

MADERA CONTRALAMINADA - CLT

DEFINICIÓN

Tablero formado por al menos 3 capas de tablas de madera estructural encoladas sólo por sus caras, de forma que las capas sucesivas son perpendiculares entre sí.

En español se denominan con las siglas TCL (*iniciales de Tablero ContraLaminado*), en inglés Cross Laminated Timber, CLT o X Lam, en francés Panneaux de Bois Massif y en alemán como Brettsperrholz (BSP).

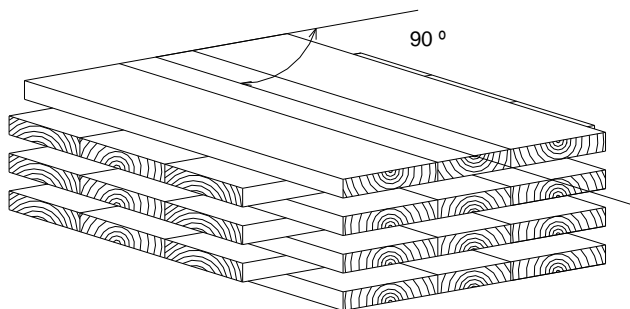


Figura Composición de un panel contralaminado.

La madera contralaminada se diferencia de los tableros de madera maciza de tipo alistonado o tricapa (SWP, solid wood panels) por sus dimensiones muy superiores, tanto en espesor como en longitud, lo que implica técnicas de fabricación diferentes, y unas prestaciones estructurales diferentes.

APLICACIONES

Su uso está limitado a clase de servicio 1 y 2. Su principal ventaja reside en que resuelven mejor en muchos casos la triple función arquitectónica: estructural (con una mayor continuidad en la transmisión de las cargas), aislamiento térmico y aislamiento acústico (debido a su mayor espesor).

Se utilizan como forjados, muros y cubiertas en construcciones tanto de sólo madera como de estructura mixta. Por sus cualidades resistentes pueden utilizarse en edificios de todo tipo de uso (desde viviendas hasta construcciones industriales, pasando por edificios administrativos, educativos, etc.) pero por sus luces moderadas y alturas son especialmente adecuadas para viviendas y edificios educativos (si bien se han llegado a construir edificios de viviendas de hasta 9 plantas).

La construcción a base de madera contralaminada ha encontrado un uso interesante en zonas sísmicas según los resultados de ciertos estudios de laboratorio realizados con edificios a escala real. Otra aplicación donde pueden alcanzar un gran desarrollo es en la rehabilitación.

Su cálculo y diseño requiere la intervención de calculistas especializados en madera. También es posible obtener asistencia técnica y tablas de predimensionado por parte del fabricante de los tableros contralaminados previamente al suministro de las piezas.

TIPOS

Se diferencian:

- a) por la especie de madera y las propiedades mecánicas de las tablas empleadas.
- b) por el número de capas y por el grosor total.

En el mercado se denominan y marcan haciendo mención a ambos parámetros. La presencia de capas dobles constituye una denominación suplementaria. El número de capas más habituales es de 3, 5 y 7 y excepcionalmente 9, 13 y 15.

- c) por la orientación de la capa exterior.

- perpendicular a la dirección longitudinal del tablero: se emplean principalmente en tabiques
- paralela a la dirección longitudinal del tablero: se emplean principalmente en forjados porque trabajan mejor a flexión, y en muros.

- d) por el aspecto de las caras vistas y las capas interiores, siendo cada fabricante el que define sus características ya que no está normalizado.

MATERIALES

Madera aserrada estructural en forma de tablas

Normalmente se utilizan tablas de madera aserrada de coníferas clasificadas estructuralmente: píceas (*Picea spp.*), pino (*Pinus spp.*), abeto (*Abies spp.*) o alerce (*Larix spp.*), siendo la píceas (*Picea abies* (L) Karst.) la especie más utilizada.

La madera empleada debe estar seca y clasificada estructuralmente, aunque se admite que un pequeño porcentaje de tablas por capa no cumplan la clasificación. Las tablas de cada capa o bien son enterizas o bien se unen longitudinalmente mediante empalme dentado. El espesor de las tablas de cada capa varía según cada fabricante, desde 10 hasta 45 mm. La anchura de tabla puede estar comprendida entre 60 y 240 mm, de forma que el ratio anchura / espesor, sea superior a 4.

Adhesivos

Se pueden utilizar adhesivos estructurales certificados de los siguientes tipos:

- fenólicos y aminoplásticos.
- poliuretanos de un componente.
- emulsiones de polímeros de isocianato.

DIMENSIONES

Normalmente se fabrica a medida. Las piezas se encargan a fábrica con un grosor y una forma determinada (incluso con la mecanización de sus bordes, canalizaciones para el paso de instalaciones y huecos), con la única limitación de las dimensiones de transporte:

- longitud: máxima de 15 a 25 metros.
- anchura: hasta 5 m.
- espesor: hasta 500 mm.

PROPIEDADES

Contenido de humedad

Se fabrican con un contenido de humedad de 12 ± 2 %.

Densidad

Depende de las especies de madera utilizadas, la habitual es una densidad media de 450 - 500 kg/m³, que es la correspondiente a la mayoría de las coníferas.

Estabilidad dimensional

Debido a su constitución de láminas cruzadas su estabilidad dimensional mejora respecto a la madera maciza si bien se pueden manifestar una vez instalada aperturas de juntas laterales entre las tablas.

Acabados

Se pueden suministrar con diversas calidades estéticas de acabado, en general se fabrican como madera cruda para revestir en obra, cepillados en calidad vista industrial y calidad vista residencial; pudiendo recubrirse con otros tableros y revestimientos (normalmente tablero de cartón-yeso).

Mecanizados

Las piezas de madera contralaminada suelen estar mecanizados en distintas partes:

- en sus cantos, para mejorar las juntas estructurales.
- en su cara (huecos de ventanas y puertas o inclinaciones para formar pendientes).
- en su interior (canalizaciones para pasos de electricidad, tuberías, etc.).

Resistencia mecánica y estabilidad

La documentación de referencia para la evaluación de este producto debe incluir las siguientes propiedades:

a.- Propiedades mecánicas perpendiculares a la madera contralaminada

- Resistencia a flexión perpendicular.
- Resistencia a tracción perpendicular.
- Resistencia a compresión perpendicular.
- Resistencia a cortante paralelo.
- Módulo de elasticidad paralelo.
- Módulo cortante paralelo.

b.- Propiedades mecánicas paralelas a la madera contralaminada

- Resistencia a flexión paralela.
- Resistencia a tracción paralela.
- Resistencia a compresión paralela y concentrada.
- Resistencia a cortante paralelo.
- Módulo de elasticidad paralelo.
- Módulo Cortante paralelo.

Reacción al fuego

De acuerdo con la Decisión de la Comisión 2003/43/EC y con lo especificado en su norma armonizada se clasifican sin necesidad de ensayar como:

- D-s2, d0, para muros y techos.

- D_{FL}-s1, para suelos.

Esta reacción al fuego se puede mejorar con la aplicación de tratamientos retardadores del fuego en la madera, en cuyo caso el fabricante tiene que aportar el informe de ensayo correspondiente y la clasificación realizada de acuerdo con las normas UNE-EN 13501-1.

Resistencia al fuego

En su norma armonizada menciona que se puede calcular de forma teórica a través de la resistencia al fuego de sus componentes o mediante ensayo normalizado.

Por otra parte al tratarse de tableros de madera maciza se puede calcular de acuerdo con las indicaciones del Eurocódigo 5 (UNE EN 1995-1-2) o el DB SI siguiendo un modelo de cálculo para secciones compuestas teniendo en cuenta como se carboniza.

Higiene, salud y medio ambiente

Al ser un sistema masivo a base de madera, permite el intercambio de vapor de agua con el interior, independientemente de que se limite éste por razones de durabilidad o de aislamiento térmico.

Resistencia a la difusión del vapor de agua (“ $\mu = rv$ “)

Se determina mediante ensayo de acuerdo con la norma UNE-EN 12524.

Emisión de sustancias peligrosas

Emisión de Formaldehído

En el último borrador de su norma armonizada, que recoge las mismas especificaciones de la madera laminada encolada, se especifican las clases E1 y E2 obtenidas de acuerdo con la normativa vigente.

Otras sustancias

Cuando se realicen tratamientos de la madera con productos biocidas o productos retardantes del fuego, han de declararse los tratamientos realizados y el cumplimiento de la legislación vigente de cada país.

Aislamiento acústico a ruido aéreo

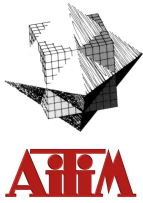
No se dispone de datos. Los fabricantes aportan soluciones constructivas concretas para muros de fachada y forjados a base de elementos tipo sándwich con sus respectivos resultados de ensayo.

Aislamiento acústico a ruido de impacto

Puede asimilarse a la madera maciza, la cual transmite bien las ondas acústicas, por lo que su comportamiento no es especialmente bueno. En su caso se puede determinar de acuerdo con las normas EN ISO 140-6 y EN ISO 717-2.

Absorción acústica

No se dispone de datos, pero es similar a la madera maciza o a los tableros de madera maciza. Al no disponer de poros abiertos no es un buen absorbente acústico. En su caso se determinará de acuerdo con la norma UNE-EN 2.0354 A1.



Permeabilidad al aire

Debido a la estructura cruzada de sus caras los tableros de más de 5 capas y los de 3 capas con espesores de capa iguales o superiores a 30 mm son en si mismos estancos al aire, si bien su punto débil, en este aspecto, lo constituyen las juntas que salvo que lleven sistemas de sellado especial no se suelen considerar estancas al aire. La permeabilidad al aire de las juntas entre tableros se determinará de acuerdo con la norma UNE-EN 12114.

Resistencia térmica

Es equivalente a la madera maciza con una $R = 0,13 \text{ Kcal/mh } ^\circ\text{C} = 0,13 \text{ W/ (m}\cdot\text{K)}$ según la norma UNE EN 12.524.

Inercia térmica

Es similar a la de la madera maciza de la que está formada. Se pueden tomar los datos de la norma UNE EN 12.524, $C_p = 1.600 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$.

Durabilidad

El uso de estos paneles está permitido en las clases de servicio 1 y 2. Si los elementos se emplean como elementos de construcción exteriores deberán contar con una protección adicional y permanente contra agentes degradantes.

FABRICACIÓN

En su norma armonizada se especifican los equipos, las condiciones ambientales de fabricación, el proceso de fabricación, y el autocontrol del fabricante. De forma general sigue el mismo criterio establecido para otros productos estructurales laminados como la madera laminada encolada o la madera maciza encolada. Lo habitual es que el fabricante se someta de forma voluntaria a un control externo por un organismo de reconocido prestigio.

MARCAS DE CALIDAD

Sello de Calidad AITIM

Es un sello que se refiere exclusivamente a la calidad del encolado y al control de fabricación que permitan garantizar que el producto cumpla los aspectos y las propiedades especificados por el fabricante. Se utilizan como referencia las normas de rango europeo específicas para productos encolados estructurales similares a este (principalmente madera laminada encolada y tableros).

Las propiedades especificadas por el fabricante deben hacer referencia a los Requisitos definidos en el Reglamento de Productos de Construcción y estar recogidas en un documento emitido por un Organismo Notificado.

La certificación se materializa mediante el seguimiento de las empresas, con visitas de inspección a la fábrica, evaluación de sus controles internos de calidad, toma de muestras, ensayos externos periódicos y verificación de documentación de suministro.

Sello MPA Stuttgart, Otto-Graf-Institut (FMPA)

Este sello tiene el mismo enfoque que el Sello de Calidad AITIM pero está basado en requisitos propios cercanos a la normativa nacional alemana de construcción con madera y control de encolados.

ALMACENAJE, TRANSPORTE Y ACOPIO EN OBRA

Almacenaje en fábrica

Se marcan y codifican en fábrica, señalando la ubicación de la madera contralaminada en obra (forjados, muros o cubiertas) y la dirección de sus cantos y bordes para facilitar su almacenaje e instalación. Normalmente las piezas salen de fábrica con mecanizados o herrajes donde ajustar los elementos de cuelgue que faciliten el transporte.

Transporte

Las piezas se transportan por carretera en trailers con una longitud máxima de unos 13,5 m. Para longitudes superiores se debe estudiar para cada caso concreto la utilización de medios de transporte especiales o específicos.

Las piezas deben protegerse contra la lluvia directa durante el transporte y ensamblaje, pudiendo recubrirse mediante una lámina plástica, lona plastificada o procedimiento similar, especialmente en aquellos elementos que van a quedar vistos (si bien un humedecimiento temporal no disminuye las prestaciones técnicas del material).

Debido a sus dimensiones y peso es necesario prever los medios adecuados de descarga y manipulación. La descarga de las piezas debe realizarse mediante grúa (torre o autopropulsada), maquinillo o poleas a través de eslingas simétricas sujetas a la pieza de modo que ésta quede equilibrada para que el camión no se desequilibre. Las piezas pequeñas podrían trasladarse con un traspalet o una elevadora de carga con pluma telescópica.

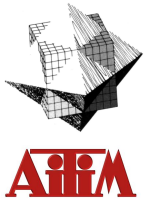
Acopio en obra

Debido al tamaño y peso de las piezas se debe organizar un acopio delimitado con caminos de acceso perfectamente compactados para el tránsito. El acopio se realizará en posición horizontal sobre rastreles elevados o espaciadores que faciliten su izado. Es necesario prever los movimientos de las piezas para asegurar el suficiente espacio de maniobra necesario para su izado e instalación. Si se dispone de poco espacio lo más recomendable es programar varios envíos según el avance esperado de los trabajos.

PLIEGO DE CONDICIONES

Véase apartado específico de “Pliegos de Condiciones” de la página web de AITIM.

- Tipo de madera contralaminada.
- Contenido de humedad.
- Dimensiones y tolerancias dimensionales.
- Propiedades mecánicas.
- Durabilidad.
- Calidad de encolado.
- Emisión de formaldehído.
- Reacción al fuego.
- Resistencia al fuego.
- Otras propiedades.
- Marcado CE.
- Sellos o Marcas de Calidad Voluntaria.
- Almacenamiento, manipulación y apilado.



MÁS INFORMACIÓN

Publicaciones de AITIM - www.aitim.es

- Guía de la Madera: Tomo II - Productos estructurales y Construcción en madera.
- Diseño Estructural en madera.
- Estructuras de madera: Diseño y Cálculo.
- Manual de clasificación de madera.
- Uniones metálicas en estructuras de madera.

Pliego condiciones – www.aitim.es