

Estabilidad frente al fuego

COMPORTAMIENTO Y REQUISITOS DE ESTABILIDAD DE ESTRUCTURAS DE MADERA FRENTE AL FUEGO
J.KÖNIG DEL TRATEK (INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE TECNOLOGÍA DE LA MADERA DE SUECIA)

Durante los últimos años se han introducido en algunos países nuevos reglamentos del comportamiento de los edificios que incluyen requisitos funcionales y la comprobación de la estructura. Estos reglamentos abren nuevas aplicaciones, especialmente para la construcción en madera, con respecto al fuego.

Para poder aprovecharnos de estas nuevas posibilidades es necesario verificar que la seguridad de los edificios de madera es por lo menos igual a la de los edificios construidos con otros elementos.

Tradicionalmente los ensayos de las estructuras de madera frente al fuego se realizaban de acuerdo con la norma ISO 834, que permite cuantificar o clasificar los valores de la "resistencia al fuego" en función del tiempo. En los reglamentos de la mayoría de los países se describe que deben utilizarse "las curvas estándar del fuego". Solamente en dos países, Suecia y Dinamarca, los reglamentos permiten la utilización

de "curvas paramétricas del fuego", las cuales permiten determinar con mayor exactitud los posibles tipos de fuego y los requisitos requeridos para la seguridad frente a un incendio (Figura 1). No resulta descabellado pensar que otros países sigan este enfoque, ya que la Directiva Europea de la Construcción y los Documentos Interpretativos refuerzan esta filosofía. El Eurocódigo 1 "Bases de cálculo y Acciones sobre las estructuras" incluye las curvas paramétricas de fuego aunque su utilización es escasa.

La mayoría de los reglamentos sólo incluyen la seguridad de las personas, de los cuerpos de bomberos y de terceras partes, y no se

menciona los bienes u objetos incluidos dentro del edificio. Solamente el reglamento de Noruega incluye la seguridad de la propiedad.

Las medidas de protección contra el fuego se dividen en:

- medidas activas (por ejemplo los rociadores (sprinklers))

- medidas pasivas

- (- la acción de los cuerpos de bomberos)

De forma general y en relación con la protección pasiva, el cálculo de la estructura frente al fuego incluye la verificación de:

- la separación funcional de los sectores de incendio y

- la estabilidad de la estructura de los sectores de incendio y otras partes esenciales de la estructura

La separación funcional de los sectores de incendio es primordial para que no se extienda el fuego por el resto del edificio y para que los ocupantes del edificio puedan escapar o ser rescatados. Para que se mantenga la separación funcional, la estructura no debe colapsarse durante el período de tiempo establecido, independientemente de que esté o no soportando cargas. La capacidad resistente de la estructura durante un tiempo superior al definido en la "resistencia al fuego" es importante para el trabajo de los cuerpos de bomberos y para la minimizar la pérdida de los bienes y propiedades que están en el interior del edificio.

En la mayoría de los países la seguridad frente al fuego se consigue combinando las medidas activas, las medidas pasivas y la acción de los cuerpos de bomberos.

Escenarios

Para satisfacer los requisitos con respecto a la "resistencia al fuego", los elementos que soportan cargas deben mantener su estabilidad estructural durante el tiempo requerido. En relación con el posible fallo de la estructura se deberían considerar los



Figura 1.- Ejemplos de curvas paramétricas con diferentes ratios de carga de fuego y otros factores que representan diferentes tipos de fuego y su comparación con la curva de fuego estándar.



Figura 2. Capacidad portante - Tiempo

siguientes escenarios:

- Escenario 1:

La pérdida de estabilidad de parte de la estructura lleva al colapso de toda la estructura. Normalmente se aplica a edificios de baja altura con una o dos plantas, en los cuales sus ocupantes pueden escapar fácilmente, la protección de los bienes y las propiedades tiene poca importancia y los edificios colindantes no se ven afectados por el fallo.

- Escenario 2:

La pérdida de estabilidad de parte de la estructura lleva al colapso parcial de la estructura. Se aplica a edificios de media altura, en los cuales sus ocupantes pueden escapar fácilmente, la protección de los bienes y las propiedades tiene una importancia relativa y los edificios colindantes no se ven afectados por el fallo.

- Escenario 3:

La pérdida de estabilidad de parte de la estructura está limitada a la zona correspondiente al sector de incendio donde se ha originado el fuego. La estabilidad estructural del resto de la estructura no se ve afectada. Se aplica a edificios de media altura, en los cuales sus ocupantes pueden escapar o ser rescatados fácilmente, la protección de los bienes y las propiedades tiene bastante importancia y los edificios colindantes pueden verse seriamente dañados de forma parcial o total por el fallo.

- Escenario 4:

En las zonas donde no se ha producido el incendio no se produce pérdida de estabilidad de la estructura que pueda causar colapso. La estructura puede soportar un incendio completo sin la intervención del cuerpo de bomberos.

En la mayoría de los reglamentos los requisitos de comportamiento se especifican en términos de "tiempos de resistencia al fuego estándar" sin tener en cuenta los posibles escenarios que se acaban de mencionar. Si los arquitectos no disponen de información sobre los requisitos funcionales, será muy difícil que puedan incorporarlos en los diseños.

Con el objeto de limitar las consecuencias de un colapso parcial después del período de tiempo de resistencia al fuego requerido, el daño producido no debe provocar el colapso total de la estructura. La estrategia consiste en conseguir que otros elementos de la estructura soporten las cargas de la zona afecta. Los requisitos funcionales más estrictos se refieren a la supervivencia del edificio después de un incendio sin la intervención de los cuerpos de bomberos.

Este escenario incluye el período de enfriamiento, en el que hay que tener en cuenta que el interior de algunos muros pueden continuar ardiendo y provocar el fallo de la estructura. En los edificios de madera se puede cumplir este requisito protegiendo totalmente la estructura de madera. Esta medida es relativamente costosa, ya que requiere emplear 3 capas de tableros de yeso, y origina que los edificios de madera no sean competitivos. En Suecia, uno de los países líderes en la utilización de "escenarios de fuego no estandarizados", se permite tener en cuenta en el cálculo el escenario del fuego correspondiente utilizando las "curvas paramétricas" de la figura 1. En la figura 2 se comparan estructuras elaboradas con diferentes materiales (1 = acero; 2 = madera sin protección; 3 madera totalmente protegida).



Figura 3. Valoración de los criterios de cálculo en relación con el fallo de la estructura.

Utilizando estos métodos alternativos, que son conservativos, se pueden construir estructuras más económicas. Una estructura de acero (curva 1) podrá sobrevivir a un incendio total si no sobrepasa el punto de mayor pérdida de capacidad portante - tiempo. En el caso de la madera sin protección (curva 2) seguirá conservando su capacidad portante durante un cierto tiempo, pero si no se produce la intervención de los cuerpos de bomberos terminará fallando.

Propuesta para el procedimiento de cálculo de fuegos paramétricos

En general, se puede decir que la resistencia de cálculo (R) ha de ser superior a la resistencia originada por la acción (E). En la figura 3 se ilustra para el caso de una estructura de acero y para el de una de madera, en el que el tiempo indica cuando se produce el fallo. La

estructura de acero superará la acción de un incendio total mientras que la de madera irá perdiendo resistencia y fallará si se sobrepasa el tiempo ($t_{u,d}$).

Actualmente es difícil saber los tiempos críticos ya que no se especifican en los reglamentos, y es necesario realizar ensayos y proyectos de investigación para poder determinarlos.

Consideraciones especiales

En el caso de incendios en edificios de madera, la función de los revestimientos es evitar o disminuir la acción del fuego y su grado de protección depende de los requisitos de funcionamiento. Los tableros de yeso son los que se utilizan habitualmente y su función se optimiza si se consigue que no se desprendan. En los ensayos se ha observado que estructuras de madera que estaban protegidas con tableros

de yeso y a las que se les quitaban estos tableros después de realizar el ensayo seguían ardiendo (aunque la temperatura alcanzada había sido inferior a 200°C). Esto nos indica que después de un incendio es necesario eliminar los recubrimientos de yeso para comprobar si la estructura de madera está ardiendo en su interior.

Conclusiones

La utilización de estructuras con entramados ligeros de madera requiere una mejor comprensión de su comportamiento frente al fuego y unos reglamentos menos estrictos. Además se deberían analizar los riesgos potenciales de colapso después del incendio ■