

Carpintería de unión: ensambles japoneses sin clavos ni tornillos

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Refugio y Construcción

Etiquetas: Sin etiquetas

Carpintería de unión: ensambles japoneses sin clavos ni tornillos

La carpintería de ensamble japonesa (tsugite y shiguchi) es un sistema de unión de piezas de madera que prescinde completamente de elementos metálicos. No usa clavos, tornillos, pernos ni adhesivos: las piezas se unen exclusivamente mediante geometrías talladas en la propia madera que encajan entre sí como un puzle tridimensional. Esta tradición, perfeccionada durante más de 1.300 años, ha demostrado su eficacia en la construcción de templos que han sobrevivido a terremotos, tifones y siglos de uso. La pagoda de cinco pisos del templo Hōryū-ji, construida hacia el año 607 d.C., es la estructura de madera más antigua del mundo y no contiene un solo clavo. Para un escenario de supervivencia, dominar estos ensambles permite construir estructuras sólidas y duraderas con madera y herramientas manuales, sin depender de ferreterías ni suministros industriales.

Principios fundamentales de los ensambles de madera

Todos los ensambles japoneses se basan en cuatro principios mecánicos que se combinan de diferentes formas: la compresión de superficies opuestas, el enclavamiento geométrico que impide el deslizamiento, la distribución de cargas sobre la mayor superficie posible y la explotación de las propiedades naturales de la madera (como la expansión con la humedad para apretar las uniones).

Compresión sobre la fibra: La madera resiste mucho más en compresión perpendicular a la fibra que en tracción. Los ensambles japoneses están diseñados para que las fuerzas principales se transmitan en compresión, nunca en tracción pura. Donde la madera trabaja, no se debilita; donde se talla, las fuerzas se desvían.

Enclavamiento tridimensional: A diferencia de una simple caja y espiga que solo resiste en un plano, los ensambles avanzados incluyen geometrías que traban la unión en los tres ejes del espacio. Esto impide que las piezas se separen en cualquier dirección, incluso bajo las vibraciones de un terremoto.

Tolerancias ajustadas: Los ensambles japoneses se tallan con tolerancias de menos de 1 mm. Un ajuste demasiado holgado produce una unión débil que se mueve; un ajuste demasiado apretado raja la madera al montar. El ideal es que la pieza entre con presión firme de mano y mazo, sin necesidad de golpes violentos. Los carpinteros japoneses (miyadaiku) dicen que "la unión debe respirar una sola vez": entra ajustada pero sin forzar.

Expansión higroscópica: La madera se expande al absorber humedad y se contrae al secarse. Los carpinteros japoneses tallan las uniones con la madera ligeramente seca y las montan sabiendo que la humedad ambiental hinchará las fibras y apretará la unión con el tiempo. Por esto, muchos ensambles se

montan en seco y nunca se desmontan: la madera los sella naturalmente.

Herramientas necesarias: Para tallar ensambles con precisión se necesitan pocas herramientas, pero deben estar bien afiladas: una sierra de lomo (o sierra japonesa ryoba de doble filo), un juego de formones de 6, 12, 18 y 25 mm, un mazo de carpintero, una escuadra de ángulo, un gramil (o calibre de marcar) y un lápiz duro. Con estas herramientas se pueden ejecutar todos los ensambles descritos. La calidad del afilado es más importante que la calidad de la herramienta.

Ensamblados básicos de caja y espiga (hozo-sashi)

La caja y espiga (mortise and tenon, o hozo-sashi en japonés) es el ensamble más universal de la carpintería y la base sobre la que se construyen todos los demás. Una pieza tiene una protuberancia rectangular (espiga o hozo) que encaja en un hueco rectangular (caja o hozo-ana) de la otra pieza.

Caja y espiga pasante (tōshi-hozo): La espiga atraviesa completamente la pieza receptora y es visible por el otro lado. Es el ensamble más resistente de la familia porque la espiga tiene la máxima longitud posible. Se usa en uniones de viga a columna donde se necesita resistencia a tracción. La espiga debe tener un ancho de un tercio del ancho de la pieza, centrada. El largo de la espiga iguala el ancho de la pieza receptora más 5-10 mm que se recortan después del montaje. La caja se talla 0,5 mm más estrecha que la espiga en el sentido de la fibra para que la unión quede a presión.

Caja y espiga ciega (kakushi-hozo): La espiga entra en la caja pero no la atraviesa: queda oculta. Se usa donde la apariencia importa o donde no se quiere exponer testa de madera a la intemperie (la testa absorbe agua mucho más rápido que la cara). La profundidad de la caja debe ser al menos 5 veces el ancho de la espiga. Una espiga de 30 mm de ancho necesita una caja de al menos 150 mm de profundidad.

Caja y espiga con cuña (kusabi-hozo): Después de insertar la espiga pasante, se introduce una cuña de madera dura en una ranura tallada en la propia espiga. La cuña expande la espiga dentro de la caja, creando un ajuste imposible de desmontar sin destruir la cuña. Se usan dos cuñas simétricas para expandir uniformemente. Las cuñas deben ser de madera más dura que la pieza principal (roble, haya o encina) y tener una conicidad de 1:8 (1 mm de grosor por cada 8 mm de longitud).

Caja y espiga con hombro doble: La espiga no ocupa todo el ancho de la pieza: tiene hombros a ambos lados que descansan sobre la cara de la pieza receptora. Los hombros resisten la carga en compresión mientras la espiga resiste el giro y la tracción. Es la configuración estándar para uniones viga-columna en estructuras. Proporciones clásicas: hombros de un cuarto del ancho cada uno, espiga del medio central.

Tipo de caja y espiga

Resistencia a tracción

Resistencia a corte

Dificultad de ejecución

Aplicación típica

Pasante simple

Alta

Media

Baja

Estructura general

Ciega

Media

Media

Media

Carpintería de acabado

Pasante con cuña

Muy alta

Alta

Media

Uniones permanentes de estructura

Con hombro doble

Alta

Alta

Media-baja

Viga a columna

Doble espiga (niju-hozo)

Muy alta

Muy alta

Alta

Columnas principales

Empalmes longitudinales (tsugite): unir piezas en línea

Los empalmes (tsugite) unen dos piezas en su longitud para crear una pieza más larga. Son esenciales cuando no se dispone de madera lo bastante larga para cubrir la luz necesaria. Un buen empalme transmite las fuerzas como si la madera fuera continua.

Rayo de Júpiter (kama-tsugi): Es el empalme más conocido y uno de los más eficaces. Dos piezas se tallan con una geometría en zigzag que encaja como un rompecabezas. El corte principal es diagonal (normalmente a 1:4 o 1:6), con un escalón intermedio que impide el deslizamiento y una caja-espiga central que resiste la tracción. Un rayo de Júpiter bien ejecutado transmite el 70-80% de la resistencia a flexión de la pieza original. La longitud del empalme debe ser al menos 2 veces la altura de la pieza. Para una viga de 15 cm de alto, el empalme ocupa 30 cm de longitud.

Empalme de cola de milano oblicua (ari-kake): Las dos piezas se unen mediante un perfil trapezoidal (cola de milano) tallado en diagonal. La forma de cola de milano impide la separación vertical, y la inclinación diagonal impide la separación horizontal. Es más sencillo de tallar que el rayo de Júpiter pero menos resistente a flexión. Se usa para correas de cubierta y elementos horizontales que trabajan principalmente

en compresión.

Empalme de horquilla (juumonji-tsugi): Ambas piezas se rebajan a la mitad de su sección y se solapan. Es el empalme más sencillo (media madera), pero debilita la sección al 50%. Se refuerza con un pasador de madera dura que atraviesa transversalmente la zona de solape. Útil para situaciones donde el empalme queda apoyado sobre un soporte (columna) que compensa la pérdida de sección.

Empalme con llave oculta (shachi-tsugi): Dos piezas se unen con una geometría que crea un canal interno donde se inserta una llave (shachi-sen) de madera dura que traba ambas piezas. La llave es invisible desde el exterior. Este empalme se puede desmontar retirando la llave, lo que lo hace valioso para estructuras que podrían necesitar reparación o desmontaje controlado.

Ubicación del empalme: Un empalme nunca debe situarse en el punto de máximo esfuerzo. En una viga biapoyada, el máximo momento flector está en el centro del vano: el empalme debe estar a un cuarto de la luz desde el apoyo, donde el momento flector es menor. Idealmente, el empalme debe coincidir con un punto de apoyo (sobre una columna o un muro) donde los esfuerzos son principalmente de compresión.

Uniones en ángulo (shiguchi): esquinas y cruces

Las uniones en ángulo (shiguchi) conectan piezas que se encuentran en ángulo, típicamente a 90°. Son las uniones más frecuentes en cualquier estructura: viga a columna, solera a montante, cercha, marcos de puertas y ventanas.

Cola de milano (ari-otoshi): La pieza horizontal tiene una espiga trapezoidal (más ancha en la punta que en la base) que encaja en una caja del mismo perfil en la pieza vertical. La forma trapezoidal impide que la pieza horizontal se separe hacia abajo por gravedad o por carga. Es la unión estándar para conectar vigas transversales a vigas principales. La inclinación de los flancos de la cola de milano es de 1:6 a 1:8 (la punta es 1 mm más ancha por cada 6-8 mm de profundidad). Inclinaciones mayores debilitan los hombros y provocan rotura.

Unión de barbilla (koshikake-ari-tsugi): Combina un rebajo horizontal (barbilla) con una cola de milano. La barbilla resiste la carga vertical en compresión; la cola de milano impide la separación horizontal. Es la unión clásica para conectar vigas de cubierta a la viga cumbrera o a la solera superior. La barbilla debe tener una profundidad de un tercio de la altura de la pieza.

Ensamble de horquilla en esquina (kama): Se usa para unir dos piezas horizontales en esquina (por ejemplo, la solera de un marco). Cada pieza tiene un rebajo que encaja con el de la otra, formando una L. Se puede reforzar con un pasador diagonal de madera. La resistencia depende de la profundidad del rebajo: al menos un tercio del ancho de la pieza.

Unión de columna con base (daiwa-tsugi): La base de la columna se talla con una espiga que encaja en una caja tallada en la piedra de cimentación o en el durmiente de madera. En la tradición japonesa, la columna apoya sobre una piedra natural sin tallar, y la base de la columna se talla a mano para ajustarse perfectamente a la superficie irregular de la piedra. Este ajuste se logra colocando la columna sobre la piedra con tinte en la superficie de contacto: las zonas que tocan se marcan con el tinte y se rebajan con

formón. Se repite el proceso hasta que el contacto es completo.

Unión en ángulo

Resiste carga vertical

Resiste tracción

Resiste giro

Aplicación

Cola de milano simple

Sí

Parcial (una dirección)

No

Vigas secundarias

Caja y espiga con hombro

Sí

Sí

Parcial

Vigas principales a columna

Barbilla + cola de milano

Sí

Sí

Parcial

Cerchas, vigas de cubierta

Doble caja y espiga

Sí

Sí

Sí

Nudos estructurales principales

Base de columna a piedra

Sí

No

Parcial (por fricción)

Cimentación

Ejecución práctica: del trazado al montaje

Tallar un ensamble japonés requiere precisión y método. El proceso sigue un orden invariable: seleccionar la madera, trazar, serrar, vaciar con formón, ajustar en seco, corregir y montar definitivamente.

Selección de la madera: Usar madera de fibra recta y grano apretado: conífera (pino silvestre, pino laricio, abeto, ciprés japonés) para piezas grandes, y madera dura (roble, haya, castaño, encina) para cuñas, llaves y

pasadores. La madera debe estar seca (12-18% de humedad) para evitar contracciones que abran las uniones después del montaje. Madera verde se puede usar si el ensamble admite que la unión se apriete al secar (como la caja y espiga pasante), pero no en geometrías complejas que podrían deformarse.

Trazado (sumitsuke): Marcar todas las líneas de corte con gramil y escuadra antes de empezar a cortar. El trazado japonés tradicional usa tinta sumi (tinta china) y un pincel fino, pero un lápiz duro (2H o 4H) funciona perfectamente. Marcar las caras de referencia de cada pieza (omote) con un símbolo claro. Todas las medidas se toman desde la cara de referencia para acumular el mínimo error. Verificar cada medida dos veces antes de cortar.

Corte con sierra: Las sierras japonesas cortan al tirar (a diferencia de las occidentales que cortan al empujar). Esto permite hojas más finas y cortes más precisos. La sierra ryoba tiene un filo para corte transversal (yokobiki) y otro para corte longitudinal (tatebiki). Empezar cada corte con la sierra inclinada a 10-15° y profundizar gradualmente. Cortar siempre por el lado de desperdicio de la línea de trazado (no sobre la línea, sino junto a ella, dejando la línea en la pieza que queda).

Vaciado con formón: Las cajas y rebajes se vacían golpeando el formón con mazo, empezando por los bordes y profundizando en capas de 3-5 mm. Nunca intentar retirar toda la profundidad de golpe: la madera se astilla o el formón se desvía. Para el fondo de las cajas, colocar el formón con el bisel hacia abajo y empujar a mano para alisar. Verificar la planitud del fondo con la hoja del formón colocada de canto.

Ajuste en seco y corrección: Montar las piezas sin adhesivo ni cuñas definitivas. Verificar que las superficies de contacto asientan completamente. Si la unión entra con demasiada facilidad, es holgada y debe compensarse con una lámina de madera (shim). Si no entra, identificar los puntos de contacto excesivos aplicando tinte o grafito en las superficies: las zonas que se marcan están demasiado altas y deben rebajarse. Repetir hasta que el contacto sea uniforme.

Montaje definitivo: Aplicar presión con mazo usando un taco de protección de madera blanda (nunca golpear directamente la pieza). Si el ensamble lleva cuñas, insertarlas después de que la unión esté en su posición final. Si lleva pasador, perforar con taladro de mano o berbiquí y martillar el pasador previamente afilado en punta. Un pasador correctamente instalado sobresale 2-3 mm por cada cara para poder retirarlo en caso de desmontaje futuro.

Un carpintero con práctica talla un ensamble de caja y espiga con cuña en 1-2 horas. Un rayo de Júpiter completo requiere 3-5 horas. La velocidad llega con la práctica: se recomienda empezar tallando ensambles de prueba en listones de 5×5 cm antes de pasar a piezas estructurales. Los errores en piezas pequeñas cuestan un listón; los errores en vigas de 15 cm cuestan una pieza de madera difícil de reemplazar.

⚠ Advertencia: Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.