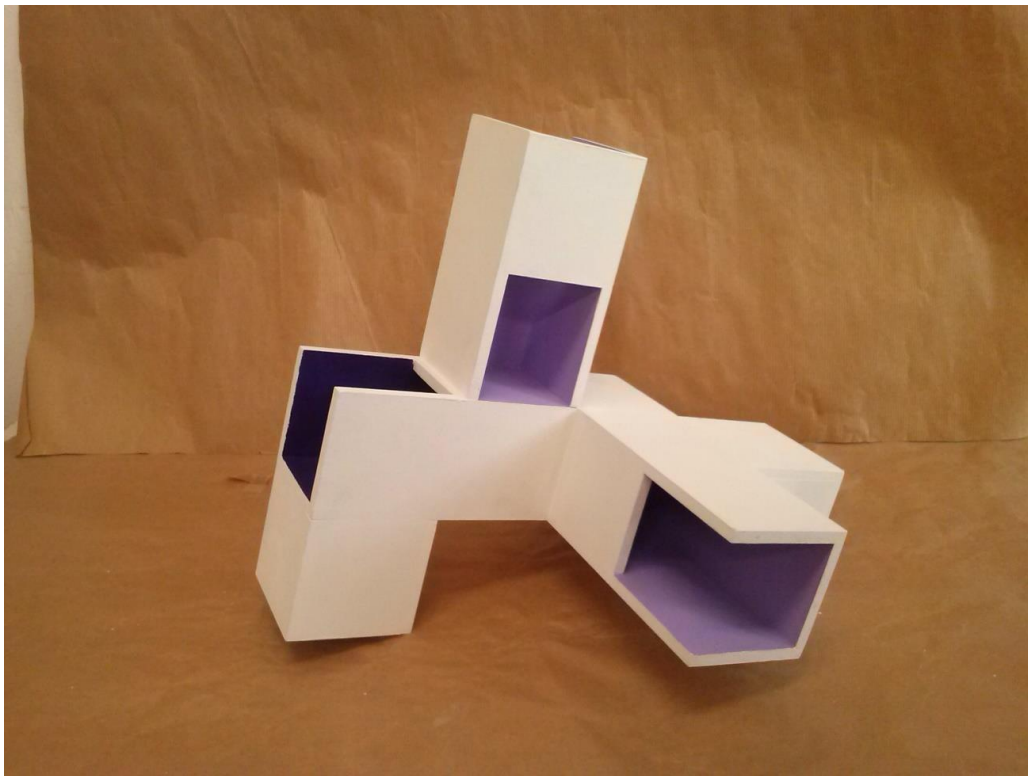


# TALLER TRIDIMENSIONAL. MADERA



Celia Miranda Riquero

R3 A2 2014-2015

ESCOLA  
SUPERIOR  
DE DISSENY  
ILLES  
BALEARS

## PRESENTACION

La madera es un recurso natural que ha sido empleado por el hombre desde los primeros tiempos, primero como combustible para producir fuego, y más tarde para la fabricación de utensilios.

La madera es un material ortótropo, con distinta elasticidad según la dirección de deformación, encontrado como principal contenido del tronco de un árbol. Los árboles se caracterizan por tener troncos que crecen año tras año, formando anillos concéntricos correspondientes al diferente crecimiento de la biomasa según las estaciones, y que están compuestos por fibras de celulosa unidas con lignina.

Aún en la actualidad, la madera, por sus propiedades características, es un material empleado con fines muy diversos como la construcción de edificios, fabricación de muebles, objetos artesanos, papel, etc.

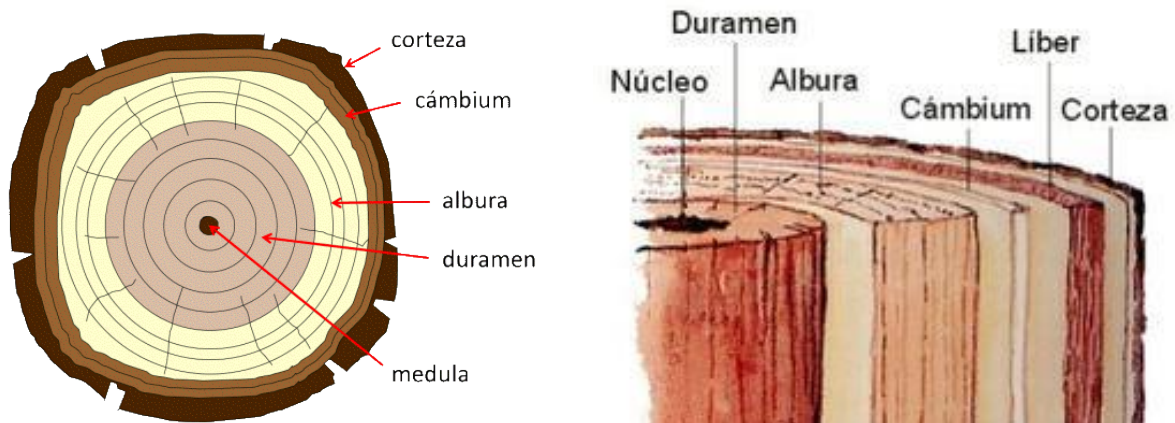
Lo que ha hecho de la madera un material tan utilizado son sus propiedades características:

- **Fácil de trabajar:** es sencillo darle forma si se emplean los útiles adecuados.
- **Baja densidad:** flota en el agua, por lo que se ha usado para la fabricación de embarcaciones.
- **Dureza:** propiedad que le confiere resistencia, aunque varía mucho de unos tipos a otros de madera.
- **Flexibilidad:** facilidad que presentan muchas maderas para ser doblada en sentido de sus vetas.
- **Estética agradable:** presentando una amplia variedad de colores, texturas y veteados.
- **Mala conductora del calor y la electricidad:** por lo que se puede utilizar como material aislante.
- **Disponible:** la madera es un recurso natural que tenemos a nuestra disposición en todo el mundo, pero debemos de cuidar su explotación y repoblar nuestros bosques para que nos sigan proporcionando madera en el futuro.

### Estructura de la madera

- **Corteza externa:** es la capa más externa del árbol. Está formada por células muertas del mismo árbol. Esta capa sirve de protección contra los agentes atmosféricos.
- **Cámbium:** es la capa que sigue a la corteza y da origen a otras dos capas: la capa interior o capa de xilema, que forma la madera, y una capa exterior o capa de floema, que forma parte de la corteza.
- **Albura:** es la madera de más reciente formación y por ella viajan la mayoría de los compuestos de la savia. Las células transportan la savia, que es una sustancia azucarada con la que algunos insectos se pueden alimentar. Es una capa más blanca porque por ahí viaja más savia que por el resto del tronco.

- **Duramen** (o corazón): es la madera dura y consistente. Está formada por células fisiológicamente inactivas y se encuentra en el centro del árbol. Es más oscura que la albura y la savia ya no fluye por ella.
- **Médula vegetal**: es la zona central del tronco, que posee escasa resistencia, por lo que, generalmente no se utiliza.



## Composición de la madera

En composición media se constituye de un 50 % de carbono (C), un 42 % de oxígeno (O), un 6 % de hidrógeno (H) y el 2 % restante de nitrógeno (N) y otros elementos.

Los componentes principales de la madera son la celulosa, un polisacárido que constituye alrededor de la mitad del material total, la lignina (aproximadamente un 25 %), que es un polímero resultante de la unión de varios ácidos y alcoholes fenilpropílicos y que proporciona dureza y protección, y la hemicelulosa (alrededor de un 25 %) cuya función es actuar como unión de las fibras. Existen otros componentes minoritarios como resinas, ceras, grasas y otras sustancias.

## Dureza de la madera

Según su dureza, la madera se clasifica en:

- **Maderas duras**: son aquellas que proceden de árboles de un crecimiento lento, por lo que son más densas y soportan mejor las inclemencias del tiempo que las blandas. Estas maderas proceden, por lo general, de árboles de hoja caduca, pero también pueden ser de hoja perenne, que tardan décadas, e incluso siglos, en alcanzar el grado de madurez suficiente para ser cortadas y poder ser empleadas en la elaboración de muebles o vigas de los caseríos o viviendas unifamiliares. Son mucho más caras que las blandas, debido a que su lento crecimiento provoca su escasez, pero son mucho más atractivas para construir muebles con ellas. También son muy empleadas para realizar tallas de madera o todo producto en el cual las maderas macizas de calidad son necesarias. Árboles que se catalogan dentro de este tipo son: haya, castaño, roble, etc.

- **Maderas blandas:** engloba a la madera de los árboles pertenecientes a la orden de las coníferas y otros de crecimiento rápido. La gran ventaja que tienen respecto a las maderas duras, es su ligereza y su precio mucho menor. No tiene una vida tan larga como las duras. La manipulación de las maderas blandas es mucho más sencilla, aunque tiene la desventaja de producir mayor cantidad de astillas. La carencia de veteado de esta madera le resta atractivo, por lo que casi siempre es necesario pintarla, barnizarla o teñirla. Algunas maderas blandas de amplio uso son: pino, balsa, olmo, etc.

## Producción y transformación de la madera

- **Apeo, corte o tala:** leñadores con hachas o sierras eléctricas o de gasolina cortan el árbol, le quitan las ramas, raíces y corteza para que empiece a secarse. Se suele recomendar que los árboles se corten en invierno u otoño. Es obligatorio replantar más árboles que los que se cortaron.



- **Transporte:** es la segunda fase y es en la que la madera es transportada desde su lugar de corte al aserradero y en esta fase influyen muchas cosas como la orografía y la infraestructura que haya. Normalmente se hace tirando con animales o maquinaria pero hay casos en que hay un río cerca y se aprovecha para que los lleve, si hay buena corriente de agua se sueltan los troncos con cuidado de que no se atasquen pero si hay poca corriente se atan haciendo balsas que se guían hasta donde haga falta.
- **Aserrado:** en esta fase la madera es llevada a unos aserraderos. El aserradero divide en trozos el tronco, según el uso que se le vaya a dar después. Suelen usar diferentes tipos de sierra como por ejemplo, la sierra alternativa, de cinta, circular o con rodillos. Algunos aserraderos combinan varias de estas técnicas para mejorar la producción.
- **Secado:** este es el proceso más importante para que la madera esté en buen estado.
  - Secado natural: se colocan los maderos en pilas separadas del suelo, con huecos para que corra el aire entre ellos, protegidos del agua y el sol para que así se vayan secando. Este sistema tarda mucho tiempo y eso no es rentable al del aserradero que demanda tiempos de secados más cortos.



- Secado artificial:
  - Secado por inmersión: en este proceso se mete al tronco o el madero en una piscina, y debido al empuje del agua por uno de los lados del madero la savia sale empujada por el lado opuesto, consiguiendo eliminar la savia interior, evitando que el tronco se pudra. Esto priva a la madera de algo de dureza y consistencia, pero lo compensa en longevidad. El proceso dura varios meses, tras los cuales, la madera secará más deprisa debido a la ausencia de savia.
  - Secado al vacío: en este proceso la madera es introducida en unas máquinas de vacío. Es el más seguro y permite conciliar tiempos extremadamente breves de secado con además:
    - bajas temperaturas de la madera en secado;
    - limitados gradientes de humedad entre el exterior y la superficie;
    - eliminación del riesgo de fisuras, hundimiento o alteración del color;
    - fácil utilización;
    - mantenimiento reducido de la instalación.
  - Secado por vaporización: se meten los maderos en una nave cerrada a cierta altura del suelo por la que corre una nube de vapor de 80 a 100 °C; con este proceso se consigue que la madera pierda un 25% de su peso en agua, a continuación, se hace circular por la madera, una corriente de vapor de aceite de alquitrán, impermeabilizándola y favoreciendo su conservación. Es costoso pero eficaz.
  - Secado mixto: en este proceso se juntan el natural y el artificial: se empieza con un secado natural que elimina la humedad en un 20-25% para proseguir con el secado artificial hasta llegar al punto de secado o de eliminación de humedad deseado.
  - Secado por bomba de calor: este proceso es otra aplicación del sistema de secado por vaporización, con la aplicación de la tecnología de bomba de calor al secado de la madera permite la utilización de un circuito cerrado de aire en el proceso, ya que al aprovecharse la posibilidad de condensación de agua por parte de la bomba de calor, de manera que no es necesaria la entrada de aire exterior para mantener la humedad relativa de la cámara de la nave ya que si no habría desfases de temperatura y humedad.

El circuito será el siguiente: el aire que ha pasado a través de la madera -frío y cargado de humedad- se hace pasar a través de una batería evaporadora -foco frío- por la que pasa el refrigerante (freón R-134a) en estado líquido a baja presión. El aire se enfría hasta que llegue al punto de rocío y se condensa el agua que se ha separado de la madera. El calor cedido por el agua al pasar de estado vapor a estado líquido es recogido por el freón, que pasa a vapor a baja a presión. Este freón en estado gaseoso se hace pasar a través de un compresor, de manera que disponemos de freón en estado gaseoso y alta presión, y por lo tanto alta temperatura, que se aprovecha para calentar el mismo aire de secado y cerrar el ciclo. De esta manera disponemos de aire caliente y seco, que se vuelve a hacer pasar a través de la madera que está en el interior de la nave cerrada.

La gran importancia de este ciclo se debe a que al no hacer que entren grandes cantidades de aire exterior, no se rompa el equilibrio logrado por la madera, y no se producen tensiones, de manera que se logra un secado de alta calidad logrando como producto una madera maciza de alta calidad.

## **Pavimentos**

La madera se ha usado como material en pavimentos de madera desde tiempos antiguos, debido a su ductilidad y aislamiento, pero no es hasta el siglo XVII cuando se extiende a través de Europa. Ejemplos incluyen la tarima, la tarima flotante y el parqueté.

## **Tableros**

### **Aglomerados o conglomerados**

Se obtiene a partir de pequeñas virutas o serrín, encoladas a presión en una proporción de 85% virutas y 15% cola principalmente. Se fabrican de diferentes tipos en función del tamaño de sus partículas, de su distribución por todo el tablero, así como por el adhesivo empleado para su fabricación. Por lo general se emplean maderas blandas más que duras por facilidad de trabajar con ellas, ya que es más fácil prensar blando que duro.

Los aglomerados son materiales estables y de consistencia uniforme, tienen superficies totalmente lisas y resultan aptos como bases para enchapados. Existe una amplia gama de estos tableros que van desde los de base de madera, papel o laminados plásticos. La mayoría de los tableros aglomerados son relativamente frágiles y presentan menor resistencia a la tracción que los contrachapados debido a que los otros tienen capas superpuestas perpendicularmente de chapa que ofrecen más aguante.

Estos tableros se ven afectados por el exceso de humedad, presentando dilatación en su grosor, dilatación que no se recupera con el secado. No obstante se fabrican modelos con alguna resistencia a condiciones de humedad.

Aunque se debe evitar el colocar tornillos por los cantos de este tipo de láminas, si fuese necesario, el diámetro de los tornillos no debe ser mayor a la cuarta parte del grosor del

tablero, para evitar agrietamientos en el enchapado de las caras. Además hay diferentes tipos de aglomerado:

### **Aglomerados de fibras orientadas**

Material de tres capas fabricado a base de virutas de gran tamaño, colocadas en direcciones transversales, simulando el efecto estructural del contrachapado. Es conocido por uno de sus nombres comerciales Aspenite.



### **Aglomerado decorativo**

Se fabrica con caras de madera seleccionada, laminados plásticos o melamínicos. Para darle acabado a los cantos de estas láminas se comercializan cubrecantos que vienen con el mismo acabado de las caras.

### **Aglomerado de tres capas**

Tiene una placa núcleo formada por partículas grandes que van dispuestas entre dos capas de partículas más finas de alta densidad. Su superficie es más suave y recomendada para recibir pinturas.

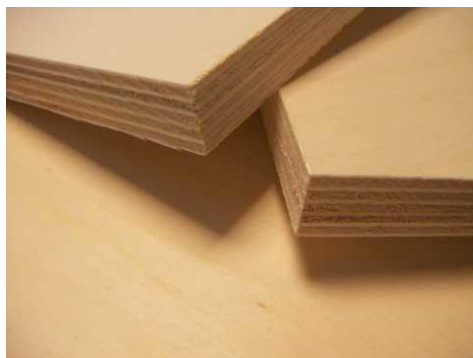
### **Aglomerado de una capa**

Se realiza a partir de partículas de tamaño semejante distribuidas de manera uniforme. Su superficie es relativamente basta. Es recomendable para enchapar pero no para pintar directamente sobre él.



### **Contrachapado**

Un tablero o lámina de madera maciza es relativamente inestable y experimentará movimientos de contracción y dilatación, de mayor manera en el sentido de las fibras de la madera, por esta razón es probable que sufra distorsiones. Para contrarrestar este efecto los contrachapados se construyen pegando las capas con las fibras transversalmente una sobre la otra, alternamente. La mayoría de los contrachapados están formados por un número impar de capas para formar una construcción equilibrada. Las capas exteriores de un tablero se denominan caras y la calidad de éstas se califica por un código de letras que utiliza la A como la de mejor calidad, la B como intermedia y la C como la de menor calidad. La cara de mejor calidad de un tablero se conoce como «cara anterior» y la de menor como «cara posterior» o reverso. Por otra parte la capa central se denomina «alma». Esto se hace para aumentar la resistencia del tablero o de la pieza que se esté haciendo.



## **Tableros de fibras**

Los tableros de fibras se construyen a partir de maderas que han sido reducidas a sus elementos fibrosos básicos y posteriormente reconstituidas para formar un material estable y homogéneo. Se fabrican de diferente densidad en función de la presión aplicada y el aglutinante empleado en su fabricación.

Se pueden dividir en dos tipos principales, los de alta densidad, que utilizan los aglutinantes presentes en la misma madera, que a su vez se dividen en duros y semiduros, y los de densidad media, que se sirven de agentes químicos ajenos a la madera como aglutinante de las fibras.

Se dividen en varios tipos:

### **Tableros semiduros**

Encontramos dos tipos de estos tableros, los de baja densidad (DB) que oscilan entre 6 mm y 12 mm y se utilizan como recubrimientos y para paneles de control, y los de alta densidad (DA), que se utilizan para revestimientos de interiores.

### **Tableros de densidad media**

Se trata de un tablero que tiene ambas caras lisas y que se fabrica mediante un proceso seco. Las fibras se encolan gracias a un adhesivo de resina sintética. Estos tableros pueden trabajarse como si se tratara de madera maciza. Constituyen una base excelente para enchapados y reciben bien las pinturas. Se fabrican en grosores entre 3 mm y 32 mm.

## **Chapas**

Se denomina chapa precompuesta a una lámina delgada de madera que se obtiene mediante la laminación de un bloque de chapas a partir del borde del bloque, es decir, a través de las capas de madera prensadas juntas. Las tiras de las chapas originales se convierten en el grano de la chapa precompuesta, obteniéndose un grano que es perfectamente recto u homogéneo.

Al manipular el contorno de las láminas que se han de prensar, se pueden obtener muy variadas configuraciones y aspectos muy atractivos. Algunas o todas las láminas constituyentes pueden ser teñidas antes de unir las, de manera que se obtengan aspectos o colores muy llamativos.

## **Agentes nocivos para la madera**

El deterioro de la madera es un proceso que altera las características de ésta. En amplios términos, puede ser atribuida a dos causas primarias:

- agentes bióticos (que viven)
- agentes físicos y químicos (que no viven).

En la mayoría de los casos, el deterioro de la madera es una serie continua, donde las acciones de degradación son uno o más agentes que alteran las características de la



madera al grado requerido para que otros agentes ataquen. La familiaridad del inspector con los agentes de deterioro es una de las ayudas más importantes para la inspección eficaz. Con este conocimiento, la inspección se puede acercar con una visión cuidadosa de los procesos implicados en el daño y los factores que favorecen o inhiben su desarrollo.

### **Agentes bióticos del deterioro**

La madera es notablemente resistente al daño biológico, pero existe un número de organismos que tienen la capacidad de utilizar la madera de una manera que altera sus características. Los organismos que atacan la madera incluyen: bacterias, hongos, insectos y perforadores marinos. Algunos de estos organismos utilizan la madera como fuente de alimento, mientras que otros la utilizan para el abrigo.

#### **Requerimientos bióticos**

Los agentes bióticos requieren ciertas condiciones para la supervivencia. Estos requisitos incluyen humedad, oxígeno disponible, temperaturas convenientes, y una fuente adecuada de alimento, que generalmente es la madera. Aunque el grado de dependencia de estos organismos varía entre diferentes requerimientos, cada uno de estos deben estar presente para que ocurra el deterioro. Cuando cualquier organismo se extrae de la madera, ésta se asegura de los ataques bióticos.

#### **Humedad**

Aunque muchos usuarios de la madera hablan de la pudrición seca, el término es engañoso puesto que la madera debe contener agua para que ocurran los ataques biológicos. El contenido de agua en la madera es un factor determinante e importante de los tipos de organismos presentes que degradan la madera.

Generalmente, la madera bajo el punto de saturación de la fibra no se daña, aunque algunos hongos e insectos especializados pueden atacar la madera en los niveles de humedad mucho más bajos.

La humedad en la madera responde a varios propósitos en el proceso de la pudrición. Hongos e insectos requieren de muchos procesos metabólicos. Los hongos, también proporcionan un medio de difusión para que las enzimas degraden la estructura de la madera. Cuando el agua entra en la madera, la microestructura se hincha hasta alcanzar el punto de saturación de la fibra (sobre un 30% del contenido de humedad en la madera). En este punto, el agua libre en las cavidades de las células de la madera, el hongo puede comenzar a degradarla. La hinchazón asociada con el agua se cree que hace a la celulosa más accesible a las enzimas de los hongos, aumentando la velocidad de pudrición de la madera. Además, la repetida adherencia del agua, la sequedad o la continua exposición

con la humedad pueden dar a lugar a una lixiviación de los extractos tóxicos y de algunos preservantes de la madera, reduciendo la resistencia al daño.

### **Oxígeno**

Con la excepción de las bacterias anaeróbicas, todos los organismos requieren del oxígeno para su respiración. Mientras se priven de oxígeno puede parecerse una estrategia lógica para el control de la decadencia de la madera, puesto que la mayoría de los hongos pueden sobrevivir en niveles muy bajos de oxígeno. Una excepción está en sumergir totalmente la madera en agua. En ambientes marinos, se puede envolver en plástico o en hormigón de modo que los perforadores marinos no puedan intercambiar los nutrientes ni el con el agua de mar circundante. En muchos casos, la madera no tratada decaerá en agua dulce, pero permanece la implicación submarina donde está ausente el oxígeno.

### **Temperatura**

La mayoría de los organismos prospera en un rango óptimo de temperatura de 21 °C a 30 °C; sin embargo, son capaces de sobrevivir sobre una considerable gama de temperatura. En temperaturas bajo 0 °C el metabolismo de la mayoría de los organismos se retarda. Mientras que la temperatura suba por encima de cero grados, ellos comienzan nuevamente a atacar la madera, pero la actividad se retarda rápidamente mientras que la temperatura se acerca a 32 °C.

En temperaturas sobre 32 °C, el crecimiento de la mayoría de los organismos declina, aunque un cierto número de especies continúe extremadamente tolerante a prosperar hasta 40 °C. La mayoría de los organismos mueren a la exposición prolongada sobre este nivel, y generalmente se acepta que en 75 minutos de exposición a la temperatura de 65,6 °C todos los hongos que están establecidos en la madera decaen.

### **Alimento**

La madera suele ser el alimento de los agentes bióticos que la atacan por lo que no se puede privar de él para combatirlos.

### **Bacterias**

Las bacterias son pequeños organismos unicelulares que están entre los más comunes de la Tierra. Se ha demostrado recientemente que tienen relación con la infección de la madera no tratada expuesta en ambientes muy húmedos, causando aumento de la permeabilidad y ablandamiento en la superficie de la madera.

La desintegración bacteriana es normalmente un proceso extremadamente lento, pero puede llegar a ser serio en situaciones donde la madera no tratada está sumergida por largos períodos. Muchas bacterias son, también, capaces de degradar los preservantes pudiendo modificar la madera tratada de una manera

tal que ésta llegue a ser más susceptible químicamente a organismos dañinos. El decaimiento bacteriano no parece ser un peligro significativo en la madera tratada a presión, usada típicamente para la construcción.

### **Hongos**

Los hongos son organismos que utilizan la madera como fuente de alimento. Crecen en la madera como una red microscópica a través de los agujeros o directamente penetrando la pared celular de la madera. Las hifas producen las enzimas que degradan la celulosa, hemicelulosa, o lignina que absorbe el material degradado para terminar el proceso de desintegración.

Una vez que el hongo obtiene una suficiente cantidad de energía de la madera, produce un cuerpo fructífero sexual o asexual para distribuir las esporas reproductivas que pueden invadir otras maderas. Los cuerpos fructíferos varían de las esporas unicelulares producidas al final de las hifas para elaborar cuerpos fructíferos perennes que producen millones de esporas. Estas esporas son separadas extensamente por el viento, los insectos, y otros medios que pueden ser encontrados en la mayoría de las superficies expuestas. Consecuentemente, todas las estructuras de madera están conforme al ataque de los hongos cuando la humedad y otros requisitos adecuados al crecimiento de los hongos estén presentes.

### **Moho y hongo de la mancha**

El moho y el hongo de la mancha azul o mancha de albura (*blue stain*) colonizan muy rápido la madera una vez que ésta se corta y continua su crecimiento mientras el contenido de humedad sigue siendo óptimo (sobre aproximadamente 25 por ciento para las maderas blandas). El efecto primario de estos hongos es manchar o descolorar la madera. Se consideran hongos inofensivos y son de consecuencia práctica sobre todo donde la madera se utiliza por sus calidades estéticas. El moho infecta la superficie de la madera, causando los defectos que se pueden quitar generalmente con cepillo cepillando, aplicando cloro diluido en agua, agua oxigenada o *woodbrite* solamente la preocupación sería la decoloración producida en la madera por la aplicación de los productos anteriormente mencionados. El moho y el hongo de la mancha utilizan el contenido de la célula de la madera para el alimento y no degrada la pared celular por lo cual la resistencia estructural de la misma no se ve afectada.

### **Hongo de la pudrición**

La pudrición en la madera es causada normalmente por el hongo de la pudrición. Este hongo se agrupa en tres amplias clases basadas en la forma del ataque y de la apariencia del material podrido. Los tres tipos de hongo de la pudrición son: el hongo de la pudrición parda, el hongo de la pudrición blanca, y el hongo de la pudrición suave.

- **Pudrición parda**, como el nombre lo indica, da a la madera un color parduzco. En etapas avanzadas, la madera descompuesta es frágil y tiene numerosas líneas cruzadas, similar a un aspecto de quemado. Las pudriciones pardas atacan sobre todo la celulosa y las fracciones de la hemicelulosa de la pared celular de la madera y modifican la lignina residual, causando pérdidas del peso de casi el 70 por ciento.

Debido a que la celulosa proporciona la resistencia primaria a la pared celular, los hongos de la pudrición parda causan pérdidas substanciales de resistencia en las primeras etapas de pudrición. En este punto, la madera aparenta un daño leve y el hongo puede haber quitado solamente 1 a 5 por ciento del peso de la madera, pero algunas características de la resistencia pueden ser disminuidas hasta un 60 por ciento.

De los tres tipos del hongo de la pudrición, las pudriciones pardas están entre las más serias debido a su patrón de ataque. Las enzimas producidas por estos hongos se desplazan o propagan lejos del punto donde las hifas del hongo están creciendo. Consecuentemente, la pérdida de resistencia en la madera puede ampliar una distancia substancial de las localizaciones en donde la pudrición puede ser detectada visiblemente.

- **Pudrición blanca**, producida por el hongo de la pudrición, se asemeja al aspecto normal de la madera, pero puede ser tan blanquecino o ligero en color con rayas oscuras. En las etapas avanzadas de la pudrición la madera infectada tiene una textura suave distinta, y las fibras individuales se pueden desprender de la madera. Las pudriciones blancas diferencian de pudriciones pardas, en la que atacan los tres componentes de la pared celular de la madera, causando pérdida del peso de hasta 97 por ciento. En la mayoría de los casos, la pérdida asociada de resistencia es aproximadamente comparable a la pérdida del peso. Las enzimas producidas por el hongo de la pudrición blanca normalmente permanecen cerradas para el crecimiento de las hifas, y los efectos de la infección no son sensibles en las etapas tempranas de la pudrición.

- **Hongo de la pudrición suave**, es un grupo más recientemente reconocido que restringe su ataque a la superficie externa de la madera. Atacan típicamente a la madera muy húmeda, producida por las condiciones cambiantes de humedad, el ataque también puede ocurrir con poco oxígeno o en ambientes que inhiben el hongo de la pudrición. La mayoría de los hongos de la pudrición suave requieren de la adición de alimentos exógenos para causar el ataque substancial. Estos alimentos a menudo

son proporcionados inadvertidamente por los fertilizantes en suelos agrícolas, restos de basura en torres de enfriamiento, y otras fuentes nutrientes. Aunque pueden ser encontrados en algunas situaciones, los hongos de la pudrición suave no se asocian normalmente a pérdidas significativas de la resistencia en los componentes de una estructura. Para propósitos descriptivos, el grado de daño en la madera se puede clasificar en tres etapas: incipiente, intermedia, y avanzado. El daño incipiente ocurre en el margen en que la infección avanza a nuevas partes, donde es difícil de detectar el daño porque no hay muestras visibles del ataque. Los cambios significativos en las características de la madera pueden ocurrir en las etapas incipientes. Mientras que el daño que incorpora la etapa intermedia, la madera se ablanda, se descolora, y se conserva poco.

En las etapas de daño avanzado, la madera no conserva virtualmente ninguna resistencia, se forman los bolsillos de pudrición, o la madera se disuelve literalmente. La detección del daño en la etapa inicial o incipiente es la más difícil, pero también la parte más importante de la inspección. A este punto, el daño puede ser efectivamente controlado para prevenir más daños severos a la estructura.

### **Insectos**

Los insectos están entre los organismos más comunes en la Tierra, y muchas de sus especies poseen la capacidad de utilizar la madera para abrigo o alimento. De los 26 órdenes de insectos, 6 causan daño a la madera. Termitas (Isoptera), escarabajos (Coleoptera), abejas, avispas y las hormigas (himenópteros) son las causas primarias de la mayoría de la destrucción en la madera.

El ataque del insecto es evidente, generalmente, por aparición de túneles o cavidades en la madera, que contienen a menudo polvo o aserrín (heces del insecto) de madera. La presencia de polvo al pie de la madera o aserrín sobre la superficie de la madera son muestras de un ataque.

### **Termitas**

Existen 2000 especies de termitas que se distribuyen en áreas donde el promedio anual de temperatura es de 10 °C o superior. En algunos casos, las termitas prolongan su progresión en climas más frescos viviendo en estructuras cálidas hechas por el hombre. Atacan la mayoría de las especies de madera. Las termitas son insectos sociales, organizados en una serie de clases que realizan funciones específicas. El líder de



la colonia es una reina cuyo único propósito es poner huevos. La reina es protegida por los soldados y es fortalecida y alimentada por las obreras, que también construyen el nido y causan el daño a la madera. Como todas las criaturas, las termitas tienen ciertos requisitos, incluyendo la madera de un alto contenido de humedad, una fuente conveniente de alimento, un alto nivel de dióxido de carbono, y el oxígeno. Las colonias de termitas se extienden en cantidad de hasta un millón o más.

### **Termitas subterráneas**

Las termitas subterráneas (Rhinotermitidae) atacan implícitamente cualquier madera disponible, pero necesitan de una fuente de humedad y típicamente un nido en la tierra. Han desarrollado la capacidad de atacar a la madera sobre tierra construyendo tubos de tierra que los protegen contra la luz y llevan la humedad a la madera. La madera dañada por las termitas subterráneas tienen numerosos túneles a través de la madera de primavera pero no hay ningún orificio de salida a la superficie que indique la presencia de termitas. A menudo, un golpecito agudo en la superficie de la madera revelará que solamente hay una placa fina de restos de madera. Los túneles subterráneos de las termitas se llenan de una mezcla de restos y heces dando un aspecto sucio.

### **Termita de la madera húmeda**

Las termitas de la madera húmeda son comunes en el Pacífico noroeste, aunque un grupo es encontrado en el sudoeste más árido. La especie de la madera húmeda más común se encuentra a lo largo de la costa Pacífica desde el norte de California hasta la Columbia Británica. Como termitas subterráneas, las especies de la madera húmeda necesitan madera que esté muy mojada, y su ataque se asocia a menudo con el daño. Estos insectos son un problema para la madera de construcción recién cortada, postes para uso general, y cualquier madera no tratada que esté en contacto con la tierra. Los túneles hechos por las termitas de la madera húmeda son bastante grandes, como la especie subterránea, tienden a evitar la madera de verano más dura. Los túneles contienen a menudo pequeñas cantidades de aserrín, sin embargo el aspecto de la madera es algo más limpio que las que son atacadas por la especie subterránea. El ataque de la termita de la madera húmeda se puede prevenir o detener quitando la fuente de humedad o usando la madera tratada con preservante en las situaciones que requiere el contacto con la tierra.

### **Termita de la madera seca**

Las termitas de la madera seca (Kalotermitidae) se diferencian de las termitas subterráneas de la madera húmeda por su capacidad de atacar la madera que está extremadamente seca (5 a 6 por ciento de contenido de humedad). Como

resultado, el ataque de las termitas de la madera seca no es a piezas que tengan que estar en contacto con la tierra y también están lejos de fuentes visibles de humedad. Los daños en la madera por estos insectos son largos túneles lisos que están libres de aserrín o de restos. Además, no hay variación de los ataques entre la madera de primavera y la madera de verano. Las termitas de la madera seca limpian con frecuencia el nido masticando las superficies del túnel, golpeando y echando hacia fuera los restos, en el cual la madera infectada se acumulan abajo. Aunque los túneles se resellan, la presencia de restos debajo de la abertura es una buena señal de ataque. En general, los racimos de infecciones se encuentran en un área geográfica, y la prevención plantea una cierta dificultad. Mientras una infección ocurre, el uso de la fumigación estructural se ha generalizado por ser eficaz. Afortunadamente, la termita de la madera seca se confina en una región geográfica relativamente pequeña.

### **Escarabajos (carcomas)**

Los escarabajos (coleópteros) representan el orden más grande de insectos que causan daño substancial a la madera. Muchos escarabajos atacan solamente a árboles vivos o cortan la madera fresca, pero son combatidos fácilmente ya que sus daños pueden ser encontrados durante la inspección. Las larvas de muchos de estos escarabajos reciben el nombre de carcoma o quera.

#### **Escarabajos pulverizadores de madera**

Los escarabajos pulverizadores de madera son insectos cuyas larvas atacan la madera, yéndose detrás de una serie de pequeños túneles embalados con excremento. Las tres familias de escarabajos pulverizadores de madera son los anóbidos,



los bostríquidos y los líctidos. Estos insectos causan serios daños a la madera y son un problema particular en museos, donde los artefactos de madera pueden pasar inadvertidos por largos períodos. El anóbido y el bostrícido atacan a las ramas muertas de la madera húmeda pero también atacan a la madera no tratada. El daño es empeorado por los adultos que emergen reinfecando el mismo trozo de madera.

El líctido, o escarabajo pulverizador verdadero, se encuentra a través del mundo en maderas duras y ataca a aquellas con un contenido de humedad sobre el 8 por ciento. Las larvas de estos escarabajos hacen el túnel, y además expulsan el excremento fuera de la madera. Estos excrementos se acumulan al pie de la madera afectada y es una buena muestra de la

infección del pulverizador. El uso de tratamientos preservantes en la madera prevendrá la infección del líctido. Sin embargo, el ataque del escarabajo pulverizador de madera puede convertirse en un problema donde la madera no tratada es utilizada en estructuras existentes antiguas.

### **Bupréstidos**

Los bupréstidos, también llamados cabeza plana o perforadores metálicos de la madera, son casi enteramente dependientes de los árboles que terminan su ciclo vital. Causan daño significativo atacando a los árboles vivos, dejando daños que puede ser evidentes en la madera de construcción u otros productos de la madera. Este escarabajo pone sus huevos en las superficies de la corteza o en las heridas del árbol. Sobre su curso de 1 a 3 años de sus ciclos vitales, las larvas hacen extensivamente un túnel en la madera, dejando galerías embaladas firmemente con sus excrementos. Las crisálidas maduras de las larvas y el adulto mastican un escape a través de un agujero formando la salida. Además de las especies que atacan árboles vivos, una especie, el bupréstido de oro (*Buprestis aurulenta*) es capaz de atacar el abeto Douglas vivo. Este escarabajo causa un serio daño a los postes de uso general, donde estos ataques a menudo están asociados con el daño extensivo.

### **Escarabajos longicornios**

Los escarabajos de cuernos largos o escarabajos longicornios (cerambícidos) incluyen un número de degradadores de la madera que generalmente tienen antenas más largas que sus cuerpos. Atacan la madera en todas las condiciones, dependiendo de la especie, y causan daño sustancial. Algunos, como el perforador del arce azucarero y el perforador del álamo, atacan solamente a árboles vivos, matándolos y reduciendo el valor de la madera.

### **Otros escarabajos**

Otras especies perforan la corteza del pino o su madera en los ejemplares recientemente cortados, degradando rápidamente la madera.

Un atacante interesante de la madera verde es el poderoso perforador, cuyas larvas atacan al abeto de Douglas y al pino, produciendo túneles de casi una pulgada de diámetro. Aunque esta larva puede terminar su desarrollo en la madera aserrada, no reinfecta la madera atacada previamente.



### **Hormiga carpintera**

Las hormigas carpinteras difieren de los insectos previamente descritos, ya que utilizan la madera como refugio más bien que como alimento. Son insectos sociales con una organización compleja que gira alrededor de la reina. Para sostener a la colonia y para alzar sus jóvenes las hormigas carpinteras obreras deben cubrir grandes distancias desde su nido para obtener el alimento, que puede consistir en secreciones de insectos y fuentes azucaradas. Como la colonia crece de la reina original en unos 100 000 miembros, las obreras agrandan gradualmente su nido, causando serios daños internos en la madera.

### **Abejas carpinteras**

Como las hormigas, las abejas carpinteras utilizan la madera solamente para el refugio y para criar a sus jóvenes. En este proceso, hacen un túnel a lo largo de las fibras de las maderas coníferas, creando galerías de 13 a 46 cm de largo por 0,8 a 1 cm de ancho. Las abejas carpinteras parecen notablemente similares a los abejorros pero se diferencian levemente en la coloración. No son comunes, pero cuando ocurre la infección, los daños pueden ser serios.<sup>7</sup>

Los adultos de esta especie hacen un túnel en la madera y ponen sus huevos en células individuales que son abastecidas con alimento para larvas crecientes. Los adultos emergen y puede reinfectar la madera. Estos insectos también se han encontrado atacando la madera tratada con arsenicales inorgánicos en las retenciones sobre la tierra.

### **Moluscos y crustáceos**

Gran variedad de moluscos y crustáceos atacan a la madera de barcos, pontones, muelles, puentes, etc. Son conocidos como perforadores marinos.

Cuando las subestructuras de la madera están situadas en aguas saladas, el daño severo puede ocurrir por el ataque de los perforadores marinos. Los perforadores marinos que causan el daño en la madera, se clasifican en tres grupos basados sobre su morfología y patrón de ataque a la madera: polas, gusanos de barco y *Limnoria*.

#### **Polas**

Son moluscos, que se refugian en la madera y filtran el alimento del agua circundante. Comienzan la vida como minúsculas larvas de libre natación que se instalan eventualmente sobre una superficie favorable de la madera hasta establecerse permanentemente. Los polas crecen aproximadamente 64 mm de largo y deja un agujero de entrada en la superficie de la madera de cerca de 6 mm de diámetro. Mientras que los polas viven en la madera, la superficie eventualmente se debilita y tiende

a romperse bajo la acción de la ola. El daño interno es generalmente identificable por la característica forma de pera. Eventualmente, el área de la madera disminuye al punto donde éste falla. El ataque se puede prevenir con el uso de creosotados en la madera; sin embargo, otros organismos que degradan la madera en ambientes tropicales son resistentes a la creosota así que se requiere un tratamiento dual con creosota y un arsénico inorgánico flotante. En rocas de aguas templadas, la madriguera de los polas también causa daño a las estructuras de hormigón.

### **Gusanos de barco o bromas**

Los gusanos de barco o bromas son largos, los moluscos causan daño interno en la madera mientras que dejan solamente un agujero pequeño en la superficie como evidencia de su ataque. Como los polas, los gusanos de barco comienzan la vida como pequeñas larvas nadando libremente, después comienzan su vida sedentaria habitando en la madera. En el siglo XVII los capitanes de barcos explotaron esta porción del ciclo vital navegando sus barcos de madera infectada en agua dulce donde los gusanos de barco atrapados morían por la carencia de sal.



Mientras que los gusanos de barco se establecen en la madera, con las tapas de sus cabezas comienzan a raspar la madera, haciendo un túnel con una característica capa blanca. El gusano de barco agranda gradualmente el túnel dentro de la madera, pero el agujero inicial agranda raramente más allá de 15 mm de diámetro. Para la seguridad de su madriguera en la madera, los gusanos de barco extienden un par de sifones plumosos en el agua circundante. Estos sifones funcionan como intercambiadores de alimento, oxígeno y residuos. Ante cualquier muestra de peligro los sifones son contraídos y el agujero superficial es cubierto por una plataforma endurecida que protege el organismo contra el ataque. La protección de la plataforma permite que el gusano de barco sobreviva en la madera fuera del agua por 7 a 10 días. El tamaño pequeño del agujero superficial y la presencia de la plataforma, hace la detección visual del ataque interno del gusano de barco difícil, pero los avances en la detección acústica han

mejorado las perspectivas de detectar infecciones antes de que ocurra el daño sustancial.

### **Limnoria**

Los *Limnoria* son crustáceos móviles que se diferencian de los gusanos de barco y de los polas en su habilidad de moverse de un tramo de madera a otros durante su ciclo de vida. Hay 20 especies de *Limnoria* que atacan la madera en aguas marinas, pero solamente 3 causan daños importantes. Dos de estas especies son capaces de atacar solamente la madera sin tratamiento, pero la otra especie ataca incluso la madera tratada con creosota. En algunos casos, los especímenes de esta especie se han retirado de la madera creosotada y el preservante se pudo exprimir literalmente de sus cuerpos, con todo eso continúan atacando la madera.

Los *Limnoria* dañan la madera con su madriguera de pequeño diámetro (30 mm), la cual hace un túnel cerca de la superficie. Aunque el daño es mínimo, el retiro continuado de madera debilitada por la acción de la ola, expone a la madera nueva al ataque. Eventualmente, el área de madera se reduce al punto donde la estructura falla o debe ser sustituida. Una muestra clásica del ataque de los *Limnoria* es de forma de reloj de arena que ataca seriamente el trozo tomado sobre la zona de marea; sin embargo, el ataque puede y se extiende a la línea de fango, si el oxígeno y las condiciones de salinidad son convenientes.

### **Agentes físicos y químicos del deterioro**

Aunque el deterioro de la madera se ve tradicionalmente como proceso biológico, la madera se puede también degradar por los agentes físicos y químicos. Los agentes son generalmente de actuar lento, pero pueden llegar a ser absolutamente serios en localizaciones específicas. Los agentes físicos incluyen abrasión mecánica o impacto, luz ultravioleta, subproductos de corrosión del metal, y ácidos o bases fuertes. El daño por los agentes físicos se puede confundir por ataque biótico, pero la carencia de muestras visibles de los hongos, insectos, o perforadores marinos, más el aspecto general de la madera, puede advertir al inspector por la naturaleza del daño. Aunque destructivo en sus derechos propios, los agentes físicos pueden también dañar el tratamiento de preservación, y exponer a la madera no tratada al ataque de los agentes bióticos.

#### **Daños mecánicos**

Los daños mecánicos son probablemente el agente físico más significativo del deterioro del puente de madera. Es causado por un número de factores y, considerablemente varios en sus efectos sobre la estructura. Los daños mecánicos más comunes es la abrasión debida a los vehículos, que produce superficies gastadas o estropeadas y reduce la sección de la madera. Los ejemplos obvios de este daño ocurren en el área de la cubierta del puente donde la

abrasión produce la degradación de la superficie. Un daño mecánico más severo puede ser causado por la exposición a largo plazo a las sobrecargas del vehículo, a las instalaciones de fundación, a cataclismos o a témpanos de hielo en la corriente de un canal.

### **Luz ultravioleta**

Es el deterioro más visible en la madera, resulta de la acción ultravioleta del sol que químicamente degrada la lignina cerca de la superficie de la madera. La degradación ultravioleta típicamente hace a las maderas claras oscurecer y a las maderas oscuras tornarse más oscuras, pero estos daños penetran solamente a una pequeña profundidad debajo de la superficie.

La madera dañada es levemente más débil, pero la baja profundidad del daño hace que influya poco sobre la resistencia a menos que se retire el trozo de madera donde está dañada reduciendo eventualmente las dimensiones de la pieza.

### **Corrosión**

La degradación de la madera por los subproductos debidos a la corrosión del metal frecuentemente se pasa por alto como una causa de deterioro de una estructura. Este tipo de degradación puede ser revelador en algunas situaciones, particularmente en ambientes marinos donde las celdas galvánicas por los metales y el agua salada que se forman aceleran la corrosión. La degradación comienza cuando la humedad en la madera reacciona con el hierro en un mecanismo de unión, lanzando iones férricos alternadamente, deteriorando la pared celular de la madera.

Mientras que progresa la corrosión el mecanismo de unión se convierte en una pila electrolítica con un extremo ácido (ánodo) y un extremo alcalino (cátodo). Aunque las condiciones del cátodo no son severas, la acidez del ánodo causa la hidrólisis de la celulosa y reduce seriamente la resistencia de la madera en la zona afectada. La madera atacada de esta manera es a menudo oscura y se presenta suave. En muchas especies de maderas, la decoloración también ocurre donde el metal entra en contacto con el corazón de ésta.

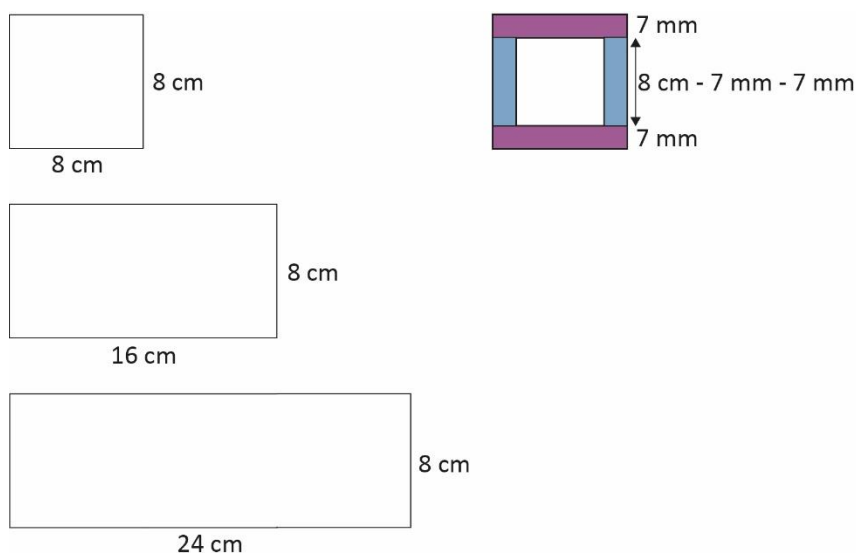
Además del deterioro causado por la corrosión, las altas condiciones de humedad asociadas a este daño pueden favorecer inicialmente el desarrollo del hongo de la pudrición. Como progresa la corrosión, la toxicidad de los iones del metal y el pH bajo en la madera, elimina eventualmente los hongos de la zona afectada, aunque la pudrición puede continuar a una cierta distancia del mecanismo de unión. El efecto de la corrosión del metal en la madera puede ser limitado usando uniones galvanizadas o de un material que no sea metálico.

## Degradación química

En casos aislados, la presencia de ácidos o bases fuertes puede causar daño substancial a la madera. Las bases fuertes atacan la hemicelulosa y la lignina, dejando la madera de un color blanco descolorado. Los ácidos fuertes atacan la celulosa y la hemicelulosa, causando pérdidas de peso y de resistencia. La madera dañada por el ácido es de color oscuro y su aspecto es similar a la de la madera dañada por el fuego. Los fuertes productos químicos no entrarán en contacto normalmente con, por ejemplo, un puente de madera a menos que ocurran derrames accidentales.

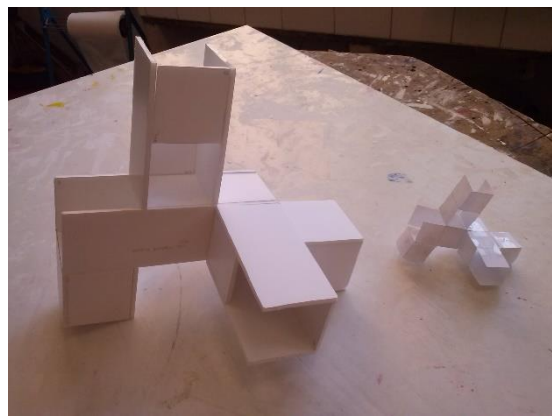
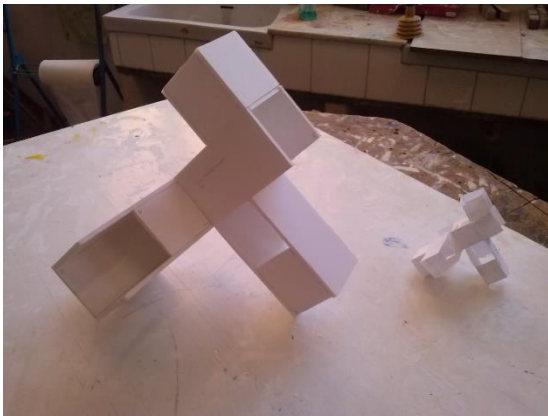
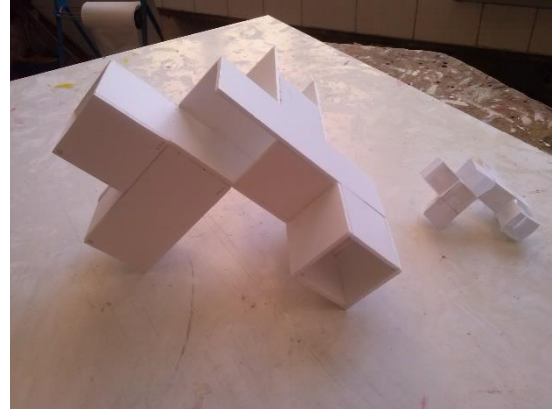
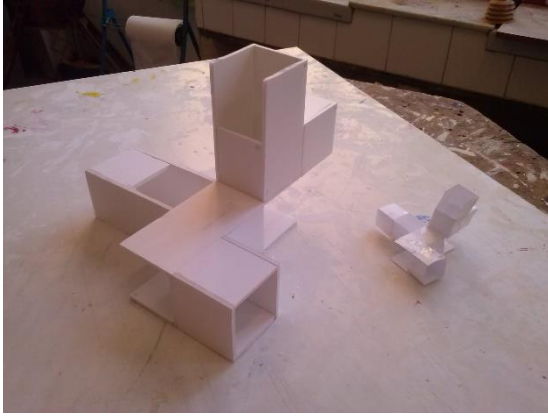
## PROPUESTA DEL TRABAJO

El trabajo realizado ha consistido en la elaboración de módulos de 24x8 cm (uno), de 16x8 cm (dos) y de 8x8 cm (dos) utilizando tablero de fibra de madera de densidad media de 7 mm de grosor, uniéndolos y colocándolos de cualquier manera (perpendicular, paralelo...) menos en serie. La condición era que las bases de los módulos tenían que estar completas y de los otros dos lados podíamos quitar piezas de 8x8 cm.



## Realización y procedimiento

Lo primero que hicimos fue una premaqueta con folio y después la maqueta con cartón pluma de 5 mm, teniendo en cuenta esos 5 mm para encajar las piezas, y utilizando celo para unir las piezas de la premaqueta y pegamento para poliestireno expandido para unir las de la maqueta. Una vez unidas todas las piezas y diseñado mi ejercicio el resultado fue el siguiente (visto de diferentes puntos de apoyo):



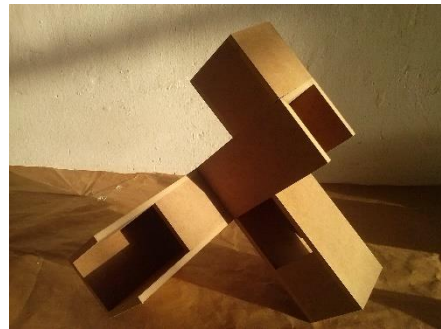
Después de haber realizado el ejercicio en cartón pluma el siguiente paso fue realizarlo con la madera, concretamente con tablero de fibra de madera de densidad media de 7 mm de grosor.

Para cortar las piezas individuales utilizamos una sierra de disco y para unir las usamos cola blanca vinílica. Después de unir las piezas individuales el siguiente paso era lijar las uniones para que quedase lo más liso posible.



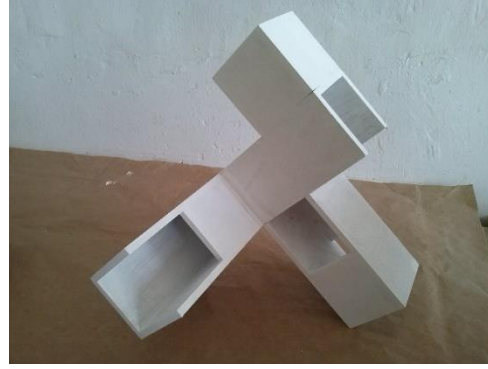
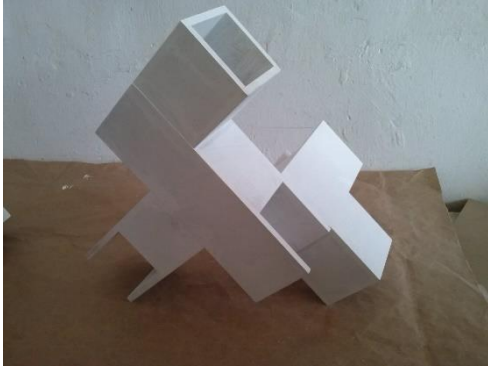


Una vez unidas y lijadas las piezas empezamos a unir las todas, creando una composición, la que teníamos hecha como premaqueta y maqueta.

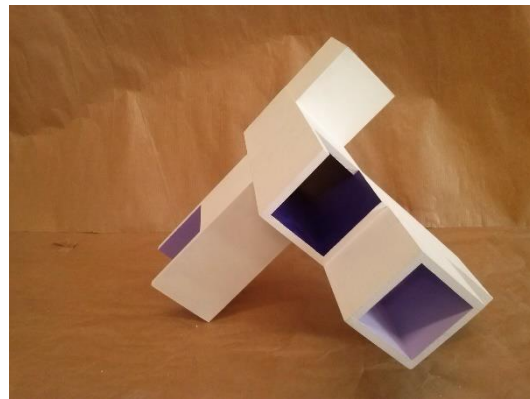
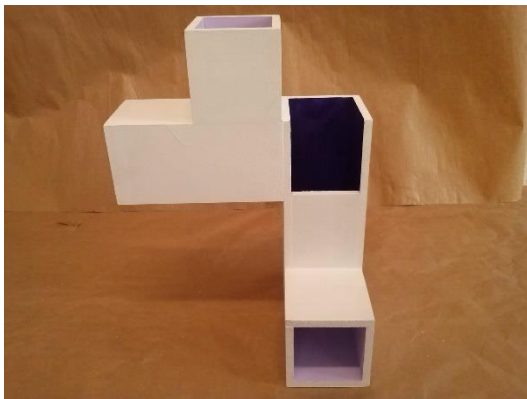
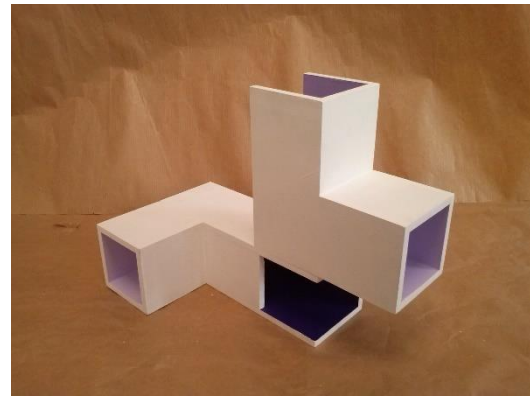
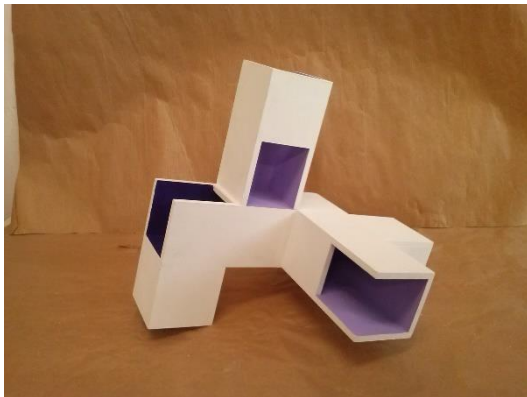


La última fase del ejercicio era pintarlo. Lo que nosotros hicimos fue pintarlo todo de blanco (2 o 3 capas), utilizando pinceles y brochas, y luego usar un color diferente, a elección común, que en nuestro caso fue lavanda. Con este color debíamos hacer 3 tonalidades diferentes para pintar el interior de los módulos tridimensionales (no era necesario pintarlos todos) de manera que desde cualquier punto de vista del ejercicio viéramos esa variación de colores (blanco y lavanda).



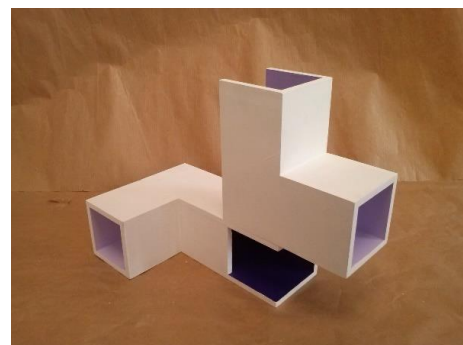


En mi caso, el resultado final fue el siguiente:



## IMPLANTACION DEL MODELO

La posible implantación del modelo sería una caja de costura. En los espacios pequeños (abajo izquierda y arriba derecha) podrían ir las agujas y el dedal, en el espacio vertical irían las tijeras y el metro y en la zona de abajo irían los hilos, hebras o botones.





## JUSTIFICACION PERSONAL

La implantación del modelo como caja de costura ha sido improvisada ya que cuando hice el ejercicio no tenía ninguna idea de la utilidad que le podría dar. Ha sido al finalizar el ejercicio que he intentado aplicarle una utilidad. Durante el procedimiento decidí componerlo de esta manera según veía que quedaba mejor o me gustaba más.

Considero que es un trabajo donde he desarrollado la creatividad y he podido ver que a partir de objetos tridimensionales simples se puede realizar un objeto más complejo al que le podemos dar una utilidad, aparte de ser un objeto decorativo.