

RUTAS SÍSMICAS ANCESTRALES. UN VIAJE POR LAS CULTURAS CONSTRUCTIVAS EN ADOBE EN LOS LUGARES MÁS SÍSMICOS DEL MUNDO

Marcelo Cortés Álvarez¹; Masue Sakakibara Romero²

Fundación Jofré, Chile

¹mcortes@marcelocortes.cl; ²masue.sakakibara@gmail.com

Palabras clave: Fallas geológicas, saberes ancestrales, estabilización estructural, trabajo de campo

Resumen

Los registros telúricos a nivel mundial, han dejado antecedentes físicos respecto a las diversas técnicas y materialidades que se han empleado para las construcciones habitables. Con el paso del tiempo, la aplicación de técnicas constructivas asociadas a la tierra disminuye de manera paulatina. El comportamiento del material ha develado deficiencias frente a condiciones sísmicas extremas. A pesar de ello, existen registros que han superado las dificultades locales y hoy se convierten en paradigmas icónicos de estudio para responder a la siguiente inquietud: ¿Cómo poder contener el habitar humano otorgando estabilidad y seguridad en construcciones de adobe? Los saberes constructivos ancestrales, de las culturas que conviven con las fallas geológicas, han desarrollado y conservado la construcción en zonas sísmicas, con técnicas de estabilización para el adobe, respondiendo así la controversia del habitar construcciones en tierra de adobe. La investigación, se aproxima a la revalorización de saberes para ser aplicados a la arquitectura contemporánea en tierra. Las estrategias de estabilización involucran la realidad local de cada cultura y sitio geográfico frente al pensamiento estructural gravitacional. Se inicia el viaje en Chile, reconociendo el constante estado de alerta sísmica y la variedad de características (paisajes, climas y culturas) que han desarrollado la técnica del adobe. Esta primera aproximación de estudio de casos, son la base para definir técnicas de estabilización a ser aplicadas en un proyecto habitacional, poniendo en valor los distintos saberes constructivos indagados. El Proyecto se encuentra en desarrollo en la comunidad ecológica, Santiago de Chile, busca traducir la investigación generada en la construcción de nuevas viviendas eficientes que pongan en práctica las conclusiones extraídas.

1. INTRODUCCION. PULSO CONSTRUCTIVO NATURAL DE LA TIERRA

En la actualidad, las construcciones contemporáneas se expresan en nuevos materiales y tecnologías que facilitan la producción en serie de las edificaciones. Las estructuras artificiales, satisfacen necesidades acordes a la estabilidad y seguridad. Pero también presenta dificultades de eficiencia energética, sin contar la generación excesiva de contaminantes en su proceso. Mientras mayor tecnología se dispone mayor es su costo y con esto se aleja de ser una solución generalizada.

Se torna complejo, en el mercado actual, encontrar materiales eficientes energéticamente y responsables con el medio ambiente. Las edificaciones sistemáticas han desplazado a las técnicas ancestrales, al saber del mantenimiento y con esto al patrimonio cultural en adobe, que cumplía con el requerimiento anteriormente mencionado.

La investigación pretende recuperación técnicas y sistemas ancestrales de las construcciones de adobe. Los métodos constructivos desarrollados en tierra de por sí tienen la característica de autonomía energética, enriquecidos por su contexto de desarrollo involucrando al lugar (sismos, clima, etc.). De esta manera, el estudio de casos en diferentes zonas geográficas colabora para retroalimentar sistemas constructivos que se develen en la investigación para potenciar sus cualidades y entregar alternativas amigables con el ambiente.

El desarrollo de la técnica de adobe se vincula a los ciclos solares, que aportan al secado del material, determinando su desarrollo en ciertos períodos, comprendiendo esto como un "pulso constructivo" en relación con las condiciones del lugar. Esto permite que la

construcción en adobe se emplace en distintos lugares a nivel mundial, adecuándose a los recursos existentes. Lo anterior define los lugares donde es posible aplicarlo y evidencia los periodos de desarrollo.

2. OBJETIVOS

Elaborar una metodología de trabajo para la evaluación de casos icónicos en construcciones en tierra, que hayan resistido sismos y en ellos encontrar patrones comparables según zonas geográficas.

Distinguir zonas de estudio según su sismicidad y la presencia de construcción en adobe.

Generar el cruce tecnológico del adobe, como una práctica empleada universalmente, con aplicaciones locales basadas en sistemas gravitacionales.

Evaluar los diversos casos de construcciones que hayan resistido sismos y comprender los procesos de reconstrucción y recuperación para obtener conocimiento respecto a las técnicas locales ancestrales rescatando el conocimiento local.

Entender las formas constructivas que han aportado a la resistencia ante sismos y poder aplicarlas a construcciones contemporáneas en apoyo a otras técnicas que colaboren con generar un habitar seguro, rescatando un ambiente sustentable, con cualidades térmicas, acústicas e ignífugas, y a la vez buscar algunas cualidades que surjan de la historia de las construcciones ancestrales que puedan ser potenciadas.

Extraer conclusiones respecto al comportamiento de la masa de adobe con los dispositivos incorporados al material, evaluando las técnicas que fueron capaces de resistir ciclos dinámicos severos y de manera reiterada (el sismo es el único evento maestro donde se genera y comprueba este saber. Un saber que se encuentra implícito en las construcciones que han resistido hasta estos tiempos).

3. METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos descritos se plantea un viaje, en primera etapa por Chile, para la recolección de documentos y técnicas que permitan conocer técnicas propias de la zona donde se encuentran.

La metodología de trabajo consiste en hacer una investigación de campo por las regiones de interés, los lugares que tienen antecedentes de construcción en adobe, para en terreno verificar el estado de las construcciones. Tras esto seleccionar obras para realizar una investigación histórica al respecto.

Por medio de la investigación histórica, recopilar antecedentes bibliográficos de las obras seleccionadas para saber el años de procedencia, posibles reconstrucciones o reparaciones y con esto la cantidad de sismos que han enfrentado.

Por medio de análisis de las obras y recopilación tanto bibliográfica como oral, desifrar los métodos de sostenibilidad estructural que han desarrollado las culturas que construyen en adobe para evaluar su posible aplicación en construcciones contemporáneas.

Rutas de investigación

Se define la "ruta 1" en el continente Americano, siguiendo el cinturón de fuego, tramo longitudinal del cono sur hacia el norte en la falla generada por la placa Sudamericana y la placa de Nazca.

La "ruta 2" comprende la sección del continente asiático por su complejidad y heterogeneidad geológica, de forma longitudinal y paralela a la línea del ecuador.

Cabe señalar que se descartan las zonas de islas por su baja presencia de arcillas, lo que dificulta la producción de adobes y por lo tanto es más complejo encontrar el objeto de estudio.

En la figura 1 se muestra las zonas sísmicas de los continentes descritos en relación a zonas donde hay presencia de construcciones en tierra tanto de adobe y tapial.

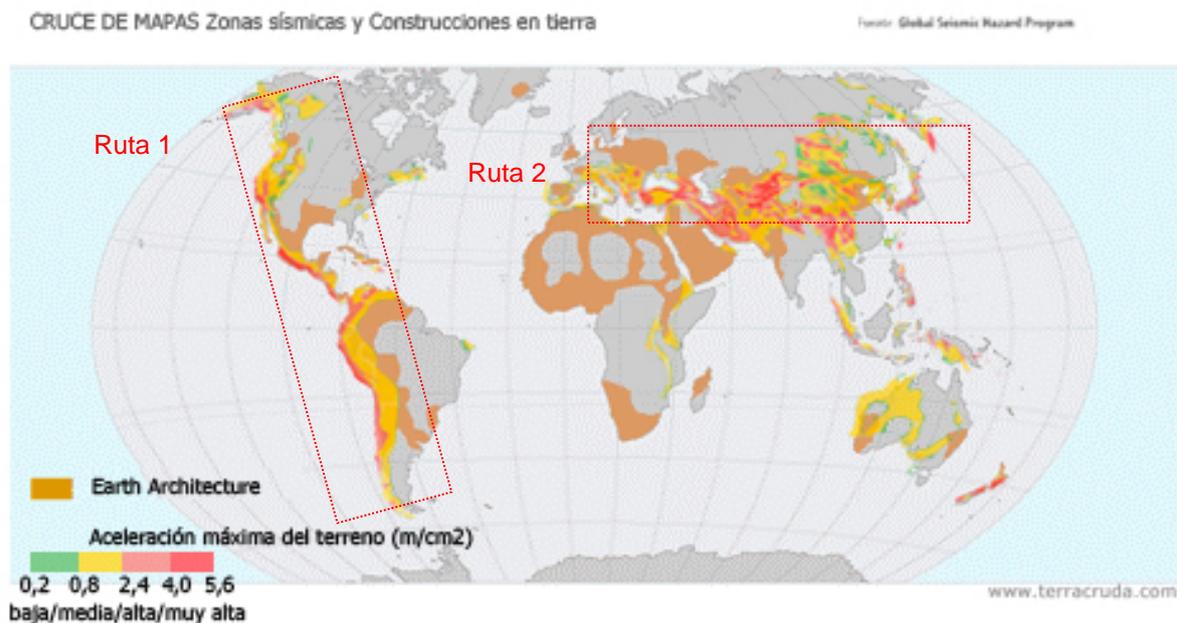


Figura 1. Cruce de mapas. Earth Architecture (www.terracruda.org) y mapa de zonas sísmicas (Global Seismic Hazard Program)

4. EL INICIO DE LA RUTA, EXPERIENCIA CHILENA ANTE SISMOS

Chile se emplaza sobre la falla de "el cinturón de fuego". En este país es posible encontrar construcciones en adobe que han superado varios terremotos, cuyas obras son el objeto de estudio de esta investigación.

La franja del territorio nacional ofrece la investigación de las construcciones en adobe no sólo en geografías variables, sino también en disímiles contextos culturales y climáticos. El desarrollo de los pueblos ancestrales en la construcción y la influencia extranjera permitió complementar las técnicas tradicionales.

Así, la arquitectura en tierra es un fenómeno vigente en el país que representa gran parte del patrimonio material e inmaterial, logra expresar una evolución constante y en busca de metodologías de preservación que han sabido adecuarse según las condiciones de cada sitio.

Se observa la aplicación de técnicas que identifican las zonas geográficas y que hacen uso de diversos materiales, de la variedad de métodos de reforzamiento encontrados se destaca: el reforzamiento y estabilización por mallas horizontales desplegadas entre hiladas en la segunda región, en la comuna de María Elena, la estabilización por disipadores de energía sísmica en los pueblos de tierra de la región de Coquimbo y la estabilización por empleo de fibras en la zona centro sur del país.

4.1 La zona norte del María Elena reforzamiento y estabilización por mallas horizontales, entre hiladas

María Elena es una comuna situada en el norte de Chile, a 1500 km aproximadamente de la capital, Santiago. Fue fundada en 1926 por la Compañía Salitrera Anglo Chilena. Los edificios institucionales, que conforman su centro cívico, están construidos en adobe con aportes constructivos norteamericanos.

En el terremoto del 2007, que alcanzó una intensidad de 7,7 grados en la escala de Richter, María Elena fue una de las comunas gravemente dañadas por ya encontrarse en estado de deterioro.

Se formó parte del grupo de profesionales que participaron en la reparación de los edificios institucionales dañados que estaban recuperables de adobe. Los daños en los muros evidenciaron la existencia de mallas de metal desplegado de 4,5 mm, instaladas horizontalmente entre los ladrillos de tierra cruda, aproximadamente cada 50 cm en la extensión vertical del muro. Si bien los muros se fisuraron, varias edificaciones de carácter institucional no cayeron, ya que las mallas que se encontraban integradas al sistema, aportaran resistencia al muro.

Las mallas de característica flexibles se deformaron ya que tomaron los esfuerzos sísmicos producidos dentro del muro (figura 2).

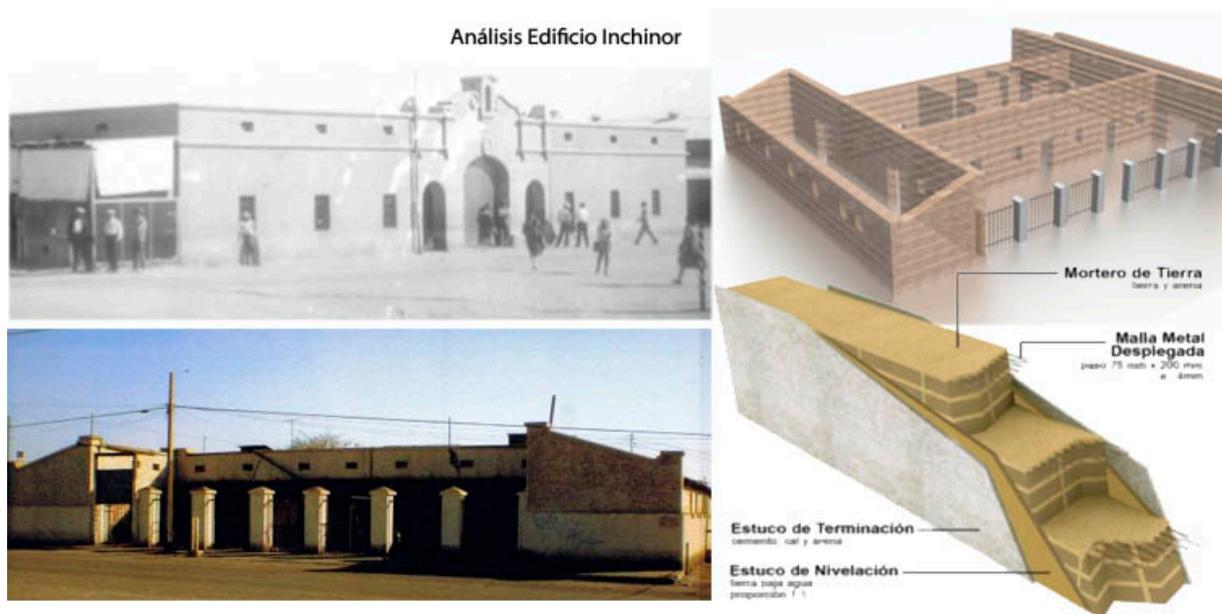


Figura 2. Estudio de María Elena, edificio Inchinor, diagrama de mallas en muros.
Fuente Surarquitectura

4.2 Red de pueblos de tierra cruda, cuarta región. Estabilización por disipación de energía sísmica en fallas programadas horizontales en lugares de adobe sin fibra

En la zona centro norte de Chile es posible encontrar una red de pueblos construidos en tierra, hacia el valle y precordillera. En esta zona las fibras escasean por lo que no constituyen parte de los adobes. Como es sabido las fibras dentro del adobe trabajan a la tracción. Al no encontrarse en el paisaje este elemento, las culturas ancestrales instalaron “disipadores de energía” en el sistema, que son elementos de madera continuos en la planta a modo de escalerillas, formando figuras cerradas, que, al estar sometidas a sismo, disipan la energía de forma horizontal, por lo tanto la grieta se produce en esta dirección, sin comprobar mayores daños en terreno, supliendo el trabajo a la tracción de la fibra. Con esto las estructuras trabajan gravitacionalmente, con mejoras en la resistencia a la tracción. Por relatos orales de la población, se sabe que las viviendas han soportado varios sismos.

Los lugares sin fibras crean modelos con materiales conformando la relación: cuando no hay presencia de fibras se instalan disipadores en los muros.



Figura 3. Red de pueblos de tierra en la cuarta región de Coquimbo, Chile. Registro 2014

4.3 Adobe centro-sur, estabilización por empleo de fibras

En la zona centro-sur de Chile es posible encontrar, dentro de los recursos naturales, distintos tipos de fibras por el clima de la zona, ya sea de paja de trigo, alfalfa u otra. Estas fibras se encuentran incorporadas en los adobes y en el mortero de pega, la que aporta resistencia a la tracción del muro. Dentro del sistema constructivo, similar al caso anterior, el uso de escalerillas está presente, pero con menor regularidad que en los pueblos de tierra anteriormente mencionados.

La resistencia que aporta la fibra en el adobe es mantener su unidad ante esfuerzos de tracción.



Figura 4. Construcción de adobes zona centro sur de Chile. Registro 2015.

4.4 Experiencia reparación San Pedro de Alcántara, zona centro-sur

Previo al terremoto del 2010 de intensidad 8,8, fue reparada una parte de la Iglesia de San Pedro de Alcántara, en la zona central del país, con mallas electrosoldadas a modo de piel por ambos lados de los muros. Además se restituyó la cubierta y se conformó un diafragma rígido en ella. La parte reparada resistió el sismo y tuvo un excelente comportamiento; la parte de la Iglesia no reparada colapsó.



Figura 5. Reparación iglesia San Pedro de Alcántara. Fuente: COTTA Chile.

5 DESARROLLO DE PROYECTO HABITACIONAL CON TÉCNICAS INVESTIGADAS

De la investigación desarrollada, se formula un proyecto de arquitectura contemporánea con carácter habitacional de materialidad de adobe en la comunidad ecológica de Peñalolén en Santiago de Chile.

La recopilación de las diversas técnicas indagadas develaron aplicaciones de materiales colaborativos a la tierra tales como: elementos disipadores, mallas de piel para la resistencia a tracción e inclusión de fibras en el adobe y en los morteros de pega para mejorar su resistencia. También se encontraron aplicaciones de técnicas que buscan mejora el comportamiento de los muros de adobe, un ejemplo es el uso de la estructura de techumbre como elemento unificador que genera esfuerzos verticales y comprime a los muros, ya que en frecuente el uso de tejas de arcilla cocida.

El emplazamiento de la comunidad ecológica de Peñalolén en el territorio nacional permite generar una simbiosis de las técnicas evaluadas por Chile. Primeramente, la zona ofrece terrenos fértiles con una alta producción de fibras naturales, lo que permite la aplicación de estos materiales en la elaboración de adobe y en los morteros de pega, y a su vez otorga resistencia en los esfuerzos de tracción generados ante escenarios sísmicos.

La utilización de las distintas técnicas encontradas y aplicadas fueron: uso de fibras vegetales, el refuerzo de muros con mallas electro-soldadas dispuestas en sentido horizontal -funcionamiento similar a los disipadores-, el uso de ángulos metálicos soldados por el borde exterior de las mallas.

También las caras interiores de los muros contemplan la aplicación de mallas verticales soldadas a los tramos horizontales ya mencionados que colaboran con el comportamiento monolítico de la vivienda.

Finalmente, la construcción de la techumbre conforma un plano que funciona como diafragma que aporta estabilidad y esfuerzos horizontales a través de las cargas generadas del sistema estructural de la techumbre misma y la cubierta de teja.

El desarrollo de proyectos habitacionales con la aplicación de diversas técnicas adquiridas refleja la retroalimentación de sistemas constructivos que buscan complementarse y adecuarse a las diferentes complejidades que cada caso presenta. Además se convierte en casos icónicos, que surgen de un estudio constante basado en la experiencia sísmica, y que probablemente seguirá nutriéndose de conocimiento e información de los futuros escenarios sísmicos que se aproximan. El estudio y aplicación de estas técnicas se tornan, entonces, un escenario de anticipación y en un conducto regular de absorción de aprendizaje y conocimiento de cada experiencia catastrófica.



Figura 6. Construcción vivienda de adobe, comunidad ecológica Peñalolén Chile. Registro 2015.

6. CONCLUSIONES

La riqueza desplegada de la investigación de solo una fracción del continente americano abre horizontes respecto a la cantidad de aplicaciones técnicas y conocimientos que se encuentran ocultos en las construcciones de adobe de los lugares que aún no se investigan.

En relación a la definición de la “ruta 2”, dado por el cruce del mapa de construcciones en tierra y el mapa de fallas sísmicas, existe incertidumbre de parte de los investigadores sobre lo que sucede en otros continentes en relación a todas las variables involucradas (materias primas disponibles, actividad laboral, documentación histórica, sismicidad, etc.). Se espera desarrollar la continuación de la ruta 1 y ruta 2 para poder abarcar un conocimiento pleno al respecto.

La continuación de las rutas puede entregar aplicaciones constructivas únicas que logren sumarse al campo de información respecto a la arquitectura en tierra, además de poder develar en su técnica, las condiciones geográficas, climáticas, materiales y culturales de cada región.

A pesar del auge de nuevos materiales y tecnologías, el interés en generar construcciones amigables con el medio ambiente y mejorar las propiedades técnicas ante los efectos sísmicos aún se conserva. La arquitectura en tierra es un fenómeno vigente y en constante crecimiento en Chile y el mundo, que se retroalimenta de los conocimientos locales y universales que puedan aportar al descubrimiento de nuevas técnicas y de cada escenario sísmico existente. A pesar de la experiencia traumática, el sismo abre oportunidades de investigación que permiten concluir y preparar para eventos futuros, creando así escenarios de anticipación que esperan resultados cada vez más eficientes y con mejores efectos de estabilidad y seguridad para el habitar.

La investigación de la arquitectura en tierra da pie a la apertura de nuevas investigaciones y profesionales que pueden aportar información en estudios asociados a la mejora de las propiedades mecánicas de los muros. La disponibilidad de materias primas sobre sitios geográficos, entrega mayores posibilidades técnicas y materiales para el mejoramiento de las construcciones, no así en sitios geográficos estériles y con escasos de materia prima. En este sentido toma relevancia investigar la fibra dentro de los adobes y descubrir cual tiene mejor comportamiento a la tracción, ya que es el gran aporte que se destaca de ella. Determinando qué fibras aportan mayor resistencia, y por lo tanto, cual colabora de manera más eficiente en la construcción.

La incorporación de equipos multidisciplinarios en la investigación (biólogos, físicos, historiadores, etc.), develaría resultados aún más sorprendentes que aproximarían prontamente a técnicas de construcción en tierra que respondan a las necesidades del habitar.

AUTORES

Marcelo Cortés, Arquitecto, miembro de Red ARCOT (red de Arquitectura y Construcción en tierra), miembro fundador Fundación Jofré Culturas de Tierra. Desarrollo profesional en la investigación y construcción de técnicas en tierra, reparaciones, reconstrucción, obras contemporáneas en tierra. Currículo completo www.marcelocortes.cl.

Masue Sakakibara, Arquitecto colaborador de Red ARCOT, colaborador en Fundación Jofré Culturas de Tierra. Desarrollo profesional en reconstrucción y reparación de viviendas en la zona de catástrofe sismo 27F, 2010. Cursando estudios en Curso de especialización en conservación y restauración en Arquitectura, Universidad de Chile.