

UN PUENTE PEATONAL DE MADERA LAMINADA BETANZOS, LA CORUÑA

Por Rafael Menéndez de la Vega y Pardo. Dr. Ingeniero de Montes



DESDE HACE UN SIGLO, EL HIERRO, EL ACERO Y EL HORMIGÓN HAN IDO DESPLAZANDO PROGRESIVAMENTE EN LA CONSTRUCCIÓN A LA MADERA. NO OBSTANTE, EN LOS ÚLTIMOS 50 AÑOS, EN LA MAYOR PARTE DE EUROPA, SOBRE TODO EN LOS PAÍSES DEL CENTRO Y NÓRDICOS, EL USO DE LA MADERA PARA DISTINTAS CONSTRUCCIONES HA IDO AUMENTANDO DE UNA MANERA PROGRESIVA.



Dentro de esta gran expansión de su uso, hemos de destacar el papel preponderante que ha tenido la madera laminada. La consecución de grandes luces para edificios de uso público como piscinas, pabellones deportivos, salas de espectáculos, salas de reuniones, naves industriales y pasarelas o puentes peatonales, ha sido la causa de la constante y acelerada imposición de su uso.

Se llama madera laminada encolada, como es bien sabido, a las piezas, rectas o curvas obtenidas por el encolado de capas sucesivas de tablas o tablillas, a las que denominamos láminas, de manera que las fibras de todas las piezas sean paralelas entre sí y al eje longitudinal de la pieza resultante.

En las piezas de madera laminada predomina únicamente una dimensión, la longitud, sobre las dos restantes.

Aunque se conocen estructuras realizadas a principio de siglo empleando resinosas y cola de caseína, la aparición de las resinas sintéticas ha proporcionado a esta industria un sin número de aplicaciones, ya que los factores climáticos se superaron, cuando antes fueron el freno para su expansión.

Las limitaciones para utilizar piezas de madera laminada en el exterior o en lugares húmedos, siempre que la madera esté lo suficientemente tratada, han sido del todo superadas.

La madera laminada ofrece la ventaja de poder proyectar grandes piezas tanto longitudinalmente, como en espesor, (se llega a vigas de hasta dos metros de canto), así como distribuir en la pieza las láminas más resistentes en el lugar que las tensiones son mayores y las menos resistentes en el lugar en que las tensiones son bajas o nulas. Además se pueden dar secciones variables adaptadas a las necesidades según las solicitudes actuantes. Otra gran ventaja es la de poder aprovechar pies de pequeña o mediana dimensión, pudiéndose acortar los turnos de corta en los montes.

Por el contrario la madera laminada, dado su proceso de elaboración, resulta más cara. Su fabricación es más complicada, precisándose personal y maquinaria especializada. Finalmente, el transporte de las grandes piezas, que sólo se pueden fabricar en las factorías, hasta el lugar de su instalación suele ser complicado y caro.

PROYECTO DE PUEBLO PEATONAL SOBRE EL RIO MANDEO EN LOS ESPIGONES DE BETANZOS.

El Ayuntamiento de Betanzos, realizó hace dos años una serie de mejoras en ambas orillas del río Mandeo a su paso por la Villa del mismo nombre.

Las más importantes, fueron sin duda la construcción del malecón Norte, entre el puente viejo y el de ferrocarril, y la adecuación de la carretera de salida, de la de Ferrol y Paderne al puente de la carretera N-VI.

El malecón Norte sirvió para la construcción de un paseo fluvial de trescientos metros de longitud y que ha tenido una gran acogida entre los vecinos de la Villa.

No obstante el paseo carecía de un paso entre orillas y que no presentara los peligros de la única comunicación entonces existente, el puente viejo de la carretera en dirección a Ferrol. El tránsito por



dicho puente, con la actual intensidad de tráfico, se había convertido en un verdadero peligro para los peatones, sobre todo para aquellas personas que intentan acceder al nuevo paseo fluvial con niños, bicicletas o coches de bebés, así como minusválidos.

La construcción de un puente peatonal permitiría el acceso sin peligro a la otra orilla, evitando así la circulación rodada. Hay que tener en cuenta que el tránsito peatonal, se intensificará en breve, cuando los terrenos de aquel margen se destinen, como está previsto, a los fines deportivos y áreas de recreo y ocio que el vecindario de Betanzos demanda.

En estas circunstancias, y dado que el Ayuntamiento precisaba un puente peatonal de unos 2,5 m de anchura de paso, y que la luz del puente o distancia entre los dos malecones, superaba los 40 m, se habrían necesitado vigas de una gran dimensión, (pensándose en hormigón), levantando el puente a una altura exagerada para un acceso en ambas orillas ya que la altura de la parte baja del puente ha de estar a 1,80 m sobre el nivel de la acera del paseo marítimo.

Además un puente de elevado peso, agravaría el problema de la cimentación, ya que, la capa de cienos bajo el río y sus márgenes, llega hasta 11 m de profundidad, y el costo de la pivotación de las zapatas de sostén del puente aumentaría exageradamente además del propio peso de dichas zapatas y consiguiente presión sobre el suelo.

La madera laminada ha sido la solución ideal para esos problemas por ofrecer las siguientes ventajas:

- Instalación rápida: ya que se construye la totalidad del puente en factoría, excepto los apoyos.
- Peso propio inferior a las cargas a soportar: la carga total del puente supone la suma del propio peso del mismo y las cargas móviles. El peso propio en este caso representa el 35% del total y las cargas móviles (peatones), suponen el 65% del total.
- Reacciones en los apoyos muy bajas, y por consiguiente zapatas más sencillas y económicas.
- Mantenimiento exterior más acorde con el entorno.

El Ayuntamiento de Betanzos, después de estudiar los diseños que se le presentaron con distintas soluciones -todas de madera laminada- se decidió por encargar a ETEGA (Empresas Técnicas Gallegas, S.A.), el proyecto que llamamos de arcos parabólicos.

El autor de este artículo, diseñó y proyectó para ETEGA el puente que se ha instalado en los espigones y que tiene las siguientes características:

El sostén del puente lo forman dos arcos parabólicos de madera laminada de 10,50 m de flecha y 31 m de luz. Estos arcos sostienen dentro de ellos el verdadero puente peatonal de 2,60 m de anchura y 41 m de longitud. El puente lo podemos considerar dividido en tres partes:

La primera apoyada en el malecón y empotrada en los arcos (tiene una anchura de un metro fuertemente atornillada a dichos arcos parabólicos).

La segunda de 25 m, está suspendida de los arcos parabólicos con cuatro tirantes, separados entre sí a cinco m.

La tercera es simétrica a la primera.

Las cepas de anclado de los dos arcos parabólicos se construyeron en hormigón aramado H-175, Tmax 20 y acero corrugado AEH-400N, y dada la baja tensión que transmiten en su base inferior, se anclaron sobre placa armada de 31 cm de grueso, 5,60 m de anchura y 9 m en el apoyo en el Oeste y 6,20 m en el Este.

A pesar de haber adoptado una sobrecarga de 400 Kg/m², con la carga máxima más su peso propio, la media de presión transmitida por la placa al enchado es de menos de 100 g/cm² y en la peor circunstancia, vientos de 150 Km/hora, actuando perpendiculares a los arcos, la tensión máxima no pasa de 0,400 Kg/cm². El puente propiamente dicho, es todo de madera.

Para su construcción se encargó el trabajo a Caramés Seoane, S.L., empresa especializada en madera laminada. Su ubicación, en la carretera N-VI a tan sólo 13 Km del lugar de emplazamiento, facilitaba enormemente el traslado de las grandes piezas que formaban el puente.

ARCOS PARABÓLICOS

Cada arco está formado por dos piezas (semiarcos). La parábola del eje de la pieza, tiene una luz total de 30 m y una flecha de 10,5 m.

En el arranque aparece formada por 52 láminas de 19 cm de anchura y 2,5 cm de espesor, lo que da una sección de 19 x 130 cm.

Posteriormente irá disminuyendo el número de láminas hasta que la curva exterior y la interior formen sendas parábolas de 31,24 m de luz la exterior y 28,76 m de luz la interior, y flechas de 10,62 m, y 10,38 m, hasta llegar a la clave que sólo tiene 26 láminas y una sección de 19 x 65 cm).

Se transportó en medios arcos enriestrados por parejas y se unieron "in situ", de manera que trabajara como una unión rígida.

Por encima de la lámina superior se fijó una chapa de cobre de 2 mm, encajándola en el borde en tirabuzón de manera que sirviera de vierteaguas.

Para una perfecta unión en los apoyos del arco de madera y las zapatas de hormigón, se dispusieron unas calzas o carcasas de hierro galvanizado, con los tornillos de amarre fuertemente unidos a la armadura de la cimentación.

Para evitar el pandeo de los arcos parabólicos se instalaron además de los puntos de amarre de la pasarela, 4 puntos más, de los que penden los tensores que sostienen el puente propiamente dicho. Los tensores constan de cuatro piezas de madera laminada de 3 cm de espesor de lámina, 16 cm de anchura y altura variable.

Los 8 tensores son de madera de cedro de Brasil, formando largas piezas de 10 x 10 cm, de sección, partida en dos longitudinalmente. En dichas piezas se embuten a modo de nervio los

tirantes de medondo de acero de 20 mm de diámetro, así como tubo aislante flexible de policloruro de vinilo de 16 mm de diámetro para conducción eléctrica.

PASARELA

La pasarela, o más propiamente, el puente peatonal, tiene 2,5 m de anchura. Se fabricó en tres piezas, dos de 7,5 m de longitud y una de 26 m (total 41 m), de forma que empalmadas en la zona de sostén de los arcos parabólicos no se destruyera la unión, tras el montaje.

Está formada por dos vigas de madera laminada de abeto de Suecia de 14 cm de anchura por 80 cm de altura y láminas de 2,5 cm que constituyen los dos cuerpos laterales del puente y van unidas, cada 2,5 m por unas piezas, en forma de T, de madera laminada, también de abeto, formada por dos tabloncillos de 10 x 30 cm de sección y 2,32 m de longitud. Se precisaron por tanto 15 de estas piezas para conformar la totalidad del puente.

En los rectángulos de 2,20 x 2,32 m que quedan entre vigas y piezas T, se instalaron piezas de madera, de 10 x 10 cm de sección en las laterales y formando una cruz de San Andrés. Este entramado es suficiente para sostener el suelo del puente, de madera de teka, en tabloncillos de 6 cm de grueso y 2,32 m de largo, con anchos variables de 20 a 40 cm.

Entre tablón y tablón se dejó medio centímetro de separación para evacuación del agua de lluvia.

La baranda se construyó también con cedro del Brasil. Los tirantes alternan con pilarillos de 10 x 10 cm para soporte del mismo.

RESUMEN DE SUS CARACTERÍSTICAS:

Arcos, vigas longitudinales y transversales en maderalaminada Abies Alba de Noruega (European Whitewood)

Calidad de la madera	C-2
Cola usada:	Resorcina-fenol synteko 1774
Endurecedor	
líquido	2574
sólido	2674
Presión de encolado	9-10 kg/cm ²
Temperatura nave	20°
Humedad relativa	65%
Tratamiento fungicida	Xilamon
Tratamiento de acabado	Xiladecor
Tirantes y barandilla	Cedro de Brasil
Suelo del puente	Teka
Peso total del puente	19.425Kg
Carga móvil considerada para el cálculo	37.120Kg
Plazo de ejecución de la obra:	6 meses (construido en 2 meses)
Presupuesto:	23,4 millones de pts.
Inauguración:	24 de abril de 1993.