



Figura 0 Llaves de madera presentes en mamposterías históricas de piedra y adobe en Grecia. Fotos: Saverio Mecca.



Secuencia: Caminando por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile hasta llegar a la oficina.
Fotos: Laura Gallardo y Claudia Torres.

CULTURAS SÍSMICAS: Estrategias vernaculares de sismorresistencia del patrimonio arquitectónico chileno¹

SEISMIC CULTURES:
Vernacular earthquake-resistance strategies in Chilean architectural heritage¹

Natalia Jorquera²

RESUMEN

En las últimas décadas ha surgido un creciente interés por el estudio de la arquitectura vernácula debido a sus valores culturales y ambientales. Junto con ello, el conocimiento local que está en su origen se considera hoy un importante patrimonio inmaterial del cual se pueden extraer importantes lecciones para el habitar contemporáneo. En lugares altamente sísmicos, el diseño y las soluciones constructivas de la arquitectura tradicional constituyen un valioso “conocimiento vernacular sismorresistente”, el cual de acuerdo a recientes investigaciones se denomina “culturas sísmicas locales”. Siendo Chile uno de los países más sísmicos del mundo, el estudio de su patrimonio arquitectónico vernáculo desde el punto de vista de la sismorresistencia constituye un importante legado a develar. El presente artículo dará a conocer parte del avance inicial del proyecto FONDECYT de Iniciación 11130628 titulado “Rediscovering Vernacular Earthquake-resistant Knowledge: Identification and analysis of built best practice in Chilean masonry architectural heritage”.

Palabras clave: Arquitectura vernácula, construcción antisísmica, patrimonio arquitectónico, terremotos.

ABSTRACT

In recent decades there has been an increasing interest in the study of vernacular architecture due to its environmental and cultural value. Together with this, local knowledge in its origin is now considered important intangible heritage from which important lessons for contemporary living can be drawn. In highly seismic areas, the design and building solutions of traditional architecture constitute valuable “vernacular knowledge of earthquake resistance,” which according to recent studies is called “local seismic cultures.” As Chile is one of the most seismic countries in the world, the study of its vernacular architectural heritage from the point of view of earthquake-resistance is an important legacy to uncover. This article aims to make public part of the initial progress of FONDECYT Initiation research project number 11130628, entitled “Rediscovering Vernacular Earthquake-resistant Knowledge: Identification and analysis of built best practice in Chilean masonry architectural heritage.”-resistant Knowledge: Identification and analysis of built best practice in Chilean masonry architectural heritage.”

Keywords: Vernacular architecture, earthquake-resistant construction, architectural heritage, earthquakes.

Artículo recibido el 29 junio y aceptado el 02 octubre de 2014

[1] Este artículo está basado en los resultados del Proyecto FONDECYT de Iniciación 11130628 titulado: *Rediscovering Vernacular Earthquake-resistant Knowledge: Identification and analysis of built best practice in Chilean masonry architectural heritage*, año 2013.
[2] Departamento de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile. nataliajorquera@uchilefau.cl

La arquitectura vernácula constituye hoy una categoría de patrimonio reconocido. Creada por su propia comunidad en un lugar específico, es “la expresión fundamental de la identidad de una comunidad, de sus relaciones con el territorio y al mismo tiempo, la expresión de la diversidad cultural del mundo” (Consejo Internacional de Monumentos y Sitios, 1999:1). Entre sus principales características se encuentran: el ser construida utilizando los recursos locales como materiales de construcción; el ser el resultado de largos procesos de prueba y error; el ser funcional, siendo el espacio, la forma y la tecnología las mejores respuestas a las exigencias de uso de la sociedad (Jorquera, 2013), y el que se desarrolle un “tipo” arquitectónico reconocible que genera una identidad grupal.

La arquitectura vernácula es, además, un repositorio de saberes locales que dan cuenta de los procesos experimentados por las comunidades para administrar su territorio en el tiempo, constituyendo un precioso patrimonio inmaterial a rescatar. La administración del agua en zonas áridas, las “construcciones prodigiosas” (Rudofsky, 1984) en lugares donde aparentemente no existen recursos para construir o la erección de estructuras sismorresistentes en áreas fuertemente sísmicas, son testimonio del ingenio humano y del conocimiento local acumulado que ha permitido al hombre adaptarse y sobrevivir en diversos territorios.

Así, en zonas altamente sísmicas donde sufrir las consecuencias de un terremoto es parte de la memoria colectiva, la arquitectura vernácula ha desarrollado una serie de estrategias de sismorresistencia que, a pesar de no poseer un registro escrito, pueden leerse claramente en la forma urbana, en el diseño arquitectónico y en las características constructivas de los edificios (Dipasquale y Jorquera, 2011), pues la arquitectura vernácula “forma parte de un proceso continuo, que incluye cambios necesarios y una continua adaptación como respuesta a los requerimientos sociales y ambientales” (ICOMOS, 1999: 1); factores entre los cuales se hallan, desde luego, los terremotos.

El concepto de “cultura sísmica local” apareció en los años 80 del siglo XX, al interior del Centro Universitario Europeo para los Bienes Culturales (CUEBC) de Italia. Allí se lo definió como los saberes técnicos materializados en soluciones arquitectónicas que reducen el impacto de los sismos locales (Ferrigni, 1987). Más tarde, en el libro titulado *Culture sismiche locali*, se entiende a la



Figura 1 Arcos de contraste y tirantes insertos en las mamposterías históricas. Fotos: Letizia Dipasquale y Natalia Jorquera.

categoría como “los dispositivos constructivos adoptados en el ámbito de la arquitectura vernácula en las áreas donde el terremoto es un fenómeno recurrente y conocido a la población residente” (Pierotti y Ulivieri, 2001: 202). Las culturas sísmicas locales son, entonces, “estrategias sismorresistentes” (Correia *et al.*, 2014: 217) presentes en el edificado vernáculo en zonas sísmicas.

Algunos ejemplos de tales estrategias, conocidas a nivel mundial, son: los “arcos de contraste” ubicados entre dos edificios y los tirantes que conectan muros transversales, ambos presentes en edificios de mampostería en numerosos centros históricos del centro de Italia (Figura 1); las “cadenas” o “llaves” de madera presentes en edificios de mampostería de Uzbekistán, en Grecia, Italia y en edificios de adobe del valle central chileno (Figura 2); las técnicas mixtas con base en elementos de madera que confinan muros de mampostería de piedra, de ladrillo u adobe, presentes en Portugal, el sur de Italia, Grecia y Chile (Figura 3). Todas soluciones constructivas que mejoran el desempeño del edificio frente al empuje lateral.

Un último aspecto importante para establecer la existencia de una cultura sísmica, es que las estrategias encontradas se encuentren ampliamente presentes en el territorio, identificándoles como una solución “tipológica”,

lo que evidenciará que se trata de una respuesta proveniente de toda la cultura vernácula y no sólo un caso excepcional.

Mientras, en las últimas décadas, en América se han llevado a cabo importantes investigaciones centradas en el análisis de los modos de falla y de los daños provocados por la acción sísmica sobre los edificios tradicionales³, en Europa -principalmente en Portugal e Italia- se están realizando diversos estudios sobre la identificación y análisis de las culturas sísmicas. Ambas aproximaciones son complementarias, pues las primeras se basan en el análisis de los aspectos vulnerables de la edificación tradicional, mientras las segundas, en el análisis de los aspectos que contribuyen al buen comportamiento frente a la acción sísmica.

Desde esa misma perspectiva, en la tesis doctoral titulada “Culturas constructivas de tierra y riesgo sísmico” (Jorquera, 2012), se realizó una clasificación del patrimonio vernáculo chileno construido en tierra, analizando sus aspectos vulnerables frente a la acción sísmica y los daños sufridos a causa de los terremotos de Huará (2005), Tocopilla (2007) y Cauquenes (2010). Fue durante ese proceso de documentación de un gran número de casos, donde se encontraron muchos ejemplos de buen comportamiento sísmico que ameritaban estudiar si existía una cultura sísmica detrás.

[3] Destacan los trabajos realizados al interior de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Lima y en la Getty Conservation Institute de California, sobre el mejoramiento del desempeño sísmico de las edificaciones históricas de adobe.



Figura 2 Llaves de madera presentes en mamposterías históricas de piedra y adobe en Grecia, Italia y Chile. Fotos: Saverio Mecca, Letizia Dipasquale y Natalia Jorquera, respectivamente.



Figura 3 Contenciones de madera en edificaciones de adobe en Grecia y Chile. Fotos: Saverio Mecca y Natalia Jorquera, respectivamente.

2 ESTRATEGIAS GENERALES DE SISMORRESISTENCIA DEL PATRIMONIO VERNÁCULO CHILENO

Chile posee una de las sismicidades más altas del planeta, producto de la subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana, que acumula energía liberándola en forma de terremotos de gran magnitud y de larga duración. El país posee el triste récord de registrar los terremotos de más alta magnitud de la historia (el de Valdivia, de 1960, de 9.5° y el de Cauquenes, de 2010, de 8.8°, entre otros) y además la más alta frecuencia de ellos, registrándose sismos que superan los 7° en promedio cada 10 años y más de 100 terremotos superiores a dicha magnitud desde 1570 a la fecha, de acuerdo al Centro Sismológico Nacional de la Universidad de Chile. Diversas estrategias de respuesta al sismo han sido adoptadas a lo largo de los años por las variadas arquitecturas vernáculas que han existido en el país, las cuales nacieron como respuesta a la diversidad geográfica, climática y cultural de los casi 4.300Km que conforman el territorio chileno continental, donde el mínimo común denominador ha sido desde siempre el riesgo sísmico.

De entre los ejemplos de arquitectura vernácula aún existentes, no obstante los cambios en los sistemas económicos y sociales, los procesos de abandono y la alta sismicidad del territorio, se encuentran la arquitectura del norte andino, las viviendas del Valle Central, la arquitectura de Valparaíso y Chiloé y la arquitectura mapuche en el sur del país. Considerando que dichos ejemplos son de antigua data y, por lo tanto, han sobrevivido a numerosos terremotos, surge como hipótesis que ellos dan cuenta de un conocimiento técnico y empírico acumulado en el transcurso del tiempo que revela la existencia de una cultura sísmica.

A modo general, de la relación siempre existente entre clima, disponibilidad de recursos naturales locales y arquitectura vernácula, se pueden desprender las primeras estrategias de sismorresistencia presentes en la arquitectura vernácula chilena:

- En aquellas regiones donde la pluviosidad es escasa y, en consecuencia, también es escasa la vegetación, se han desarrollado sistemas estructurales en base a muros, de mamposterías de adobe y/o de piedra, que teniendo una respuesta muy baja a los esfuerzos de tracción provocados por los sismos, han basado su sismorresistencia casi exclusivamente en la morfología de los edificios, es decir, en su configuración geométrica (Duarte, Correia, Viana y Gomes, 2014: 271) y en las reglas de proporción. Este es el caso de la mencionada arquitectura andina (Figura 4).
- En las regiones donde el clima templado y la pluviosidad moderada han posibilitado el crecimiento de vegetación, aún siendo la arquitectura principalmente de albañilería de adobe, aparecen incorporados elementos dúctiles que mejoran el comportamiento de ésta frente a los esfuerzos de tracción provocados por el terremoto: es el caso de la arquitectura vernácula del Valle Central (Figura 5).



Figura 4 Relación entre territorio, recursos naturales y arquitectura vernácula andina, donde se refleja la estrategia de sismorresistencia por morfología. Fotos: Natalia Jorquera.



Figura 5 Relación entre territorio, recursos naturales y arquitectura vernácula del Valle Central, donde los muros con daños dejan entrever los elementos de madera incorporados como estrategia sismorresistente. Fotos: Natalia Jorquera.

- Por último, en las regiones lluviosas del sur, donde abunda la vegetación y, por consiguiente, la madera, la arquitectura vernácula, como la arquitectura de Chiloé y la Mapuche, se basa en la utilización de entramados flexibles con rellenos livianos, que resisten muy bien los esfuerzos sísmicos debido a su comportamiento dúctil.

De entre estos ejemplos, la investigación se ha centrado en analizar los dos primeros casos, pues sobre el comportamiento dúctil de la madera frente a fuerzas dinámicas existe suficiente investigación. El presente artículo se abocará, de este modo, a la arquitectura vernácula andina presente en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, la arquitectura del Valle Central, presente a lo largo de cinco regiones del centro de Chile, y la de Valparaíso, por constituir esta última un caso excepcional.

3 IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS RELEVANTES DE LAS CULTURAS SÍSMICAS CHILENAS BASADAS EN SISTEMAS ESTRUCTURALES DE MURO.

Reconociendo que “la baja resistencia a tensión de la mampostería limita fuertemente la capacidad de los muros para resistir cargas laterales” (Meli, 1994:17), se ha procedido a identificar cuáles son las estrategias que han permitido la sobrevivencia de la arquitectura vernácula andina y del valle central chileno, siendo ambas construidas en mamposterías. En esta primera fase de la investigación, se ha utilizado un análisis cualitativo consistente en identificar elementos de diseño derivados de la geometría de los edificios, así como soluciones constructivas que en ambos casos se repitan sistemáticamente, dando cuenta de una cultura sísmica. En una segunda y tercera fase de la investigación –que finalizará a fines de 2016- se realizará un análisis cuantitativo que incluirá el análisis estructural, el análisis de materiales y el relevamiento de posibles elementos

escondidos en los edificios que hayan mejorado su respuesta sísmica, en aquellos ejemplos identificados considerados más relevantes.

La arquitectura andina forma parte de un importante patrimonio cultural compartido con los vecinos países de Perú, Bolivia y Argentina, cuyo origen se remonta a épocas precolombinas y se fusiona durante la Colonia española con el aporte hispano, bajo el estilo denominado “estilo mestizo” o “barroco andino” ampliamente estudiado por diferentes autores.

Como en toda la arquitectura vernácula, existen tipologías claramente identificables tanto en la arquitectura residencial como religiosa, que son el resultado de requerimientos culturales, ambientales y funcionales, pero que también pueden explicarse desde la sismorresistencia, pues la arquitectura vernácula responde al mismo tiempo a todas las condicionantes del medio. Dichos elementos de diseño que colaboran con el desempeño sísmico son:

- La volumetría general de forma ligeramente piramidal, que asemeja la figura del cerro o *Pachamama*⁴. (Figura 6)
- La alta densidad de muros repartidos uniformemente (Fercovic, 2011).
- La relación espesor-altura de muros, “de importancia fundamental en la determinación del comportamiento de la mampostería sin reforzar”, ya que “el grosor de los muros tiene un efecto positivo sobre el comportamiento sismorresistente” (Vargas, 2006: 43 y 45).

En resumen, se trata de elementos que se basan en una concepción morfológica y de “masa” como estrategia para resistir los empujes horizontales.

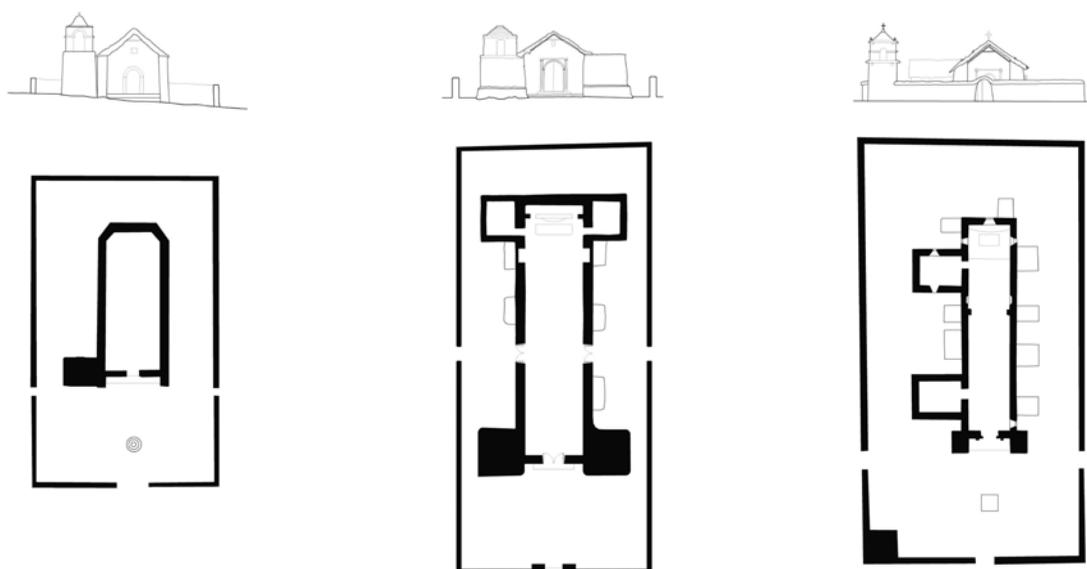
Respecto a las iglesias, el arquitecto chileno Juan Benavides asevera que “marcadas por el provincialismo y la alta frecuencia sísmica, las torres de las iglesias de Tarapacá

[4] *Pachamama* o Madre Tierra es la máxima divinidad del mundo andino, relacionada con la fertilidad y la abundancia, gracias a la cual se vive, se representa con la figura del cerro, pues en sus faldas nace la vida.

adquieren una morfología generalizada y particular, en cuanto a su reducida altura y volumetría cerrada, escasos vanos con que pueden debilitar la densa masa de sus estructuras” (Benavides y Vilaseca, 1981:152). Dichas estrategias de diseño, suficientes para el caso de las viviendas e iglesias de dimensiones pequeñas, requieren de elementos complementarios cuando las dimensiones de los volúmenes crecen, apareciendo así contrafuertes, volúmenes adosados a la nave principal e incluso “aterrazamientos” del conjunto (Figura 7), que tienen como misión contrarrestar el empuje lateral, dando cuenta claramente de una cultura sísmica.

Todas estas estrategias de diseño desplazan el centro de gravedad hacia el suelo, evitando el volcamiento de las estructuras frente a los empujes laterales. Sin embar-

go, el desempeño global de la arquitectura depende también de la calidad de los materiales empleados y del cómo han sido ejecutadas las técnicas para asegurar el comportamiento monolítico de las mamposterías, lo cual varía de región a región. De los casos observados en el altiplano andino, se ha verificado que las albañilerías de adobe han respondido mejor que las mamposterías de piedra irregulares asentadas en barro, pues estas últimas, dada la irregularidad de las piedras, la falta de trabazón en las esquinas y la mala calidad de los morteros de tierra, han respondido desmoronándose frente a los esfuerzos sísmicos. Estos aspectos se analizarán en la próxima fase de la investigación, pero se puede advertir desde ya cómo los recursos naturales locales han condicionado la existencia de la cultura sísmica.



7



6

Figura 6 Volumetría piramidal de la arquitectura andina. Ejemplos de la comuna de Colchane. Fotos: Natalia Jorquera. / **Figura 7** Comparación entre tres iglesias andinas donde se aprecia que a medida que crecen las dimensiones de ellas, aparecen elementos complementarios sismorresistentes, como contrafuertes y capillas laterales. (Elaboración del autor a partir de dibujos extraídos de diversas fuentes.)

En el caso de la arquitectura del Valle Central de origen colonial español, resulta interesante cómo una arquitectura foránea, con características tipológicas bien definidas, debió adaptarse a la realidad del territorio chileno –incluyendo los sismos–, transformándose en una arquitectura vernácula propia. Cabe mencionar que, al igual que en la arquitectura andina, existen características de diseño que responden a requerimientos culturales y funcionales que se repiten en otras áreas no sísmicas donde esta arquitectura se difundió, como es el caso de la configuración arquitectónica basada en la disposición de volúmenes de una crujía organizados alrededor de un patio interior, los cuales se dividen en diversos recintos. Esta configuración inicial, analizada desde la perspectiva de la sismorresistencia, presenta interesantes elementos que han ayudado a un buen desempeño sísmico a lo largo del tiempo:

- La existencia de volúmenes simétricos.
- Los grandes espesores de muro y bajas esbelteces.
- Pocos vanos en relación a la masa de muros.
- Muros perpendiculares cada cierta distancia para evitar la flexión lateral en caso de sismo perpendicular al plano.

Existen además, otras estrategias específicas, adoptadas con posterioridad a los terremotos, que evidencian una evolución hacia una cultura sísmica local. Al respecto, es interesante el relato del arquitecto e historiador chileno Alfredo Benavides sobre las medidas adoptadas en Santiago con posterioridad al llamado “terremoto magno” de 1647, el más grande del periodo Colonial y que afectó toda la zona central del país. Para dicha reconstrucción se prefirió “[...] el predominio de los muros llenos sobre los vanos, la disminución en la altura de las habitaciones, especialmente si eran de dos pisos, y la introducción en las estructuras de adobe de un sistema de soleras, llaves, cuñas y diagonales tan bien dispuestas que algunas de ellas ha resistido después a otros movimientos sísmicos [...]” (Benavides, 1988: 228). Se explicita aquí la introducción de elementos dúctiles complementarios que mejoran el desempeño de las mamposterías frente a los esfuerzos laterales y, en efecto, es posible encontrar en gran parte de la arquitectura del valle central, dichas “llaves” de madera (Figura 8) que van intercaladas sistemáticamente cada cierto número de hiladas de adobe (generalmente seis). En algunos casos, se encuentran también presentes, tirantes de hierro que conectan muros perpendiculares entre sí (Figura 9). Ambos elementos constructivos, muy recurrentes en otras áreas sísmicas, mejoran las conexiones entre los distintos paramentos, evitando los desplazamientos y –junto a los muros de gran espesor– permiten que la estructura “resista el volcamiento que puede desencadenar un empuje lateral” (Dipasquale, Omar y Mecca, 2014: 256).

De entre los numerosos casos analizados en la arquitectura vernácula del Valle Central chileno, aquellos que han presentado un buen comportamiento estructural y se encuentran aún en pie, no obstante los numerosos

sismos, han sido los que cumplen tanto con las características de diseño antes descritas, como con la presencia de los elementos dúctiles mencionados. Aquellos que, en cambio, han presentado importantes daños o incluso han colapsado, lo deben principalmente a deficiencias en la mantención o a intervenciones erróneas que han tergiversado el modelo original, entre ellas, la muy recurrente supresión de muros transversales para ampliar los espacios.

4 EL CASO DE LA CULTURA SÍSMICA DE VALPARAÍSO

La arquitectura vernácula de los cerros de Valparaíso constituye un caso ampliamente estudiado por sus valores arquitectónicos y urbanos. Dichos valores no serían posibles si no hubieran existido los adelantos técnicos que posibilitaron la ocupación de los cerros de Valparaíso a mediados del siglo XIX, cuando apareció de manera abundante la madera. Utilizada como lastre de las embarcaciones que llegaban al puerto, ella permitió “mayor liviandad de las fábricas, rapidez en la ejecución, menores costos, mano de obra menos especializada [...] que se aviene de buena forma a las exigencias que la colonización del cerro plantea” (Duarte y Zúñiga, 2007:7), pero, además, posibilitó la creación de estructuras sismorresistentes en base a entramados. No es un hecho desconocido el buen comportamiento frente a esfuerzos horizontales de los entramados de madera, mas en el caso de Valparaíso, lo interesante es que dicho sistema se rellena con un particular bloque de adobe, conocido como “adobillo” que, debido a su eficaz unión a la estructura resistente, genera un conjunto unitario capaz de resistir esfuerzos dinámicos. El “adobillo” es un bloque de tierra y paja, amasado dentro de un molde de madera, que se diferencia por sus dimensiones (60x15x30cm) del adobe chileno común y por poseer en sus extremos dos muescas de 1’x1’ que permiten que allí se introduzca un listón de esas dimensiones, el cual se clava a los pies derechos de madera que lo sujetan (Figura 10). En otras palabras, se trata de un elemento concebido especialmente para estar afianzado por completo a los pies derechos de madera y no correr el riesgo de desconectarse y vaciarse en caso de sismo. Si bien se desconoce el origen exacto del sistema constructivo madera-adobillo, se especula que se origina a mediados del siglo XIX en conjunto con la incorporación de las estructuras de madera antes mencionadas. De lo que sí se tienen certezas es que la técnica se masificó después del gran terremoto de 1906 que destruyó completamente la ciudad y que representa, por tanto, una evolución de las antiguas estructuras de adobe destruidas por sismos precedentes, lo que da cuenta de una cultura sísmica.

Cabe destacar que con el último terremoto de Cauquenes (2010), no se registraron grandes daños en el patrimonio residencial de Valparaíso y allí donde se verificaron, éstos fueron producto del mal estado de conservación de los elementos de madera.



8



9

Figura 8 Llaves de madera presente en las viviendas tradicionales de adobe del Valle Central. Fotos: Natalia Jorquera. / **Figura 9** Cabezas de tirantes de hierro y madera presente en los muros de adobe de casos que han registrado un buen comportamiento sismorresistente. Fotos: Natalia Jorquera.



Figura 10 Detalle de la técnica tabique-adobillo de Valparaíso, donde la eficaz conexión entre ambos elementos da cuenta de la cultura sísmica. Fotos: Natalia Jorquera.

5 REFLEXIONES SOBRE LA IMPORTANCIA DE LA RECUPERACIÓN DE LAS CULTURAS SÍSMICAS

En Chile, después de cada terremoto, el patrimonio arquitectónico resulta seriamente dañado y son muy raras las ocasiones en que se analiza el origen de dichos daños, pues las obras son con frecuencia inmediatamente demolidas. Menos aún se documentan los casos de buen comportamiento, con lo cual se pierde la oportunidad de aprendizaje que significa un terremoto: las estructuras históricas sobrevivientes a la acción sísmica “debieran transformarse en objeto de profundo estudio, pues en ellos pueden encontrarse claves de diseño que inspiren intervenciones sismorresistentes sobre otros inmuebles” (Bahamondez *et al.*, 2011: 52).

El estudio y catalogación de las culturas sísmicas locales representa un útil instrumento para generar lineamientos a nivel local que promuevan la correcta intervención del patrimonio arquitectónico, sea éste vernáculo o monumental, rescatando o mejorando aquellas estrategias que han permitido la supervivencia de los edificios históricos en contextos sísmicos y evitando, asimismo, la propagación de intervenciones erróneas que atenten contra la durabilidad y autenticidad del patrimonio. Reconocer dichas estrategias, permitiría identificar los aspectos fuertes y débiles del patrimonio construido y, de tal modo, predecir su comportamiento estructural-dinámico.

Fenómenos naturales como los terremotos, en pasado administrados sabiamente por las comunidades locales, se han transformado hoy en desastres debido a la pérdida de las culturas sísmicas, amenazando a la población y al patrimonio arquitectónico; recuperar esos saberes es una tarea fundamental en cualquier zona sísmica del mundo.

Las culturas sísmicas requieren, en definitiva, una puesta en valor y un reconocimiento como medidas eficaces de reducción de riesgo sísmico.

BIBLIOGRAFÍA

BAHAMONDEZ, Mónica; CONTRERAS, Sergio; HURTADO, Marcela; JORQUERA, Natalia y VARGAS, Julio. La arquitectura en tierra frente al sismo: conclusiones y reflexiones tras el sismo en Chile del 27 de Febrero de 2010. *Revista CONSERVA*, 2011, nº16, pp.39-54.

BENAVIDES, Alfredo. *La arquitectura en el Virreinato del Perú y en la Capitanía General de Chile*. 3ª edición. Santiago: Editorial Universitaria, 1988.

BENAVIDES, Juan y VILASECA, Pedro. *Arquitectura colonial en Tarapacá*. Santiago: Editorial Universitaria, 1981.

CONSEJO INTERNACIONAL DE MONUMENTOS Y SITIOS (ICOMOS). *Carta del patrimonio vernáculo construido* [en línea]. 1999. [Consultado 18 noviembre 2014]. DOI: HYPERLINK “http://www.international.icomos.org/charters/vernacular_sp.pdf”

CORREIA, Mariana, DUARTE, Gilberto, VIANA, David y GOMES, Tiago. Vernacular seismic culture in Portugal: On-going research. En MILETO, Camila (ed.). *Vernacular Architecture: Towards a Sustainable Future*. Londres: CRC Press, 2014, pp. 217-224.

DUARTE, Gilberto, CORREIA, Mariana, VIANA, David y GOMES, Tiago. Vernacular morphology as a preventive solution of local seismic culture. En MILETO, Camila (ed.). *Vernacular Architecture: Towards a Sustainable Future*. Londres: CRC Press, 2014, pp. 267-272.

DUARTE, Patricio y ZÚÑIGA, Isabel. Valparaíso cosmopolita: los efectos de la disposición hacia la técnica como parte de un espíritu progresista del siglo XIX. *Revista de Urbanismo*, 2007, nº17, pp.33-45.

DIPASQUALE, Letizia y JORQUERA, Natalia. Learning from local seismic cultures, as a strategy for reducing the risk of cultural heritage. En FIORAVANTI, Marco y MECCA, Saverio (ed.). *Safeguard of cultural heritage. A challenge from the past for the Europe of tomorrow*. Florencia: Firenze University Press, 2011, pp.116-117.

DIPASQUALE, Letizia, OMAR, Dalia y MECCA, Saverio. Local seismic culture and earthquake-resistant devices: Case study of Casa Baraccata. En MILETO, Camila (ed.). *Vernacular Architecture: Towards a Sustainable Future*. Londres: CRC Press, 2014, pp. 255-260.

FERRIGNI, Ferruccio (ed.). *S. Lorenzello, à la recherche des anomalies qui protègent*. Ravello: PACT, 1987.

FERCOVIC, Gerardo. Criterios de intervención estructural. En: AAVV: *1ª Reunión técnica Iglesias del Altiplano: intervenciones arquitectónicas y arqueológicas en los Monumentos Nacionales*. Santiago: Ediciones Cuadernos del Consejo de Monumentos Nacionales, 2011, pp.27-29.

JORQUERA, Natalia. *Culturas constructivas en tierra y riesgo sísmico. Conocimiento de la arquitectura tradicional chilena y evaluación de su vulnerabilidad frente a los sismos*. Tesis Doctoral inédita, Universidad de Florencia, 2012.

JORQUERA, Natalia. El patrimonio vernacular, fuente de saberes tecnológicos y de sostenibilidad. En CORDERO, E. (editor). *Taller Sur*. Valdivia: Ediciones Universidad Austral de Chile, 2013, pp. 175-184.

MELI, Roberto. Mampostería estructural. La práctica, la investigación y el comportamiento sísmico observado en México. *Cuadernos de Investigación*, 1994, nº17, pp. 3-24.

PIEROTTI, Piero y ULIVIERI, Denise. *Culture sismiche locali*. Pisa: Edizioni Plus, 2001.

RUDOFISKY, Bernard. *Constructores prodigiosos: apuntes sobre una historia natural de la arquitectura con especial atención a aquellas especies que tradicionalmente son relegadas o de plano ignoradas*. México: Concepto, 1984.

VARGAS, Julio. Intervención sismorresistente de estructuras históricas de adobe. En: Reconstruyendo con la madre tierra. Encuentro en torno a la conservación del patrimonio religioso de la región de Tarapacá y los desafíos de la reconstrucción. *Cuadernos del Consejo de Monumentos Nacionales*, 2006, nº 108, pp.42-49.