

Timber Frame 2000

ENJILY, V. (BRE) Y PALMER, S. & PITTS, G. (TTL)

Se trata de un proyecto ambicioso para el desarrollo y conocimiento de la construcción de edificios de media altura con entramado de madera, que cuenta con una participación de numerosas empresas del sector de la construcción y que está dirigido por el Building Research Establishment (BRE) y el TRADA Technology Limited (TTL).

La construcción de viviendas con entramado de madera, hasta tres plantas de altura, representa entre el 8 y el 10% del mercado en Inglaterra y Gales y entre el 45 y el 50% en Escocia. La construcción de edificios de cuatro plantas ha sido habitual desde mediados del siglo XVIII para diversos usos. A su vez la normativa Británica ha ido renovándose para adaptarse a tales prácticas. Sin embargo, en ciertos aspectos las recomendaciones de la norma actual han sido obtenidas por extrapolación. De esta forma se considera vital la existencia de una norma que contemple la edificación de cinco o más plantas con entramado de madera. Este fue el origen de

este proyecto cuyas bases se terminaron en octubre de 1995. Tiene dos fases: la primera tenía por objetivo establecer un programa de trabajo para la segunda fase, incluyendo el proyecto detallado de un edificio a utilizar como banco de ensayos: la segunda fase comprendía la construcción de este edificio-probeta, de seis alturas, así como la elaboración de guías y normas de construcción, proyecto y cálculo de la edificación en media altura. Hasta hace pocos años la reglamentación sobre incendios en el Reino Unido limitaba la edificación con madera a tres alturas, (salvo excepciones con requisitos muy especiales). Sin embargo, en 1991 se modificó la normativa en Inglaterra y Gales (no así en Escocia), permitiendo la construcción de edificios de hasta ocho alturas, sin otros requisitos adicionales a los que existían para los edificios de tres plantas (una hora de resistencia al fuego). Después de un estudio sobre siete edificios de cinco plantas, durante 1994 y 95, en el que se exploraron los aspectos en los que existía falta

de información, se llegó a determinar la estrategia del proyecto TF 2000.

El proyecto consta de dos fases; la primera, ya terminada y se ha comenzado la segunda que tiene como objetivo garantizar y equilibrar la economía con la seguridad, en edificios con entramado de madera con más de 4 plantas. Los análisis y ensayos realizados se resumen a continuación.

Mercado

En un estudio de mercado sobre las posibilidades de los edificios de media altura, realizado

Mercado para edificios de media altura:

Edificios de 3 plantas:	34%
" " 4 " :	25%
" " 5 " :	12%
" " 6 " :	4%
" " 7 " :	1%
" " 8 " :	1%
Edificio de 9 plantas o más:	23%

Mercado potencial para edificios entramados de madera

Edificios de 3 plantas:	45%
" " 4 " :	33%
" " 5 " :	15%
" " 6 " :	5%
" " 7 " :	1%
" " 8 " :	1%

sobre 10 ciudades británicas, se identificaron 100 edificios recientemente construidos, con 3 ó más plantas en cada una de las ciudades.

Existen, por tanto, fuertes indicaciones de que la edificación con entramado de madera de 3 y 4 plantas es en la actualidad aceptada. Sin embargo, para la introducción de las edificaciones de 5 ó 6 plantas existen barreras tales como:

- La normativa. En Escocia se limita la altura a 11 m cuando los forjados están contruidos con materiales combustibles.
- Costos de construcción. Por encima de cuatro plantas se debe tener en cuenta el "colapso desproporcionado" (acciones accidentales tales como las explosiones de gas) y la necesidad de incluir ascensor.
- Mercado. En la actualidad el mercado se encuentra entre 3 y 6 plantas, mientras que el rango de 7 a 8 plantas sólo representa un porcentaje muy bajo.
- Desconocimiento. La mayoría de los arquitectos, inversores, constructores y fabricantes del Reino Unido no cono-

cen las capacidades y beneficios potenciales de la construcción con madera.

Características del edificio probeta

El edificio tiene un diseño sencillo, sin hacer concesiones excesivas a la estética, ya que se pretende una economía de medios y sus objetivos son de carácter técnico. Consta de 6 plantas con cuatro viviendas iguales por planta con un núcleo central de escalera y ascensores. Toda la madera aserrada en montantes y viguetas es de clase resistente C16, una clase que es fácil de obtener en el Reino Unido. El contenido de humedad de la madera en el momento del montaje se limitó al $12 \pm 2\%$ en los forjados y al $18 \pm 2\%$ en los muros.

El primer piso está construido sobre una solera de hormigón. Los muros, del interior al exterior, contienen los siguientes elementos: dos planchas de cartón-yeso con una barrera de vapor, montantes de 38 x 89 mm con aislamiento térmico de lana mineral. El cerramiento es de tablero de virutas orientadas de 9 mm, de

tipo F2 (OSB3). Como revestimiento se emplea una hoja de ladrillo dispuesta con una cámara de 60 mm y se ata al entramado con piezas de acero inoxidable.

Los forjados están constituidos por un falso techo de dos capas de cartón-yeso y viguetas de madera aserrada con relleno de lana mineral. Como cerramiento se utiliza un tablero de virutas orientadas, tipo F2. El pavimento es flotante sobre rastreles resilientes con una capa cartón-yeso y un tablero de partículas de tipo C4 (M).

Únicamente se utilizó un sistema constructivo de forjados diferente, en la última planta, donde se emplearon viguetas con sección en doble T (TJI joist) y viguetas con alma de celosía metálica. El objeto era comparar su comportamiento con la solución tradicional en madera aserrada. La cubierta está construida con cerchas ligeras que soportan tejas de hormigón.

Tolerancias y movimientos diferenciales

Los objetivos de esta

parte del trabajo consistían en recoger datos suficientes para el análisis de los movimientos diferenciales entre el entramado de madera y el revestimiento externo de ladrillo, las tolerancias de construcción, la variación del contenido de humedad y la distribución real de las cargas. Para ello se dispusieron 93 instrumentos para el registro casi continuo de las deformaciones. Están funcionando desde octubre de 1.997. La madera pierde humedad al comenzar la calefacción mermando su dimensión, y el cerramiento de ladrillo sufre un asentamiento debido a la retracción del mortero. Cuando se terminó la cubierta, la deformación vertical era de casi 3 mm. Después de colocar el revestimiento de cartón-yeso en paredes y techos se alcanzaron unos 6 mm, y al terminar la fachada de ladrillo se llegó a un asentamiento de 9 mm. La tolerancia en altura por cada planta resultó encontrarse entre los valores extremos de +1 y +12 mm. Durante la construcción se observaron desplazamientos laterales del conjunto del edificio de 25 mm,

debidos a las cargas almacenadas y la erección de diferentes partes del edificio. Al finalizar la construcción la tolerancia de este desplazamiento lateral era de ± 10 mm. Este valor está directamente relacionado con la fijación del revestimiento de ladrillo.

El contenido de humedad de las piezas de madera de los muros y de los forjados en el momento de la construcción era del 17,5 % y del 12,5 %, respectivamente. Después de un periodo de fluctuación de la humedad en los muros de la planta inferior se observaban humedades del 14,6 %, mientras que en los forjados se mantiene cercana al 12,5 %. Bajo algunos montantes de los muros de planta baja se dispusieron células de carga para registrar la variación de la misma a lo largo de la construcción. La distribución de la carga presentaba diferencias notables con respecto a los valores teóricos. Las cargas asumidas por los montantes son inferiores a las esperadas por cálculo. Esto se debe a que los cerramientos recogen parte de la carga por un mecanismo

que no se tiene en cuenta en el cálculo.

Rigidez del conjunto

Uno de los puntos principales de interés en este proyecto era conocer la contribución de varios elementos constructivos, tales como el cartón-yeso, el revestimiento de ladrillo, etc, a la rigidez del conjunto de la estructura. Para su determinación se empleó un ensayo dinámico como un procedimiento indirecto. Hasta el momento los resultados indican que la contribución de estos elementos no estructurales tienen una contribución considerable.

Colapso desproporcionado

En el Reino Unido los edificios de 5 o más plantas deben diseñarse para situaciones denominadas de colapso desproporcionado (colapso progresivo). Estas corresponden a situaciones accidentales como una explosión de gas que afecte a elementos estructurales. El edificio debe mantenerse aunque pierda un elemento principal como una viga, un pilar o un tramo de muro. Se admiten daños en la construcción, pero no

un colapso desproporcionado. Normalmente, este diseño obliga a colocar cargaderos en los apoyos de las viguetas de forjado y a que los muros puedan trabajar como vigas en situaciones extremas. En el edificio probeta se eliminó un tramo de muro en la planta baja correspondiente a una de las habitaciones. Se registraron las deformaciones en los muros durante un periodo de tiempo suficiente para simular la actuación de los apeos de emergencia.

Aspectos en proceso de estudio

Sobre el comportamiento frente al fuego y acústico todavía no se han llevado a cabo ensayos, pero están planificados. Tienen una fuerte relación con la normativa vigente en el Reino Unido y es previsible que sus resultados se concreten en guías de diseño ■