

RESULTADOS PROYECTO

Resumen

En esta sección se presentan los resultados provenientes de dos tipos de análisis de los métodos analíticos estudiados.

En primer lugar, se estudiaron ejemplos hipotéticos de paneles de MCL, con el fin de, para el caso del Criterio (I) & (E), observar la influencia de la cantidad de láminas en la resistencia (I) & (E) del elemento, y para el caso del Criterio (R), observar el comportamiento al fuego de la capacidad portante del elemento en función del tiempo, según cada método presentado.

En el siguiente *Gráfico 1*, cada curva representa un panel de MLC de un espesor específico, mostrando la resistencia de este en medida que varía el número de capas que lo conforman.

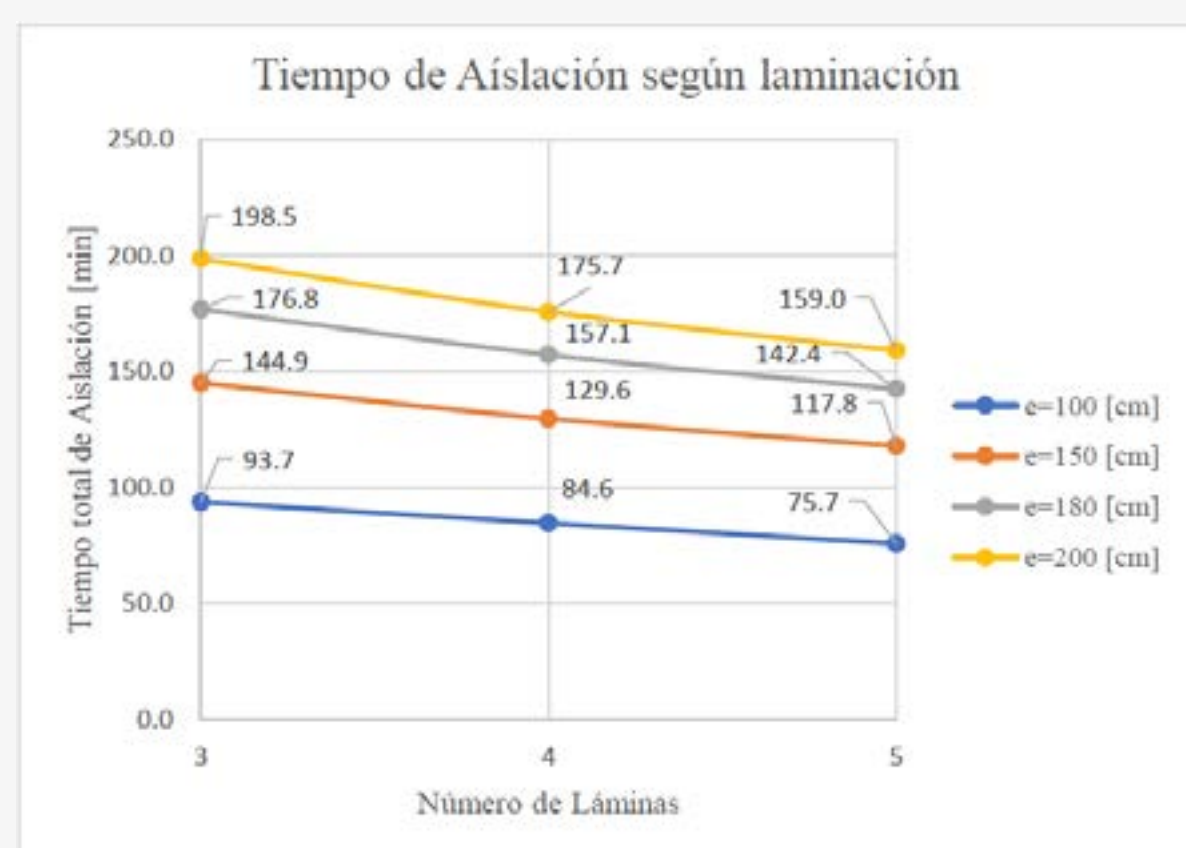


Gráfico 1.- Variación de resistencia E & I según laminación del panel.

En los *Gráficos 2 y 3* se muestra la variación porcentual de la resistencia de paneles, como porcentaje de su resistencia inicial, un paneles de MCL de 3 y 5 capas.

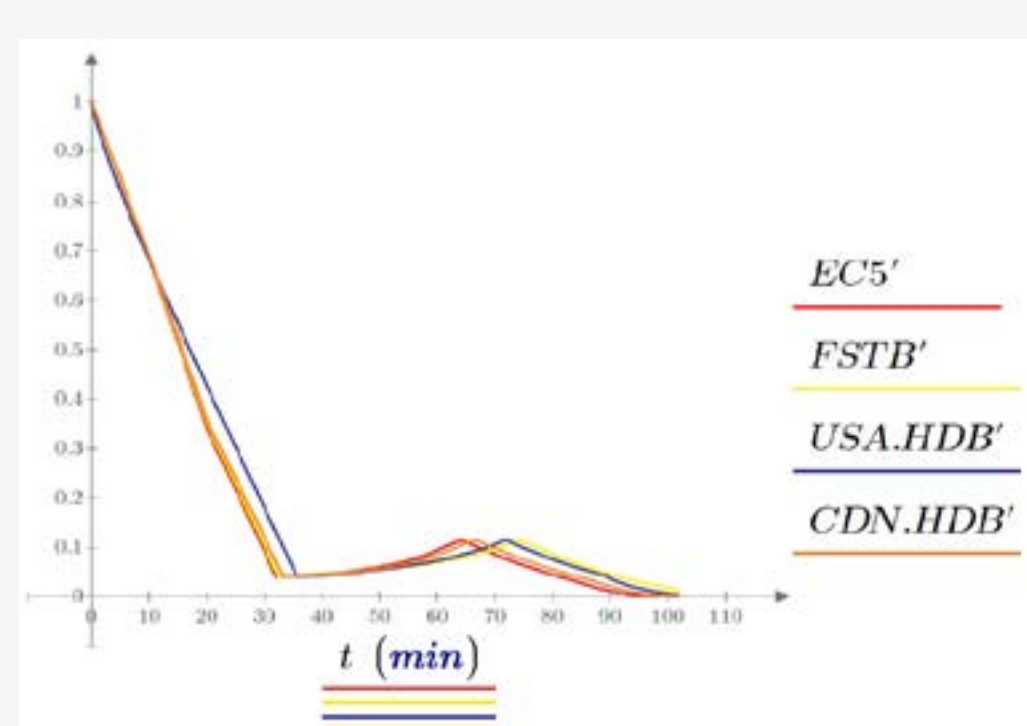


Gráfico 2.- Resistencia al Fuego (R) de Losa de MCL de 3 capas de 30 [mm] en el tiempo, como porcentaje de la resistencia inicial.

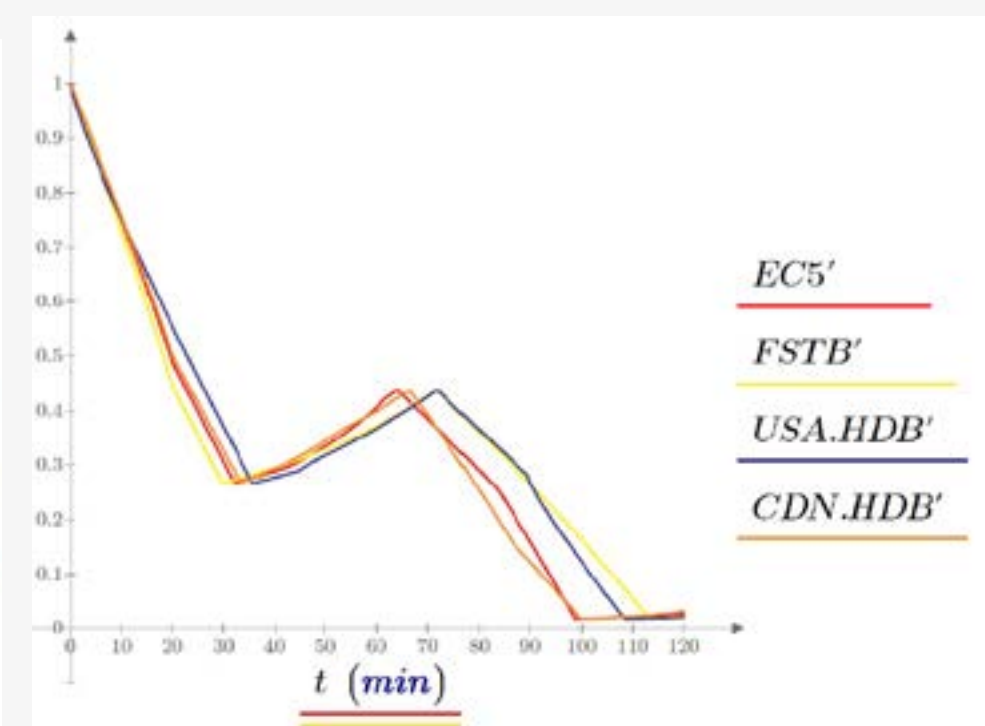


Gráfico 3.- Resistencia al Fuego (R) de Losa de MCL de 5 capas de 30 [mm] en el tiempo, como porcentaje de la resistencia inicial.

En el segundo tipo de análisis, se utilizaron los métodos estudiados en el punto anterior, pero esta vez aplicados sobre ensayos reales realizados en las dependencias del IDIEM, que consistieron en un muro y uno losa de piso, ambos de espesor 10 [cm] conformado por 3 capas.

Las dimensiones del muro estudiado son: 2,4 [m] x 2,2 [m]. Los resultados teóricos y experimentales se muestran a continuación:

Tabla 1.- Resistencia al fuego según Criterio de Capacidad Portante (R) - Muro.

Referencia	Tiempo [min]
EC5 [CEN, 2004]	94,5
FSTB [Östman et al., 2010]	98,1
CDN-HDB [Dagenias, 2011]	102
USA-HDB [Dagenias and White, 2013]	106,8

Tabla 2.- Resistencia al fuego según Criterio de Aislación (I) e Integridad (E) - Muro.

Referencia	Tiempo [min]
FSTB [Östman et al., 2010]	92,7
J & W [Janssens and White, 1994]	135

El ensayo se detuvo a los 62 [min], dado que se observó emisión de gases inflamables en la zona superior de la probeta.

Las dimensiones del muro estudiado son: 3,5 [m] x 4,5 [m]. Los resultados teóricos y experimentales se muestran a continuación:

Tabla 3.- Resistencia al fuego según Criterio de Capacidad Portante (R) - Losa.

Referencia	Tiempo [min]
EC5 [CEN, 2004]	32,7
FSTB [Östman et al., 2010]	32,7
CDN-HDB [Dagenias, 2011]	35,4
USA-HDB [Dagenias and White, 2013]	38,7

Tabla 4.- Resistencia al fuego según Criterio de Aislación (I) e Integridad (E) - Losa.

Referencia	Tiempo [min]
FSTB [Östman et al., 2010]	92,7
J & W [Janssens and White, 1994]	133,8

El ensayo se detuvo a los 27 [min], dado que se observó emisión de gases inflamables en la zona central de la probeta.

Siguiendo con la división de los resultados según tipo de análisis, la sección *Conclusiones* se dividirá también en 2 partes.

Conclusiones

Del análisis de paneles hipotéticos, se observa que:

- Con respecto al Criterio (I) & (E), que en FSTB [Östman et al., 2010] se tratan en conjunto como un Criterio (EI), se reconoce una clara dependencia del tiempo en que se cumple este criterio con la cantidad de láminas que conforman el panel, el cual disminuye en medida que aumenta el número de láminas, es decir, un panel de 120 [mm] conformado por 3 capas de 40 [mm] resiste más, según el Criterio (EI), que uno conformado por 4 capas de 30 [mm].
- Se aprecia que los paneles de MCL conformados por 3 capas pierden su capacidad resistente porcentualmente más rápido que los conformados por 5 capas, esto es de esperar, ya que en los primeros minutos de la exposición al fuego en el primer caso el panel pierde 1 de sus 2 capas que trabajan en el eje fuerte, mientras que en el segundo caso se pierde 1 de 3 capas que trabajan en el eje fuerte.

Del análisis teórico experimental, se observa que:

- En ambos casos, muro y losa de piso ensayadas, se estimó que primero fallaría la capacidad portante (R) antes que la aislación (EI) de los elementos.

- En ambos ensayos la causa de falla del elemento fue causada por emisión de gases inflamables, se detuvieron a los 62 y 27 [min], por lo que no se pudo corroborar la estimación realizada para cada elemento (en promedio 103 [min] y 36 [min], para el muro y la losa respectivamente). Se confirma que la falla por el Criterio (EI) esta lejos de ocurrir, ya que en ningún caso el aumento de temperatura de la cara no expuesta superó los 100°C, por lo que se aconseja elegir con precaución los materiales que se utilizarán para aislar, por ejemplo, la humedad del compartimiento, ya que podrían presentar la falla ocurrida en estos casos, disminuyendo la resistencia del panel.

Los resultados concuerdan con lo que se aprecia en la literatura, la falla de aislamiento es poco probable que sea una preocupación para los paneles de MCL antes de la integridad o falla estructural, las temperaturas más allá del frente de carbonización disminuyen rápidamente a la temperatura ambiente.

Se hace énfasis en que el tiempo de resistencia al fuego determinado en los ensayos, esta ligado estrictamente a la carga a la cual se ensayó (la exigida por la NCh935), por lo que de tener que enfrentarse a una carga distinta a la ensayada, el ingeniero calculista deberá realizar el diseño correspondiente a dicha carga.

Bibliografía

[CEN, 2004] CEN, E. (2004). Eurocode 5—Design of timber structures, Part 1–2: General— Structural fire design. Brussels.

[Östman et al., 2010] Östman, B., Mikkola, E., Stein, R., Frangi, A., König, J., Dhima, D., Hakkarainen, T., and Bregulla, J. (2010). Fire safety in timber buildings-technical guideline for europe. SP Report 2010:19, Stockholm.

[Dagenias, 2011] Dagenias, C. (2011). The Canadian Edition of the Cross Laminated Timber Handbook. Special Publication SP-529E.

[Dagenias and White, 2013] Dagenias, C. and White, R. H. (2013). The U.S. Edition of the Cross Laminated Timber Handbook, chapter 8. Special Publication SP-529E.

Agradecimientos

Agradezco a la Unidad de Ensayos – Fuego y Habitabilidad del IDIEM, por otorgarme los ensayos a analizar en este trabajo.

Al ser este el trabajo culmine de mi carrera universitaria, le agradezco a los Profesores que me motivaron, y mi Familia que me acompaño durante este largo camino.