

La carpintería práctica en el tratado de construcción con madera de James Newlands

María Isabel Gómez Sánchez

Arquitecto e ingeniero civil escocés, James Newlands (1813-1871) es conocido por la construcción del primer sistema de alcantarillado en Liverpool, así como por sus textos y contribuciones para la Enciclopedia Británica. En esta ocasión presentamos los contenidos que, sobre construcción de estructuras de madera en edificación, ofrece la obra que publicó en Londres en 1860. Lleva por título *El ayudante del carpintero* (*The Carpenter's Assistant* en versión original) y supone un claro ejemplo del carácter de los textos de construcción práctica del siglo XIX. Pretende resumir los aspectos a tener en cuenta a la hora de acometer las obras de construcción en madera, desde la carpintería de taller y ebanistería hasta las mayores estructuras, consciente de que esta información se encontraba dispersa en numerosos tratados distintos, y ninguno de ellos contenía en uno solo todo lo que era preciso saber.

La edición manejada, impresión facsímil de Studio de 1990 de la de 1860 de Blackie and Son, incluye 254 páginas de texto (208 de explicaciones y 46 correspondientes a un glosario de términos, en ambos casos ilustradas con imágenes de apoyo) y cien láminas independientes con cerca de novecientas figuras.

El número y carácter de las ilustraciones constituye uno de los principales rasgos de la obra. Como se señala en el prólogo: «La incorporación en el texto de tan gran número de figuras de apoyo en lugar de hacerlo en forma de láminas independientes ofrece la doble ventaja de tener relacionados adecuadamente

texto e imágenes, con una considerable reducción del coste total de la obra».

El texto está plagado de continuas referencias a autores anteriores y contemporáneos y a prácticas y soluciones comunes en la época, incluyendo comentarios y valoraciones sobre algunas de éstas. Supone por ello un interesante documento de historia de la construcción en madera, que si bien queda muy lejos de la exhaustividad de los diez volúmenes del *Diccionario razonado* de Viollet Le Duc (1856), permite conocer opiniones y valoraciones tanto de tratadistas y arquitectos como de obras construidas hasta la fecha de su publicación.

No limita el ámbito geográfico del estudio a una zona en concreto, sino que con clara vocación universalizadora intenta referirse a los temas que en cada caso considera de interés. Incluye referencias de obras y autores ingleses, franceses, italianos, alemanes o incluso soluciones utilizadas en Norteamérica. Y en todo momento se presentan las propuestas a través de ejemplos construidos, ofreciendo un amplio muestrario y catálogo comentado de tipos.

De las ocho Partes en que se divide el trabajo, comentaremos las indicaciones correspondientes a estructuras de edificación, fundamentalmente cubiertas, y en menor medida forjados y entramados verticales, ensambles y vigas, que se recogen en la Parte Quinta, dedicada a la denominada *Carpintería Práctica*. Y finalizaremos con el listado de fuentes citadas, interesante catálogo de referencias en el que destaca la presencia de autores franceses.

CUBIERTAS

Pendientes a emplear

Newlands comienza comparando algunas reglas de determinación de pendientes con las más utilizadas en la práctica. Comenta las recetas de M. de Quince y M. Belmas, que las determinan en función de la latitud del lugar, y critica a Rondelet por considerar el tema una cuestión más estética que técnica.

Para Newlands el factor determinante no es tanto la latitud o las condiciones geográficas como el material de cubierta utilizado. Pero no resulta fácil deducir reglas a partir de las obras construidas, puesto que ofrecen soluciones con alturas de cubierta dispares, que van desde 1/4 del ancho del vano (26° 30' de pendiente) en las de teja hasta 60° si se utiliza pizarra.

Según el coronel Émy, en Francia los valores manejados en la época solían estar comprendidos entre 40° y 60°. El óptimo según este autor sería 45°, tanto para pizarra como para teja, aludiendo a razones de aprovechamiento del espacio bajo cubierta y de ahorro de material. Pendientes inferiores requerirían secciones mayores, y pendientes más elevadas piezas muy largas: en ambos casos con mayor coste. El límite inferior, 27°, viene marcado por la necesidad de solapar las tejas facilitando la evacuación del agua.

Newlands recoge el análisis de Robison sobre ventajas e inconvenientes en términos económicos y de comportamiento resistente. Las pendientes elevadas favorecen la rápida evacuación del agua, impiden que el viento levante las piezas que no se colocan clavadas, y ejercen menores empujes sobre los muros de apoyo. Pero resultan más caras, puesto que requieren mayor cantidad de madera y ofrecen más superficie de exposición al viento.

Robison critica el error que supuso en Francia la sustitución de las elevadas pendientes tradicionales por cubiertas demasiado planas atendiendo a razones estéticas y no de lógica constructiva y resistente. Puede que sean válidas en las zonas templadas de Europa pero no lo son en otras partes en que sin embargo se optó por emplearlas.

Ejemplos de cubiertas construidas

- Las cubiertas a dos aguas pueden resolverse con *estructuras de pares* siempre que las luces

sean reducidas y teniendo presente que si no se colocan tirantes transmitirán empujes a los muros de apoyo. Al aumentar la luz los pares tienden a flectar, y para evitarlo la solución más sencilla es la colocación de nudillos. Newlands deja claro que las armaduras de pares son muy caras, puesto que consumen mucha madera, y sólo son válidas para luces pequeñas.

- Frente a ellas encontramos las *estructuras de correas*, en las que la cubierta es recibida sobre piezas (correas) paralelas a los muros, que se apoyan en elementos resistentes (cerchas) transversales a estos. La separación tanto de los muros de apoyo como de las cerchas entre sí viene condicionada por la necesidad de evitar la flexión de las piezas, de los pares de las cerchas en el primer caso, y de las correas en el segundo.

A continuación se presentan los *tipos utilizados para formar las cerchas*, realizándose un sencillo análisis de su comportamiento resistente. Comienza por el de la más sencilla estructura triangular, formada por dos pares y un tirante, válida sólo si la luz es reducida y el tirante no flecta. En caso contrario, para evitar esta flexión se propone colocar un pendolón central inextensible, de manera que sus extremos puedan considerarse puntos fijos en la estructura. Sin embargo esto es así sólo si se puede garantizar que no se produce flexión en los pares. Para evitarla habrá que colocar jabalcones de descarga, preferiblemente en su punto medio, que sirven igualmente de puntos de apoyo de las correas. Se analizan cuáles son las piezas que trabajan comprimidas (pares y jabalcones) y traccionadas (tirante y pendolón), con lo que queda descrita la solución de cerchas con pendolón (figura 1).

Cuando por razones de habitabilidad del espacio molesta la presencia del pendolón central, es preciso recurrir a otras soluciones. En las cerchas de péndolas y puente, en lugar de un pendolón central traccionado se disponen dos péndolas paralelas (traccionadas) y una pieza horizontal (comprimida), el puente, que evita la flexión de los pares.

Si lo que se pretende eliminar es el tirante, se propone recurrir a las armaduras de palomillas o *hammer-beams*, un tipo característico del norte de Europa. En realidad no hacen sino interrumpir el tirante,

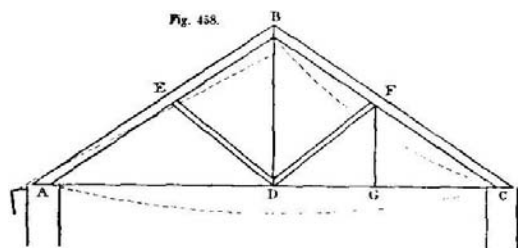


Figura 1
Armaduras de pendolón, con análisis de deformaciones (Newlands 1860)

introduciendo un sistema de elementos de descarga: en palabras de Newlands, «de escuadras ancladas en los muros».

Junto a las cerchas de pendolón y péndolas, se presentan las propuestas alternativas de De l'Orme y Émy. La primera sustituye las cerchas por arcos de tablas de sección reducida colocadas de canto, y la de Émy lo hace con arcos de madera laminada (cuyas tablas en este caso se sitúan de plano).

Dimensionado de elementos: las reglas de Thomas Tredgold

Advertido el lector del carácter empírico y muy general de las reglas de Tredgold, y de que lo ideal sería tener en cuenta las indicaciones que se recogen en el capítulo de resistencia de la madera (Parte Cuatro del texto), se presentan no obstante por su fácil aplicación, con algunos comentarios. Se hace notar que sólo son válidas para casos sencillos, y no se incluye ninguna justificación teórica de ellas.

Newlands considera que es preferible deducir valores a partir de obras probadas, pese a la popularidad de las recetas de Tredgold en la época. Y compara las escuadrías de una serie de armaduras singulares que recoge en las cinco láminas que dedica a este tema (láminas XXII a XVI del tratado), con los valores que se obtendrían aplicando las citadas reglas. Salvo en un caso, las obras construidas parecen sobredimensionadas, si bien hay que tener en cuenta que las armaduras analizadas utilizan elementos metálicos para reforzar las uniones traccionadas y el encuentro de piezas, y que por su carácter singular algunas tienen luces importantes que obligan a cons-

truir tirantes y multiplicar el número de péndolas y diagonales de descarga.

En general, las luces moderadas (de entre 30 y 40 pies) se resuelven con cerchas de pendolón. Luces mayores (como la de 60 pies de Fig. 5 en nuestra fig. 2) utilizan soluciones de varias péndolas; y en los ejemplos extremos como el de los talleres de la estación de Worcester (Fig. 6 en esta misma imagen), de 70 m de luz, se forma una cercha con diagonales cruzadas.

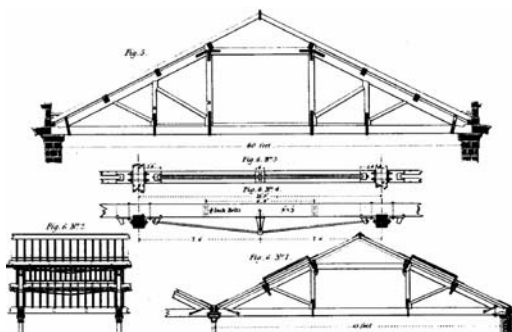


Figura 2
Ejemplos de cerchas de pendolón y péndolas de la lámina XXII (Newlands 1860)

Newlands enuncia algunos principios generales a tener en cuenta siempre que sea posible:

- Las cubiertas recibidas directamente sobre elementos horizontales (por ejemplo aquellas que descansan sobre arcos diafragma) son más económicas que las de pares oblicuos y correas, y una buena solución constructiva;
- Los jabalcones no deben causar flexión en las piezas sobre las que acometen, apearán los pares en el punto en que apoyan en las correas; y deben permitir posibles movimientos del pendolón o las péndolas que los reciben, dejando ligeramente abierto el ángulo interior de encuentro con ellos;
- Conviene que las correas sean piezas lo más largas posible (para evitar empalmes) y que estén ensambladas sobre las cerchas, nunca entre ellas;
- El apoyo de los tirantes (sobre los estribos que colocados encima del muro reciben los pies de

los pares) debe tener el talón suficiente para que no le afecten las humedades que suelen existir en esta zona (Newlands no hace referencia a razones resistentes, aunque también las haya);

- No es partidario de dejar contraflecha en el tirante, pese a ser práctica común en la época.

Y finaliza con un rotundo consejo que deja claro su carácter conservador: «As an important final maxim: Every construction should be a little stronger than strong enough».

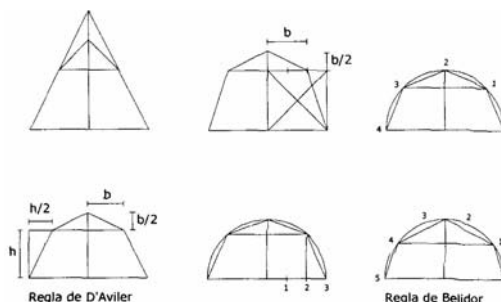


Figura 4

Reglas de trazado de armaduras mansardas que incluye Newlands (dibujo del autor)

Cubiertas quebrantadas

Las cubiertas quebrantadas o mansardas se presentan como soluciones que buscan reducir la altura excesiva de los tejados. Pese a haberse atribuido su autoría a Mansard, quien sin duda las puso de moda en Francia en el siglo XVII, se comentan las observaciones de Bullet, Mesanges y Krafft, según los cuales se trata de un tipo estructural anterior, del que se tienen noticias en Italia y Francia en el siglo XVI y en Gran Bretaña incluso a finales del XV.

Las mansardas son armaduras para las que todos los tratadistas desde tiempos de Bullet han propuesto reglas geométricas de trazado. En este punto, Newlands copia a Émy y se limita a presentar distintas reglas, que en realidad van desde las de altura elevada anteriores a Bullet (1691) hasta la de Belidor, de la que afirma era la más utilizada en la práctica por su simplicidad y buenos resultados (figura 4). Y dedica la lámina XXVII a soluciones construidas de armaduras quebrantadas con alguna singularidad (figura 3).

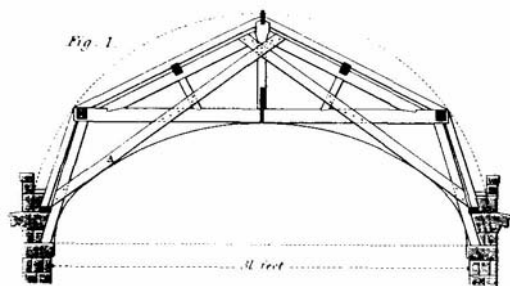


Figura 3

Ejemplo de armadura quebrantada de la lámina XXVII (Newlands 1860)

La propuesta de armaduras de madera laminada del coronel Émy

Para la construcción de cubiertas abovedadas de madera, en el siglo XIX se utilizaban los sistemas de De l'Orme y Émy. El primero tiene su mayor virtud en que resuelve las estructuras utilizando sólo piezas de pequeño tamaño. Requiere mucha mano de obra, pero permite obtener soluciones ligeras, elegantes y económicas. Sin embargo, cuando en 1819 el coronel Émy se planteó la necesidad de resolver la cubierta del picadero del cuartel de Libourne, de 68 pies de luz, optó por un método en su momento novedoso pero que supondría una propuesta revolucionaria que ha llegado hasta nuestros días. Lo puso en práctica en el cuartel de Marac en 1825 (en un hangar de 65 pies de luz) y un año después en el de Libourne para el que había sido concebido.

Se trata de un sistema que sustituye las cerchas por una combinación de arcos de madera laminada formados por tablas de gran longitud y espesor reducido colocadas de plano y aseguradas con pernos metálicos, y armadura a dos aguas de cuchillos de puente con pendolón y pares jabalconados sobre postes laterales verticales (figura 5). Ambas estructuras se encepán con piezas normales a la directriz del arco, a fin de rigidizar el conjunto.

El montaje es sencillo y no requiere mano de obra especializada. El laminado permite obtener fácilmente la curvatura de los arcos, y para dimensionarlos basta superponer el número necesario de tablas del ancho requerido. Su mayor inconveniente son los empujes que ejerce sobre los muros de apoyo, que deben reforzarse convenientemente.

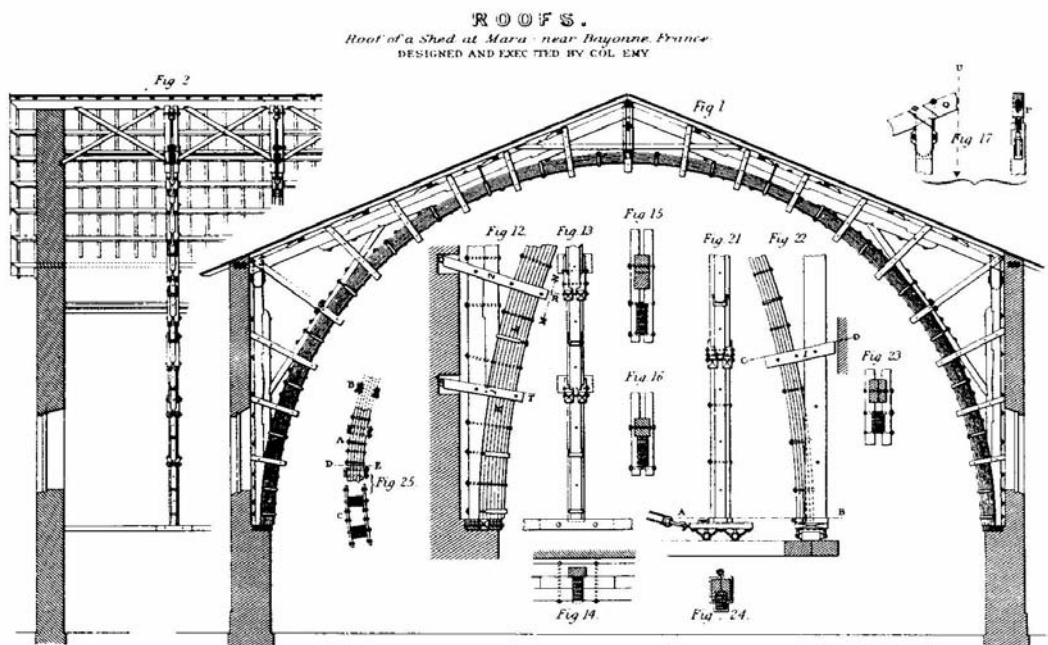


Figura 5
Armadura de Émy para el cuartel de Marac (Newlands 1860)

Newlands incluye una detallada descripción del sistema de construcción de este tipo de armaduras, las dimensiones de las piezas correspondientes a la de Marac, y el ensayo de carga que realizó en 1840 Pierre Ardant, discípulo de Émy, para comprobar la estabilidad de esta última. El caso de Libourne era menos crítico, pues contaba con muros de apoyo capaces de absorber los empujes horizontales, pero se comenta igualmente. Sin embargo no se hace referencia al interesante análisis comparativo que el propio Émy incluye en el informe de 1828 en que describe su propuesta. En él compara su estructura con las de De l'Orme y Rondelet, llegando a la conclusión de que las aventaja por simplicidad de ejecución, economía de mano de obra y de material en caso de luces grandes.

La solución de Émy fue avalada en Francia por un informe de la *Sociedad de Fomento de la Industria Nacional* en 1831, adoptándose a partir de este momento para la construcción de distintos tipos de obras. Tuvo muy buena acogida y ha continuado utilizándose hasta la actualidad.

La solución de arcos encamionados de Philibert De l'Orme

De l'Orme es autor del primer tratado específico de carpintería publicado en Europa. Supuso en su día una propuesta alternativa a los sistemas tradicionales de formación de armaduras, que permitía construirlas utilizando piezas de apenas cuatro pies de largo, ocho pulgadas de ancho y una de espesor. Él título de la obra lo indica claramente: *Nueva invención para construir bien y con poco gasto* (París, 1561). Enclavijando tablas encamionadas unidas contrapeando sus juntas para formar arcos separados en torno a dos pies, se construyen bóvedas cuyo arriostramiento longitudinal se resuelve con piezas de esta misma longitud. Todas por tanto, las de arcos y arriostramiento, son de tamaño más que moderado.

Newlands valora la ligereza de estas estructuras y su interés en países que no disponen de madera de gran tamaño. Incluye detalles constructivos de la solución y ejemplos de aplicación del método para resolver distintos perfiles de cubierta y una bóveda de aris-

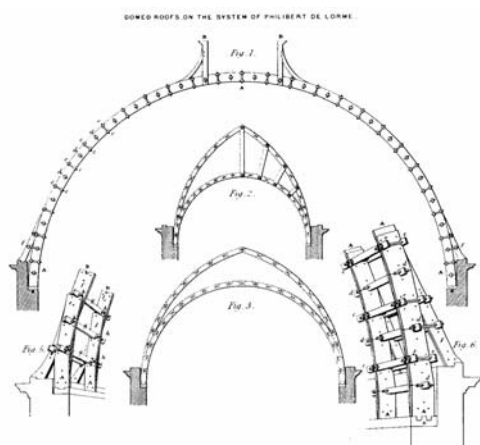


Figura 6
Armaduras y detalles del arranque de la propuesta de De l'Orme (Newlands 1860)

ta, dimensiones de piezas y sistemas de ensamble (figura 6).

Y hace referencia a la propuesta para el castillo de la Muette, en el que destacan sus 64 pies de luz. De hecho el texto de De l'Orme habla de luces de 24-30 y 30-40 pies como casos a resolver con arcos de tres y cuatro hojas de tablas de una pulgada (en el caso general se propone emplear dos). Para luces mayores se aumentará el espesor de las tablas, pero no se determina límite máximo.

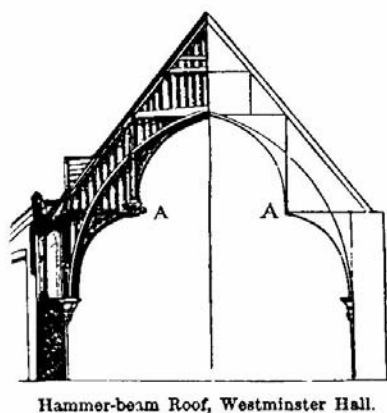


Figura 7
Imagen del glosario de términos para 'armadura de palomillas' (Newlands 1860)

Armaduras de palomillas

Las láminas XXXI y XXXII recogen las armaduras de palomillas de las cubiertas de Hampton Court (1536-37) y Westminster Hall (1399). Newlands destaca sus grandes dimensiones (40 pies de luz, 47 de altura y 106 de largo tiene Hampton), el funcionamiento resistente de su doble estructura (combina el arco para proporcionar estabilidad frente a la acción de esfuerzos horizontales con la estructura de pares para cargas verticales), el acierto que supone al permitir evitar la colocación de tirantes horizontales inferiores, y la riqueza del acabado del conjunto que ofrecían, paneladas en madera ricamente decorada (figura 7).

Cúpulas

A las cubiertas cupulares se dedican dos láminas (XXXIII y XXXIV). La primera incluye cúpulas de cerchas radiales: una cónica (con dos órdenes de cerchas: de tirante inferior con pendolón metálico, jabalcones y puente elevado las principales, y ortogonales a estas, cerchas de dos péndolas), y otra esférica. La solución esférica aloja una bóveda en su interior, por lo que evita colocar el tirante inferior mediante cerchas de pares con tirante elevado y rios tras en tijera, atadas por anillos horizontales sensiblemente equidistantes.

La lámina XXXIV muestra una cúpula esférica con linterna y otra de planta octogonal y sección 'a la imperial' (figura 8):

- La primera combina una estructura de cerchas principales ortogonales y tangentes a la linterna, resueltas con armaduras quebrantadas de pendolón reforzadas con jabalcones inferiores para alojar una bóveda, con armaduras secundarias radiales; todas ellas también unidas al exterior mediante anillos horizontales.
- La imperial, de ocho paños, se resuelve con igual número de cerchas de puente y pendolón elevados, de nuevo con jabalcones de descarga tanto de pares como del tirante. La estructura secundaria en este caso no es radial sino perpendicular a cada uno de los lados del octógono.

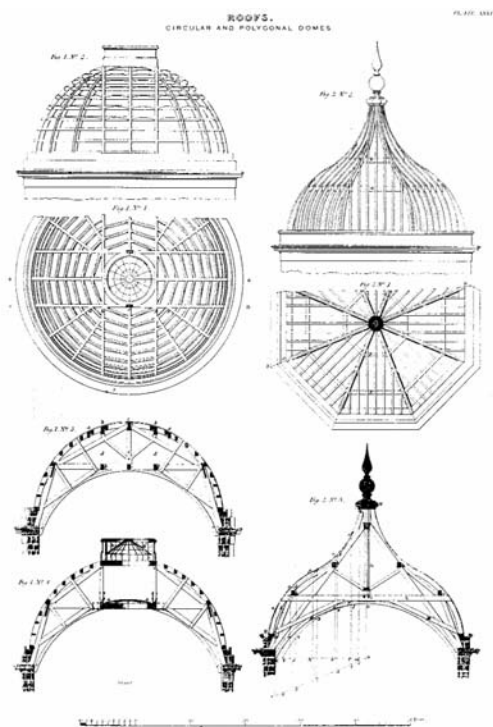


Figura 8
Lámina XXXIV, con soluciones de cubiertas cupulares (Newlands 1860)

Agujas y torres

Las siguientes tres láminas recogen estructuras de torres y agujas. Sobre un cuerpo generalmente cuadrado, las agujas suelen resolverse con planta octogonal y estructuras de cerchas radiales. Por tratarse de elementos muy esbeltos y de gran altura, se presta especial atención a la estructura de asiento y a los elementos de atado y estabilización, que en general se solucionan con jabalconados en los ángulos y cuadrantes reforzando los forjados intermedios de atado.

OTROS CONTENIDOS SOBRE ESTRUCTURAS DE MADERA EN EDIFICACIÓN

Ensamblado, uniones y refuerzos

En las estructuras de madera la disposición de las piezas y sobre todo la forma de resolver sus encuen-

tros tienen gran importancia. El material trabaja muy bien a flexión; pero debe resolverse el ensamble entre elementos muchas veces oblicuos y concurrentes con otros en un mismo punto, a fin de garantizar una adecuada transmisión de esfuerzos.

Newlands aconseja que las uniones sean sencillas y de fácil ejecución. Incluye una clasificación de ensambles según el ángulo que forman las piezas. Y dedica tres láminas a este tema. La primera presenta ensambles en ángulo para encuentros de pares y tirantes; la segunda, soluciones de refuerzo con elementos metálicos, con ejemplos de aplicación para piezas de armaduras de cubierta; y la tercera y última recoge empalmes de vigas y encuentros sin refuerzos metálicos.

La lámina XXXIX muestra distintas soluciones de formación de vigas de gran tamaño mediante ensamble de piezas, aseguradas con bulones y abrazaderas metálicas.

Ofrece un completo catálogo de tipos, con uniones en pico de flauta (sencillo y con llave), en rayo de Júpiter (simple o múltiple, o bien de trazo recto y corte oblicuo, todos ellos también con llaves), o a diente de perro, según el tipo de esfuerzo que tengan que soportar.

Se presta especial atención a las uniones con caja y espiga, puesto que son muy habituales (por ejemplo, en encuentros de pies derechos con soleras o carreras). En cuanto a las llaves, Newlands comenta que son sólo elementos de ajuste, pero no debe confiarse a ellas la seguridad de las juntas: la estabilidad de las estructuras debe depender del acierto del diseño y el correcto equilibrio de fuerzas.

Vigas armadas y en celosía

Las vigas armadas, reforzadas con tirantes y tornapuntas, permiten aumentar la altura efectiva de las piezas y aprovechar la resistencia del hierro en las zonas en que la estructura está traccionada. O bien combinar la forma de trabajo de la viga de madera y la cercha metálica (figura 9).

La lámina XLI reúne una viga de tres hojas formadas por tablas unidas con bulones (ejemplo de Krafft, y según él, sólo válida ante esfuerzos de tracción), la solución aligerada de G. F. Laves, y referencias a los ensayos realizados en la época para comprobar su validez. Según Emy el sistema no me-

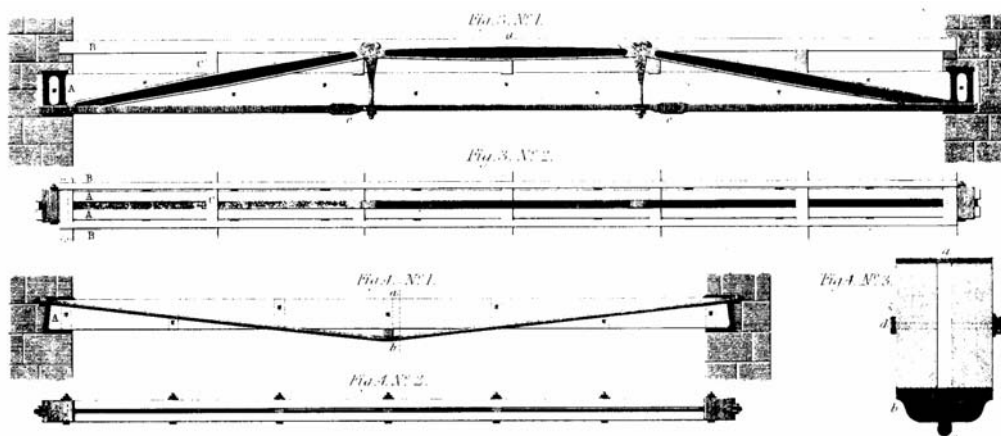


Figura 9
Ejemplo de viga armada de Krafft (Newlands 1860)

jora la resistencia pero sí la rigidez. Las vigas de celosía no son sino cerchas de escasa altura formadas por varias piezas, a las que les son aplicables las indicaciones dadas para este tipo de cubiertas. Se presentan ejemplos de péndolas, con diagonales cruzadas, y su utilización para cubrir galerías o naves laterales en iglesias

Forjados

Cuando la separación entre muros de apoyo es pequeña basta colocar las viguetas perpendicularmente a ellos recibidas sobre las correspondientes soleras. Según Newlands, ésta es la solución más resistente posible para una determinada cantidad de madera.

Pero la luz a cubrir muchas veces es mayor que la longitud de las piezas, y obliga a situar elementos intermedios de apoyo para evitar que se produzcan deformaciones que el techo no podría absorber sin agrietarse. Se presentan tres soluciones de forjados con otros tantos órdenes de piezas, correspondientes a distintas luces: los denominados forjados 'simple', 'doble' y 'entramado'. Los tres incluyen la manera de resolver una salida de humos.

Para formar el piso se aconseja encastrar las viguetas; y sólo cuando sea necesario reducir la altura del forjado, colocarlas enrasadas por la cara superior y recibidas con caja y espiga. En general las piezas que acometan sobre las de apoyo lo harán siempre lo

más cerca posible de la cara superior, para no debilitarlas en la zona en que están más solicitadas.

Forjados resistentes al fuego

El peligro de incendios es sin duda uno de los mayores problemas de las estructuras de madera. Para evitarlo, el diseño de forjados ha recurrido tradicionalmente a proteger las piezas cubriéndolas con mortero basto u hormigón ligero. Se describen forjados de viguetas metálicas (con entrevigado continuo o, si no se quiere que sea tan pesado, encofrado de bovedillas cerámicas) y soluciones en madera de gran canto (entre 1/6 y 1/12 de la luz) en las que se utiliza el falso techo para proteger inferiormente las vigas.

Forjados de piezas cortas sin necesidad de apoyos intermedios

Se presenta el forjado entramado renacentista de Serlio (1518-1552) y su adaptación en la época para el hall del Palacio de La Haya: una estructura de 60 pies resuelta con un doble entramado ortogonal de piezas machihembradas puesto en obra con una ligera contraflecha. Para el dimensionado de forjados se proponen reglas empíricas, insistiéndose en la necesidad de garantizar más la rigidez que la resistencia,

para evitar flechas que pudieran causar el agrietamiento de la tabiquería.

Tabiques

Los tabiques de madera, por su reducido peso, resultan especialmente indicados para particiones que no pueden descansar sobre elementos resistentes (por ejemplo las plantas superiores de los edificios, frecuentemente más compartimentadas que las inferiores). No conviene, sin embargo, utilizarlos como estructuras de apoyo, debido a su falta de rigidez.

El comportamiento resistente de los tabiques entramados es comparable al de las armaduras de péndolas y pendolón, como se puede observar en la estructura de los ejemplos que recoge la lámina correspondiente (figura 10). Se aconseja que las particiones sean simétricas y con las diagonales equilibradas en su encuentro con los correspondientes montantes verticales.

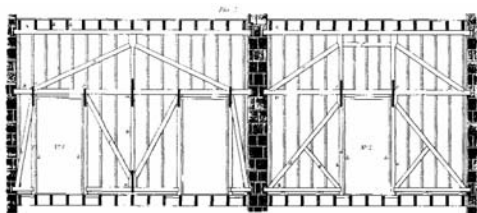


Figura 10
Ejemplo de particiones que permiten apreciar su esquema estructural (Newlands 1860)

Y en todo caso hay que contar con que es difícil evitar movimientos en las obras de madera, que producirían grietas en los yesos si éstos se colocan antes de que la estructura haya entrado en carga y la madera esté suficientemente seca. Es importante esperar el tiempo necesario antes de aplicar el recubrimiento, y prever posibles movimientos dejando juntas que permitan absorberlos.

Entramados de fachada

La construcción con madera está especialmente indicada cuando se busca rapidez de ejecución y econo-

mía, siempre que se disponga del material requerido. Sin embargo conviene hacer algunas puntualizaciones generales:

- Se aislarán las obras de la humedad del suelo mediante zócalos de fábrica. En muchos casos de hecho toda la primera planta es de fábrica y el trabajo en madera sólo comienza a partir de la segunda.
- Se procurará que los huecos de las distintas plantas coincidan, para conservar la continuidad de los montantes principales y no alterar la estabilidad del conjunto. En caso de tener que abrir un vano mayor que otros, habrá que colocar las diagonales de descarga correspondientes.
- La sección de las piezas se ajustará al peso que deban tener que soportar, disminuyendo con la altura en el caso de los postes. Se enrasará su cara interna, dejando los retranqueos al exterior.
- En los entramados se construyen con madera sólo los elementos que conforman y dan estabilidad y rigidez a la obra; el espacio que queda entre ellos se rellenará con mampostería o cascotes si no ha de quedar visto, o con ladrillo o adobe bien aparejado si ha de serlo. En países con madera abundante es habitual panelar completamente el exterior rellenando los huecos con viruta u otros materiales aislantes. Según Newlands, se trata de un sistema rápido, adecuado a los requerimientos del clima y no demasiado caro; su mayor inconveniente, el peligro en caso de incendio.

El tratado de Newlands recopila contenidos técnicos de Barlow, Émy, Jousse, Robison, Rondelet, Nicholson, Tredgold y otros autores, con intención crítica y carácter enciclopédico. No justifica muchos de los principios expuestos, pero sí remite a las fuentes, que recoge en el listado de referencias que incluimos finalmente.

LISTA DE REFERENCIAS CITADAS POR NEWLANDS

Aviler, Augustin-Charles d'. 1691. *Cours d'Architecture*. París: Nicolas Langlois.

- Barlow, Peter. 1828. *Essai sur la résistance des bois de construction avec un append sur la résistance du fer et d'autres matériaux, resumé avec des notes par A. Fournier*. París: A. Bertrand.
- Barlow, Peter. 1840. «Appendix containing specimens of various ancient and modern roofs». Tredgold, T. *Elementary Principles of Carpentry with Practical Rules and Examples*. 3th. ed. London: John Weale.
- Belidor, Bernard Forest de. 1729. *La Science des Ingenieurs dans la conduite des travaux de fortification et d'architecture civile*. París: Claude Jombert.
- Bullet, Pierre. 1691. *L'Architecture pratique qui comprend le detail du Toisé, & du Devis des Ouvrages de Massonerie, Charpenterie, Menuiserie, Serrurerie, Plomberie, Vitrierie, Ardoise, Tuille, Pavé de grais et Impression*. París: Etienne Michellet.
- Émy, Armand-Rose. 1828. *Description d'un nouveau système d'arcs pour les grandes charpentes, exécuté sur un bâtiment de vingt mètres de largeur, á Marac près Bayonne, et sur le Manège de la caserne de Libourne*. París: Lachevardiere.
- Émy, Armand-Rose. 1837-41. *Traité de l'art de la charpenterie*. París: Gaultier-Laguionie.
- Jousse, Mathurin. 1627. *Le Théâtre de l'art de Charpentier*. La Flèche: Georges Griveau.
- Jousse, Mathurin. 1702. *L'art de Charpenterie de Mathurin Jousse, corrigé et augmenté par Mr. De La Hire*. 2ª ed. París: T. Moette.
- Krafft, Jean Charles. 1805. *Plans, coupes et élévations de diverses productions de l'art de la charpente tant en France que dans les pays étrangers*. París: Levrault.
- Krafft, Jean Charles. 1820-21. *Traité sur l'art de la charpente. Plans, coupes et élévations de diverses productions, exécutées tant en France que dans les pays étrangers*. 2ª ed. París: chez l'auteur, Firmin Didot, etc.
- L'Orme, Philibert De. 1561. *Nouvelles inventions pour bien bastir et a petits fraiz*. París: F. Morel.
- Mesanges, Mahias. 1753. *Traité de charpenterie et des bois de toutes especes*. París: Ch. Ant. Jombert.
- Nicholson, Peter. 1797. *The Carpenter and Joiner's Assistant; containing practical rules for making all kinds of joints, and various methods of hingeing them together*. London: I. and J. Taylor.
- Nicholson, Peter. 1857. *The carpenter's new guide: or, the book of lines for carpenters, geometrically explained...* London: John Weale.
- Robison, John. 1839. «Roof». *Encyclopaedia Britannica*, 8th. ed., Edinburgh: Adam and Charles Black.
- Rondelet, Jean B. 1802-10. *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*. París: chez l'auteur.
- Serlio, Sebastiano. 1584. *I Sette Libri dell'Architettura*. Bologna: Arnaldo Forni.
- Tredgold, Thomas. 1820. *Elementary Principles of Carpentry...* London, Oxford.