

RESULTADOS PROYECTO

Resumen

Al llevar a cabo la metodología, se comprueba que el sistema constructivo tradicional, basado en el uso de piezas de grandes escuadrías, posee una alta resistencia al fuego, perdiendo solo 25mm de espesor en 90 minutos de exposición a llama directa.

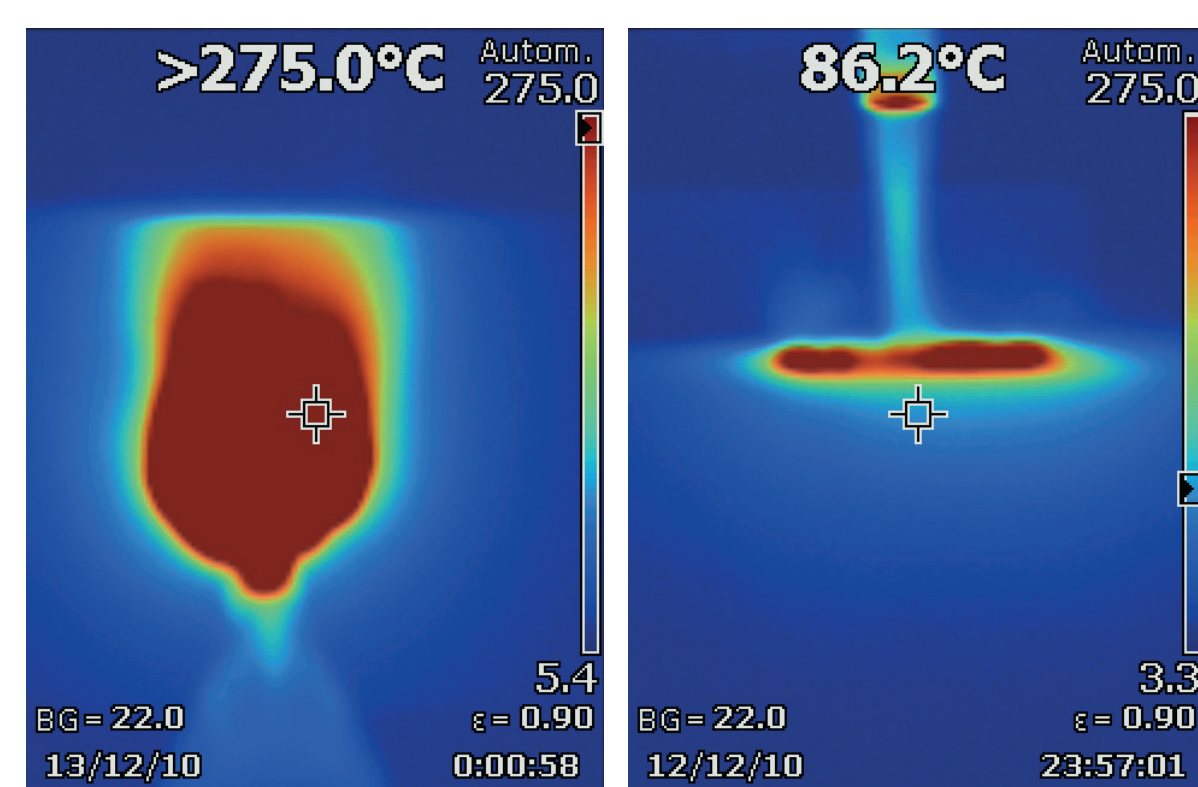
Con respecto a los tratamientos de ignifugación, se obtiene un muy buen resultado con la aplicación de sales ignífugas, las cuales podrían proteger piezas de revestimiento, mobiliario e imagerie.

La protección activa, resulta la más compleja de implementar en el caso de estudio; pues si bien se identifica una solución adecuada, como la implementada en otro Sitio Patrimonio Mundial de similares características en Polonia, las capacidades técnicas para ejecutar y mantener un sistema como este, no están instaladas en las comunidades usuarias de estos templo; a pesar de que en nuestro país existe el desarrollo de sistemas de protección activa orientadas a edificios en altura, tecnología que podría orientarse a la protección de inmuebles patrimoniales.



REVESTIMIENTO EXTERIOR SIN PRODUCTO IGNIFUGO 40 minutos con llama a 15 cms.
 REVESTIMIENTO EXTERIOR CON BARNIZ IGNIFUGO 40 minutos con llama a 15 cms.
 REVESTIMIENTO EXTERIOR CON SALES IGNIFUGAS 40 minutos con llama a 15 cms, se acerca soplete.

Proceso de ensayo en paneles de revestimiento exterior. Fuente: Elaboración propia.



Vista con cámara termográfica, de proceso de ensayos de pieza estructural de coigüe. Fuente: Elaboración propia.

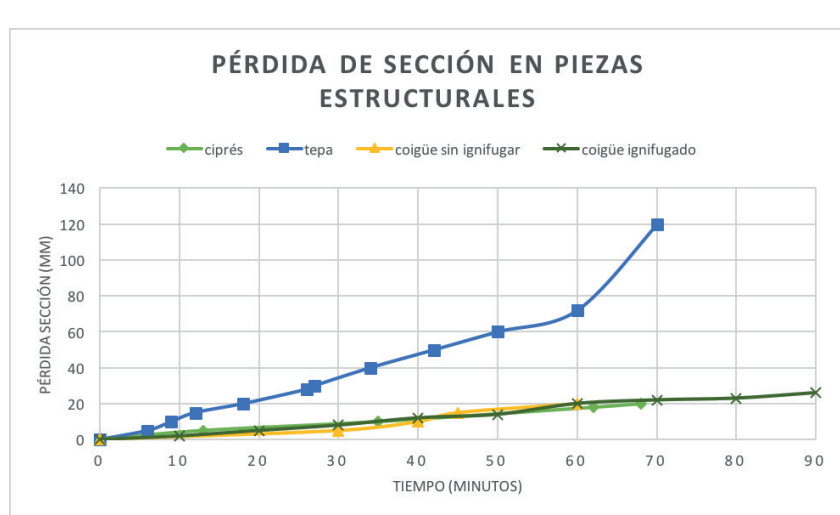


Gráfico de resultados de ensayo en piezas estructurales. Fuente: Elaboración propia.

Índice de carbonización	
Ciprés de las Guaitecas	0,29 (mm/min)
Tepa	1,19 (mm/min)
Coigüe de Chiloé sin ignifugar	0,32 (mm/min)
Coigüe de Chiloé ignifugado	0,28 (mm/min)

Índice de carbonización	
Tepa sin ignifugar	1,08 (mm/min)
Tepa con barniz ignifugo	0,75 (mm/min)
Tepa con sales ignifugas	0,58 (mm/min)

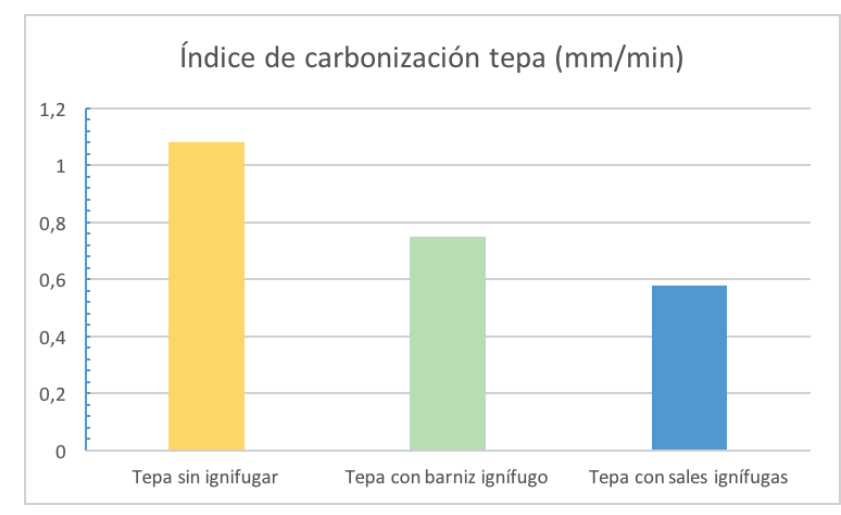
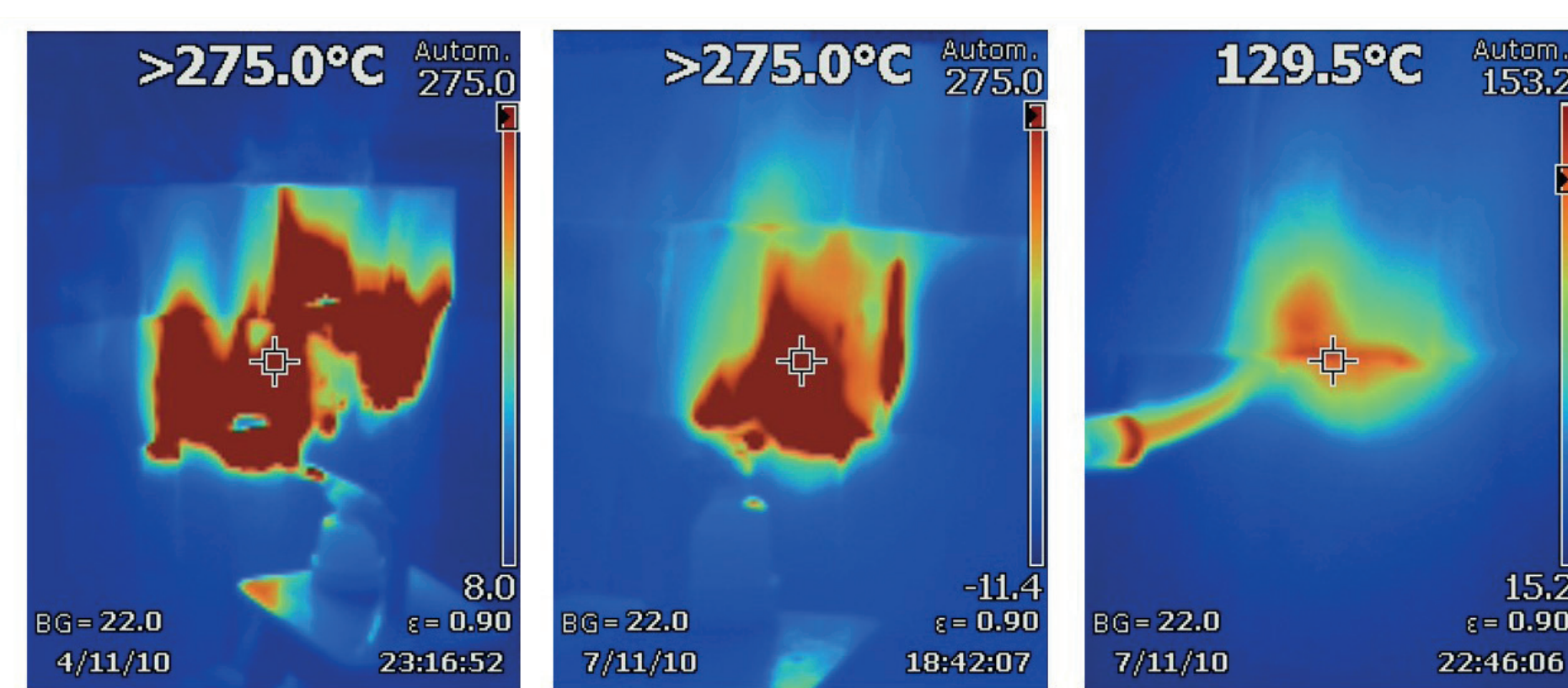


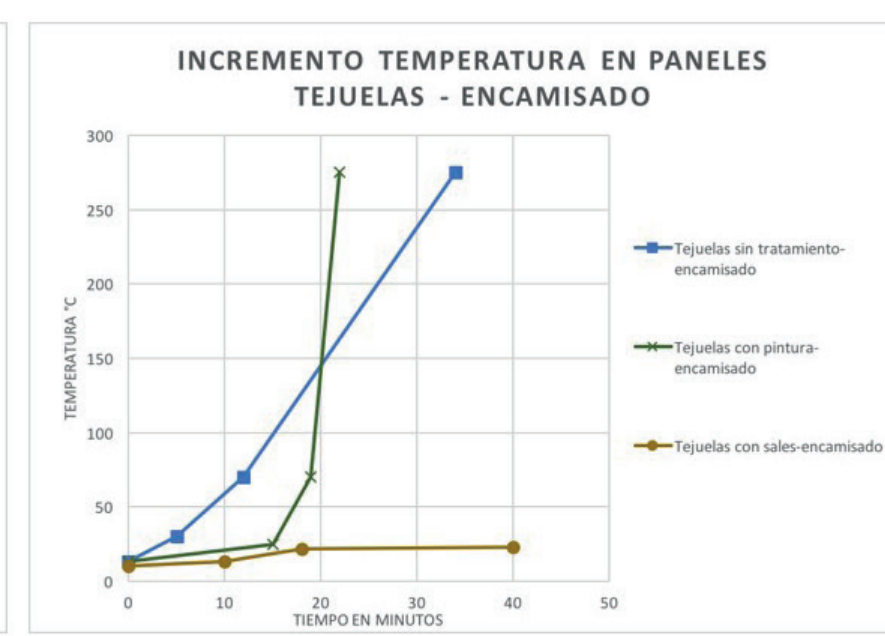
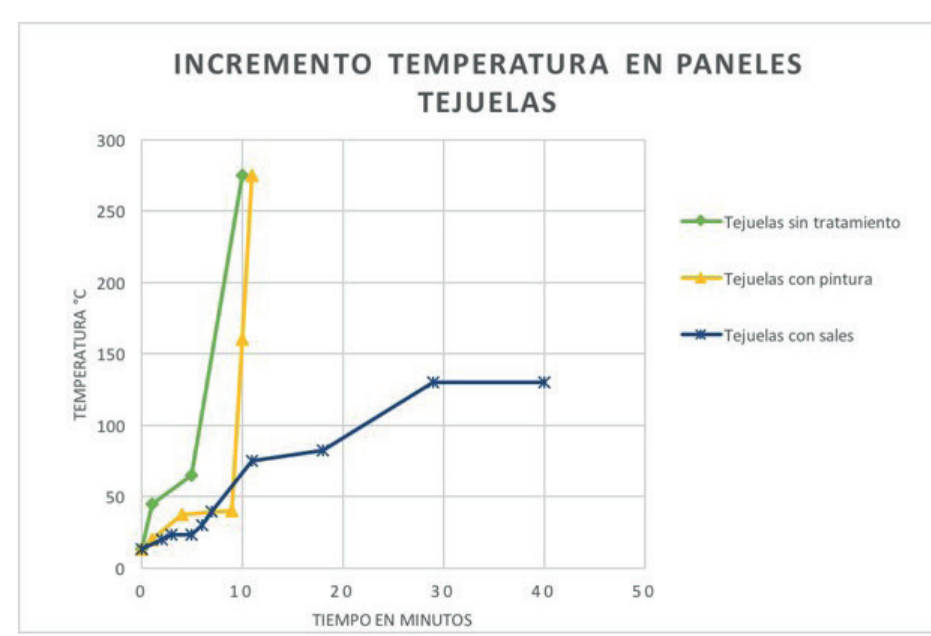
Gráfico de resultados de ensayo de paneles de revestimiento interior de tepa. Fuente: Elaboración propia.



Proceso de ensayo de paneles de revestimiento interior de tepa. Fuente: Elaboración propia.



Vista con cámara termográfica, de proceso de ensayos de paneles de revestimiento exterior. Fuente: Elaboración propia.



Gráfica de resultados de ensayos de tratamientos de ignifugación, obtenidos en paneles de revestimiento exterior. Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

De acuerdo a la hipótesis inicial, se logra corroborar que se cumple el hecho de que la protección de iglesias de madera en Chiloé contra la acción del fuego, estaría dada por la aplicación combinada de sistemas de protección: en cuanto al sistema estructural se planteaba que de forma pasiva por diseño era resistente al fuego en F90; éste resistiría 90 minutos de exposición al fuego, pues de acuerdo a lo medido en los ensayos en piezas estructurales, en 90 minutos perderían 25mm de sección, y dado que las iglesias de Chiloé cuentan con un sistema en base a piezas de grandes escuadrías, sobredimensionado para los requerimientos estructurales, se podría cumplir la hipótesis. Sin embargo, este cumplimiento de la hipótesis estaría fuera de la actual Norma Chilena.

Por otro lado, como otra forma de protección, se plantea que es posible en forma pasiva por tratamientos de ignifugación aplicables a revestimientos; esto se cumpliría para el caso de los revestimientos interiores; sin embargo, para los revestimientos exteriores es necesario incluir una capa que proteja el tratamiento de ignifugación de la acción del agua, por lo cual se deben seguir realizando ensayos sumando productos impermeabilizantes. Durante el proceso de investigación, se visualiza la necesidad de no sólo proteger los revestimientos con métodos de ignifugación, sino también muebles, telas y otros elementos que existan, ya que son éstos los que contribuyen a aumentar la carga combustible de estos inmuebles.

También la hipótesis planteaba que era posible la protección contra incendio en forma activa con la incorporación de sistemas de detección temprana (que permita llegada de bomberos o activación de rociadores), que no alteren arquitectura del bien; si bien no existe un mecanismo con accesorios diminutos o de mínimo impacto, se visualizan distintas opciones compatibles con la arquitectura de estos inmuebles, las mejores no disponibles en nuestro país. El principal problema de estos sistemas, no está en su forma o dimensión, sino en la necesidad de capacitar a quienes los mantengan, y la falta de profesionales o técnicos adecuados que los instalen, pues como se visualizó en el diagnóstico de la muestra, en aquellos casos con sistemas básicos de detección de incendios, no pudieron ser operados correctamente, dejando entrever uno de los mayores problemas en la gestión de un patrimonio en uso.

Bibliografía

Arriaga, F., Peraza, F., Esteban, M., Bobadilla, I. & García, F. Intervención en Estructuras de Madera. Madrid, Aitim, 2002

Buchanan, A. H. (2000). Fire performance of timber construction. Progress in Structural Engineering and Materials, 2, 278–289. [https://doi.org/10.1002/1528-2716\(200007/09\)2:3<278::AID-PSE33>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/1528-2716(200007/09)2:3<278::AID-PSE33>3.0.CO;2-P).

Frangi, A., Erchinger, C., & Fontana, M. (2008). Charring model for timber frame floor assemblies with void cavities. Fire Safety Journal, 43, 551–564. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2007.12.009>

Frangi, A., Fontana, M., Hugi, E., & Jübstl, R. (2009). Experimental analysis of cross-laminated timber panels in fire. Fire Safety Journal, 44, 1078–1087. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2009.07.007>

Lowden L., Hull T. (2013). Flammability behaviour of wood and review of the methods for its reduction.

Nakajima, A. (2010). Fire resistance of traditional timber post and beam construction an experimental and modeling study.

Peraza F. (2001). Protección preventiva de la madera, Madrid.

Agradecimientos

En primer lugar, agradecer a mi familia por el apoyo constante en cada una de mis decisiones, y desde muy pequeña incentivar en mí, las ansias por aprender siempre un poco más.

A mis profesores del magíster, que fueron dejando su huella, gracias a los distintos conocimientos entregados. Destacar de manera especial el rol del profesor Ricardo Hempel, director del magíster, quien no sólo se conformó con entregar los contenidos del programa en Chile, sino también nos apoyó para llevarnos de gira a Alemania, Suiza y Austria, junto al profesor Kurt Schwaner, una experiencia académica que agradezco profundamente, pues es imposible de realizar de forma independiente. En especial a la profesora Cecilia Poblete, mi profesora guía, a quien años antes de ingresar al magíster conocí en el ejercicio profesional en la Fundación Amigos de las Iglesias de Chiloé, y desde ese entonces nos llenaba de historias sobre este magíster.

A todos quienes me ayudaron en la búsqueda de información y bibliografía, tarea nada de fácil cuando desde una isla al final del mundo se quiere obtener los últimos artículos sobre el tema; al profesor Schwaner que me entregó varios artículos publicados Alemania y Suiza; a mi amiga Valentina Abufhele que, desde su universidad en New York pudo obtener varios artículos que desde las bases de datos a las que tenía acceso; a don Humberto Molina, Superintendente de Cuerpos de Bomberos de Castro, por compartir sus conocimientos conmigo.