezas que, dispuestas verticalmente en los dos lados de una puerta o ventana, sostienen el dintel o el arco de ella. (RAE, 2015)

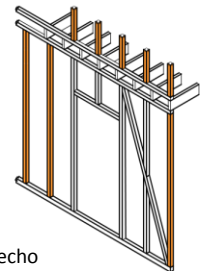


Jamba

Pie derecho

EN: Stud DE: Stiel, Ständer FR: Poteau

1. Toda pieza de madera de cierta escuadría y colocada verticalmente es un poste o pie derecho. (Barberot, 1926)
2. Nombre que se da a los pilares de madera (Urbán, 1996)



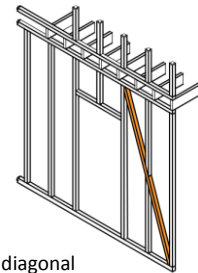
Pie derecho

Riostra diagonal

EN: Brace DE: Kopfbiege, kopfbiege, kopfstrebe FR: contreventement

1. Elementos resistentes que se disponen inclinados y sirven para apuntalar los pies derechos unos con otros, en una estructura aporticada. (Urban, 1996)

1. Jabalcones. Piezas inclinadas en direcciones opuestas destinadas, destinadas a triangular el entramado de madera; se colocan en la diagonal del rectángulo formado por los pies derechos y pueden ser continuos en toda la altura o interrumpirse en las carreras. (Barberot, 1926)



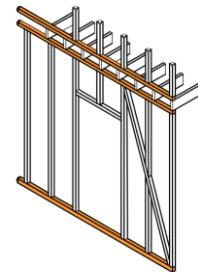
Riostra diagonal

Solera

EN: Wall plate DE: Schwellenholz, streichbalken, Schwell FR: Sablière, basse

1. Carrera. Piezas de madera horizontales situadas a diferentes alturas en un entramado de madera para recibir los ensamblajes de los pies derechos, riostras, virotillos que entran en la composición de esta obra. Se llama solera o carrera inferior la que descansa en la planta baja sobre la mampostería del cimiento. (Barberot, 1926)

1. Madero asentado de plano sobre fábrica para que en él descansen o se ensamblen otros horizontales, inclinados o verticales. (RAE, 2015)

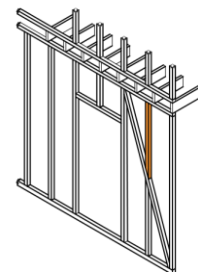


Solera

Puntal

EN: Prop DE: Stütze, baustütze, strebe FR: étau

1. Virotillo. Pieza de relleno que se ensamblan a las carreras a caja y espiga y a la riostra por medio de un ensamblaje oblicuo de espiga y espera, pero más frecuentemente, solo a tope con un corte a inglete y clavados con clavos muy grandes. (Barberot, 1926).

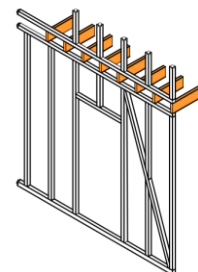


Puntal

Viga

EN: Beam, joist DE: Balken, Träger FR: poutre

1. Piezas sacadas de tronco entero o aserrado, de sección rectangular, puestas de canto, y a una distancia de 33 a 50 cm. Entre ejes, según la carga que deban soportar. Sus extremos se apoyan en los muros, en las carreras de los entramados o en vigas. (Barberot, 1926)



Vigas

Componentes de Armadura de techumbre

Cercha

EN: Truss DE: Fachwerk FR: Charpente

1. Cuchillo, forma. Estructura constituida por diversas piezas, formando un sistema indeformable, mediante triángulos (Griñán, 1960).
2. Armadura de cubierta, cercha. Viga armada o estructura que soporta las correas de una cubierta y transmite las cargas verticalmente sobre los apoyos (Ware & Beatty, 1994).

Cumbrera

EN: Ridge DE: Firstpfette, grat FR: Faite

1. Caballete de tejado. Arista o lomo de una cubierta a dos aguas (Ware & Beatty, 1994).
2. Arista superior horizontal más alta que separa dos aguas de la techumbre (Fritz, 2007).

Costaneras

EN: Purlin DE: Pfette FR: Panne

1. Correas. Piezas de madera horizontal que descansan sobre los pares y que en sus extremos se apoyan en los muros del piñón (Barberot, 1926)

Entramado

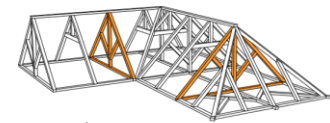
EN: Framework DE: Rahmen FR: Ossature

1. Armadura secundaria (Griñán, 1960).
2. Esqueleto de madera, hierro u hormigón armado, que sirve para formar una pared, tabique, etc. (Ware & Beatty, 1994).

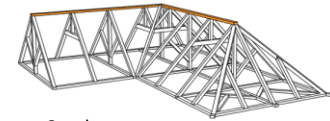
Faldón

EN: Slope DE: Böschung, neigung FR: Pente IT: Pendenza

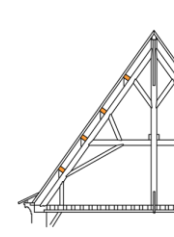
1. Vertiente, petos. Caras planas, inclinadas que conforman las cubiertas (Griñán, 1960).
2. Extremo de la cubierta, que termina en vertiente y que es triangular. (Barberot, 1926)



Cercha



Cumbrera



Costaneras



Faldón

Lima

1. Viga de caballete (Griñán, 1960).
2. Madero que se coloca en el ángulo diedro que forman dos vertientes o faldones de una cubierta, y en el cual se apoyan los pares cortos de la armadura. (RAE, 2015)

Limahoya

1. Cuando dos vertientes se encuentran y no es un caballete, se unen las aguas (Griñán, 1960).

Limatesa

1. Intersección entre faldones (Griñán, 1960).
2. Limatón. Elemento angosto que va sobre la arista inclinada que se genera en la intersección de dos aguas, separando el escurrimiento de las aguas lluvias (Fritz, 2007).

Mansarda

1. Combinación de cubiertas de escasa pendiente con otras muy inclinadas que se aproximan a la vertical. La parte inferior o *verdadera cubierta* tiene una gran inclinación, y la superior o *falsa cubierta* se aproxima mucho a la azotea.

Montante

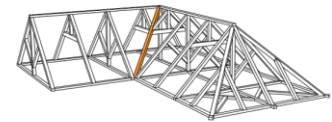
EN: upright DE: Stütze FR:

1. Elemento que conforma una cercha. Péndola. Elemento vertical que une un punto del par con otro del tirante (Fritz, 2007).
2. Pilarejo o mangueta. Elemento vertical o inclinado, que refiere o transmite una carga a un punto sólido; en cubiertas, el pilarejo se apoya sobre el tirante (Barberot, 1926)

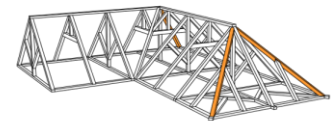
Par

EN: Couple DE: Para, sparren FR: Couple

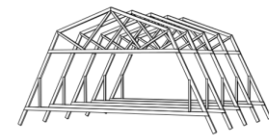
1. Piezas principales de una cubierta y están inclinados según la pendiente del tejado. (Barberot, 1926).



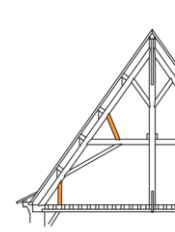
Limahoya



Limatesa



Mansarda



Montante

2. Vigas colocadas cada 3 a 4 metros, en el sentido de la pendiente del faldón, apoyadas en el muro perimetral, de manera que se claven sobre ella, las armaduras restantes, y por la otra en el muro que corre por el centro del cuerpo del edificio (Griñán, 1960).

3. Pierna. Cada una de las dos piezas inclinadas de un tijeral que forman las aguas de una techumbre (Fritz, 2007).

Pendolón

EN: King-post DE: Hängesäule FR: Poinçon de faîte

1. Pieza vertical, que parte del punto de unión de los pares y llega a la mitad del tirante. La misión del pendolón es sostener al tirante por su punto medio (Griñán, 1960).

2. Madero de armadura en situación vertical que va desde la hilera a la puente (Urban, 1996)

3. Elemento que conforma una cercha. Elemento vertical que une un punto de la cumbrera con otro del tirante (Fritz, 2007).

Techumbre

EN: Roofing DE: Dachbelag, dacheindeckung FR: Couverture IT: Copertura, sistema di copertura

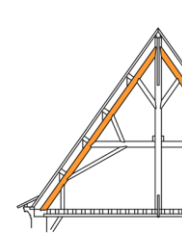
1. Toda estructura de una edificación ubicada sobre el cielo del último piso, cuya función es recibir un recubrimiento para aislar a la vivienda del medio ambiente, protegiéndola del frío, calor, viento, lluvia y/o nieve (Fritz, 2007).

Tijeral

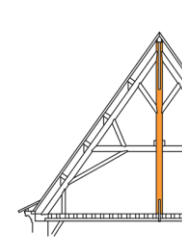
1. Diafragma inclinado. Conjunto de piezas de madera que conforman una estructura, diseñada para soportar la cubierta en la techumbre. Esta estructura se apoya en sus extremos sobre tabiques soportantes, transmitiendo a estos los esfuerzos que recibe la techumbre. Estructura que se corta y arma en su lugar definitivo, siendo su materialización improvisada y artesanal (Fritz, 2007).

Tirante

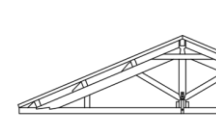
EN: Tie beam DE: Koppelbalken des dachbinders, zange, zuggurt FR: Blochet, entrain, moise IT: tirante



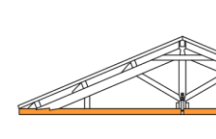
Par



Pendolón



Tijeral



Tirante

1. Puente. Viga horizontal que liga o une los dos extremos de los pares,ensamblado a ellos a media madera (Griñán, 1960).

3. Elemento que conforma una cercha. Pieza horizontal de una cercha que une el extremo inferior de los pares e impide que se separen (Fritz, 2007).

Tornapunta

EN: Diagonal brace DE: Diagonalaussteifung, Kreuzband FR: Contrefiche IT: Controvento diagonale

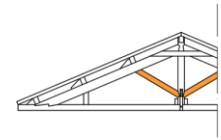
1. Piezas que se apoyan en la parte inferior del pendolón, con lo que evitan la flexión de los pares (Griñán, 1960).

2. Piezas oblicuas que se ensamblan al pendolón a caja, espiga y barbilla, y cuya función, como la del falso tirante, es impedir la flexión del par. (Barberot, 1926)

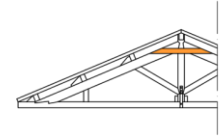
3. Elemento que conforma una cercha. Pieza inclinada que une un par con el tirante, que disminuye la luz de los pares y por lo tanto su escuadría (Fritz, 2007).

Virolas

1. Collares. Tirantes clavados más altos, para aprovechar más altura en la parte inferior del edificio (Griñán, 1960).



Tornapunta



Virola

Definiciones para encuentros de componentes

Clavija

EN: Pin DE: Stift, Bolzen FR: Goupille

1. Nombre que reciben los pernos de madera, generalmente muy dura. (Urban, 1996)
2. Trozo cilíndrico o ligeramente cónico de madera, metal u otra materia apropiada, que se encaja en un taladro hecho al efecto en una pieza sólida. (RAE, 2015)

Unión

EN: Joint DE: Verbindung FR: assemblage

1. Ensambladura. Diferentes medios empleados para unir entre sí las piezas que componen una obra. (Barberot, 1926)

Canto

EN: wane DE: Fehlkante, waldkante FR: Flache

1. Cara intermedia de una pieza paralelepípedica en la que predomina una dimensión respecto a la otra (Urban, 1996)

Ensamblajes

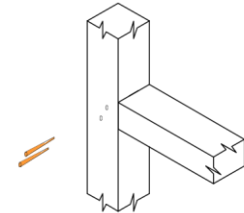
1. Unión. Pueden ser de encuentro, esquina o cruce, y se realizan en los encuentros de piezas que no se encuentran en la misma dirección. (Urbán, 1996)

Ensamblajes de nudo: Permiten resolver cruces, encuentros y esquinas.

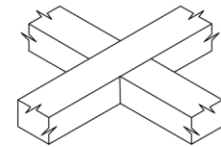
Ensamble de espera: Permiten la transmisión de empujes, y se diferencian de los de barbilla en que los cortes en testa definen ángulos diedros convexos en lugar de cóncavos.

Empalmes

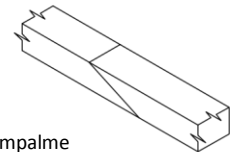
1. Unión. Se realizan en piezas que si llevan la misma dirección, con la intención de conseguir otra pieza de longitud mayor (Urbán, 1996)
2. Ensamblaje destinado a prolongar una pieza de madera (Barberot, 1926)



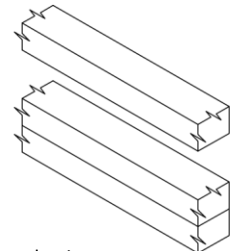
Clavija



Ensamble



Empalme



Acoplamiento

Acoplamiento

1. Unión. Se realizan por superposición o yuxtaposición, en piezas también en la misma dirección, pero esta vez para conseguir elementos de mayor sección. (Urbán, 1996)
2. Aumento de la sección de los elementos (Griñán, 1960)

Entalladura

1. Muestras que se realizan a las láminas de madera para unirlos entre sí, y de esta forma conseguir longitudes mayores (Urbán, 1996)
1. f. Acción y efecto de entallar (RAE, 2015)

Unión Caja y espiga

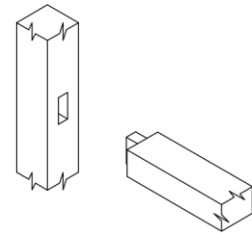
EN: Mortise and tenon DE: Schlitz und Zapfen FR: Tenon et mortaise

1. Unión. Consiste en una espiga que se deja en la extremidad de una de las piezas, destinada a penetrar en un orificio, llamado caja o mortaja que afecta en hueco la forma de la espiga, y practicado en otra pieza de madera, destinada a ensamblarse (SIC) con la anterior. (Barberot, 1926).
2. Penetración de la espiga labrada en una de las piezas, dentro de la pequeña caja, mortaja o cotana tallada en la otra pieza. (Urbán, 1996)

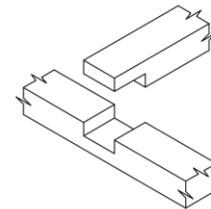
Unión a media madera

EN: Lap joint DE: Überlappende Verbindung FR: Assemblage par recouvrement

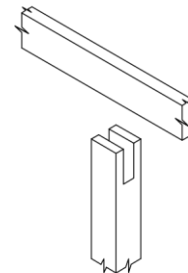
1. Cuando en piezas de igual espesor, la doble entalladura tiene en cada pieza una profundidad igual a la mitad del espesor. Si las piezas no tienen el mismo espesor, las entalladuras se hacen a media madera de la pieza de menor espesor con lo que solo quedan enrasadas por una de sus tablas (Urbán, 1996).
2. Corte más sencillo en carpintería y consiste en rebajar las maderas en la mitad de su espesor (Barberot, 1926).



Caja y espiga



Media madera



Quijera

Unión de quijera

EN: Bridle joint DE: Offene Schlitz- und Zapfenverbindung FR: Assemblage a enfourchement

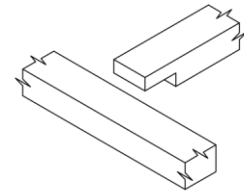
1. Unión de Horquilla. (Barberot, 1926)
2. Permiten que una de las piezas coja a la otra por sus dos tablas o cantos, gracias a su forma de horquilla (Urbán, 1996)

Unión de caja de simple entalladura

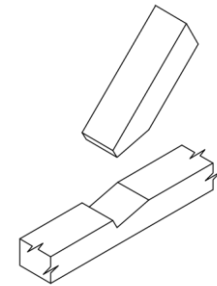
1. Consistente en la realización de rebajos, en corja de caja, de manera de que una pieza quede empotrada en la otra (Urba, 1996)
1. Espiga de simple enrase que se arma sin movimiento de traslación horizontal, sino por el descenso de una pieza dentro del alvéolo preparado en la otra para recibirla. La parte horizontal que forma el reposo de una pieza sobre la otra se llama espaldonado (Barberot, 1926)

Embarbillado

1. Ensamble de barbilla: Por medio de muescas en ambos elementos del ensamble se produce su acoplamiento. Pueden ser pasantes (no producen transmisión de empujes), p a tope (absorben componentes horizontales) (Urban, 1996)



Simple entalladura



Embarbillado



Vista general de la bahía de Valparaíso, tomada desde un cerro.
Fuente: Portal Memoria Chilena.

Capítulo II

Valparaíso, de puerto a ciudad cosmopolita

Valparaíso fue el primer y más importante puerto mercante de la costa del océano pacífico de Sudamérica, debido a su nexo entre este y el océano Atlántico a través del Estrecho de Magallanes (UNESCO). La Independencia de Chile significó para la ciudad una apertura al comercio internacional y la consecuencia directa fue el progresivo arribo de comerciantes extranjeros al puerto, provenientes de Europa y Norteamérica en su mayoría.

Durante el 1840 la ciudad de Valparaíso adquiere un carácter cosmopolita; comerciantes alemanes e ingleses crean asentamientos en la ciudad y fundan compañías para comercializar con California, Australia, Indias y el extremo oriente. Para la década de 1895 las crecientes industrias ya ocupaban gran parte del Almendral, sector comprendido entre cerro Barón y Plaza Victoria. El auge comercial produjo además una migración de familias del sector rural hacia el nuevo centro social en la búsqueda de mejores oportunidades laborales. Entre 1895 y 1907 la población aumentó de 122.447 a un total de 162.447 habitantes (Estrada, 2008) considerándose como la mayor cifra de crecimiento que ha tenido la ciudad de Valparaíso en su historia.

El asentamiento de extranjeros en Valparaíso contribuye a una nueva urbanización, haciendo necesaria la expansión de la ciudad hacia los terrenos ubicados en los cerros, antes poco poblados, que en el caso de alemanes e ingleses la ocupación se concentró en los cerros Alegre y Concepción. La contingencia promueve un proceso de transculturación⁴ en términos arquitectónicos y también en los métodos constructivos del período entre comprendido entre finales de siglo XIX y principios del XX.

Valparaíso vive un periodo de esplendor, de transición e innovación hasta que un evento de proporciones catastróficas le azota en el año 1906, devastando con años de crecimiento pero a la vez, ofreciendo una nueva oportunidad para plantearse como ciudad.

4. El concepto de transculturación o transculturación nace de dentro del terreno de la antropología y es definido por el diccionario de la Real Academia Española como "Recepción por un pueblo o grupo social de formas de cultura procedentes de otro, que sustituyen de un modo más o menos completo a las propias". A veces interpretada como un proceso negativo donde la cultura receptora pierde sus rasgos propios, en la investigación se utiliza el término para hablar de la adopción y adaptación de formas culturales externas.

Terremoto de 1906

El sismo registrado el día 16 de Agosto de 1906 en la bahía a las 19.55 hora local marcó un antes y después en la ciudad. Se describe este evento como uno de los sismos más destructivos que registra Valparaíso con una magnitud de momento de 8,2 y 8,2 grados en escala Richter⁵, al que le sucedieron incendios urbanos que magnificaron la catástrofe. Pese que el terremoto podría haber sido dimensionado a partir de la Escala Sismológica de Mercalli⁶, desarrollada por el físico italiano Giuseppe Mercalli en 1902 y luego ser calificado en Escala de Richter y la Escala de Momento, no existe registro ni información de este acontecimiento en dicha escala.

Los testimonios y crónicas del terremoto destacan tanto la destrucción de los inmuebles como el número de pérdidas humanas. A continuación un extracto de los dichos del Alcalde de Valparaíso, Enrique Larraín al buscar comunicarte con las autoridades de la ciudad de Santiago por telégrafo el día 18 de Agosto de 1906. .

“Tengo el sentimiento de comunicar a US. que el 16 del presente, a las 7.55 P. M., se produjo en esta ciudad un gran terremoto, causando la pérdida casi total de esta población y sus alrededores. La destrucción abarca toda la ciudad, siendo de mayor intensidad en la parte comprendida entre las calles de Errázuriz, por el norte, e Independencia por el sur, y entre el estero de las Delicias y Plaza Aníbal Pinto. Las calles transversales de esta zona, están igualmente destruidas. Es imposible determinar el número exacto de víctimas”

Al aniversario de la catástrofe El Mercurio de Valparaíso, el diario más antiguo de la ciudad, revive los momentos en el edificio en su edición especial del 16 de Agosto de 1907:

“De pronto, el macizo edificio se estremeció como un gigante herido; saltaron al recio sacudimiento tipos, cajas, focos, rodones y piezas de linotipias y mientras todo parecía derrumbarse allí en medio de un crujimiento horrible, a 30 metros sobre el nivel del suelo, el numeroso personal se precipitaba a la escala en el más confuso tropel.

“El Mercurio durante la catástrofe”
17 de Agosto, 1907. Valparaíso

5. Servicio Sismológico de la Universidad de Chile. “Sismos Importantes y/o destructivos (1570 - Mayo 2005)”.

6. La escala de Mercalli es la escala sismológica conocida más antigua, a la que le suceden Richter (1935) y la escala de Momento (1979). En ella, la intensidad de los terremotos se evalúa a través de los efectos y daños a las estructuras y no por la magnitud del movimiento sísmico.



1. **Fotografía Plaza Echaurren.**

Situación post terremoto

Fuente: Portal Memoria Chilena.

Disponible en:

<http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-97953.html>

2. **Fotografía Calle Blanco esquina Edwards.** Situación post terremoto

Fuente: Portal Memoria Chilena.

Disponible en:

<http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-97953.html>



Las crónicas son claras al hablar de la magnitud del desastre, las construcciones cedieron y se desmoronaron sobre las calles, develando serios problemas en las edificaciones que se emplazaban en el plano de la ciudad. Este hecho tuvo un impacto muy importante en la sociedad y al aniversario de la catástrofe ya se publicaba un libro relato de lo ocurrido en la ciudad aquel 16 de Agosto de 1906, conmemorando también a todos los fallecidos.

Aquel libro titulado “La catástrofe del 16 de Agosto de 1906 en la República de Chile” y además la revista de Arquitectura y Construcción de Madrid, recogen un artículo del ingeniero Hormidas Henríquez llamado “El Terremoto en Valparaíso bajo su aspecto constructivo”. Comparando lo ocurrido en Valparaíso con el terremoto de San Francisco registrado el mismo año -además de realizar un análisis a la calidad del suelo heterogéneo de la ciudad- Henríquez declara que la albañilería de ladrillos como sistema puro no resulta un sistema constructivo apropiado para países que se enfrenten a esta clase de fenómenos –los movimientos sísmicos-.

“La acción destructora del temblor ha variado principalmente según la naturaleza geológica del terreno y el carácter de los edificios que han soportado el sacudimiento. (...)

(...)Puede, pues, decirse que en general las construcciones menos afectadas han sido las fundadas sobre la roca, sea que estuviera en la superficie o cerca de ella. En cuanto al carácter del edificio, los que más han sufrido son los de albañilería. Sin exageración puede decirse que el desastre de la albañilería ha sido completo, no quedando ladrillo sobre ladrillo.”

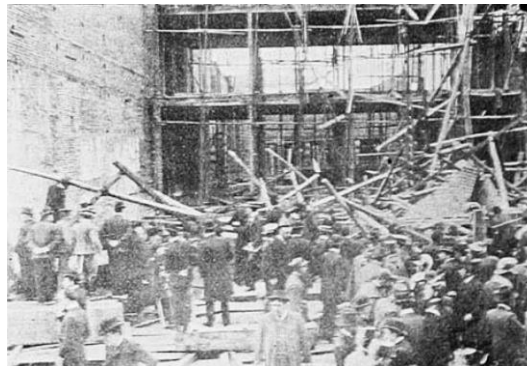
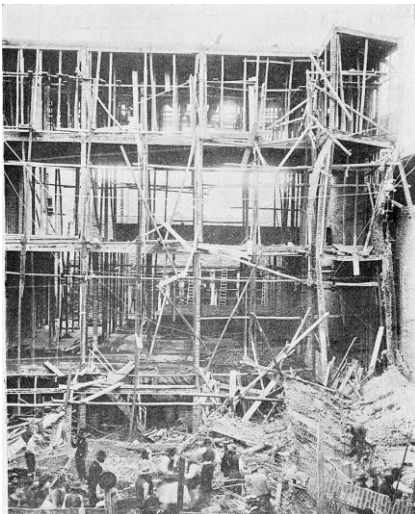
Si bien el análisis del ingeniero concluye que el concreto armado es el método de construcción más apropiado para localidades que se enfrenten a fenómenos sísmicos (considerando lo ocurrido en San Francisco), el sistema aún se encuentra en sus primeros pasos y existe una atmósfera de escepticismo respecto a su implementación.

Las dudas sobre este nuevo sistema desarrollado y reinventado constantemente por franceses se relaciona con una catástrofe ocurrida en la ciudad de Santiago dos años antes del terremoto en Valparaíso, generando un gran impacto en la sociedad sobre la concepción de este sistema constructivo.

La catástrofe corresponde al derrumbe de la nueva sede de La Casa Prá, casa comercial de carácter internacional, ubicada en Huérfanos cerca de Alameda y *cuya dirección fue encomendada a dos ingenieros franceses según un sistema nuevo de construcciones utilizado en Francia y reputado como la última palabra en esa materia* en el año 1904 según la revista Sucesos (Figura 1).

En la construcción fue utilizado el sistema Cottancin, una patente del hormigón armado que habría fallado por la subestimación de la sección de columnas del edificio, la falta de mano de obra calificada y la poca experiencia inherente a este nuevo método de construcción. Las consecuencias que tuvieron estos factores fue el desplomo completo de la edificación cobrando una gran cantidad de víctimas.

Luego del Terremoto, Pedro Montt, Presidente de la República, promueve el “Plan de Reconstrucción de Valparaíso” que abarca tanto la reconstrucción de inmuebles como la creación y ensanchamiento de las arterias principales de la ciudad. Impulsados por esta iniciativa arquitectos, ingenieros y constructores optan por sistemas constructivos más estables sísmicamente destacándose la utilización de materiales como el hierro, el acero y finalmente la madera, que es el objeto de esta investigación.



▲ Figura 1
Portada y recorte de artículo La catástrofe de La Casa Prá
Vista interior y escombros resultantes del sismo
Fuente: Revista Sucesos, N° 114, 1904

El sistema Cottancin

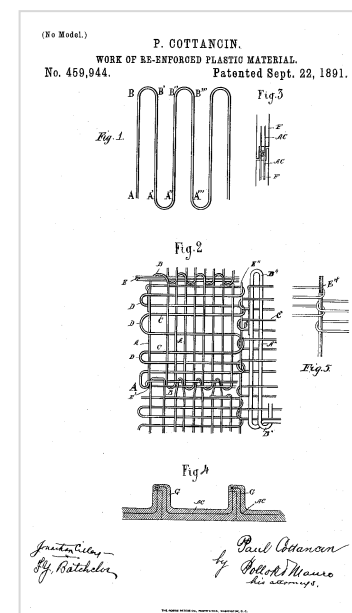
El hormigón o concreto armado es un sistema que combina dos materiales, el cemento y el hierro, para hacer uso de sus capacidades mecánicas y resistencias a la compresión y tracción respectivamente. A partir del siglo XIX, en distintos lugares surgen descubrimientos e innovaciones referidos a este sistema, dando paso a distintas patentes.

El sistema Cottancin, inventado por el Ingeniero de Artes y Oficios Paul Cottancin de nacionalidad francesa, es una patente que está *caracterizada por el complejo sistema de malla metálica, destinada a compensar la falta de adherencia entonces supuesta del hierro y el cemento* (Simonnet, 2009). Esta malla de lazos es muy difícil de realizar, requiriendo mano de obra experta y calificada

Etienne Barberot describe al Cottancin como “Sistema de barras entrelazadas para asegurar la estabilidad tejiéndolas sin ataduras”, el material es visto como monolítico en respuesta al estrés que sufre la estructura por las distintas sollicitaciones.

Si bien la catástrofe de la Casa Prá puede considerarse un antecedente desfavorable para la evolución de este sistema constructivo, este fue evolucionando a partir de nuevas patentes acompañadas de manuales para una correcta ejecución. En la publicación “Valparaíso: la ciudad-puerto más importante de Chile y la vulnerabilidad de su patrimonio arquitectónico a los riesgos sísmicos” los autores postulan *se aprecia la evolución sistemática de las técnicas constructivas en los diferentes periodos de crecimiento de la ciudad, que van desde las propias del adobe colonial hasta la incorporación del hormigón armado, desde principios del siglo XX* (Sánchez; Jiménez, 2011) haciendo referencia a los edificios de carácter público.

Pese a que el hormigón armado tomó lugar dentro de la arquitectura de la ciudad portuaria, a raíz de su comportamiento ante eventos sísmicos, la arquitectura doméstica involucra procesos y costos de menor escala debido principalmente a la cantidad de trabajadores que participan de su construcción; en este aspecto la madera como el material con el que el hombre se ha familiarizado desde los principios de la historia, adquiere protagonismo para las soluciones constructivas en viviendas.



▲
Patente de Paul Cottancin: WORK OF
RE-ENFORCED PLASTIC MATERIAL.

Fuente: Patentes Google. Disponible en: <https://www.google.com/patents/US459944>

La respuesta ante la destrucción de la ciudad de Valparaíso

Luego de la catástrofe, considerando los balances de pérdidas humanas y de inmuebles a raíz de la magnitud del sismo, el proceso de reconstrucción de Valparaíso desarrolló planes inmediatos para dar asilo a los habitantes que consistieron en el levantamiento de campamentos en las cercanías de plazas e iglesias así como en algunas planicies de los cerros.

El análisis del ingeniero Henríquez es una evidencia del cambio de paradigma en materia constructiva, cuestionando el comportamiento y eficiencia de los sistemas constructivos de masa, la albañilería, en localidades que se enfrentan desde su génesis a eventos sísmicos. Los avances en tecnología propios de la nueva era industrial promueven la utilización de sistemas livianos y de entramado con el acero y la madera como protagonistas.

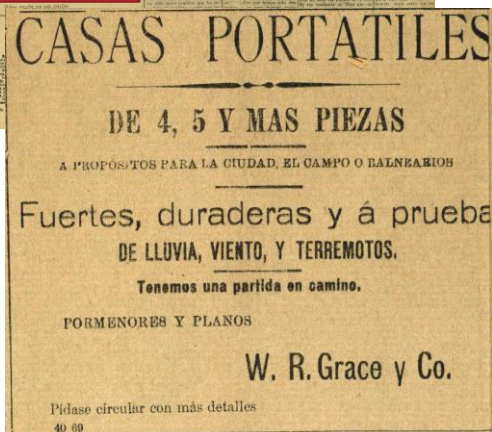
La primera manifestación de esta preferencia por los sistemas constructivos más livianos se refleja, para el caso de Valparaíso, en la aparición de publicidad en los diarios con alternativas de vivienda de rápida ejecución, elaboradas a partir de planos tipo con grados de pre-fabricación que permitirían levantar una vivienda en aproximadamente 5 días.

El diario “La Unión” fundado en el año 1885, recoge este tipo de avisos en el año 1906, alrededor del mes de octubre, ubicándolos en la portada de cada ejemplar. En la Figuras 2 y 3 se aprecian los primeros avisos de casas prefabricadas y portátiles de compañías como R.W. Grace y Co y John R. Beaver (ingeniero). En ambos se anuncian las viviendas como alternativas para campo y balnearios, durables y resistentes a los vientos, lluvias y terremotos ofreciendo además la posibilidad de revisar planos para seleccionar el tipo de vivienda que mejor se ajuste a las necesidades del consumidor.

Se desconoce si efectivamente estas viviendas fueron construidas en algún sector de Valparaíso o si tuvieron más bien un carácter transitorio de esta etapa de alivio de la catástrofe.



▲ **Campamentos en Valparaíso**
Cercanías del Convento de Los Padres Franceses y campamento en un cerro de Valparaíso.
Fotografías por J. W. Hardy
Fuente: Portal Memoria Chilena



Aviso Publicitario "Casas Portátiles"
Compañía W. R. Grace y Co
Fuente: Diario La Unión de Valparaíso
martes 2 de octubre de 1906.



Aviso Publicitario “Casas”
Compañía John R. Beaver
Fuente: Diario La Unión de Valparaíso,
domingo 7 de octubre de 1906.

La ocupación del cerro Playa Ancha post terremoto

El proceso urbanización de Valparaíso hacia los cerros ocurre una vez que la superficie plana de la ciudad ha sido ocupada por inmuebles públicos y privados. Para principios del siglo XIX, *el crecimiento de la planta urbana culmina con la incorporación de los cerros ubicados en los extremos oriente y poniente, el Barón y Playa ancha, respectivamente* (Waisberg, 1988)

El cerro de Playa Ancha está conformado por mesetas y quebradas, siendo estas últimas las que materializan el límite natural de la población. Su ocupación inicial tenía finalidades militares ya que constituía un sector de defensa para Valparaíso, que para la época colonial era el puerto con directa relación con España (Figura 4). Los sectores del pie de cerro fueron destinados a los almacenes fiscales de la ciudad.

Durante el último período del siglo XIX Playa Ancha adquiere su carácter habitacional (Waisberg, 1988). El auge en la creciente industria del puerto, el desarrollo bancario y la llegada de comerciales extranjeros que acrecientan la actividad comercial fueron los principales detonadores del aumento de población en la ciudad y la posterior búsqueda de nuevos terrenos para las familias.

El terremoto de 1906, descrito con anterioridad, representa también un impulso hacia la ocupación de los cerros por la destrucción completa del sector del almendral; luego del evento sísmico el movimiento de población se desplazaría hacia otros sectores. Los cerros Alegre y Concepción ya habían sido ocupados por las familias con más recursos, y ante su ocupación la alternativa de inversión es el llano de Playa Ancha (Waisberg, 1988) y la ciudad de Viña del Mar.

El seminario de investigación "Patrimonio Arquitectónico de Viña del Mar Antiguo: 1880-1930" en su análisis postula lo siguiente: "Los nuevos habitantes de la ciudad, preferentemente porteños, la mayor parte "...extranjeros de diversas nacionalidades..." se inclinan por levantar edificaciones de tipo liviano. Residencias que presentan una estructura de madera, rellenas de adobillo y revestidas en estuco o completamente construidas de madera, a imitación de la casa de campo inglesa o visible en algunos techos bávaros y en elementos de la casa colonial norteamericana" (Alercon & Brito, 1989). Viviendas con características similares se levantarían paralelamente en los distintos cerros de la ciudad puerto.



▲ Figura 4
Plano Fortificación de Playa Ancha
Pags 1-2. Año 1820
Fuente: Portal Memoria Chilena



1. Fotografía punta de Playa Ancha

Año: 1902.

Fuente: Portal Histamar, Historia y Arqueología marítima. Disponible en: <http://www.histamar.com.ar/InfHistorica-3/CrAcSanMartinaChile/24-12.jpg>

2. Fotografía Almacenes Fiscales

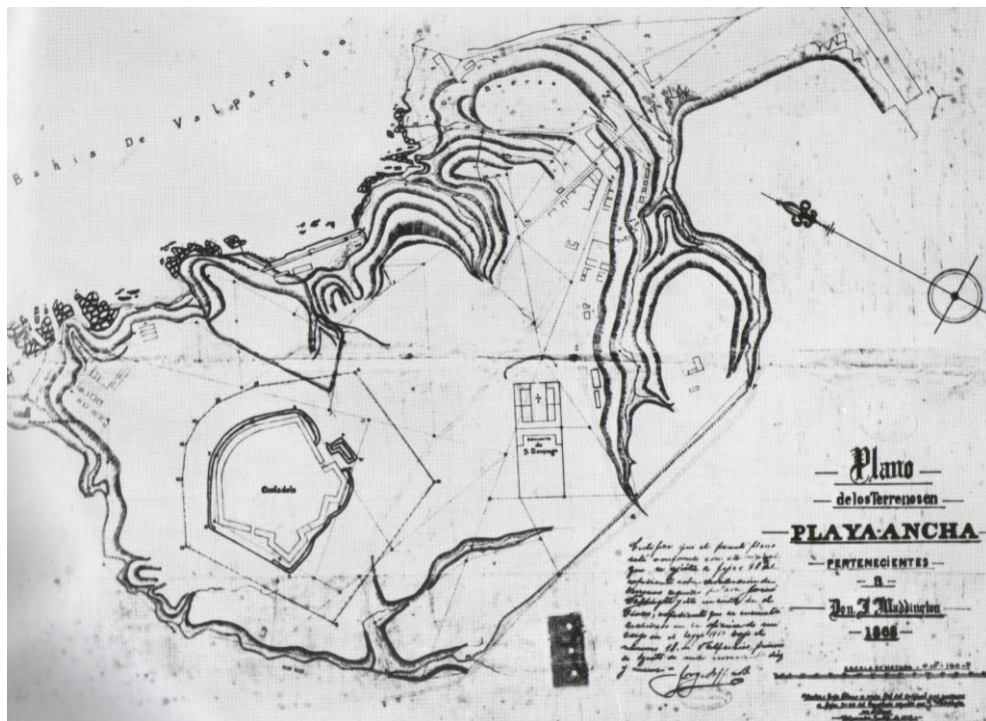
Año: 1863.

Fuente: Blog Imágenes de Chile del 1900.

Disponible en:

<Http://chiledel1900.blogspot.cl/2013/07/valparaiso-parte-3.html>





◀ Figura 5
Plano de los terrenos de Waddington
 Archivo del Conservador de Bienes
 Raíces de Valparaíso. Año 1868
 Fuente: Waisberg, M (1988) Op. Cit.

El ordenamiento de la estructura urbana de Playa Ancha tiene origen tanto en la delimitación de los terrenos pertenecientes a importantes personajes porteños como a las condiciones topográficas del cerro. El poder adquisitivo de Josué Waddington – perteneciente al más alto nivel socioeconómico del puerto en la época –, Juan Aguayo y Elías Riofrío los posicionan como dueños de los terrenos conocidos como La población Bueras (Figura 5), Población San Juan de Dios y Población Riofrío respectivamente, donde el criterio de ordenamiento es independiente para cada una de las poblaciones.

Pese a la falta de continuidad en los trazados, se logra mayor congruencia con la definición de las dos arterias principales: la Avenida Gran Bretaña, que recorre el cerro por la cota 100 m y se conecta luego con el Camino Cintura (actualmente conocido como la Avenida Alemania) y la Avenida Playa Ancha que comunica al cerro artillería con la caleta de pescadores.



3. **Fotografía Avenida Gran Bretaña**
 Fuente: Blog Imágenes de Chile del 1900.
 Disponible en:
<http://chiledel1900.blogspot.cl/2013/07/valparaiso-parte-3.html>

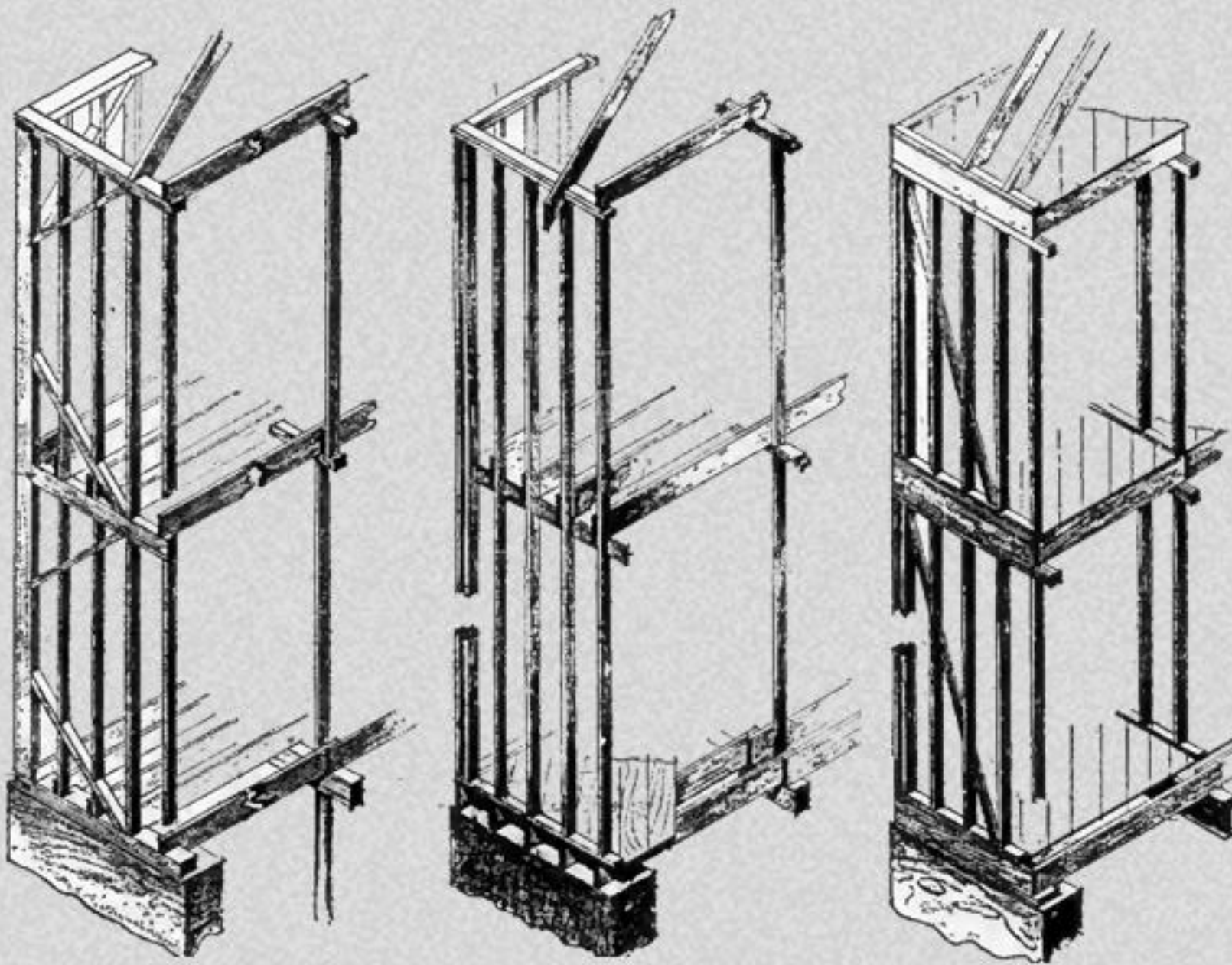


Calle de Playa Ancha

4.

En la meseta de Playa Ancha se construyen viviendas con similitudes a los estilos europeos y norteamericanos, con la madera como material estructural destacándose la utilización del roble y pino oregón. A pedido de familias pertenecientes a la clase media alta, los diseños de dichas casas estuvieron en manos de arquitectos de renombre de ese período como Renato Schiavon, Esteban Harrington y Rene Raveau entre otros, cuya formación proviene tanto del medio extranjero como nacional.

Playa Ancha se convierte en sitio de viviendas de grandes dimensiones y riqueza arquitectónica con estilos claramente influenciados por las corrientes del Eclecticismo y el Historicismo, aprovechando un terreno mayoritariamente plano para emplazarse dejando atrás su carácter de sector defensivo y dando origen a un nuevo sector urbano en el extremo de la ciudad de Valparaíso.



Mosaico Sistema de Entramado Liviano

Fuente: Elaboración propia, a partir de los dibujos de Walsh. (2016)

Capítulo III

Sistemas constructivos en madera

Las propiedades físicas y mecánicas de la madera la han convertido en el protagonista de soluciones constructivas a lo largo de la historia, que varían y se ajustan a partir del contexto, la disponibilidad de materiales, los avances en materia industrial y los tiempos de fabricación⁷.

Se conocen en la actualidad una variedad de sistemas que aprovechan las distintas cualidades de la madera; algunos de ellos son el Sistema con Tableros; el Sistema Blockbau o sistema de troncos⁸ que se considera el sistema constructivo en madera más antiguo, el sistema reticular, entre otros. Sin embargo, los métodos antiguos que tuvieron una evolución de la mano de los avances de la tecnología son los clasificados como entramados de madera, conformados a partir de elementos lineales que dan origen a vigas, pies derechos y soleras.

Los sistemas de entramado más antiguos son el Timber Frame y el Post-and-beam, también llamado Sistema aporticado, utilizados desde el siglo XIII en casas de campo británicas (Gibberd, 1938). Como sistemas anteriores a los avances en herramientas y la industrialización, ambos sistemas utilizan maderas de sección cuadrada y de gran escuadría (4x4 pulgadas o superior) donde el dimensionamiento y unión de los componentes son realizados mediante trabajos de carpintería.

Con el avance en conocimientos en materia de ingeniería y construcción en madera, se determina que no son necesarios elementos de gran sección para la construcción de estructuras; estos avances son recibidos de manera cauta en el ámbito de la construcción pese a la reducción de costos y los tiempos de montaje de los sistemas pesados. Se ponen en práctica sistemas más livianos, con miembros de madera de menor sección y rectangular, optimizando así el comportamiento de la estructura.

En este capítulo se describen de forma breve los sistemas constructivos relacionados a la evolución de los entramados de madera con objeto de facilitar su distinción al analizar los casos de estudio seleccionados para la investigación.

7. Para fines de la investigación, se revisarán sistemas constructivos europeos y norteamericanos y se excluirán los orientales, pese a su gran riqueza constructiva, con el objeto de establecer relación con la procedencia de los inmigrantes llegados a la ciudad de Valparaíso para mitades del siglo XIX y principios del XX.

8. Sistema constructivo de madera que consiste en el apilamiento de maderos de forma horizontal para componer la envolvente, que asume la función de revestimiento, estructura portante y aislamiento. Su expansión y desarrollo no dio más frutos debido probablemente a las características de las materias primas, maderos labrados de gran sección, que dificultarían su obtención, traslado y los tiempos de fabricación, volviéndolo un sistema poco eficiente.

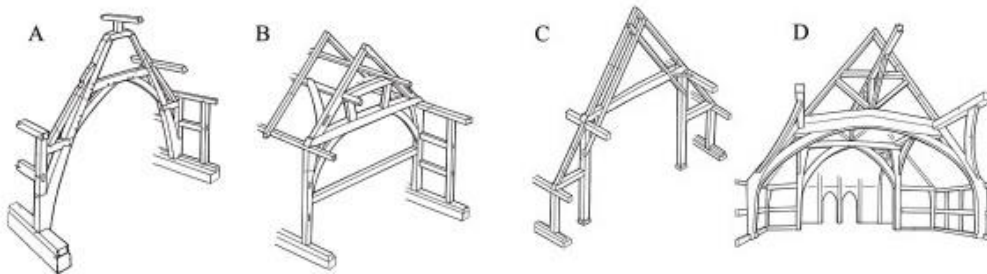
Los entramados pesados

Entramado de madera *Timber Frame*

Se denomina Entramado de madera al sistema que utiliza maderos de sección cuadrada de gran dimensión para la construcción de estructuras. Considerado el primer sistema constructivo de esta índole - sus inicios datan desde el siglo XIII según Gibberd - las transformaciones y dimensionado del material se realizan mediante herramientas manuales, dejando un acabado más rudimentario.

La sección de los miembros de este sistema está estrechamente relacionada con el montaje y construcción de estas estructuras que se ensamblan mediante uniones carpinteras. Al respecto se dice que el debilitamiento por pérdida de sección en las uniones obliga al aumento de volumen de las piezas (Peraza et al, 1995). La unión más utilizada en este tipo de entramado es el ensamble de caja y espiga, encargada de transmitir esfuerzos de compresión.

A partir de la definición, existen otros sistemas constructivos de tipo pesado que se subclasifican dentro del Timber Frame, estos corresponden al Box Frame, Cruck Frame y Aisled Frame (Figura 6).



◀ Figura 6
Principales tipos de casas medievales con entramado de madera encontrados en la región central de Inglaterra:
(A) una cercha Cruck; (B) entramado de Box Frame; (C) entramado Aisled; un entramado con base Cruck (D)
Fuente: Current Archaeology.
Disponible en:
<http://www.archaeology.co.uk/articles/peasant-houses-in-midland-england.htm>

Box Frame

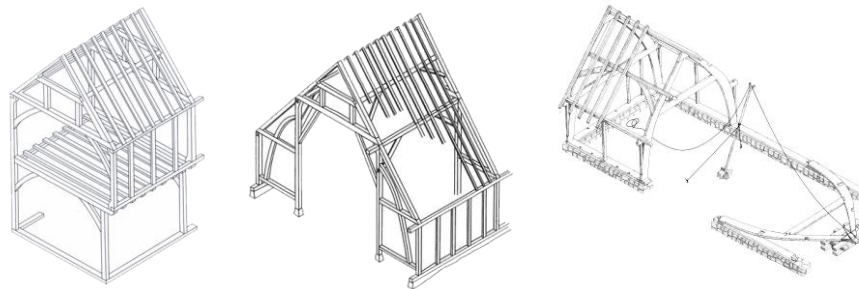
Considerado como un sistema de entramados pesados, el Box Frame se puede describir como la configuración de marcos de madera de gran escuadría combinados con una estructura secundaria de elementos de menor sección que en conjunto componen los tabiques de madera. La estructura secundaria puede ser en forma de entramados o “Stud Frame”⁹ (Lewis, M), sistema que indica la utilización de pies derechos o montantes equidistantes en su configuración.

Aisled Frame

El término “Aisled” proviene de “aisle” que se traduce como corredor o pasillo. Utilizado en construcciones de gran escala como graneros, *el Aisled Frame* normalmente comprende un par de marcos longitudinales, compuestos de postes intermedios, soleras y tirantes, que se unen mediante costaneras y tirantes transversales (Yeomans, 2003).

Cruck Frame

Sistema constructivo de entramado pesado cuya característica más significativa es la curvatura de los elementos de madera que soportan la estructura de techumbre. Este método fue utilizado principalmente en la construcción de graneros. El Cruck Frame se considera como estructuralmente la forma más simple, comprendiendo una serie de marcos transversales, que *se componen de un par de cuchillas curvas (cruck blades) producidas a partir de maderos curvos que otorgan la forma deseada* (Yeomans, 2003).



▲
Box, Aisled y Cruck Frame
Vistas isométricas

Fuente: Yeomans, D. (2003)

9. Sistema constructivo que, tal como lo indica su nombre en inglés, utiliza montantes o pies derechos (en la jerga nacional) dispuestos equidistantemente en un eje para la configuración de tabiques de madera. No hay ningún tipo de antecedentes que afirme la utilización de diagonales.

Fachwerk es un entramado pesado que, al igual que el Timber Frame, involucra piezas de madera de sección cuadrada que se ensamblan entre ellas mediante uniones carpinteras. Al respecto Cherubini (2016) destaca *la complejidad de las uniones de las maderas en base a un trabajo de carpintería altamente especializado*. Este sistema fue ampliamente difundido en Europa.

La madera más utilizada en este sistema era el Roble, sin embargo pronto fue sustituido por el Abeto, conocido comúnmente como Pino, y por el Haya debido a que el primero tarda mucho tiempo en crecer¹⁰.

El sistema consta de fundaciones de mampostería de piedra o ladrillos donde se apoyan los envigados de piso de la primera planta. Una vez que los tabiques del primer nivel están arriostrados mediante diagonales, se arma el envigado de entrepiso que puede soportar o bien la estructura de tabiques de un segundo nivel o la armadura de techumbre de la construcción. Finalizada la faena de ensamblaje los tabiques son rellenados con albañilería de ladrillos, piedras o un entramado de madera cubierto por una mezcla de barro, estiércol y agua (Cherubini, 2016). Otra característica distintiva de este sistema constructivo es la presencia de cortavientos o riostras, llamadas también “escoras” por Bohn Da Silva (2009)¹¹ (Figura 7). Las distintas configuraciones de estos elementos de rigidización de las fachadas dieron lugar a una arquitectura casi escultórica, aprovechando su diseño y volviéndolo casi decorativo.

Dependiendo de su diseño reciben los siguientes nombres: Mujer (A) con la presencia de riostras a ambos lados del pie derecho de igual longitud; Hombre (B) en cuyo caso las riostras inferiores alcanzan una longitud mayor que las superiores; Escora (C) una diagonal dispuesta en relación a dos pies derechos; Cruz de San Andrés (D) como riostras en cruceta; Riostra superior e inferior (E); y finalmente Hombre salvaje (F) donde las riostras superiores e inferiores se intersectan teniendo como consecuencia un ensamble para su configuración.

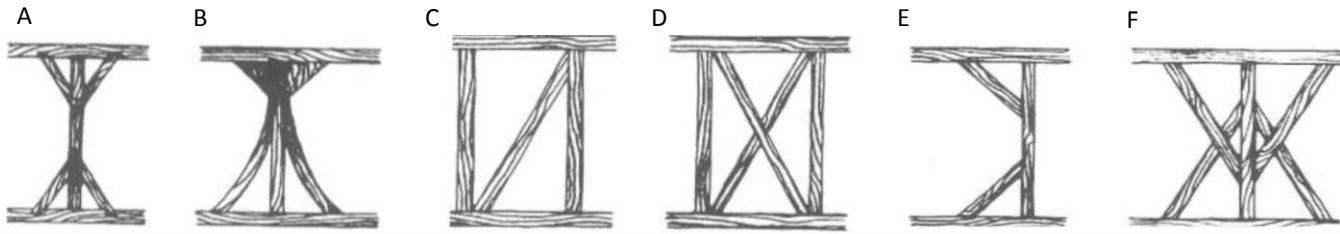


Fachada vivienda Fachwerk

Fuente: Dutu et al. Timbered Mansory for earthquake resistance in Europe.

10. El roble crece con tronco derecho sin ramificarse hasta los 15m. Puede alcanzar una altura de hasta 45 metros. La madera de roble es muy resistente a la humedad, a los golpes y vibraciones, lo que la hace una madera muy apreciada en construcción. La Haya pertenece a la misma familia del Roble, las fagáceas, y tiene características similares.

11. En náutica, escora se refiere a la inclinación de un barco hacia uno de sus lados por efecto del viento u otros factores. También recibe este nombre el puntal que se fija contra el costado de un buque en dique, para mantenerlo adrizado (sin inclinación, o con escora igual a cero) durante su construcción. El autor podría utilizar este término haciendo referencia a elementos constructivos cuyo fin es el refuerzo de alguna estructura.



▲ Figura 7

Escoras del sistema Fachwerk

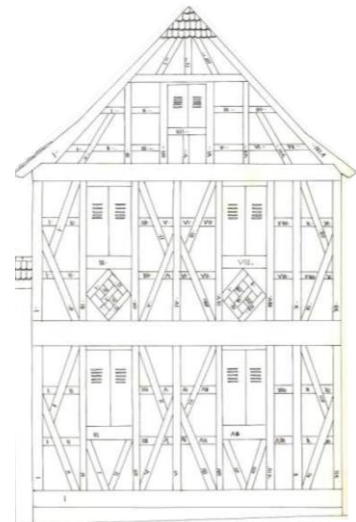
Fuente: Bohn da Silva. (2009)

Entramados de Madera. El estilo Fachwerk en la inmigración alemana al sur de Brasil

▼ Figura 8

Marcación de las piezas

Fuente: Ruch, M. (1977) La Maison Alsacienne à Colombage.



Por la complejidad en el diseño de tabiques y techumbres, las piezas eran marcadas por carpinteros para poder definir su ubicación en las estructuras de madera (Figura 8). El proceso constructivo tiene una primera fase de prefabricación de las piezas en talleres de carpintería, donde son realizadas todos los rebajes a los distintos componentes que luego son llevadas al sitio donde se edificará el inmueble, limitando las labores en terreno a solo ensamblar las piezas cuya fijación sería reforzada por clavijas de madera, también llamados tarugos.

En materia de aislación, la primera técnica de relleno de la tabiquería usó una mezcla del barro y la paja, que para su mejor aplicación y fijación se añadió luego un entramado liviano de madera (Figura 9). Posteriormente fue desarrollada otra técnica de fijación del relleno llamada Lehmprot, que consistía en una pieza de madera envuelta con la mezcla de barro y paja; en la estructura vertical se elaboraban guías para su fijación. El Ladrillo pasó a ser utilizado a partir del siglo XVIII (Bohn da Silva, 2009).



► Figura 9

Detalle primera técnica de relleno del sistema

Detalle de la construcción con tramos de madera.

Para mejor fijación, se hacía un entramado de madera más ligero entre los huecos de la estructura principal. Fuente: Bohn da Silva (2009) Op. Cit.

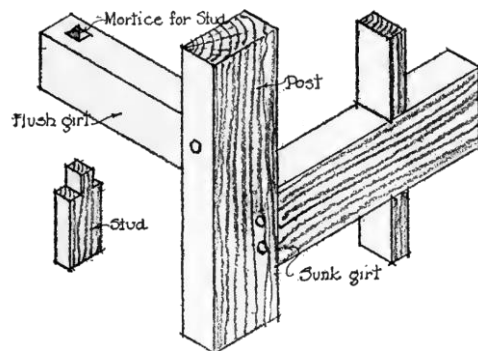
Los entramados livianos

Sistema de Armazón arriostrado *Braced Frame*

Las estructuras fabricadas mediante el sistema Braced Frame¹² o Sistema de Armazón Arriostrado¹³, que data desde el 1500 según O'brien (2010) y desde el período colonial en Inglaterra según Walsh (1923) se distinguen por el uso de postes esquineros que traspasan de una planta a otra, mientras que los montantes o pies derechos interiores son interrumpidos por las soleras y el entramado horizontal del entrepiso. Los postes esquineros tienen una sección mayor respecto de los interiores y se utilizan diagonales en las esquinas de los muros exteriores.

La madera utilizada es madera labrada de 4 a 12 pulgadas de espesor y la longitud de los tabiques puede alcanzar de 9 a 12 pies de altura (de 3 a 3,5 metros app). Los componentes de este tipo de entramado liviano se unen mediante caja y espiga reforzando los encuentros con clavijas (Figura 10), conservando algunas características de los entramados pesados.

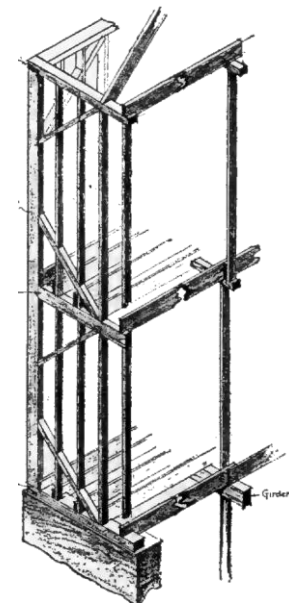
Una de las desventajas que tendría este sistema es que requiere de maderos de gran escuadría en los vértices de la construcción, y como consecuencia sería necesaria una gran cantidad de obreros para su traslado, levantamiento y ubicación mediante cuerdas y sistemas de polea. La aparición de los aserraderos y la invención de los clavos serían los factores que para Walsh, definirían el cambio de este sistema por uno más económico y rápido, el Balloon Frame.



► Figura 10

Detalle esquina Sistema Arriostrado

Detalle de unión de soleras y vigas con los pies derechos mediante ensambles de caja y espiga reforzados con clavijas de madera. Poste esquinero más robusto en comparación a pies derechos interiores del tabique. Fuente: Walsh, H. V. (1923) The construction of the Small House.



▲ Vista isométrica del Braced Frame
Fuente: Walsh, H. (1923) Op. Cit.

12. Se utiliza el término Braced Frame también para nombrar estructuras de marcos de acero diseñados para resistir sismos y las fuerzas del viento.

13. Traducido por la Autora

Sistema de Armazón Ligero *Balloon Frame*

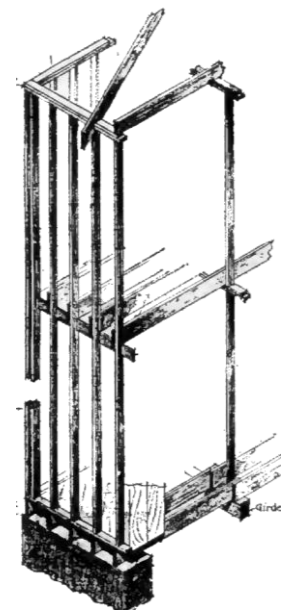
La invención del Balloon Frame o Sistema de Armazón Ligero¹⁴ está estrechamente relacionada con los avances tecnológicos en la industria de producción maderera y la invención de los clavos. Para Gredion (2009) la aparición de este sistema *hizo que la construcción maderera pasase de ser un oficio complicado, practicado por una mano de obra cualificada, a convertirse en una industria.*

Distintos autores han investigado sobre el génesis de este sistema, siendo el primero Sigfried Giedion (1941) quien en su libro “Espacio, tiempo y arquitectura” reconoce a George W. Snow, un agrimensor con estudios en ingeniería, como el inventor del sistema de armazón ligero, sosteniendo que el primer ejemplar sería la Iglesia de Santa María en Chicago construida en 1933. Afirma que este sistema es un cambio decisivo en como las personas construían sus casas, y con eso su percepción sobre edificios contruidos mediante procesos industrializados (Cavanagh, 1997).

Años después, Paul Sprague (1981) en su publicación “The Origin of Balloon Framing” debate lo postulado por Giedion afirmando que en efecto Snow sería el responsable de las nuevas técnicas, sin embargo, la iglesia de Santa María no sería la primera construcción que utilizó este sistema, sino una Bodega a las orillas del Lago Chicago.

Años después Ted Cavanagh (1997) en “The Original Aspects of Conventional Wood-Frame Construction Re-examined” pone en duda los supuestos sobre el origen de este sistema diciendo que la hipótesis sobre la Iglesia de Santa María como primer ejemplar del sistema balloon solo se sostiene en preconcepciones y en el costo total de su construcción, además de cuestionar si efectivamente se encuentra construida mediante Balloon Frame debido a que es una construcción de solo una planta y no de dos, como supone la característica principal de esta nueva técnica.

Según Cavanagh, George W. Snow podría haber conocido el sistema con anterioridad y haberlo replicado y adaptado a dicha iglesia; su publicación considera la posibilidad de que los primeros esbozos del sistema se ubicaran alrededor del Río Mississippi en campamentos de la colonia francesa.



▲ Vista isométrica del Sistema Globo / Balloon Frame

Fuente: Walsh, H. (1923) Op. Cit.

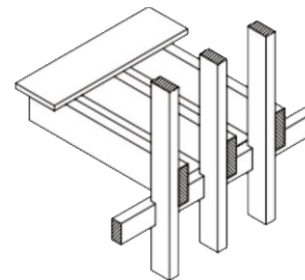
¹⁴. Traducido por la autora.

Pizzi (2003) reconoce los inicios de este sistema afirmando que *un método más simple de construcción de entramados se desarrolló en el mediooeste: el Balloon Frame que apareció en Chicago en 1830*, relacionado a la conquista del Oeste norteamericano. La urbanización de este territorio se llevó a cabo con increíble rapidez gracias a las cualidades del sistema de armazón ligera.

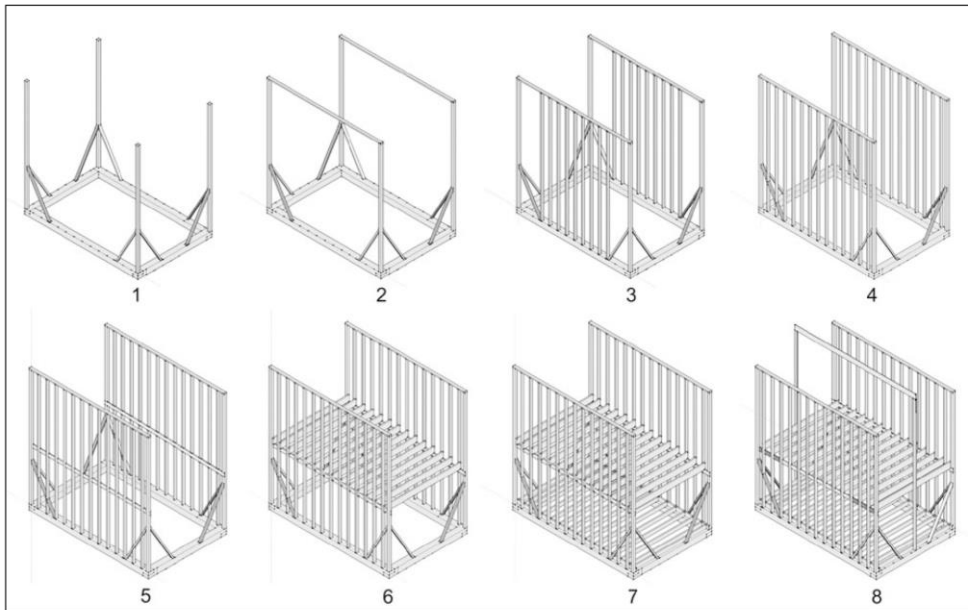
Corresponde a un sistema de entramado liviano de pies derechos continuos desde las fundaciones hasta el techo, donde las vigas del entrepiso descansan en piezas de 1"x4" ubicadas entre los pies derechos están dispuestos equidistantemente en la longitud de los tabiques (Figura 11). Cuando es necesaria una pieza de mayor sección, se consigue mediante la adición de material clavando un listón de madera a otro. Sus principales atributos son el rápido procedimiento de armado y su bajo costo.

Para Pizzi, *este nuevo sistema elimina las tediosas uniones labradas y las maderas gigantescas del Braced Frame y el Post and girt (SIC)*. La totalidad de los componentes se unen mediante clavos, haciendo del sistema un proceso constructivo rápido que no necesita de mano de obra experta, característica que aportaría a la rápida expansión que tendría este sistema, que reduciría además los costos de construcción. El Balloon Frame es menos rígido que el Braced Frame (Yeomans, 2003) debido a la escuadría de las piezas y la solución de los encuentros mediante los clavos.

El proceso constructivo (Figura 12) comienza por el levantamiento de los pies derechos esquineros sobre las soleras inferiores del inmueble; (1) los pies derechos se mantienen en posición mediante riostras. Se arman los marcos exteriores al coronar los pies derechos con una solera (2) para luego disponer los pies derechos interiores de los tabiques exteriores de la construcción (3). Entre los pies derechos se disponen piezas de 2"x4" (5) que sirven de sostén para las vigas del entramado de entrepiso. (6) Se fijan las vigas del primer nivel y luego se repiten los procedimientos para la construcción de tabiques interiores. El sistema globo presenta similitudes en las primeras fases del proceso constructivo con su antecesor, el Braced Frame, al dejar como primera labor la ubicación de los postes esquineros.



▲ Figura 11
Entrepiso Sistema Armazón Ligero
Fuente: Peraza et al (1995) Op. Cit.



◀ **Figura 12**
Proceso constructivo de los pisos
del Sistema Globo
 Fuente: O'Brien, M. (2010) Op. Cit.

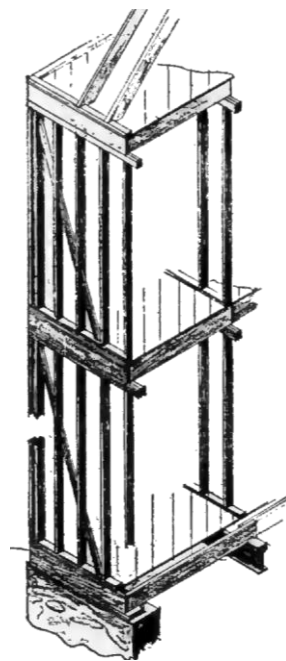
Sistema de Plataformas *Platform Frame*

El sistema de armazón ligero fue el sistema dominante hasta el cambio de siglo, cuando fue reemplazado lentamente por el Platform Frame occidental (O'Brien, 2010).

El Platform Frame o Sistema de Plataformas¹⁵ es un método caracterizado por su secuencia constructiva donde cada piso es una estructura independiente: se construyen los tabiques del primer nivel del inmueble, a partir de pies derechos, dinteles, riostras diagonales y soleras superior e inferior, que luego son coronados por el envigado de entrepiso. Los tabiques del piso siguiente se sirven de este entramado horizontal, que cuenta ya con el tableado del piso, para erguirse. Las maderas utilizadas son de secciones pequeñas en relación a la de los entramados pesados (4x4, 4x6, 2x4 pulgadas).

Para Cherubini (2016) el sistema de plataformas podría ser una evolución o adaptación del Fachwerkbau, sistema de entramado pesado con origen en los países germánicos; una suposición que se sustenta en la siguiente afirmación: *“Este sistema constructivo, (el Fachwerk) sin los rellenos de albañilería pero revestido en otros materiales sobrepuestos a la estructura como entablados o tejuelas, es conocido como sistema de plataforma, precisamente porque se construye cada piso separado por plataformas consistentes en sucesiones de vigas equidistantes según el largo a cubrir, y unificadas en un todo unitario por el entablado de piso, que se clava a los envigados.”*

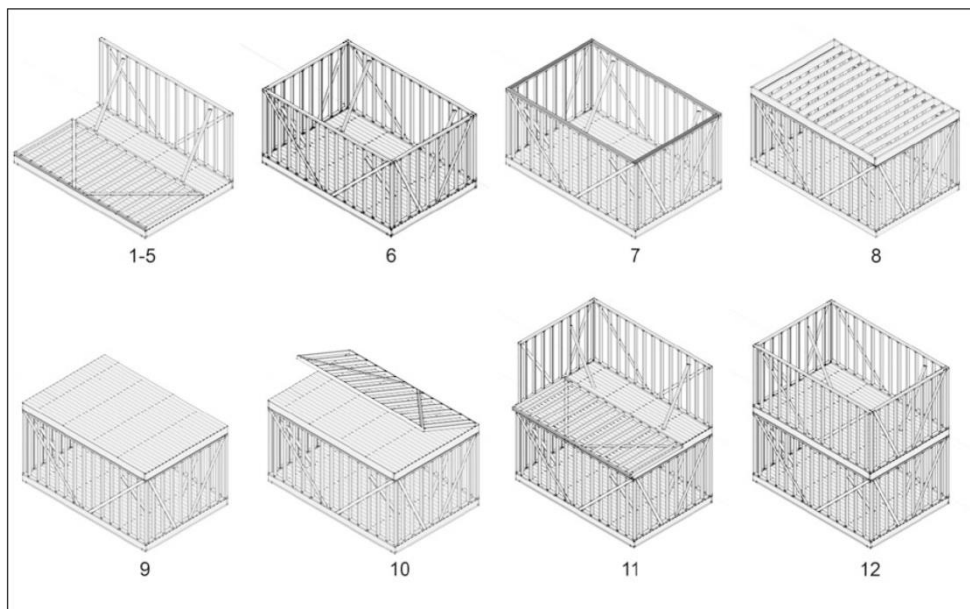
La secuencia constructiva (Figura 13) comienza con el levantamiento y posicionamiento de los tabiques de madera sobre una primera plataforma correspondiente al envigado del primer piso del inmueble (1-5); una vez que todas las paredes están en su posición vertical se construye el envigado de entrepiso apoyando las vigas en las soleras de las paredes previamente erguidas (7-8) y luego se instala el tablado de piso, clavándolo a las vigas de entrepiso (9). Sobre esta nueva plataforma, se vuelven a construir y erguir los tabiques de madera para dar lugar al segundo piso de la construcción (10-11-12) creando un diafragma en el envigado de entrepiso (Figura 14).



▲ Vista isométrica del Sistema de Plataforma / Platform Frame

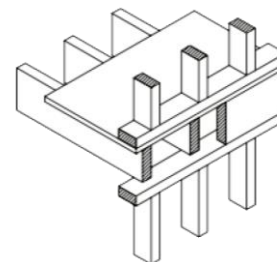
Fuente: Walsh, H. (1923) Op. Cit.

15. Traducido por la autora



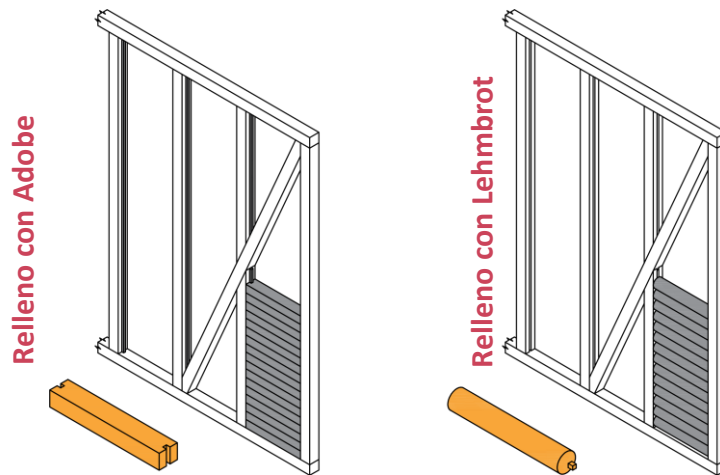
◀ Figura 13
**Proceso constructivo de los pisos
 del Sistema de Plataforma**
 Fuente: O'Brien, M. (2010) Op. Cit.

▼ Figura 14
Entrepiso Sistema de Plataforma
 Fuente: Peraza, et al (1995) Op. Cit.



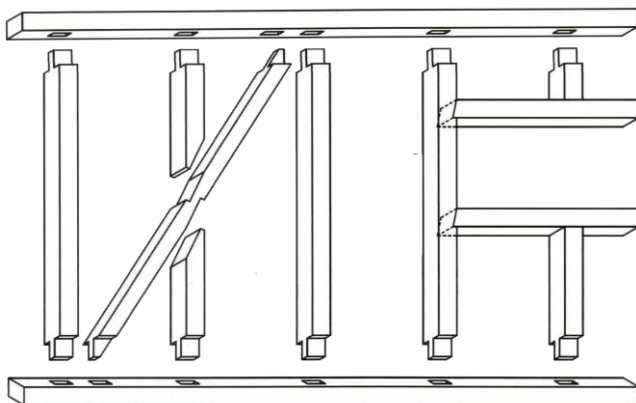
En su adaptación al territorio nacional, el relleno de la tabiquería se llevaba a cabo mediante bloques de adobe, una mezcla de barro y paja elaborada en un formato paralelepípedo muy similar a los bloques de ladrillos. Para su fijación en la estructura, en los pies derechos se disponían junquillos clavados a modo de riel para los bloques. Se reforzaba esta operación colocando mallas de alambre en 45° entre pies derechos para evitar que el relleno se saliera del eje. Esta solución es bastante similar a la utilizada en el Fachwerkbau, que refuerza la suposición de este sistema como anterior al de Plataformas.

Al comparar los sistemas en relación a sus métodos de relleno (Figura 15), el sistema Fachwerk, utiliza un método llamado Lehmbrötchen que consiste en una ranura en los pies derechos que sirve para encajar el formato de relleno, que es una madera envuelta en una mezcla de barro y paja. En el sistema de plataformas el formato de relleno es inverso, es decir, son los bloques de adobe los que llevan una ranura y a los pies derechos se les agrega un junquillo a modo de riel para la fijación del material.



◀ Figura 15
**Módulo de relleno Lehmbröt y
 Los Bloques de adobe.**
 Fuente: Elaboración propia.

En cuando a la unión de componentes, existe una concepción errada sobre su naturaleza, ya que el sistema es bastante flexible permitiendo tanto las uniones clavadas (mecánicas) como las uniones mediante ensambles (uniones carpinteras), desplazando las ideas de ser un sistema evolucionado a partir del Sistema de armazón ligero. Los ensambles más utilizados en los tabiques son los de caja y espiga, para las uniones de componentes en direcciones perpendiculares, y los embarbillados como solución a la presencia de riostras diagonales (Figura 16)



◀ Figura 16
**Ensambls en un tabique de madera
 con sistema de plataforma**
 Detalle de unión de pies derechos,
 soleras superior e inferior, riostra
 diagonal y dinteles de ventana.

A modo de síntesis se puede afirmar que el desarrollo de nuevos sistemas constructivos en madera se relaciona principalmente con los avances de la industria, por métodos más efectivos para el dimensionamiento de piezas de estructuras en madera. Los sistemas livianos se ven beneficiados de estos avances y privilegian el uso de piezas con menor escuadría y de sección rectangular para la fabricación de tabiques.

Resulta interesante revisar en los entramados livianos en orden cronológico y notar que el primer sistema desarrollado, el Braced Frame, mezcla características propias de sus sucesores para lograr un armazón más resistente: Pies derechos continuos de una planta dispuestos en las esquinas de la construcción y pies derechos interrumpidos por el entramado horizontal del envigado de entrepiso con uniones entre sus componentes mediante ensambles reforzados por clavijas de madera. No sería errado señalar al Braced Frame como el entramado liviano más resistente, sin embargo estas características y las dimensiones de sus materiales lo volvieron insostenible en el tiempo.

Su sucesor, el sistema de armazón ligero, puede considerarse una solución económica y rápida para la construcción, que resulta bastante eficiente considerando las uniones clavadas y las piezas de menor escuadría (2x4") que disminuyen los tiempos de faena. Algunos señalan esta reducción de los trabajos de carpintería un factor positivo, sin embargo, quizás este método tan industrializado pierde valor agregado al reducir las propiedades y complejidades de la madera a un formato standard.

Finalmente es preciso declarar que el sistema de plataformas como un sistema con antecedentes en el sistema Fachwerk, y no una adaptación de su antecesor el Balloon Frame, por la similitud en las piezas y secuencia de armado de sus estructuras, que suponen la construcción de cada piso por separado mediante plataformas determinadas por el envigado de entrepiso. Dejando atrás al Balloon Frame en el período de finales de siglo XIX y principios del XX, el sistema de plataformas recupera los trabajos de carpintería para las uniones entre componentes al ser un sistema flexible que permite tanto las uniones mecánicas (resueltas mediante clavos) y las uniones carpinteras (resueltas mediante ensambles de madera).



Detalle de unión Cruz de San Andrés
Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.

Capítulo IV

Las uniones tradicionales en madera

La carpintería de armar, como oficio de fabricación y montaje de piezas de estructuras de madera, comprende también el diseño de los encuentros entre miembros de madera de los sistemas constructivos sin la presencia de conectores de otra naturaleza mediante uniones carpinteras.

Las uniones carpinteras, también llamadas uniones tradicionales, corresponden a operaciones en piezas de madera que tienen por objeto la vinculación de dos o más componentes mediante rebajes y entalladuras, que en ocasiones también puede precisar de terceros elementos de madera conocidos como clavijas. El comportamiento de estas uniones tradicionales responde en general al de una articulación, estrategia que da una buena respuesta a los cambios dimensionales de la madera (Argüelles, 2010). Esta condición es conocida por los carpinteros de forma intuitiva.

Además del peso propio, los distintos componentes deben resistir fuerzas y cargas exteriores que dan origen a reacciones internas en cada uno de los elementos a modo de resistencia, lo que se conoce como *esfuerzos*. La resistencia de un material depende en su capacidad de sostener una carga sin deformaciones ni fallas importantes. Esta propiedad es inherente a todos los materiales por sí mismo y se determina a partir de experimentos¹⁶. A partir de las características de las fuerzas que inciden en un elemento, estos pueden estar sometidos a esfuerzos de *tracción, compresión, corte, flexión, pandeo y torsión*.

- a. Tracción: Se entiende por *tracción* al esfuerzo al que está sometido un cuerpo por dos fuerzas en direcciones opuestas.
- b. Compresión: esfuerzo al que está sometido un cuerpo por acción de dos fuerzas opuestas que ejercen presión sobre él.
- c. Corte: Esfuerzo interno o resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de elementos prismáticos.

¹⁶. Traducido por la autora.

Texto original: The strength of a material depends on its ability to sustain a load without undue deformation or failure. This property is inherent in the material itself and must be determined by experiment.

Fuente: Hibbeler, R. C. (2010)

Mechanics of materials. 8va edición.

Disponible en: <https://docs.google.com/file/d/0B0uVd31B7zGEBjRnWESqdnZBWjA/edit>

d. Flexión: Esfuerzo al que se encuentran sometidos principalmente las vigas, se puede definir como una deformación donde ocurre un alargamiento de una superficie y el acortamiento en la superficie opuesta en la viga (Ji y Bell, 2008).

e. Pandeo: Cuando un elemento esbelto estructural está cargado con una fuerza de compresión axial creciente, el miembro desvía lateralmente y falla por flexión y compresión combinadas en lugar de solo por compresión directa (Ji y Bell, 2008).

f. Torsión: Un momento aplicado alrededor del eje longitudinal de un elemento, denominado torque, que tiende a torcer el elemento alrededor de este eje (Ji y Bell, 2008).

Respecto de los esfuerzos por corte o cizalle, Urbán Brotons (1996) afirma que la dirección de las fibras en la madera es un factor importante al evaluar el comportamiento de una pieza. Es más importante neutralizar el esfuerzo cortante paralelo a sus fibras, ya que la madera resiste mucho mejor el esfuerzo cortante cuando es perpendicular a las mismas.

Los métodos adoptados para unir piezas de madera siempre ponen en juego el ingenio y habilidad del carpintero (Fletcher, 1898). La elección de una unión carpintera compromete entonces factores geométricos, constructivos, estructurales y de montaje. Dependiendo de la finalidad de la unión esta puede ser clasificada como un *ensamble*, *empalme* o un *acoplamiento*.

Ensamblajes: Encuentro entre miembros de madera que se intersectan, pudiendo identificarse este tipo de unión en esquinas o en cruces. También se emplea el término para referirse a las entalladuras de una pieza para ser unida con otra.

Empalme: Corresponde a la unión de elementos en una misma dirección para obtener una pieza de mayor longitud. Este tipo de unión puede reconocerse tanto en elementos verticales como horizontales. Dependiendo de la unión, puede resistir a los esfuerzos axiales: la compresión y la tracción.

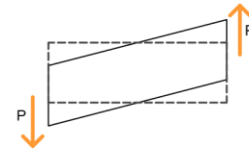
Acoplamiento: Corresponde a la superposición vertical de pieza, que tienen como resultante elementos de madera de mayor sección. Este tipo de unión también puede relacionarse con el sistema Blockbau, donde la unión se aplica para elaborar muros de madera. Este tipo de uniones trabajan a compresión.



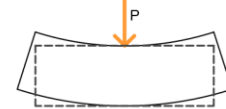
Tracción



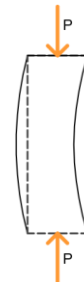
Compresión



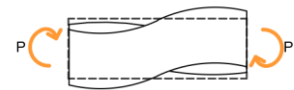
Corte o Cizalle



Flexión



Pandeo



Torsión

▲ Esquemas de esfuerzos internos

P: Fuerza externa

----- Estado inicial

Fuente: Elaboración propia, 2016.

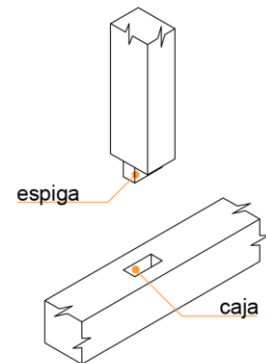
En los sistemas constructivos tradicionales más antiguos se privilegia el uso de piezas de madera de sección cuadrada en consecuencia del debilitamiento de la pieza, producto de una entalladura. Esta situación cambia a partir de la invención del Sistema de Armazón Ligero (*Balloon Frame*) donde se opta por piezas de madera de sección rectangular, privilegiando el mejor comportamiento de la sección frente a las solicitaciones.

Las uniones utilizadas más frecuentes son las de caja y espiga, los embarbillados, a media madera, por simple entalladura, empalme biselado simple, pico de flauta, cola de milano las cuales serán descritas a continuación.

Caja y espiga *Mortise and tenon*

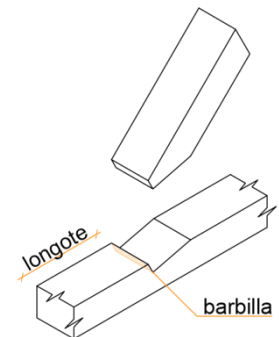
Conocida también como mortaja y espiga, la principal característica de esta unión es la penetración de una espiga labrada en el extremo de una de las piezas en la caja de la otra, con la consideración de que el calce sea tan justo como sea posible. La fabricación de esta pieza por el carpintero debe tener especial cuidado en los siguientes puntos: *hacer la espiga tan larga y tan resistente como sea posible* (relacionado con la sección) y *hacer la caja tan pequeña como sea posible, de manera de debilitar lo menos posible la pieza*^{xx} (Fletcher, 1898).

Generalmente utilizada como ensamble, la unión tiene un buen comportamiento ante la compresión y puede trabajar a tracción al añadir una clavija en el encuentro que fije la espiga evitando su desplazamiento. Por su versatilidad se puede utilizar en la unión entre pies derechos con soleras, pies derechos y vigas y existen también variaciones que permiten unir elementos en ángulo utilizando esta misma técnica.



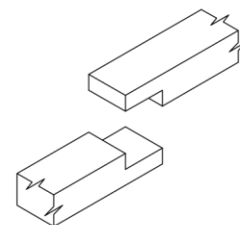
Embarbillado

El embarbillado o ensamble de espera consiste en el encaje de una pieza inclinada en otra que la recibe mediante una entalladura. La caja ocupa todo el grueso de ambas piezas y tiene la opción de diseño de incluir una espiga. Este encuentro es utilizado con frecuencia para resolver las uniones en las armaduras de cubierta, específicamente entre el par y el tirante. La pieza inclinada suele estar sometida a esfuerzos de compresión, con las tensiones máximas ubicadas en la sección siguiente a la entalladura, pudiendo fallar por corte. Para minimizar esta falla se recomienda que el longote o espaldón (Mittag, 1968) tenga una dimensión mayor a 200mm.



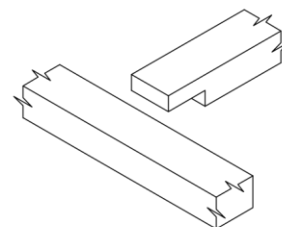
Unión a media madera *Halved joint*

Considerada una unión de fácil ejecución, se realiza cortando la mitad del espesor de cada pieza para luego montarlas una sobre la otra, dejando las superficies unidas al ras. Por lo general es utilizada en la unión entre soleras y puede ser utilizada también en la unión entre un pie derecho y riostra diagonal. Tiene resistencia a la compresión en el eje transversal a la unión.



Unión de simple entalladura *Single notching joint*

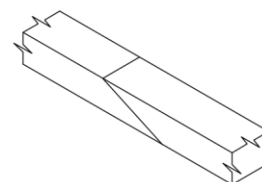
La unión por simple entalladura consiste en el rebaje de la sección de una de las piezas a unir mientras que la otra conserva la totalidad de su espesor. La fijación de las piezas en su lugar requiere de conectores adicionales como clavijas, pernos o clavos.



La versatilidad de este tipo de unión le permite ser utilizada tanto para encuentros de miembros de tabiques como para elementos de armaduras de techumbre, sin embargo, la carencia en la cantidad de superficies de adherencia en el ensamble la vuelve poco resistente a cualquier esfuerzo.

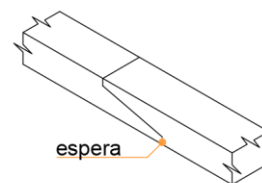
Empalme biselado simple *Plain scarf joint*

En este caso las dos piezas que conforman el empalme están unidas a tope mediante un corte oblicuo sin otro tipo de conector. Se utiliza preferentemente elementos dispuestos de manera horizontal para evitar el deslizamiento de las piezas.



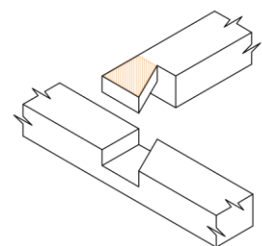
Empalme de pico de flauta *Nibbed scarf joint*

También llamado empalme en silbato, es similar al caso anterior con la diferencia dos pequeños topes o esperas ubicados en ambos extremos del corte oblicuo. Suele ser reforzado por pernos que pueden soportar esfuerzos de tracción considerables.



Unión en Cola de milano *Dovetail joint*

Su versión más sencilla corresponde a la unión en cola de milano a media madera, con una forma trapezoidal del ensamble cuya base más ancha se ubica hacia el exterior del encuentro, para que en caso de tracción, la unión quede acuñada y se impida su desplazamiento.



Herramientas para la fabricación de uniones tradicionales

La utilización de uniones carpinteras no corresponde a un ejercicio exclusivo de la carpintería de armar, sino también a la carpintería de taller, conocida comúnmente bajo el concepto inglés *Joinery*¹⁷. La carpintería de taller se relaciona a trabajos en elementos de carácter no estructural o de terminaciones, cuyos ejemplos abarcan la elaboración de marcos de ventanas, los moldajes de paredes, biselados, escaleras, entre otros. Esta distinción es relevante debido a que gran parte de la literatura técnica especializada acerca de las herramientas carpinteras reconoce esta diferenciación entre ambas disciplinas.

Welsh en su libro “Woodworking tools 1600-1900” expone 300 años de cambios, especialización y nuevas configuraciones de las herramientas de carpintería en los Estados Unidos. Resulta interesante la distinción que expone el libro respecto de las labores que realiza el carpintero, reconociendo la diferenciación entre el carpintero de armar (carpenter) y el carpintero de taller (joiner)¹⁸. Esta distinción también se hace presente en las herramientas utilizadas por estos artesanos (Figuras XX y XX) y al respecto afirma:

Las herramientas que el carpintero de armar usaba eran las mismas que las del carpintero de taller con la excepción de que las herramientas del primero eran estructuralmente más fuertes. El hacha es un buen ejemplo de esta diferencia. El hacha del carpintero de taller es liviana y de mango corto con el lado izquierdo del borde cortante biselado para ser utilizado con una sola mano. El hacha del carpintero de armar, por otro lado, tenía el objetivo de “cortar grandes cosas” y se hizo más profunda y pesada para facilitar la cuadratura y nivelación de las maderas (Moxon, 1703)¹⁹.

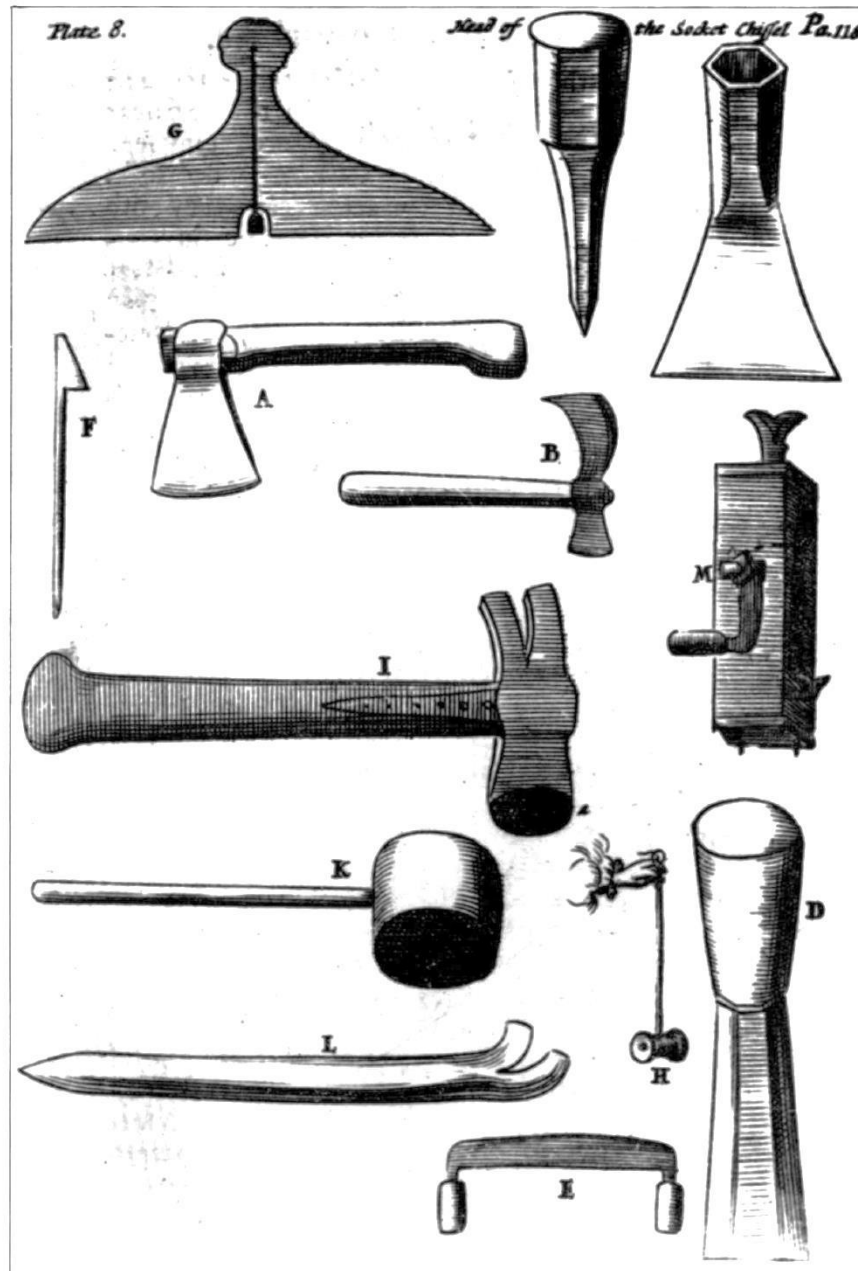
La descripción otorga una característica de la carpintería de armar, los ensambles y uniones de componentes de estructuras de madera armada tienen un carácter constructivo y estructural por sobre los estéticos permitiendo que los encuentros no tengan una perfecta terminación si no afecta a su comportamiento.

Las herramientas propias de la carpintería de armar según Querubini (2016) son las hachas y azuelas para desbastar la madera, los serruchos y sierras para cortar: los escoplos y formones para realizar cajas y cortes en lugares de difícil acceso; los martillos y masas para golpear y producir más presión en un corte con escoplo y los taladros y barrenos para la perforación de la madera y la ubicación de tarugos de madera o clavijas.

¹⁷. Concepto Joinery traducido como “carpintería de taller” con fundamento en la “Pequeña Enciclopedia Práctica de Construcción. Carpintería” de L. A. Barré, publicada en el año 1899 en Madrid.

¹⁸. Términos traducidos por la autora. “Carpintero de armar” para hacer referencia al “carpenter” y “carpintero de taller” para nombrar al “joiner” a partir de las descripciones de Welsh (2008)

¹⁹. Traducido por la autora. Texto original: The tools that the carpenter used were the same as those of the joiner except that the carpenter’s tools were structurally stronger. The axe serves as a good example of the difference. The joiner’s axe was light and short handled with the left side of the cutting edge beveled to accommodate one-handed use. The carpenter’s axe, on the other hand, was intended “to hew great Stuff” and was made deeper and heavier to facilitate the squaring and beveling of timbers. Fuente: Welsh (2008) Op. Cit.



◀ Figura 17

Listado de las principales herramientas utilizadas en carpintería según Moxon (traducido por la autora)

El hacha (A), azuela (B), cincel (C), cincel de rasgadura (D), Cuchillo de marcado (E), gancho (F), bisel (G), plumada (H), martillo (I), combo (K), crow (L), cepillo para carpintería (M)

(Moxon, *Mechanick Exercises ...*, 1703. Library of Congress.)

Fuente: Welsh (2008) Woodworking tools 1600-1900.

Chile, la adopción de las prácticas tradicionales

La llegada de extranjeros al territorio nacional fue el principal agente de intercambio y adopción de cultura en materia constructiva. En relación a las uniones tradicionales y la disciplina de la carpintería de armar se destacó la colonia alemana en el sur durante el siglo XIX, teniendo un despliegue de estas prácticas bastante extenso en los alrededores del Lago Llanquihue.

De un modo similar para las ciudades portuarias como Iquique, Coquimbo, Valparaíso, Talcahuano y Valdivia, el intercambio se produce luego de la promulgación del decreto de “Apertura Fomento del Comercio y Navegación” que estableció la ley de libre comercio en el año 1811, permitiendo el ingreso de naves extranjeras a estas ciudades (Estrada, 2000).

La formación de los maestros carpinteros extranjeros, específicamente alemanes, tenía sus bases tanto en la teoría como la práctica. Jóvenes ingresaban a talleres como aprendices al mismo tiempo que ingresaban a escuelas técnicas donde se les enseñaban metrología o sistemas de medida, aritmética, y el equivalente a geometría *fabrorum* medieval²⁰ que permitía hacer trazados con regla y compás a pie de obra (Cherubini, 2016). Caso similar ocurre en Francia en la escuela “Arts et Metiers”, donde se imparten los conceptos básicos de matemática y trigonometría, además de cursos prácticos con el objeto de formar expertos en el oficio. Esta institución sirvió de ejemplo para la Escuela de Artes y Oficios fundada en Chile en el año 1849, contrastando con la creencia del carácter rudimentario en la formación de artesanos de la madera en el país.

La Escuela de Artes y Oficios se construyó en la ciudad de Santiago como una alternativa de educación para las clases más modestas con interés en *fomentar el desarrollo productivo de las distintas localidades* mediante la formación de artesanos con educación moral que reúnan los conocimientos de su oficio para luego repartirlos en todos los pueblos de la República (Castillo, 2015). Con una primera generación de docentes traídos desde Francia, la escuela giró en torno a 4 oficios: herrería, mecánica, fundición y modelación de maderas.

20. En la práctica de los oficios se seguían los principios de la geometría euclídea desde la época griega, transmitidos asistemáticamente y de forma fragmentaria por tradición oral dentro de los distintos gremios, donde la aritmética y la geometría teórica quedaba lejos de los arquitectos, maestros canteros y artesanos, cuyos conocimientos eran eminentemente prácticos, alejados de la ciencia. Esta *geometría fabrorum* evoluciona lentamente tanto por prueba y error como por incorporación de cuantos avances prácticos se produjeran, adaptando y mejorando soluciones, para convertirlas en recetas cada vez más válidas como instrumento de trabajo, conceptos geométricos sencillos que permitían generar diversidad de formas y resolver problemáticas constructivas al margen de toda reflexión teórica. Fuente: Ruis de la Rosa, J. (2005) *Fuentes para el estudio de la geometría fabrorum. Análisis de documentos*. Disponible en: http://www.sedhc.es/biblioteca/actas/CNH4_097.pdf

El plan de estudios se armaba a partir de la enseñanza de gramática castellana, la historia de Chile, geografía, matemáticas, religión música y dibujo además de educación cívica. Las matemáticas además se subdividían en cursos de álgebra, geometría elemental, geometría descriptiva y trigonometría.

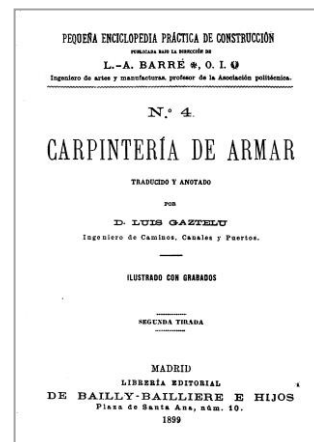
Con alumnos provenientes mayoritariamente de provincias, uno de los fundamentos más rescatables de esta institución era el compromiso que asumía el alumnado con su lugar de origen: Una vez egresado, el nuevo artesano tenía la misión de instalar un taller del oficio aprendido en su localidad de origen por un período de 6 años, lo que además de fomentar el desarrollo local, abría la posibilidad de formar nuevos aprendices en las provincias (Castillo, 2015).

El oficio de carpintero en la realidad nacional es considerado una labor de experticia que logra alcanzar los estándares internacionales, contabilizándose en Valparaíso un total de 213 carpinteros, con un número de extranjeros de 12 carpinteros según El Boletín de la estadística industrial de la República de Chile de los años 1894-1895. Se deduce entonces que el diseño y elección de una solución de encuentro en estructuras de madera armada involucra además de un arquitecto o ingeniero, la participación de un carpintero de armar para la ejecución del proyecto.

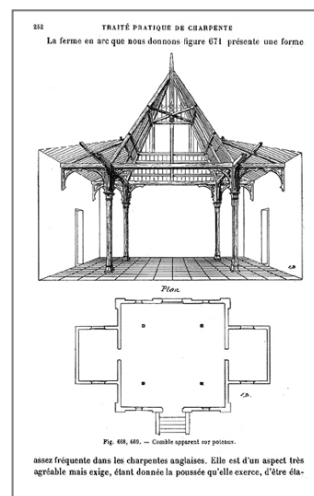
Las construcciones en la ciudad de Valparaíso, de carácter público y doméstico, se realizan bajo la dirección de arquitectos con estudios en el medio nacional e internacional, razón por la que durante el período comprendido entre finales del siglo XIX y principios del XX se mantienen vigentes estos ensambles como métodos de unión de la madera, con influencias en la literatura técnica, tratados y manuales de carpintería, utilizados en el período de su formación ligados principalmente a la literatura francesa.

La eficiencia y calidad de estas uniones se comprueba en el contexto local con la existencia hasta la actualidad de ejemplares con soluciones constructivas mediante este tipo de ensambles, que pese al deterioro por causas primarias (biológicas, químicas, desgaste e incendios), han logrado tener alta resistencia y durabilidad.

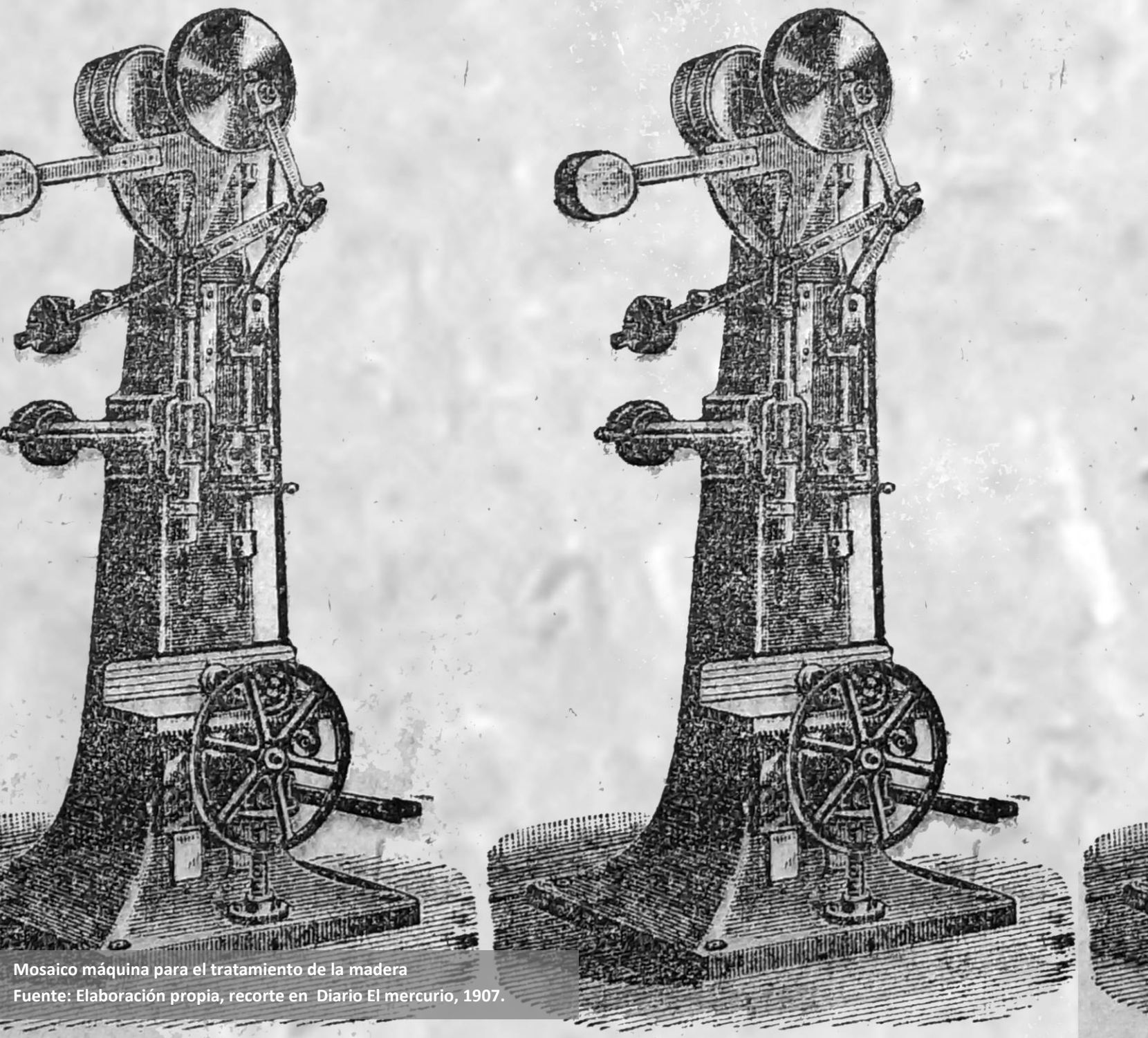
El ocaso de la riqueza técnica de estas uniones se debe principalmente al avance en materia industria (la invención de los clavos), los nuevos sistemas constructivos mediante estructuras de acero y hormigón armado y la falta de mano de obra calificada para realizar trabajos de carpintería tan minuciosos.



▲ **Pequeña Enciclopedia Práctica de construcción**
Carpintería de Armar de Luis Gasteluz.
Año: 1899



▲ **Traité Pratique de la Charpente**
de Etienne Barberot.
Año: 1911.



Mosaico máquina para el tratamiento de la madera
Fuente: Elaboración propia, recorte en Diario El mercurio, 1907.

Capítulo V

Sistemas productivos de madera en Chile

La madera como uno de los recursos naturales más antiguos del que el hombre ha hecho uso ha sido un material muy utilizado en construcción incluso previo a la era industrial. Con características físicas y mecánicas variables dependiendo de la especie del árbol de origen y/o las condiciones del contexto de crecimiento, las más utilizadas en el transcurso del tiempo han sido las de pino oregón y el roble; el primero por la rapidez de su crecimiento y su fácil obtención y el segundo por sus características estéticas, dureza y durabilidad.

A partir de la naturaleza de los procesos para su producción la madera se puede categorizar como la madera labrada y la madera aserrada.

La madera labrada

Para Barberot (1926) el arte de la carpintería parece ser tan antiguo como el mundo, pues seguramente la madera fue el primer material empleado por el hombre para construirse un refugio. El refinamiento de estas prácticas no podría deberse a otra cosa sino a un cierto grado de desarrollo de nuevas herramientas.

La madera labrada es el resultado de un proceso manual donde se otorga la forma final de la pieza mediante un hacha. Este proceso supone una pérdida importante de material y por ese motivo la sección de las piezas es generalmente robusta. La labor es realizada por carpinteros; artesanos expertos en el tratamiento de la madera.

La carpintería se define como la disciplina de elaboración y diseño de piezas de madera para la construcción y sus inicios datan desde los primeros tiempos del hombre. Testimonios dan cuenta que en la antigua civilización egipcia ya se utilizaban herramientas para labrar la madera.

La madera aserrada

La madera aserrada corresponde al resultado de un proceso mecanizado donde las piezas se dimensionan a partir de maquinaria especializada en aserraderos o barracas. Corresponde a un método más efectivo que fue ganando terreno en la práctica de la construcción desplazando así a la madera labrada.

Los aserraderos y talleres inician en Chile a mediados del siglo XIX aprovechando la importante cobertura que tiene el recurso forestal chileno en la superficie del territorio. El abastecimiento de materia prima se concentra principalmente en las actuales regiones VIII, IX y X y también se importa materia prima desde Norteamérica, tales como pino oregón y el roble, además de otros países de Europa.

Uno de los primeros antecedentes del desarrollo de la industria de la madera tiene ubicación en el sur del país. En 1766 un ingeniero levanta un establecimiento con seis sierras de uso continuo, denominada molino de agua para cortar tablas y es el que constituye el primer rubro dentro de la economía del lugar. Otro antecedente ocurre en el año 1824 cuando se establece el aserradero de Manuel Carvallo en Arique, una localidad de Valdivia (Guarda, 1995).

Otro hito importante en la industria ocurre en el año 1848 cuando Frick Von Hackermann, de nacionalidad alemana, instala el primer aserradero de tipo sierra circular accionado por locomóvil (Figura 19) en la Aguada de Corral (X Región) según la comisión nacional del medio ambiente (Sinia, 2000). El locomóvil es una maquina similar a una locomotora, impulsada a vapor utilizada principalmente como fuente de movimiento para los aserraderos.

Paralelamente en distintas localidades del país la producción y trabajos en madera se desarrollan en aserraderos u barracas con algún grado de introducción de maquinaria, que con el impulso de la revolución industrial se traducirá más adelante en el desarrollo de herramientas y maquinas más efectivas y con mayor grado de precisión. Durante el periodo comprendido entre los siglos XIX y XX, donde el país logró una apertura hacia el comercio internacional, la maquinaria fue importada desde países como Norteamérica y Alemania.



▲ Figura 19

Locomóvil antiguo de aserradero

Los locomóviles o motores impulsados por vapor ya son un recuerdo. Durante años sirvieron como fuente de movimiento para aserraderos y otras industrias. Dejaron de ser protagonistas y quedaron relegados al olvido. Muchos de estos motores se fueron convirtiendo en chatarra olvidados en los campos del sur.

Fuente: Portal Tierra Adentro, Disponible en: <http://www.tierra-adentro.cl/video/156/#contenidos-adicionales>

Valparaíso y la industria maderera

En cuanto al contexto local, el Boletín de la Estadística Industrial de la República de Chile del período de 1894-1895 identifica en el Departamento de Valparaíso entidades de la Industria de Elaboración de la Madera siendo de interés en la materia los establecimientos de carpinterías y aserraderos de madera (Figura XX) como la industria Morrison & Co. No es posible determinar a ciencia cierta si los establecimientos reconocidos como carpinterías se dedican solo a labores relacionadas con la construcción, el boletín no entrega mayor información al respecto, pero si se hace la distinción entre los carpinteros dedicados a obras de tipo naval como otro tipo de rubro (en las tablas, como industrias de Carpinteros Navales).

En las estadísticas de materias primas (Figura 20) se puede observar que la producción nacional y extranjera poseen números similares en el apartado de aserraderos, inclinándose levemente hacia la materia prima extranjera. En carpinterías la materia prima nacional es la más utilizada. Por otro lado, la Figura X2 contabiliza a los trabajadores de las Industrias de Elaboración de Madera por sexo y nacionalidad, mostrando una cantidad poco significativa de operarios extranjeros para las dos industrias destacadas.

Aparecen contabilizados un total de 57 establecimientos dedicado a la madera y solo 7 barracas u aserraderos sin precisar ubicación ni maquinaria utilizada.

En el Censo realizado en el año 1907, pese a realizar un conteo de profesiones en el Departamento de Valparaíso distinguiendo sexo y nacionalidad, no aparecen identificados carpinteros ni artesanos de la madera como ítem, siendo contabilizados probablemente en el apartado de otras profesiones en la tabla.

En la prensa local, específicamente los diarios “El Mercurio” y “La Unión”, existen publicaciones esporádicas en el apartado de Avisos Económicos de venta madera a particulares y de maquinaria para aserraderos. Además, resulta curioso ver que en la época los remates de materiales de construcción son bastante frecuentes, rescatando piezas de madera con usos previos considerando si sus modificaciones, cortes u operaciones no significan una disminución de su calidad resistente.

ESTADÍSTICA				
DE LAS INDUSTRIAS DEL DEPARTAMENTO DE VALPARAISO				
CUADRO I.—MATERIAS PRIMAS				
INDUSTRIAS	Número de estable- cimientos	MATERIAS PRIMAS		
		Nacionales	Estranjerias	TOTAL
VI.—Elaboraciones de la madera				
Carpinterías.....	27	116,600	49,000	165,600
Ebanisterías.....	4	9,500	15,292	24,792
Aserraderos de maderas.....	7	466,000	557,000	1,023,000
Fábricas de muebles.....	15	128,400	59,700	188,100
Constructores navales.....	2	54,000	2,000	56,000
Tonelerías.....	2	9,000	7,000	16,000

CUADRO II.—OPERARIOS							
INDUSTRIAS	Número de estable- cimientos	OPERARIOS					
		Total	Hombres	Mujeres	Niños	Nacio- nales	Estran- jeros
VI.—Elaboraciones de la madera							
Carpinterías.....	27	213	187	—	26	201	12
Ebanisterías.....	4	37	26	3	8	32	5
Aserraderos de maderas.....	7	150	145	—	5	129	21
Fábricas de muebles.....	15	247	209	15	23	211	36
Constructores navales.....	2	99	97	—	2	99	—
Tonelerías.....	2	18	18	—	—	18	—

▲ Figura 20

Estadísticas de las industrias en el Departamento de Valparaíso.

Cuadros I y II. Boletín de la Estadística

Industrial de la República De Chile. 1894-1895

Fuente: Portal Memoria Chilena

Los recortes a continuación fueron extraídos de ejemplares de los diarios mencionados entre los años 1905-19010 de manera de ser representativos del período de construcción de las viviendas de madera analizadas en el capítulo siguiente, además de detectar cambios según los acontecimientos de dichos años.

En los avisos seleccionados del diario La Unión del año 1905-1906 se produce un cambio de ubicación de dichos avisos, dada la contingencia, hacia la portada de cada número. En caso contrario el anuncio posee un tamaño y tipografía que lo hace destacarse dentro del cuerpo de la página. Los años siguientes, seleccionados del diario El Mercurio de Valparaíso, son ubicados preferentemente en el apartado de Avisos Económicos, denotando que la venta de madera no solo tiene un carácter industrial, si no que particulares también tienen la posibilidad de ofrecer productos mediante este medio.

De los recortes es posible identificar dos industrias establecidas: Maderas de la Frontera y Morrison & Co., y llama la atención también el aviso de remate de materiales del año 1908 que especifica el vínculo de este aviso con la Junta de Reconstrucción del Almendral, como asociación post-terremoto de 1906. Resulta pertinente mencionar que los remates son actividades que se desarrollan con regularidad en la ciudad, siempre anunciadas mediante este medio, pero que los remates de materiales de construcción se vuelven más frecuentes luego del terremoto de Agosto del año 1906.

A partir de los antecedentes históricos sobre la utilización de la madera, se cree que la construcción de inmuebles en la ciudad de Valparaíso abarcaría procesos tanto mecanizados como manuales en las distintas etapas de la obra. La etapa de predimensionado de las piezas de madera se llevaba a cabo en barracas mientras que las transformaciones y operaciones al material son realizadas en terreno por carpinteros u obreros bajo la dirección de los anteriores. La cualidad más importante sería el grado de flexibilidad que tendría el material a las modificaciones en términos de diseño y ubicación, no descartando una pieza por un corte erróneo si este no significa una disminución en su calidad resistente, idea que se refuerza también con el reciclaje de materiales provenientes de otras obras (remates de materiales de construcción).

RAULI SECO
DE 1.ª CLASE de 1", 2" Y 3"
 y **ALAMO** de 1", 1½", 1" y 2"
OFRECEN
Willshaw, Hnos. y Ca.
 BARRACA NACIONAL
 Blanco 589, esq. Las Flores

▲ Diario La Unión, Octubre 1905.

MADERAS.
Barraca Valparaíso.
 Realizamos parte de nuestras existencias.
Avenida Errázuriz 415, esquina Edwards
M. MARTÍNEZ ALDUNATE Y CA.
(3) — (4)

▲ Diario La Unión, Enero 1905.

RAULI tabloncitos 2×10, 3.50;
 1×8, 1.30; 110 cepillado 2.20 primera. Vende
 muy barato Chacabuco 207.

MADERAS rauli seco bruto todas dimensiones, fideles machihembrado, fideles tinglado 1×8, 1×6, laural 1×10 seco, roble todas dimensiones, por carros completos puestos cualquiera estación ofrece Pedro N. Hermosilla, Avenida Brasil 403, teléfono 173, casilla 2190.

▲ Diario El Mercurio, Abril 1907.


REMATE
DE
MATERIALES
DE CONSTRUCCION
 Calle Freire entre Chacabuco y Victoria
 De orden de la Junta de Reconstrucción del Almendral, el martes 17 del presente, a las 10½ A. M., venderé al mejor postor lo siguiente:
Madera de pino en vigas, tablas, cuartones, tablas para piso y cielo, tijerales, pies derechos, puertas, ventanas, tragaluces, mamparas, zing para ferro y techo, etc., etc.
Valparaíso, marzo 15 de 1908.
MOISES RÍOS GONZÁLEZ,
 Martillero de Hacienda
Cochrane 130—Blanco 167—Teléfono 1005

▲ El Mercurio, Marzo 1908.

ASERRADERAS
 Instalaciones completas para aserrar madera, con todos los aparatos mas modernos para el transporte, carguo, acopio y labrado de madera.
CABLES Aéreos y arrastradores para el transporte de troncos grandes.
BANCOS Aserradores Automáticos, con mesas, acopladores, alimentadoras y correderas mecánicas.
MAQUINARIA para LABRAR
 Toda clase de maquinaria para labrar madera, machihembrar, etc. Máquinas para hacer puertas, ventanas, cajones, toniles, etc., etc.
JOHN R. BEAVER (Engineering Co.)
 Prat 109 -:- Valparaíso

▲ Diario El Mercurio, Abril 1907.

Fábrica Elaboración Maderas
 completa, 19 máquinas, véndese veintiocho mil pesos. Motor solo vale 13 mil pesos oro.
Diríjase casilla 578

▲ Diario El Mercurio, Abril 1907.

MADERAS DE LA FRONTERA
CUARTONES 2×3, 2×4, 3×3×4½ y 5 varas.
TIJERALES 4×4, 3×4, 3×5×4½ y 5 " "
CUCHILLAS 4×6×4½, 5 y 6 varas.
TABLONES 2×10×4½ y 5 varas.
TABLAS 1×8, 1×10×4½ varas.
Vendo a precios sin competencia
Dorsal: CALLE INDEPENDENCIA 301
AGUSTIN GAZITUA, Blanco 170

▲ Diario El Mercurio, Marzo 1908.


MADERA
EN EL ACTO
 Podemos entregar la maquinaria modelo del mundo para labrar maderas
OFRECEMOS
SIERRAS Hinchas con y sin rodillos -:- **SIERRAS** circulares -:- **MAQUINAS** para acopillar por dos, tres y cuatro lados a la vez -:- **MAQUINAS** para machihembrar, Moldurar, Espigar -:- **MAQUINAS** para nudos de carruajes -:- **TUPIS** dobles y sencillos -:- **BARRENADORAS** para soleras y pies derechos, Etc. -:- **POLEAS**, Correas **TRASMISIONES** y **ACEITES** -:-
 Para Castigos, Precios, Etc.
MORRISON & Co.
 VALPARAISO, BRUNO 100—SANTOPIA, NUMERO 67

▲ Diario El Mercurio, Abril 1907.

TABLAS de ALAMO
 Machihembradas para cielo
 5 y 4×4 a precios ventajosos para el comprador.
Afrecho, Pasto, y Harina blanca y candeal
 véndese al por mayor en Almirante Barrobo 81.
CALISTO 2º PEREIRA.

▲ Diario El Mercurio, Febrero 1910.



Intersección tabique interior con fachada , vivienda Playa Ancha #581

Fuente: Colección fotográfica del Autor.

Capítulo VI

Estudio de Casos

En el siguiente capítulo se exponen y analizan tres viviendas que datan del período de principios de siglo XX en el cerro de Playa Ancha desde una perspectiva configuracional y técnica con el objeto de reconocer los sistemas utilizados para su construcción.

Los casos de estudio expuestos a continuación son inmuebles de distinta escala emplazados en relación a las principales arterias de Playa Ancha, Avenida Gran Bretaña y Avenida Playa Ancha, cuyo desarrollo formal y constructivo resulta representativo del quehacer arquitectónico de la época.

Cabe mencionar que la información recopilada por la Dirección de Obras Municipales y el Archivo Histórico de Valparaíso para este tipo de inmuebles de carácter privado es bastante escasa y de difícil acceso, por lo que la información histórica y planimétrica se basa principalmente en la publicación "La vivienda de fines de siglo XIX. Casas de Playa Ancha" de la arquitecta Myriam Waisberg, incluyendo material inédito del Fondo Myriam Waisberg, salvo por uno de los casos que se presentó como oportunidad para la investigación al encontrarse en un proceso de reconstrucción.

El levantamiento de las estructuras de madera se lleva a cabo por secciones considerando las condiciones de accesibilidad de cada uno de los casos de manera precisa abarcando la estructura general y las soluciones puntuales, para llevar el estudio al detalle de unión entre componentes.



Fachada Norte desde Avenida Playa Ancha

Fuente: Colección fotográfica del Autor, 2016.

1. Playa ancha #581

Descripción histórica

El caso en estudio se ubica en la Avenida Playa Ancha, una de las principales arterias del cerro. Con un deterioro evidente por el paso del tiempo, se inician labores de reconstrucción durante el presente año para convertir la vivienda unifamiliar en talleres y salas de ensayo. La faena de construcción hace posible la examinación de los tabiques y la armadura de techumbre al exponerlas para la reparación y reemplazo de las piezas.

No existe documentación ni planos en la Dirección de Obras de la Municipalidad de Valparaíso; su año de construcción, arquitecto y propietario inicial se desconocen, pero se estima que la vivienda data del período de principios del siglo XX por las similitudes formales de la fachada con otras viviendas construidas durante ese período.



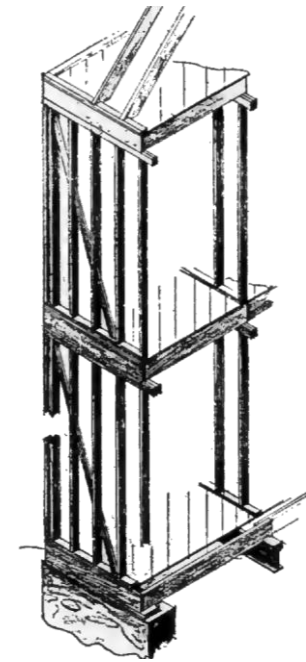
▲
Plano de Ubicación
Escala 1:2000

El estudio de la presente, tiene como principal fuente el reconocimiento en terreno a partir del levantamiento, identificando materiales, sistemas constructivos y la relación de sus componentes. El caso corresponde a un volumen de dos niveles, con planta rectangular, que se apoya en fundaciones de mampostería y albañilería de ladrillos, que se encargan de aislar las estructuras de madera armada de la humedad del terreno.

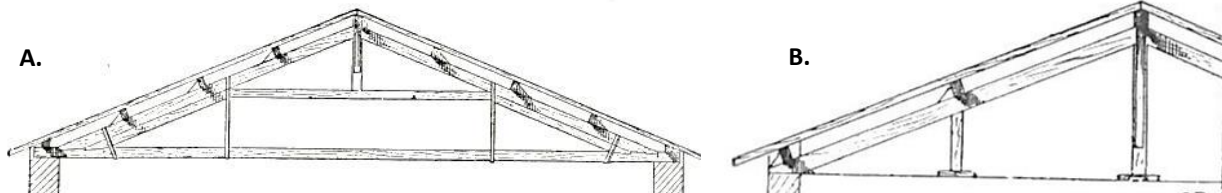
A partir de la comparación entre los entramados verticales y horizontales del caso con literatura técnica se logra definir los sistemas constructivos utilizados. Con elementos de gran sección, 4"x4" y 3"x4" en primer y segundo piso respectivamente, se identifica una discontinuidad de los pies derechos de un nivel al otro, siendo interrumpidos por las soleras y el envigado de entrepiso. El conjunto de características observadas hace alusión al Sistema de Plataformas.

Descrito en el capítulo anterior, la característica principal de este sistema de entramado es la interrupción de las piezas verticales –los pies derechos- para levantar los muros del primer piso, situar el piso del segundo a modo de “plataforma” y seguido levantar sobre él los muros del siguiente nivel. Si bien el sistema de plataformas se define como un sistema liviano, con piezas de madera de menor sección que las utilizadas en el caso, su principal característica es la construcción del inmueble mediante niveles.

Por otro lado, las similitudes de la techumbre de la vivienda con las expuestas en tratados de carpintería son un poco más difusas. La cubierta se sostiene mediante pilarejos (pendolón y montantes en el caso) de forma similar a lo que muestra la Figura XX-A, y la armadura de techumbre contaría también con la presencia de tirantes (Figura XX-B). La comparación con los tratados se hace a partir, de las similitudes formales de las estructuras.



▲ Figura 21
Vista isométrica Sistema de Plataformas
Fuente: Walsh. Op. Cit.



▲ Figura 222
Cubierta de dos tirantes (A) Cubierta sobre pilarejos (B)
Fuente: Barberot, E (1926) Op. Cit.

Registro Fotográfico



1. Fotografía del envigado de entepiso. Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.



2. Fotografía detalle unión a media madera en cruz de San Andrés entre riostras diagonales. Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.



3. Fotografía de la estructura de techumbre. Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.



4. Fotografía detalle unión de caja y espiga entre solera superior y envigado de entretecho. Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.



5. Fotografía de Detalle unión embarbillado entre pie derecho y diagonal. Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.

6. Fotografía detalle unión por simple entalladura entre montante, par y tornapunta. Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.

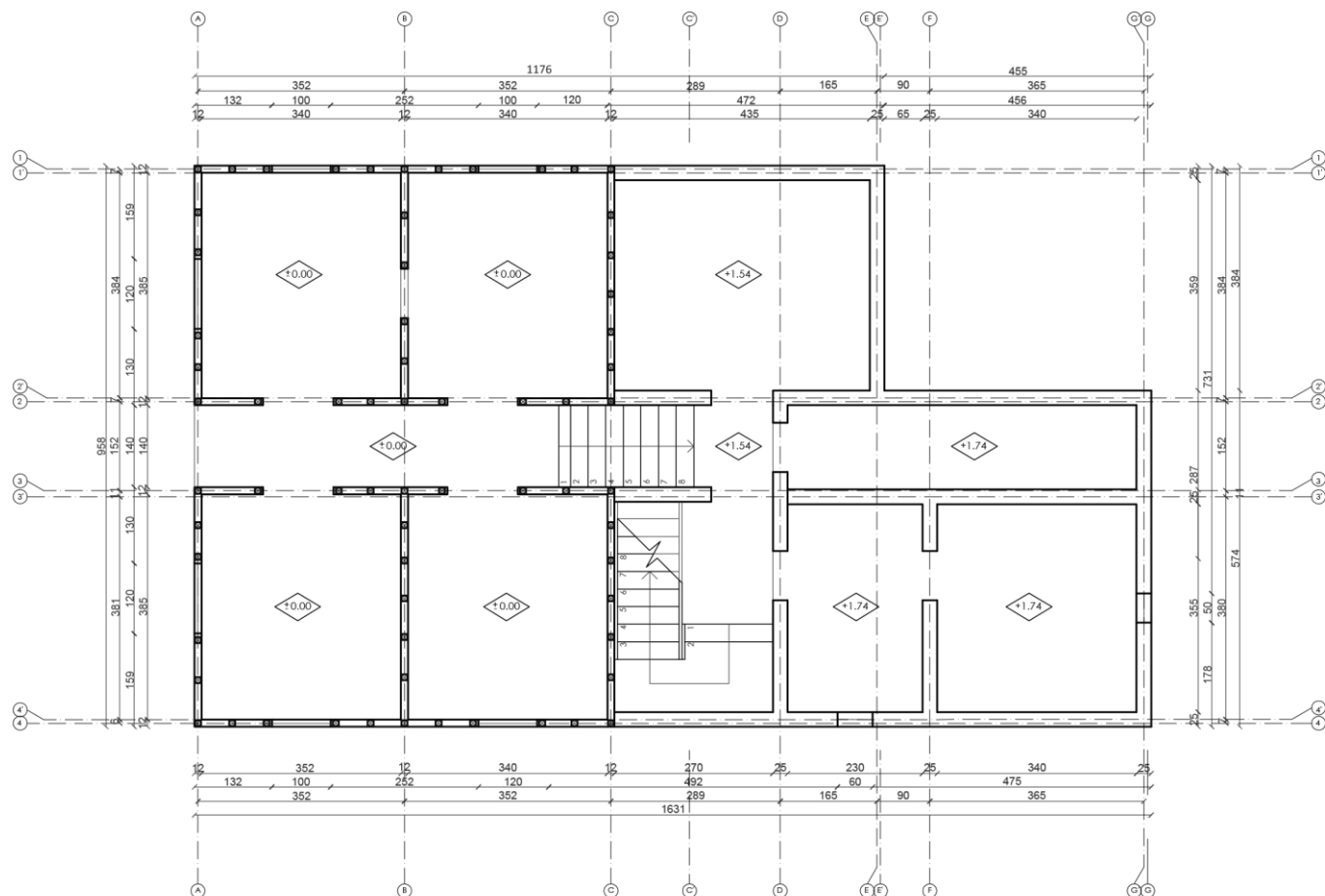


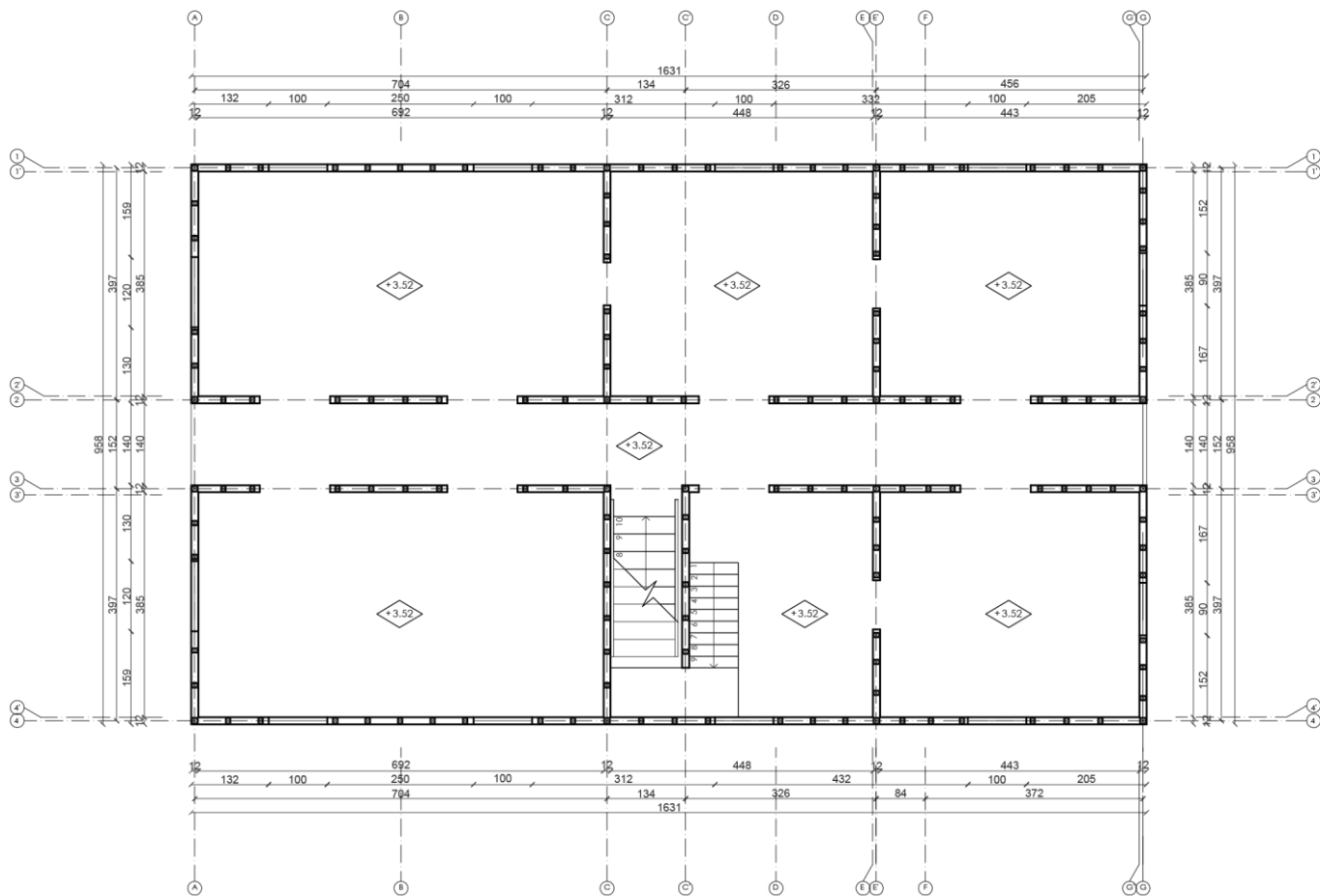
◀
7. Fotografía de detalle vigas de madera y albañilería de ladrillos.
 Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.



◀
8. Fotografía vista superior de tabique y malla de alambre.
 Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.

Análisis configuracional



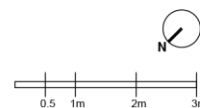


Playa ancha #851

Planta segundo nivel

Escala 1:125

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

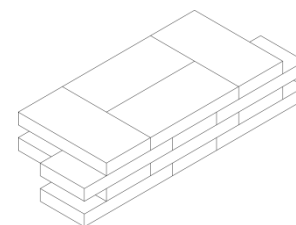




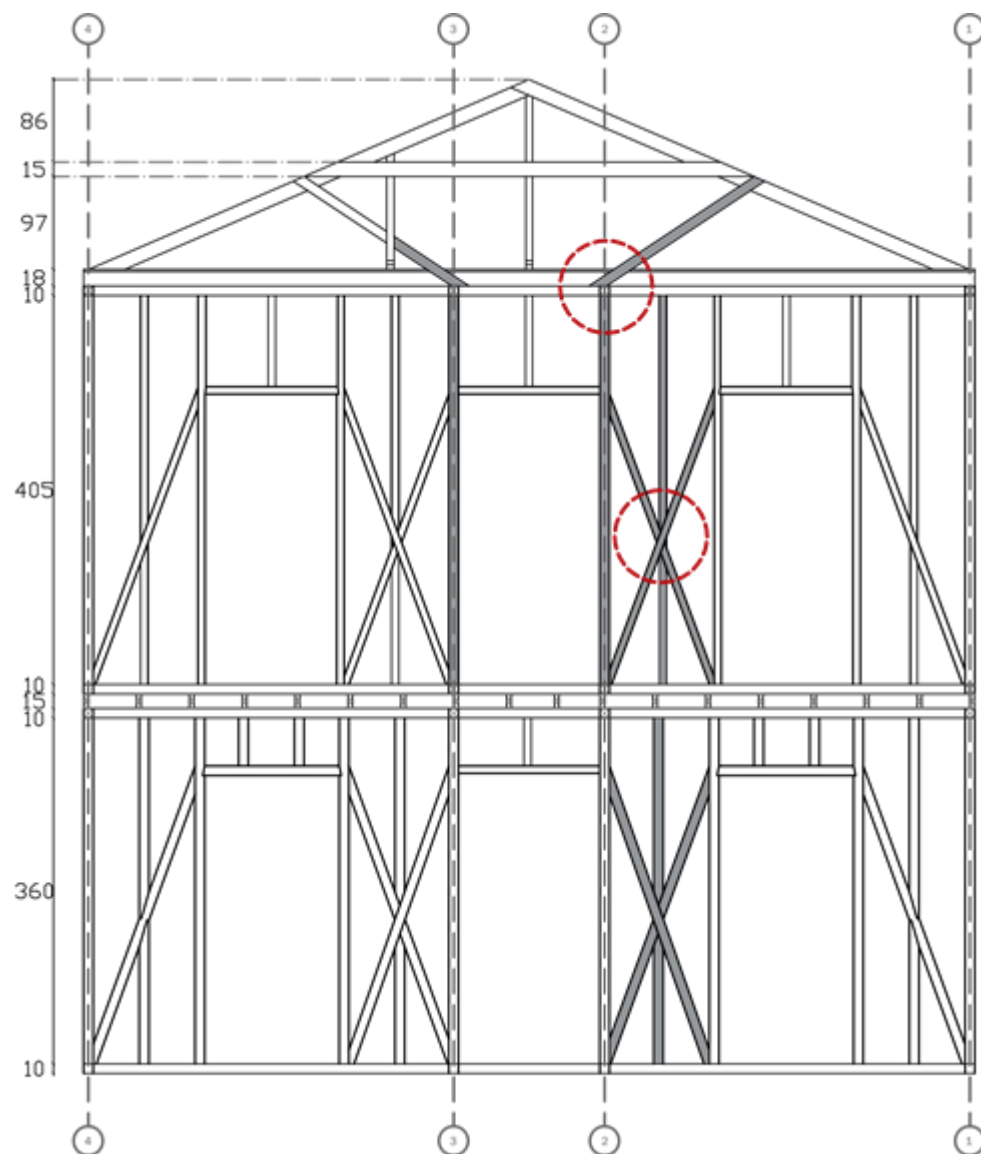
Compuesta a partir de un zócalo, dos niveles y el entretecho, la vivienda Playa Ancha #581 está construida a partir de la combinación los sistemas de albañilería de ladrillos y el sistema de plataformas, cuyos tabiques de madera se encuentran rellenos de adobillo, revestidos con estuco en su interior y con planchas de zinc en el exterior.

Para su emplazamiento, una sección del primer nivel se encuentra incrustada al terreno en pendiente, cuya materialidad corresponde a ladrillos de formato 20x40x5cm dispuestos en un aparejo de tipo gótico (Figura 23).

Con el terremoto de 1906 como antecedente, y a pesar de que el cerro de Playa Ancha corresponde a un terreno rocoso –y por tanto más resistente– el levantamiento releva estrategias en la disposición de los componentes en las armaduras de madera, cuyo fin último es otorgar mayor resistencia y de esa manera mitigar los daños que un evento sísmico pudiese provocar.



▲
Figura 23
Aparejo Gótico o Flamenco
Fuente: Elaboración Propia, 2016.



Playa ancha #851
**Elevación tabiques de fachada y
 techumbre**
 Fuente: Elaboración Propia, 2016.

La sección de las piezas disminuye conforme se traspasa del primer al segundo nivel. En el primer nivel, la escuadría de los elementos corresponde a 4"x4" (100mmx100mm), mientras que en el segundo la sección de los componentes corresponde a 3"x4" (75mmx100mm). Esta podría considerarse como la primera estrategia debido a que el movimiento de un sismo tiende a ser más brusco en los pisos superiores de cualquier edificación; con lo anterior, más el diafragma creado mediante el envidado de entrepiso, los muros del segundo piso tendrían mayor flexibilidad y su deformación y movimiento no comprometerían a los del piso inferior.

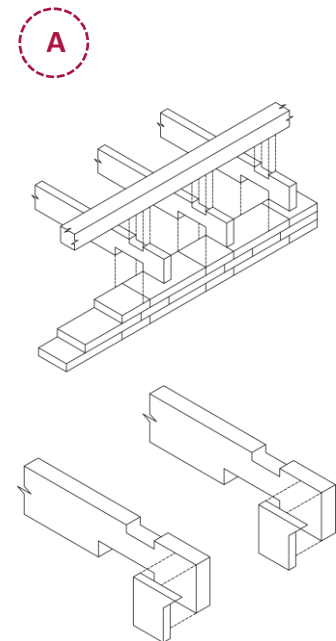
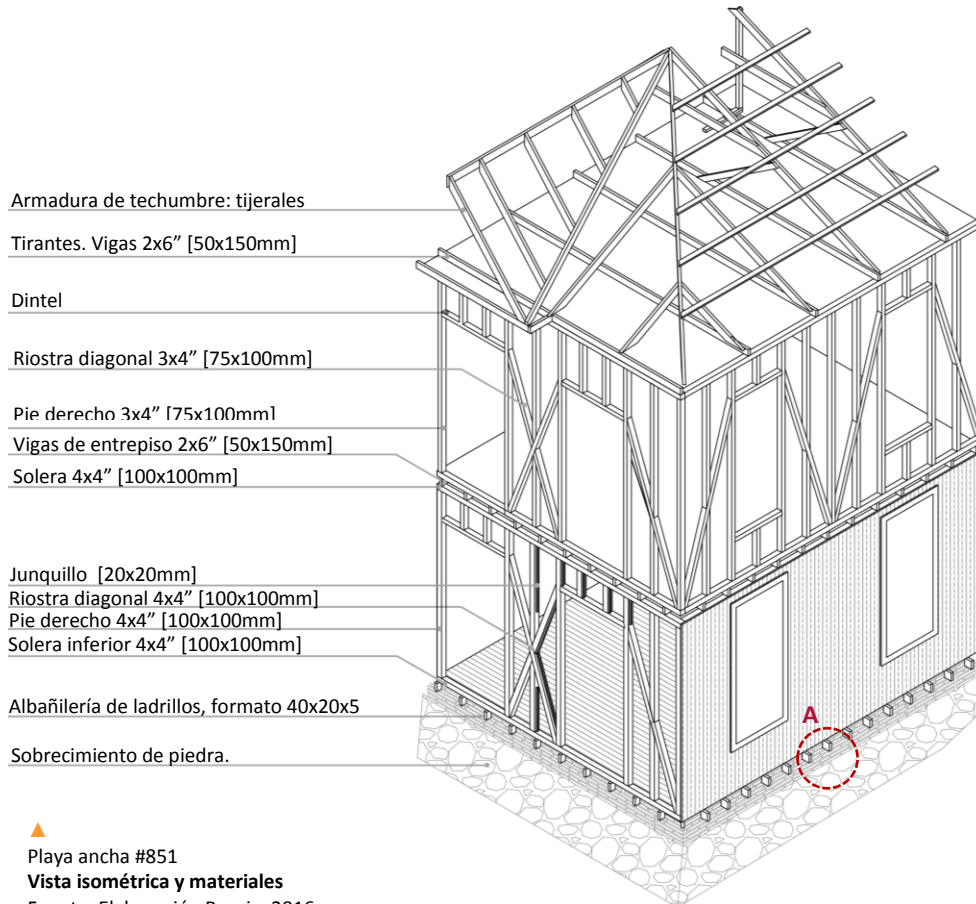
La segunda estrategia de resistencia sísmica corresponde a la disposición de las riostras diagonales en cruceta para reforzar un muro debilitado por el vano de un acceso. En una primera aproximación se creyó que la disposición de las diagonales –con su altura máxima en relación a los dinteles de los vanos- sería una decisión constructiva que complementaría la estrategia; sin embargo, al corroborar con los otros ejes de la vivienda se descarta esta idea reemplazándola por una decisión relativa netamente al formato máximo de las piezas. Los muros perimetrales de fachada Oriente y Poniente de la vivienda son los más reforzados debido a las dimensiones de los vanos y su cantidad (puertas de acceso y ventanas de gran dimensión).

Finalmente, en lo que respecta a la cubierta, el sistema utilizado corresponde a tijerales, identificándose pilarejos como sostén de la estructura. Cabe mencionar además que la estructura del techo es independiente de los muros, apoyándose sobre el entramado horizontal de entretecho, creando un diafragma donde el elemento que vincula dicha estructura con los muros del segundo nivel son los tornapuntas, los elementos protagonistas de la última estrategia de resistencia sísmica. Las tornapuntas se posicionan en relación a los pares en su extremo superior, y con el envigado en el inferior, posicionado sobre los ejes de los muros del corredor de la vivienda. Esta decisión pretende ligar ambas estructuras sin restringir de manera tan abrupta sus comportamientos independientes en el caso de sismo.

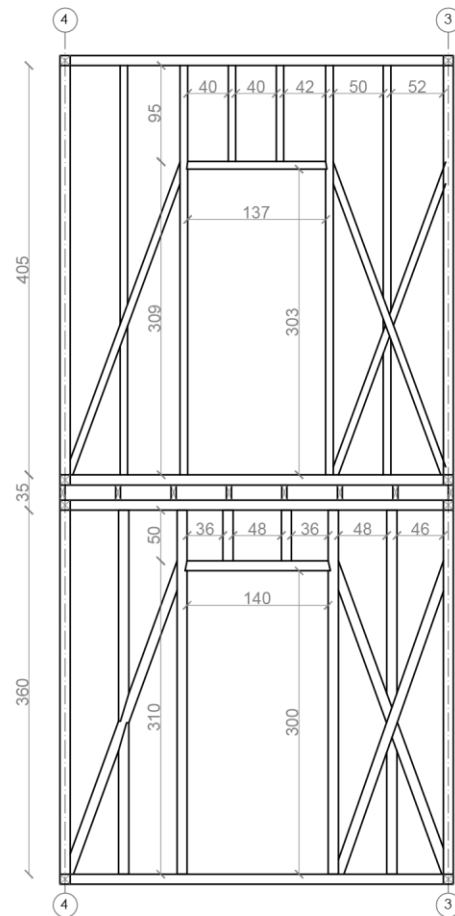
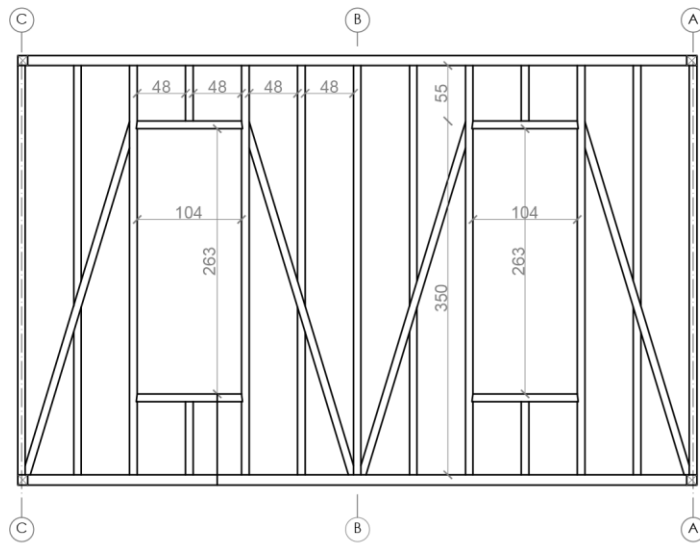
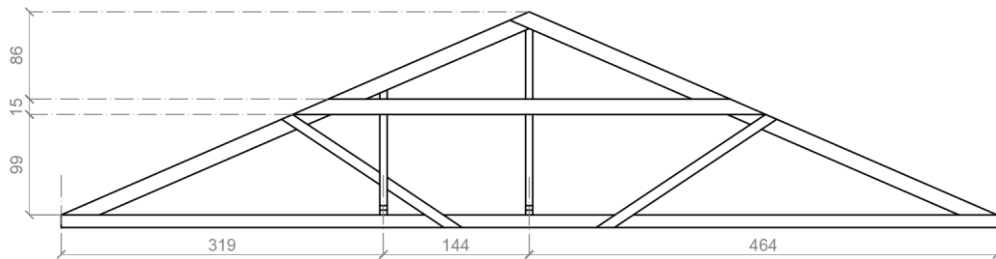
La combinación y acción en conjunto de estas configuraciones en la vivienda de Av. Playa Ancha son las que probablemente le han permitido, a pesar del deterioro, mantenerse aun en pie, entregándole un carácter más arraigado hacia las condiciones locales mediante pequeños ajustes y decisiones que evidencian la preocupación de aquella época por la integridad y reforzamiento de las estructuras de los inmuebles.

Análisis constructivo

Conocidos los sistemas constructivos para entramados y techumbre, sistema de plataformas y tijerales respectivamente, se presentan las estructuras estudiadas del caso y se analizan las uniones entre componentes respecto de las secciones levantadas en terreno; por motivos de ordenamiento se hace la distinción de ambas estructuras para su análisis en detalle.



▲ Figura 24
 Playa ancha #851
Detalle encuentro viga y fundaciones de ladrillo y ornamento viga
 Fuente: Elaboración Pronia, 2016.



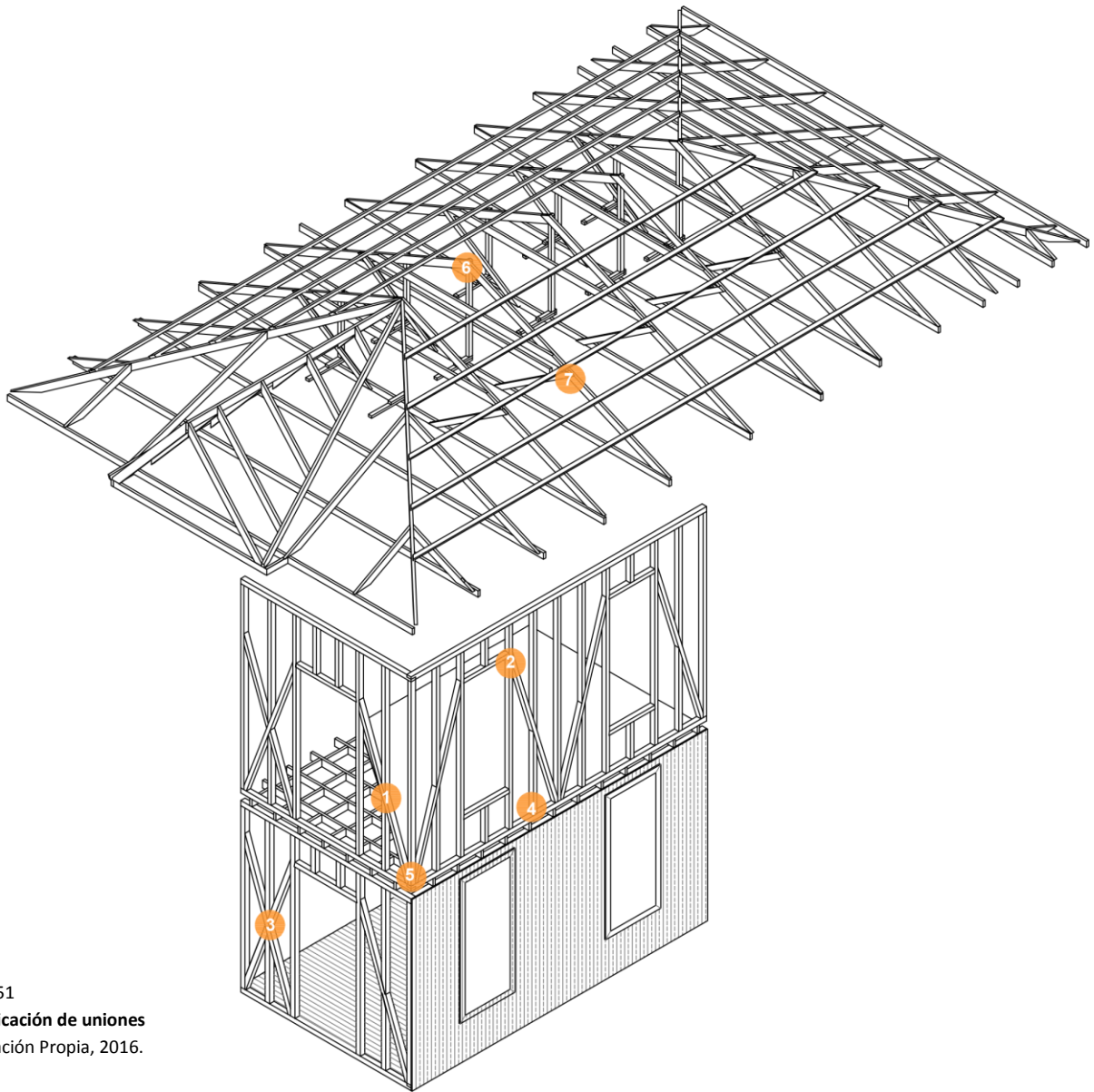
Playa ancha #851

Elevación armadura de techumbre y tabiques

EJE 4 y sección EJE A

Escala: 1:75

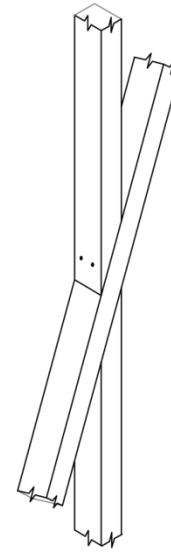
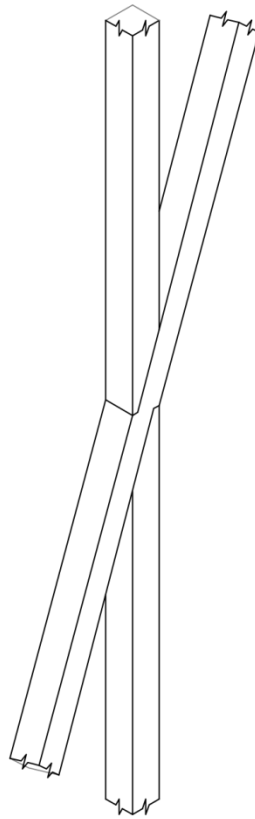
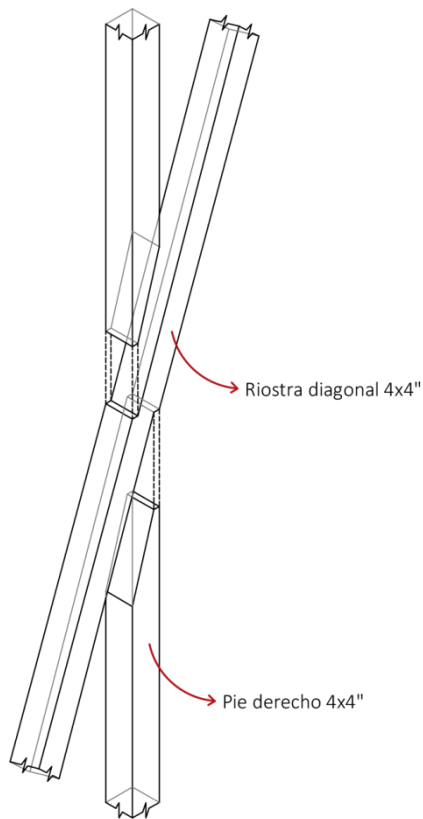
Fuente: Elaboración Propia, 2016.



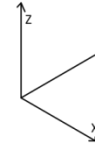
Playa ancha #851

Isométricos ubicación de uniones

Fuente: Elaboración Propia, 2016.



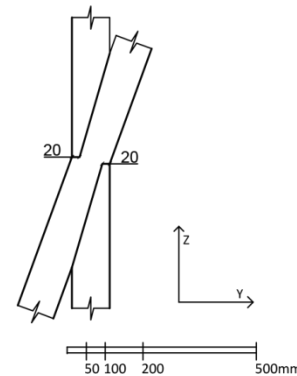
VARIABLE NIVEL 2
Unión mecánica

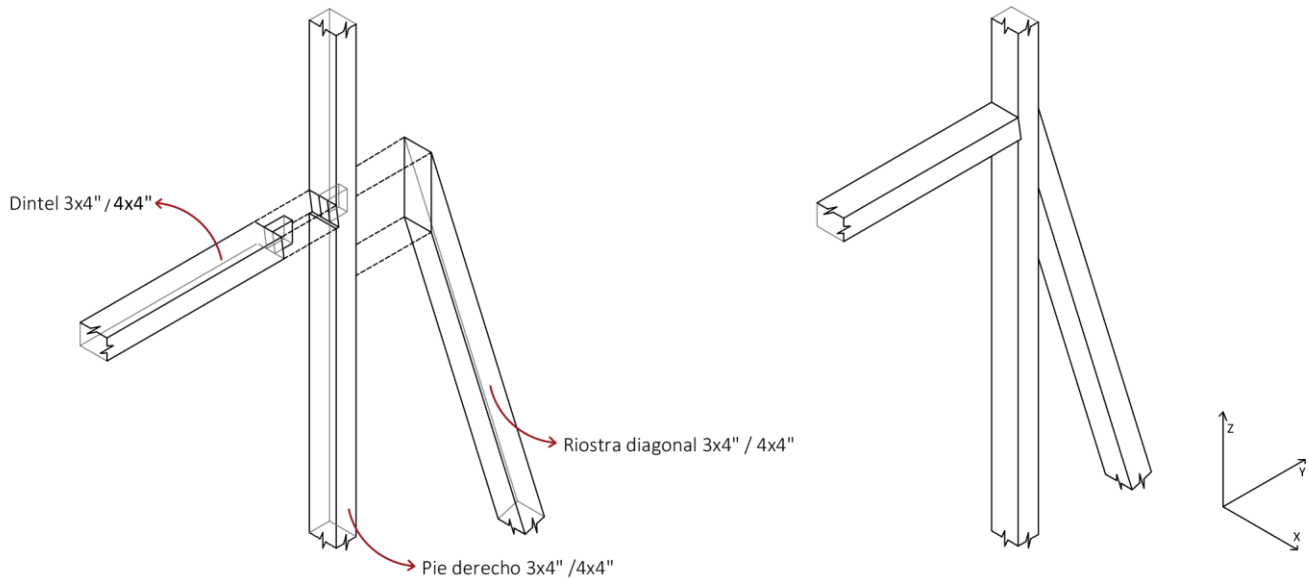


1. Pie derecho + Riostra diagonal

Unión del pie derecho y la riostra diagonal mediante embarbillado. La barbilla tiene una dimensión de 20mm.

Existe una variación en la unión de estos componentes en el segundo nivel, pasando de la unión carpintera a la unión mecánica; se descarta la barbilla y se unen los componentes a tope reforzando el nodo con clavos en la dirección horizontal.

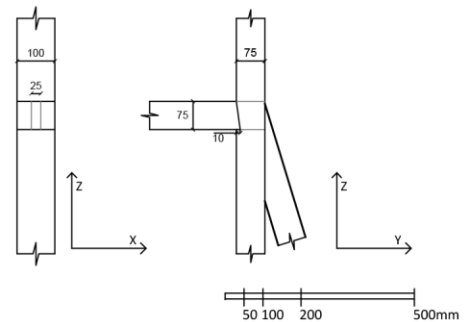


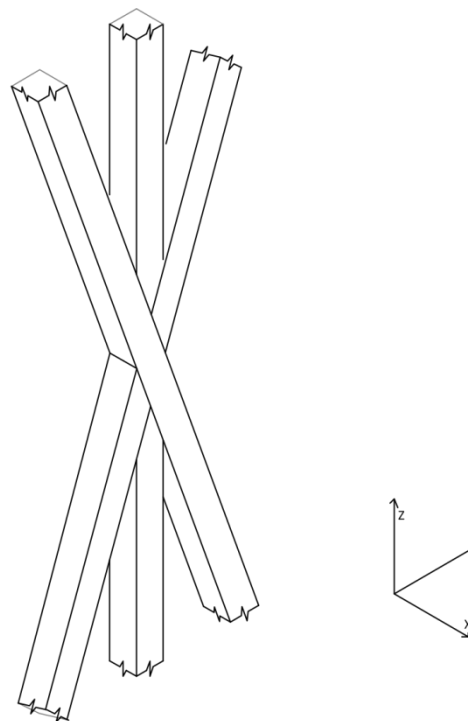
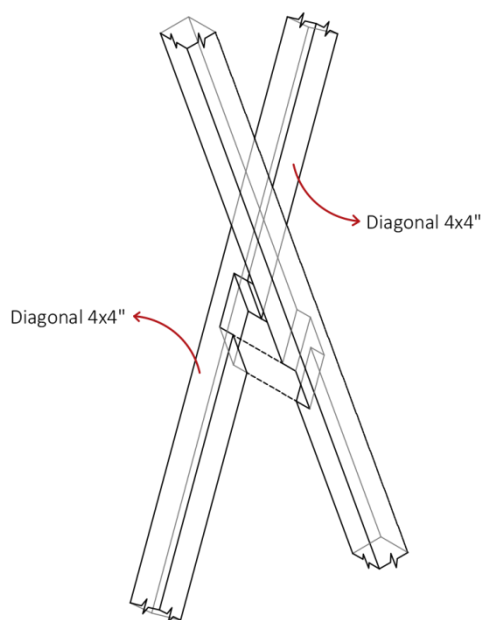


2. Pie derecho + Dintel + Riostra

Ensamble de pie derecho – dintel mediante caja y espiga. La caja atraviesa por completo la sección del pie derecho y la diagonal cubre esta unión con una barbilla de 20mm.

Esta unión logra verificarse al comparar los dinteles de los distintos ejes de la vivienda. Cabe mencionar que la diagonal no siempre alcanza la misma altura del dintel, en ciertos vanos, la diagonal tiene una altura mayor a la del dintel permitiendo ver la unión de los otros elementos al descubierto.

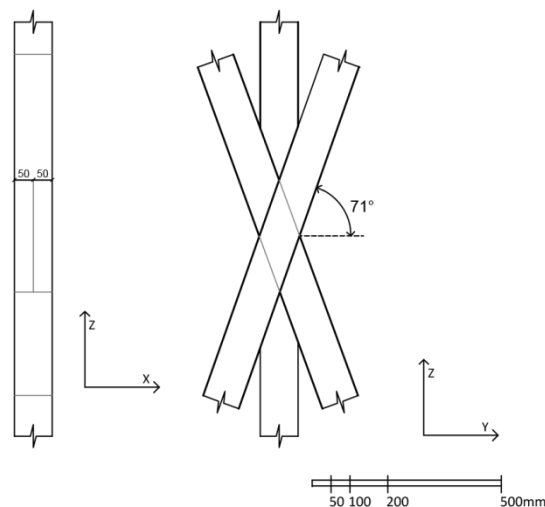


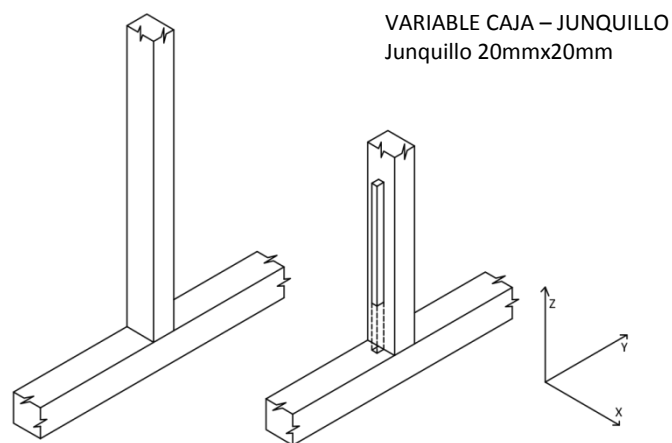
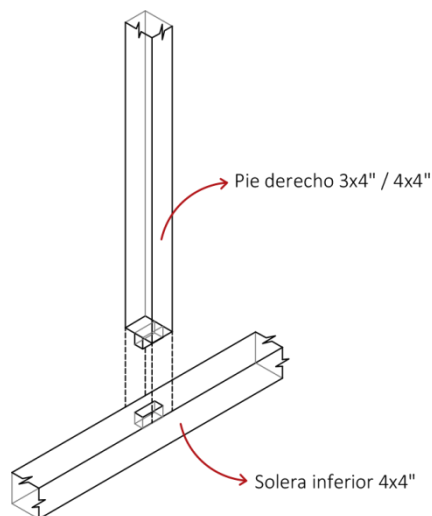


3. Riostras diagonales

Ensamble de las riostras diagonales en cruceta en su centro mediante la unión a media madera; rebaje de la mitad de su sección total de 100mm. Los puntales están a tope.

Esta unión, a diferencia de la unión entre pie derecho – diagonal, no hace la distinción de esta operación entre un piso y otro (en relación a la sección de los componentes) pudiendo reconocerse la unión en ambos niveles de la vivienda.

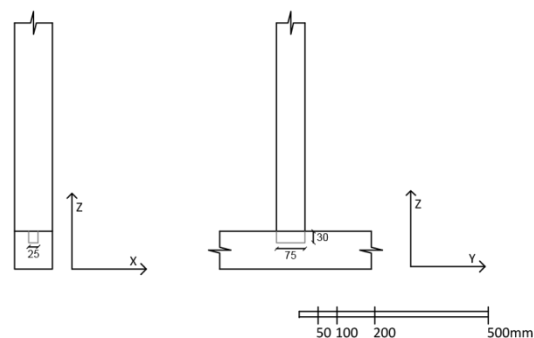


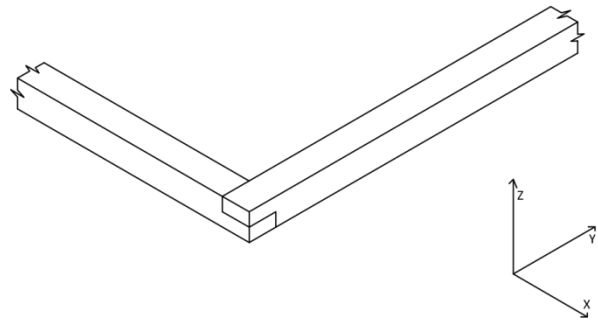
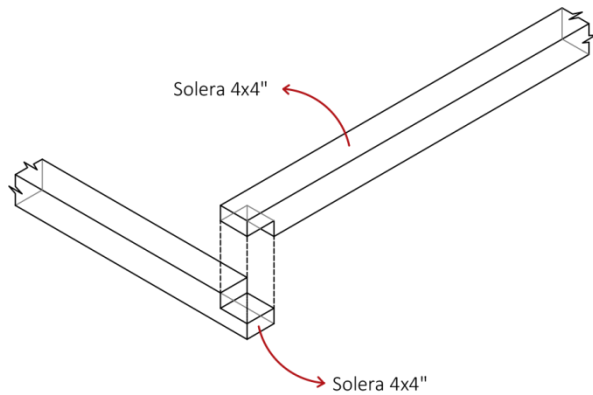


4. Pie derecho + Soleras

Ensamble de caja y espiga entre los pies derechos y las soleras (superior e inferior). Unión coincidente con el diagrama de uniones carpinteras de tabiques con sistema de plataforma.

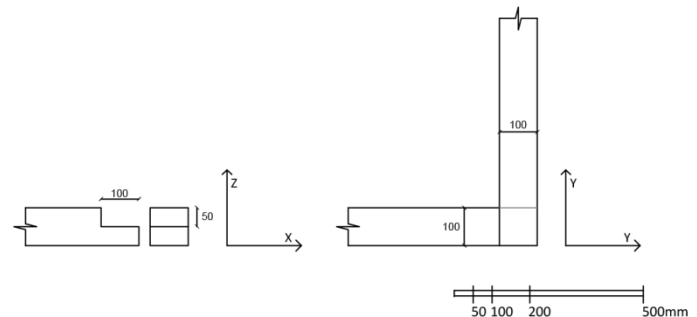
En algunos casos la caja aumenta su dimensión para incluir el encaje del junquillo, pieza que cumple la función de riel para la disposición de los adobillos en el muro. Esta operación sería original de la vivienda y no resultante de la reconstrucción.

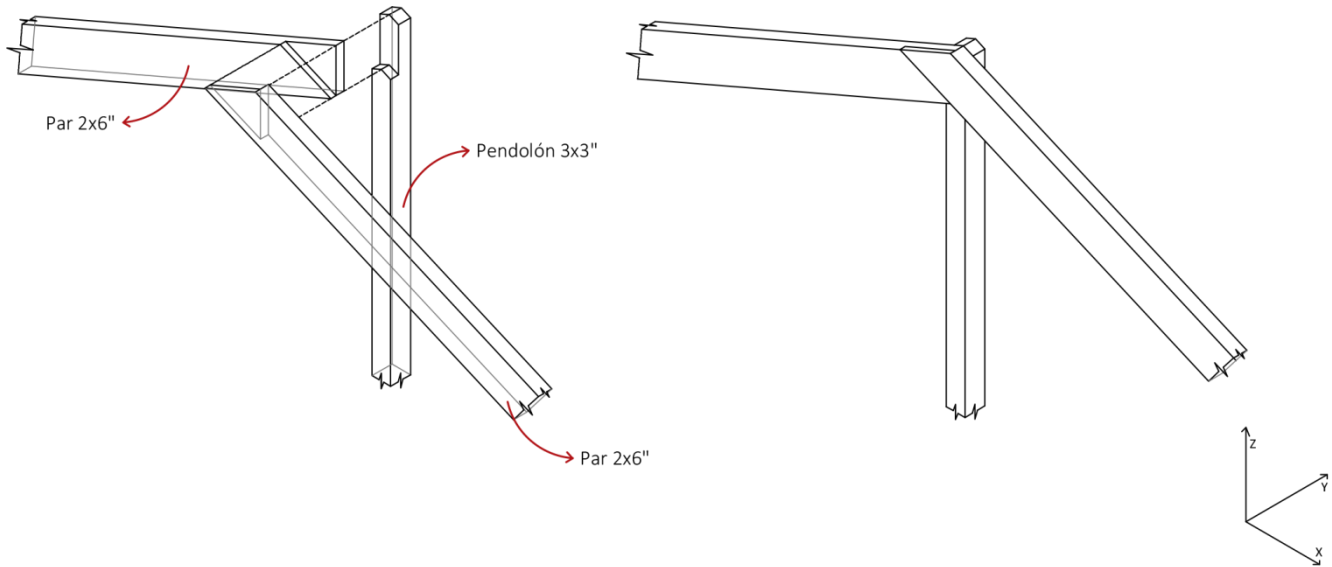




5. Soleras (superiores e inferiores)

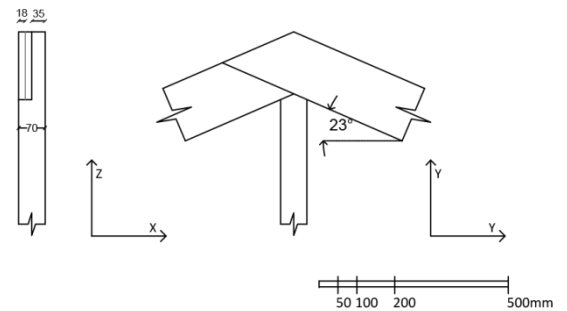
Ensamble de las soleras en dirección transversal por unión de media madera. Se rebaja la mitad de la sección de las piezas, con un rebaje superior en una e inferior en la otra de manera que la unión final conserve la dimensión de 100mmx100mm inicial de ambos elementos

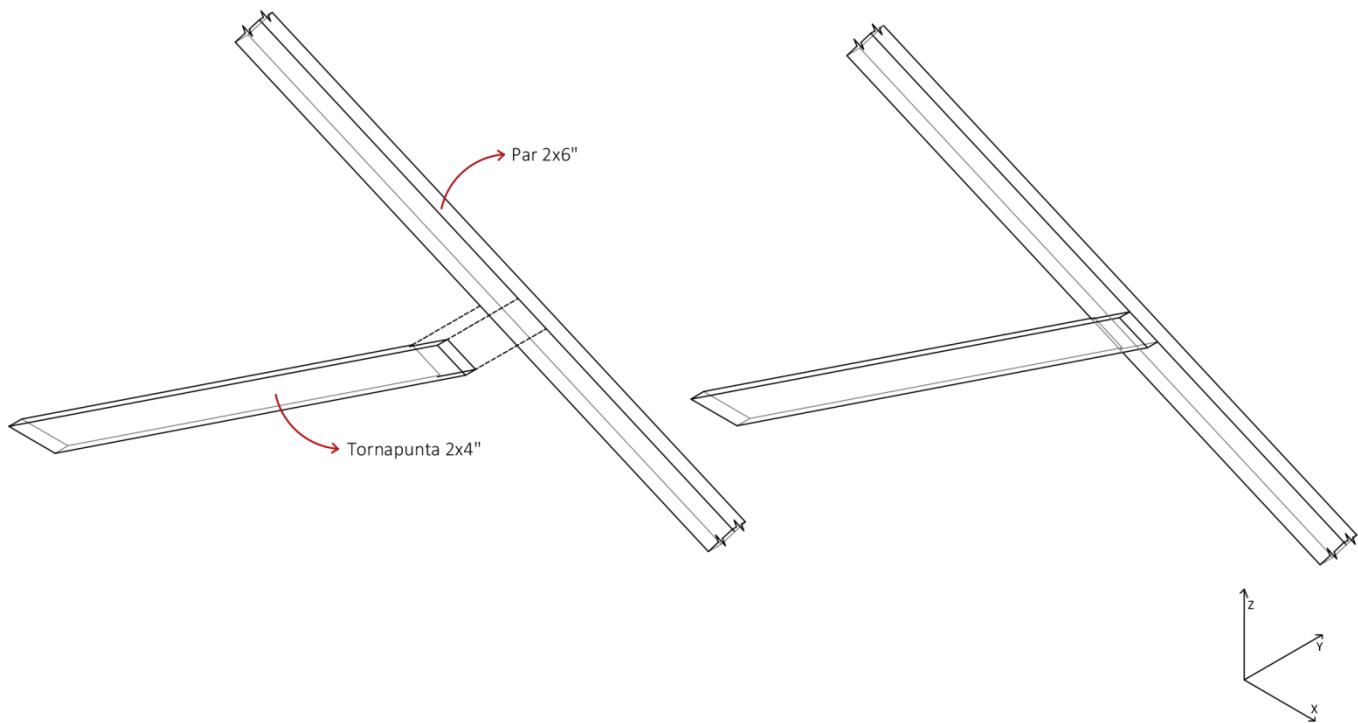




6. Pendolón + Pares

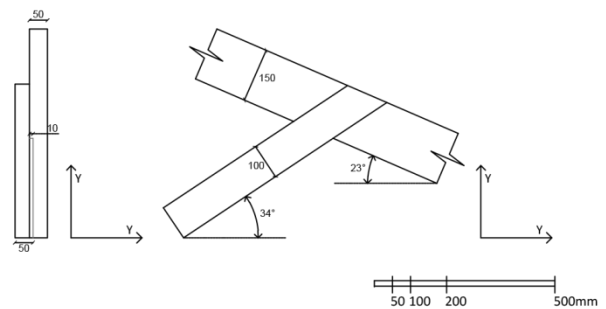
Ensamble del pendolón y los pares mediante el rebaje de sección de todas las piezas por simple entalladura. El nodo se encuentra reforzado con clavos de hierro





7. Par + Tornapunta

Ensamble de simple entalladura entre el par y la tornapunta reforzado con clavos. Solo la tornapunta cambia recibe rebaje para el encuentro con el par. Unión reforzada por clavos.





Fachada principal desde Pasaje Harrington
Fuente: Colección fotográfica del Autor, 2016.

2. Pasaje Harrington #269

Descripción Histórica

El inmueble en estudio forma parte del conjunto del pasaje que recibe el nombre del arquitecto Esteban Orlando Harrington, quien en 1908 edifica siete viviendas destinadas a la venta con la excepción de una de ellas que deja en manos de su familia. Como consecuencia del terremoto del 1906 la venta de las casas finaliza rápidamente al cabo de tres años (Waisberg, 1988).

El conjunto del Pasaje Harrington se materializa a partir de un plano tipo de vivienda que adopta modificaciones a partir del loteo y pendiente del sector. Cada una de las construcciones cuenta con dos niveles: el primer piso se compone de la zona de recibo, el salón y comedor separados en dos recintos y la zona de servicios. El segundo piso corresponde a la zona privada donde se ubican los dormitorios y el baño; en ambos niveles los recintos son comunicados mediante un pasillo.



▲ **Plano de Ubicación**
Escala 1:2000

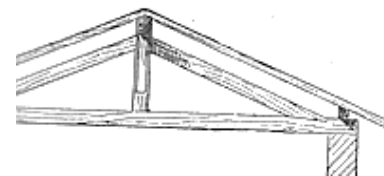


En materia descriptiva el volumen asemeja una forma de T en planta y se corona por tijerales cuya cumbrera alcanza una altura máxima de 180cm. El material predominante en la construcción de esta casa es la madera, tanto en terminaciones como en su estructura, variando la naturaleza y sección de los componentes. *La construcción de la vivienda se materializa mediante entramados verticales y horizontales en madera de roble y pino oregón que se posicionan sobre fundaciones de hormigón en sus muros perimetrales y albañilería de ladrillos en sus muros interiores. Para ambos casos la fundación es corrida* (Vargas, 1981).

Respecto del arquitecto Esteban Harrington, responsable de obras como el Hotel Royal (1899) y el Hotel Palace (1903), es un profesional ya reconocido en la época pero adquiere mayor fama luego del terremoto de 1906 dado que ninguna de sus obras parece haber sufrido daños significativos por efecto del sismo. Sobre sus estudios no se ha encontrado información y solo existiría la suposición de que *su formación proviene solamente del medio nacional* (Waisberg, 1988).

En la comparación del caso con lo expuesto en tratados de carpintería se encuentran similitudes entre la estructura de la techumbre con “cubiertas sobre cuchillos” (Figura 25) descrita en el manual de Barberot. Se define este tipo de cubierta como *la armadura más elemental, está compuesta por dos pares, un tirante y un pendolón*. La salvedad de esta comparación se relaciona con la presencia de los montantes de la estructura en estudio. Por el actual uso del inmueble, el análisis de los tabiques de madera es más limitado pudiendo reconocer su composición de forma parcial por la decisión de sus actuales propietarios de dejar una estructura a la vista con fines estéticos.

▲ **Perfil Urbano, Pasaje Harrington**
Fuente: La Vivienda de fines de siglo XIX, Casas de Playa Ancha.



▲ **Figura 25**
Cubierta sobre cuchillos
Fuente: Barberot (1926) Op. Cit.

Registro fotográfico



1. Fotografía tabique a la vista, primer piso. Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.



2. Fotografía armadura de techumbre. Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.



3. Fotografía vista lateral a la estructura de techumbre. Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.

2. Fotografía detalle unión de caja y espiga entre dintel y puntal. Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.



Análisis configuracional

El caso Pje. Harrington #269 es la vivienda de menor escala de los inmuebles estudiados. Como consecuencia de un análisis en terreno superficial, dadas las condiciones de accesibilidad, el análisis configuracional se presenta como una hipótesis.

Esteban Harrington es un conocido arquitecto en la época por la resistencia que mostraron sus sobras ante las inclemencias del sismo de 1906, presentándose como primer antecedente para creer que la vivienda tendría alguna estrategia de rigidización pese a su escala.

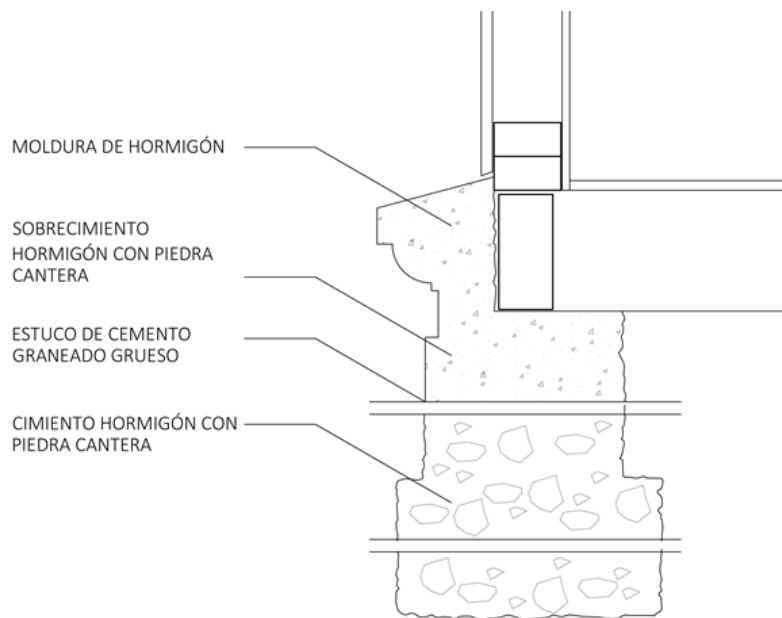
La hipótesis que es posible elaborar se relaciona con el sistema constructivo utilizado para levantar la vivienda, el que correspondería al sistema de plataformas. Sería a partir de él que ambos niveles de la vivienda y también la techumbre tendrían un alto grado de flexibilidad, característica primordial para resistir los movimientos de tipo lateral. En la techumbre no fueron identificados elementos que otorgaran mayor resistencia a la estructura, que aparentemente se sirve de los pares y pares de limatesa para lograr su estabilidad.

Análisis constructivo

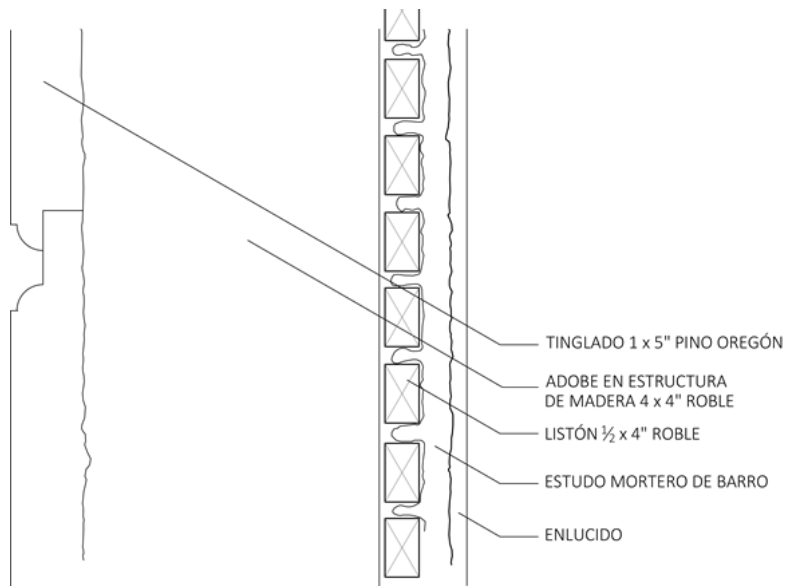
Se analiza la vivienda 269 del Pasaje Harrington a partir de antecedentes constructivos de sus fundaciones y tabiques para luego pasar al estudio de las secciones que fue posible ver y analizar. Para el caso de los muros se analizó una sección de los tabiques que estaba a la vista y una sección de la techumbre de la fachada sur²¹.

La techumbre se estructura a base de tijerales cuyos pendolones tienen una altura de 180 cm. A partir de ellos y la luz a cubrir de aproximadamente 8 metros se ubican los pares con una pendiente de 30° aproximadamente que se encuentran con soleras clavadas al envigado de entrepiso. Por el perfil de las plantas se originan limatesas a 45° para definir el cambio de dirección de los faldones.

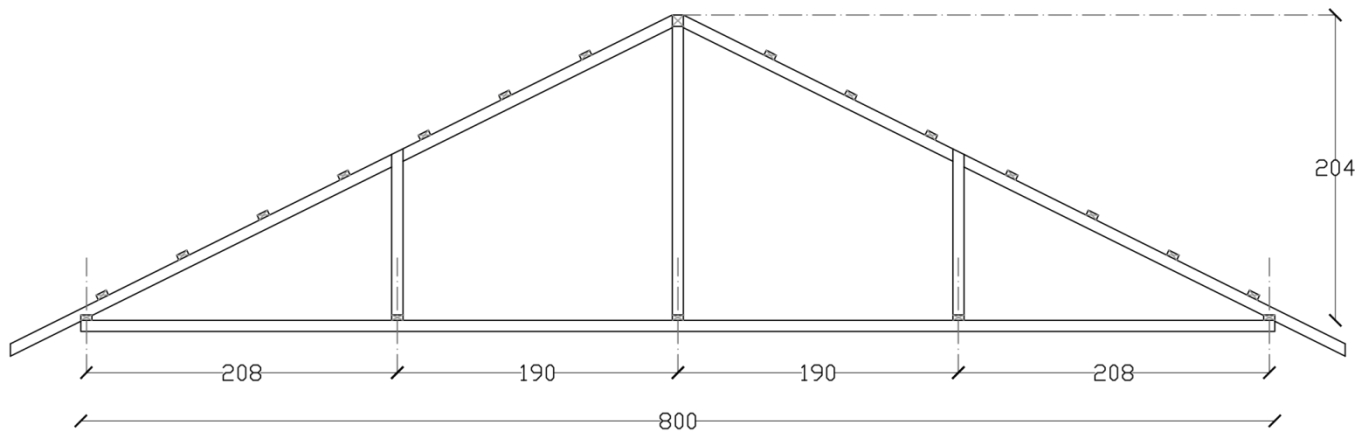
21. Por las condiciones de accesibilidad el análisis de la presente es superficial, no pudiendo corroborarse medidas en las uniones identificadas en las estructuras de tabique y techumbre.



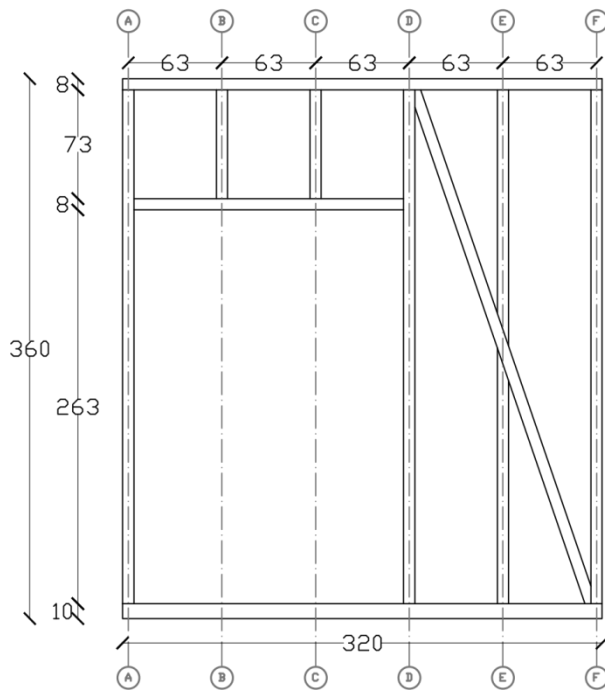
Pasaje Harrington #269
Detalle del tabique, digitalización
 Fuente: Fuente: Archivo de Historia
 de la arquitectura de Valparaíso,
 Facultad de Arquitectura
 Universidad de Valparaíso:
 Fondo Myriam Waisberg.
 Monografía inédita, alumna
 Monserrat Vargas (1983)



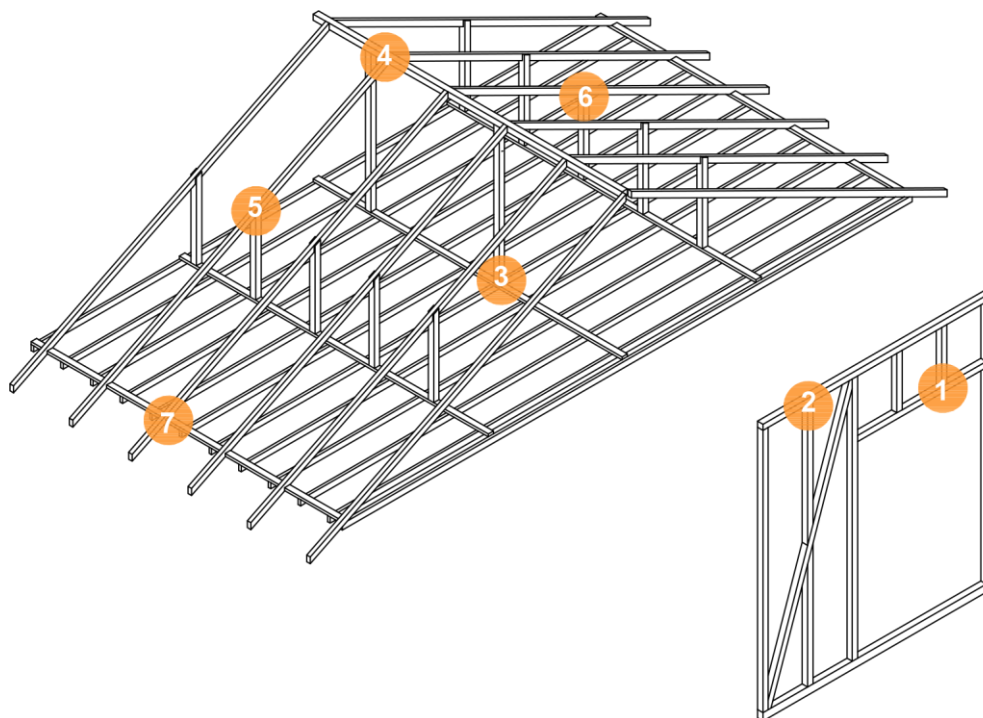
Pasaje Harrington #269
Detalle Fundaciones, digitalizado
 Fuente: Fuente: Archivo de Historia
 de la arquitectura de Valparaíso,
 Facultad de Arquitectura
 Universidad de Valparaíso:
 Fondo Myriam Waisberg.
 Monografía inédita, alumna
 Monserrat Vargas (1983)



▲ Pasaje Harrington #269
Armadura de techumbre
 Escala 1:50
 Fuente: Elaboración propia, 2016.



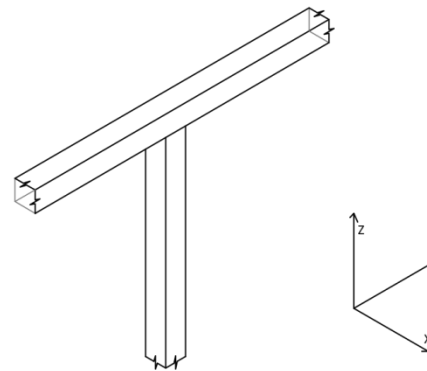
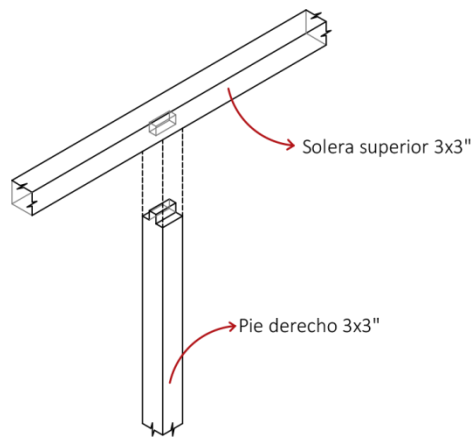
▼ Pasaje Harrington #269
Tabique (sección)
 Escala 1:50
 Fuente: Elaboración propia, 2016.



Pasaje Harrington #269

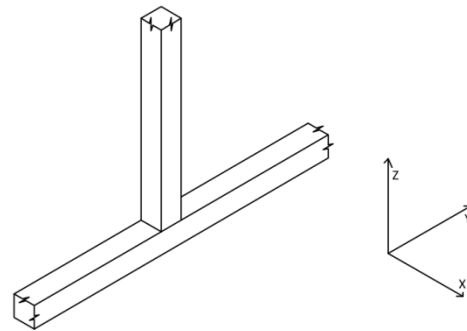
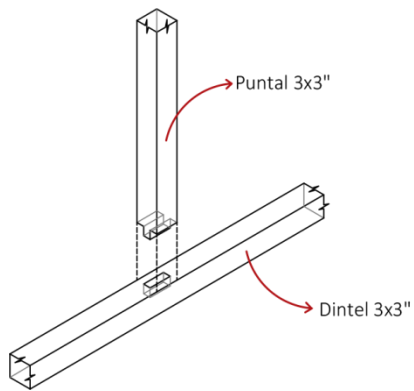
Isometrico ubicación de uniones

Fuente: Elaboración propia, 2016.



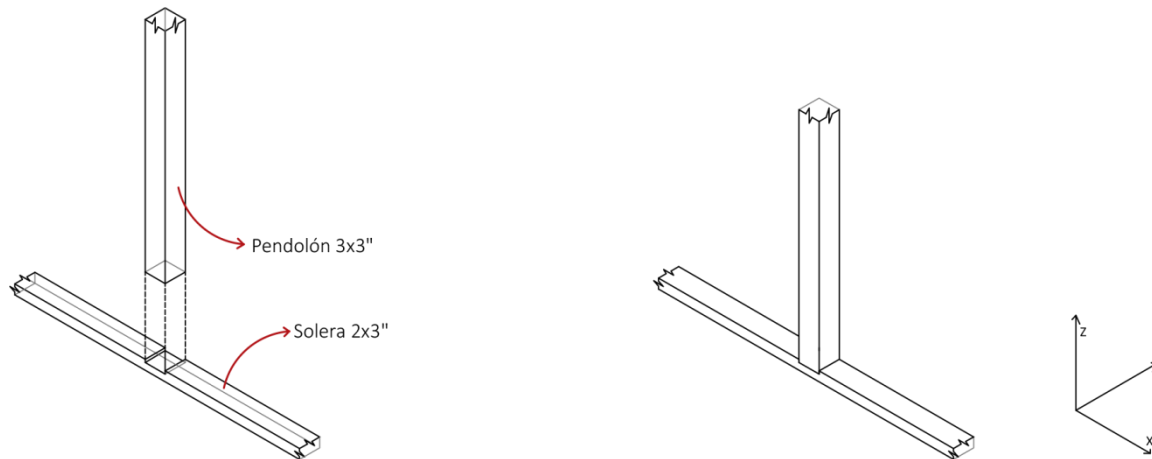
1. Pie derecho + Solera superior

Encuentro resuelto mediante el ensamble de caja y espiga, el pendolón inserta la cuña en la caja labrada en la solera. La unión se encuentra reforzada por dos clavos en el sentido longitudinal e la espiga.



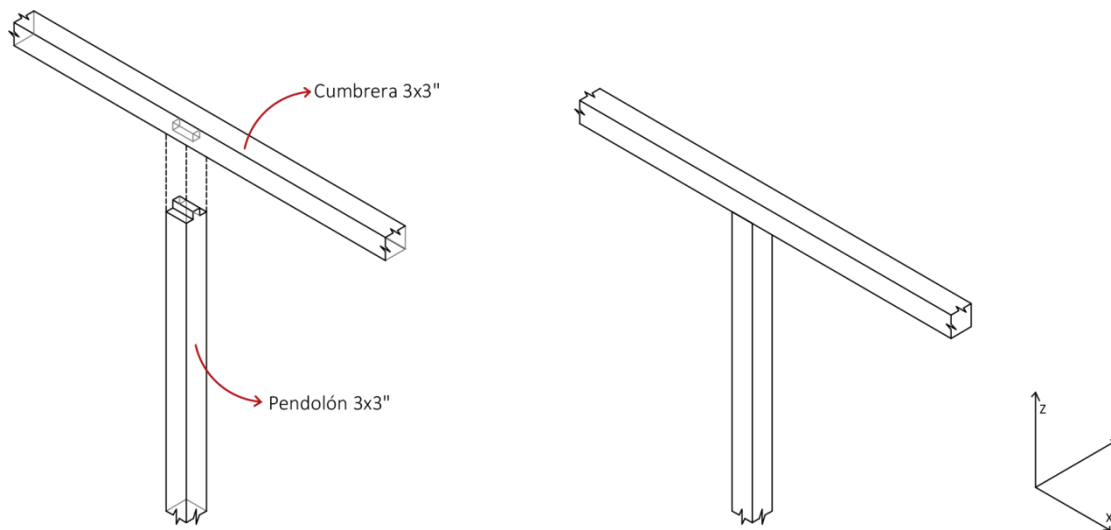
2. Puntal + Dintel

Ensamble de caja y espiga reforzada por dos clavos, similar a la operación anterior. El extremo inferior del puntal se labra para formar una espiga que se insertará en la caja del dintel.



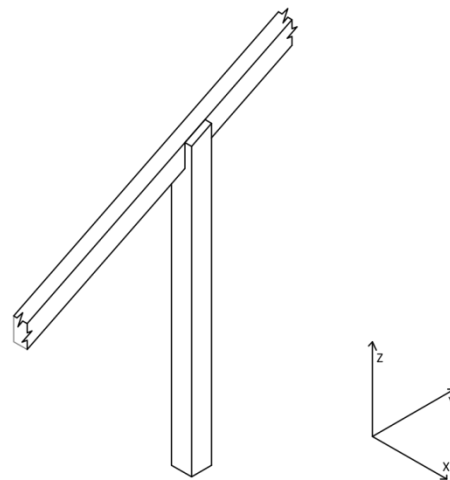
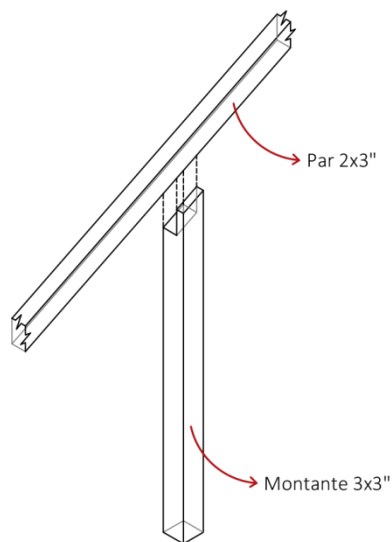
3. Pendolón + Solera inferior

Ensamble de caja simple en la que el pendolón se inserta en la caja de la solera inferior. La unión está reforzada por clavos lanceros.



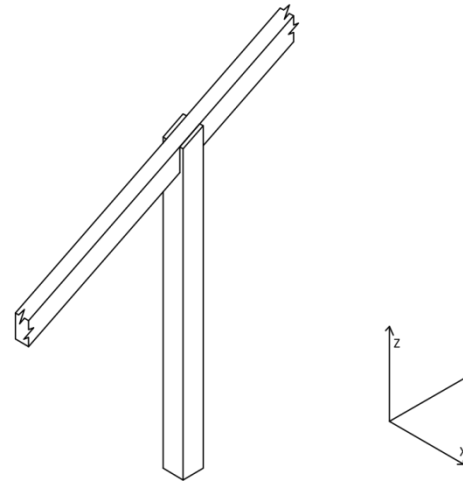
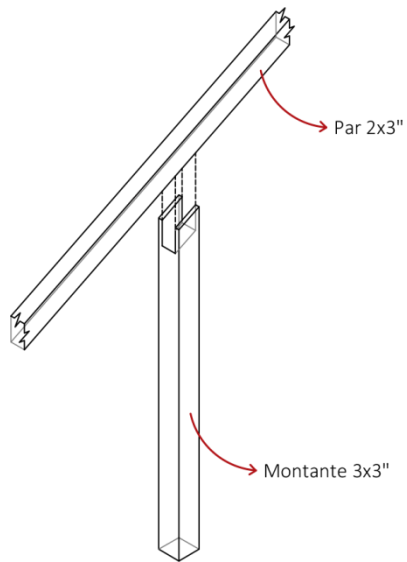
4. Pendolón + Cumbrera

Unión hipotética de ensamble de caja y espiga, se reconoce la continuidad de la pieza del pendolón – correspondiente a la caja - en una uno de sus laterales.



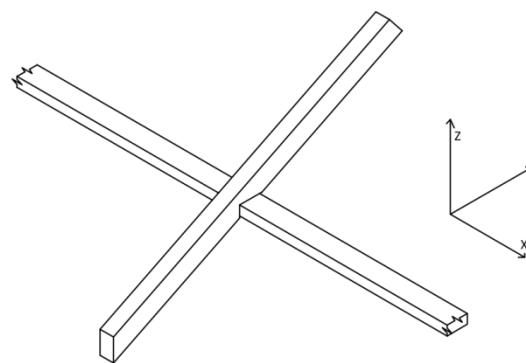
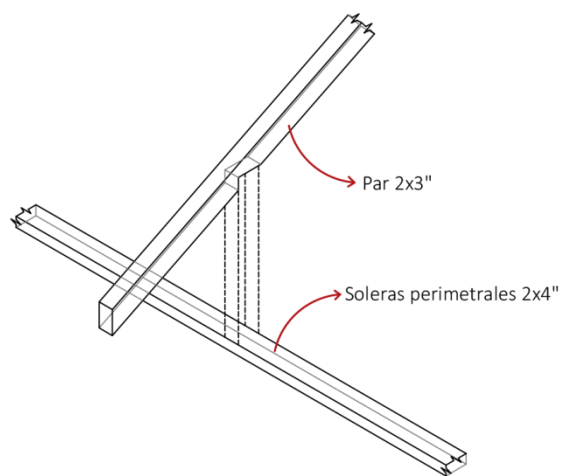
5. Montante + Par

El montante se rebaja en su extremo superior con la profundidad y ancho del par, teniendo como referencia uno de sus laterales. Se refuerza la unión con dos clavos desde la lengüeta resultante en el montante.



6. Montante + Par

Ensamble de quijera entre el par y el montante. El par tiene una caja respecto de las dimensiones de la sección del par desde su centro, dando origen a una quijera u horquilla. La unión no está reforzada.



7. Par + Solera inferior

Unión de pico de pájaro (Bird's mouth). El Par tiene una entalladura que le permite posicionarse sobre la solera inferior del perímetro de la techumbre. Unión reforzada mediante clavos lanceros.



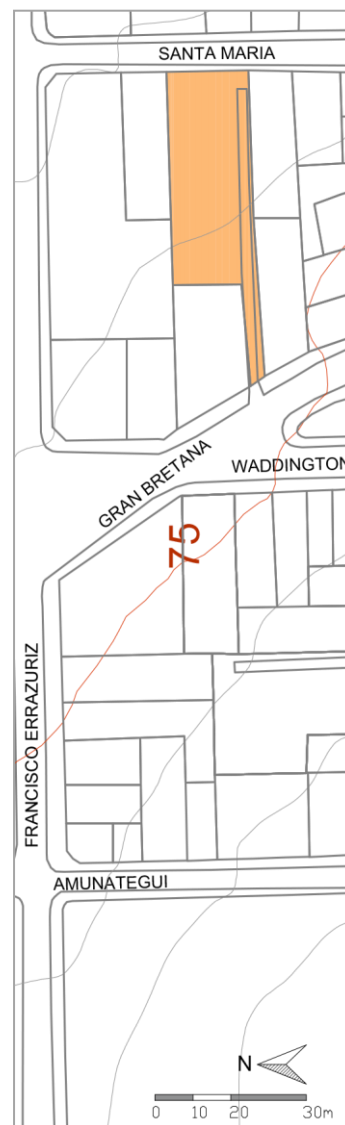
Fachada Norte desde Avenida Playa Ancha
Fuente: Colección fotográfica del Autor, 2016.

3. Santa María #251-253

Descripción histórica

La casona en la que actualmente opera el Departamento de Meteorología de la Universidad de Valparaíso remonta sus orígenes hacia el año 1912 cuando el arquitecto René Raveau Soules, de ascendencia francesa, diseña esta vivienda familiar para Pablo Emilio Bareyre, su primer propietario. Construida en terrenos de la ex Población Buera, la casona se ubica en la calle Santa María, calle que en la época correspondía a una vía muy utilizada por los residentes de Playa Ancha por la directa conexión del eje principal Avenida Gran Bretaña con la playa de San Mateo.

En el año 1935 la propiedad es adquirida por Roberto Hernández Cornejo, Conservador de la Biblioteca Pública Santiago Severín. La familia Hernández vende la casona a la Universidad de Chile en el año 1972, institución que la traspasa la propiedad años después a la Universidad de Valparaíso.



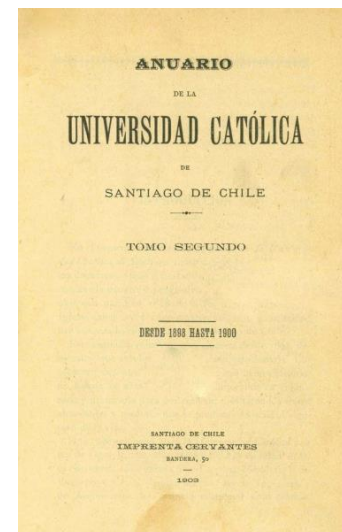
▲ **Plano de Ubicación**
Escala 1:2000

Respecto del arquitecto René Raveau Soules, nacido en la ciudad de Valparaíso y de ascendencia francesa, se sabe que habría realizado sus estudios en la Pontificia Universidad Católica de Santiago, siendo un alumno destacado de su generación en conjunto con su hermano, estudiante de geología (Figura XX).

El caso corresponde a una vivienda de gran escala cuya mayor riqueza se encuentra en la volumetría que le da carácter a cada una de las fachadas, permitiendo accesos por cada una de ellas. Las estructuras de madera de los tabiques se apoyan en fundaciones de albañilería de ladrillos y mampostería, que arman un zócalo con pequeños recintos. La subdivisión interior de recintos se comunica a través de un corredor central, que para el caso del segundo nivel, culmina con una escalera que lleva hacia el sector de almacenamiento ubicado en la techumbre de la vivienda.



Santa María #253
Elevaciones Oriente y Norte.
Fuente: Waisberg (1988) Op. Cit.



— 563 —

<i>Geología</i>	
Premio único.....	D. Raúl Raveau Soules
Mención honrosa.....	Arturo Lázcano Garay
—	
AÑO CUARTO	
<i>Resistencia, 2ª Parte</i>	
Premio único ex-aequo.....	D. Adalberto Rojas Alvarado Julio Giron Madariaga
<i>Ferrocarriles</i>	
Mención honrosa.....	D. Julio Giron Madariaga
<i>Hidráulica</i>	
Premio único.....	D. Julio Giron Madariaga
<i>Arquitectura y Ornamentación</i>	
Premio único.....	D. Herminda Henríquez Muñoz
Mención honrosa.....	René Raveau Soules Leonello Bottacci Bongheresi
—	
CLASES DE DIBUJO	
AÑO PRIMERO	
<i>Dibujo lineal</i>	
Primer premio.....	D. Duncan Alberto Mac Vicar Vela
Segundo id.....	Adolfo Guzmán Guerra
Mención honrosa.....	Eduardo Campino Echeverría

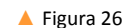


Figura 26
Mención honrosa René Raveau Soules y Raúl Raveau Soules.
Fuente: Anuario Universidad Católica de Santiago de Chile.

Waisberg (1988) describe en su libro los elementos constructivos de la casona desde los cimientos a la techumbre con base de las especificaciones técnicas de la Dirección de Obras de la Municipalidad de Valparaíso. A continuación la descripción de los materiales utilizados en la casona:

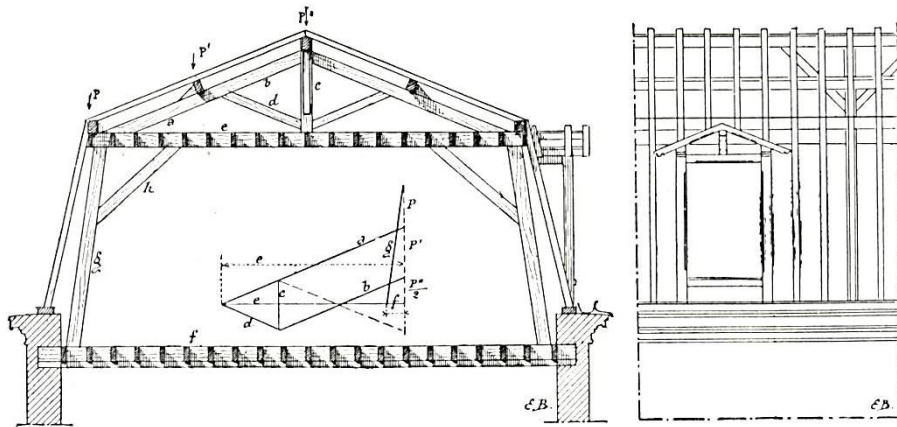
“La materialización de la obra se basa en la disponibilidad de diferentes maderas. Sobre un cimiento corrido de ladrillo y poyos de hormigón, se estructura un entramado que alcanza 14,70 metros de altura. Los tabiques se arman con piezas de roble de 4” x 6” y de 4” x 4”, con relleno de adobillo; los entresijos consultan vigas de pino oregón de 2” x 10” a 0,45 m. La techumbre se eleva mediante una tabiquería de roble 4” x 4” sin relleno, cuya altura de 2,17 m. da origen a un espacio para guardar. En el exterior, el perímetro completo ostenta un forro de tablas traslapadas; en el interior, se especifican pisos y cielos igualmente de madera, así como las puertas, ventanas, zócalos y escaleras, notándose una laboriosa artesanía en todas las terminaciones.”

(Waisberg, 1988)

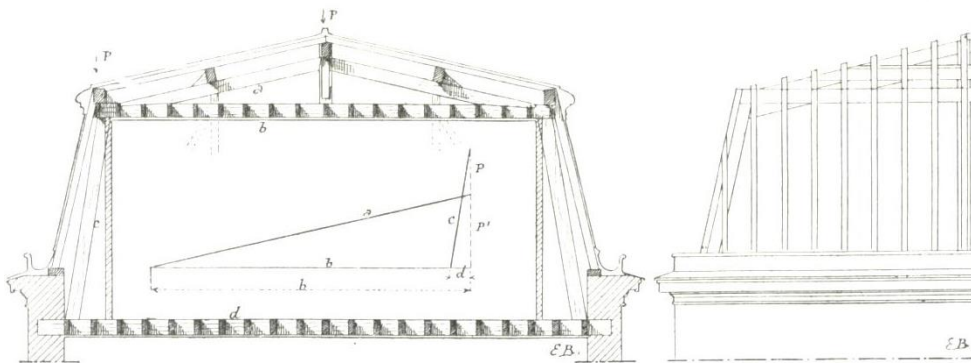
Por su uso actual como oficinas del departamento de meteorología y el factor de accesibilidad, el estudio de la presente tiene como centro la armadura de techumbre, que representa además la estructura de mayor complejidad en materia formal y constructiva debido a su estilo y cantidad de aguas resultantes de juego volumétrico de la vivienda.

En este sentido, la techumbre tiene claras influencias francesas de estilo de cubiertas “a la mansarda”, como llama Barberot a este tipo de cubierta de varias pendientes, específicamente de tipo poligonal. Se describe en el tratado a este tipo de cubiertas como “una combinación de cubiertas de escasa pendiente con otras muy inclinadas, que se aproximan a la vertical. En ellas, la parte inferior o *verdadera cubierta* tiene una gran inclinación, y la superior o *falsa cubierta* se aproxima mucho a la azotea” (Barberot, 1926).

Las Figuras XX y XX se muestran los ejemplos de Cubierta a la Mansarda del tratado, siendo más similar al caso en estudio el segundo ejemplo que cuenta con la presencia de elementos verticales en refuerzo de los pares de la “*verdadera cubierta*”.



◀ Figura 27
Cubierta A la Mansard
 Fuente: Barberot, E. (1926) Op. Cit.



Registro fotográfico



1. Fotografía pórticos de la armadura de techumbre. Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.



2. Fotografía tijeral superior o "falsa cubierta". Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.



3. Fotografía detalle unión de quijera entre pie derecho y solera superior. Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.



4. Fotografía detalle unión de simple entalladura entre solera superior y viga. Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.

Análisis configuracional

Considerando los terremotos que antecedieron a la construcción de esta vivienda, el caso materializa la consideración del tema sísmico con estrategias y variaciones al modelo original de techumbre de manera de otorgar mayor soporte y resistencia a esta estructura de gran envergadura.

La techumbre corresponde a una estructura aislada de los muros resistentes de los niveles inferiores y se vincula a los entramados de dichos niveles mediante soleras inferiores u asientos, dependiendo de la ubicación de los pies derechos en la planta, que transmiten las cargas y solicitaciones de la estructuras hacia el envigado de entrepiso, cuya dimensión de las vigas es de 50x250mm. Para hacer efectivo este traspaso de cargas, el método consiste en el posicionamiento de soleras dispuestas de manera transversal al sentido del envigado. DE esta forma, cuando no es posible poner una solera inferior como elemento continuo para este propósito, se utilizan los asientos, que para el caso corresponden a piezas se sección 50x100 de largo variable que se mantiene en el orden de los 80 a los 100mm. Esta corresponde a la primera estrategia de resistencia sísmica de la vivienda.

Las estrategias que suceden a la decisión general de crear un diafragma entre la estructura de los entramados y la armadura de techumbre guardan estrecha relación con la ubicación y disposición de ciertos componentes respecto de la planta de entretecho. A continuación su descripción

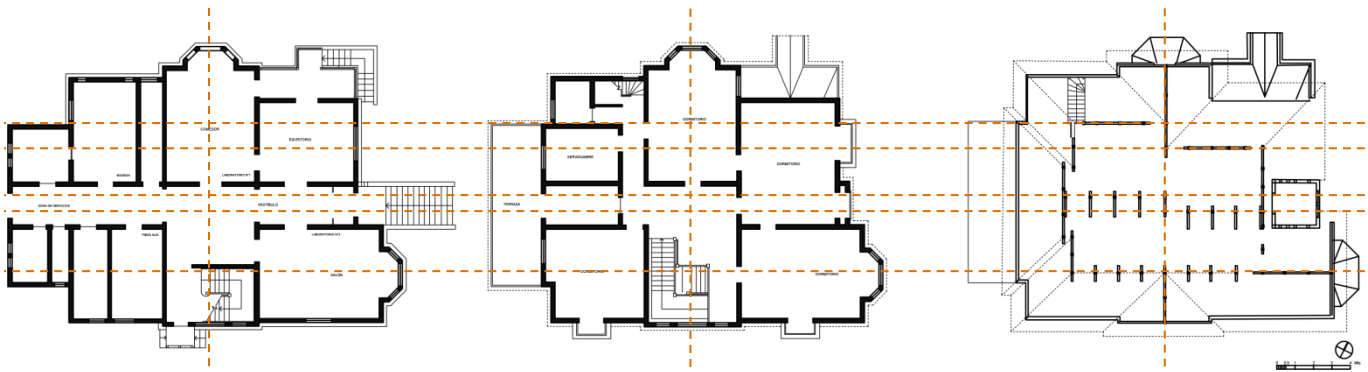


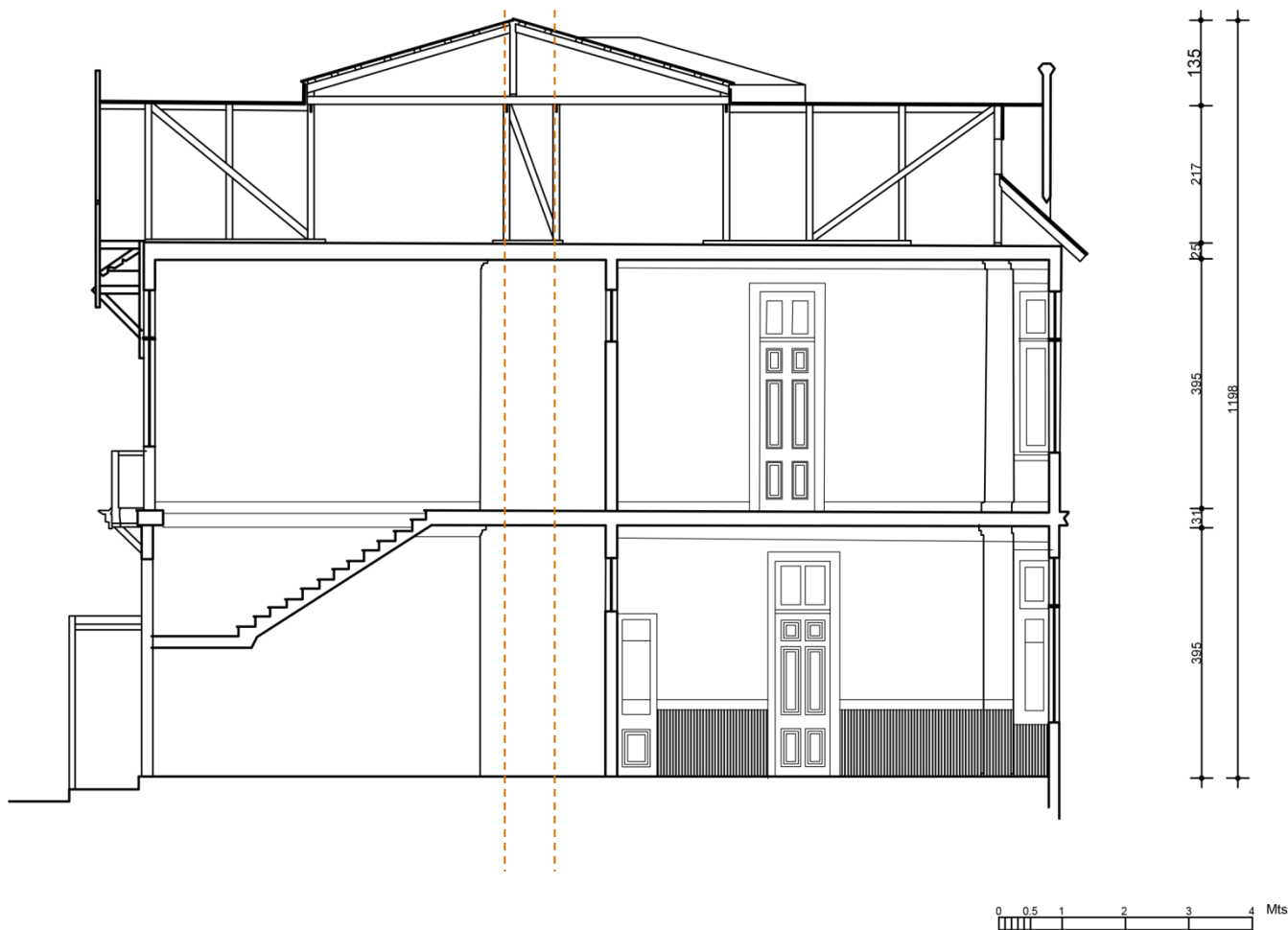
Plantas de nivel 1 y 2

Fuente: La vivienda de fines de siglo XIX, Casas de Playa Ancha Myriam Waisberg. (1988)

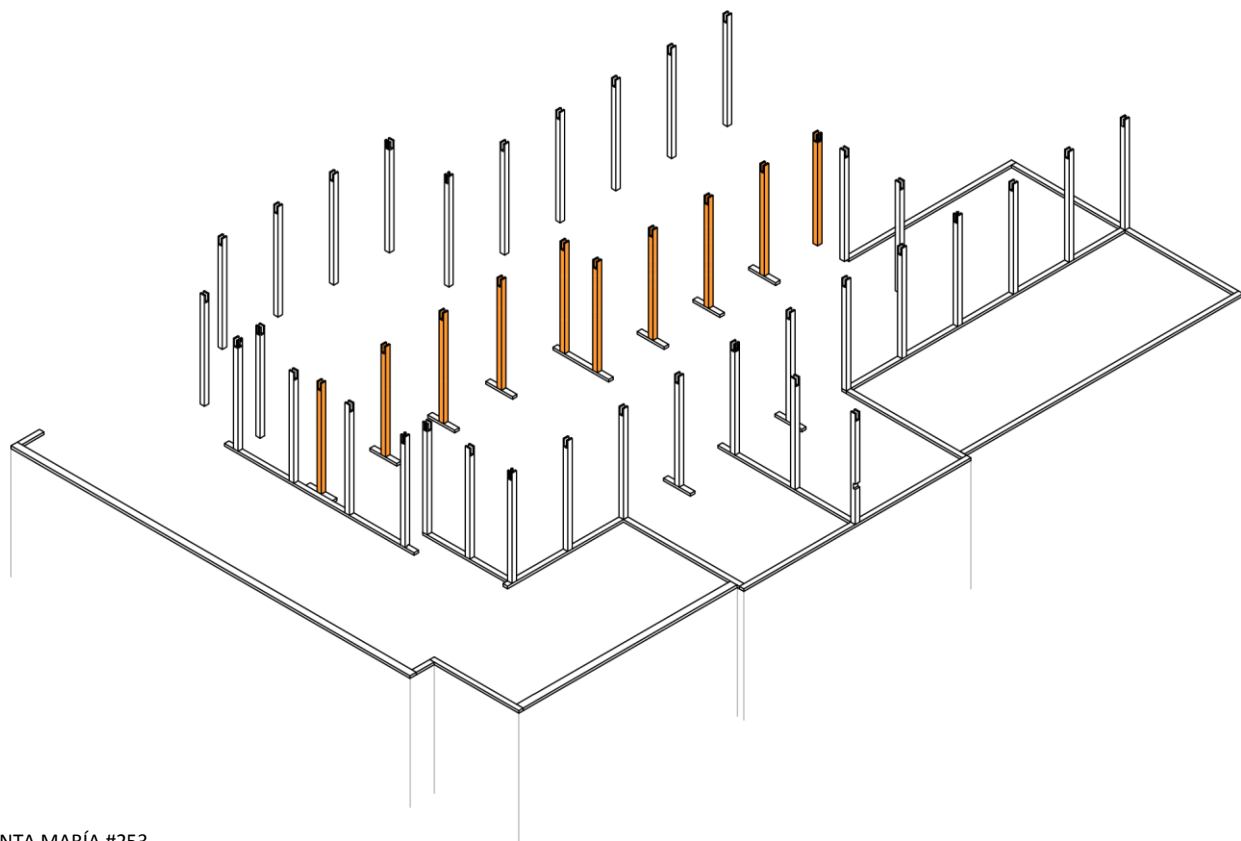
Planta de techumbre

Fuente: Archivo de Historia de la arquitectura de Valparaíso, Facultad de Arquitectura Universidad de Valparaíso: Fondo Myriam Waisberg. Monografía inédita, alumno Italo Camelio (1983)

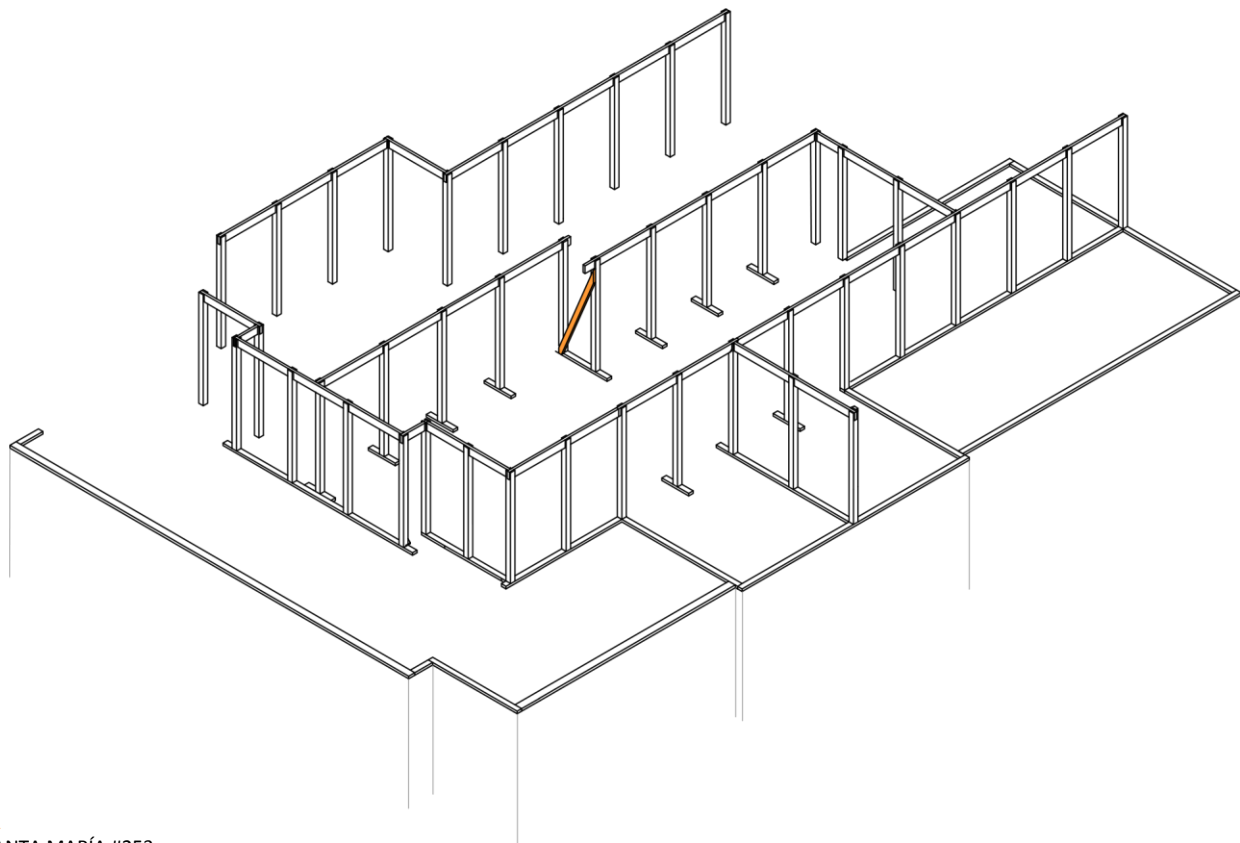




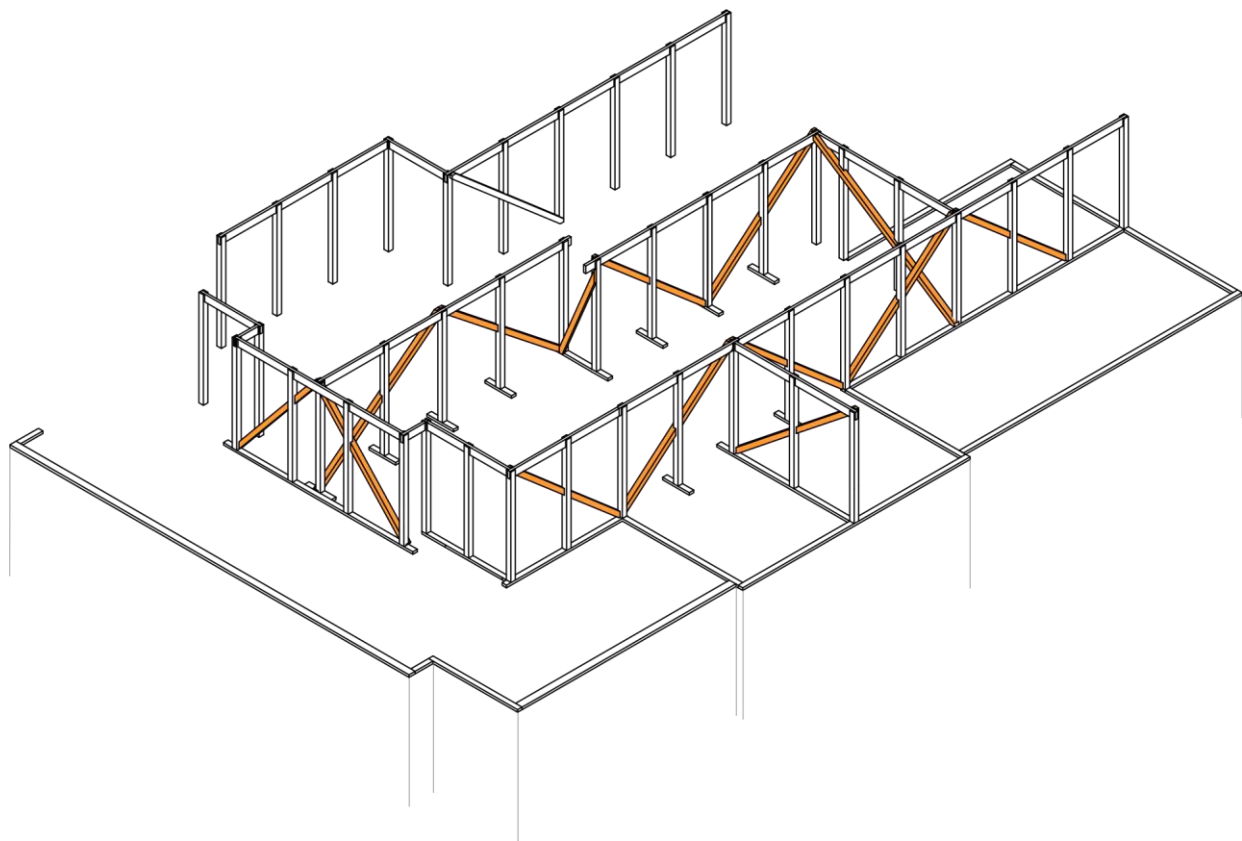
▲
 Santa María #253
Corte transversal
 Fuente: Archivo de Historia de la arquitectura de Valparaíso,
 Facultad de Arquitectura Universidad de Valparaíso:
 Fondo Myriam Waisberg. Monografía inédita, alumno Italo Camelio (1983)



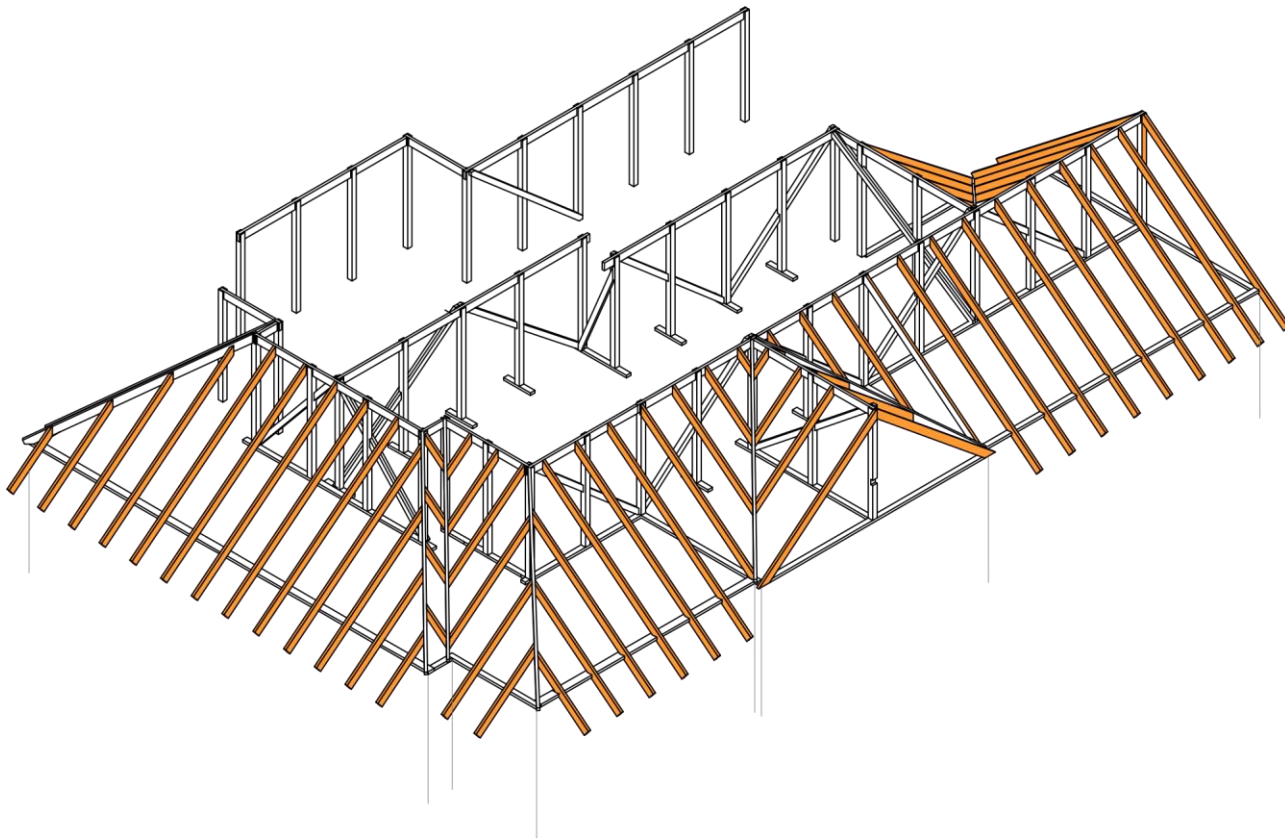
▲
SANTA MARÍA #253
Secuencia de rigidización, Pórticos
Armadura de techumbre
Fuente: Elaboración propia, 2016.



▲
 SANTA MARÍA #253
Secuencia de rigidización, Diagonal en el desfase
 Armadura de techumbre
 Fuente: Elaboración propia, 2016.



▲
SANTA MARÍA #253
Secuencia de rigidización, Riostras diagonales
Armadura de techumbre
Fuente: Elaboración propia, 2016.



▲
SANTA MARÍA #253
Secuencia de rigidización, Pares
Armadura de techumbre
Fuente: Elaboración propia, 2016.

SECUENCIA DE RIGIDIZACIÓN

1. Pórticos

Estos pies derechos no son coincidentes con los muros de los niveles inferiores y se disponen distanciándose entre sí a 130cm conformando pórticos por los ejes centrales de los recintos y en el perímetro de la techumbre. Estos “pórticos”, similares a un tabique sin relleno, se conforman por pies derechos, soleras superiores, diagonales y asiento u solera inferior dependiendo del caso.

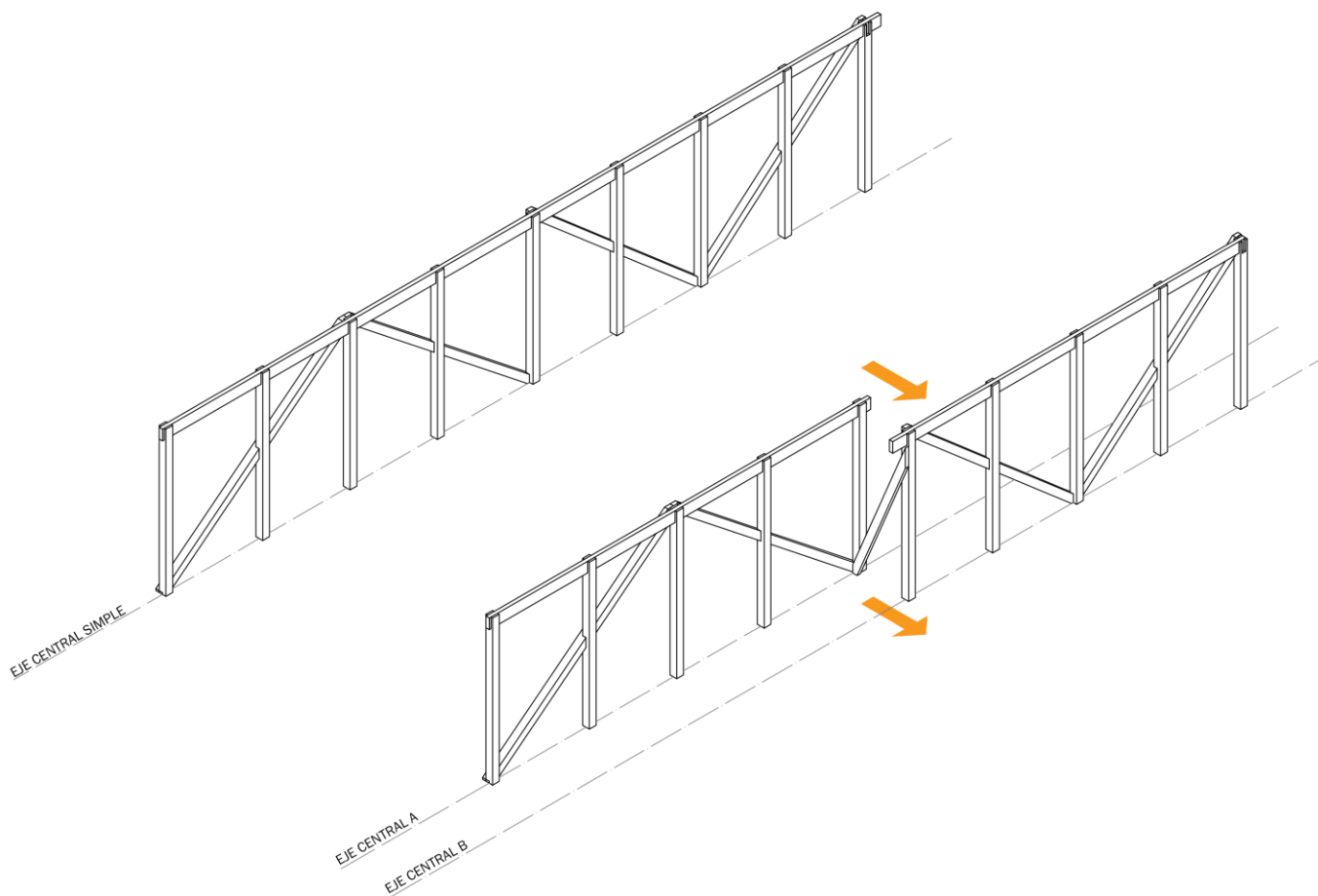
El eje central tiene un comportamiento particular en la techumbre. Este pórtico se interrumpe y desfasa 60cm de forma perpendicular al eje con el objeto de dar mayor rigidez (Figura XX).

2. Riostras Diagonales

La disposición de estos elementos corresponde, en la mayoría de los casos, a una sucesión de tres pies derechos, sin embargo en algunos pórticos la riostra diagonal se posiciona en una sucesión de cuatro. Para el caso del eje central, se ubica una diagonal en el desfase de 60 cm para otorgar resistencia en el sentido transversal. Mediante esta decisión se refuerzan los pórticos en su sentido longitudinal y transversal, para el caso del eje central.

3. Pares o cabios

Finalmente, los pares constituyen el elemento rigidizador del perímetro de la estructura, reforzando los pórticos ubicados hacia los extremos de la estructura de techumbre. Los pares de Limahoya y Limatesa se ubican a 45 grados en los vértices del perfil de la planta, permitiendo la vinculación de los pares mediante uniones clavadas.



▲ Figura 27
 SANTA MARÍA #253
Diagrama interrupción y desfase del pórtico central
 Fuente: Elaboración propia, 2016.

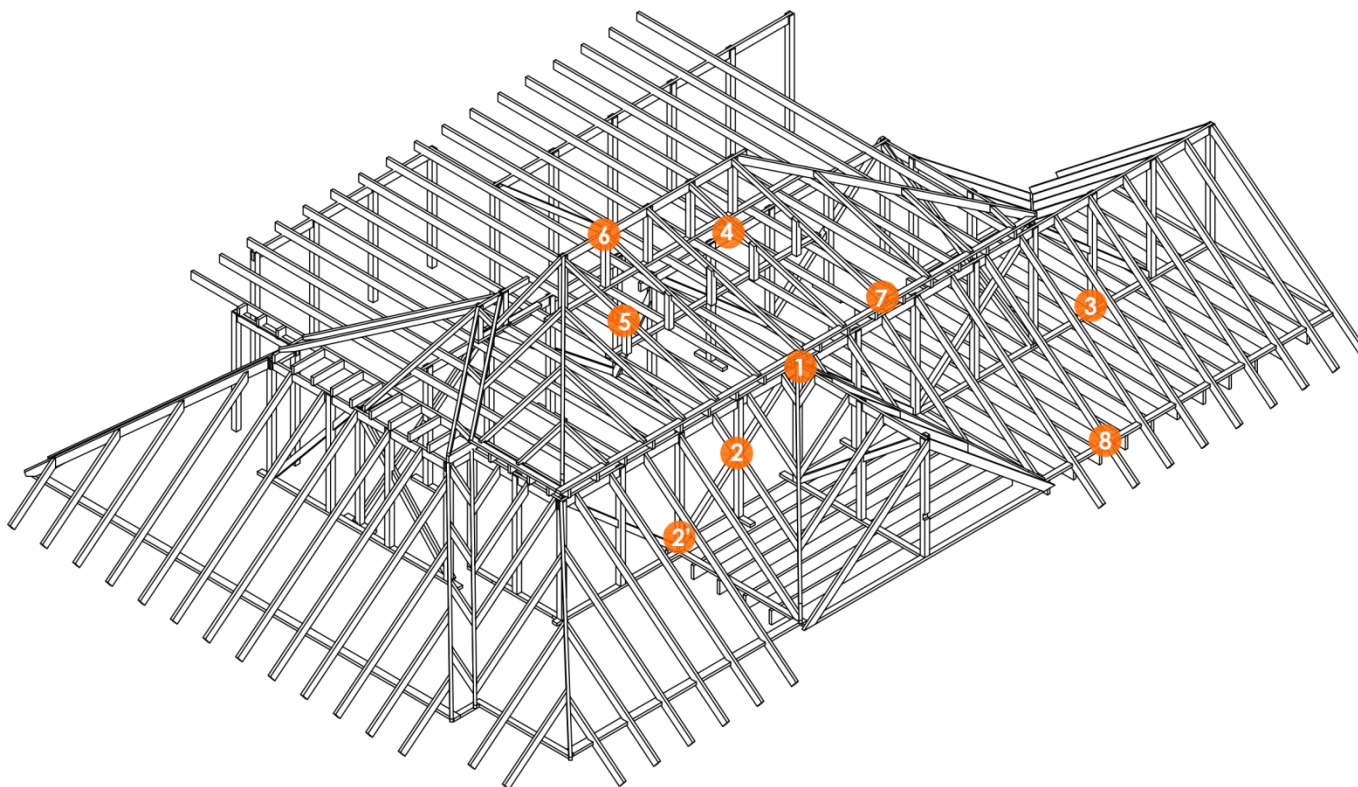
Análisis constructivo

El análisis constructivo pone énfasis en la armadura de techumbre de la vivienda Santa María 253 por el hecho de ser la única estructura visible del caso en consecuencia a su uso actual como sector de almacenaje, que ha sido parcialmente intervenido. Cabe mencionar que la estructura general presentada a continuación corresponde a una sección de la techumbre, la que fue posible estudiar en profundidad.

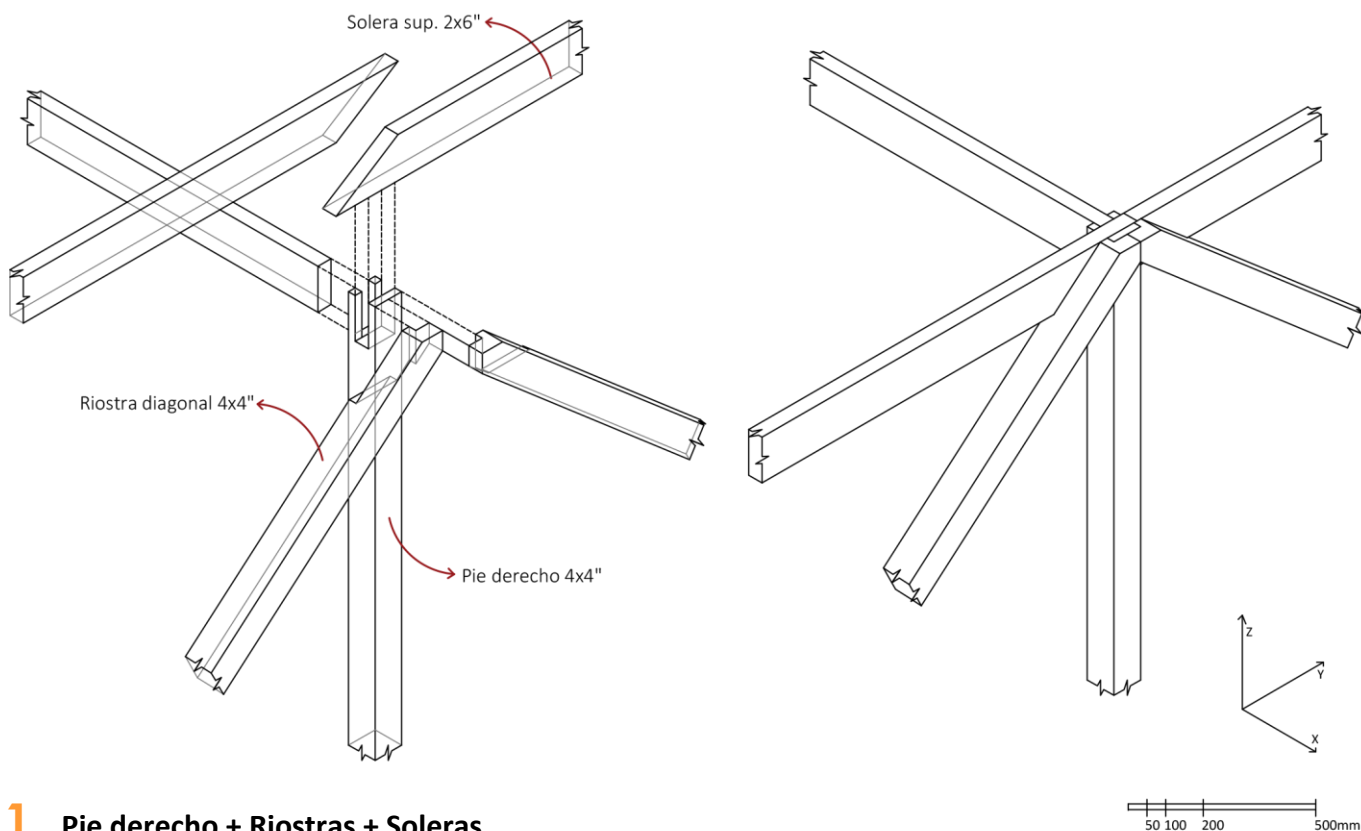
Con el antecedente de su comportamiento independiente de los entramados de los muros inferiores al posicionarse sobre el entramado horizontal de entrepiso, el tijeral de la techumbre se presenta muy similar a los casos de cubiertas “a la Mansarda” vistos en los tratados de carpintería. Se estructura a partir de pórticos, tabiques sin rellenar conformados por pies derechos, soleras inferiores y superiores y reforzadas mediante diagonales, que se disponen a lo largo de la planta y en su perímetro para, en conjunto con una primera organización de pares, dar origen a una primera cubierta, de mayor inclinación.

Es a partir de esta primera configuración que se disponen vigas en relación al perímetro superior -delimitado por los pares de la “verdadera cubierta” - nuevas soleras, a modo de plataformas, que soportarán lo que se presenta como una segunda cubierta, esta vez de menor inclinación.

La cantidad de faldones y sus direcciones son los factores que otorgan la complejidad y riqueza técnica de esta solución de armadura en techumbre. Los encuentros, a veces puros y otras veces reforzados mediante clavos de hierro, se caracterizan a continuación

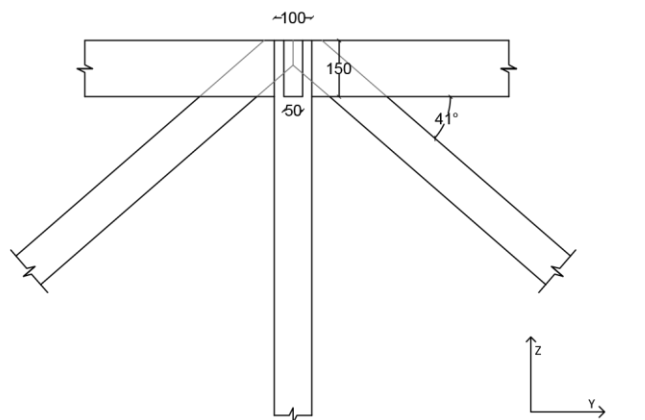


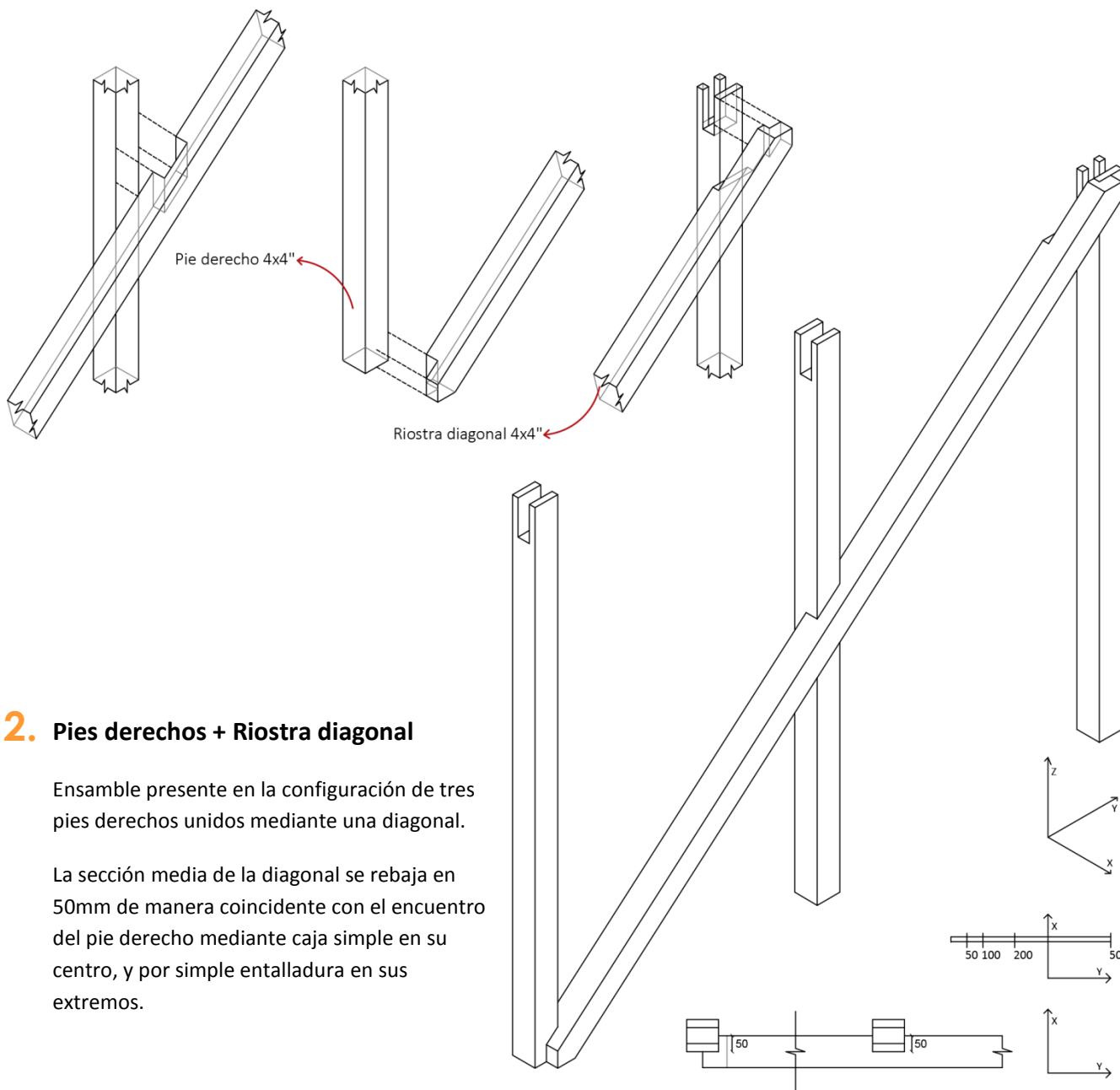
▲
 Santa María #253
Isométrico ubicación de uniones
 Fuente: Elaboración propia, 2016.

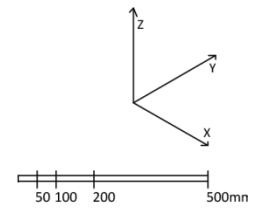
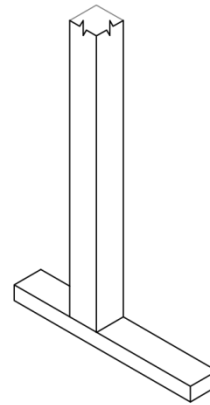
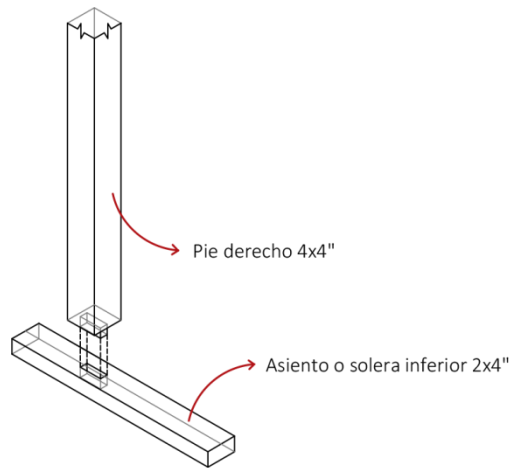


1. Pie derecho + Riostras + Soleras

Ensamble de la solera superior y el pie derecho mediante quijera con un espesor de 50mm y profundidad de 150mm, correspondientes a la sección de la solera. En el nudo queda oculto el empalme biselado simple de la solera. Las diagonales se rebajan en su extremo superior para el encuentro con el pié derecho y además con el encuentro de la viga. Ambos rebajes tienen una dimensión de 25mm respecto de su sección de 100mmx100mm y se refuerzan mediante clavos.

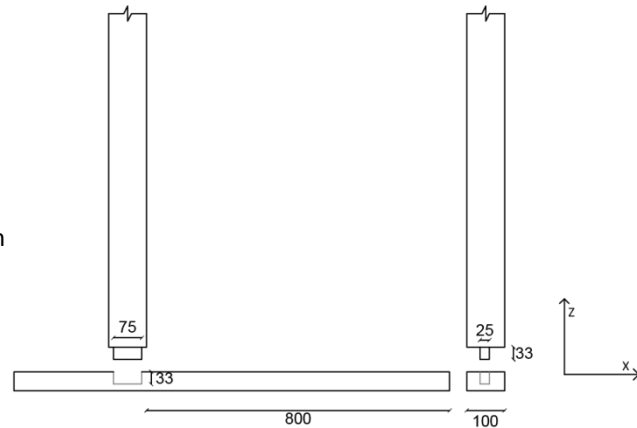


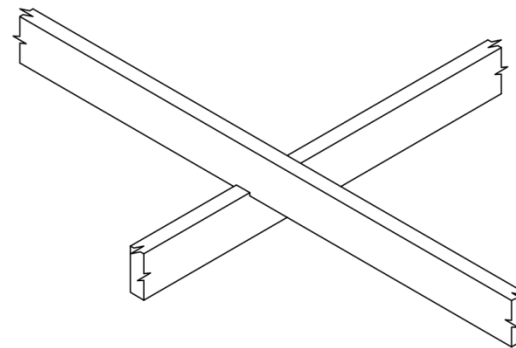
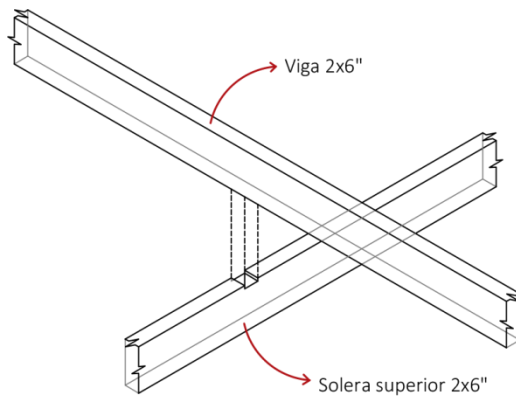




3. Pies derecho + Asiento / Solera inferior

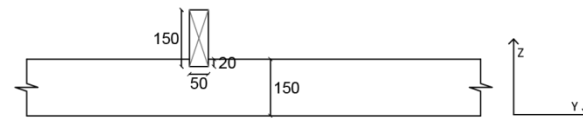
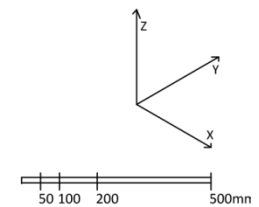
Ensamble de caja y espiga reconocido en el encuentro de los pies derechos con solera inferior u asiento. La caja tiene una profundidad de 30mm y no tiene ningún tipo de refuerzo mecánico.

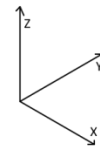
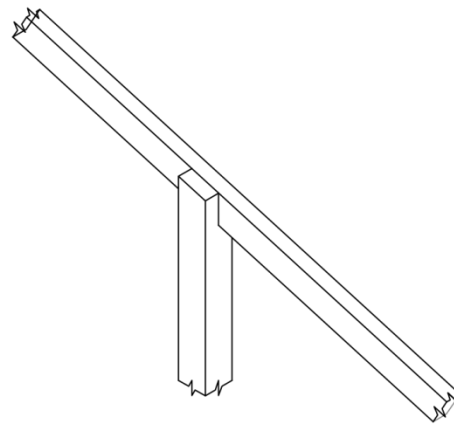
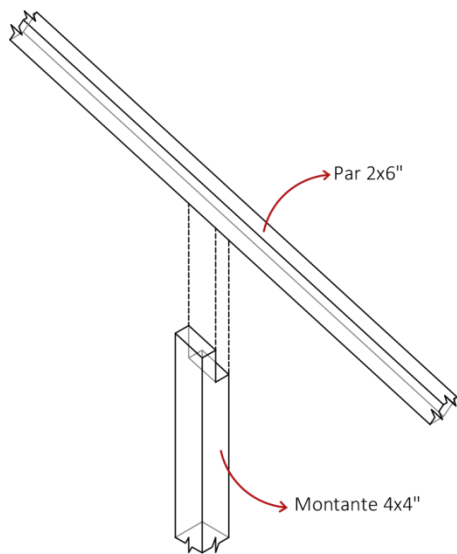




4. Solera + Viga

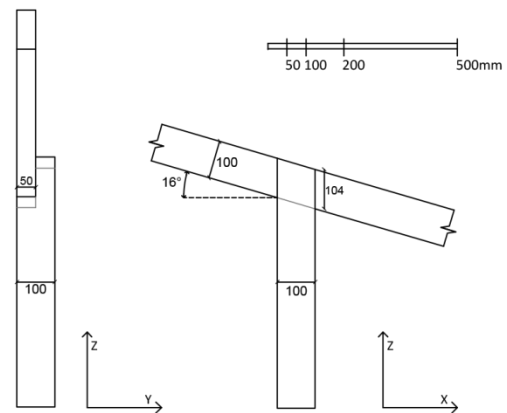
Ensamble de caja simple, con una caja de 20mm de profundidad presente en el nodo de encuentro entre las soleras y las vigas. No hay ninguna operación que evite el desplazamiento de la pieza.

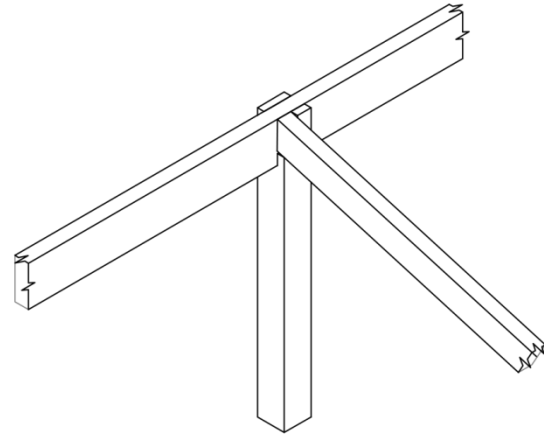
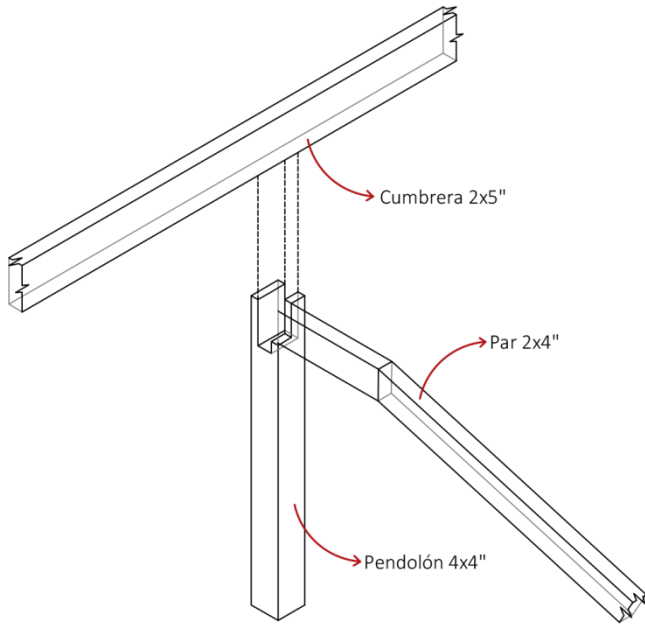




5. Montante + Par

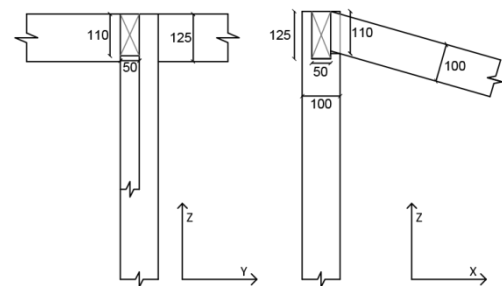
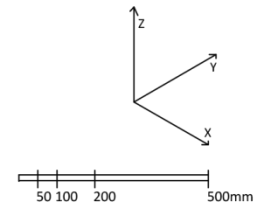
Ensamble del montante y el par de la “falsa cubierta” con inclinación de 16° respecto de la horizontal mediante caja de simple entalladura. La unión se refuerza con 2 clavos de hierro desde la lengüeta resultante del montante en dirección al par.

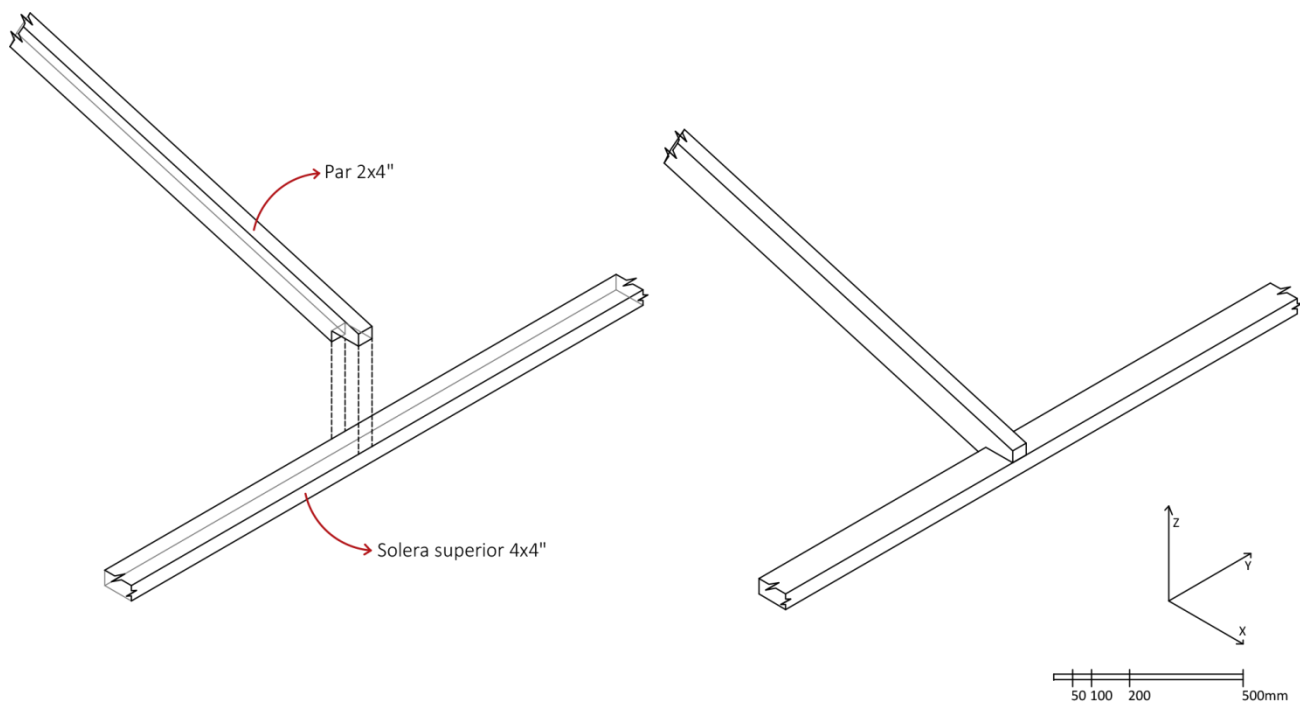




6. Cumbrera + Pendolón + Par

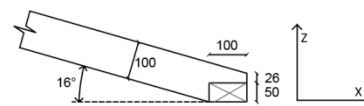
Similar al primer nodo en estudio, la pieza vertical, el pendolón en este caso, rebaja su sección en forma de quijera u horquilla para el encuentro con la cumbrera, con una profundidad del rebaje igual a la dimensión de ella. El siguiente recorte de su sección es en la dirección perpendicular a la cumbrera, para el encuentro con el par de la “falsa cubierta” o aquella de menor inclinación mediante simple entalladura.

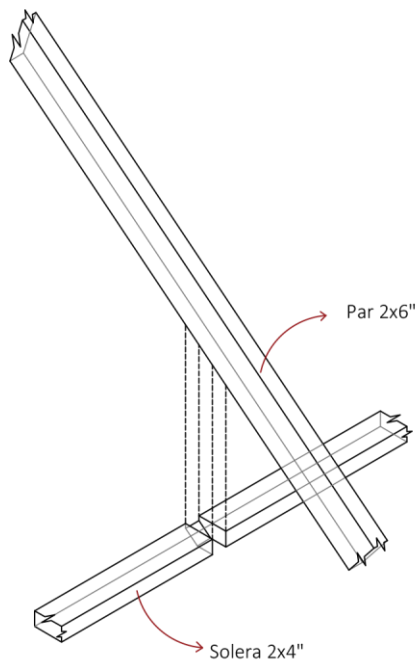




7. Par + Solera superior

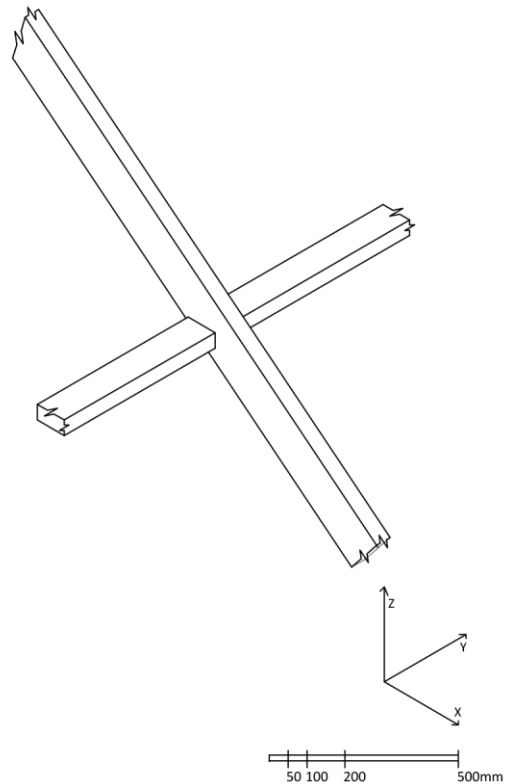
Unión a tope por simple entalladura donde el par en su extremo recorta su sección para encajarse con la solera ubicada sobre los pórticos perimetrales, que sirve de soporte para “falsa cubierta”.





8. Par + Solera inferior

Ensamble por operación inversa al pico de pájaro. La solera tiene una caja, a modo de quijera, que permite que el par se posicione. La unión se refuerza mediante clavos lanceros. No fue posible verificar las medidas de la entalladura por lo que la representación es un aproximado.





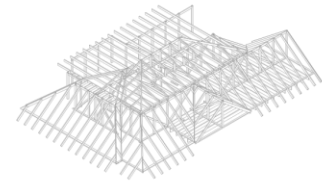
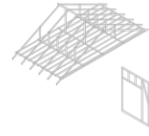
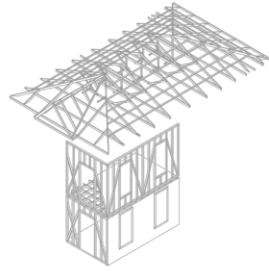
Mosaico fachadas casos de estudio
Fuente: Colección fotográfica del Autor.

Capítulo VII

Análisis comparado

Los casos estudiados son viviendas con diferentes características morfológicas y de distintas escalas, por lo que para fines de su comparación se busca llevar su descripción formal a lo más esencial y primitivo de manera de establecer vínculos entre los casos y examinar si existieron o no soluciones constructivas, estrategias de rigidización y tipos de unión de componentes transversales en el período de principios de siglo XX.

Las temáticas que se presentan en la tabla comparativa a continuación se ordenan desde lo general al detalle, comenzando por la comparación de sistemas constructivos para entramados y techumbre, la comparación morfológica de plantas –en relación a su configuración programática- y perfil de techumbre, estrategias de rigidización de cada una de las viviendas y finalmente el estudio de los encuentros entre componentes mediante la clasificación de uniones carpinteras identificando los elementos ensamblados mediante aquellas operaciones.



PLAYA ANCHA #581

PASAJE HARRINGTON #269

SANTA MARÍA #253

FUNDACIONES

Mampostería
Albañilería de ladrillos

Mampostería
Albañilería de ladrillos

Mampostería
Albañilería de ladrillos

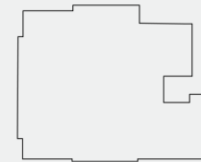
SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Sistema de plataformas (rec.)
Tijerales (reconocido)

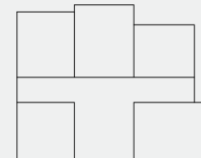
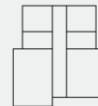
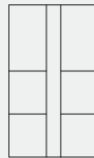
Sistema de plataformas (hip.)
Tijerales (reconocido)

Sistema de plataformas (hip.)
Tijerales (reconocido)

PERFIL DE PLANTA



PLANTA ESQUEMÁTICA Subdivisión de recintos

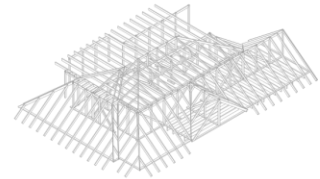
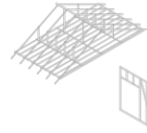
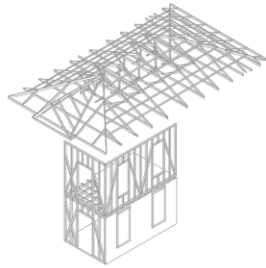


ESTRATEGIAS RESISTENCIA SÍSMICA

_Diafragmas de entrepisos
_Tornapunta en relacion a
envigado de entretecho y sole-
ras del corredor.
_Riostras diagonales en cruzeta
_Disminución de la sección de
las piezas de madera de un nivel
a otro superior

_Diafragmas de entrepisos.

_Diafragmas de entrepisos.
_Pórticos.
_Interrupción y desfase del
eje central.



PLAYA ANCHA #581

PASAJE HARRINGTON #269

SANTA MARÍA #253

ESCUADRÍAS

4x4" 3x4" Tabiques
2x4" 2x6" Techumbre

3x3" Tabiques
2x3" 3x3" Techumbre

4x4" Tabiques (pórticos)
2x6" 2x4" Techumbre

NATURALEZA DE LA UNIÓN Carpinteras / mecánicas

Uniones carpinteras: Sí
Uniones mecánicas: Sí

Uniones carpinteras: Sí
Uniones mecánicas: Sí

Uniones carpinteras: Sí
Uniones mecánicas: Sí

UNIONES RECONOCIDAS

Caja y espiga/ Mortise and tenon

- Pie derecho - soleras
- Pie derecho - dinteles
- Poste - asiento

- Pie derecho - Dintel
- Poste - Cumbra
- Poste - Solera

- Pie derecho - asiento

Embarbillado/ Toe joint

- Diagonal - pie derecho (centro)
- Diagonal - pie derecho (extremo sup.)

- Montante - Par

- Diagonal - Pie derecho (extremos)
- Diagonal - Pie derecho (centro)
- Viga - Solera superior
- Par - montante
- Par - pendolón

Caja simple entalladura/ Lap joint

- Poste - Pares
- Tornapunta - Pares

Media madera/ Halved joint

- Soleras, encuentro perpendicular
- Diagonales, encuentro en cruz

- Montante - Par

- Pie derecho - Solera superior
- Pendolón - Cumbra

Quijera/ Bridle joint

El primer criterio comparativo que acusa la tabla es el grado de complejidad de las estructuras relacionada estrechamente con la dimensión de las viviendas. En este sentido se debe reiterar que el caso Pasaje Harrington #269 tuvo un levantamiento superficial por las condiciones de acceso a las estructuras y que este factor podría influir en el presente análisis.

Una de las similitudes inmediatas que se constataron en los casos fue la utilización de sistemas de mampostería y albañilería en ladrillos para fundaciones, cuyo propósito es nivelar al mismo tiempo que aísla las estructuras de madera armada de la humedad del terreno; en este sentido, dependiendo de la diferencia en las cotas del predio, estos sistemas pueden dar origen a recintos habitables, como en los casos Santa María #253 y Playa Ancha #581, donde en una misma planta se combinan los sistemas de albañilería con los entramados de madera.

Sobre entramados verticales - los tabiques - no se encontraron diferencias significativas entre los casos de estudio ya que comparten un mismo sistema constructivo: el sistema de plataformas. Su identificación radica principalmente en la interrupción de los pies derechos desde un nivel al otro, descartando así otros sistemas constructivos de entramado liviano. Se intuye que este sistema significaría mayores facilidades en la faena de construcción por su proceso constructivo por niveles. Las estructuras incluyen en su configuración riostras diagonales como método de rigidización, destacándose la vivienda Playa Ancha #581, que además de riostras utiliza cruces de San Andrés como refuerzo a los vanos de acceso. Respecto de las secciones de los componentes, los miembros poseen escuadras de 3x3", 3x4" o 4x4", privilegiando las secciones cuadradas en los niveles inferiores y disminuyendo la sección a medida que se traspasa a una planta superior.

En cuanto las dimensiones, pese a las diferencias en la vista general de las plantas, las dimensiones de las luces a cubrir son similares y se mantienen en el rango de los 3.80 a los 4 metros, mientras que las alturas de los recintos para todos los casos superan los 3 metros de altura.

Para las armaduras de techumbre se detecta una relación importante ellas y el perfil de planta; es posible afirmar que a mayor cantidad de aristas en el perfil de planta, mayor complejidad formal tendrá la estructura.

Los cambios de dirección de los faldones para todos los casos quedan resueltos mediante pares de limahoya y limatesa, elementos que permiten la vinculación de los

pares en direcciones perpendiculares por uniones mecánicas mediante clavos lanceros. Posiblemente la decisión de optar por tijerales en lugar de cerchas, como estructuras autosoportantes, se debe al peso de las segundas, que dificultaría los procesos de armado. Cabe mencionar también que una decisión transversal respecto de estas armaduras es su comportamiento independiente de los tabiques, vinculándolas a los segundos solo de forma puntual a partir de algunos de sus componentes.

Según la relación entre perfil de planta y armadura de techumbre, Playa Ancha #581 posee la estructura de techumbre más simple, pese a tener mayor dimensión que el caso Pasaje Harrington #269, ya que corresponde a una vivienda a dos aguas cuya estructura se desarrolla a partir de una geometría repetida en su eje longitudinal. Su riqueza técnico-constructiva se asocia a la decisión de situar las tornapuntas sobre los ejes del corredor para aportar más resistencia.

Volviendo a las similitudes, la más general y que se desprende de las plantas esquemáticas corresponde a la organización programática que para todos los casos queda definida a partir de un corredor central situado en el eje longitudinal de la vivienda para ambos niveles.

En el detalle, el estudio demuestra que gran parte de los encuentros entre componentes se desarrollan a partir de soluciones híbridas que mezclan las uniones carpinteras y las uniones mecánicas a partir de clavos de hierro. El análisis indica además que las uniones carpinteras utilizadas de forma transversal en los casos son los de caja y espiga, para los encuentros entre pies derechos y soleras, y los de simple entalladura, como operación para unir dos elementos cuando uno de ellos tiene un grado de inclinación.

En síntesis, pese a las diferencias entre las tipologías de vivienda y sus dimensiones, fue posible encontrar ciertos rasgos constructivos similares entre los casos, que se asocian a facilidades en los procesos constructivos, a métodos de rigidización, organización de los programas de vivienda y finalmente, las soluciones de encuentro entre componentes con respecto a su naturaleza híbrida.

Conclusiones

Luego de la revisión de los sistemas constructivos de entramados de madera desde un punto de vista histórico y técnico, es posible afirmar que el avance de las tecnologías relacionadas a la industria maderera es el principal responsable de su evolución y desarrollo, dejando atrás métodos manuales para el dimensionamiento de las piezas para dar lugar a piezas de madera aserradas con formatos estandarizados.

A lo largo del país, distintas localidades desarrollaron e implementaron sistemas constructivos con orígenes extranjeros definidos a partir de la procedencia de sus inmigrantes. Para el caso de Valparaíso, puerto conector de los océanos Pacífico y Atlántico y su posterior atractivo comercial para empresarios foráneos, los inmigrantes que arribaron en el puerto provenían principalmente de Europa - alemanes, franceses e ingleses - y de Norteamérica.

Las viviendas construidas en el cerro de Playa Ancha en el período de principios del siglo XX se materializan en su mayoría mediante sistemas constructivos de madera con influencias extranjeras, producto del intercambio cultural propio de la época, luego de la apertura del puerto de Valparaíso hacia el comercio internacional.

Con los antecedentes recopilados en esta tesis, se puede concluir que el terremoto ocurrido en Valparaíso el 16 de Agosto de 1906 es un hito importante en la historia y desarrollo urbano de la ciudad, que se manifestó en cambios a los sistemas tradicionales. El paradigma de los sistemas de masa como sistemas "sólidos y resistentes" es reemplazado por una nueva visión que prefiere los sistemas de entramado liviano, flexible y de menor tiempo de construcción para la reconstrucción de la ciudad post-terremoto, desde el punto de vista de la arquitectura doméstica.

A modo general, es posible afirmar que en el cerro de Playa Ancha las viviendas son construidas mediante el sistema de plataformas, clasificado como entramado liviano, cuya principal característica es el proceso constructivo que propone construir cada nivel de forma independiente, sustentando el segundo nivel en el envigado de entrepiso a modo de plataforma. Los tabiques de madera están vinculados a sistemas de mampostería o albañilería de ladrillos como soluciones para las fundaciones, que mediante relleno o

excavación construyen una superficie nivelada en el terreno para el inmueble, reduciendo las estrategias de dominio de la pendiente.

Las estructuras de los casos seleccionados y analizados es una muestra física de las preocupaciones en el ámbito de la construcción de aquella época, cuyo principal objetivo fue lograr un buen comportamiento ante eventos de carácter sísmico. En la configuración de los sistemas constructivos en madera armada se disponen elementos de rigidización, tales como riostras, diagonales y tornapuntas, con el fin de otorgar mayor resistencia a las estructura.

En contraste a las tradiciones foráneas, los procesos constructivos son flexibles y privilegian los trabajos in situ por sobre el método de trabajo en talleres, al no ser identificadas ningún tipo de marcación carpintera de las piezas para su posterior ubicación en las estructuras. A partir de la cantidad de aserraderos establecidos en la ciudad de Valparaíso para la época, se puede suponer que las construcciones locales utilizan este servicio solo para el dimensionado de las escuadrías de las piezas y además no descartan la reutilización de materiales, con fundamento en los constantes remates de construcción publicados en los diarios.

Respecto de la tabiquería, se pudo constatar la presencia de diagonales en su forma individual y también en cruz de San Andrés (en Playa Ancha #581) como elementos de rigidización. Además, todos los casos rellenan los tabiques mediante bloques de adobe.

Para las armaduras de techumbre el panorama es variado: pese a la homogeneidad de las soluciones constructivas mediante tijerales y la decisión de construir la techumbre como una estructura independiente vinculada a las plantas inferiores mediante un envigado de entrepiso, las estrategias de rigidización son más complejas y se relacionan directamente con las tipologías de la cubierta y la cantidad de faldones resultantes del perfil de techumbre.

En este sentido, el caso Santa María #253 resultó ser la estructura más compleja por sus dimensiones y cubierta tipo Mansarda francesa; en ella fueron detectadas estrategias para la resistencia sísmica en relación a los ejes de los pórticos y los pares perimetrales. Por su lado, Pasaje Harrington #269 fue el caso donde no fueron detectados elementos extras a la estructura básica de tijerales para su rigidización, probablemente como consecuencia a sus acotadas dimensiones.

En el campo de la unión de componentes el análisis comparado revela en primer lugar que las soluciones son híbridas, ya que la mayoría de los encuentros son reforzados por clavos, promoviendo un comportamiento en conjunto de uniones carpinteras y uniones mecánicas. De la misma manera, entrega información sobre los tipos de uniones utilizadas, siendo las más utilizadas entre los casos los ensambles de caja y espiga y de simple entalladura; la primera como solución habitual para el encuentro entre pies derechos y soleras, superior e inferior, y la segunda para la unión de elementos en ángulo, reforzados mediante clavos.

La decisión metodológica de invertir el proceso de trabajo, que posicionó al estudio de casos como base para la selección de materias pertinentes a su análisis, hizo el estudio más certero. Además, la metodología utilizada fue eficiente en el ámbito de reconocimiento de las uniones carpinteras por la enumeración de los factores a considerar previo a la elaboración de una hipótesis sobre una unión oculta; sin embargo, esta pudo haber sido más certera si se hubiera contando con apoyo tecnológico que permitiera ver las fibras de la madera por métodos como radiografías o imágenes generadas a partir de la transmisión de calor de las piezas.

En síntesis los sistemas constructivos de madera de las viviendas de Playa Ancha construidas a principios del siglo XX corresponden a repeticiones y adaptaciones del Sistema de Plataforma, cuyas transformaciones responden principalmente a solicitudes estructurales en materia de resistencia sísmica y a la reducción de costos de fabricación. Los casos conservan prácticas de antaño como soluciones de encuentro mediante trabajos de carpintería pero reforzadas por clavos, como consecuencia de que la mano de obra calificada para realizar dichos trabajos con el avance del tiempo fueron cada vez más escasa y costosa, haciendo que las uniones mecánicas ganaran más terreno.

Trabajos futuros

Considerando que la información de carácter técnico acerca de la arquitectura doméstica es bastante escasa y generalizada, durante el desarrollo de esta tesis han quedado algunas temáticas abiertas que podrían ser motivo de nuevos estudios. Entre ellas se podría mencionar:

1. Continuar con la línea de investigación de historia de la construcción de los sistemas constructivos de madera en viviendas ampliando el área de ubicación de los casos a otros sectores de Valparaíso para poder clarificar el panorama arquitectónico del período de principios de siglo XX en la ciudad.
2. Investigar acerca de los sistemas constructivos utilizados en la ciudad previo al terremoto de 1906, teniendo en cuenta que la información sobre la materialidad de las viviendas particulares es más difusa que la de edificios públicos y privados situados en el Plan de Valparaíso.
3. La metodología desarrollada para el levantamiento de uniones carpinteras y el método para el análisis comparado de los casos puede replicarse en nuevas investigaciones para contribuir a la información sobre el patrimonio arquitectónico de madera en distintas localidades de ésta u otras regiones del país. Además se podría acotar el estudio a viviendas de características similares (superficie de la construcción, sistema constructivo y estilo de la armadura de techumbre) de manera de obtener comparaciones más directas para un análisis más específico.
4. En vista que los sistemas constructivos revisados en los casos fueron comparados con tratados y manuales de carpintería, sería interesante realizar una comparación de casos locales con inmuebles construidos en Norteamérica y Europa aplicando el método desarrollado por D'Alençon y Prado en su libro "Constructores Inmigrantes. Transferencias de Alemania a Chile 1852-1875, a partir de una relación de los estilos formales de la vivienda, procedencia y/o influencia de arquitectos o los propietarios del inmueble, para determinar de manera más precisa las similitudes y diferencias entre los sistemas constructivos. El objetivo es conocer *cómo se reproducen, adaptan y modifican* la arquitectura y los sistemas constructivos a un contexto diferente.

ANEXOS

Anexo 1:



Intersección calle Errazuriz Echaurren con calle San Pedro.

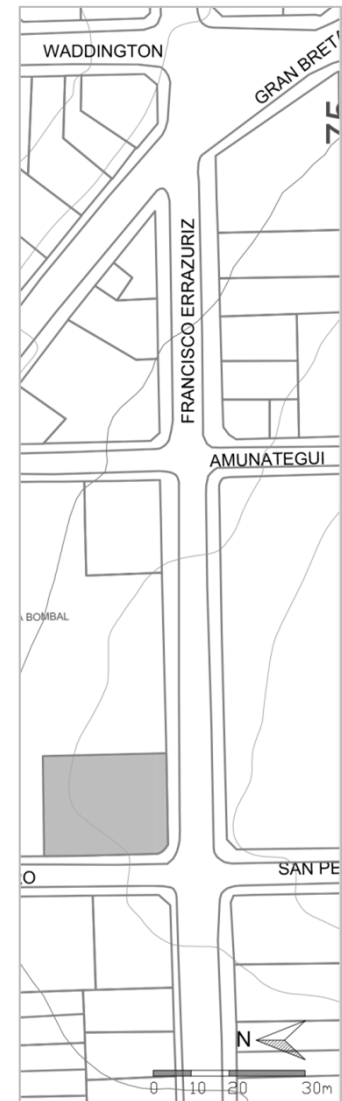
Fuente: Colección fotográfica del Autor, 2016.

Errázuriz Echaurren #215

Vivienda de tres niveles ubicada en los terrenos de la Ex Población Bueras cuyo estudio no fue concretado debido a la falta de información histórica y técnica en los archivos municipales. Sumado a esto, el tiempo acotado del proceso de investigación impidió realizar el levantamiento completo de este ejemplar.

Las piezas de madera utilizadas en el inmueble tienen una escuadría de 3x3" (75x75mm) y se pudo constatar la utilización de uniones carpinteras entre componentes, reforzados con clavos de hierro, en los entramados horizontales y verticales.

Al igual que los casos analizados, las estructuras de madera armada se posan sobre un terreno ya nivelado, para evitar operaciones del dominio de la pendiente. Los tabiques se rellenan con bloques de adobe y se fijan mediante una malla a partir de un palillaje en 45°.



Plano ubicación

Escala 1:2000

Registro fotográfico



1. Fotografía de la armadura de techumbre: tijerales. Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.

2. Fotografía detalle unión solera superior y pies derechos. Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.





3.



4.

3. Fotografía detalle unión tirante y par. Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.

4. Fotografía detalle unión montante, viga y par. Fuente: Colección fotográfica del autor, 2016.



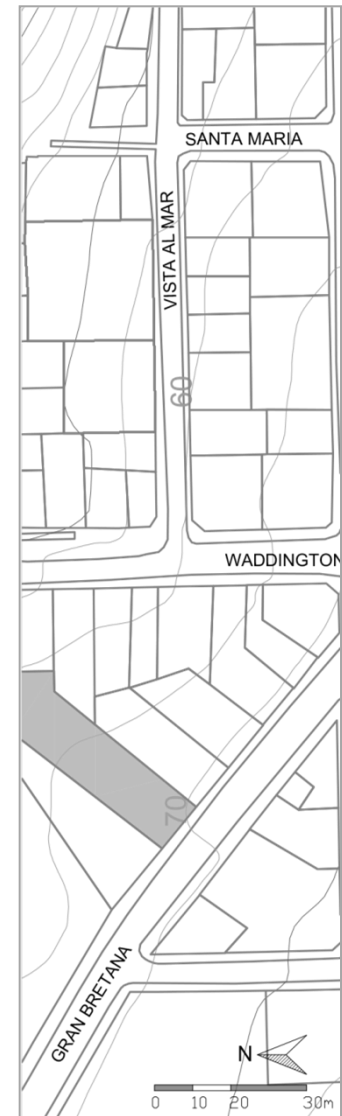
Frontis de la vivienda desde Av. Gran Bretaña

Fuente: Colección fotográfica del Autor, 2016.

Gran Bretaña #766

Ubicada en la arteria principal del cerro de Playa ancha, el caso Gran Bretaña 766, obra del arquitecto Esteban Orlando Harrington, mantiene su uso de vivienda ahora extendida al arriendo de particulares, aprovechando los dormitorios y niveles inferiores disponibles.

Pese a tener acceso hacia la estructura de techumbre desde el exterior, su estudio no pudo llevarse a cabo por no llegar a acuerdo con la actual propietaria de la vivienda. Paradójicamente es el único caso donde se encontraron planos originales y especificaciones técnicas en la Municipalidad de Valparaíso. La documentación resulta insuficiente para realizar los análisis configuracional y constructivo – de lo general al detalle de unión de componentes – que propone esta investigación al no poder medir e identificar los componentes de las estructuras.



Plano ubicación

Escala 1:2000

162





MURO Y BOVEDA:-(Frente al camino de Cintura).-

Serán tambien de cemento armado como los anteriores.-La bóveda tendrá un espesor mínimo en la clave de quince centímetros.El traveso de esta bóveda se situará con el fin de impedir la penetración de las aguas de riego del jardín.-

ESCALERA DE DESCENSO AL PLAN INFERIOR:-

Se hará del mismo material este es de cemento armado, con una barandilla de tubos de fierro de 1 1/4 y 3/4 respectivamente.-

TIENRO HACIA EL CAMINO DE CINTURA:-

Se construirán ocho pilastras de ladrillo sobre un cocal del mismo material.Los paños entre pilastra y pilastra se llenarán con rejas de madera según diseño del arquitecto.-

ALCANTARILLADO:-

Se unirán las cañerías de desagüe a la cañería que existe al fondo del sitio,debiendo quedar la cañería debidamente defendida a cuyo fin se hará un herido de mas o menos de cuarenta centímetros de profundidad.-

SERVICIO DE AGUA:-

Se tomará desde el camino de Cintura,colocándose todas las conexiones que requieran los servicios indicados en el plano.La llave para el baño no debe tener menos de 3/4.

SERVICIO DE GAS:- *Se abra un cañante gas para cocina para baño.- El alumbrado será eléctrico*
Como el anterior.-Tanto esta cañería como la anterior deberán tener las diámetros y condiciones que señalará el Arquitecto.-

ENDOMENTADO:- del primer piso.-

Serán estos de roble de 8 x 6 con carreras de 3x6 que a su vez reposarán sobre pilastritas de ladrillo de no menos de treinta centímetros de lado.-



TABIQUESI:-Los del primer piso serán de 4x6 en general,(exceptuando el patio exterior que se formará con un muro de ladrillo de cuarenta centímetros de espesor)con soleras superiores de pino Oregon de 4x6. Los del segundo piso,serán los exteriores de 4x6 y los interiores de 4x4,ambos con soleras superiores de pino Oregon de 4" de espesor. Los del tercer piso serán los exteriores de 4x4 y los interiores de 3x6.Las soleras serán tambien de pino Oregon de 4" de espesor.Todos estos tabiques se rellenarán con adobillos donde reaparean a firmas (sobre otros inferiores) y se listonarán cuando se encuentren en la cada tabique llevará dos corridas de ligaciones de fierro de 1/8 x 1 dividiendo la altura de dicho tabique en tres partes,siendo asegurada dicha ligacion a los tabiques (a los piso derechos)por medio de clav forjados.Se exceptúan los tabiques exteriores que por el hecho de ir forrados con madera tinglada quedan suficientemente asegurados entre otros posibles movimientos seísmicos.-

REBOQUES:-

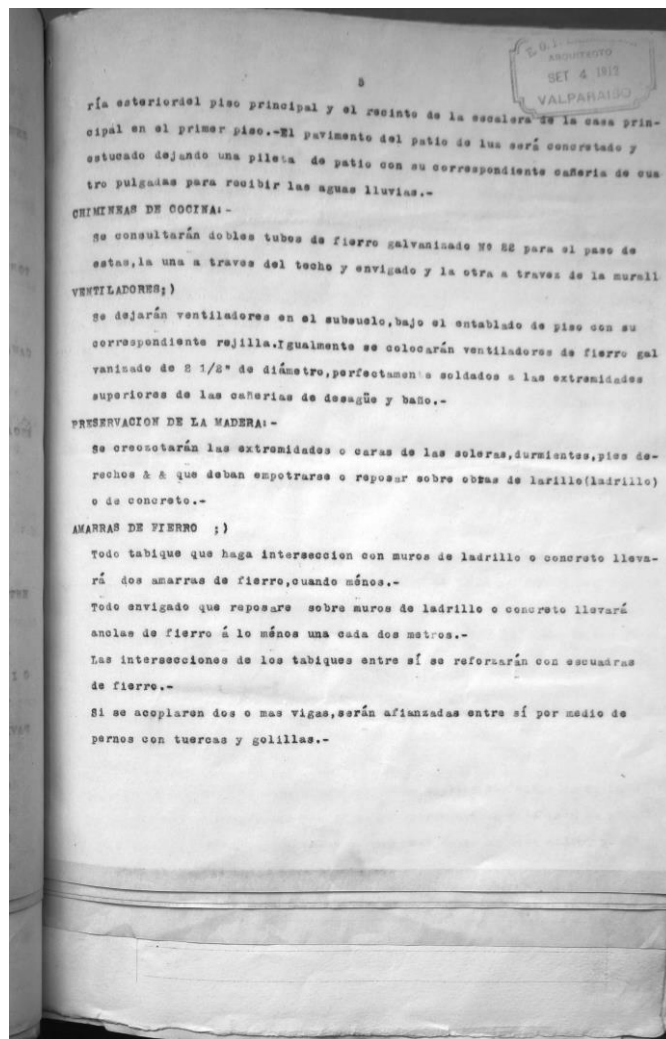
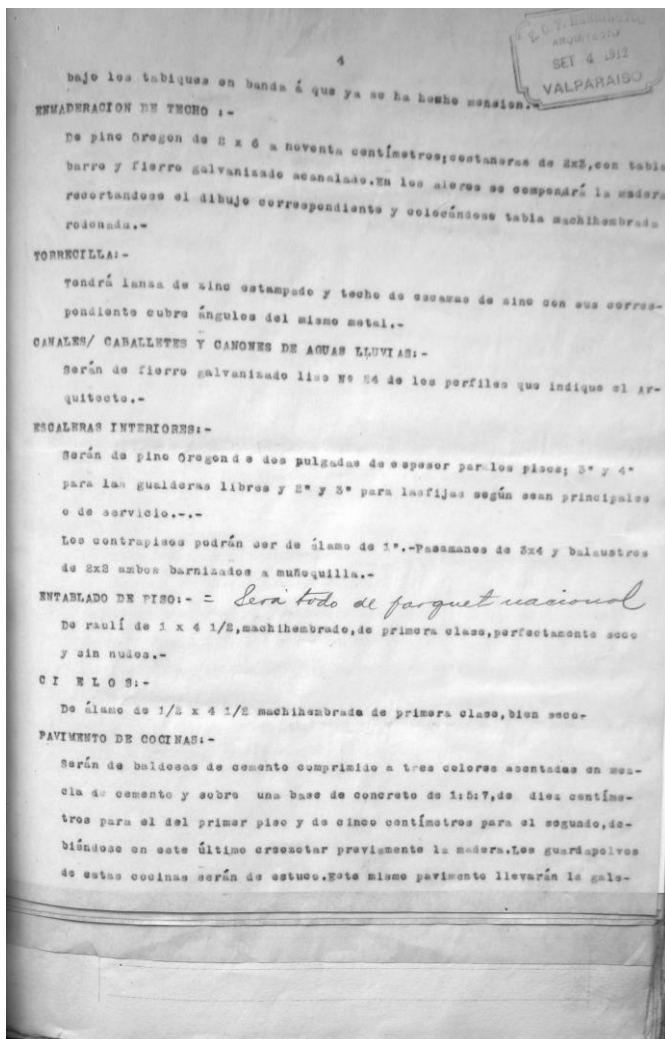
A los tabiques listonados se les dará dos manos de reboque por cada tambien se rebocarán los paramentos de los muros de concreto que restaren.

ENLUCIDOS:-

Deberán ser éstos perfectamente ejecutados con sus ángulos y paramentos perfectamente a regla y a plomo.-

ENVICADOS:-

Serán:el superior del primer piso de pino Oregon de 2x10 a cuarenta y cinco centímetros de eje a eje. El superior del segundo piso de 2x6 de la misma madera y a igual distancia y el superior del tercer piso de 2x6 a cuarenta centímetros de eje a eje.Los dos primeros llevarán cadasta en todo claro superior a dos metros,tasca entre viga y viga y bajo solera a a y cordón compuesta de tabla de álamo (tapa de 1/2) barro y aserr. Se colocaran vigas dobles o triples (a satisfacción del arquitecto) :



PILARES DE FACHADA:-

De 6x6 de pino Oregon, compuestos; la obra de fachada, balcones y frentones, deberá encomendarse a buenos operarios y quedar enteramente a satisfacción del propietario y del Arquitecto.

Los de galería del N. serán de 4x4.-

CORNIZAS INTERIORES:-

De tres miembros de 2" para las piezas principales del segundo y tercer piso y de dos de cinco pulgadas para las secundarias (cocina, F.C. repostero, servidumbre etc etc); podrán ser de álamo bien seco y escogido.-

CORNIZAS EXTERIORES:-

Serán todas de pino Oregon y con molduras de raulí según instrucciones del Arquitecto.-

GUARDAPOLVOS:-

De 1x6 de álamo para el interior y de 1 x 6 de pino Oregon para el exterior.-

GALERIA INTERIOR:-

Cubre patios de pino Oregon de 1 1/2" de espesor con tableros de álamo y molduras de raulí, bastidores de 1 1/2" de la misma madera con vidrios sencillos; solera, pasamanos e imposta de 3x4. Tragaluces con vidrios. Cerrajería a elección del propietario. A lo menos la mitad de los bastidores serán envasagrados.-

GALERIA EXTERIOR AL NORTE:-

Cubre patios de pino Oregon machihembrado redondeado, el resto como el anterior.-

PUEERTAS:-

Las exteriores de pino Oregon de 2" de espesor con tableros de la misma madera, tragaluces con rejas de fierro; chapas Yale para la puerta principal y francesa de llave de garganta, valor de diez a doce pesos para la puerta de la casa principal.



Estas puertas como las ventanas de fachada se instalarán a medida.-

PUEERTAS INTERIORES:-

de pino Oregon de 1 1/2" (de cinco tableros las de una hoja); tableros álamo, molduras de raulí, chapas embutidas valor m/m de seis a siete pesos cada una; tres visagras por cada hoja.-

Serán designadas por el propietario las puertas que deberán ser acristaladas y en éste caso llevarán postigos.-

VENTANAS:-

Según dibujo, debiendo llevar las interiores en planta baja rejas de fierro y postigos interiores. Las ventanas hacia el Norte llevarán además persianas. Las ventanas principales llevarán espánelas de pino ni queles. Lo mismo se debe observar para las puertas de balcon de dos hojas.-

FORNO EXTERIOR:-

Como secha dicho, será éste de raulí o de pino Oregon tinglado al estilo de California. La madera deberá ser enteramente seca y sin nudos.

ESCOTILLAS AL TECHO:-

Deberá hacerse escotillas de acceso al techo.

REJAS DE MADERA DEL FRENTE:-

Serán mas o menos como las de los chalets vecinos, debiendo quedar enteramente concluidas con sus correspondientes puertas (2), pintadas. Las pilstras deberán ser estucadas.-

ESQUINEROS:-

Se guarnecerán las aristas de muros y tabiques interiores con esquineros de madera.-

MUEBLES:-

Se hará en las cocinas:- Un meson de dos metros de largo y sesenta centímetros de ancho, con cubierta de dos pulgadas de espesor, envasagrada de modo que se pueda levantar, la parte inferior formará un depósito de carbon y leña.

Bibliografía

LIBROS

BARBEROT, E. (1926). *Tratado práctico de Carpintería*. Barcelona: Gustavo Gili Editorial.

BENAVIDES, J., PIZZI, M., Valenzuela, M. (1998) *Ciudades y arquitectura portuaria. Los puertos mayores del litoral chileno*. Santiago: Editorial Universitaria.

BRUNSKILL, R. W. (1994) *Timber Buildings in Britain*. London: Cassell in association with Peter Crawley.

CHERUBINI, G. (2016) *La escuela de carpinteros alemanes de Puerto Montt, su formación e influencia más allá de las fronteras*. Santiago: Editorial Universitaria.

D'ALENCON, R., PRADO, F. (2013) *Construcciones Inmigrantes: Transferencias de Alemania a Chile*. Santiago: Edificiones UC.

DEPLAZES, A. (2015) *Construir la Arquitectura del material en bruto al edificio*. Barcelona: Gustavo Gili Editorial.

ESTRADA, B. (2000). *Valparaíso: Sociedad y Economía en el siglo XIX*. Valparaíso: Ediciones Altazor.

ESTRADA, B. (2008). *Valparaíso, patrimonio arquitectónico, social y geográfico*. Valparaíso; Ediciones Altazor.

GUARDA, G. (1995). *La tradición de la madera*. Santiago: Eds. Universidad Católica de Chile.

GIBBERD, F. (1938). *The Architecture of England*. London: The Architectural Press.

JI, T. BELL, A. (2008) *Seeing and touching structural concepts*. New York: Taylor and Francis.

MITTAG, M. (1968). *Teoría y práctica de la construcción de edificios: manual para arquitectos, ingenieros y constructores*. Madrid: Alhambra.

PIZZI, M. (2003) *The invention of Balloon Frame, how it affected architecture in the New World. The Case of Chile*. Madrid: S. Huerta. Proceedings of the First International Congress on Construction History.

REITHERMAN, A. et al (1982) *Building Configuration and Seismic Design*. New York: Wiley.

URBÁN, P. (1996). *Apuntes de construcción II-III. II Estructuras de madera*. Alicante, España: Editorial Club Universitario.

SIMONNET, C. (2009) *Hormigón, historia de un material*. Aldamar: Nerea.

WAISBERG, M. (1988). *La vivienda de fines de siglo XIX en Valparaíso: Casas de Playa Ancha*. Santiago: Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico.

WALSH, H. V. (1923) *The construction of the small house. A simple and useful source of information on the methods of building small american homes, for anyone planning to build*. New York: Charles Scribner's Sons.

YEOMANS, D. (2003) *The Repair of Historic Timber Structures*. London: Thomas Telford Publishing.

PUBLICACIONES

ANTHONY, R. W. (2007) *Basics of Wood Inspection: Considerations for Historic Preservation. Practice Points*. Springfield: Association for Preservation Technology International.

E-books

AGUIRRE, A. (1899) *Pequeña Enciclopedia Práctica de Construcción. N°5 Carpintería de Taller* (1ra ed.). Madrid: Bailly-Bailliere e Hijos. Disponible en:

http://bvpb.mcu.es/es/catalogo_imagenes/descarga.cmd?destino=..%2Fcatalogo_imagenes%2Fgrupo.cmd%3Fpath%3D31239&posicion=1&path=31239

DAVIES, N. & JOKINIEMI, E. (2016). *Dictionary of Architecture and Building Construction* (1ra ed.,). Londres: Routledge.

Disponible en: https://archive.org/details/Dictionary_of_Architecture_and_Building_Construction

FLETCHER, B. & FLETCHER, H. (2016). *Carpentry and Joinery* (1ra ed.). London: Love and Wyman Limited. Disponible en:

https://archive.org/details/gri_33125000604591

GASTELUZ, L. (1899) *Pequeña Enciclopedia Práctica de Construcción. N°4 Carpintería de Armar* (2da ed.). Madrid: Bailly-Bailliere e Hijos. Disponible en: http://www.cehopu.cedex.es/img/bibliotecaD/1899_Luis_Gaztelu_Carpinteria_de_armar

RODRIGUEZ, A. & GAJARDO, C. (1906). *La catástrofe del 16 de Agosto en la República de Chile*. 1st ed. [ebook] Santiago: Imprenta Barcelona. Disponible en: <http://www.memoriachilena.cl/archivos2/pdfs/MC0000522.pdf>

WELSH, P. (2008). *Woodworking tools 1600-1900*. 1st ed. [ebook] Project Gutenberg. Disponible en:

<http://www.gutenberg.org/files/27238/27238-h/27238-h.htm> }

SEMINARIOS

Alercón, N. Brito, M. (1989) *Patrimonio Arquitectónico de Viña del Mar Antiguo: 1880-1930*. Seminario de investigación para optar al título de Profesor de Historia y Geografía. Instituto de Historia, Facultad de Filosofía y Educación. Universidad de Valparaíso.

PUBLICACIONES

Sanchez M. Alfredo, Jiménez V. Cecilia “Valparaíso: La ciudad mas importante de Chile y la vulnerabilidad de su patrimonio arquitectónico a los riesgos sísmicos” En Revista “ Estudios Geográficos del Consejo de Investigaciones Científicas” N° 271 España 2011

TESIS

AGUILAR, C. SANHUEZA, R. (2003) *Caracterización y Estandarización de Productos, Procesos y Equipos en la Industria del Aserrío*. Universidad del Bío-Bío, (Tesis de pregrado).

BOHN DA SILVA, K. (2009) *Estructuras de madera: El estilo Fachwerk en la inmigración alemana en sur de Brasil*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. (Tesis de Magíster).

EUJENIO, N. (2015). *Sistema Constructivo en Madera en Armaduras de Techumbre, Construcciones de Valparaíso de fines de siglo XIX y principios del XX*. Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María. (Tesis de pregrado).

GOMEZ, M. I. (2002). *Las estructuras de madera en los Tratados de Arquitectura (1500-1810)*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (Escuela Técnica Superior de Arquitectura). (Tesis doctoral).

INAT S., (2011). *Sistema de plataforma con entramado ligero de madera*. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. (Tesis de magíster).

JIMENEZ, M. B. (2014). *Los Entramados Tradicionales de Madera en los Cerros Alegre y Concepción: Caracterización histórica y técnica de las viviendas a finales del siglo XIX y comienzos del XX*. Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María. (Tesis de pregrado).

SALAZAR, M. (2014). *El carácter técnico/constructivo en la obra de E.O.F Harrington: Estudio y análisis de cuatro de sus edificios en Valparaíso (desde 1895 hasta 1920)*. Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María. (Tesis de pregrado).

ONLINE

Biblioteca Nacional de Chile (2016). Su época de esplendor: Valparaíso (1820-1920) en Memoria Chilena [en línea]. [Consultada el 13 Abril 2016]. Disponible en: <http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-7670.html#presentacion>

Historic Quarter of the Seaport City of Valparaíso en UNESCO [en línea]. [Consultada el 20 Julio 2016]. Disponible en <http://whc.unesco.org/en/list/959/>

O'Brien, M. (2010) Hybrids on the Way to the Western Platform Frame: Two Structures in Western Virginia. Preservation, Education and Research., Vol. III. Texas. [en línea]. [Consultada el 20 Septiembre 2016]. Disponible en http://mjobrien.com/Papers/OBrien_article_hybrids_on_the_way_to_the_western_platform_frame.pdf

Lewis M., Australian Building a Cultural Investigation. Cap 5.06 The Stud Frame, [En línea] (Consultada el 15 Septiembre 2016) Disponible en <http://www.mileslewis.net/australian-building>

DIARIOS Y REVISTAS

La catástrofe de la Casa Prá. (1904). *Revista Sucesos*, n° 114, pg. 30,31.

HENRIQUEZ, H. (1907) *El terremoto de Valparaíso bajo su aspecto constructivo*. Revista Arquitectura y Construcción de Madrid, pg. 119.

DOCUMENTOS NO PUBLICADOS

Camelio, I. (1983) *Tema de Historia de la Arquitectura, Vivienda de Playa Ancha a fines de siglo XIX y principios del siglo XX: Vivienda de 1912, Santa María 251-253*. Profesora: Myriam Waisberg. Monografía no publicada.

Vargas, M. (1983) *Tema de Historia de la Arquitectura, Vivienda de Playa ancha a fines de siglo XIX y principios del XX: Pasaje Harrington 287-275-269-268-237- Errazuriz 83*. Profesora: MyriamWaisberg. Monografía no publicada.