

ENSAYOS DE MATERIALES PARA CERTIFICACIÓN NORMATIVA DEL SISTEMA PREFABRICADO TERRAPANEL

Francisca Gómez Passi¹, Patricio Arias Cortes², Lia Karmelic Visintainer³

¹Independiente, Santiago, Chile, franxiscagomez@gmail.com

²Facultad de Arquitectura y Urbanismo, U. de Chile, Surtierra Arquitectura Ltda. Santiago, Chile, arias.patricio@gmail.com

³Facultad de Artes Liberales, Depto. de Historia y Cs. Sociales, Universidad Adolfo Ibáñez, Surtierra Arquitectura Ltda. Santiago, Chile, lia.karmelic@uai.cl

Palabras clave: SATE, tierra aligerada, sistema mixto, conductividad térmica, resistencia al fuego.

Resumen

En el marco de un fondo financiado por el estado, se postuló a la certificación del sistema constructivo Terrapanel compuesto por acero y tierra aligerada. El objetivo de la postulación era certificar el sistema y pertenecer al registro de materiales de la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional (DITEC) dependiente del Ministerio de Vivienda de Chile (MINVU), el cual solicita pruebas de laboratorio: resistencia al fuego, aislación acústica y transmitancia térmica, las que se realizan en laboratorios de la Universidad de Chile. Mediante el desarrollo de las probetas para realizar el ensayo térmico, se logró dar con una mezcla de densidad 300 kg/m³ que luego se lleva al laboratorio. Para ello se desarrollaron dos soluciones a ensayar en el laboratorio, la primera corresponde al sistema Terrapanel y la otra incorpora a dicho sistema constructivo mixto un sistema de aislación exterior tipo SATE vegetal sin ningún aditivo químico, cuyo resultado en conductividad térmica es de 0,063 W/mK, superior al de terrapanel sin SATE que es de 0,215 W/mK, ambos superiores a los sistemas más utilizados en la construcción de vivienda como la albañilería de ladrillo cocido hecho a máquina (0,46 W/mK) o el hormigón armado normal (1,63 W/mK)¹. En la misma oportunidad, se realizaron los ensayos de resistencia al fuego con resultados de F 180, el que se ajusta a las exigencias normativas para muros cortafuego divisorios entre distintas unidades de vivienda y de aislación acústica, logrando un índice de reducción acústica de 47dBA, se ajusta a los requerimientos mínimos de DITEC para viviendas.

1 INTRODUCCIÓN

En este artículo se aborda el proceso que se desarrolló para realizar la certificación del sistema constructivo terrapanel, compuesto por acero y tierra aligerada, en el contexto de un fondo financiado por el estado². Se busca certificar el sistema para que pueda ser utilizado en la construcción de soluciones habitacionales financiadas por el estado; si bien es un sistema que se ha utilizado hace casi dos décadas, su aplicación ha sido principalmente en el ámbito privado. Sin embargo, cabe destacar una única experiencia de aplicación del sistema con financiamiento público a través de subsidios estatales en la elaboración de viviendas en el contexto de la reconstrucción patrimonial post terremoto de 2010 en las localidades de Guacarhue y Malloa³, que abrió las puertas a esta investigación. Su certificación, además de definir adecuadamente los espesores de muro a utilizar, posibilita la edificación de viviendas económicas financiadas mediante subsidio estatal, con mejores condiciones de habitabilidad, mayor eficiencia energética y menos perjudicial para el medio ambiente.

Se describe el procedimiento utilizado para realizar los ensayos y los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio que permiten obtener la certificación y formar parte del registro de materiales de la DITEC del MINVU⁴. Para lo cual se requieren ensayos de laboratorio de aislación acústica, resistencia al fuego y transmitancia térmica, los que fueron realizados en

¹ NCh 853 (2007) - extracto anexo A.1

² Corporación de Fomento de la Producción - CORFO, Proyecto 17CH-83945, Patricio Arias

³ https://issuu.com/localediciones/docs/cata_logo_xxi_-_4/s/11985769 f

⁴ División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional del Ministerio de Vivienda y Urbanismo

el Instituto de la Construcción y del Medio Ambiente (IDIEM) de la Universidad de Chile. Este artículo describe los procedimientos previos, tras los cuales se define la elaboración de dos soluciones distintas del sistema constructivo para someter a ensayos los resultados de dichos ensayos, demostrando la calidad y el rendimiento del sistema terrapanel en relación con estos criterios de certificación.

2. OBJETIVO

El objetivo de la investigación es cumplir con los estándares normativos para certificar el sistema constructivo terrapanel, y crear una sistematización constructiva a través de prototipos que estandaricen el proceso de fabricación del elemento constructivo en terreno.

Objetivos específicos:

- a) Realizar pruebas de campo que permitan comprobar de manera empírica la transmitancia térmica del sistema constructivo terrapanel, utilizando el medidor de transmitancia térmica en distintas instancias.
- b) Seleccionar una (o más) solución adecuada para la realización de pruebas en laboratorio.
- c) Realizar pruebas en laboratorio en vías de inscribir el sistema constructivo en el registro de materiales cumpliendo con la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

3. DESARROLLO DA LA INVESTIGACIÓN

El procedimiento adoptado consta de tres etapas principales:

1ª) se aborda el análisis del sistema constructivo, desde un punto de vista teórico utilizando un programa de simulación de puentes térmicos, THERM.

2ª) se desarrollaron ensayos de iteración con la incorporación de fibra vegetal en probetas pequeñas;

3ª) se construyen las probetas definitivas de acuerdo con los requerimientos del laboratorio para cada ensayo, las que luego se trasladan a las dependencias de IDIEM para la realización de los ensayos de laboratorio.

3.1 Diagnóstico del sistema constructivo

La primera parte de la investigación corresponde al diagnóstico del sistema constructivo, el cual ha sido creado desde hace casi dos décadas.

Como un primer paso se analiza el sistema en su configuración original compuesta de una estructura principal de canales de acero (pilares) unidos por malla de acero plegada atiesada con tensores, la que luego se rellena con tierra aligerada (densidad aproximada de 1000 kg/m³), formando un sistema estructural mixto (figura 1).

Para analizar el funcionamiento térmico del detalle constructivo del sistema original, se utiliza el programa Therm; mediante este programa se pueden visualizar los puentes térmicos en la composición de los muros. Se entiende por puente térmico, como aquellas zonas en que el flujo de calor se ve fuertemente incrementado, en este caso, por la intersección de un elemento constructivo, es decir cuando existe traspaso de temperatura en un punto específico dado por la conductividad térmica del material que compone dicho elemento constructivo entre exterior e interior, lo que implica en la práctica, un punto por donde se fuga el calor en invierno, en este caso eso ocurre a través de los pilares que conforman la estructura principal de acero. Si bien la estructura metálica es imprescindible en el sistema, la distancia entre pilares depende de cada proyecto, por lo tanto, debido a la influencia del puente térmico generado por el acero, la transmitancia térmica de la solución va cambiando. Es por esta razón es que el análisis se encuentra enfocado sólo a la solución del detalle más que al coeficiente de la solución.

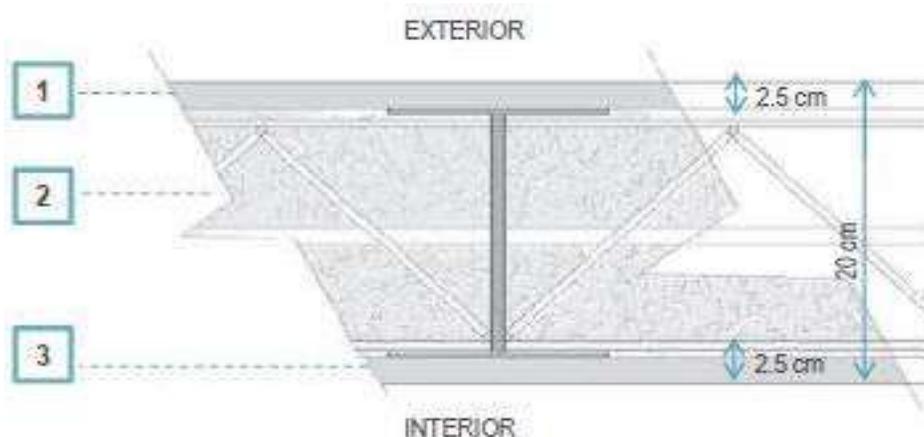


Figura 1 – Detalle constructivo del sistema terrapanel en el que 1 y 3 corresponden al revoque y 2 al relleno de fibra vegetal y tierra

Tabla 1 – Índices térmicos de acuerdo con los espesores de las capas (Bonet, 2003)

Situación	Muro A	espesor (m)	conductividad (W/(m K))	Rt (m ² K/W)	U (total) (W/m ² K)
1	revoque exterior	0,025	0,2	0,125	2,466
2	tierra y fibra vegetal	0,15		0,75	
3	revoque interior	0,025		0,125	

En los diagramas de isotermas⁵ del muro perimetral (figura 2), se representan mediante colores las temperaturas del muro. Para graficar la simulación se utilizan las temperaturas que vienen prefijadas en el programa, según este, los puntos donde la temperatura cambia son constantes para cualquier temperatura. En el diagrama de isotermas, se muestra la sección horizontal del muro terrapanel con un revoque interior y exterior de espesor igual a 2,5 cm. En este diagrama se puede observar que parte de la estructura metálica presenta un fuerte incremento del flujo de calor al interior proveniente del exterior. Lo que demuestra que el revoque no presenta las condiciones necesarias para actuar como aislante.

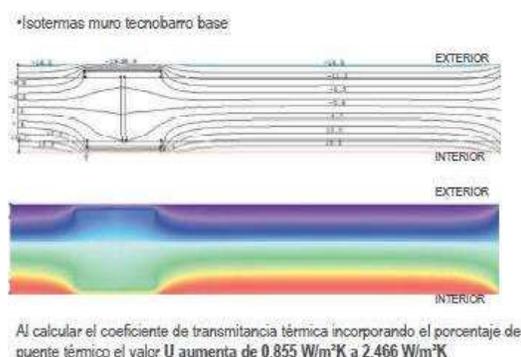


Figura 2 – Diagrama de isotermas en la sección horizontal del muro terrapanel (adoptado THERM)

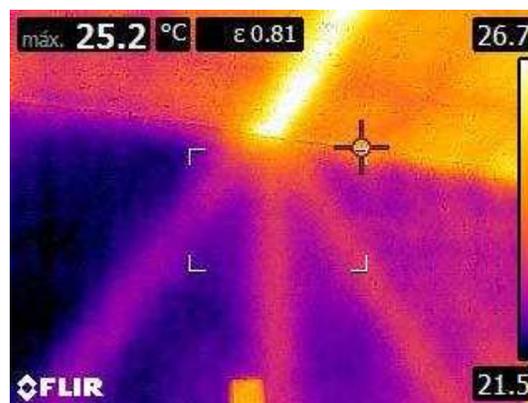


Figura 3 – Imagen cámara termográfica sistema terrapanel aplicado en Casa Arias Karmelic

A través del análisis realizado en el diagrama de isotermas (figura 2) en conjunto con la fotografía tomada con una cámara térmica a una obra construida con terrapanel (figura 3) se evidencia la existencia del puente térmico generado por la estructura metálica del muro. Esto

⁵ La isoterma es la línea que une los vértices, en un plano cartográfico, que presentan las mismas temperaturas en la unidad de tiempo considerada.

sugiere la necesidad de mejorar el comportamiento del sistema con el fin de evitar los puentes térmicos, para lo cual se propone, mediante la simulación con el programa Therm, agregar una capa aislante de mayor espesor por el exterior, lo que permite demostrar teóricamente una solución para evitar la presencia de puentes térmicos en los pies derechos metálicos.

Luego de estas pruebas teóricas se decide realizar dos tipos de muro para ser sometidos a las pruebas empíricas de laboratorio:

a) Muro terrapanel prefabricado solución 1 (figura 4)

Corresponde al panel de tierra aligerada básico que se ha usado en mayor medida para la realización de las obras residenciales, que se compone de una estructura de malla de acero electrosoldada⁶ plegada en 45° cada 1 cuadro, relleno con tierra y fibra vegetal en una densidad de 900 kg/m³, cuyas medidas del panel son de 60 x 240 x 15 cm, en el cual se incorporan ángulos que se utilizan para unir los paneles una vez montados.

b) Muro terrapanel prefabricado solución 2 (figura 5)

Corresponde al panel de la solución 1 con la adición de un elemento aislante con 8 cm de espesor de densidad y densidad 300 kg/m³ adosado a la cara exterior del panel, este con relleno de fibra vegetal y tierra de con una densidad de 600 kg/m³.

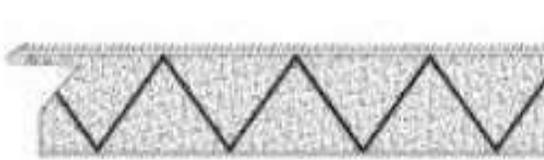


Figura 4 – Detalle constructivo del sistema terrapanel solución 1



Figura 5 – Detalle constructivo del sistema terrapanel solución 2 – con SATE vegetal

3.2. Sistema de testeo de probetas

Previo a la implementación de los ensayos mencionados para el ítem térmico se busca iterar en la incorporación de fibra vegetal y densidad de las pruebas en pequeñas probetas que fueron testeadas con un medidor de transmitancia térmica (TESTO 436 con sonda para medir humedad y temperatura). Para realizar las probetas e iteraciones se desarrolla una cámara adiabática⁷, generando dos zonas separadas al interior de ella, una zona caliente controlada y otra fría. Luego de estas iteraciones se propuso ensayar el sistema constructivo compuesto por dos capas, una de SATE vegetal (sin estructura) afianzado al muro de terrapanel, en el cual se encuentra la estructura de acero.

Se confecciona la cámara adiabática, cuya función es limitar la transferencia de calor entre el interior y el exterior, para la incorporación de probetas que permitan medir la transmitancia térmica de estas. La caja está compuesta por una zona caliente y otra fría, con una diferencia de temperatura de al menos 15°C, entre ambos espacios. Para lograr este requerimiento se utiliza un termostato y una lámpara infrarroja que genera calor en la zona caliente, configurando el termostato a 30°C. En la separación de las zonas se perforó un espacio de 25 x 25 cm, en el cual se insertan las probetas. El tamaño de las muestras se definió según el requisito para la instalación de sondas de medición.

⁶ Tipo ACMA

⁷ El término adiabático hace referencia a volúmenes que impiden la transferencia de calor con el entorno. Una pared aislada se aproxima bastante a un límite adiabático.

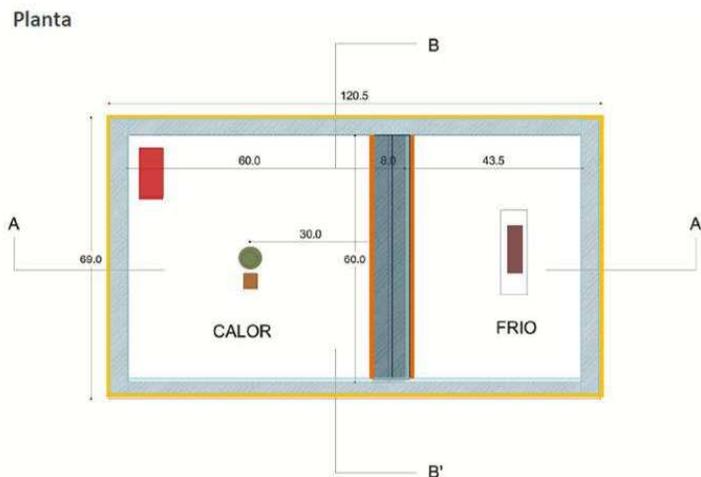


Figura 6 – Diseño en planta de cámara de calor y frío para testeos

Figura 7 – Imágenes de la cámara desde la zona fría

3.3. Definición y desarrollo de probetas: proceso de exploración

Uno de los desafíos planteados durante el proceso de investigación a partir de las propuestas de soluciones para los ensayos fue crear un sistema de aislación térmica que utilizara solo aditivos naturales que tuvieran un ciclo de vida cerrado, es decir, que al terminar su uso pudiera degradarse naturalmente en poco tiempo.



Figura 8 – Imágenes del proceso de integración de fibra vegetal en las probetas

Para poder desarrollar esta idea, se realizaron 38 pruebas de distintas densidades, proceso luego del cual se logró una densidad de 300 kg/m^3 en un espesor de 5 cm para implementar las probetas que luego fueron testeadas con Testo 436. Se realizó el análisis en diez probetas durante diez horas, con mediciones en intervalos de diez minutos. El promedio de mediciones en las diez probetas da como resultado una transmitancia térmica $U = 0,54 \text{ W/m}^2\text{K}$. Para realizar cálculo de la conductividad térmica se utilizan datos de resistencia térmica superficial interior y exterior utilizando como referencia los valores propuestos en Bonet (2003).

Tabla 2.- Resultados promedio probetas

Transmitancia térmica	U	0,54	$\text{W/m}^2 \text{K}$
Resistencia térmica superficial interior	Rsi	0,13	$\text{m}^2 \text{K/W}$
Espesor	E	0,05	m
Resistencia térmica superficial exterior	Rse	0,13	$\text{m}^2 \text{K/W}$
Conductividad térmica	λ	0,03140996	W/m K

3.4. Diseño y fabricación de paneles para pruebas de laboratorio

3.4.1. Fabricación de módulos de terrapanel de 60 x 240 cm

Debido a las condiciones requeridas para la realización de los ensayos en el laboratorio, se propone el diseño del panel de tierra enfocado en el proceso de estandarización, prefabricación y transportabilidad. Este enfoque de diseño plantea la disminución del tiempo de obra, para lo cual se planifica el relleno, montaje y transporte de los paneles. Se diseña en módulos de 60 x 240 cm de manera tal de optimizar el material y permitir que sean transportables y de fácil montaje. Cada panel se rellena de manera manual, para lo cual se utiliza un molde de madera.

3.4.2. Fabricación de módulos SATE vegetal

Para cubrir la superficie total del muro de terrapanel, se fabricaron 60 módulos de 40 x 40 x 5 cm, cuyo desafío mayor radica en mantener un estándar de densidad y rigidez similar en cada uno de los módulos, por lo que se debió idear un sistema para resguardar su replicabilidad.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Se realizaron las pruebas de las dos soluciones de muro modular prefabricado en el laboratorio IDIEM, de acuerdo con los requerimientos específicos que exigía cada ensayo de materiales al que se sometió sistema constructivo: resistencia al fuego, aislación acústica y aislación térmica, con el fin de lograr la certificación normativa.

Para evaluar la resistencia al fuego del sistema constructivo se sometió al estudio de asimilación de resistencia al fuego de muros de acuerdo con el criterio de desempeño de la resistencia al fuego de un tabique divisorio (NCh935/1, 1997); se utilizan ensayos realizados a soluciones similares tanto en horno vertical como en horno de estudio⁸. El resultado obtenido en cuanto a clasificación de resistencia al fuego de todos los muros propuestos es de 180 minutos (F180). Es importante aclarar que este límite guarda relación con la duración de la prueba que fija un límite de 180 minutos de exposición al fuego directo, para cumplir los requerimientos normativos de muros divisorios entre distintas unidades de vivienda, pudiendo ser aún mayor el valor límite del sistema (por un tema presupuestario no se llegó a determinar el límite máximo). Por lo tanto, se concluye que el terrapanel, en sus dos tipos de soluciones propuestas, cumple con lo dispuesto en los artículos 4.3.3 y 4.3.4 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción de Chile en términos de resistencia al fuego y aplicación del sistema en construcciones de diversos destinos según su uso.

En cuanto a la prueba de aislación acústica, realizada de acuerdo con las normas NCh 2785 (2003) y la ISO 717-1 (2013)⁹, sólo cumplió con la normativa la Solución 2, que corresponde al terrapanel con aislante de fibra vegetal incorporado, teniendo un índice de reducción acústica de 47dBA, siendo 45 dBA el mínimo permitido por las normas aludidas.

Por último, el ensayo de conductividad térmica, realizado de acuerdo con la NCh850 (2008), por el método del anillo de guarda (Procedimiento CAI-PP-206)¹⁰ entregó los siguientes resultados:

- a) El módulo terrapanel solución 1 cumple con las exigencias de transmitancia térmica máxima desde la zona térmica 1 a la 5, de las siete zonas térmicas¹¹ definidas por MINVU para el territorio nacional, logrando un $U = 1,218 \text{ W/m}^2\text{K}$ para los 14 cm de espesor;

⁸ Informe N° 1.366.843, DTC/SII (3/10/2019)

⁹ Informe N° ALN_38-A/2019, IDIEM (30/7/2019)

¹⁰ Informe N° 1.366.368, IDIEM (7/8/2019). Disponible en: <http://repositorio.idiem.cl> código RFdYT17181

¹¹ Estas zonas se definen en base al criterio de los grados día de calefacción anuales, en base a información meteorológica de larga data.

- b) El módulo terrapanel solución 2 cumple con las exigencias de transmitancia térmica máxima desde la zona térmica 1 a la 6. Éste se encuentra compuesto por SATE vegetal con 5 cm espesor $U= 1.03 \text{ W/m}^2\text{K}$, y el muro de terrapanel de 8 cm de espesor $U= 1.845 \text{ W/m}^2\text{K}$.

5. CONSIDERACIONES FINALES

Existía la convicción de que el material que se estaba utilizando superaba con creces los estándares de habitabilidad exigidos por la Ordenanza de Urbanismo y Construcción, sin embargo, este saber era sólo un conocimiento empírico. Motivados por convertir el terrapanel en un sistema constructivo que fuera viable técnicamente para una construcción prefabricada, y que permitiera dar cumplimiento a la normativa chilena, se desarrolló una sistematización en la construcción del módulo, con dosificación de los materiales y medidas estandarizadas, además de un proceso constructivo replicable, obteniendo módulos de terrapanel prefabricados y con idénticas características.

Uno de los desafíos propuestos en el proyecto era la estandarización, prefabricación y transportabilidad del sistema constructivo terrapanel. Para lograr este objetivo, se desarrolló de forma específica el diseño de los paneles, para las dos soluciones, de manera tal que sea posible un rápido montaje en obra, esto implicó la elaboración y secado de los paneles en un lugar destino del sitio en que se montaron a través de módulos de 60 x240 cm que se transportaron en un camión de bajo tonelaje al laboratorio, lugar en que se montaron uniendo los módulos para formar un muro.

Se prueban las dos soluciones desarrolladas, la solución 1 que corresponde al sistema constructivo que se venía utilizando desde hace dos décadas, y la solución 2, que se diferencia de la 1 porque incorpora, adosada a la solución 1, un sistema de aislación térmica exterior denominado como SATE vegetal. Este sistema constructivo se desarrolló desde la experiencia obtenida en los sistemas constructivos iniciales, es decir, el módulo que se venía construyendo desde hace años convertido en un módulo prefabricado, el que luego de las primeras pruebas (fase 1 y 2) abrió la expectativa de generar un aumento de aislación térmica. Este desafío implicó la necesidad de llevarlo a un proceso nuevo de experimentación, en el que obviamente se generaron una serie de dificultades con mejores y peores resultados. En primera instancia se experimentó con las diferentes medidas y dosificaciones de materiales, logrando diversos resultados, tanto en la densidad de la probeta, peso, estabilidad y homogeneidad del módulo, ya que en ocasiones se desarmaba fácilmente y en otros casos lograba gran estabilidad y dureza. Luego se experimentó con la modulación de la nueva probeta y el sistema de prensado y secado del módulo, llegando a una sistematización de fabricación del módulo, tanto en las dosificaciones de materiales como en el armado, prensado, secado y acopio de éste. El módulo de SATE vegetal permite, además, ser incorporado como revestimiento para otros sistemas constructivos.

Al módulo final en ambas soluciones se le aplicaron las mediciones de transmitancia térmica, logrando buenos resultados para el uso que se quiere aplicar. Se destaca que los resultados obtenidos en el proceso de experimentación arrojaron que el sistema cumple con lo requerido en la norma chilena en varias zonas climáticas.

Como resultado general de esta investigación, se obtuvieron dos soluciones diferentes del sistema constructivo en base a materiales naturales (tierra, fibra vegetal y agua) y una estructura metálica soportante, que han sido analizados y certificados favorablemente por el IDIEM, cumpliendo el objetivo principal de lograr la certificación en los ensayos de resistencia al fuego (NCh 935/1, 1997), aislación acústica (NCh 2785, 2003; ISO 717-1, 2013) y conductividad térmica (NCh 850, 2008), lo que permite la incorporación del sistema constructivo terrapanel en DITEC.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Bonet, J. S. (2003). Aislamiento térmico en la edificación: el cálculo de la demanda energética como herramienta de diseño. Tarragona: Arquitectes Tècnics de Tarragona

ISO 717-1 (2013). Acoustics — Rating of sound insulation in buildings and of building elements — Part 1: Airborne sound insulation. International Organization for Standardization

NCh 850 (2008). Aislación térmica - Determinación de resistencia térmica en estado estacionario y propiedades relacionadas - Aparato de placa caliente de guarda. Chile: Instituto Nacional de Normalización

NCh 853 (2007). Acondicionamiento térmico. Chile: Instituto Nacional de Normalización

NCh 935/1 (1997). Prevención de incendio en edificios – Ensayo de resistencia al fuego – Parte 1 Elementos de construcción en general. Chile: Instituto Nacional de Normalización

NCh 2785 (2003). Acústica - Medición de aislación acústica en construcciones y elementos de construcción - Mediciones en terreno de la aislación. Chile: Instituto Nacional de Normalización

AUTORES

Francisca Gómez Passi, arquitecta, Universidad Diego Portales (2007), magister en Medio Ambiente y Arquitectura Bioclimática, Universidad Politécnica de Madrid (2012). Colaboradora en Surtierra (2010 – 2021), participo en el desarrollo de proyectos de arquitectura patrimonial y contemporánea, destacando las viviendas “Casa Munita” y “Casa lo Cañas”. En ésta última se desarrolla un estudio de arquitectura bioclimática incorporando estrategias de acondicionamiento pasivo y activo en su diseño desde ventilación pasiva a estudio de captación solar. Actuó como gestora y coordinadora del proyecto de Certificación del Sistema Constructivo Terrapanel (2018-2019).

Patricio Arias, arquitecto titulado y docente de la Universidad de Chile, fundador y director de los estudios/taller: Arias Arquitectos (2008), Surtierra Arquitectura (2007) y Terrawindows (2018). Dedicado principalmente al diseño y construcción de arquitectura contemporánea con tierra, innovando en el desarrollo de sistemas constructivos que respondan a las necesidades actuales, sin limitaciones estructurales ni de diseño, con las prestaciones ambientales de los sistemas tradicionales de tierra. Creador del sistema terrapanel. Dentro de las obras destacadas que ha diseñado y ejecutado con este sistema se encuentra la “Casa Munita”, (Seleccionada en el 1er Concurso Internacional TERRA AWARDS 2016), Recientemente se pueden desatacar las obras de las Casas de Lo Cañas y la Casa de Tunquén. Dentro de esta carrera de trabajo con el material tierra ha desarrollado técnicas de reforzamiento estructural para inmuebles patrimoniales construidos con tierra, ámbito en el que ha realizado el diseño y ejecución de intervenciones patrimoniales llegando a desarrollar 20 proyectos en 12 años. Destacando el proyecto “Restauración y Habilitación Edificio Pulpería de Humberstone”, sitio Patrimonio de la Humanidad, Mención Honrosa en Premio Iberoamericano CICOP Argentina; la Reconstrucción de la Iglesia de Chanco VII Región y la Restauración de las Iglesias de Olivar y de Malloa, en la VI Región. Estuvo a cargo del desarrollo de la pieza central del Pabellón de Chile en la Bienal de Venecia 2018, conformada por 36 distintos bloques de tapial.

Lia Karmelic Visintainer Arquitecta, Universidad de Chile (1999), doctora en Arquitectura y Patrimonio Cultural Ambiental, Universidad de Sevilla (2016). Profesora Asistente, Facultad De Artes Liberales, Centro de Estudios del Patrimonio (CEPA), Universidad Adolfo Ibáñez. Desde el año 2009 trabaja junto a Patricio Arias y Surtierra Arquitectura en diseño de arquitectura contemporánea y patrimonial en tierra. Participando activamente como coordinadora y gestora en todos los proyectos realizados por dichas oficinas, en materia patrimonial y de obras contemporáneas. Destacan los proyectos de gestión de rescate de algunos poblados construidos en tierra ubicados en la VI Región, donde se pueden destacar las intervenciones integrales realizadas en los poblados de Guacarhue, Malloa y Olivar (proyectos seleccionados como obra destacada en la XXI Bienal de Arquitectura de Chile 2019).