

RUTA SÍSMICA DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA: TRAVESÍAS DE APRENDIZAJE A TRAVÉS DE LA RED ARCOT

Marcelo Cortés¹, Sergio Alfaro², Patricio Morgado³

¹ Fundación Jofré, Chile, marcelocortes.cl@gmail.com

² Escuela de Arquitectura, Universidad Católica del Norte; UCN, Chile, salfaro@ucn.cl

³ Arquitecto Independiente, Chile, patomorgado@gmail.com

Palabras clave: arquitectura vernácula, cultura constructiva, territorio, aprendizaje situado, tecnologías apropiadas

Resumen

El artículo examina las culturas constructivas en tierra mediante seis travesías regionales realizadas entre 2013 y 2015 por la red Arquitectura y Construcción con Tierra (ARCOT) Chile, compuesta por siete escuelas de arquitectura y la Fundación Jofré. Estas travesías, organizadas por académicos de la red con la participación de invitados locales, tenían como objetivo construir un fundamento que sirva a la formación, investigación y práctica de la arquitectura y construcción con tierra en Chile. Los informes elaborados por cada escuela y enviados en 2016 a CRAterre como parte del compromiso con la Cátedra UNESCO, sirvieron de base para las reflexiones compartidas en esta ponencia y que, a su vez, han orientado el trabajo académico de la red durante estos 10 años. El contenido de la ponencia aborda adaptaciones locales en el norte, centro y sur de Chile, destacando desafíos y estrategias para preservar el patrimonio en un territorio de alta sismicidad y condiciones climáticas diversas, desde la extrema aridez hasta las zonas lluviosas del sur. La metodología incluye la descripción de las rutas, la identificación de técnicas constructivas y el registro de eventos sísmicos. A partir de este análisis, se produjo una reflexión colaborativa que conforma las conclusiones de la ponencia. Los resultados subrayan la resiliencia de técnicas tradicionales como el adobe y el tapial, así como de técnicas mixtas de barro con fibra y madera. Las conclusiones se organizan en un decálogo de conceptos clave que fundamentan la formación, destacando la integración de saberes tradicionales con nuevas técnicas que permitan explorar soluciones innovadoras. El estudio enfatiza la urgencia de proteger, salvaguardar y revitalizar las técnicas de construcción en tierra como parte esencial del patrimonio cultural de Chile.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación

En 2014, se creó una red nacional de escuelas de arquitectura en Chile junto a Fundación Jofré¹ para abordar la enseñanza de la arquitectura y construcción con tierra. En su fase inicial esta red necesitaba un fundamento formativo para enfrentar los desafíos de enseñanza e investigación en el largo territorio chileno. Las travesías se vislumbraron como una oportunidad de autoaprendizaje y reconocimiento del territorio para los Académicos y miembros de la red, entendiendo las grandes diferencias de los territorios y las arquitecturas de tierra en Chile.

Estas travesías permitieron reconocer las fortalezas, virtudes y desafíos de seis territorios identificados en el norte, centro y sur del país. La división se basó en la presencia territorial de las escuelas regionales que formaron parte de esta red, las cuales enfrentaban desafíos constructivos únicos debido a las características culturales, los recursos naturales disponibles, los paisajes geológicos y tecnologías locales para enfrentar los sismos.

A raíz del terremoto del 27F que afectó la zona sur de Chile, surgió la necesidad de salvaguardar el patrimonio en tierra y abordar los desafíos de construir nueva arquitectura en

¹ esta plataforma académica se inició a instancias del arquitecto Marcelo Cortés y algunos de los miembros de la red nacional de escuelas de arquitectura en Chile

un país altamente sísmico. Bajo el liderazgo del fundador de la Fundación Jofré, con vasta experiencia en proyectos de construcción en tierra, se buscaba verificar una tesis sobre cómo la arquitectura vernácula en tierra puede exhibir estrategias efectivas de respuesta dinámica y disipación sísmica, diferenciándose de la teoría tradicional basada en el cálculo estructural.

El reconocimiento del territorio a través de travesías fue un trabajo interno de la red, integrado por profesores, a veces acompañados por colaboradores circunstanciales. Se propuso un recorrido desde el extremo norte hasta el sur de Chile, sin una agenda temporal fija, debido a la necesidad de gestionar recursos y voluntades para movilizar a unas diez personas en estadías cortas, visitando marcos representativos de las culturas constructivas locales.

1.2. Estado del arte y marco teórico

a) La visión sobre el desafío para la formación

Barros et al. (2014, p. 204), durante la segunda travesía de la red ARCOT en región de Antofagasta, entrevistan MC consultado acerca de los problemas de construir con tierra que señalan:

Creo que las dificultades tienen que ver con la manera de cómo socializar este conocimiento y cómo producir un vínculo que transfiera protocolos de valor constructivo y arquitectónico que representan la tierra, y en ese caso mi dificultad ha sido en transferir más que en desarrollar. En términos prácticos nunca ha sido un conflicto técnico porque siempre he tenido una intuición con la tierra, lo que me ha permitido desarrollar un lenguaje y poder comprender e innovar al mismo tiempo que obtengo resultados, y al obtener resultados, uno sigue en la aventura (...) Una dificultad general para todos los que trabajamos con tierra como sistema estructural portante está en el tema de la norma y de las aplicaciones, pero no en su formulación ni tecnificación. Todo lo que fue el desarrollo de mi visión constructora, fue la que en definitiva me reformateó arquitectónicamente, ya que desde mirar la construcción como un fenómeno proyectual pasé a mirar la construcción como un fenómeno activo y conducido por lo tectónico de la tierra; fue la tierra la que, con sus dificultades y sus bondades, cambió mi propia visión de lo que me sentía y quería hacer como Arquitecto

La entrevista aborda entre otros temas, el reto para el futuro y delatando una respuesta, el entrevistador GS formula la siguiente pregunta: ¿Acerca del futuro de la construcción con tierra tiene confianza y es optimista?

Les veo todo el futuro porque son todo el pasado, y al ser todo el pasado, no creo que le cueste mucho tomar protagonismo y transformarse en el material para construir masivamente el día de mañana, sólo es un tema de re-costura y es eso en lo que estoy y en lo que está la red ARCOT a la que pertenezco. La misión más importante es re-hacer los puentes de información para que los flujos de saberes ocurran desde la re-habilitación de estos mismos, lo que se determina al tener la inteligencia arquitectónica y constructiva de poder determinar cuáles son las bases fundamentales de las técnicas constructivas y su relación con el ámbito cultural, el ámbito social, la relación con el paisaje, con el clima y la diversidad territorial, para que naturalmente nosotros hagamos este puente de transferencia y poder avanzar con la consistencia que entrega el pasado, porque en la tierra hay tanto invento e imaginación contemporánea que se debilitan y fragilizan por el hecho de no contar con los saberes tradicionales, por eso pienso que si tuviéramos la misma inventiva y la misma energía tecnológica involucrada con estos saberes incorporados a las bases de conocimiento de la tierra, estaríamos en otro punto, y seguramente al punto donde vamos a llegar algún día es a descubrir que esta masa tectónica, esta masa terrestre donde vivimos es la proveedora de todo, y que todas las fuentes de los temas de sostenibilidad nacen y se apoyan en esta pequeña capa que es casi una tela de cebolla donde habitamos y que significa todo, es donde está nuestro alimento, nuestro piso, nuestros ancestros, nuestra cultura y todos los fenómenos de la humanidad a lo largo de la historia en el planeta, por lo tanto la tierra como

aspecto existencial para el hombre es “en mi modo de pensar” todo (Barros et al. 2014, p. 246-247)

b) Culturas constructivas en Chile

El concepto de "Cultura constructiva" surge en el contexto del resguardo del patrimonio cultural. Jorquera (2022) define este término como "el uso de un material proveniente de un recurso natural predominante en un territorio específico, junto con las técnicas y prácticas culturales desarrolladas en torno a él"; Guerrero (2007) añade que estas prácticas, a través de ensayo y error, generan soluciones funcionales y estructurales para el habitar. Además, Jorquera (2022, p.90) refuerza la idea de que la elección de materias primas y procesos constructivos siguen una lógica que optimiza los recursos disponibles, conocimientos heredados en la comunidad.

En cuanto a la distribución geográfica y climática de estas culturas constructivas en Chile, Jorquera (2022, p.90-91) menciona una zonificación: el uso de tierra y piedra en el extremo norte, técnicas mixtas de madera-tierra en el Valle Central, y uso masivo de madera en el sur,. Esta zonificación se enfoca en Arica y Parinacota y Biobío, donde los climas desérticos, esteparios y mediterráneos favorecieron la tierra como recurso constructivo predominante (Jorquera, 2022, p.91). Recientemente, un estudio de (Castillo; Pérez, 2020) documenta construcciones en adobe y quincha en la ribera sur-poniente del lago General Carrera, Aysén. Estas edificaciones, levantadas entre 1925 y 1929, destacan por su autoconstrucción en tierra, madera y piedra, y requieren una caracterización urgente para su conservación como elementos identitarios de la arquitectura vernácula de Aysén. Este hallazgo resalta la necesidad de ver el territorio como espacio de investigación continua y de cuestionar paradigmas establecidos, promoviendo una actitud crítica sobre las culturas constructivas.

c) Resiliencia sísmica del patrimonio chileno en tierra

Chile, ubicado en el cinturón de fuego del Pacífico, es una de las regiones más sísmicamente activas del mundo. Esta característica geológica ha planteado desafíos significativos para la arquitectura y la construcción, especialmente en relación con la resiliencia sísmica de las edificaciones. En este contexto, las técnicas constructivas en tierra, como el adobe y la quincha, han jugado un papel crucial en la historia arquitectónica del país (Houben; Guillaud, 1994). Estas técnicas no solo reflejan un patrimonio cultural rico, sino que también ofrecen soluciones sostenibles y adaptadas a los entornos locales. La resiliencia sísmica es una preocupación central en Chile debido a su alta actividad sísmica (Inostroza, 2011). Estudios han demostrado que las construcciones en tierra, cuando se diseñan y mantienen adecuadamente, pueden ser altamente resistentes a los sismos (Vargas et al., 2015). (Contreras et al. 2011) han destacado el buen comportamiento sísmico de algunos casos de arquitectura chilena en tierra del Valle Central de Chile frente al terremoto del (27F) de 2010.

Los casos de buen comportamiento de construcciones históricas de tierra en zona sísmica, como algunas de las casas patronales del valle central chileno, debieran transformarse en objeto de profundo estudio, pues en ellos pueden encontrarse claves de diseño que inspiren intervenciones sismoresistentes sobre otros inmuebles: la proporción de sus recintos, las esbelteces, la relación entre llenos y vacíos de los paramentos, y la presencia de elementos auxiliares como contrafuertes, llaves de madera u otros, constituyen saberes técnicos a rescatar)

1.3. Justificación y pertinencia

La realización de las Rutas Sísmicas se justifica por la necesidad urgente de abordar los desafíos constructivos y de preservación del patrimonio arquitectónico en tierra en un país altamente sísmico como Chile. La creación de una red nacional de escuelas de arquitectura en 2014 buscó salvaguardar el patrimonio en tierra post-terremoto de febrero de 2010, denominado como (27F), esto no invalida el sentido modelador que han tenido eventos sísmicos anteriores y posteriores a este importante hito en el patrimonio chileno en tierra, y

desde allí explorar la efectividad de las estrategias vernáculas de respuesta ante estos eventos.

El objetivo general es elaborar un fundamento para la formación, investigación y práctica de la arquitectura y construcción con tierra en Chile, aprovechando el reconocimiento territorial a través de las travesías realizadas por la red ARCOT, para identificar fortalezas, y desafíos en las prácticas constructivas locales frente a fenómenos sísmicos y contextos culturales diversos.

Los objetivos específicos son:

- Visibilizar itinerarios de reconocimiento para la identificación, estudio y revalorización del patrimonio en tierra y las culturas constructivas a lo largo de Chile, desde la región de Tarapacá hasta la región del Biobío.
- Reconocer las diferencias y similitudes de las culturas constructivas y relevar la importancia de las diversas técnicas constructivas como estrategias probadas para resistir eventos sísmicos.

1.4. Contexto de la investigación

Esta investigación nació tras el terremoto de 2010 en Chile, que devastó gran parte del patrimonio en tierra en el sur del país. La magnitud del desastre sensibilizó a la opinión pública y movilizó a especialistas en arquitectura e ingeniería para abordar el patrimonio en riesgo, revisar normativas y acelerar la recuperación de obras patrimoniales. Se realizaron viajes de reconocimiento en seis territorios, utilizando estas experiencias para enriquecer la docencia e investigación en arquitectura y patrimonio en tierra en un país con alta sismicidad. El estudio analizó las culturas constructivas en diversas regiones, como se muestra en la tabla 1, para entender cómo las comunidades adaptan técnicas arquitectónicas con materiales locales, como la tierra, para enfrentar las exigencias sísmicas y las particularidades del entorno.

Tabla 1. Selección de casos de estudio y aspectos relevantes para la discusión

Caso de Estudio	Travesía y Región	Enfoque Principal	Aspectos Clave
Caso 1	Travesía 1 Región de Tarapacá	Exploración de las relaciones entre el patrimonio religioso y prehispánico en paisajes culturales desérticos	Integración de prácticas religiosas y artísticas prehispánicas en el paisaje; continuidad de tradiciones arquitectónicas en respuesta a un entorno desértico
Caso 2	Travesía 2 Región de Antofagasta	Transición de espacios desérticos a oasis habitados y su impacto en las formas de asentamiento y construcción con tierra	Adaptación al entorno mediante el uso de materiales locales; mezcla de tradiciones indígenas en un centro cultural y religioso; influencia del paisaje en la cultura
Caso 3	Travesía 3 Región de Coquimbo	Evolución de los asentamientos rurales en el Valle de Elqui, enfocándose en el sincretismo cultural y religioso	Conservación de tradiciones agrícolas y arquitectónicas; determinación de formas constructivas por materiales locales y topografía; vínculo entre espiritualidad y naturaleza
Caso 4	Travesía 4 Región de O'Higgins	Comprensión del desarrollo de asentamientos rurales en la zona central de Chile, con énfasis en la arquitectura colonial	Adaptación de estructuras arquitectónicas a necesidades sociales y religiosas; uso de materiales locales y continuidad cultural en pueblos rurales
Caso 5	Travesía 5 Región de Maule y Ñuble	Transición entre áreas rurales y urbanas en el centro-sur de Chile, con atención a tradiciones agrícolas y constructivas	Evolución de la vida rural y su importancia en la organización social; interacción y transformación mutua entre espacios rurales y urbanos

Caso 6	Travesía 6 Región del Biobío	Influencia de la geografía en la cultura vinícola y la arquitectura vernácula	Respuesta de la arquitectura a la producción agrícola y condiciones climáticas; moldeado de la identidad regional por factores ambientales y culturales
--------	------------------------------------	---	---

Este enfoque proporciona una comprensión más profunda de la resiliencia y sostenibilidad de estas prácticas tradicionales, como se presenta en la tabla 2, integrando la conservación del patrimonio con la seguridad y funcionalidad en zonas de alta actividad sísmica.

1.5. Casos de estudio

Los criterios selección de los recorridos consideraron los siguientes aspectos como: a) viabilidad de realizar trayectos en uno o dos días, b) la presencia de lugares de interés arquitectónico y/o arqueológico relevantes para el aprendizaje de técnicas ancestrales en tierra, c) visita a intervención de programas de conservación o restauración del patrimonio en tierra, d) testimonios de arquitectura en tierra histórica y vernácula, e) contactos con expertos locales, como la arquitecta Magdalena Gutiérrez en San Pedro de Atacama, f) visitas a obras contemporáneas surgidas de procesos de titulación, como el caso de la Universidad de Talca. También se reconoció el trabajo de reconstrucción post-terremoto del 27F en la región de O'Higgins, con visitas a proyectos gubernamentales y el relevamiento de obras significativas como el poblado de Ránquil.

2. METODOLOGÍA

Esta ponencia se desarrolló a partir de un conjunto de travesías realizadas por miembros académicos de diversas universidades chilenas, incluyendo UNAP, UCN, ULS, UTFSM, USACH, UDEC, UBIBIO, y la Fundación Jofré, entre los años 2013 y 2015. Estas travesías, realizadas en distintos territorios del país, fueron seguidas por reuniones en las que se discutieron los hallazgos y se compartieron aprendizajes. Cada miembro que organizó los trayectos compiló la información, la cual fue traducida en informes y canalizada a través de CRAterre y Cátedra Unesco. Estos informes están disponibles en un Drive de la Red ARCOT. Cada universidad lideró la organización de su recorrido regional, excepto en la Región del Biobío, donde las dos escuelas locales asumieron esa tarea. La UTFSM, aunque no organizó un recorrido, fue sede de reuniones de la red. Tras las travesías, cada miembro de la red incorporó los contenidos en sus actividades académicas o de investigación, adaptándose según la realidad y autonomía de su institución. La metodología incluyó la recopilación de los informes de la Red ARCOT, la descripción de los trayectos y sus hitos arquitectónicos, y la identificación de los eventos sísmicos recientes en cada región. Esto permitió contextualizar las obras dentro de sus respectivas culturas constructivas y sísmicas. Además, se construyeron mapas territoriales vinculados a una zonificación sísmica conforme a la normativa nacional, y se agregaron imágenes de mapas geológicos para cada territorio, proporcionando una visión global del contexto geomorfológico de las rutas. Esta información permitió extraer conclusiones integrales sobre las culturas constructivas, las técnicas empleadas regionalmente, y las condiciones geomorfológicas y sísmicas de cada región, lo cual se desarrolla en esta ponencia.

3 RESULTADOS

Identificación de los eventos sísmicos relevantes ocurridos en cada una de las zonas visitadas, antes y después de las travesías (tabla 2).

Tabla 2. Identificación de las rutas sísmicas, culturas constructivas y estado del patrimonio de tierra

Zona Geográfica	Región	Cultura constructiva	Técnicas para el uso de la tierra	Evento sísmico más reciente	Percepción del estado de conservación del patrimonio en tierra
Norte	Arica y Parinacota	Cultura Andina	Adobe, tapia, y piedra seca	Terremoto de Arica, 2014 (6.9)	Alta: Proyectos de restauración y protección en marcha
	Tarapacá	Cultura Andina	Adobe, tapia, y piedra seca	Terremoto de Tarapacá, 2014 (8.2)	Moderada: Necesidad de restauración y evaluación continua
	Antofagasta	Cultura Andina	Adobe, tapia, y piedra seca	Terremoto de Antofagasta, 2007 (7.7)	Alta: Proyectos de restauración y protección en marcha
	Coquimbo	Cultura Colonial	Técnicas mixtas de adobe y piedra, influencias coloniales	Terremoto de La Serena, 2019 (6.7)	Moderada: Evaluación y restauración de estructuras históricas
Central	Valparaíso	Cultura Colonial y Mestiza	Técnicas mixtas de madera y tierra, adobe en estructuras coloniales	Terremoto de Valparaíso, 2017 (6.9)	Moderada: Mantenimiento en estructuras históricas y viviendas
	Valle Central	Cultura Colonial y Mestiza	Técnicas mixtas de madera y tierra, adobe en estructuras coloniales	Terremoto de 1985 (7.8)	Moderada: Mantenimiento en estructuras históricas y viviendas
Sur	Biobío	Cultura Mapuche y Huilliche	Adobe, madera, y técnicas mixtas en arquitectura tradicional	Terremoto de Biobío, 2010 (8.8)	Alta: Esfuerzos activos en restauración y conservación cultural

3.1. Travesía 1 – Región de Tarapacá

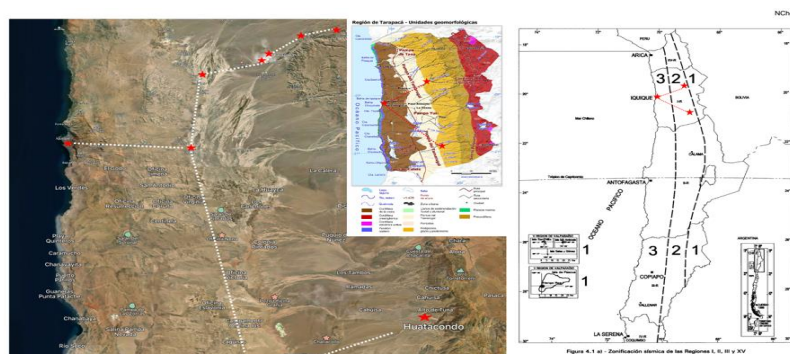


Figura 1. Mapa muestra las rutas de la travesía a la región de Tarapacá, las unidades geomorfológicas y las zonas sísmicas por donde se desarrolló el recorrido

Se exploraron las relaciones entre el patrimonio religioso y prehispánico en los paisajes culturales de la quebrada de Tarapacá (figura 1). El día 1 comenzó en Iquique y se extendió hasta Laonzana, visitando el Templo de San Lorenzo en Huarasiña, los Petroglifos de

Tarapacá, y las comunidades de Pachica y Laonzana. Estos sitios reflejan la integración de prácticas religiosas y expresiones artísticas prehispánicas en el paisaje, y cómo las comunidades rurales han mantenido y adaptado tradiciones arquitectónicas en respuesta al entorno desértico. El día 2 se centró en la Quebrada de Guatacondo, donde se analizó la continuidad histórica de los asentamientos desde épocas prehispánicas hasta la era colonial. Se visitaron las instalaciones prehispánicas, la Iglesia de Guatacondo, y el Camino del Inca, estudiando la fusión de influencias indígenas y coloniales en la organización espacial y arquitectónica.

3.2. Travesía 2 – Región de Antofagasta

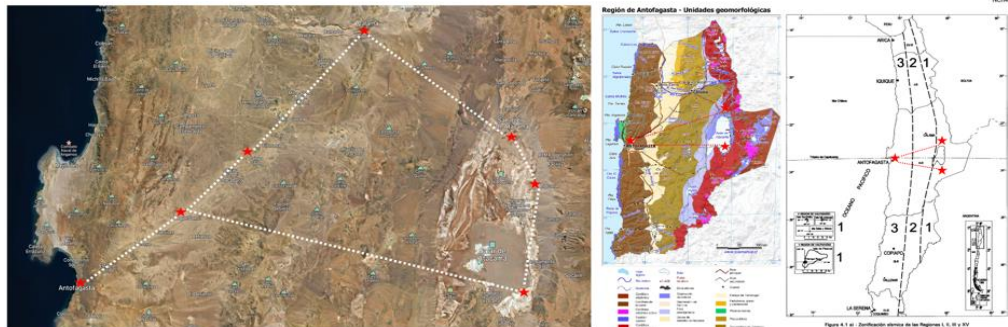


Figura 2. Mapa muestra las rutas de la travesía a la región de Antofagasta, las unidades geomorfológicas y las zonas sísmicas por donde se desarrolló el recorrido

Se examinó la transición de espacios desérticos a oasis habitados y su impacto en las formas de asentamiento y construcción (figura 2). El día 1, la ruta desde Antofagasta hasta San Pedro de Atacama incluyó paradas en Baquedano, San Roque de Peine, y Toconao, donde se observó la adaptación al entorno mediante el uso de materiales locales como piedra y barro. En San Pedro de Atacama, un centro cultural y religioso, se evidenció una mezcla de tradiciones indígenas perdurables. El día 2 se dedicó a la exploración de San Pedro de Atacama y sus alrededores, visitando la Aldea de Tular y el Valle de la Luna. Estos sitios permitieron comprender la relación entre la geografía del desierto y las formas culturales y arquitectónicas, destacando la influencia del paisaje natural en las tradiciones locales.

3.3. Travesía 3 – Región de Coquimbo



Figura 3. Mapa muestra las rutas de la travesía a la región de Coquimbo, Valle de Elqui, y quebrada de Cochiguaz bifurcación más hacia el norte y quebrada de Pisco Elqui bifurcación que se extiende hacia el oriente internándose en la precordillera

Se investigó la evolución de los asentamientos rurales en el Valle de Elqui (figura 3) con un enfoque en el sincretismo cultural y religioso. Durante el día 1, se visitaron las comunidades de Vicuña, Diaguitas, y Paihuano, que conservaban tradiciones agrícolas y arquitectónicas

adaptadas a las condiciones del valle. El día 2 profundizó en la relación entre el paisaje natural y la arquitectura vernácula a través de la exploración de Horcón y Alcohuaz, donde los materiales locales y la topografía montañosa determinaban las formas constructivas. El día 3 concluyó con una reflexión sobre la conexión entre espiritualidad, naturaleza y arquitectura en el Valle de Cochiguaz, un entorno rural aislado asociado con prácticas espirituales y nuevas formas de ocupación del territorio.

3.4. Travesía 4 – Región de O'Higgins

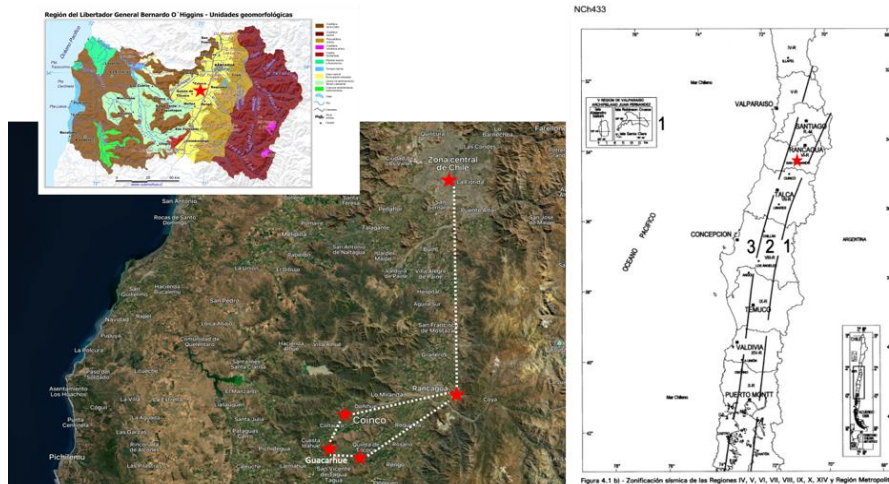


Figura 4. El mapa de la figura muestra las rutas de la travesía a la región de O'Higgins

Se propuso examinar el desarrollo de asentamientos rurales en la zona central de Chile (figura 4) con un enfoque en la arquitectura colonial. En el día 1, el recorrido desde Santiago a Coinco incluyó visitas a Quinta de Tilco y Guacarhue, pueblos con una fuerte herencia colonial donde la arquitectura reflejaba el uso de materiales locales y la influencia española. Esta travesía permitió observar cómo las estructuras arquitectónicas habían sido adaptadas para satisfacer las necesidades sociales y religiosas de la comunidad, en un contexto de continuidad cultural.

3.5. Travesía 5 – Regiones del Maule y Ñuble

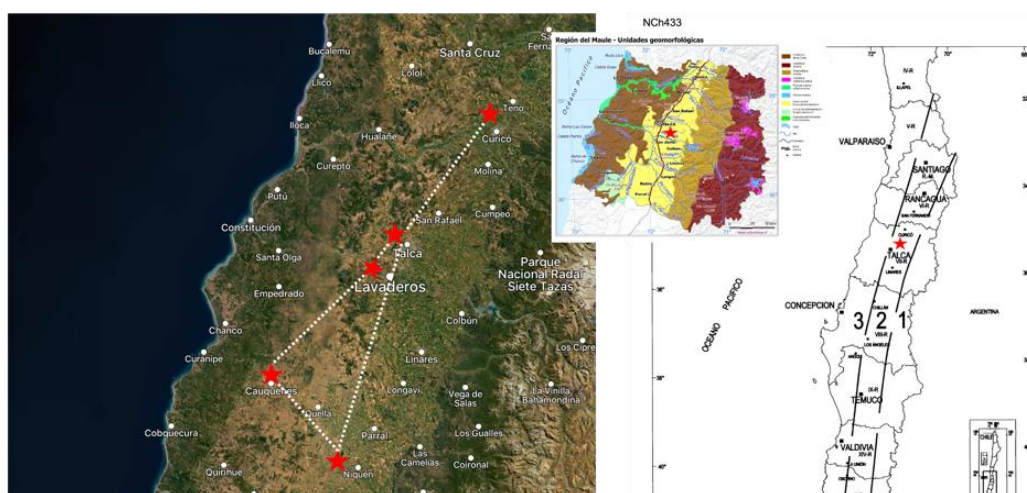


Figura 5. El mapa de la figura muestra las rutas de la travesía a la región del Maule y Ñuble

Se analizó la transición entre áreas rurales y urbanas en el centro-sur de Chile (figura 5) prestando atención a las tradiciones agrícolas y constructivas. Durante el día 1, se siguió una ruta desde Talca a Niquén, pasando por la Plaza Santa Rosa de Lavadero, Pueblecillo, Ruca Choro, y Curicó. Estos asentamientos mostraron la evolución de la vida rural y la importancia

de la agricultura en la organización social y espacial. Ciudades como Curicó y Ñiquén representaron el nexo entre el campo y el desarrollo urbano, evidenciando cómo los espacios rurales y urbanos interactuaban y se transformaban mutuamente.

3.6. Travesía 6 – Región del Bío Bío

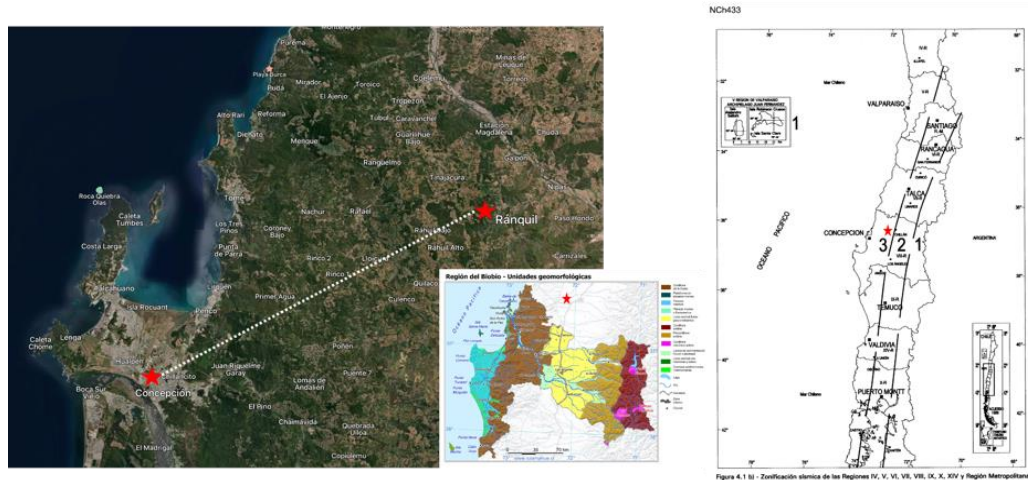


Figura 6. El mapa de la figura muestra las rutas de la travesía a la región del Bío Bío

Finalmente, se centró en observar la influencia de la geografía en la cultura vinícola y la arquitectura vernácula (figura 6). , en el día 1, la ruta desde Concepción al Valle del Itata incluyó una visita a Ránquil, un área con una rica tradición vitivinícola. Aquí, la arquitectura respondió tanto a la producción agrícola como a las condiciones climáticas locales, lo que permitió estudiar cómo los factores ambientales y culturales habían moldeado la identidad de la región.

4. DISCUSIÓN

Las travesías realizadas en diversas regiones de Chile revelaron escenarios diversos, con sistemas constructivos que se adaptan a los recursos locales, como el adobe, la quincha y las tabiquerías de tierra. Estas expediciones, llevadas a cabo por académicos de siete escuelas de arquitectura junto a la Fundación Jofré, permitieron valorar las culturas constructivas locales. El fundador de la Fundación Jofré capacitó a profesores en técnicas como el tapial y los revoques, y sus visitas a obras promovieron un enfoque crítico sobre la construcción en tierra. Respecto a la arquitectura vernácula en tierra y su sostenibilidad, Moholy (1957) destaca cómo cada elemento constructivo responde a desafíos específicos del entorno. Serra (2005) enfatiza que Olgay ya había profundizado en la interacción entre arquitectura y medio natural, contradiciendo las leyes de la arquitectura oficial de su tiempo. Estas rutas ofrecen oportunidades de investigación en un vasto territorio que, aunque estudiado de manera general, aún requiere mayor profundización. Académicamente, estas travesías son esenciales porque promueven la transferencia de conocimientos, la innovación en técnicas constructivas y el fortalecimiento de la formación arquitectónica, asegurando la resiliencia ante eventos sísmicos. Conocer estas técnicas locales proporciona un conocimiento situado sobre cómo y por qué varían según el contexto geográfico y cultural, tal como se mostró en las tablas 1 y 2. La resiliencia sísmica, es crucial en Chile y fundamental de conocer para futuros arquitectos e ingenieros, preparándose para diseñar edificaciones seguras en zonas sísmicas. Respecto del impacto de la promoción de la enseñanza de la tierra en el ámbito universitario dentro de los últimos 10 años ha existido un incremento del apoyo a iniciativas de investigación y recuperación del patrimonio en tierra, es posible advertir que el Fondo del Patrimonio Cultural (FONPAT) ha jugado un papel clave en la intervención y salvaguardia de inmuebles patrimoniales. En 2022, FONPAT aprobó 71 proyectos, con un presupuesto de 1.927 millones

de pesos, varios de los cuales se enfocaron en la intervención en inmuebles de adobe y otros materiales de tierra, especialmente en regiones con alta actividad sísmica.

5. CONSIDERACIONES FINALES

El presente apartado resume una serie de conversaciones dentro de la red ARCOT, a partir de las interrogantes que ha planteado en numerosos encuentros las inquisitivas preguntas del fundador de la Fundación Jofré y que, a partir de lo planteado inicialmente en los objetivos de esta ponencia, se pueden considerar como los pilares del fundamento para una experiencia formativa desde el territorio con la tierra.

Importancia del muro de adobes con fibra: este sistema constructivo aprovecha el peso y el volumen del muro para maximizar la resistencia sísmica. La fibra, entrelazada en la masa de arcilla y granos de adobe, confiere al muro una elasticidad esencial durante un sismo. La cohesión de las arcillas y su capacidad para unir las fibras crean un esqueleto interno resistente a la tracción. Este diseño, que combina la naturaleza granular y compresiva del adobe, ofrece una autosuficiencia sísmica destacada, proporcionando ductilidad y estabilidad dinámica. El concepto constructivo se asemeja a un tejido continuo, donde los aparejos estructurados, apoyados por el peso y la masa compacta del adobe, distribuyen las fuerzas uniformemente. La esbeltez del muro, es decir, su relación entre altura y anchura es crucial para esta dimensión cinética, aportando equilibrio entre estabilidad y flexibilidad. En cada muro de adobe con paja, se encuentra un equilibrio entre masa y volumen, entre solidez y elasticidad. Este conocimiento ancestral en la construcción con tierra demuestra cómo utilizar los materiales locales para no solo resistir, sino también para adaptarse y disipar la energía sísmica, incluso en condiciones desafiantes. Así, el patrimonio en tierra de Chile revela una maestría que enseña a construir con resiliencia y adaptabilidad.

Relevancia del aparejo: la disposición de los adobes en los muros por hiladas, siguiendo una lógica geométrica que amplía la base del muro y lo hace monolítico. La trabazón, al evitar que las uniones verticales y horizontales de los adobes se repitan en la hilada siguiente, aumenta la resistencia del muro. Esta disposición, sumada al peso de las hiladas, crea un tejido de trabas que optimiza la condición monolítica del muro, mejorando su desempeño ante esfuerzos dinámicos durante sismos y terremotos. Además, la trabazón de los adobes mediante el aparejo refuerza el amarre entre muros, otorgando máxima resistencia en esquinas y uniones fuera de la línea del muro, puntos críticos que soportan mayores esfuerzos durante eventos sísmicos.

Diversidad de técnicas: las travesías dejaron entrever las diferencias regionales y locales de las técnicas constructivas en tierra a lo largo del país, no obstante, prevalecieron el adobe, la quincha, el tapial y técnicas mixtas, destacando el adobe por su desarrollo a lo largo de Chile. En regiones como el Valle del Itata y el Maule, se usa adobe y quincha con adaptaciones locales. Según Houben y Guillaud (1994), estas técnicas son sostenibles y con baja huella de carbono. La arquitectura vernácula refleja la conexión con las condiciones ambientales y culturales de cada región (Jorquera, 2018). La arquitectura andina y prehispánica influye en las técnicas constructivas chilenas, usando materiales locales y adaptándose a las condiciones ambientales y sísmicas

Resiliencia sísmica: la capacidad sísmica de las construcciones en tierra es crucial en Chile (Inostroza, 2011), (Vargas et al. 2015) indican que, con buen diseño y mantenimiento, estas edificaciones pueden ser resistentes a sismos. Las reparaciones post-terremoto del 27F 2010 en Ránquil confirman esto, mostrando la adaptabilidad de técnicas tradicionales para mejorar la resiliencia sísmica. Jorquera (2018) resalta la necesidad de estrategias de mitigación en estas estructuras. PROTERRA promueve la investigación y capacitación para mejorar la resiliencia sísmica en construcciones de tierra (PROTERRA, 2020).

Geodiversidad y diseño arquitectónico: este concepto se define como la variedad geológica que influye en las técnicas constructivas la adaptación de la obra a estas condiciones son

esenciales esencial. Gray (2013). Las travesías mostraron variaciones según las características geológicas de cada región. En Coquimbo, se usa quincha y estuco en tierra; en Antofagasta, se observó el uso de la costra de nitrato denominada “costrón”, las técnicas consideran la aridez extrema. PROTERRA promueve la adaptación de técnicas constructivas a contextos geográficos y climáticos específicos (PROTERRA, 2020).

Participación comunitaria y colaboración interdisciplinaria: la participación comunitaria y la colaboración interdisciplinaria son fundamentales. La involucración de las comunidades locales en proyectos refuerza la sostenibilidad y aceptación social (Houben y Guillaud, 1994). La colaboración entre arquitectos, ingenieros, autoridades y comunidades, promovida académicamente, enriquece la formación estudiantil y prepara a los futuros profesionales. PROTERRA también enfatiza la colaboración interdisciplinaria para enfrentar los desafíos de la construcción en tierra (PROTERRA, 2020).

Documentación y registro de proyectos: la documentación detallada es crucial para preservar el conocimiento y apoyar futuras investigaciones y proyectos. Inostroza (2011) señala que una buena documentación asegura que los aprendizajes y experiencias se conserven. Las travesías demostraron la importancia de fomentar esta práctica en la formación académica para garantizar la transferencia de conocimientos y la mejora continua de las técnicas constructivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barros L.; Álvarez L.; Imhoff, F. (2014). Terra. Desde la tradición a la innovación tecnológica en sistemas constructivos a base de tierra cruda. USM editorial.

Castillo Levicoy, C.; Pérez Lira, C. (2020). Arquitectura en adobe y quincha: construcción de una identidad en torno a los recursos naturales de la ribera del Lago General Carrera en la región de Aysén, Chile. *Ge-Conservación*, 18, 56-68. <https://doi.org/10.37558/gec.v18i1.769>

Contreras S.; Bahamondez M.; Hurtado M.; Vargas J.; Jorquera N. (2011). La arquitectura en tierra frente al sismo: conclusiones y reflexiones tras el sismo en Chile del 27 de febrero de 2010, *Revista Conserva N 39 0 16*, 2011, DIBAM.

Guerrero, Baca, L. F. (2007): *Arquitectura en tierra. Hacia la recuperación de una cultura constructiva*. APUNTES 20 (2), 182-201.

Gray, M. (2013). *Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature*. Wiley-Blackwell.

Houben, H.; Guillaud, H. (1994). *Construir con tierra: Manual de técnicas tradicionale*). Editorial Gustavo Gili.

Inostroza, M. (2011). La resiliencia de las construcciones en tierra frente a los sismos. *Revista de Arquitectura y Construcción*, 17(3), 112-125.

Jorquera, N. (2018). Técnicas y desarrollo histórico del patrimonio en tierra en la capital de Chile entre los siglos XVI y XX. *Revista Anales del IAA* 48 (22), 109-123

Jorquera N. (2022). *Patrimonio chileno construido en tierra*. Ediciones ARQ.

Moholy, S. (1957). *Native genius in anonymous architecture*. Horizon Press Inc., New York.

Serra, R. (Ed.). (2005). *Arquitectura y clima (Edición española)*. Editorial Gustavo Gili.

PROTERRA. (2020). *Red Iberoamericana de Investigación y Transferencia para la Práctica en Construcción con Tierra*. Retrieved from <https://www.proterra.org>.

Vargas, J.; Martínez, R.; Sánchez, A. (2015). Evaluación de la resistencia sísmica de las construcciones en tierra en Chile. *Journal of Earthquake Engineering*, 19(6), 854-876.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los correspondientes directivos de las universidades miembros de la Red ARCOT, UNAP de Iquique, UCN de Antofagasta, ULS de la Serena, UTFSM de Valparaíso, USACH de Santiago, U. Talca del Maule, Biobío y UDEC ambas de Concepción y a fundación Jofré por

incentivar el desarrollo de estas travesías y sus sistematización, a través de sus rectoras y rectores, a los, las directivos/as de las escuela de Arquitectura Miembros de la Red, a los colaboradores y apoyos locales recibidos en cada una de las localidades donde las delegaciones de académica/os fueron recibidos para sesionar, visitar y alojarse durante los viajes.

AUTORES

Marcelo Cortés es arquitecto de la Universidad de Chile, especializado en sistemas constructivos en tierra. Ha liderado numerosos proyectos de restauración patrimonial y fundó la oficina de Diseño y Construcción Experimental en Peñalolén, desarrollando técnicas de Tecno Barro. Premio Fermín Vivaceta Rupio 2012, Terra Award 2016, y presidente de la Fundación Jofré. Cofundador de la RED ARCOT.

Sergio Alfaro es doctor en proyectos de innovación tecnológica por la UPC de Barcelona y arquitecto por la UCN. Profesor asociado en la UCN, ha trabajado en la restauración del Templo de San Pedro de Atacama con la Fundación Altiplano. Cofundador de la red ARCOT Chile y miembro de PROTERRA CHILE.

Patricio Morgado Uribe, arquitecto de la Universidad Católica de Valparaíso, con un magíster en Arquitectura de la Pontificia Universidad Católica. Fue Decano de la Facultad de Arquitectura UBB y es fundador de la red ARCOT/Cátedra Unesco/Chile.