

MAD@ERA
EN LA CONSTRUCCIÓN

25

Separata de EDIFICAR
Mayo de 2012

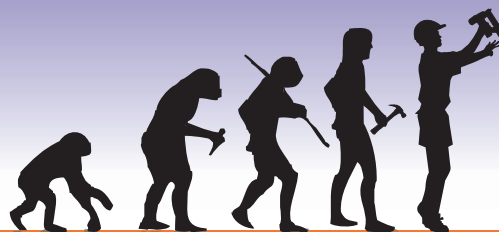


Placas tensadas de madera

Edificio Stadthaus



la casa de la
ENGRAMPADORA



la evolución, ahora depende de usted

Editorial

Ello permitirá realizar un importante aporte de valor agregado además de presentar en el mercado, elementos constructivos que representan un material nuevo de grandes posibilidades en estructuras. Se considera que con estas placas se pueden lograr condiciones de construcción que superan los sistemas de tabiques livianos y entramados de entrepiso tradicionales, con muy buenos aspectos competitivos en cuanto a costos tanto de materiales como de mano de obra de construcción y armado.

Esta es parte de la exposición que realiza el Arq. Carlos Meyer en la presentación de su trabajo sobre Placas Tensadas de Madera, que es a la vez un extracto de su tesis de Maestría y que muestra en forma detallada la potencialidad de este material.

La segunda nota que presentamos en este número, es sobre el **Stadthaus**, un edificio residencial de nueve pisos en Hackney, Londres, que es hasta el momento la estructura residencial de madera más alta en el mundo entero.

Stadthaus es el primer edificio de vivienda de alta densidad construido con paneles prefabricados de madera laminada. No sólo muros y losas sino también escaleras y núcleos de ascensores, enteramente en madera.

Mario Bellón

Indice

Editorial	2
Placas Tensadas de Madera	3
Edificio Stadthaus construido en Londres	18

Madera en la construcción se edita como **Separata de la Revista Edificar**. Su contenido está realizado por el Equipo de Tecnología de Construcción en Madera del Instituto de la Construcción de la Facultad de Arquitectura de la UdelAR, dirigido por los arquitectos Carlos Meyer y María Calone.

Se entrega en forma gratuita con la edición **61** de la **Revista Edificar**. Precio de venta individual \$ 50

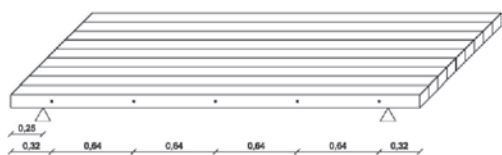
Placas tensadas de madera

Extracto de tesis de maestría presentada por Arq. Carlos Meyer

En varios países se ha trabajado durante los últimos años con esta tecnología que consiste en tensar un conjunto de piezas de madera mediante barras metálicas conformando una placa ortotrópica. La misma se ha aplicado fundamentalmente a puentes sin embargo se constata que es perfectamente posible utilizarlas para paneles y entrepisos.

La tensión aplicada impide el deslizamiento entre las escuadrías que comienzan a colaborar todas juntas, constituyendo el concepto de placa.

Este trabajo en conjunto de las piezas comprimidas entre sí, mejora el comportamiento individual de cada pieza de madera, ya que se minimiza la acción de los distintos defectos como nudos, rajaduras, etc. pudiéndose así usar madera de menor calidad.



Con anterioridad se han desarrollado placas mediante sistemas de vigas laminadas encoladas, vigas laminadas clavadas, tornilladas o tarugadas, y de otros sistemas que se detallarán y que sirven como antecedentes a este trabajo.

El objetivo es demostrar la posibilidad de aplicación de esta tecnología a las

maderas locales de Uruguay, particularmente de pinos que son maderas de gran crecimiento y disponibilidad en el país. El eucalipto grandis es también muy abundante, pero tiene mayores problemas de crecimiento, fisuras, colapso de las fibras, rajaduras en las cabezas y alabeos. También tiene gran dificultad para secar y para recibir tratamientos de impregnación.

Las maderas provenientes de raleos, tienen actualmente muy escasa aplicación y un valor comercial muy bajo siendo en muchos casos un estorbo en los aserraderos. Por ello, la importancia de su estudio radica en la posibilidad de uso de estos productos en elementos constructivos de desarrollo tecnológico, considerando que se puede lograr un uso intensivo de esta tecnología para su aplicación masiva en programas arquitectónicos.

Se demostrará la factibilidad de conformar estas placas como piezas moduladas, particularmente para entrepisos, que puedan servir para elementos constructivos de viviendas y otros programas de luces pequeñas y medianas.

Ello permitirá realizar un importante aporte de valor agregado además de presentar en el mercado, elementos constructivos que representan un material nuevo de grandes posibilidades en estructuras. Se considera que con estas placas se pueden lograr condiciones de construcción que superan los sistemas de tabiques livianos y entramados de entrepiso tradicionales, con muy

Placas tensadas de madera

buenos aspectos competitivos en cuanto a costos tanto de materiales como de mano de obra de construcción y armado.

Se pueden lograr excelentes condiciones de resistencia estructural. De la misma manera las placas tensadas de madera (PTM) tienen muy buen comportamiento frente al fuego, y muy buenas condiciones acústicas y térmicas.

Estas placas, tanto en cerramientos verticales (muros, tabiques divisorios) como horizontales (techos, entrepisos) pueden integrarse con las construcciones de tipo tradicional (mampostería de ladrillo, bloques de cemento, hormigón) que son de uso más común en Uruguay, lo que permitirá además colaborar con una gradual introducción de los productos madereros en la construcción.

Representa también una buena complementación con otros sistemas de placas macizas como las placas clavadas y entarugadas, pudiendo coexistir los sistemas en una misma obra.



Escuadrias de raleos con presencia de médula

Es una buena oportunidad para aplicar una tecnología de avanzada y prevalente en el mundo, a un material de escasa calidad y valor para lograr un producto de grandes posibilidades de utilización que se encuadra dentro de la concepción mundial de engineered timber products (ETP)

Los orígenes de la tecnología se encuentran en Canadá y Estados Unidos. Se origina en la necesidad de tensar viejos puentes de maderas laminadas clavadas cuyas lamelas se habían separado por acción de efectos mecánicos y agentes climáticos, oxidación de clavos y tenían serias posibilidades de colapso (Ritter y Oliva). Se buscó una solución para poder juntar las láminas mediante la utilización de tensores de acero. Como no se podía perforar todo el ancho del puente se colocaron dos tensores (superior e inferior) con los que se procedió a reapretar las láminas y determinar que las mismas recobraran un grado de compresión entre ellas.



Placa retensada mediante dos tensores – Sistema original de retensado de puentes de madera clavada en EE.UU y Canadá.

De allí surgió la idea de realizarlo para construcciones nuevas pero en base a un solo tensor colocado en el medio de la altura de la placa con lo que se obtiene el mismo efecto logrando que las escuadrias queden apretadas entre si.

Actualmente se han logrado excelentes resultados para la realización de placas

Placas tensadas de madera

ortotrópicas, fundamentalmente en puentes, colaborando en la obtención de grandes luces. Paralelamente se han estudiado diversos aspectos de protección por diseño, lo que lleva a que los puentes actuales y otras estructuras puedan tener una duración mucho mayor. Es frecuente observar chapas y babetas metálicas para impedir la entrada de agua, así como el revestimiento de maderas laminadas con otras maderas machimbradas de menor calidad fácilmente cambiables si las mismas se deterioran.

Algunos ingenieros han estudiado la posibilidad de utilización de las placas tensadas en conjunto con otros materiales. Se ha considerado la realización de placas macizas para cubrir luces medianas en base a madera tensada y la inclusión de nervaduras metálicas en forma de T que permitan aumentar las luces. Este sistema se ha usado en placas para puentes e investigado por Apple y Woodward, New Mexico State University

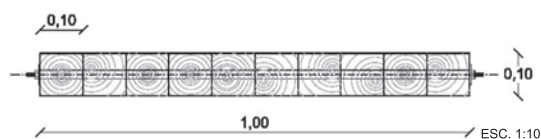
Se han realizado estudios para aumentar la capacidad mediante el uso de hormigón como capa de compresión (Nykyri y Kilpeläinen -Finlandia) y en la Ecole Polytechnique Federal de Lausana (EPFL)

Existen diversas posibilidades de mejorar las características de las placas tensadas de madera (PTM) incorporando algunas láminas de mayor altura, sobre todo láminas extremas que mejoran enormemente la inercia de la placa, lográndose luces mayores. Estas láminas ayudan también a resolver los problemas de uniones entre otras placas que conforman el entrepiso.

Características generales de las placas tensadas de madera (PTM)

La posibilidad de lograr placas moduladas de maderas tensadas se considera de gran interés para su uso en otros programas particularmente de viviendas y otros de luces medianas, escuelas, oficinas, etc y constituyendo también piezas constructivas como muros portantes, entrepisos, etc. Puede ser también particularmente útil en la construcción de viviendas o conjuntos de varios pisos ya que tiene excelentes condiciones de aislamiento térmico, acústico y resistencia al fuego. También puede ser aplicado para la construcción de módulos espaciales de vivienda.

En la medida que se pueden obtener importantes luces utilizando placas con maderas unidas de tope, las mismas pueden ser usados en placas moduladas (ancho aprox. 1mt.) que cubran en el largo uno o más locales a manera de losas continuas dependiendo de las posibilidades de manejo.



Para nuestro caso particular, hemos resuelto estudiar el sistema en base a elementos modulares que puedan unirse lateralmente entre sí para conformar fundamentalmente losas de entrepisos y techos.

Sin embargo también es posible utilizar las placas como cerramientos verticales, muros exteriores o interiores, conformando un sistema constructivo de elementos macizos

Placas tensadas de madera

que puede tener excelentes posibilidades de uso en la construcción de viviendas.



Posibilidades de usos de materiales de raleos de pinos.

Estos materiales que son abundantes y de muy bajo costo pueden utilizarse de buena manera para la conformación de placas. Se piensa que, aunque de resistencia mecánica inferior, la aplicación de una presión por parte de los elementos metálicos, minimiza varios de los defectos como ser las fisuras, las torceduras o

alabeos y compensa la existencia de nudos. Ello se debe a que las piezas individuales quedan fuertemente apretadas entre si quedando sostenidas por el efecto de compresión y rozamiento.

Así la normativa en torno al tema acepta coeficientes muy beneficiosos en cuanto al diseño estructural. Ello se debe a que las escuadrías colaboran todas juntas en el esfuerzo efectuado entre ellas compensando los defectos que puedan tener las piezas individuales.

Comparación con otros sistemas de formación de placas

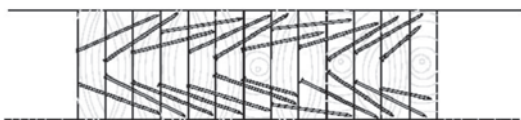
Existen varios sistemas para la conformación de placas macizas que se puedan usar en los programas de luces pequeñas y medianas mencionados. Estos sistemas pueden estar contruidos por elementos macizos en que la madera puede incluso representar terminaciones vistas de pisos y ciellorrasos o en base a paneles multicapas integrado por diversos elementos.

a - sistemas de placas clavadas.

Consiste en conformar las placas mediante escuadrías colocadas de canto clavadas entre si. Si bien se usaron primero en Estados Unidos para placas de puentes, fue Julius Natterer en 1980 que redescubrió este sistema para otros usos que es hoy vastamente utilizado en Alemania, especialmente como losas de entresijos o sistemas constructivos integrales. La existencia de martillos neumáticos para clavos de 4 y 5 pulgadas, mejora la rapidez de armado de estas placas y por sus buenas condiciones acústicas y térmicas han ganado mucho terreno.

Placas tensadas de madera

Sin embargo mediante los clavos no es posible obtener una buena adherencia entre las escuadrías y presentan algunos problemas de corrimiento entre las mismas en los ensayos y frecuentemente necesitan algunos complementos como clavado de placas de contrachapados o colocación de tarugos para compensar este efecto. Para mejorar la resistencia a la extracción de los clavos, estos se colocan formando ángulo con la superficie de la madera (clavos lanceros) atravesando un mínimo de tres láminas.



Placas de escuadrías de maderas clavadas

El sistema de placas clavadas permite la conformación de diversos elementos constructivos, incluidas vigas, pilares, losas o cerramientos verticales interiores y exteriores.

Permite también fabricar los elementos tanto en fábrica como en pie de obra, realizándose importantes complementaciones de elementos menores también clavados como terminaciones en obra. Permite la conformación final de estructuras con gran rigidez.

b-sistema de placa atornilladas

Se han realizado ensayos con la sustitución de tornillos por los clavos que dan un



Placas clavadas con martillos neumáticos

Placas tensadas de madera

resultado semejante al de los clavos y presentan los mismos problemas de corrimientos entre las escuadrías. Con los tornillos sin embargo, se logra obtener algún grado de compresión mayor promovida por la hélice, y se asegura que la unión entre las piezas en el tiempo se mantenga mejor en la medida que los tornillos tienen una mayor resistencia a la extracción que los clavos. Estas placas han sido estudiadas por investigadores como Ulrich Meierhofer.

c- sistema de placas entarugadas

Se ha buscado un sistema de utilización de maderas entarugadas que tiende a superar el deslizamiento entre piezas. Frecuentemente se utilizan maderas que van colocadas con cierta presión en los orificios y con muy baja humedad (aprox 8%) lo que permite un fuerte apretamiento luego del aumento de volumen del tarugo por aumento de la humedad. Este sistema mejora mucho el problema del corrimiento entre las láminas. Resulta sin

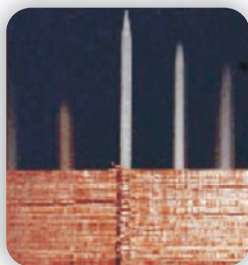
embargo complicado realizar con exactitud los orificios como para que sea fácil introducir los tarugos en los orificios necesitando además algunos elementos neumáticos para introducir los tarugos a presión. Existen en Europa, fábricas con importantes líneas de producción de paneles entarugados para diversos usos. (Kaufmann Massivholz GmbH)

d- sistema de placas laminadas encoladas

La madera laminada encolada (MLE) está constituida por escuadrías de maderas que se unen entre sí mediante un adhesivo. Estos estudios comenzaron en 1905 por parte de Otto Hetzer.

En este caso la unión entre las escuadrías se realiza mediante la cola que requiere también de importante presión para su consolidación y colas especiales que aseguren la resistencia a la humedad como las constituidas por fenol y resorcinol formaldehído así como las poliuretánicas. Se aprecia aquí que la función de la línea de

- ▶ Materialmente se integra con la madera de manera permanente.
- ▶ Agarre más fuerte, conexión más estable.
- ▶ Nunca necesitará reemplazarlo.



Clavos y grampas en polímeros



la casa de la
ENGRAMPADORA

No se oxidan, ni herrumbran, ni corroen. Resistentes por tiempo indefinido en las maderas tratadas con proceso CCA o ACQ. Recomendado su uso en OSB.

Placas tensadas de madera

cola es fundamental y los defectos de fabricación o fallas de la cola pueden resultar en delaminaciones importantes o separación de las lamelas que lleven al colapso de la pieza.

Debido a que su uso se ha extendido a piezas de dimensiones importantes, se comienza por fabricar elementos denominados lamelas constituidas por pequeñas piezas de madera que se unen entre sí mediante uniones dentadas o "finger joint" constituyendo así una pieza de dimensiones ilimitadas. Estas tienen en general entre 1 y ½ y 2" de espesor. Luego las mismas se unen entre sí para determinar la altura de la placa de acuerdo a la cantidad de lamelas.

Todo el proceso de construcción requiere de intensos cuidados, ya que es necesario controlar las condiciones de humedad de la madera, la cantidad de cola aplicada, las condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa en el momento de fabricación, las presiones aplicadas en las

uniones de las lamelas y de las lamelas entre sí.

Con el sistema de MLE es posible realizar una gran variedad de formas de elementos, placas, vigas, etc. que permiten variadas posibilidades estructurales y estéticas por lo cual es el sistema más difundido y confiable en la actualidad para la construcción de programas de grandes luces. Constituyen excelentes elementos para la conformación de placas macizas para entresijos y techos

Se destaca además que el sistema permite realizar una selección de la madera, en la medida que se pueden descartar los nudos más importantes para obtener los elementos más cortos que se unen mediante las uniones dentadas para conformar las lamelas



Placas de madera laminada encolada

fanatite
ADHESIVO DE POLIURETANO



fanatite
Sella
fanatite
Pega relleña fanatite

FANATITE OTORGA ADHESIÓN FUERTE Y DURADERA

Actúa en superficies húmedas.

Trabaja en varios tipos de maderas tales como: algarrobo, lapacho, guatambú, paneles **OSB**, etc.

FANATITE no requiere mezclarse y rinde mucho más que otros adhesivos convencionales.

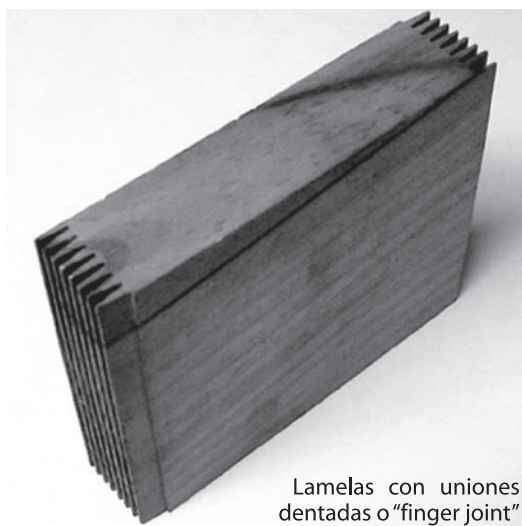


la casa de la
ENGRAMPADORA

Wilson Ferreira Aldunate 1171
Tels.: 2900 8488 - 2902 4083
www.lacasadelaengrampadora.com.uy

Placas tensadas de madera

Algunos investigadores consideran sin embargo, que en muchos casos un nudo que está bien firme es mejor que una unión dentada ya que existe continuidad de gran parte de las fibras. (Arq. Miguel Demkoff, Buenos Aires) En este caso el uso de madera proveniente de árboles que han sido podados, y que presentan pequeños nudos puede hacerse en forma de tablas largas lo cual ahorra además madera, cola y mano de obra.



Lamelas con uniones dentadas o "finger joint"

e - sistema de placas tipo cajón



Placas tipo cajón (fábrica lignatur)

Este sistema se constituye mediante madera dispuesta en una capa superior y una capa inferior y mediante nervadura vertical en medios y extremos. Esto nos determina placas tipo cajón que permite huecos interiores que pueden utilizarse para inclusión de aislaciones térmicas, acústicas y canalizaciones. Con estos sistemas se pueden lograr importantes luces.



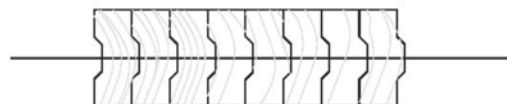
Placas huecas tipo "lignatur" en fábrica

Estos sistemas de placa tipo cajón se utilizan de gran manera en Europa tanto en soluciones de entresijos o techos como en paneles y cerramientos verticales.



Detalles de placas huecas "sistema lignatur"

f - placas de maderas macizas encastradas mediante un perfil moldurado



Placas macizas de perfiles moldurados

Estas placas están constituidas por elementos de madera que se van

Placas tensadas de madera

encastrando y clavando entre si en vertical o en horizontal. Son en general, utilizadas para muros portantes o tabiques divisorios. Existen diversos trabajos de moldurado de los elementos que permiten un mejor encastre y adaptación. También se ha experimentado con diversos largos llegando incluso a la utilización de pequeños trozos a la manera de "ladrillos de madera". El moldurado de la pieza favorece enormemente la rigidez de la placa ya que el encastre favorece el funcionamiento conjunto de las piezas individuales.

f) Placas huecas (paneles) con estructura interior de madera



Paneles huecos con capacidad estructural

Los paneles huecos, también denominados paneles multicapas, se utilizan fundamentalmente para cerramientos verticales y se constituyen de piezas o pies derechos, soleras y cortafuegos, los cuales conforman la estructura interior. Según su ubicación exterior o interior son revestidas por diversos elementos que incluyen paneles de yeso, machimbres de madera, placas contrachapadas, etc.

Los espacios interiores son utilizados para colocar los distintos elementos que conforman las aislaciones higrotérmicas, como lana de vidrio (aislante térmico), polietileno (barrera antivapor) y cartón asfaltado (barrera hidráulica)



Paneles de entrepiso

Los sistemas de entrepisos se conforman mediante un envigado principal de las medidas según diseño sobre el cual se colocan tablas de piso machimbradas o placas contrachapadas. Existen diversas conformaciones de los entrepisos dependiendo del programa arquitectónico con agregados de elementos para mejorar las condiciones acústicas y térmicas.

Este es el sistema más comúnmente utilizado en viviendas de madera conocido como construcción marco en Estados Unidos y Canadá, con los cuales se logran sistemas como el denominado plataforma.

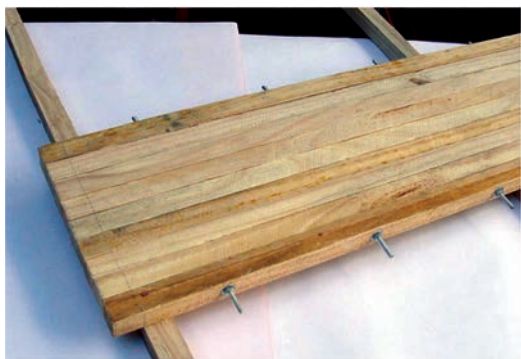
Estos paneles pueden ser realizados en fábrica y luego colocados en el sitio lo cual permite una muy rápida conformación de los entrepisos y techos.

Placas tensadas de madera

Ventajas comparativas a favor de las placas tensadas de madera (PTM)

Debemos definir que los sistemas de placas dependen fundamentalmente de la unión que se logre entre los elementos, lamelas o escuadrías para que exista un funcionamiento conjunto, solidario sin deslizamiento o corrimiento.

El sistema de madera laminada encolada (MLE) logra este objetivo, en la medida que la cola aplicada se hace cargo de todo el esfuerzo para que la placa se mantenga consolidada.



Detalle de prototipo a escala

Los sistemas de clavado, o tarugado no producen una fricción apreciable siendo los clavos los que absorben todos los esfuerzos. Los sistemas atornillados, en la medida que tienden a apretar las tablas entre si promueven una mayor fricción. Sin embargo se considera que ninguno de los casos tiene el efecto que se constata en las placas tensadas donde las barras de acero confieren alto grado de compresión entre los elementos.

Así, los mismos no se delaminarán en el tiempo, que es un problema típicamente asociado con los entablonados clavados.

Es indudable que tanto los sistemas de placas de MLE como los de placas tensadas de madera logran el efecto buscado, por lo cual su uso está determinado por sus aplicaciones, dimensionado de las piezas, sus sistemas de fabricación y puesta en obra, sus costos, etc. Es notorio que los sistemas de MLE requieren importantes plantas para su fabricación, sistemas de uniones dentadas, prensas, condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa durante el proceso, etc.



Torque manual utilizado para tensionar

Las placas PTM pueden tener un fácil proceso de fabricación tanto en taller como en obra requiriendo un mínimo de infraestructura y herramientas pudiéndose usar un torque manual para provocar la compresión.

Con relación a los sistemas de placas clavadas, atornilladas y entarugadas, se considera que las placas tensadas tienen ventajas importantes definidas por:

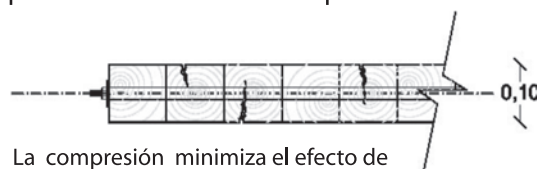
Placas tensadas de madera

- Las placas tensadas están sometidas a un importante efecto de compresión por parte del elemento metálico tensionado. Si bien en su vida útil es previsible que dicha compresión disminuya, se logrará siempre que la misma tenga un nivel mínimo como para mantener la estabilidad de las piezas. La compresión asegura un excelente comportamiento que evita el deslizamiento entre los elementos.

- La compresión elimina los posibles pasajes de aire y agua entre las piezas.

- La compresión compensa de manera importante algunos defectos de la madera, y permite ser utilizada con gran mejora de sus tensiones admisibles. Experiencias realizadas en Canadá han demostrado que es posible incrementar la tensión admisible entre 50.8 y 82.5% dependiendo del grado de la madera y las especies (Ritter y Oliva).

La OHBDC, Ontario Highway Bridge Design Code permite incrementar la tensión por flexión en un 50% para grados 1 y 2 y en un 30% para grado selecto estructural para placas tensadas de uso en puentes



La compresión minimiza el efecto de fisuras y otros defectos.

Las placas clavadas, tornilladas o tarugadas no provocan un efecto de compresión entre las láminas y presentan entonces defectos de separación entre las mismas, entradas de aire, etc., escasa resistencia al deslizamiento entre las láminas. Es frecuente que las mismas necesiten la colocación de una placa de madera contrachapada u OSB estructural, que en algunos casos pueden ayudar en el arriostramiento de paneles..



Placas tensadas de madera

Otras características de las placas

Aislación Térmica

- Se considera que una placa de madera del espesor que se considera (entre 4" y 6") tiene buenas características de aislación térmica. Se comportan como un sistema de tabique lleno. Más allá de ello, es posible incorporar al conjunto de la placa aislantes térmicos tanto en su uso como cerramiento vertical como horizontal.

La madera es un aislante térmico natural debido a su constitución en base a celdas con aire que ofrecen resistencia al paso del calor. Las maderas livianas tienen mejor resistencia térmica que las pesadas, e influye también sus condiciones de humedad, siendo más aislantes las maderas secas. Su resistencia térmica es entre 2 y 2.8 veces mayor en dirección perpendicular a la fibra que en dirección paralela, debido a la disposición de las fibras. (Manual Madera – Infor - 1991)

El valor de la conductancia térmica (λ) mide la facilidad con que la energía pasa a través de un material. Así, cuando más alto sea este valor, transmite más fácilmente y es peor aislante térmico.

La aislación térmica se establece mediante el conjunto de materiales colocados que oponen resistencia al flujo térmico. Se establecen cambios de temperatura por tres mecanismos: convección, radiación y transmisión.

La convección se produce por el contacto de un cuerpo con el aire circundante. De esta manera resulta de gran importancia

las condiciones de estanqueidad que no permitan filtraciones de aire que provoquen pérdidas de calor y condensaciones. Ello se puede lograr con la compresión aplicada entre las láminas, considerándose que por esta razón es importante que las juntas permanezcan estables. En casos de placas clavadas, se han constatado variaciones de hasta 0.3mm. según época del año. (Bresta)

En contraste con los sistemas tradicionales de entramados de maderas, los sistemas en base a placas de maderas macizas requieren entre 20 y 40mm. menos de aislación para obtener el mismo valor de k. (Jung) Sin embargo estos valores a los que se refiere son de 0.26 a 0.19 (W/m²k) Para Uruguay se manejan valores de 0.65 a 0.40. (W/m²k)

Aislación acústica

- La existencia de una masa importante asegura una excelente aislación a los ruidos aéreos. La aislación de estos ruidos depende fundamentalmente de la masa y de la capacidad de absorción de la estructura interior del material. Se destaca además que las uniones entre las maderas están fuertemente comprimidas lo cual no facilita el paso del sonido.

La ley de la masa establece que el nivel sonoro transmitido de un lado al otro del cerramiento, disminuye proporcionalmente al peso del cerramiento, es decir que a mayor masa menor transmisibilidad acústica siendo esto aplicable a masas homogéneas.

La madera tiene gran capacidad para absorber y amortiguar las vibraciones

Placas tensadas de madera

acústicas las cuales se transforman en energía calórica dentro del complejo sistema de poros. La aislación acústica se define como la capacidad que tiene un material o elemento constructivo para reducir o resistir la transmisión del sonido.

En Chile, la Norma de Aislamiento del Sonido considera los valores de aislamiento de la siguiente forma:

- 48 decibels Insuficiente
- 49 " SUFICIENTE
- 50 " bueno

Tablas establecen que un tabique de entramado de madera y forro de maderas de 10cms. de espesor pesa aprox. 18kg./m² y tiene un índice de debilitamiento de 30 decibels, lo que establecería una aislación insuficiente.

Debe considerarse sin embargo que una placa tensada como la utilizada para esta tesis tiene 0.10m de espesor y un peso de aprox. 45kg./m² como masa homogénea.

Estanqueidad al paso del aire

- También la compresión entre las maderas favorece que la placa sea una buena barrera contra el viento para que no se produzcan corrientes que alteren el confort interior de la vivienda. La mayoría de los sistemas de tabiques recurren a la colocación de un fieltro o barrera que impide el paso del aire. Usualmente esta barrera es también un elemento que funciona como barrera hidráulica como ser cartón asfáltico, etc. Para este caso es necesario luego cubrir el fieltro con la terminación exterior, tablas machimbradas, etc.

La posibilidad de utilización de escuadrías cepilladas favorece la estanqueidad al paso del aire.

Estanqueidad al agua

- Nuevamente, se establece que la compresión entre las láminas determina la estanqueidad. Los productos que se pueden aplicar exteriormente, pinturas, barnices, etc. mejoran de forma importante este aspecto. Es posible mejorar aún más la aislación mediante la aplicación exterior de barreras hidráulicas que luego deberán ser cubiertas también mediante algún revestimiento, tablas machimbradas, etc.

Resistencia al fuego

- Para casos de placas clavadas o tornilladas se ha constatado que luego de la aplicación del fuego se establecen pequeños conductos por los que el fuego comienza a pasar debido a las separaciones entre las tablas. Ello es debido a que no se produce un efecto de compresión importante. Sin embargo, a pesar de que no se conocen ensayos de resistencia al fuego sobre placas tensadas se estima que la compresión tiende a eliminar el pasaje de fuego entre ellas.

El avance del fuego en la madera depende de las condiciones de humedad, su peso específico, la temperatura y la relación entre el área y el volumen de la pieza, que para el caso de las placas tensadas es muy favorable. Así, los entresijos y techos de placas macizas son de un mejor comportamiento que los realizados mediante entramados, destacándose que en algunos países como Estados Unidos, las construcciones con piezas de secciones superiores a 0.10x0.10

Placas tensadas de madera

se ven enormemente favorecidas por las compañías aseguradoras contra incendios considerándose como “incombustibles”

Algunos autores establecen la velocidad de avance del fuego en 0.8mm y 1 mm por minuto considerando la vulnerabilidad de las uniones entre lamelas. Sin embargo la alta presión aplicada en los paneles tensados de madera minimiza este problema. Algunos autores (Falkner, 1997) han establecido que las placas entablonadas tienen buena resistencia al

fuego. Otros relativizan este efecto y lo vinculan a las condiciones de las uniones entre lamelas mejorando en la medida que las caras estén cepilladas y tengan un mejor ajuste.

Tomada en forma aislada la madera de pino elliottii o taeda, se carboniza en promedio a razón de 0.7 a 0.9 mm/minuto dependiendo de la calidad superficial. Al mismo tiempo la capa carbonizada de madera se transforma en un escudo resistente que retarda aún más el avance de las llamas. (Manual Corma – 2004)



Placas tensadas de madera

De cualquier manera, las placas tensadas de 10 cm de espesor pueden tener una resistencia de 30 minutos (F30). Mediante la aplicación de paneles de yeso a ambos lados es posible aumentar su comportamiento a 90 minutos (F90).

El problema puede presentarse en la medida que el fuego y las altas temperaturas puedan provocar una disminución de la tensión en el acero. Sin embargo se considera que la baja conductividad

térmica de la madera retrasa de manera importante el calentamiento del acero constituyendo una forma de aislamiento.

Para todos los casos en que se necesita estanqueidad (fuego, viento, agua) y dependiendo de la calidad de la madera y sus condiciones superficiales, es posible sugerir como mayor seguridad complementaria la colocación de algún elemento como masilla que selle las posibles fisuras antes de proceder al tensado o complementar con alguna placa de madera contrachapada.



Edificio Stadthaus

En Londres el primer edificio enteramente de madera

Diseñado en colaboración entre los arquitectos Waugh Thistleton, los ingenieros estructurales Techniker, y KLH el fabricante de paneles estructural de madera, Stadthaus, un edificio residencial de nueve pisos en Hackney, Londres, es, pensamos, la estructura residencial de madera más alta en el mundo entero.

Stadthaus es el primer edificio de vivienda de alta densidad construido con paneles prefabricados de madera laminada.

Es el primer edificio de esta altura construido, no sólo muros y losas sino también escaleras y núcleos de ascensores, enteramente en madera.

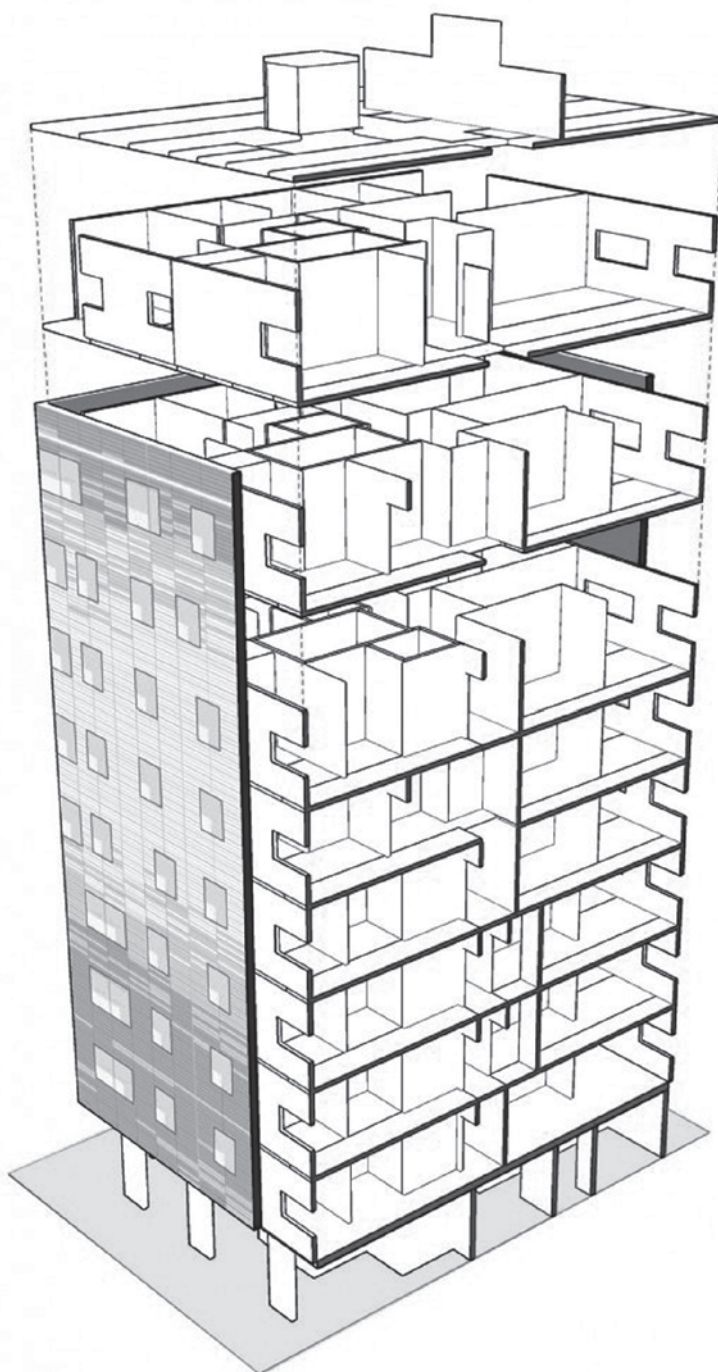


Edificio Stadthaus

Wagh Thistleton está comprometido en reducir el impacto ambiental de la arquitectura. En el esfuerzo de construir edificios que reducen nuestro impacto en el planeta vemos como esencial, no solamente considerar el uso de energía necesaria en la vida del edificio, sino también la energía gastada en producirlo. Hace algunos años venimos investigando el uso de las estructuras de madera sólidas en vivienda para reemplazar el común uso del hormigón y el acero.

La madera guarda 0,8 toneladas de carbono dentro de 1 metro cúbico y es un material reutilizable. En comparación, la producción del hormigón y de acero son procesos que requieren de una intenso uso de energía que libera una gran cantidad de dióxido de carbono a la atmósfera.

Los paneles de madera, pueden además ser desmontados fácilmente y usado como fuente de energía al final de la vida útil del edificio.



Edificio Stadthaus

Así que los argumentos entregados al cliente y las autoridades locales para la utilización de la madera tenían tanto una consideración ambiental como económicas en relación al costo y el programa de construcción.

Propuesta de diseño

La forma del diseño fue predefinida por varios factores. Diferentes Arquitectos, previamente, habían recibido dos negativas de

planificación sobre el sitio y por consiguiente los parámetros aceptables para la aprobación del edificio fueron claramente definidos.

La planta del edificio es de 17m. x 17m. y está rodeado en todos sus lados por otros edificios residenciales. Una extrusión del terreno fijó la forma en planta del edificio y la altura fue fijada como máximo en nueve plantas, o la sombras arrojadas serían un problema mas.





Edificio Stadthaus

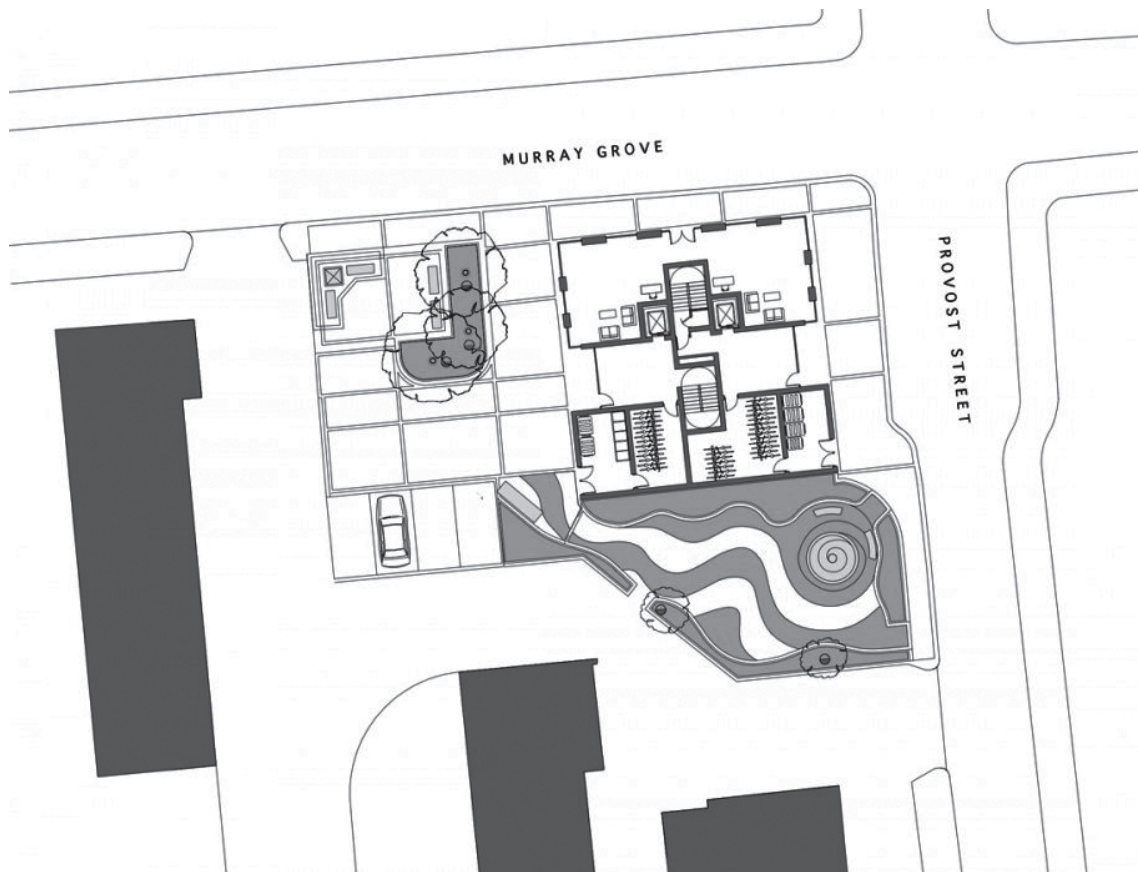
Edificio Stadthaus

Fue un requisito del cliente, **Metropolitan Housing Trust**, generar un acceso separado para las unidades de vivienda social, lo que trajo consigo un planta en "espejo", de este a oeste, con un acceso idéntico para cada tipo de unidad. En ambos casos servidos por una escalera y un elevador, individual.

Las cinco plantas superiores son destinadas para la venta particular y las tres plantas más bajas para vivienda social. La mayoría de la vivienda social

formada por departamentos de familia, miran a la parte trasera del edificio, donde se situa el espacio de esparcimiento.

El constructor, Telford Home, requirió que los interiores fueran consistentes con el estandar de especificaciones del desarrollador, lo que permitiera que el interior de los departamentos fueran totalmente convencionales, ocultando la naturaleza revolucionaria de su estructura.



Edificio Stadthaus

Método Constructivo

El edificio fue montado con una estructura que utiliza el sistema de paneles de madera laminada. Los paneles de madera son producidos en Austria por KLH, utilizando tablas de Abeto pegadas con un adhesivo no tóxico.

La madera de desperdicio al fabricar los paneles, es convertida en combustible para suministrar energía a la fábrica y al pueblo local.

Cada panel es prefabricado incluyendo los vanos para ventanas y puertas y con vías internas para el paso de instalaciones.



Edificio Stadthaus

Cuando los paneles llegaban al lugar, eran inmediatamente colocados en posición y fijados en su sitio. Cuatro carpinteros montaron las ocho plantas de la estructura en veintisiete días.

La velocidad de la construcción en un entorno densamente poblado es especialmente relevante, como también la falta de ruidos y de

desperdicios, creando mucha menos molestia sobre el vecindario con respecto a una construcción de hormigón tradicional.

Diseñar un edificio, donde las cargas estructurales son llevadas por paneles permite varias ventajas. Cualquier pared interna puede hacerse cargo de tomar cargas y liberar a otros muros para



Vigas Laminadas

STOCK DISPONIBLE
PROYECTOS ESPECIALES

- Pisos / Entrepisos
- Molduras / Lambris
- Estantes a medida
- Porcelanatos españoles
- Eucaliptus finger - joint secado en horno



RAICES S.R.L.
INDUSTRIA DE LA MADERA

Daniel Fernández Crespo 1838 - Montevideo
Tel/Fax: 2402-1159 / 2401-9122
Ruta 90 km 57 - Tel.: 4740-2112 - Paysandú
Ruta 5 km 181,500 - Tel.: 4362-5997 - Durazno
ventas@raices.com.uy

www.vigaslaminadas.com.uy

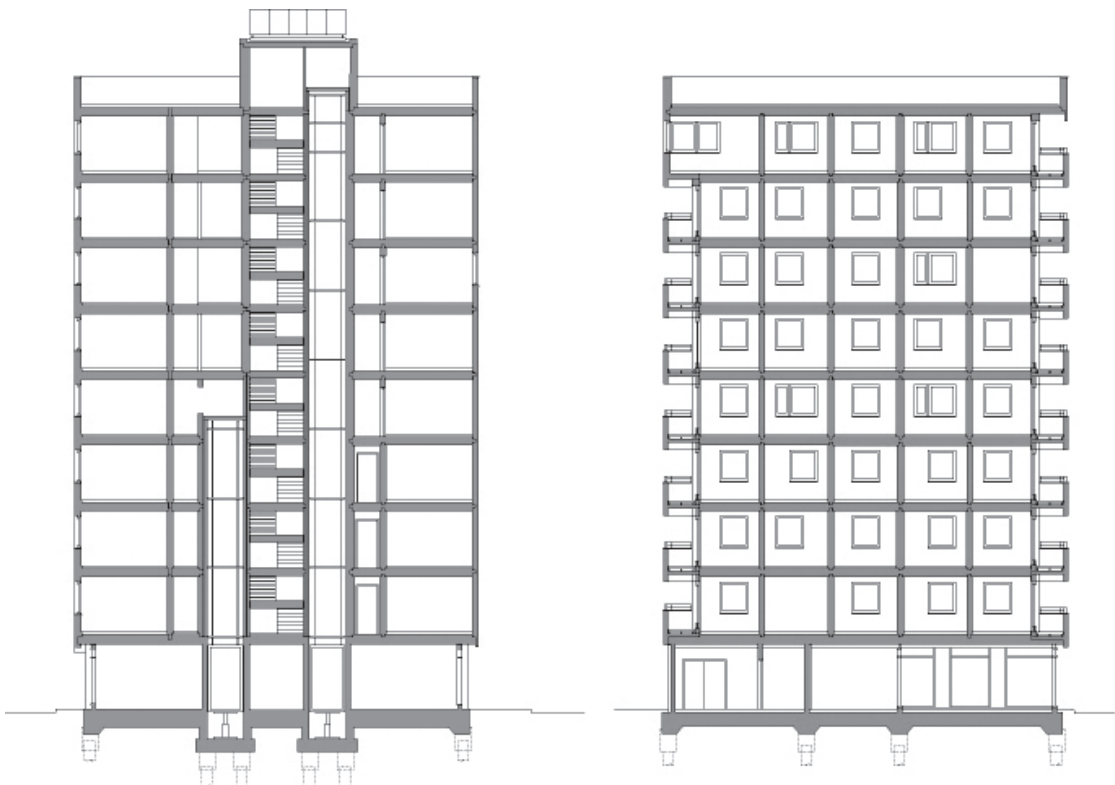
Edificio Stadthaus

agrandar las superficies de los locales o las aberturas.

Esta flexibilidad permite plantas diferentes en pisos sucesivos y fachadas más animadas donde las ventanas son colocadas de acuerdo a las mejores ventajas.

Usualmente una nueva tecnología en construcción provee un reducido volumen de materiales para el edificio; la disminución de pesos, produce a su vez edificios más rápidos y más económicos.

La impresión de solidez una vez dentro de este edificio es evidente, los espacios interiores y su acústica afirman una opinión general de sensación de hogar. Los métodos y trabajos tradicionales seguían una vez que la estructura de cada piso estaba completa. El entusiasmo del personal por la construcción y la facilidad con que se desarrollaba la misma fue un beneficio más allá de lo que anticipamos. El edificio fue completado en 49 semanas, y calculamos un ahorro estimado de cinco meses sobre una construcción de hormigón y terminado antes de lo programado en Enero del 2009.



Edificio Stadthaus

Sustentabilidad

Usar un sistema de paneles de madera en grandes cantidades afecta el "carbon footprint" del edificio, en tres maneras.

En primer lugar, la producción de cemento produce 870 kg de dióxido de carbono. Esto es unos 237 kg de carbono por tonelada de material utilizado.

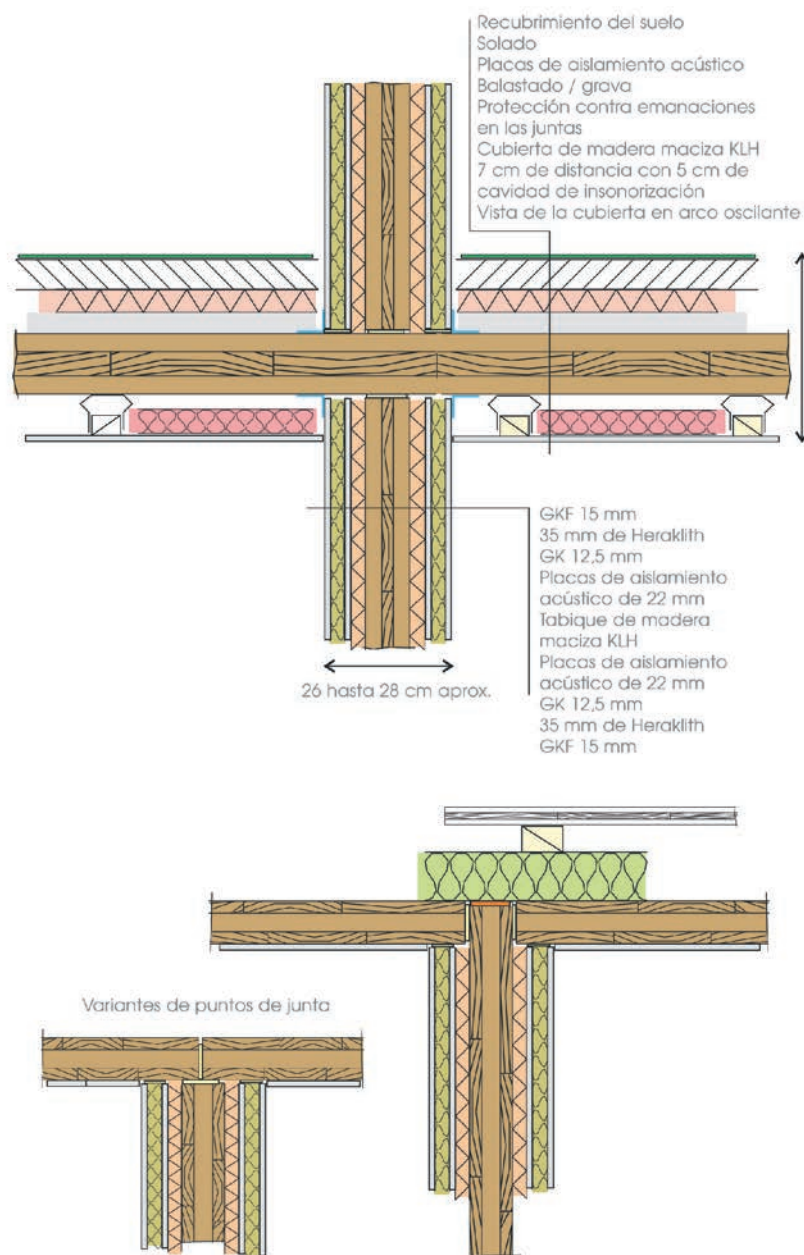
Hemos calculado que si este edificio fuera realizado en una estructura tradicional, contendría aproximadamente 950 m³ de hormigón armado.

Esto requeriría 285 toneladas de cemento lo cual produciría 67.500 kg de carbono.

Adicionalmente, la producción de acero produce 1750 kg de dióxido de carbono,



Del Catálogo de productos de KLH

**KLH WB wtd wtw 03**

Techo de Techo de
 separación de vivienda
 Tabique de separación
 de vivienda

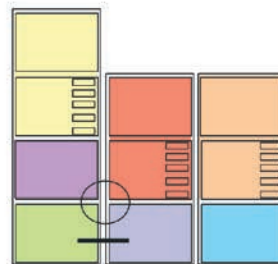
KLH wtd 01

KLH wtw 1s xxt

Edificación residencial
 de varias plantas

**Techo
 de separación
 de vivienda**
 $R'_w > 58 \text{ dB}$
 $L'_{n1,w} > 45 \text{ dB}$

**Tabique
 de separación
 de vivienda**
 $R'_w > 60 \text{ dB}$



Edificio Stadthaus

que se traduce en 477 kg de carbono por tonelada de material utilizado.

Por lo tanto si el edificio hubiera sido construido en hormigón armado, requeriría 120 toneladas de acero y por lo tanto generaría 57.250 kg de carbono.

Hemos utilizado en todo el edificio 901 m³ de madera. La madera absorbe carbono durante toda su vida natural y continúa guardando ese carbono una vez cortada.

La construcción del Stadthaus guardará más de 186.000 kg de carbono.



Edificio Stadthaus

Por lo tanto, el método de construcción elegido ha resultado en una reducción en la carga de carbono de la construcción del edificio de $67.500 + 57.250 + 186.000 = 310.750$ kg de carbono. Esto es a algo más de 310 toneladas de carbono.

El estimado dióxido de carbono producido en la generación de energía necesaria para la construcción del edificio, incluyendo el transporte de los paneles de madera desde Austria, es aproximadamente de 10.000 kg de carbón por año. Esto ha sido totalmente compensada por el ahorro de carbono del edificio por unos 21 años.

Construcción en altura en madera

Normalmente existen prejuicios asociados a los edificios en madera en relación con su rendimiento acústico y resistencia al fuego.

Los edificios de madera son clasificados pobres en relación con su rendimiento acústico debido a su estructura liviana comparado con el hormigón armado o la albañilería.

Sin embargo, los paneles de madera sólidos tienen una significativamente más alta densidad que los edificios de paneles de madera.



Edificio Stadthaus

Estos proveen un núcleo estructural sólido sobre el que se pueden añadir diferentes e independientes capas. Esta forma de realizar las partes del edificio, elimina cualquiera de las variables acústicas o transferencia de ruidos que puedan presentarse.

En Stadthaus la estrategia de muros en capas, con pisos flotantes y cielorrasos suspendido, supero por mucho las exigencias en atenuación de sonidos especificado en las reglas para edificios residenciales. (58 – 60db).

Las reglas en Europa nos dicen que no hay ningún precedente para Stadthaus. Sin embargo, los métodos arquitectónicos y de ingeniería en la construcción de madera promovidos por Waugh Thistleton y Techniker son aceptados ahora internacionalmente.

Adquiriendo los certificados necesarios, tanto NHBC como del BRE, ambos han tratado al Stadthaus como un plan piloto.

Nosotros consideramos que los paneles de madera como material de construcción con respecto al medio ambiente, son el material del futuro.



Dirección: **24 Murray Grove, London**

Cliente: **Metropolitan Housing Trust / Telford Homes PLC**

Costo: **£3.5 millón**

Estado: **Concluido, Enero 2009**

Equipo de Proyecto: **Waugh Thistleton Architects**

Diseñador Principal: **Arq. Andrew Waugh**

Arquitecto de proyecto: **Arq. Kirsten Haggart**

Equipo de Diseño: **Arqs. Peter Barry, Sophie Goldhill, Chris Gray, Alina Toosy**

Ingeniería estructural: **Techniker / Jenkins & Potter**

Proveedor de Madera: **KLH**

Ingeniería Mecánica: **Michael Popper & Associates / AJD Design Partnership**

Consultor en Planificación: **CMA Planning**

Contacto del estudio: **Sameera Hanif**

Fotografías: **Will Pryce**



- ENGRAMPADORAS
- CLAVADORAS
- ENSAMBLADORAS
- MAQUINAS ESCUADRADORAS
- SIERRAS INGLETADORAS
- PEGADORAS DE CANTO
- PANTOGRAFO PARA ALUMINIO
- ACCESORIOS PARA CUADROS
- EXHAUSTORES
- ADHESIVOS

Representante de las prestigiosas marcas:



fanatite
ADHESIVO DE POLIURETANO



la casa de la
ENGRAMPADORA

Wilson Ferreira Aldunate 1171
Tels.: 2900 8488 - 2902 4083
www.lacasadelengrampadora.com.uy