



LA TÉCNICA DEL ADOBILLO EN LA RESTAURACIÓN DE DOS ASCENSORES EN VALPARAÍSO, CHILE

Alvaro Riquelme Bravo¹, Camilo Giribas Contreras², Francisco Prado García³

Flesan Restauraciones, Chile,

¹alvaro.riquelme@flesan.cl; ²camilogiribas@gmail.com; ³fpradog@flesan.cl

Palabras clave: adobillo, restauración, patrimonio

Resumen

La ciudad de Valparaíso posee características geográficas y culturales que condicionan su desarrollo y evolución arquitectónica. Hoy, los ascensores de Valparaíso, funiculares de transporte público, representan un gran ejemplo del patrimonio industrial que existe en Chile. Se trata de los dos primeros ascensores construidos en Valparaíso, siendo el del cerro Concepción inaugurado en 1883, y el del cerro Cordillera el año 1887. Emplazados en pleno casco histórico de la ciudad, los ascensores están compuestos de un programa que contempla una estación inferior, una estación superior y la rodadura (por donde transitan los carros en planos inclinados). La construcción de la edificación es caracterizada por un sistema de madera-tierra, conocido localmente como adobillo, que posibilitó la construcción en inclinadas pendientes y que representa un sistema constructivo local ampliamente presente en gran parte de los edificios históricos de esta ciudad puerto. Se trata de un sistema mixto donde la estructura está conformada por una tabiquería desarrollada en madera de pino oregón americano, la cual es rellena con adobillos, para así dar estabilidad estructural y generar un buen comportamiento ante sismos. En este contexto se desarrolla la ejecución de las obras de restauración de estos dos emblemáticos ascensores que unen el llamado “plan”, parte baja de la ciudad, con los cerros Concepción y Cordillera. Se llevó a cabo el reconocimiento de las evidencias halladas producto de la liberación de revestimientos, lo que ha llevado a la definición del estado de conservación del adobillo, para así proponer la intervención en la consolidación estructural de éste sistema constructivo mixto.

1 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE TIERRA EN VALPARAÍSO

En Chile existe una variedad de modelos constructivos-estructurales que utilizan la tierra como componente del sistema. Estos modelos se pueden clasificar básicamente en dos: en primer lugar los sistemas que utilizan la tierra como estructura portante (adobe y tapia), y en segundo lugar los sistemas mixtos, que utilizan la tierra como relleno de un entramado de madera (adobillo, adobe en pandereta y quincha).

Los ejemplos más antiguos de edificación en Valparaíso se han construido en sistema portante de albañilerías de adobe, las que reforzadas con piezas de maderas en vanos, encuentros de muros y coronamientos son vestigios de una arquitectura colonial que sobrevivió hasta finales del siglo XIX (Duarte; Zúñiga, 2007). Se pueden citar construcciones que datan del siglo XIX tales como la iglesia de La Matriz, Capilla Santa Ana, Iglesia San Francisco de Barón y un sin número de viviendas en donde se divisan los bloques de tierra con refuerzos de madera. La gran problemática de estos sistemas es la vulnerabilidad que presentan frente a eventos sísmicos, la cual está influenciada por el deterioro de sus elementos de madera que pueden sufrir el ataque de agentes biológicos, dañando la estructura y resistencia. Hay que tener en cuenta que las estructuras de adobe tienen un peso de 1300 kg/m³ a 1800 kg/m³ (Minke, 2001), lo que genera un sistema con una gran sollicitación a los esfuerzos de tracción.

En el Siglo XX, principalmente después del terremoto de 1906 que azotó la zona central de Chile, la mayoría de las edificaciones se desarrollan a través de sistemas mixtos en donde la tierra se encuentra como componente de relleno. Fundamentalmente el recambio en el uso de sistemas constructivos es detonado por el crecimiento demográfico de Valparaíso,

En donde existe una creciente carencia de espacio disponible en la zona plana de la ciudad, la ocupación de los cerros inmediatos a la zona portuaria y del Almendral es la única alternativa posible frente al crecimiento demográfico que ha ido generando el desarrollo portuario en aquellos años. Lo es también el hecho de que algunos sectores de la ciudad presenten condiciones ambientales cada vez más inadecuadas para la función residencial. Es ante esta circunstancia apremiante en que se hace necesaria la innovación de las soluciones técnicas que permitan superar la dificultad que plantea la ocupación serrana. De ese modo las tradicionales fábricas de gruesos muros de adobe y pesadas techumbres de tejas, con sus importantes obras de cimentación, resultan de por sí bastante inapropiadas a ese objeto debiendo dar paso obligado a otro tipo de solución constructiva (Duarte; Zúñiga, 2007. sp.)

Es en este contexto que la madera con su versatilidad y eficiente comportamiento sísmico se presenta como una solución idónea para estas nuevas construcciones emplazadas en una geografía con pronunciadas gradientes. Es aquí donde el sistema de entramado construido en madera alcanzara su máxima utilidad y aplicación. Es allí donde las soluciones constructivas adquieren mayor atrevimiento e inventiva dada la dificultad que presenta la topografía, dando origen a las expresiones más identitarias de la morfología urbana de Valparaíso.

La liviandad de las construcciones y la velocidad en su ejecución son ventajas significativas, los que a su vez explican el auge y proliferación que éste alcanza, dado que representa una buena alternativa a las exigencias de habitabilidad de los cerros. Por lo tanto la aplicación de este sistema constructivo en madera significó rápidamente una ocupación más efectiva e intensa de la parte superior de los cerros consolidando el emplazamiento de la ciudad tal como se conoce hoy (Duarte; Zúñiga, 2007).

La gran aceptación de este sistema está demostrado en construcciones emblemáticas y representativas de la época, como son: el Palacio Baburizza emplazado en cerro Alegre, el Palacio Vergara emplazado en la quinta Vergara en el centro de Viña del Mar. Ambos edificios realizados por familias acaudaladas, que levantaron estas construcciones que terminaron siendo grandes palacios que engrosan la lista de Monumentos Nacionales de Chile. En ambos ejemplos se disimula el sustrato constructivo dejando un aspecto pétreo en la superficie, enlucido de yesos y cemento que de una u otra forma ocultan la estructura de madera y tierra, mientras los edificios emblemáticos de la época eran construidos a través de albañilerías de ladrillos de tierra cocida reforzada con perfiles metálicos. Este aspecto grafica que la aplicación de estos materiales no estaba supeditada a los cerros de la ciudad, sino que mostraba ser eficiente sísmicamente y una alternativa más económica, y a pesar de la opulencia de sus dueños, fueron construidos por un sistema que resulta ser más común de lo que se puede apreciar a simple vista en la ciudad.

2 SISTEMAS MIXTOS: ADOBILLO Y EMPALIZADO

Los sistemas mixtos madera-tierra que se pueden encontrar comúnmente en Valparaíso son el adobillo, que es un bloque de adobe de dimensiones menores a las del adobe común en Chile, que se encuentra confinado a una estructura de madera.

El empalizado es una estructura de madera a la que se superpone una trama de tablillas distanciadas a 5 cm (2"), en donde se realiza la aplicación superficial de un barro con fibras a modo de revoque grueso. La diferencia entre la quincha y el empalizado, es que en ésta la separación entre listones es mayor para rellenar los muros, y en el empalizado los muros no son rellenos y sólo se aplica el barro superficialmente.

2.1 Empalizado

El empalizado, se diferencia del adobillo, básicamente por la forma de inclusión de la tierra al sistema soportante de madera, mientras que el adobillo resulta ser un bloque de tierra prefabricado que se instala entre los elementos estructurales de madera. El empalizado sitúa a la tierra como un elemento que se fabrica en obra, como un enlucido del sistema, es

decir, se encuentra por sobre la estructura de madera. El soporte del enlucido de tierra está realizado por la aplicación de tablillas de madera en forma horizontal, principalmente de madera de álamo ($0,38 \text{ g/cm}^3$) que debido a su buena estabilidad dimensional y su liviandad además de su abundancia en la zona central lo hace una madera óptima para este uso (también es ocupado en enlucidos de cielo por medio de tierra y yeso, por su liviandad) es posible encontrar algunos ejemplos de aplicación de pino oregón americano en tablillas de $4 \times 2 \text{ cm}$ ($1\frac{1}{2} \times 3/4$ ") la cual reúne las características de liviandad y estabilidad dimensional al igual que el álamo.

El desarrollo del empalzado y el adobillo en Valparaíso, se genera de forma simultánea, dando forma a un sistema constructivo compuesto los que se complementan, siendo las plantas de la parte baja de la edificación los realizados con sistema de adobillo y los pisos superiores de empalzado con el objetivo de alivianar la estructura mientras más altos son los edificios. Esta estrategia resultó ser eficiente a lo largo del tiempo, conservándose variados ejemplos de su aplicación. Siendo ésta una forma constructiva estable, antisísmica y económica.



Figura 1. Sistema mixto denominado empalzado (Crédito: Camilo Giribas)

2.2 Adobillo

El sistema de adobillo se compone de un tabique estructural, compuesto de elementos verticales, llamados pies derechos, elementos horizontales (llamado solera superior e inferior) y elementos arriostrantes llamados diagonales. Éstos unidos a través de ensambles de cajas y espigas conforman un esqueleto firme que junto a otros elementos forman una estructura resistente. Principalmente la madera utilizada es madera de roble, la cual resulta ser una madera de gran capacidad resistente de densidad $0,67 \text{ g/cm}^3$, la cual se ensambla con otros elementos por medio de una espiga en el pie derecho y una caja en la solera, lo que permite a los elementos mantenerse en su posición; a veces este sistema se auxilia por clavos. Las secciones más utilizadas de madera son cuarterones de $10 \times 10 \text{ cm}$ (4×4 ") y $7,5 \times 10 \text{ cm}$ (3×4 ") lo que otorga una enorme resistencia a todo el sistema. La distancia entre pie derecho y pie derecho es de 40 cm a 50 cm , lo que determina la dimensión del bloque de tierra que se inserta entre estos (Riquelme; Cisternas, 2013).

Otro elemento vital para el correcto funcionamiento del sistema, y que además determina la morfología del adobillo es el listón interno de $2,5 \times 2,5 \text{ cm}$ (1×1 ") que se instala al interior del

tabique, el cual resulta ser una lengüeta a lo alto de todo el tabique. Cada adobillo que queda contenido entre los elementos de madera, presenta en su diseño una ranura que lo confina al listón, trabándose la estructura con el relleno de forma eficiente. Esta trabazón es un elemento prefabricado y es parte de la génesis del adobillo y no es realizada en obra a excepción de los bloques que se emplazan en contacto con las diagonales, en donde se rebajan los bloques para lograr su calce en la estructura. La dimensión del adobillo más común encontrada en Valparaíso es de 45 cm x 10 cm x 10 cm. La madera utilizada en la realización de esta pieza es de roble y álamo primordialmente. La construcción de este sistema, requiere primero levantar la estructura de madera e inmediatamente instalar el adobillo para poder continuar con los pisos superiores.

Los sistemas mixtos han demostrado ser eficientes frente a la realidad sísmica chilena, ya que han tenido un buen comportamiento estructural y además son una técnica usada masivamente desde el siglo XIX en Valparaíso y otras regiones del país.



Figura 2. Sistema mixto denominado como adobillo (Crédito: Alvaro Riquelme)

3 LOS ASCENSORES DE VALPARAISO

Los ascensores de Valparaíso representan parte importante del patrimonio industrial que existe en Chile. Durante el siglo XIX el puerto de Valparaíso fue el lugar de Chile con mayor relación con el mundo lo que significó una fuerte influencia de países extranjeros generando fuertes transformaciones sociales, culturales y tecnológicas. La revolución industrial trajo al puerto el desarrollo del maquinismo, que junto a las necesidades que tenía la población de comunicar la parte baja de la ciudad con los cerros que la rodeaban se traduce finalmente en la construcción de los ascensores (Álvarez; Barría, 2016). El primer ascensor de Valparaíso en construirse fue el del cerro Concepción el año 1883, seguido por el ascensor Cordillera inaugurado en 1887. Se estima que llegaron a funcionar alrededor de 30 ascensores en toda la ciudad, de los cuales estaban funcionando hace un par de años unos 10 a 15. Actualmente está en ejecución el Plan de Restauración Nueve Ascensores de Valparaíso, proyecto impulsado por el Ministerio de Obras Públicas de Chile.

Álvarez y Barría (2016) afirman que Valparaíso fue la ciudad de antaño con más funiculares operativos en el mundo. Los ascensores son parte central del imaginario social vivo de la ciudad; de su construcción como idea, de su intimidad con el paisaje y de su intenso capital

simbólico. Pero aunque los paisajes que éstos articulan hayan adquirido la cualidad de lo pintoresco, éstos no se originaron en cuestiones pictóricas.

Los ascensores de Valparaíso representan una bisagra intermedia entre la fractura topográfica de la ciudad baja o plan (donde se percibe el desarrollo urbano y el alto comercio de importación-exportación) y la ciudad alta de los cerros (bajo la lógica de la construcción improvisada y el abandono, según un urbanismo de adaptaciones), donde en definitiva, ambas ciudades, se unen. Esta discontinuidad geo-urbana, fue suplementada por los mejores ingenios técnicos, siendo el sistema de tracción funicular, la respuesta a una multimodalidad pura en el sistema de transporte del plan, la cara oficial de aquella urbe pujante, adelantada y moderna del Pacífico sur (Álvarez; Barria, 2016).



Figura 3. Vista del ascensor Cordillera y escalera Cienfuegos (1890-1920) (Crédito: Harry Grant Olds)

Según Herrera y Prieto (1964), la arquitectura de las ferrovías funiculares porteñas no atiende sino a un mal entendido funcionalismo, sin intenciones definidas en cuanto a problemas estéticos, formales o expresivos. Se ha abordado el diseño del ascensor urbano con el mismo criterio que se adoptaría para proyectar una vivienda, sin considerar las propias determinantes espaciales que genera un edificio destinado al movimiento vertical, que crea un eslabón entre un caminar y otro. Esta situación es la general en los ascensores urbanos de Valparaíso, y es particularmente notoria en la forma que adoptan los edificios terminales hacia la calle, siempre inexpresiva y anónima.

Estas construcciones se componen de cimientos de ladrillos o piedra, sistema mixto de adobillos, revestimientos con tablas de pino oregón americano y revoques de tierra hacia el interior, y planchas de zinc acanaladas hacia el exterior. Los pisos y cielos también se resuelven con tablas de pino oregón americano. Hay que considerar que el diseño programático de las estaciones inferior y superior consideraba que los operarios del ascensor vivieran allí. Por ende se definen como edificios públicos y residenciales a la vez.

El artículo se refiere a la restauración de los ascensores Concepción y Cordillera, en donde actualmente se ejecuta la restauración integral de las estaciones, inferior y superior, y la rodadura, plano inclinado en base a rieles por donde transitan los carros. Los dos ascensores son ejecutados con adobillo que representa el desafío de restaurar este sistema

constructivo local y demostrar las excelentes cualidades que presenta esta técnica, como por ejemplo el buen comportamiento térmico y sísmico.

4 RESTAURACION DEL ASCENSOR CONCEPCION Y CORDILLERA

4.1. Características de los dos ascensores

Ambos ascensores cuentan con el mismo programa arquitectónico, el cual se compone de una estación inferior, el plano de rodadura y una estación superior. En ambos casos el proyecto considera la construcción de una nueva estación inferior, la restauración integral del plano de rodadura (por donde transitan los carros), la construcción de nuevos carros, y la restauración integral de la estación superior, que es la edificación cuyo sistema constructivo se desarrolla en adobillo y es el tema del cual se trata en este artículo.

La estación superior de ambos ascensores tiene una superficie aproximada de 250 m² cada una, y están constituidas por cimientos y sobrecimientos de piedras y albañilerías de ladrillo, muros compuestos por tabiquerías de pino oregón americano y roble de 10 x 10 cm (4"x4") y 7,5 x 10 cm (3"x4") rellenos con adobillos. Su revestimiento es de tablas de pino oregón americano y empalizado con revoques de tierra hacia el interior y calaminas de onda pequeña hacia el exterior. La techumbre está resuelta con cerchas de madera sobre las cuales lleva un entablado que recibe una capa de tierra y calamina de onda pequeña como cubierta.

4.2. Diagnóstico del adobillo

El estado de conservación se define luego del retiro de revestimientos para la evaluación estructural del edificio. En general se presenta un estado de conservación regular, se presentan desprendimientos parciales producto de la pudrición del junquillo de madera, fractura de algunos adobillos por acciones mecánicas y producto de su construcción original por medio de fragmentos. Algunas maderas como las soleras inferiores están podridas por problemas de humedad y se observa el daño provocado por termitas lo cual implica el replazo parcial y total de algunas piezas de las tabiquerías.

4.3. Propuesta de restauración del adobillo

Una vez determinado el valor patrimonial y el estado de conservación de la estructura de la estación superior se define la propuesta de intervención para la restauración del adobillo, la cual se realiza con la siguiente secuencia:

a) Vaciamiento de la estructuras

Como producto del diagnóstico se procede al retiro de los adobillos que se encuentran entre las estructuras, esta acción es por medio de demoliciones parciales, con el fin de provocar vacíos que permitan maniobrar los bloques y retirarlos completos a fin de su reutilización posterior. Los trozos de bloques extraídos servirán como mortero de pega para la nueva albañilería.

b) Mortero de fabricación

El mortero de fabricación se realiza por medio del reciclaje de los fragmentos de adobillos extraídos del vaciamiento de las estructuras. Estos fragmentos se muelen y se mezclan con agua a fin de lograr una pasta homogénea que permita asentar los bloques.

La mezcla en principio produjo retracciones las cuales fueron controladas con la aplicación de 1 parte de arena gruesa y en 3% de acetato poli vinil del volumen de agua.

c) Replazo del junquillo

Se realizó la integración de un listón de 2,5 x 2,5 cm (1"x1") de madera de pino impregnado como trabazón de los bloques de tierra. Este elemento replazo al antiguo listón de álamo, pieza que mostro importante degradación producto de la pudrición que lo afecto y en algunos sectores puntuales la evidencia de insectos xilófagos. La madera de álamo posee

bajos niveles de extractivos, por lo cual tienen una alta vulnerabilidad a la aparición de agentes xilófagos (hongos de pudrición e insectos).

d) Distanciamiento entre pies derechos

Los distanciamientos entre pie derecho son disímiles en ambos ascensores. Van entre 44 a 60 centímetros. En los casos de distanciamientos en promedio 45 cm se observó un buen comportamiento del paño relleno, en casos de distanciamientos mayores se observaron mayores problemas en cuanto a la disgregación del paño. En la etapa de restauración se respetaron los distanciamientos originales y en casos puntuales se integraron nuevas piezas de madera afín de respetar la modulación ideal del sistema (45 centímetros).

En el caso de distanciamientos mayores a la dimensión del adobillo se realizó una albañilería trabada de un adobillo entero más un fragmento (figura 4).



Figura 4. Distanciamientos variables entre pies derechos (Crédito: Camilo Giribas)

e) Fabricación del adobillo

El bloque de tierra lo construyó un artesano local que trabaja realizando bloques de tierra cocida, en primera instancia los bloques sufrieron al secado fisuras importantes que no hicieron posible su utilización, producto de este fenómeno se estabilizó la mezcla con dos partes de arena y una de paja del volumen lo que mejoró notablemente la homogeneidad del bloque (figura 5). No se realizaron pruebas de identificación de suelo, análisis que se pretende realizar en el proceso de ejecución de obras. En el caso de la resistencia del bloque, en este caso no resulta ser un aspecto relevante, ya que el bloque actúa como un relleno de una estructura de madera.

f) Instalación del adobillo

Se realiza la instalación del adobillo desde la parte superior del tabique de forma oblicua a fin de encajar las ranuras laterales del bloque en el junquillo, con ello se baja hasta la zona de contacto primeramente de la solera inferior y sucesivamente sobre cada uno de los bloques, estos últimos por medio de un mortero de tierra de al menos 2 centímetros de altura (figura 6).

g) Terminación del muro de adobillo

Las ejecuciones de un acabado de terminación tienen por objetivo, otorgarle a la superficie una resistencia mayor a la abrasión, actualmente se encuentra en proceso de estudio para lograr una resistencia adecuada y una terminación (imagen) esperada en relación a la exhibición del sistema constructivo, lo que es una necesidad del proyecto de restauración.

Se están considerando como opción, la aplicación de mucilago de tuna o la aplicación de un sellante a la cal o acetato poli vinil, pruebas que se realizarán en el transcurso de la ejecución de obras.



Figura 5. Secado de adobillos durante proceso de fabricación (Crédito: Álvaro Riquelme)



Figura 6. Instalación de adobillos durante proceso de restauración (Crédito: Camilo Giribas)

5. CONSIDERACIONES FINALES

La restauración de los ascensores de Valparaíso es una oportunidad de recopilar información en torno a los sistemas constructivos de tierra o con componente de tierra. En el caso del adobillo se ha establecido como un sistema esencial en la configuración constructiva de Valparaíso, la problemática de resistencia de los sistemas de tierra en este caso de lugares de alta sismicidad en este caso no aplica, debido a que todo el sistema es soportado por una estructura de madera, la cual es altamente eficiente en este aspecto.

El adobillo es un sistema constructivo altamente eficiente en términos económicos y térmicos, siendo esto ya entendido por los habitantes que construyeron estas edificaciones. En el caso del ascensor Cordillera, las zonas destinadas al uso residencial (casa del maquinista) estaban aisladas por medio de este sistema, siendo las zonas de máquinas y estación zonas sin aislación. En este sentido este aspecto denota y direcciona la aplicación de este sistema constructivo.

Desde el punto de vista económico resulta interesante comentar el valor de cada uno de estos bloque ascendiendo a 0,90 dólares la unidad, haciendo un rendimiento de 20 adobillos por metro cuadrado lo cual deja a este sistema constructivo de relleno en un valor de 18 dólares por metro cuadrado lo cual resulta ser competitivo con los sistemas de aislación contemporáneos (lana mineral, poliestireno expandido, etc.) los cuales generan, como es sabido, contaminación en su fabricación además de no ser un producto reutilizable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, L.; Barría, C. (2016). Los 'ascensor' de primera generación como patrimonio industrial de Valparaíso, el caso del ascensor cordillera, la revolución del cable acerado (1850-1920), Informe Histórico Ascensor Cordillera.

Duarte G., P. H.; Zúñiga L., I. M. (2007). Valparaíso cosmopolita: los efectos de la disposición a la técnica como parte de un espíritu progresista del siglo XIX. Revista de Urbanismo, 17, Universidad de Chile. Disponible en <http://revistaurbanismo.uchile.cl/index.php/RU/article/viewFile/279/224>

Herrera C., J., Prieto C., V. (1964). La arquitectura de los ascensores urbanos de Valparaíso. Universidad de Chile, Sede Valparaíso, Escuela de Arquitectura.

Minke, G. (2001). Manual de construcción para viviendas antisísmicas en tierra. Alemania: Forschungslabor für Experimentelles Bauen Universidad de Kassel,

Riquelme, A., Cisternas, V., (2013). La quincha interna. 13º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Valparaíso, Chile: DUOC/PROTERRA

AUTORES

Álvaro Riquelme, arquitecto de la Universidad Tecnológica Metropolitana de Santiago, 2006. Especialista en Restauración Arquitectónica y Maderas.. Desde el año 2014 a la fecha trabaja como arquitecto especialista en restauración para el Grupo FLESAN, en la actualidad se desarrolla como gerente del área de restauración. Miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA (www.proterra.org)

Camilo Giribas, arquitecto de la Universidad Tecnológica Metropolitana, 2008. Dirige la restauración del Ex-Congreso Nacional de Chile. Arquitecto residente en la Fundación Altiplano por 3 años, dirigiendo la restauración de la iglesia de San Pedro de Atacama en Chile. Actualmente dirige la restauración del Ascensor Cordillera inaugurado el año 1887. Es miembro y docente de la Escuela de Construcción en Tierra (www.ecot.cl), y miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA (www.proterra.org).

Francisco Prado, master en restauración y rehabilitación del patrimonio arquitectónico, Universidad de Alcalá de Henares, Madrid, España, 2003, constructor civil de la Pontificia Universidad Católica de Chile, 1996. Socio fundador de TÁNDEM Ltda. Académico de la Facultad de Ingeniería de la PUC. Miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA (www.proterra.org).