



# CONSTRUCCIÓN

EN MADERA

**Centro UC**  
de Innovación  
en Madera



# ¿Cómo se han pensado hasta ahora las estrategias de Protección Contra Incendios (PCI) en la madera?

Cuando se piensa en Protección Contra Incendios (PCI) y las estrategias para ejecutarlas de manera segura, normalmente se trabaja en base a premisas típicas como la existencia de un foco único de fuego y la estimación de parámetros como la **velocidad de propagación** y la **tasa de liberación de calor** en relación al mobiliario combustible.

Esto lleva a que, normalmente, el diseño de una estructura apunte a generar un *burn out* como PCI, **que el incendio se consuma en sí mismo y autoextinga.**

*La investigación actual trabaja en poder **determinar si la construcción estructural en madera es capaz de generar esta autoextinción por sí sola, en qué circunstancias, y bajo qué parámetros de seguridad.***

Actualmente, existen dos métodos para garantizar la seguridad de la madera ante eventos de fuego: el **sobredimensionamiento de los elementos** de madera, que permite la formación de una capa de carbonización que actúa como una capa de sacrificio protegiendo la integridad estructural del elemento al quemarse, y la **encapsulación**

**con placas de revestimiento protectoras**, que retrasan la acción directa del fuego, proporcionando la resistencia al fuego deseada y enfrentando el incendio en lugar de la madera. **Ambos métodos se consideran parte de lo que la normativa chilena denomina “Protección pasiva”.**



Muestra de CLT (madera contralaminada) sobredimensionada



Ensayo de exposición al fuego con madera CLT (Madera contralaminada)

## ¿Cómo funciona la normativa actual en material de seguridad contra incendios?

El instrumento que regula y reúne los requisitos mínimos que debe cumplir una edificación en el país es la **Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, conocida como OGUC**.

**El capítulo 4.3 del texto, titulado “De las condiciones de seguridad contra incendio” es la normativa basal sobre PCIs en Chile**, donde se explican los cuatro objetivos que debe tener el diseño de un edificio: el fácil salvamento de los ocupantes, la reducción del riesgo de incendio, evitar la propagación del fuego dentro y fuera del edificio, y la facilitación de la extinción del fuego. De estas cuatro metas, la primera es la más importante a aplicar, para lo cual se exige que cada solución constructiva cuente con una resistencia mínima denominada “F”.

*“F” refiere exactamente a la cantidad de minutos que deben resistirse en caso de incendio. Su utilización está delimitada dentro de la normativa según múltiples factores, los que permiten que vaya desde los 15 a los 180 minutos.*

Para definir un F, se tienen en consideración parámetros como el tipo de elemento constructivo (muros, escaleras, techumbres, etc), el destino o

uso de la estructura (vivienda, oficinas, comercio, etc.), y el número de pisos.

Hay otros factores que pueden tener relevancia según el contexto de cada edificación y sus necesidades. Dentro de esta categoría encuentran: la superficie construida y la relación del número máximo de personas por metro cuadrado de superficie útil, señalado en la ordenanza como carga de ocupación.

*El hecho de que **el foco de la seguridad contra fuego sea el salvamento de sus ocupantes** abre la puerta al uso de madera en construcción estructural, exigiendo que la solución a utilizarse demuestre su capacidad de alcanzar el estándar requerido.*

**Para esto, cada solución en madera debe ser ensayada**, para lo cual se ocupa un artefacto similar a un horno de gran envergadura, que cuenta con 3 caras de muros y una cara descubierta. En esta cara se instala la solución constructiva.

**El horno simula un incendio al tener una curva de temperatura en el tiempo que le permite alcanzar alrededor de 1000°C en 120 minutos.**

Una vez en este, se medirán 4 parámetros para la solución: colapso, paso de gases inflamables a la cara de la solución no expuesta al fuego, escape del fuego fuera del horno, y temperatura superficial de la solución constructiva.





Medición de temperatura en ensayo de exposición al fuego con madera CLT (Madera contralaminada)

Una solución reprueba su ensayo cuando colapsa al ser sometida a un peso tras la simulación de fuego, se registra salida de gases desde el horno, cuando se registra salida de fuego desde el horno, o cuando no se cumple con la variable de temperatura en alguna de estas tres formas:

- La temperatura media de toda la superficie de la solución es superior a la temperatura inicial del ensayo en 140°C.
- La temperatura de un punto de la solución es 180°C mayor a la que tenía al iniciar el ensayo. Cuando la temperatura de un punto de la superficie es mayor a 220°C, sin importar la temperatura al inicio del ensayo.

Estas variables implican el fallo en todos los materiales en que se pueda construir una solución constructiva.

Todas las soluciones constructivas deben cumplir con su respectivo F, independiente de los materiales de construcción que la compongan.

## ¿Qué es la autoextinción, y de qué depende su éxito?

La autoextinción como PCI para madera está en fase de desarrollo, donde investigadores y expertos como el equipo de CENAMAD avanzan en investigar los mecanismos de propagación del fuego en estas estructuras, su aplicabilidad en escala macro (compartimentos y edificaciones), y caracterizar el flujo de calor en compartimentos de madera.

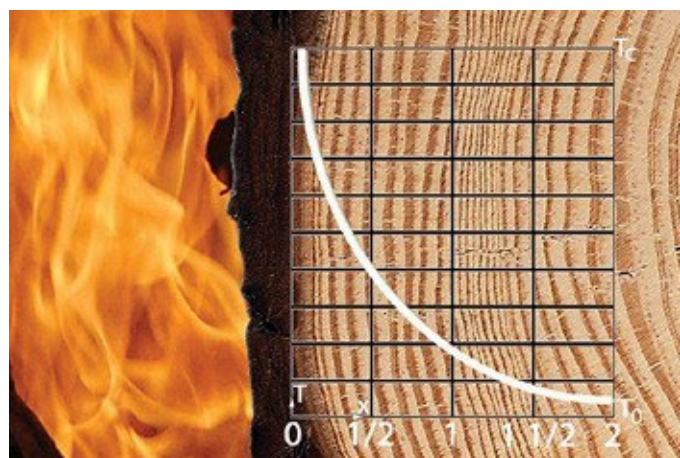


Ilustración que muestra un gradiente típico de temperatura tiempo a través de madera maciza en condiciones de incendio



*Hasta el momento, se puede hablar de la autoextinción como algo aplicable a escala de material. Es una propiedad única que posee la madera, y que deriva del balance energético de la capa de carbón superficial que genera.*

Debido a esto, el enfriamiento de la superficie carbonizada de la madera debe poder enfriarse para alcanzar la autoextinción. Otros procesos también son importantísimos para lograr este estado, como evitar que ocurra una delaminación que separe la capa carbonizada de la madera aún intacta, para no permitir una nueva combustión.

La capacidad de autoextinción a escala macro de la madera, compartimentos y estructuras, depende significativamente del mecanismo de propagación de éstas.

**Existen dos grandes mecanismos de propagación,** que se diferencian entre sí por su potencial de propagación y la visión con que se proyecta el avance del fuego.

El primero, **enfoque tradicional,** piensa la propagación del fuego por modos como la creación de fallas estructurales y conductividad, dado que su foco es al potencial destructivo de propagación.

El **enfoque contemporáneo,** en cambio, visualiza la propagación del fuego a partir de puertas abiertas y ventanas gracias a su enfoque convectivo.

La identificación de estos enfoques y potenciales nos muestran múltiples factores que cobran relevancia al pensar en la aplicación de la madera y su autoextinción como PCI:

- Cambios en el campo del flujo
- Cambios en la tasa de combustión
- Cambios en las llamas externas
- Incremento del potencial de propagación

## **Bibliografía:**

Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, OGUC, (1992).

CENAMAD (2023), "Seguridad contra fuego: nuevas estrategias para la construcción con madera".