

UNIVERSIDAD DEL AZUAY.

Facultad de Diseño
Escuela de Objetos

MANUAL PARA EL CURVADO DE MADERA Y MDF



Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Diseñador de Objetos.

Autor: Wilmer Gonzalo Chaca Espinoza.

Director: Dis. Diego Balarezo

Cuenca, Ecuador



Facultad de Diseño

Escuela de Objetos.

Manual para curvado de madera y MDF.

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Diseñador de Objetos.

Autor: Wilmer Gonzalo Chaca Espinoza.

Director: Dis. Diego Balarezo

Cuenca, Ecuador

2012

INTRODUCCIÓN

La madera posee valores más allá de generar un objeto con función o estética, sino que tiene la capacidad de estimular sentidos. Las posibilidades que nos ofrece la madera han sido exploradas duran cientos de años empujándola al limite, con el objetivo de imitar a la naturaleza lo que ha generado información sobre la materia y su potencial.

Esta continua investigación sobre las posibilidades de la madera ha desencadenado que diseñadores aun cuestionen los límites con nuevas técnicas pero sin dejar a un lado los métodos clásicos de curvado.

El presente proyecto pretende realizar una investigación sobre los métodos de curvado que se han desarrollador a lo largo de los años y se experimentara con el curvado del MDF enriqueciendo el desarrollo de la información.

Todos los datos obtenidos serán redactados y presentada en un manual para que este al alcance de los estudiantes.

DEDICATORIA

A Charito y Luis amados padres, a mi Hermano Ronal, siendo todos ellos ejemplos de vida y que han estado a mi lado en los momentos mas importantes de mi formación.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y a la Virgen María por darme la fe y los dones que llevo dentro.

A la universidad del Azuay y en especial a la escuela de Diseño de Objetos, por brindarme las oportunidad de aprender y conocer el mundo maravilloso del diseño.

A cada docente que ha transmitido sus conocimientos sobre diseño.

A Diego Balarezo, quien supo encaminarme en el desarrollo del proyecto.

A mis amigos que han estado a mi lado durante todo este tiempo, en especia a Christian y Santiago.

CAPITULO I

1.1	Reseña histórica del curvado de la madera.	10
1.2	Diseños actuales con madera curvada.	16

CAPITULO II

2.1	Consideraciones en la selección de madera.	28
-----	--	----

CAPITULO III

Manual

3.1	Técnicas de curvado.	32
3.2	Tratamientos del MDF y madera para ser curvada.	33
3.3	Confección de un molde macho y hembra	37
3.4	Confección de un molde macho y hembra de tamaño pequeño	40
3.5	Molde hembra con secciones separadas	43
3.6	Molde macho y hembra de gran tamaño	45
3.7	Confección de un molde macho	49
3.8	Confección de un molde de caja	52
3.9	Confección de un molde con topes de tarugos	54
3.10	Confección de un molde sin la utilización de prensas.	56
3.11	Curvatura doble.	57
3.12	Molde para generar circunferencias.	58
3.13	Curvatura convexa	59
3.14	Curvatura cóncava	62
3.15	Entalladura	63
3.16	Zipshape	65
3.17	Twists	67
3.18	Curvatura por revoluciones	69
3.19	Nung	71
3.20	Curvatura por perfil.	75

ÍNDICE

CAPITULO IV

Experimentación

4.1	Entalladura	76
4.2	Molde macho	77
4.3	Nung	78
4.4	Twist	79
4.5	Curvatura de tableros de MDF	80

CAPITULO V

Conclusiones.

5.1	Conclusiones	81
Bibliografía.		82
Anexo.		85

RESUMEN

A lo largo de los años se ha buscado alternativas para el manejo de la madera, encontrando diferentes formas de expresión, entre las que está el curvado de este material.

Este proyecto realiza una investigación sobre métodos y proceso de curvado en la madera, también se experimentará con nuevas opciones de materiales fabricados en base a la madera.

La información analizada y tabulada se plantea en términos de un manual descriptivo de los diferentes procesos de curvado generando un apoyo en el campo de diseño.

MANUAL FOR BENDING WOOD AND MDF

ABSTRACT

Throughout the years people have searched for new alternatives to handle wood, finding different ways of expression. Among these, is bending of this material.

This project is a research of bending wood methods and processes. In addition, there will be experimentation with new options regarding materials fabricated with a wooden basis.

The information, which was analyzed and tabulated, is presented as a descriptive manual of the different bending processes, creating a support for the design field.




Translated by,
Diana Lee Rodas

CAPITULO I



1.1 RESEÑA HISTÓRICA DEL CURVADO DE LA MADERA.

El doblado de madera es una técnica antigua y con el pasar de los años ha evolucionado, con lo que se ha logrado que un material aparentemente estático y rígido pueda tomar formas elegantes con fluidez y altamente estilizadas.

La evolución en técnicas de curvado de madera nace en 1830 con Michael Thonet (1796-1871) quien experimento con este material hasta llevarlo a nuevos niveles de expresión, y desde esas fechas la utilización del curvado ha tenido gran acogida, llevando a la actualidad un sin numero de objetos que han sido desarrollados a través de la experimentación aplicando diversas técnicas de curvado, de echo existen diseñadores que siguen llevando al limite a la madera ya que mediante la investigación han creado una estrecha afinidad con el material, desarrollando un dominio técnico para su manipulación.

En este capitulo se mencionara a los diseñadores que utilizaron la madera como una fuente no solo de expresión, sino, como un medio por el cual resolvían problemas, de esta forma podremos conocer la conceptualización detrás de estas grandes obras de diseño.



MOBILIARIO EGIPCIO

El curvado de la madera data de hace cientos de años, existiendo evidencia de que en el antiguo Egipto (2680-2255 a. de C) ya controlaban estas técnicas. Al buscar interpretar formas naturales: de animales como el León, escarabajo y de plantas como el loto y el papiro, recurrieron al dominio del tallado y al curvado de la madera, este ultimo lo realizaban lo realizaban mediante calor.



Fig. 1. Silla egipcia. Trono de Sitamun. 1567-1320 a. de C

En la silla egipcia se puede notar la clara búsqueda de formas orgánicas, y para conseguirlas recurren al tallado de la madera.

Sin embargo y a pesar de que la técnica del curvado de la madera es milenaria no tuvo una evolución constante, las primeras técnicas de curvado de madera consistían en la colocación en agua de la madera y luego someterla a fuego y de esta forma era mas flexible, este proceso se realizaba varias veces con un mismo pedazo de madera hasta conseguir la forma deseada, pero esto presentaba dificultades en el acabado final ya que el objeto resultante presentaba quemaduras por el fuego.

No fue hasta siglo XIX que con la revolución industrial aparecieron artesanos que empezaron a realizar experimentos con el curvado como fueron: Jean Josehp Chapuis o Samuel Gragg, pero fue Michael Thonet quien patento nuevas técnicas de curvado que llevaron la construcción de mobiliario mas allá de un proceso artesanal, sino que lo convirtió por primera vez en un proceso industrial.

SAMUEL GRAGG

La palabra elástica hace 200 años se la utilizaba tan solo a nivel científico y Gragg posiblemente nombro su silla elastic para destacar la innovación.

El diseño de Gragg busca aplicar una nueva tecnología desarrollada por el y consistía en someter maderas como el Pino, Roble, Fresno Y Nogal ha vapor, pero la madera ha utilizar tenia que ser recién cortada ya que de esa manera contendría aguan en su interior lo que hacia que el tiempo ha exposición al vapor sea menor, también buscaba que en lo posible las fibras sean lo mas rectas posibles para una mejor resistencia a la flexión. Después del enfriado y secado se retiraban los moldes con lo cual la madera tomaba una nueva forma.

Con esta tecnología, mas los tipos de ensambles como cola de milano y la comodidad de sus sillas él logra realizar las primeras patentes.



*Fig. 2. Silla Chaise. 1805
Diseño: Jean Josehp Chapuis*



*Fig. 3. Elastic Chair . 1800
Diseño: Samuel Gragg*

El objetivo de Gragg no solo fue desarrollar una nueva tecnología, sino que el objeto resultante sea cómodo y atractivo para el usuario, por ende la silla era flexible adoptando las curvaturas del cuerpo y estructuralmente resistente para un continuo uso.

MICHAEL THONET (1796 - 1871)

En América y Europa se realizan varios experimentos buscando los alcances de la madera, pero fue un artesano alemán el primero en descubrir una nueva tecnología la cual patentaría.

Michael Thonet mundialmente es considerado un pionero en el diseño de muebles ya que invento técnicas para el curvado de madera y logro potencializarlas hasta tal punto que realiza las primeras sillas a nivel industrial y a bajo costo.

En 1849 fundo la empresa Thonet la cual muy pronto se convertiría en la empresa más famosa a nivel mundial ya que fue la primera empresa en realizar muebles de forma industrial, marcando la transición de la fabricación artesanal a la industria.

Y es en esta empresa en la que se desarrolló plantillas que hacían que las fibras no solo sean curvadas, sino también comprimidas con lo cual reducían el tiempo de producción. En 1859 diseñó la "silla número 14" en la que aplica dicha tecnología y para una fácil transportación hace que la silla pueda ser desmontable y a un precio asequible.

La silla 14 está compuesta de seis partes, con madera maciza de haya.



Fig. 4. Silla número 14. 1859

Diseño: Michel Thonet

Técnica

El proceso que desarrolló Thonet consistía en:

1. Cortar madera de haya la cual es resistente a la flexión ya que sus fibras son rectas.
2. Generaba formas cilíndricas con la madera.
3. Sometía a vapor cada pieza.
4. Al ser flexibles las colocaba en un molde y las prensaba hasta que adquiriera la forma deseada.
5. Una vez enfriada retiraba los moldes con lo cual la madera poseía una forma definida por un tiempo indefinido.
6. En caso de que la curvatura sea continua, unía las piezas curvas mediante un engrudo.



*Fig. 5. Rocking Chair
Diseño: Michel Thonet*

Otra gran obra realizada por Thonet fue esta mecedora, siendo además la primera hecha en madera curva, en ella se puede observar la continuidad de la línea y como esta ayuda a generar un objeto resistente.

En la actualidad se siguen creando los diseños de Thonet en cantidad limitada para conmemorar cada aniversario.

MOBILIARIO ESCANDINAVO

El trabajo de Michael Thonet inspiró a diseñadores nórdicos del siglo XX como son Alvar Aalto o Arne Jacobsen.

ALVAR AALTO

Talentoso arquitecto y diseñador finlandés, uno de los más importantes del siglo XX, quien en un principio se dio a conocer por sus obras arquitectónicas y más tarde se involucraría en el mundo de los objetos en los que aplicaba conceptos de funcionalidad y ergonomía, buscando humanizar la forma y rompiendo el racionalismo extremo.

Alvar Aalto realizó importantes progresos en el modelado de la madera lo que le permitió realizar formas curvas y continuas, por lo que decide presentar sus primeros diseños en 1939 en la feria mundial de New York, con lo que su empresa Artek adquiere reconocimiento internacional.

Artek presenta en esta feria un sillón, el cual está realizado de forma que el asiento y espaldar sean continuos al igual que él apoya brazos con los soportes, por lo que decide realizarlo mediante laminas de abedul contrachapadas.

El diseño de su silla paimio estaba pensado para los enfermos del sanatorio paimio que el mismo construyó, la forma de la silla permite una fácil limpieza, no utiliza metal para evitar ruidos y reflejos que molesten a los pacientes.



Fig. 6. sillón "Paimio"
Diseñador: Alvar Aalto

Otro diseño muy conocido es su taburete de tres patas, el cual lo diseñó especialmente para la biblioteca Viipuri.



Fig. 7. taburete circular apilable
Diseñador: Alvar Aalto

A través de sus innovaciones en la forma y el pensamiento aplicado en sus diseños el nombre Alvar Aalto se ha convertido en parte de la historia del diseño.

ARNE JACOBSEN

Más tarde Arne Jacobsen se involucra con el diseño de muebles y construye la silla "ant" en la cual emplea madera laminada y es el punto de partida para la fabricación de una línea de sillas en las cuales aplica la misma tecnología "contrachapado" y con diferentes acabados como son: haya, arce, fresno, cerezo, laca blanca y negra, con lo cual adquiere un rápido reconocimiento en el mundo.



Fig. 8. Silla "Ant". 1955.
Diseñador: Arne Jacobsen



CHARLES & RAY EAMES

Charles Eames (1907-1978) realizó varios diseños que se convirtieron en clásicos, en sus inicios se dedicó a la arquitectura, pero se fue involucrando en el mundo del mobiliario y empezó a aplicar técnicas nuevas de modelado en material completamente nuevos, generando objetos que buscaban el bienestar del usuario tanto en la ergonomía como en los costos de fabricación.

Eames conjuntamente con su esposa Ray Kaiser, empezaron a experimentar con nuevos materiales convirtiéndose en los pioneros en la utilización de fibra de vidrio, resinas plásticas, tableros de madera y aluminio fundido, pero siempre combinaron estos materiales con una visión que salía de su época y que aplicaba teorías de construcción con la sensibilidad en el detalle logrando conformar diseños que hasta la época mantienen la frescura con la cual fueron concebidos.



Fig. 9. La Chaise

Diseño: Charles & Ray Eames

Todas las obras de Ray y Charles Eames lo realizaban con gran pasión involucrando un sinnúmero de conceptos que daban como resultado diseños con memoria, diseños que perdurarían en el tiempo, pero en esta ocasión me enfocare en aquellos diseños que fueron realizados con madera y también se explicará cuál fue la parte conceptual que involucró su concepción.



Fig. 10. Lounge Chair

Diseño: Charles & Ray Eames

Lounge Chair:

Esta conformado por 4 láminas de madera curva y en donde reposan los cojines de cuero.

Las investigaciones continuas sobre nuevos materiales desembocaron en una serie de diseños que marcaron la historia ya que durante años cuestionaron los límites de la madera y también vieron las posibilidades que ofrecían otros materiales, las formas curvas que lograban radicaban en la búsqueda de que se adaptaran al cuerpo y que ofrecían la mayor comodidad posible, de este objetivo nace lounge chair, el cual es ligero, elegante, cómodo y de fácil transportación ya que se descompone en un total de 12 piezas ligeras, ofreciendo un sillón asequible a la mayoría de las personas.

La libertad formal que les ofrecía los materiales como la madera, fibra de vidrio, plástico, aluminio fundido, etc. También traía como consecuencia el caer en formas expresivas o en un libertinaje creativo pero ellos tenían presente que el país se estaba recuperando de la segunda guerra mundial y por ello se enfocaron en utilizar estos materiales como una fuente de producción en masa, logrando complementar las formas esbeltas con la funciones para las cuales fueron concebidas.

Con esto nos demuestran que el hecho de se pueda controlar un material también implica una mayor responsabilidad en cuanto a la forma y conceptos que se aplican sobre este.

Organic chair



Fig. 11. Organic Chair.
Diseño: Charles & Ray Eames

Organic chair ganó el primer premio otorgado por MoMA (Museum of Modern Art de Nueva York) y en el cual tenían como jurado a Marcel Beuer y Alvar Aalto.

La silla fuera realizada pensando en las necesidades del cuerpo humano al sentarse y en utilizar la menor cantidad de acolchonado pero sin dejar a un lado la comodidad por lo que recurren a realizar una forma continua y curva, los materiales que se emplearon para la construcción fueron tableros de conformado, con lo que introducen no solo innovación en la forma, sino también en el material y que a su vez este acompañado con un reto el cual es utilizar la menor cantidad de materiales posibles.

Debido a que Eames estaba adelantado a su tiempo, las técnicas industriales no podía producirlo, años más tarde en el 2006 la empresa de diseño Vitra asumió el reto de revivir a este clásico y por primera vez se produjo en serie.

En la actualidad Vitra ha realizado dos rediseños de Organic chair, el primero fue en el 2008 y se nombra Organic Highback, en el que el respaldo es más alto con un reposacabezas, posteriormente sacaron al mercado Organic Conference dirigido para el uso en espacios como: oficinas, comedor, salas. Sin mayores modificaciones a lo largo de los años se puede decir que en la actualidad se mantiene la esencia.

Molded Plywood chair



Fig. 12. Molded Plywood chair. 1945
Diseño: Charles Eames

LCW, es el mejor diseño del siglo XX, según la revista Time.

Es el resultado de la experimentación de la madera y de un estudio ergonómico ya que busca utilizar las propiedades de conformado que ofrece este material y aplicarlas para generar una silla con curvaturas que dan confort al usuario.

Proceso

1. Se preparan 7 capas de chapas de madera.
2. Se cubre la mitad con pegamento a ambos lados.
3. Luego se colocan las chapas alternando laminas secas con las cubiertas con el adhesivo.
4. La dirección de las vetas de cada chapa se van alternando, de esta forma es más resistente.
5. Al final se coloca una chapa de lujo.
6. Se colocan en una prensa que combina presión y calor hasta que el objeto este completamente seco.
7. Al retirarla del molde se procede a dar los acabados y cortar los excesos.
7. Una característica adicional es que el asiento posee amortiguadores.

El modelo LCW no ha sufrido ningún cambio a lo largo de los años y en la actualidad la empresa vitra la esta fabricando industrialmente.

1.2 DISEÑOS ACTUALES CON MADERA CURVADA.

Los diseños que se desarrollaron en un principio con curvado de madera nacieron en talleres, con diseñadores, ebanistas los cuales trasladaron sus ideas a un elemento físico y que posteriormente la industria los convertiría en un elemento en serie, muchos pensarían que en la actualidad y sobre todo en nuestro medio esto sería un gran reto ya que nosotros debemos pensar en lo que la industria puede realizar para que en base ha ello nos acoplemos a sus exigencias y desarrollemos productos con una identidad seriada y no con una identidad propia.

Sin embargo, nuestras industrias satisfacen las necesidades de una sociedad que buscan un mobiliario que podríamos calificarlo como clásico y ortogonal lo cual no es malo, pero debemos tomar en cuenta que existe una generación que buscan nuevas propuestas que salgan de las fronteras de lo conocido en nuestro medio.

Y para satisface estas necesidades debemos potencializar la calidad de un producto poniendo empeño en todos sus aspectos tanto funcionales, formales y tecnológicos, ya que el diseño de un producto no solo queda en el ingenio de la forma sino también en el diseño de su construcción, lo que brinda la oportunidad de involucrarse no solo con el boceto, sino creando una estrecha afinidad con el material, comprendiendo así sus potencialidades y cuestionando siempre sus límites, ofreciendo al cliente un resultado que estimule sus sentidos.

Y si observamos otros países podemos notar que existe una clara evolución de las industrias y de las exigencias de los usuarios, que hacen que los diseñadores trabajen en conjuntos con las empresas para desarrollar productos con alta calidad tecnológica y con un gran estudio de la forma, sin embargo y a pesar de que en nuestro medio no contamos con tales tecnologías tenemos algo que muchos países no poseen y es una identidad cultural, una gran diversidad de flora y fauna y sobretodo contamos con los recursos necesarios para desarrollar productos que involucren estos elementos y obtener resultados con identidad lo cual si lo vemos desde un

punto de vista positivo podría este producto llamar la atención de aquellas industrias extranjeras que al no tener unas raíces culturales aprecian lo nuestro.

A continuación se presentaran diseños en madera curvada que se han desarrollado en este nuevo siglo, pasando por objetos generados en forma industrial en maquinarias de ultima tecnología, a diseños provenientes de una producción semiartesanal, hasta llegar a productos completamente artesanales, en cada una de estas etapas descubriremos cuales son las filosofías que encierra el encanto por este material.



El estudio sobre las propiedades de la madera han sido exploradas durante años, llevando a desarrollar diferentes técnicas las cuales retan al material para generar formas elegantes y fluidas, este amplio desarrollo y experimentación llevaría a pensar que es un elemento el cual ya ha sido explorado en su totalidad, pero en realidad existen diseñadores que aun siguen investigando las propiedades de la madera ya que en ella han visto un medio por el cual pueden manifestar sus ideas y filosofías trasladándola a nuevas expresiones.

El hecho de crear un objeto con una clara complejidad constructiva no quiere decir que no se puede fabricar industrialmente y un claro ejemplo es la mesa "Cinderella".

CINDERELLA TABLE



*Fig. 13. Cinderella table. 2004
Diseño: Demakersvan*

La mesa desarrollada por la empresa demakersvan esta inspirada en formas de objetos clásicos, de corte románticos, toma estos elementos y los reinterpreta hasta generar un objeto completamente surrealista.

Cinderella fue realizada mediante máquinas de CNC "control numérico computarizado" las cuales pueden cortar fácilmente materiales sólidos como madera, plásticos, granito, etc. en este caso el diseño ayuda a explorar las posibilidades que posee una maquinaria que habitualmente se la utiliza para generar piezas en cadena.

Esta realizada con 57 capas de contrachapado de abedul que se corta una a una en CNC, se pegan y vuelven a cortar, siendo un proceso un tanto lento, pero que nos demuestra las capacidades que poseen las industrias, de echo el nombre este diseño surrealista, refleja o hace referencia a que la alta tecnología son cienientas anónimas.

REHOLZ

Otro ejemplo de alta tecnología es el conformado tridimensional profundo de madera contrachapada.



*Fig. 14. GUBI chair
Diseño: KOMPLOT Design.*



*Fig. 15. GUBI chair
Diseño: Claus Breinholt.*



*Fig. 16. Three skin chair
Diseño: Ron Arad*



*Fig. 17. Stingray chair
Diseño: Thomas Pedersen*



El conformado tridimensional profundo de madera contrachapada también llamado “3d veneer” es una nueva tecnología desarrollada por la empresa Reholz con la intención de generar formas mas curvas y complejas de manera industrial y en serie.

Para cumplir estos fines, generaron moldes con tecnología de punta, pero la parte fundamental de su reconocimiento es que mejoraron las técnicas de tratamiento de las chapas de Eames y de Saarinen, convirtiéndose en los únicos proveedores de este material.



En este ejemplo se puede apreciar la diferencia que existe cuando se utiliza una 3d veneer y una chapa normal, en el primer caso no se genera ninguna grieta ya que posee mayores propiedades de flexión, en el segundo caso al ser sometida a varias curvas y en difentes direcciones se parte.

El proceso que utiliza Reholz no es barato, pero si el diseño justifica la inversión se puede obtener grandes ganancias en poco tiempo, además hay que tomar en cuenta que esta tecnología abre las posibilidades a un sin numero de diseños con superficies curvas y que podrían ser producidos en serie, lo que antes seria imaginable.

En la actualidad varios diseñadores alrededor del mundo están utilizando la chapa 3d por la libertad de forma que ofrece, y están introduciéndose en mercados que anteriormente estaban reservados para diseños hechos en platico o metal. Si bien esta nueva tecnología es competitiva los moldes aun no tienen la precisión que poseen los objetos de plasticos, y presentan ciertas limitaciones en los radios y en formas completamente serradas.

Proceso



El primer paso para la realización de cualquier forma es relajar las fibras de las chapas mediante un tratamiento que consiste en realizar varios cortes paralelos muy finos dejando la chapa en un estado muy delgado a punto de ruptura, de esta forma se logra una mayor flexibilidad, por lo que se puede curvar en diferentes direcciones.

Cuanto el pre tratamiento de las chapas está listo se seleccionan la mitad de las laminas para ser encoladas y se colocan variando la dirección de las fibras, esto permite que se pueda curvar en contra veta.

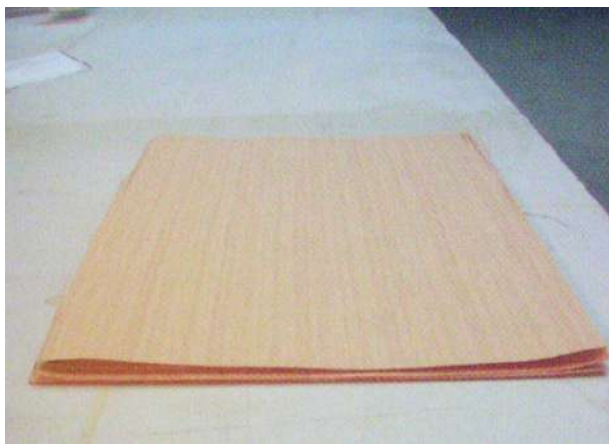


Fig. 19. Laminas pre tratadas



Fig. 18. Se colocan las chapas de madera ya encoladas y pre tratadas en una prensa macho y hembra.



Fig. 19. Al aplicar presión las chapas toman el la forma del molde y adicionalmente son mas resistentes debido a que se compactan las vetas y generan un vinculo mediante el encolado.



Fig. 20. Como ultimo paso se deberán recortar los perfiles.

AXALKO

La madera es un material polivalente y Axalko asumió un reto tecnológico para aprovechar sus beneficios y utiizarlo en la creación de bicicletas.



Fig. 21. Bat.
Diseño: Axalko.

Después de varias experimentaciones determinaron que el fresno gracias a sus propiedades físicas seria la madera indicada para la concepción de sus bicicletas y por este motivo desarrollaron una tabla en la cual se puede apreciar las propiedades mecánicas.

La madera de fresno posee sello PEFC, lo que indica que el fresno ha utilizar es sostenible.

PROPIEDADES MECÁNICAS	
Densidad media	670 kg/m3
Resistencia a la flexión estática	1140 kg/cm2
Resistencia a la compresión	520 kg/cm2
Resistencia a la tracción	1400 kg/cm2
Módulo de elasticidad	130000kg/cm2

En la página de axalko encontramos información sobre la tecnología y el proceso que utilizan para la realización de la bicicleta. Debido a que el cuadro va ser sometido ha diferentes tipos de fuerzas ellos determinar lo siguiente:

“LA LIGNINA conforma la masa de la pared tubular, con una resistencia a la compresión de 2.400 Kg/cm2 superior a la del hormigón”

“LA CELULOSA, se encuentra enrollada helicoidalmente a la pared tubular, su resistencia a la tracción de 10.000 Kg/cm2 es superior a la del acero”

Estos datos son interesantes ya que ellos usan una tecnología que se llama (composites, epoxy, fibras) que simulan a la lignina y a la celulosa.



Fig. 22. Cuadro Bat.
Diseño: Axalko.



Fig. 23. Cuadro Bat.
Diseño: Axalko.

Proceso.

Aquí se utiliza la técnica del laminado.

Las fotografías son impresiones de pantalla provenientes de:
<http://www.youtube.com/watch?v=Ekfc8C7OQyM>

1. Como se hacia hace varios años atrás, evitan las imperfecciones como nudos que perjudican el curvado de la madera, y seleccionan aquellos tabloncillos que tengan las vetas lo mas rectas posibles.



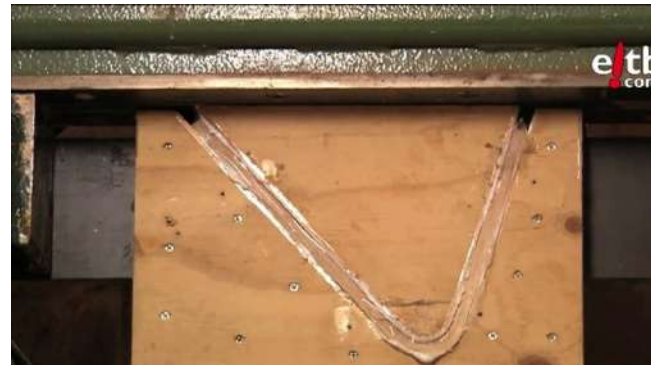
2. Después de seleccionar las maderas proceden a cortar en laminas de espesores entre 0,5 a 2,5mm.



3. Luego se juntan varias laminas hasta lograr el espesor adecuado.



5. Se encolan las laminas de madera para ser colocarlas en un molde y a su vez este será puesto a presión por una prensa de enchapado o hidráulica.



4. Este proceso es bastante riguroso y delicado ya que el producto va a estar bajo un constante uso y sometido a diferentes tipos de esfuerzos.



En este caso a pesar de usar una tecnología ya conocida ellos ponen especial atención en el tipo de uniones, ensambles y generan un tipo de curvatura la cual hace al producto posea resistencia.



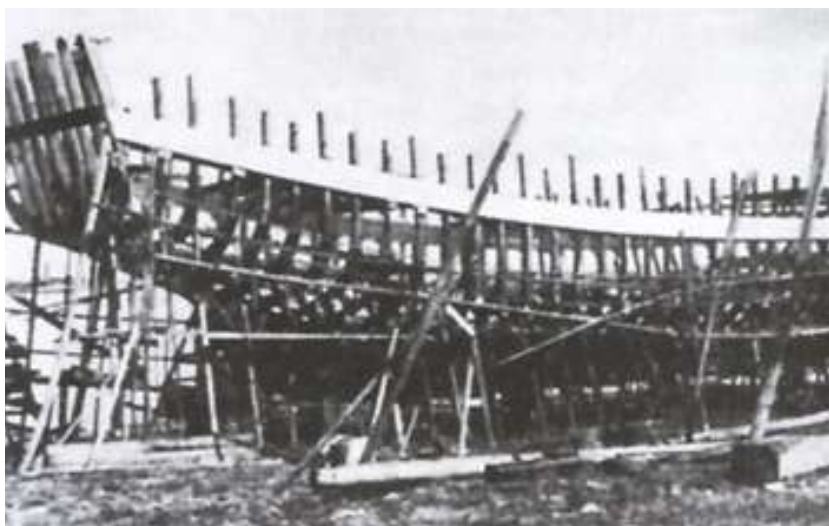
MATTHIAS PLIESSNIG.

“El movimiento de la hidrodinámica y la aerodinámica, el crecimiento orgánico y la estructura de los sistemas múltiples influyen las formas que se dan en mi trabajo. El deseo de visualizar y expresar la energía y la fluidez es una necesidad que busca conectarse con la modernidad”

Matthias Pliessnig.

El trabajo de Matthias Pliessnig es una combinación de conceptos basados en la artesanía, arte y diseño, llevándolo a generar formas esculturas con superficies curvas, empleando además para la realización de sus objetos, software y técnicas antiguas de curvado.

Su inspiración inicia en 2006 cuando estudiaba en la universidad y realiza un proyecto que consistía en construir un bote de forma completamente artesanal, de aquí nace la idea de realizar formas complejas basadas en la tradicional construcción de los barcos de madera que consistían en cuadernas y quillas, a partir de estos elementos y de las técnicas que se aplicaban en la construcción, nace una profunda investigación de las potencialidades que poseían estos elementos y como podrían ser sacadas de contexto y llevadas al mobiliario.

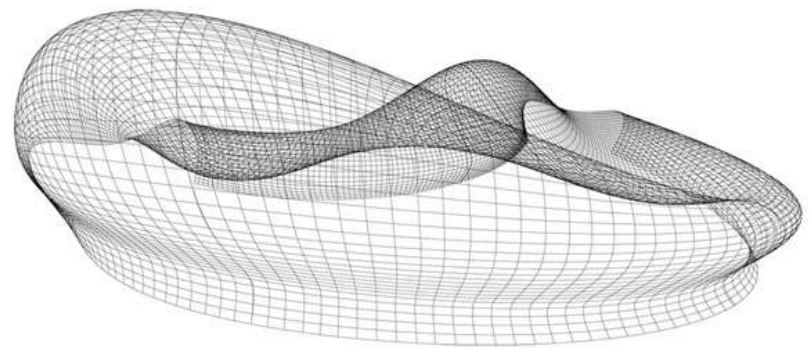


*Fig. 24. Construcción de un barco.
Estructuración base de un barco*

amada bench es resultado del estudio de las técnicas que se utilizaban para el esqueleto de los barcos, pero también utiliza software 3d como referencia para saber cual es el crecimiento de los flujos geométricos y como estos segmentos se comportan frente a las ondas de sus diseños, cabe indicar que las ondulaciones que posee no son a lazar ya que buscan que se adapten ergonómicamente al cuerpo humano.



*Fig. 25. amada bench
Diseño: Matthias Pliessnig*



*Fig. 26. amada bench
Diseño: Matthias Pliessnig*

Las formas fluidas y artísticas que genera las describe de la siguiente forma “bends es la captura del momento en que el peso humano impacta en la forma como si anteriormente la pieza hubiera sido maleable y hubiera conservado la marca de la persona sentada” Con estas palabras el diseñador hace hincapié en la ergonomía que posee su diseño y justifica la generación de la superficie curva en base al cuerpo humano al momento de sentarse.

Proceso

A continuación se describirá el proceso constructivo de la banca “amada bench ” el cual es laborioso ya que cada curva es diferente y busca su estructuración ser única por cuanto se lo realiza manualmente.



1. Matthias utiliza maderas de roble, fresno, cedro y olmo ya que poseen más propiedades de flexión.
2. Las somete a técnicas antiguas como el curvado ha vapor, lo que le posibilita a la madera ser moldeable por unos instantes.
3. Utiliza un tubo de pvc el cual retiene el vapor de mejor manera.



4. Realiza una estructura que se coloca en la base, esta estructura sirve como guía para la colocación de los perfiles y eleva el objeto para una mejor colocación de las tiras de madera en la base.



2. Luego coloca y sujeta los perfiles que funcionara como directriz, y que los realiza con tableros de madera.



4. Mediante la utilización de prensas coloca los listones de cedro, al estar lista la superficie de la banca, retira los perfiles internos y los reemplaza por madera curva. Al terminar la colocación de la madera corta los excesos y les da los acabados correspondientes



CHRISTOPHER JARRATT

Christopher Jarratt es un diseñador que ha explorado las posibilidades que ofrece el curvado de la madera, y las ha utilizado en diferentes proyectos.

Elefant Table & Stool



Fig. 27. Elefant Table y Stool
Diseño: Christopher Jarratt

En la mayoría de sus diseños utiliza la técnica del vapor y otorga a la madera formas dinámicas y esbeltas. Cabe indicar que las maderas que utiliza son de origen local y sustentables, por lo cual no atentan con el medio ambiente.



Fig. 28. Sixixis.
Diseño: Sixixis.

TOM RAFFIELD

Ganadores de premios en iluminación 2011, sus obras buscan cautivar al espectador y generan una armonía entre la luz y las formas enredadas.



Fig. 29. butterfly pendant light in walnut
Diseño: Tom Raffield

Su inspiración proviene de la naturaleza, principalmente del movimiento de las alas de mariposa en pleno vuelo. Las formas que generan son complejas, llenas de movimiento, elegancia y combinándolas con la luz producen sombras dinámicas.



Fig. 30. Flock Wall Light
Diseño: Tom Raffield



Proceso.

1. Los materiales a emplear son tiras de roble y nogal procedentes de fuentes sostenibles.
2. Se someten a vapor cada tira de roble.
3. Se coloca adhesivo en las tiras.
4. Y se contactan las tiras dando la forma deseada.

JOSEPH WALSH

“Su obra es un testimonio de la belleza de perseguir el dominio de un material y la exploración de una vida de trabajo aprendiendo de cada experiencia. Sus piezas de madera se mueven como el viento, doblarse como el papel, moldear como la arcilla y tienen la fuerza de los huesos”.

Yatzer, septiembre de 2011

Joseph Walsh es un diseñador autodidacta y que lleva a expresar su imaginación en objetos tangibles de madera, generando piezas complejas de gran calidad y las cuales se podrían calificar como esculturas funcionales ya que en ellos esta presente forma, tecnología, material y ecología.

Por la complejidad formal que poseen estos objetos se podrían calificar como una labor artística, pero en realidad Joseph Walsh como diseñador hace que sus estructuras tomen una forma ergonómica lo que les hacen funcionales y de esta forma estimula los sentidos de los usuarios o personas que observan su trabajo.

Complejidad.

Para lograr formas complejas y desafiantes no basta con conocer técnicas de curvado sino al igual que Joseph hay que generar una propia investigación mental sobre la madera, es decir hay que reconocer sus propiedades y abrir siempre cada proyecto con una interrogante sobre el material y métodos ha utilizar en el mismos, pero estando consientes que somos diseñadores y el objeto que vamos ha generar no solo debe tener una forma desafiante sino también funcional.



*Fig. 31. Enigmun II Dining Table. 2010
Diseño: Joseph Walsh*



*Fig. 32. Enigmun II Dining Table. 2010
Diseño: Joseph Walsh*



*Fig. 33. Enigmum Low Table. 2011
Diseño: Joseph Walsh*

“En la serie Enignum, me he despojado de madera en capas delgadas, la manipulación y la reconstrucción de las composiciones en forma libre. Entonces genero una forma a través de estas capas para revelar no solo la honestidad de la estructura sino una forma esculpida, que es una colaboración única entre el hombre y el material. El título se deriva del latín Enigma (misterio) y Lignum (madera), para mí, que resumen la serie: el misterio de la composición se encuentra en el material.”.

Joseph Walsh.

El museo de “craft and design” inicio un proyecto con el nombre “ten ten ten”, en la que 10 artistas expondrían sus artesanías mas innovadoras, y entre los escogidos se encuentra Walsh, el cual diseño una mesa con movimiento, especial para el museo.

En esta ocasión Walsh, nos plante la posibilidad de generar curvas no solo con el doblado de madera, sino que a través de forma repetidas y mediante la utilización de un vínculo se puede generar ondas que en teoría, también seria un tipo de curvado, de esta forma, cuestiona las técnicas de curvado convencionales, llevando aun más lejos las posibilidades de uso que nos ofrece la madera.

Joseph Walsh, es un claro ejemplo de lo que podemos lograr al superar los límites preconcebidos de un material y como esto nos ayuda a superar nuestras propias capacidades, si bien es cierto que no ha llevado a la industria sus productos por la complejidad que poseen no quiere decir que en un futuro no muy lejano se lo pueda hacer, pero hay que tomar en cuenta que sus productos están en diferentes museos del mundo lo cual ha llevando el nombre de Joseph Wash a una fama mundial.



*Fig. 34. Enignum Motion Table.
Diseño: Joseph Walsh*



*Fig. 35. Enignum Motion Table.
Diseño: Joseph Walsh*

SANTIAGO GARCÍA. FERNANDO GORDILLO.

“..Conectar “lo posible” (lo que la técnica pone a nuestra disposición) con “lo deseable” (aquello que la sociedad, o parte de ella, podrían desear)...”

Santiago García y Fernando Gordillo.

Si bien en este capítulo se ha hablado sobre diseñadores internacionales quisiera también mencionar a diseñadores de nuestro país especialmente de la ciudad de Cuenca. En esta ocasión mencionare a los diseñadores Santiago García y Fernando Gordillo en especial porque tuve la oportunidad de realizar las pasantías en su local, observe la dedicación, esfuerzo y pasión que ponían en la realización de sus diseños.

Filosofía.



Su propuesta de diseño parte de una “filosofía nómada” que busca interpretar el desplazamiento, dinamismo, el cambio, es decir buscan que nada se mantenga quieto, y ya que vivimos en un mundo globalizado buscan viajar a través de él, con propuestas que conecten diversos puntos pero que se fundan para llegar a ser un objeto del deseo y que se inserta en un contexto, por ello recurren también a la filosofía del rizoma que los ayuda a conectar estos puntos

con cualquier otro, pero al mismo tiempo les permite establecer rupturas con otros conceptos. A través de varios conceptos buscan una libertad que les permita experimentar con la fluidez, con el movimiento generando múltiples planteamientos no solo desde un punto de vista filosófico sino que a través de un medio físico para lo cual deben resolver múltiples aspectos tecnológicos.

Material.

El material a emplear va a ser el MDF, por cuanto sus propiedades físicas son propicias para explorar las posibilidades para generar movimientos a partir de superficies planas. Después de varios experimentos lograron determinar cuál sería la estructuración y tratamiento adecuado para trabajar este material.

Tecnología.

Moldes: Utilizan plywood de 15mm de espesor, y los moldes a emplear deben permitir una fácil colocación de las prensas.

Prensado: Se debe tomar en cuenta el tipo de curva, en el caso de ser cóncava se deben utilizar tiras de madera o tablero que funcionen como nervios, para de esa forma evitar el pandeo, en caso de las curvas convexas se utiliza madera para sujetar el MDF.

Resultados:

Lograron determinar que el radio mínimo debe ser de 6cm. También que las estructuraciones de las curvas se deben realizar con nervios de madera maciza.



Fig. 36. Sofá.

Diseño: Santiago García y Fernando

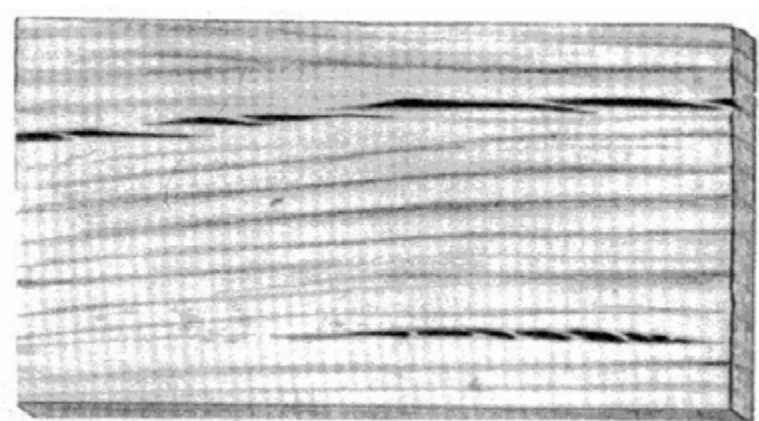
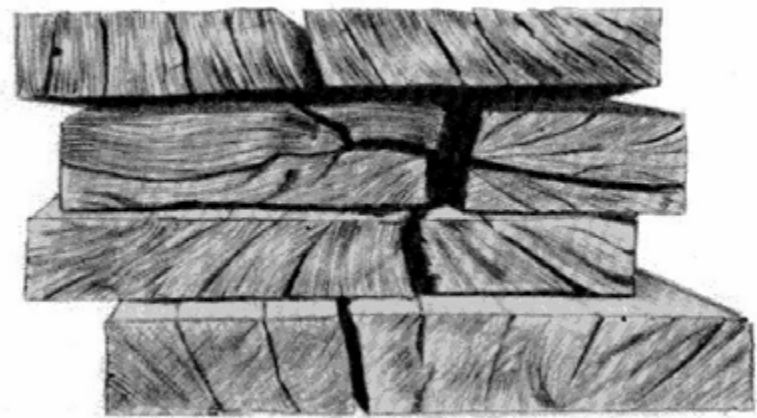
CAPITULO II

2.1 CONSIDERACIONES EN LA SELECCIÓN DE MADERA.

La madera es un recurso muy valioso con la cual estamos muy familiarizados ya que siempre ha estado con nosotros y con el echo de percibir su textura, color, olor nos genera confort y calidez, por este motivo la humanidad siempre ha estado fascinado con este recurso, generando varios objetos y construcciones a lo largo de la historia.

Sin embargo la hemos explotado tanto que estamos terminando con muchas especies, por lo que es necesario que la hora de trabajar con madera se tome varias consideraciones para no generar desechos.

En este capitulo se hablara sobre aquellas consideración y el porque se producen ciertos “defectos” en la madera.



Para un adecuado trabajo en madera se requiere que esta sea de mejor calidad y se debe tomar en cuenta que no posea imperfecciones, cabe indicar que estos defectos pueden ser de origen natural, por un ataque biológico y por un mal secado.

A continuación se describirán algunos de ellos que pueden ser fácilmente detectables y con ello evitar comprar un material que puede ser desperdiciado.

LA MEDULA INCLINADA.

Se observa por los anillos de crecimiento, esto hace que la madera sea débil en aquella zona y en algunos de los casos al ser aserrada tiende a quebrarse.

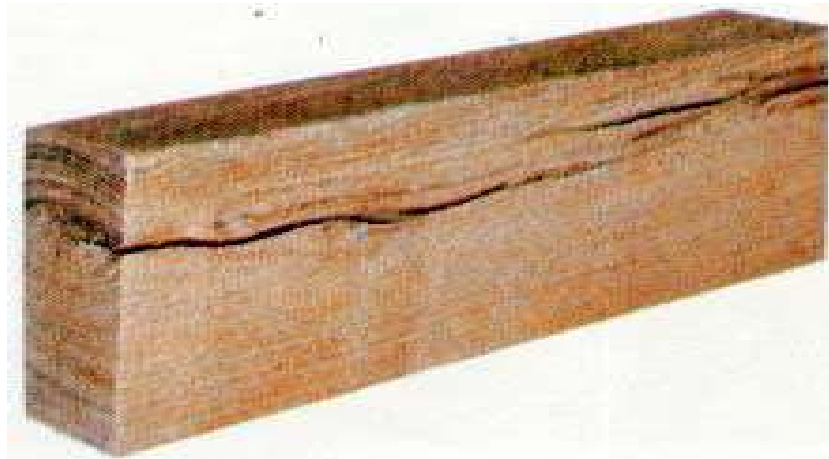


Fig. 1. Medula inclinada.
<http://calvachemaderblog.blogspot.com/>

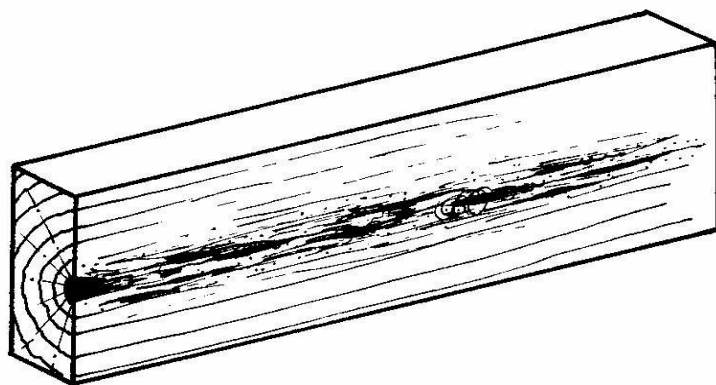


Fig. 2. Medula inclinada.
<http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen6/losdefectos.pdf>

BANDAS ANCHAS DE PARÉNQUIMA.

Las células del parénquima sirven para la acumulación de sustancias de reserva, son generalmente alargados y de pared delgada pero esto pueda variar dependiendo del tamaño de las células y de como se distribuye en el árbol.

Al estar expuesta la madera a la humedad, puede ser atacada por hongos en estas zonas y en caso de ser utilizadas para compresión pueden presentar baja resistencia mecánica lo que resulta en la separación de los anillos o por capas lo cual parte a la madera.

En esta imagen se puede observar las “irregularidades”.

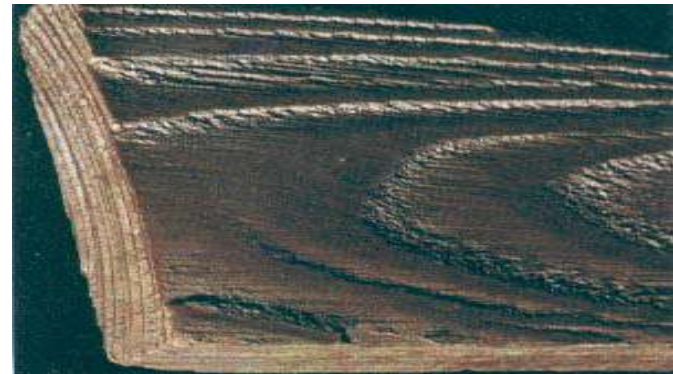


Fig. 3. Bandas anchas de parénquima.
<http://calvachemaderblog.blogspot.com/>

GRANO, HILO O FIBRA

La orientación de las fibras se las conoce con el nombre de grano siendo esto la masa de la estructura celular y la orientación de su forma dependerá del tipo de crecimiento del árbol, esto influye en las propiedades mecánicas de la madera

Tipos de grano.

Grano recto.

La fibra es paralela con respecto al eje del árbol posee una mejor elasticidad y resistencia.

Grano inclinado

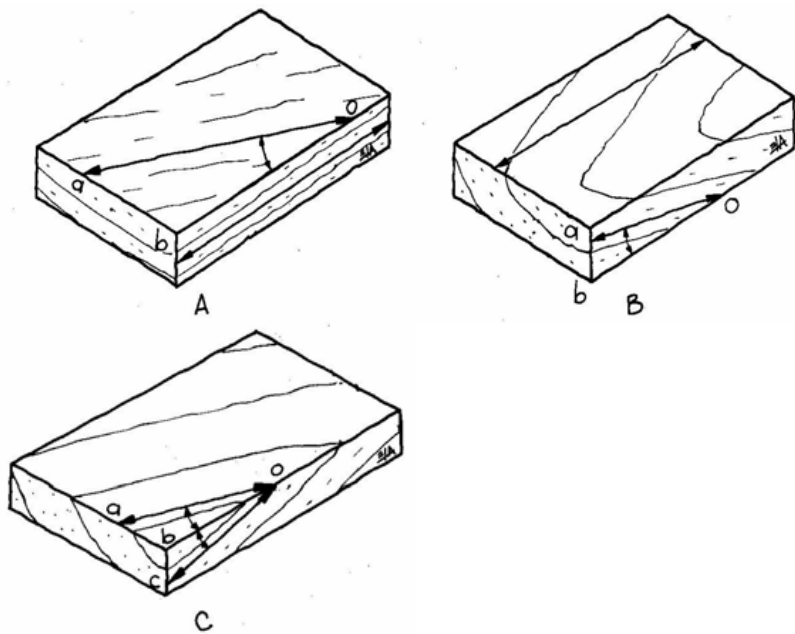


Fig. 4. Medula inclinada.

<http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen6/losdefectos>.

En la imagen A la desviación se genera en una de las caras, mas en el canto es recto, en la imagen B la desviación se genera tan solo en el canto y en C la desviación es en los dos planos. Este grano puede presentar dificultades para trabajar y también en términos de acabados, como al momento de ligar.

Grano entrecruzado

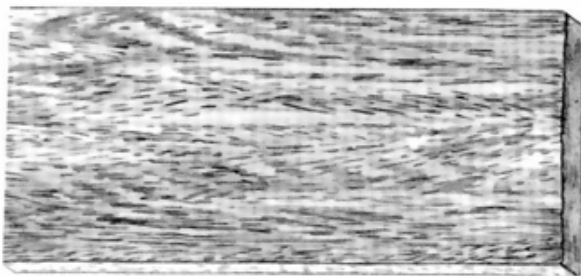


Fig. 5. Medula inclinada.

<http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen6/losdefectos>.

Este se presenta cuando el árbol crece en forma de espiral, se caracteriza por formar trenzas y es dificultoso para trabajarlo.

NUDOS.

Los nudos son el rastro de donde creció una rama, el grano que rodea al nudo se genera de forma irregular lo que dificulta el trabajo en esta zona ya que es quebradiza.

Existen tres tipos de nudos: nudo sano, nudo hueco y nudos arracimados, pero en cualquiera de los casos no es aconsejable utilizar esa área.



Fig. 6. Nudo hueco

<http://calvachemaderblog.blogspot.com>



Fig. 7. Nudo sano

<http://calvachemaderblog.blogspot.com/>



Fig. 8. Nudos arracimados

<http://calvachemaderblog.blogspot.com>

RAJADURAS DURANTE EL CRECIMIENTO.

Cuando crece el árbol esta expuesto a diversos esfuerzos que pueden resultar en grietas y estas se hacen evidentes al momento de aserrar la madera.

Tome en consideración estas fisuras ya que si las utiliza puede generar un gran desperdicio.

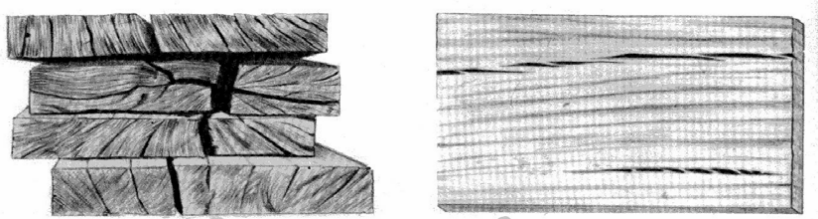


Fig. 9. Rajaduras.

<http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen6/losdefectos>.

Existen también imperfecciones generadas al momento que se esta tratando la madera.

PANDEO

El pandeo se genera cuando al secar se apila de forma incorrecta por lo que, tiende a curvarse, esto hace que la fibra se tense y sea difícil de trabajarla, por lo general esto ocurre en las tiras de maderas las cuales las utilizamos para estructuración.

FISURAS.

Cuando la madera es secada rápidamente produce se produce: Fisuras que se genera en una de las caras.

La otra son grietas que son comunes en los tablones.

FACTOR MEDIOAMBIENTAL.

Otro factor ha considerar para la selección de la madera es la procedencia de la misma, es decir si esta cuenta con algún certificado que indique si la madera es renovable, muchos países poseen una cultura medioambiental, sin embargo en nuestro medio no existe tal preocupación por lo que no es fácil determinar la procedencia de muchas de estas especies.

Esto tampoco quiere decir que se deje de utilizar este material, mas bien se debería generar una propuesta de cambio que exijan cumplir con aquellas normas, sin embargo hasta lograr algún avance se deberá tomar en cuenta que la madera ha utilizar no este en peligro de extinción.

MADERA

Las maderas que van a ser utilizadas para un proceso de curvado deberán ser duras, (con ello nos referimos no como un término físico, sino al grupo botánico al cual pertenece), debiendo ser de fibras largas, grano recto esto nos asegura una mayor resistencia al momento de curvar gracias a las propiedades mecánicas que poseen estas características.

Por diferentes textos las especies que mas utilizan para el curvado son el Fresno y la haya, pero cabe indicar que con exactitud no se podría determinar el tipo al cual pertenecen, ya que por fresno existe una gran variedad.

A continuación se muestra una lista de maderas que comúnmente se utiliza para el curvado a vapor.

Selección de maderas para el curvado al vapor.

Fresno.

Haya.

Abedul.

Olmo.

Roble.

CAPITULO III

3.1 TÉCNICAS DE CURVADO.

En este capítulo se hablara sobre los diferentes tipos de curvados que existen y cuales son las técnicas y consideraciones de cada uno de ellos, pero en primera instancia se tratara sobre los tratamientos que se da al MDF y a la madera para ser curvada para luego hablar de los moldes y en que consiste su estructuración.

La información que a continuación se presenta es una recopilación de libros, videos, páginas web, experimentos y datos que a lo largo del desarrollo de la tesis se han logrado obtener, pero además cuenta con imágenes graficas para un mejor entendimiento.



3.2 TRATAMIENTOS DEL MDF Y DE LA MADERA PARA SER CURVADA.

Existen varias posibilidades para curvar la madera, las más conocidas son: por medio del vapor, laminar y contrachapeado.

El curvado por medio de vapor en principio consistía en sumergir las piezas de madera en agua y luego se sometía a fuego para de esa forma generar la curvatura, mas tarde Samuel Gragg descubriría una mejor tecnica para curva y con la cual construyo la silla “elastic chair”.

Su técnica consistía en hacer hervir el agua y que el vapor producido llegara hasta un contenedor echo con tablas de madera y el cual contenía las tiras de madera, aquí el vapor ablandaban las fibras por unos segundos, los suficientes para curvarla.



Fig. 1. Cámara de vapor.

Diseño: Samuel Gragg

<http://www.chipstone.org/SpecialProjects/Elastic/03-2.html>

Proceso:

En la actualidad aun muchos talleres utilizan las técnicas de Gragg, pero con desarrollo de nuevas tecnologías ha sufrido ciertas modificaciones, como por ejemplo la forma de hacer hervir el agua.

1. Tubo de PVC.



Un tubo de PVC retiene el vapor de una mejor forma, pero poseen radios que restringen el tamaño de la pieza a curvar, por ende se lo puede utilizar para tiras de madera.

Consideraciones,

El tubo de PVC debe poseer perforaciones para drenar el agua que se acumula por efecto del vapor, otra posibilidad es que posee una inclinación para dar salida al agua.

Debe permitir escape del vapor, por ende el tubo no debe estar completamente sellado.

La madera ha colocar no debe tocar el fondo del tubo, para facilitar la salida del agua.

1.1. Tablones.



Fig. 2. Cámara de vapor.

Diseño: Charlie Whinney

<http://www.chipstone.org/SpecialProjects/Elastic/03-2.html>

Se puede realizar un cajón de forma rectangular con tablones de madera, luego cubrirlo con papel aluminio, para controlar la salida del vapor.

De igual manera hay que tomar en cuenta si se coloca con cierta inclinación para la salida del agua.

2. Generación del vapor.

La primera opción la realizó Gragg, ya que calentaba el agua de esta forma y el vapor se dirigía por medio de un tubo.



En la actualidad utilizan “wallpaper steamer” por medio de este producto se puede calentar el agua y posee una manguera para conectar al contenedor del vapor, siendo esta la forma más eficaz y rápida para hervir el agua.



Fig. 3. Earlex SS77USSG Steam Generator

Fuente: http://www.amazon.com/Earlex-SS77USSG-Steam-Generator/dp/B005JRF43M/ref=pd_cp_hi_1/185-4065643-8837168

2.1 Madera.

Lo más aconsejable es utilizar madera recién cortada ya que el tiempo de exposición al vapor es menor, en otros casos se puede humedecer con agua hirviendo, o si se prefiere se puede sumergir en agua por unos minutos y luego se introduce en la cámara de vapor.

Según Albert Jackson, en su libro “Manual completo de la madera, la carpintería y la ebanistería”, nos dice: Que la cámara de vapor deberá tener una corriente continua de vapor, es decir casi 100 °C, es el punto en el que se debe colocar la madera y el tiempo de vaporización dependerá del espesor, si posee 25mm (1 pulgada), el tiempo sería una hora, ha más tiempo no mejor la flexibilidad y puede quebrarla.

Consideraciones.

Para manipular la madera se debe utilizar guantes, evitando las quemaduras.

En cuestión de minutos (15 minutos aproximadamente) se enfría la madera, por ende se debe curvar con la mayor rapidez posible.

El tiempo de secado completo de una madera puede ir de un par de días hasta una semana, esto depende del espesor y las condiciones climáticas.

Cabe indicar que se deben realizar pruebas previas con el curvado de madera ya que a pesar de utilizar moldes la madera cualquiera que sea posee memoria y busca regresar a su forma original (recta).

3. MDF

Para curvar el MDF, no se debe humedecer con agua hirviendo o tibia, ya que abre los poros pero estos no se cierran nuevamente perjudicando los acabados y dejando muy quebradizo al MDF.

Para evitar daños es preferible utilizar agua fría, ya que esto ablanda el MDF pero no lo hace al punto de quiebre.

4. Curvatura laminada.

Otra manera de curvar tanto al MDF como a la madera, es cortándolas por laminas.



Este proceso consiste en cortar tiras de madera de 1.5, 2 hasta 3mm de espesor, al ser delgadas las tiras son mas flexibles y pueden ser o no sometidas u humedecidas con agua esto dependerá del radio a generara.

Luego se utilizan varias laminas de madera encolándolas unas con otras y colocados en un molde en el cual debe ejercer presión para unir las láminas y una vez endurecido retiramos los moldes generando una forma solida. Esta técnica se diferencia del contrachapeado ya que no se alterna las fibras de la madera lo cual hace que sea una forma mucho más resistente, en el caso de la curvatura laminada las fibras siguen una misma dirección.

Las diferencias que existe entre la técnica de laminación y la de vapor, es que si comparamos el tipo de curvatura que generamos, la primera nos permite una curva mas cerrada y con mayor espesor que si fuera maciza y trabajada con vapor.

También es considerable que el tiempo que demanda la técnica de laminación es mucho mayor que la de vapor, ya que la segunda no necesita de cortes ni adhesivos.

Es aconsejable que si se utiliza esta técnica se cubra al molde con un plástico para evitar que el adhesivo se adhiera al molde.

MOLDES

Los moldes nos ayudan a dar forma a una idea, siendo parte integral del proceso constructivo en el curvado de madera o MDF, ya que al convertirlos en un cuerpo blando requieren de una estructura en el cual puedan tomar una forma específica. Para la confección de un molde existen varias consideraciones a tomar en cuenta ya que dependiendo del tipo de curvatura, del material y técnica a emplear, es necesario especificar cuáles son los pasos a realizar en la construcción de cada uno, pero también existe la posibilidad de poder dar una forma curva sin la utilización de moldes y para ello se utilizan otras técnicas que también se describirán.

Existen dos posibilidades: utilizar dos moldes el macho y hembra o tan solo el molde macho, esto depende del grado de complejidad de la pieza y de la cantidad a realizar.

Los primeros moldes constaban de dos piezas: el molde macho y hembra, los cuales provenían de bloques de madera que se cortaban con la forma deseada. Esta técnica fue muy popular de hecho en la actualidad aun la utilizan en algunos talleres pero con la diferencia de que existen maquinaria industrial que ejerce presión sobre los moldes y estos a su vez comprimen las láminas de madera generando una estructura resistente (contrachapado). En el caso de los moldes macho y hembra existen varios tipos, en los que su estructuración varía dependiendo de sus dimensiones ya que al ser de gran tamaño requerirían de otra especificación ha considerar que al ser pequeño.

Luego el molde hembra fue sustituido por un cinturón metálico el cual además de ejercer presión protege a la madera evitando que agriete en la parte externa de la curva, al sustituir al molde hembra nace la necesidad de utilizar prensas ya que con ellas aseguramos y evitamos el movimiento de la madera a curvar.

Para la generación de tableros con curvatura es necesario utilizar MDF “Es un tablero de fibras de madera de pino radiata unidas por adhesivos urea-formaldehído”, sus propiedades físicas y mecánicas permiten curvarlo y trabajarlo más fácilmente que el resto de tableros. Existen dos tipos de curvaturas claramente definidas que son: curvatura mediante láminas, y con estructuras.

TIPOS DE MOLDES.

Los moldes que a continuación se presentan son para curvar MDF, Laminado, vapor, etc.

Confección de un molde macho y hembra.

Confección de un molde macho y hembra

Confección de un molde macho y hembra de tamaño pequeño

Molde hembra con secciones separadas

Molde macho y hembra de gran tamaño

Confección de un molde macho

Confección de un molde macho

Confección de un molde de caja

Confección de un molde con topes de tarugos

Confección de un molde sin la utilización de prensas.

Curvatura doble.

Molde para generar circunferencias.

Curvatura convexa

Curvatura cóncava

Curvaturas sin moldes.

Entalladura

Zipshape

Twists

Curvatura por revoluciones

Nung

Curvatura por perfil.

3.3 CONFECCIÓN DE UN MOLDE MACHO Y HEMBRA.

Se recomienda leer completamente las especificaciones de la construcción del molde ya que en este contiene datos que se aplicaran a la gran mayoría de moldes.

El molde que a continuación se describe va ser realizado para una producción semi artesanal ya que permite realizar varias piezas curvadas, pero se requiere de una prensa de enchapado.

1) PATRON

Antes de la construcción del molde se debe realizar un patron con los cortes ha realizar ya que los radios del molde macho son diferentes que los de la hembra, en este dibujo se debe especificar la dirección, espesor y radios del elemento a curvar.

Se recomienda realizar las plantillas en programas digitales como AutoCAD, inventor o en software que permita imágenes vector, de esta forma podemos realizar una impresión de alta definicion y ha escala real, para pegar en la superficie del tablero.

El patron deberá ser impreso en un papel resiste o de mayor gramaje que el normal ya que al colocar el adhesivo en papel ,por ejemplo bond, este puede humedecerse y dificultar su colocación en la superficie del tablero.

2) ESPESOR

Para el espesor de los moldes, se debe sobreponer y encolar varias capas de (playwood o aglomerado) hasta lograr el tamaño adecuado. El espesor debe ser mayor que el de la pieza ha curvar ya que de esta forma evitamos daños en la forma resultante.

Recomendaciones 1.

Antes de encolar se puede realizar varios perforaciones en la superficie del tablero, mediante la utilización de un formón, esto ayuda a que el adhesivo se introduzca mejor y con ello elevamos la adherencia entre caras siendo así el molde mas resistente.

3) PRENSADO

Luego se procede a prensar para que sea más resistente la estructura, también se debe tomar en cuenta que no se debe ejercer demasiada presión ya que esto podría dejar sin el adhesivo a las capas sobrepuestas, lo que trae como consecuencia que el molde empiece ha separar entre capas cuando sea utilizado.

Recomendaciones 2.

Para evitar daños con la prensa, en la superficie del molde se debe colocar unos pedazos de madera blanda.

4) CORTE:

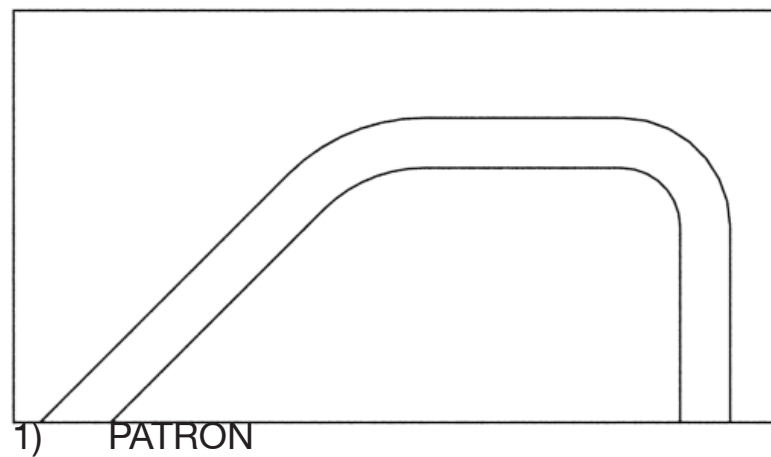
Al estar cristalizado el adhesivo procedemos a la colocación del patrón y a su vez atornillamos la superficie por donde no pasara la sierra, con ello aseguramos la resistencia del molde.

5) PRENSA

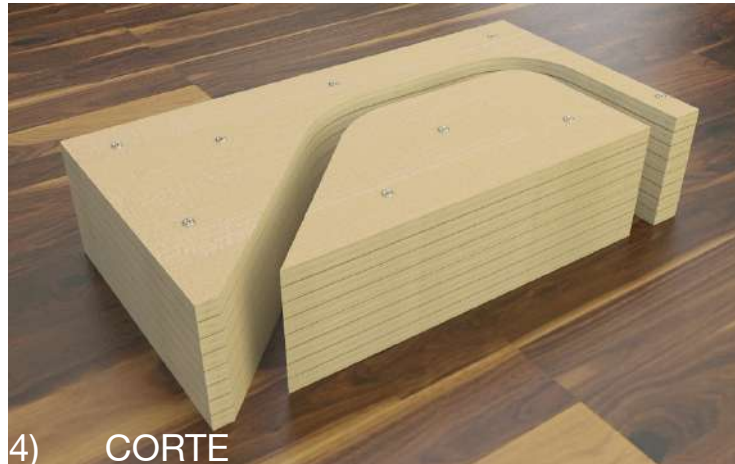
Es en este punto el molde se diferencia del resto ya que es colocado en la prensa hidráulica, la cual ejerce una presión homogénea para curvar la madera o MDF.

Si bien este molde va ser utilizado en una prensa de enchapado también existe la posibilidad de adecuarlo para que pueda ser utilizado con sargentos (prensas manuales) lo que se especifica en el la confección de molde de gran tamaño.

3.3 CONFECCIÓN DE UN MOLDE MACHO Y HEMBRA.



3.3 CONFECCIÓN DE UN MOLDE MACHO Y HEMBRA.



3.4 CONFECCIÓN DE UN MOLDE MACHO Y HEMBRA DE TAMAÑO REQUEÑO.

En este molde se repetirán algunas indicaciones que están en la primera parte ya que así se podrán comprobar que muchos aspectos son similares en la confección de un molde, aunque su estructuración se distancie dependiendo de su uso.

1) PATRON

En este patron se indica los tamaños del molde hembra, el espesor del elemento a curvar y las medidas del molde macho en el cual se deben realizar perforaciones.

En este caso el molde hembra posee el mismo perfil ha recortar que la pieza ha curvar, esto ayuda para la colocación de las prensas. El espesor mínimo que debería tener estaría entre 3cm a 4 cm.

2) ESPESOR/PRENSADO

El proceso es similar al anterior, ya que se obtiene el espesor adecuado al unir varias capas de madera, playwood o aglomerado encoladas entre si y prensandolas para que sea mas resistente.

De igual manera no se debe ejercer demasiada presión ya que esto dejaría sin el adhesivo requerido.

3) COLOCACIÓN DEL PATRON

Se debe dibujar o colocar la patron en la superficie de la estructura para cortarla pero en este caso antes de atornillar se debe saber el tamaño y lugar en que se van ha realizar las perforaciones.

4) PERFORACIONES.

En el molde macho se realizan perforaciones por donde se sujetaran las prensas, entre mas prensas se puedan colocar la presión será mas uniforme, pero se debe tomar en cuenta que no se debe exagerar con las virtualidades ya que esto debilitara la estructura.

El tamaño de las perforaciones dependen de la prensa ha utilizar pero la distancia aconsejable entre el filo y la perforación es de 3 a 4 cm ya que al ser menor y al estar bajo un uso constante puede partirse.

5) CORTE

Después de realizar las perforaciones, se procese a cortar la estructura y adicionalmente se puede atornillar para una mayor resistencia.

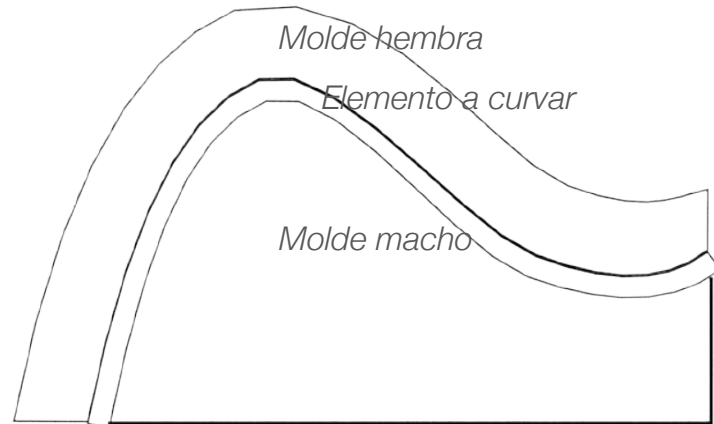
6) SUJECIÓN

El molde macho debe ser atornillado a una superficie fija (mesa) para evitar movimiento al momento de colocar la pieza a curvar, de esta forma se facilita el prensado.

7) PRESIÓN

Aquí se puede observar que se utilizan varias prensas para generar una presión uniforme, pero se deben utilizar las prensas con cuidado y no apretarlas demasiado ya que esto dañaría la estructura

3.4 CONFECCIÓN DE UN MOLDE MACHO Y HEMBRA DE TAMAÑO PEQUEÑO.



1) PATRON



4) PERFORACIONES



2) ESPESOR/PRENSADO



5) CORTE

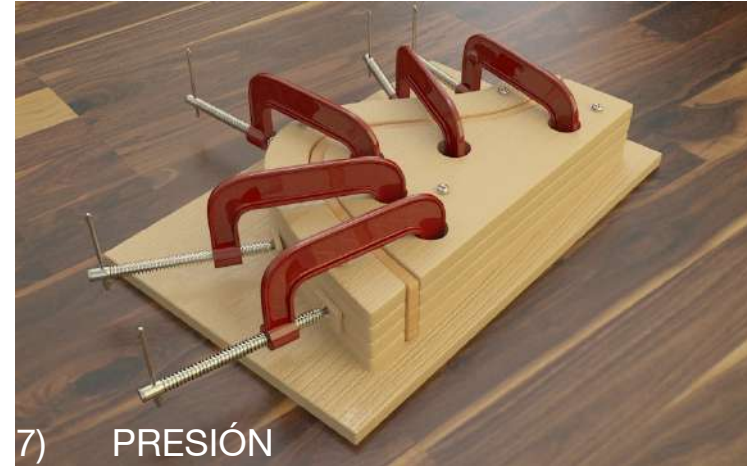


3) COLOCACIÓN DEL PATRON



6) SUJECIÓN

3.4 CONFECCIÓN DE UN MOLDE MACHO Y HEMBRA DE TAMAÑO PEQUEÑO.



3.5 MOLDE HEMBRA CON SECCIONES SEPARADAS

Este molde se lo utiliza para realizar curvaturas más complejas y que requieren de un fácil desmontaje.

En este caso se presentaran dos posibilidades, en uno de ellos se utiliza una cuerda de remolque.

1) POTRON

Para la confección de este molde al igual que en el anterior, primero se dibuja una plantilla la cual se coloca en la superficie del tablero para realizar los cortes.

En este caso el molde hembra posee secciones separadas para un fácil desmontaje.

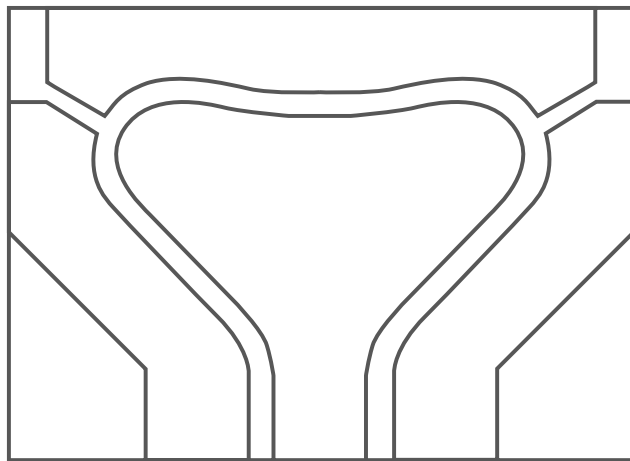
2) CORTE

En el molde macho se deben realizar varias perforaciones para la colocación de prensas y tener cuidado de no debilitar el molde, esto implica perforar a una distancia aproximada de 4cm del filo del molde hembra.

El molde hembra debe estar atornillado a una superficie fija ya que esto nos ayudara en el prensado.

3) SUJECIÓN

Forma de colocación de las prensas.



1) PATRON



2) CORTE



3) SUJECIÓN



RESULTADO

3.5 MOLDE HEMBRA CON SECCIONES SEPARADAS

1) PATRON

La configuración del molde en esta ocasión varía, ya que se requiere, de una forma que permita colocar una correa con la cual vamos a generar presión.

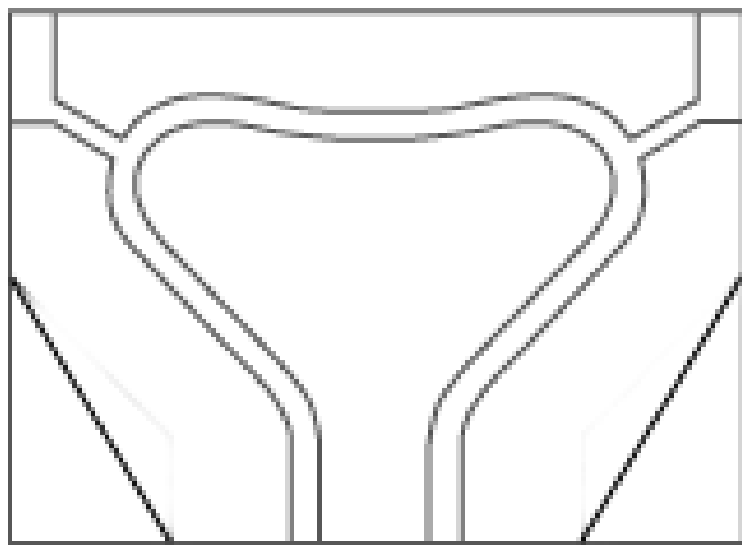
2) CORTE

El corte interno del molde macho lo deja con 4cm de espesor esto nos ayuda a la colocación de las prensas.

3) SUJECIÓN

Aquí se observa que después de colocar la cuerda, se debe refuerza con prensas. Esto es obligatorio ya que se corre el riesgo a que la banda se afloje por la presión.

Observación: en este caso se utiliza una menor cantidad de prensas gracias a la presión uniforme que se realiza con la banda o correa de remolque



1) PATRON



2) CORTE



3) SUJECIÓN



RESULTADO

3.6 MOLDE MACHO Y HEBRA DE GRAN TAMAÑO

Existen varias posibilidades para generar un molde de gran tamaño pero en esta ocasión hablaremos de dos, los cuales se distancian uno del otro mas por su estructuración pero que en ambos casos se pueden lograr el mismo resultado.

1) PATRON

Para la realización de este molde se debe utilizar varios tableros de plywood ya que son resistentes y permiten genera una estructura solida.

2) COSTILLAS

Hay que tomar en cuenta que si la curvatura a realizar es mas serrada hay que colocar los tablero a una distancia mas corta. Por lo general con una separación entre 5 ha 10 cm.

A mas presión mas cantidad de costillas.

3) REBAJE

Esto consiste en colocar todas las costillas juntas, por lo generar con dos clavillos para de esa forma realizar un rebaje y dejar a una medida exacta, por ende se debe primero cortar cada tabla de una tamaño mayor que el indicado en la plantilla.

4) SUJECIÓN

Se deben colocar los tableros mediante la utilización de tornillos de forma que aseguremos el molde.

5) TIRAS DE MADERA.

Se coloca tiras de madera, que funcionan como separadores entre los tableros y estructura el molde.

6) COLOCACIÓN DE UN TABLERO.

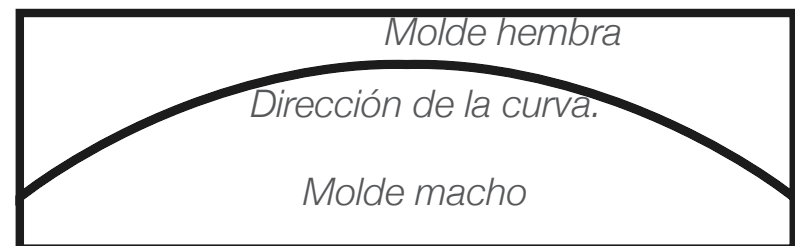
Se debe cubrir con un tablero de MDF de 3mm para evitar el movimiento de las costillas y esto ayuda a no dejar marcas evidentes en la pieza ha curvar.

7) TIRAS DE MADERA.

Tanto en la parte superior como en la inferior se debe generar una maya con las tiras de madera ya que mediante ellos se podrán colocar las prensas.

8) PRENSADO.

Para la realización de este molde se debe utilizar tableros de plywood o aglomerado ya que son resistentes, y se necesitaran cortar varios tableros para genera la estructuración.



1) PATRON



2) COSTILLAS

3.6 MOLDE MACHO Y HEBRA DE GRAN TAMAÑO



3) REBAJE



6) COLOCACIÓN DE UN TABLERO.



4) SUJECIÓN



7) TIRAS DE MADERA



5) TIRAS DE MADERA



8) PRENSADO

3.6 MOLDE MACHO Y HEBRA DE GRAN TAMAÑO 2

Existe la posibilidad de generar el mismo tipo de curvatura anterior y con la utilización de menos materiales y mejor manipulación del molde.

1) PATRON

En este caso se utilizara la misma plantilla anterior pero la cantidad de tableros a cortar será reducida como se observa en el ejemplo.

De igual manera se deberán utilizar varios tornillos para unir la tira de madera con el tablero de plywood.

2) ESTRUCTURA DE METAL.

Se debe realizar una estructura con tubos cuadrados de aluminio que nos ayudaran para genera la curvatura.

3) CORREAS DE REMOLQUE

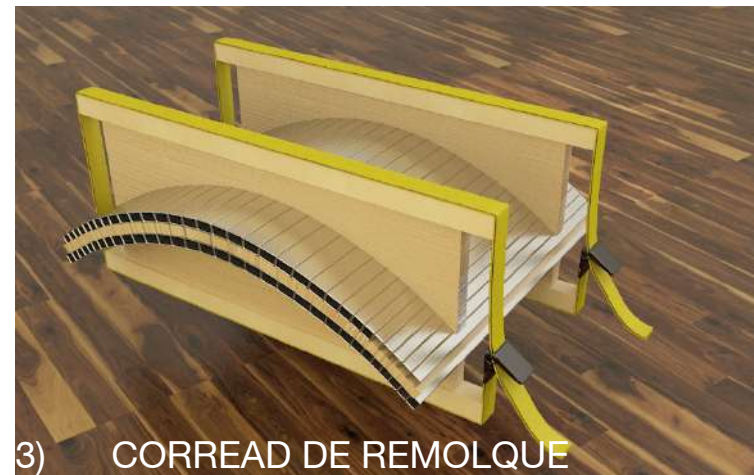
Aquí juegan un papel importante las bandas ya que con ellos generariamos la precion inicial para luego colocar las prensas.

4) PRENSADO

Luego de asegura la sujeción con las correas procedemos ha colocar las prensas.



2) ESTRUCTURA DE METAL



3) CORREAS DE REMOLQUE



1) PATRON



4) PRENSADO

3.6 MOLDE MACHO Y HEBRA DE GRAN TAMAÑO 2

ESTRUCTURA DE METAL PARA LA CURVATURA DEL MOLDE MACHO.

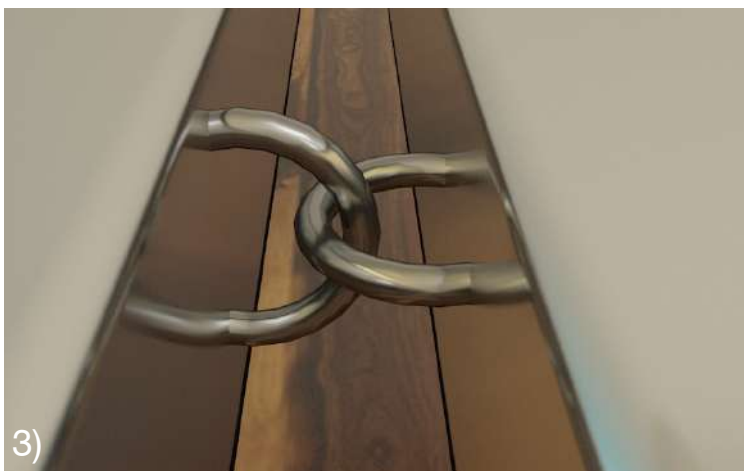
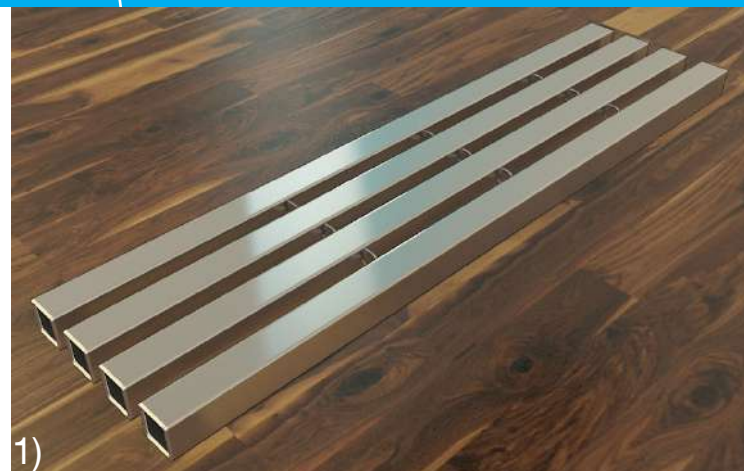
La propuesta de utilizar una estructura de metal como ayuda para el curvado de madera, la realizo la empresa curvomatic, en esta página se pueden apreciar algunos ejemplos de utilización de esta tecnología. <http://www.curvomatic.com/>, sin embargo es costosa, por lo cual se prefirió realizar una propuesta diferente.

ESTRUCTURA.

Se utilizan tubos de sección cuadrada de acero inoxidable para mayor duración y se ha soldado unos anillos metálicos para que este se pueda curvar como en el ejemplo anterior.

La utilización de esta tecnología permite realizar curvaturas complejas y ahorrar material.

1. Estructura de acero.
2. Ejemplo de curvaturas.
3. Detalle de los anillos.



3.7 CONFECCIÓN DE UN MOLDE MACHO

1) PATRON

La plantilla ha realizar tan solo es del molde macho y en esta se debe considerar cual es el radio o curvatura que se desea obtener. El espesor recomendado es de 4cm.

2) ESPESOR

El proceso de conformado del molde es similar a los anteriores y consisten en sobreponer varias capas de plywood de 15mm, y se debe atornillar a una superficie fija.

3) CINTURÓN DE METAL.

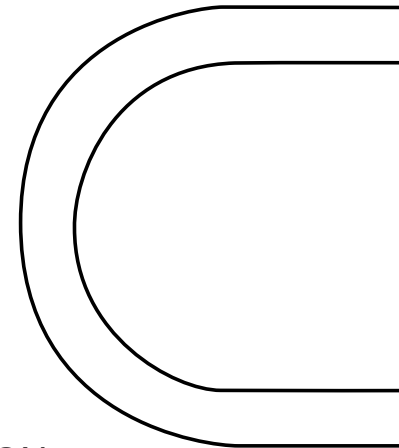
El sustituyente del molde hembra es un cinturón de metal con el cual ejercemos presión y a su vez protegemos a la madera de cualquier quebradura por efectos de la compresión. En este caso se debe empezar por el centro para generar una curvatura simétrica.

En este caso empezaremos a curvar desde el centro por lo que es necesario señalar en el molde y en la pieza a curvar el centro.

Y se debe colocar una prensa para así evitar que se mueva alguno de los elementos involucrados en el proceso.

4) PRENSADO

Aquí se puede observar que el prensado es sencillo ya que el molde macho no requiere de perforaciones como en los anteriores casos.



1) PATRON



2) ESPESOR



3) CINTURÓN DE METAL

3.7 CONFECCIÓN DE UN MOLDE MACHO



MATERIALES..

Los materiales que se requieren son: madera, una lamina de acero inoxidable de 2mm de grosor, o cualquier placa que nos ayude a curvar.

2) CONFECCIÓN

Se debe colocar la madera a los dos extremos de la placa, esto nos permite sostener el cinturón y generar una mejor presión. La distancia entre las palancas de madera deberán ser la misma que la de la madera ya que estas funcionaran como un tope que aprisionando la madera evitando que se mueva.



CONFECCIÓN DE UN CINTURÓN DE METAL

El cinturón se utiliza para generar presión en formas convexas.

1) CINTURÓN DE METAL.

El cinturón de metal nos ayuda a que la madera a curvar no sufra daños o se quiebre al momento de tensionarla.



3.7 CONFECCIÓN DE UN MOLDE MACHO 2

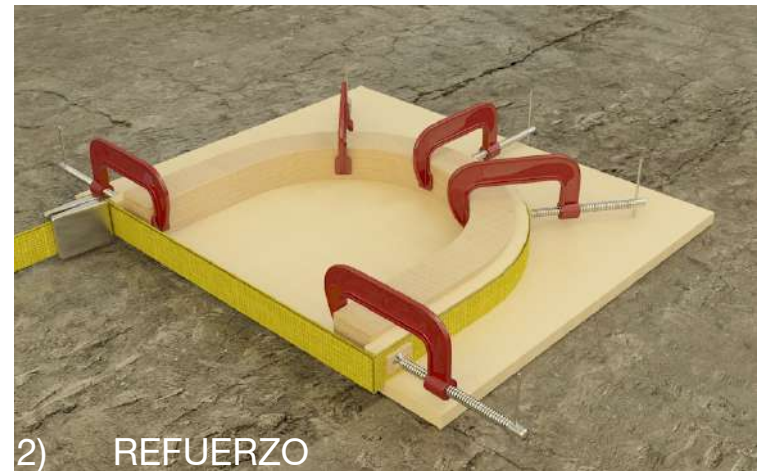
CONFECCIÓN DE UN CINTURÓN DE METAL

1) CORREA

En este ejemplo el cinturón de metal ha sido remplazando por una correa de remolque que funciona de igual manera y adicionalmente nos permite genera una presión para la curvatura.

2) REFUERZO.

En este caso también se refuerza con prensas y se sigue utilizando unos pedazos de madera para que la prensa no dañe la curvatura.



2) REFUERZO



1) CORREA



4) PRENSADO

3.8 CONFECCIÓN DE UN MOLDE DE CAJA

1) PATRON

Se deben realizar dos plantillas una para cortar el tablero, y otra para las pequeñas piezas de las esquinas.

2) ESTRUCTURACIÓN

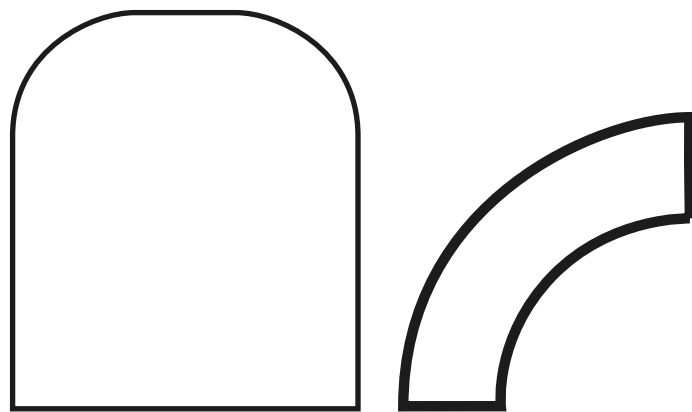
Como se puede observar en los gráficos se debe estructurar el molde de tal manera que sea más resistente a la presión.

3) PERFORACIONES.

Debemos realizar varias perforaciones por donde se podrán colocar las prensas.

4) PRENSADO.

En el prensado no se debe exagerar con la presión ya que esto podría perjudicar el molde y no es necesaria una excesiva compresión.



1) PATRON



2) ESTRUCTURACIÓN



2) ESTRUCTURACIÓN



3) PERFORACIONES

3.8 CONFECCIÓN DE UN MOLDE DE CAJA.



3.9 CONFECCIÓN DE UN MOLDE CON TOPES DE TARUGOS.

1) PATRON

Se deben realizar dos plantilla la primera es para la realización de la curva y la segunda es la superficie en donde se colocar los tarugos o topes de madera.

2) ESTRUCTURACIÓN

Aquí se puede observar el orden en la que serian armado el molde.

3) ATORNILLADO.

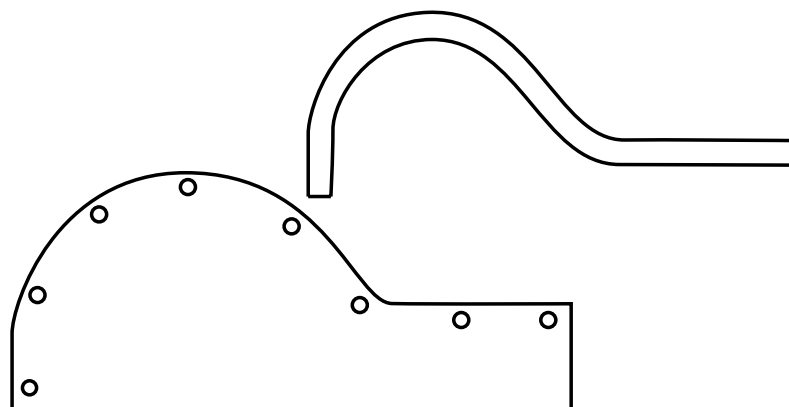
Todos los elementos deben estar atornillados a una superficie fija.

4) PRENSADO.

Se debe empezar a curvar en una de las esquinas y seguidamente ir colocando los tarugos, pero se debe tener cerca unos tacos de madera en forma triangular para que mediante la utilización de estos se presione y se asegure la curvatura.

4) COMBINACIÓN DE PRENSADO.

Existe la posibilidad de combinar entre la utilización de tarugos y prensas.



1) PATRON



2) ESTRUCTURACIÓN



3) ATORNILLADO.



3) PRENSADO

3.9 CONFECCIÓN DE UN MOLDE CON TOPES DE TARUGOS.



4) PRENSADO CON TARUGOS.



4) COMBINACIÓN DE PRENSADO.



DETALLE



DETALLE

3.10 CONFECCIÓN DE UN MOLDE SIN LA UTILIZACIÓN DE PRENSAS.

1) PATRON

Se debe realizar una plantilla con la curvatura que se desea obtener.

2) ESTRUCTURACIÓN

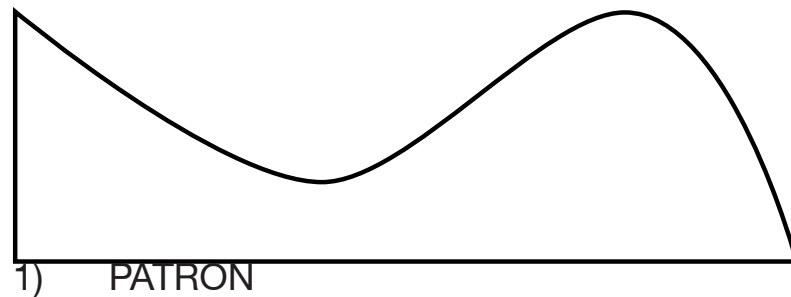
Como se puede observar se deben colocar tablas de forma rectangular y que siguen la forma de la curvatura, cada una de estas tablas pueden poseer dos perforaciones, esto dependerá del espesor de las piezas a curvar

Se deben cortar varillas que serán introducidas por las perforaciones previamente realizadas.

3) PRENSADO.

Existe la posibilidad de realizar tacos de madera en forma ovalada y que permitan colocar en las varillas para de esa forma generar presión mientras se giran estas piezas.

También se pueden utilizar trozos de madera en forma triangular para poder generar la presión requerida.



3.11 CURVATURA DOBLE

1) PATRON

Se deben realizar tres moldes, dos de ellos indicar la curvaturas a realizarse, y uno de ellos es para la colocación de los topes de madera.

2) ESTRUCTURACIÓN

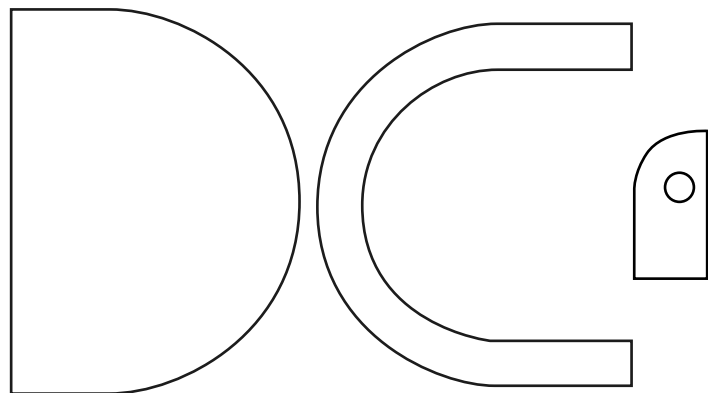
Se puede observar como es la distribución de la estructura, cabe indicar que las tablas de la superficie inferior representan una superficie fija tal como una mesa.

3) PRENSADO.

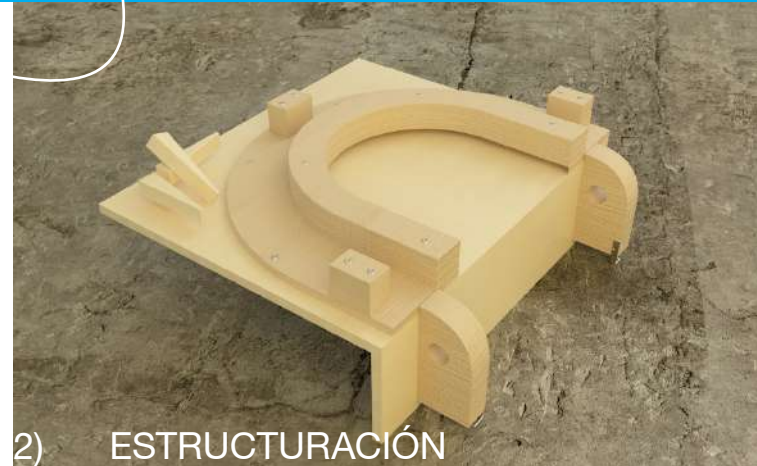
En este caso existe una combinación entre prensas y la utilización de pequeños bloque de madera.

DETALLE.

Para la segunda curvada es preferible utilizar un metal en forma de L el cual sujetara la madera.



1) PATRON



2) ESTRUCTURACIÓN



3) PRENSADO.



3) PRENSADO.

3.12 MOLDE PARA GENERAR CIRCUNFERENCIAS

1) PATRON

En este caso tan solo se debe especificar el radio de la circunferencia y el tamaño del mango para genera el giro.

2) ESTRUCTURACIÓN

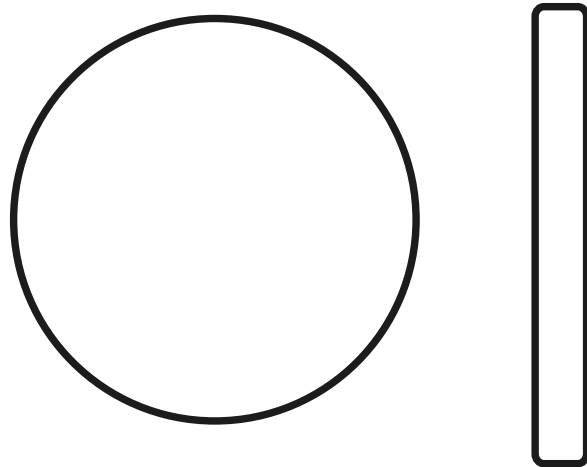
Existe un eje central el cual debe permitir girar fácilmente. También se debe fijar un tope el cual guiara la madera ha curvar.

3) CINTURÓN DE METAL.

Para empezar se debe sujetar la madera a a curvar conjuntamente con el cinturón al molde mediante la utilización de una prensa.

4) PRENSADO.

Mientras se va girando también se deben colocar los topes y los pedazos de madera que son de forma triangular.



1) PATRON



2) ESTRUCTURACIÓN



3) CINTURÓN DE METAL.



4) PRENSADO.

3.13 CURVATURA CONVEXA

1) PATRON

En el plano se debe considerar el espacio para la colocación de las tiras de madera que pueden ser de 4x4cm o de 3x3cm, en este caso se utiliza de 3x3.

2) ESTRUCTURACIÓN

La colocación de las tiras de madera debe mantener una distancia de entre 5 cm en curvaturas, si se excede esta medida los tableros que se coloquen quedarían marcado, y dicho error se corregiría mediante lijado.

3) CURVATURA.

Para generar una curvatura convexa mediante laminas, se requiere de un molde el cual posee dos perfiles de plywood de 1,5cm de espesor. Y las tiras de madera en caso de curvaturas se deben ubicar cada 5cm para evitar el pandeo.

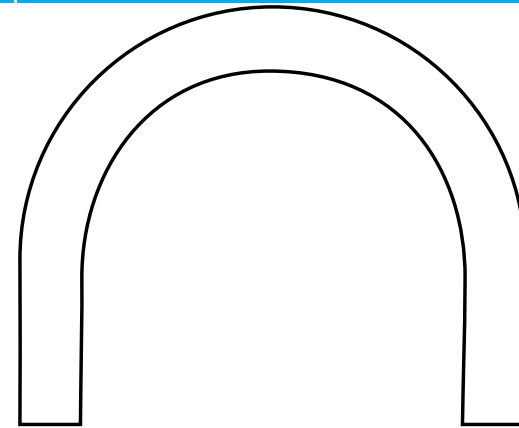
Se debe tomar en cuenta que las tiras ha colocar no posean algún pandeo ya que de ser así esto se vera reflejado en el MDF.

Para generar una curvatura base se requiere como mínimo 2 laminas previamente encoladas y humedecidas, Esto hará que al momento de secar mantengan la forma.

4) NERVIOS

Al ser la forma de gran tamaño esta tiende a pandearse, por lo que se recomienda utilizar pequeñas tiras de plywood de 4x1.5.

Los nervios de plywood se colocan con la utilización de prensas evitando la necesidad de utilizar clavillos.



1) PATRON

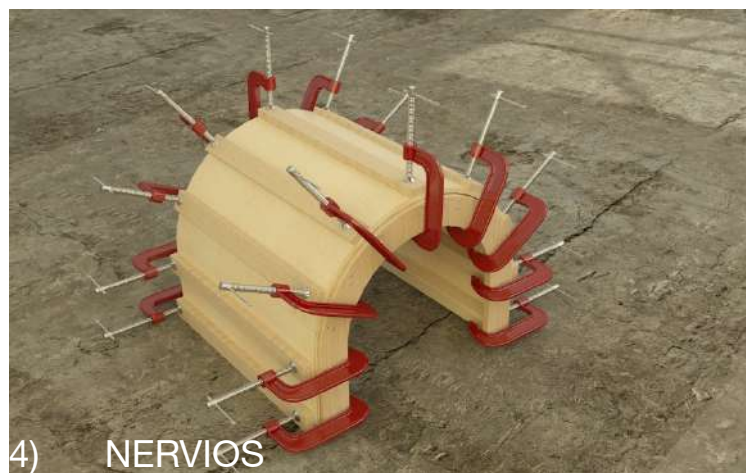


2) ESTRUCTURACIÓN



3) CURVATURA

3.13 CURVATURA CONVEXA



3.13 CURVATURA CONVEXA 2

En este caso se utiliza el mismo molde y las mismas láminas encoladas de MDF del caso anterior, pero en esta ocasión utilizamos cuerda para remolque con lo que generaremos la presión.

1) TIRAS DE MADERA.

Se debe verificar que no sobresalga demasiado una tira de madera ya que esto podría facetar la cara del MDF, si en caso de que no se pueda reajustar se deberá reducirlo median cepillo.

2) CUERDAS DE REMOLQUE.

A continuación se colocaran las prensas en el centro al igual manera colocaremos el MDF.

Al tener listo empezaremos a generar la presión con las cuerdas.

La cuerda del centro evitaría el pandeo.

Con ello ahorramos material y tiempo en cortar nervios de playwood.



3.14 CURVATURA CÓNCAVA

Cabe indicar que si en esta ocasión el resultado es el mismo que con el molde anterior, existen moldes en que una misma lámina puede ser cóncava y convexa por ende se decidió analizar a cada una por separado.

1) TIRAS DE MADERA.

La distancia entre tiras es de 5cm en curvaturas, para evitar que se facete la cara de la curvatura resultante.

2) PRESIÓN.

Para generar láminas de forma cóncava, se debe considerar que el tipo de presión también cambia.

3) CUERDAS.

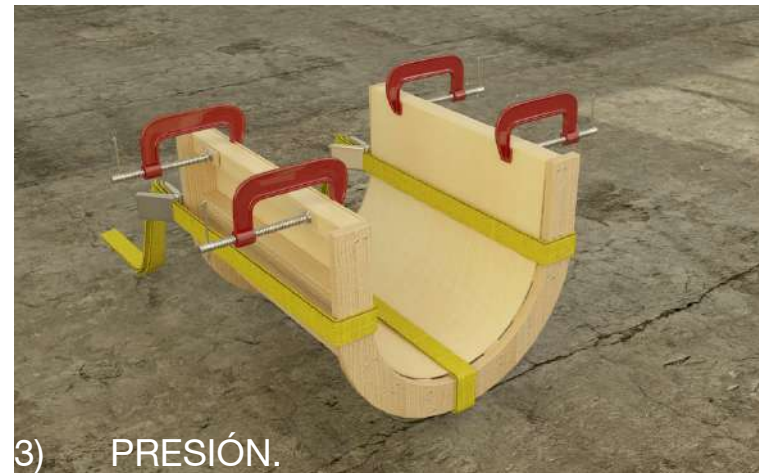
La cuerda del centro evitaría el pandeo.

4) REFORZAR PRESIÓN.

De ser necesario se puede reforzar con prensas y también con nervios de plywood.



2) PRESIÓN.



3) PRESIÓN.



1) TIRAS DE MADERA



3) REFORZAR PRESIÓN.

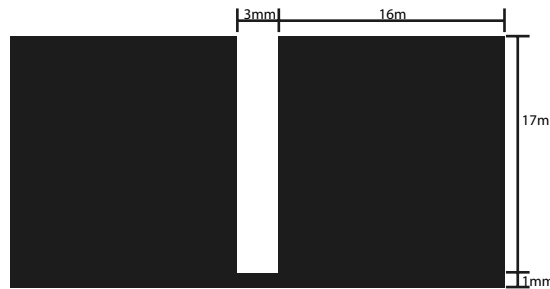
3.15 ENTALLADURA.

DETERMINACIÓN DE LOS RADIOS.

Se debe saber el tamaño de la sierra y la distancia de corte para de esa forma saber el radio que se obtendrá

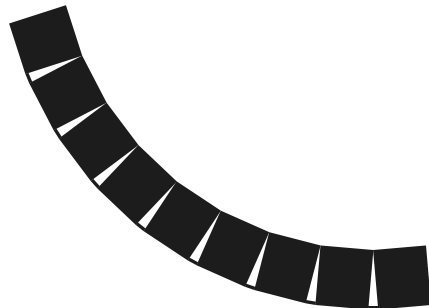


En este caso utilizaremos un MDF de 18mm y la sierra posee un espesor de 3mm con un corte de una profundidad de 17mm..



Cabe indicar que la profundidad del corte no es relevante en la generación del radio, de echo ayuda a que el tablero sea mas flexible.

Si se deja con un espesor de 3mm el tablero no es maleable pero si es de 1mm es mas flexible en caso de que se manipule varias veces se puede partir.



Aquí esta un ejemplo de como la utilización de software ayuda a la determinación de la curvatura.

CONSTRUCCIÓN

- 1) Se deben realizar los cortes uniformemente y con las distancias previamente establecidas.
- 2) Este tipo de curvatura deja facetada la una de las caras.
- 3) Mediante una cuerda se ejerce presión para conservar la forma.
- 4) Se procede a colocar los perfiles en MDF y también se coloca chapa de madera en la curvatura cóncava y convexa.

El adhesivo a utilizar es cola blanca.

Para eliminar las marcas se debe lijar.



3.15 ENTALLADURA.



3.16 ZIPSHAPE

ZIPSHAPE



Fig. 4. zipshape

<http://www.schindlersalmeron>.

Zipshape, es una técnica de curvado que se caracteriza por no utilizar moldes y que puede tomar cualquier forma previamente establecida.

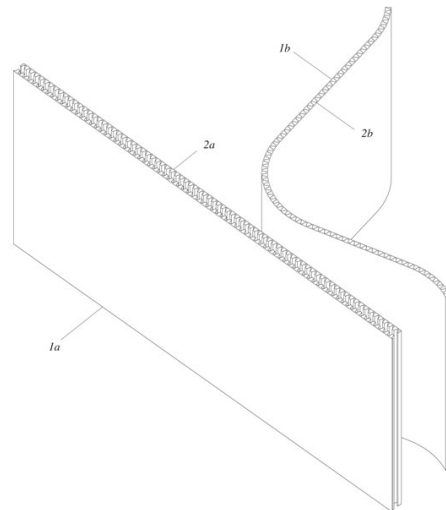


Fig. 5. zipshape

<http://www.schindlersalmeron>.

La idea geométrica consiste en crear dos paneles ranurados que luego se enlazan entre si mediante presión.



Fig. 6. zipshape

<http://www.schindlersalmeron>.

Después de realizar los cortes en el tablero este es colocado en una bolsa de vacío que genera la presión.

Cuando estén secos los paneles curvos, se pueden observar que no posee huecos o aberturas.

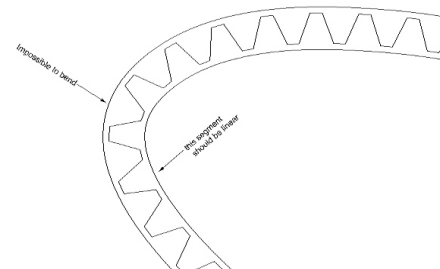


Fig. 7. zipshape

<http://www.schindlersalmeron>.

Sin la utilización de otro elemento vinculador, la clave esta en que cada diente posee un ángulo diferente dependiendo del radio que se desea obtener.

Existen dos posibilidades de realizar el curvado zipshape: el primero consiste en realizar los cortes mediante una sierra industrial en la que se ingresan los códigos de corte por ordenador y es este quien controla la maquinaria.

El segundo se trata de que se corten los dientes por separado y luego se encolen a otro tablero.

3.16 ZIPSHAPE

1) PATRON

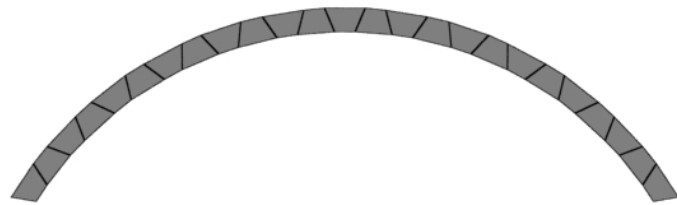
Primero se debe realizar la forma de la curvatura y con el espesor del tablero a cortar, en este caso se utilizaría un tablero de MDF de 18mm de espesor.

Cuando trazamos la curvatura especificamos los cortes de los dientes que son en forma de trapezoide, esta forma permite que al momento de ejercer presión no tenga dificultad de serrarse.

2) COLOCACIÓN DE LOS DIENTES.

Al tener listo todos los dientes de la curvatura, procedemos a colocarlos en un tablero de MDF mediante cola blanca y tornillo.

Luego se procede a encolar y se colocan en una cámara al vacío.



1) PATRON



2) COLOCACIÓN DE LOS DIENTES.



2) COLOCACIÓN DE LOS DIENTES.



RESULTADO

3.17 TWISTS

1) Para generar un twist con tableros de MDF de 3mm, primero se deben cortar varias tiras para generar el espesor deseado, luego se las coloca en agua durante 30 minutos con lo que adquieren mayor flexibilidad.

2) Después de humedecer las tiras de MDF se las debe encolar y en ese instante generar el twist.

3) Para la estructura en este ejemplo se utilizan dos mesas., primero se deben cortar cuatro bloques de madera, colocando dos en la primera mesa que serán fijos y sujetaran firmemente uno de los extremos del MDF.

Mientras tanto ubicamos los otros bloques en la segunda mesa y en este caso la distancia entre ellos debe ser mayor para la fácil colocación del MDF.

4) También se deberá construir una palanca que será introducida en el MDF lo que nos ayudara a generar el giro.

5) Con la ayuda de la palanca generamos los giros y luego colocamos al MDF entre los bloques de madera y apretamos con las prensas.

6) Se debe asegurar median la presión con una tercera prensa.

7) El tiempo de secado dependerá de las condiciones ambientales y del tipo de absorción que tenía el MDF, por lo que se recomienda dos días de secado.



3.17 TWISTS



3.18 CURVATURA POR REVOLUCIONES.



Fig. 8. Guillermo cameron mac

Empresa: MASISA

<http://www.youtube.com/watch?v=QPrsPALMV2I>

Esta lámpara no utiliza ninguna técnica de conformado mencionadas anteriormente, sin embargo logra un efecto curvado mediante revolución.

La empresa massisa proporciona un video en el que se puede observar el proceso constructivo y de dicho video extraje las imágenes para ejemplarizar esta técnica.



El primer paso es cortar dos circunferencias, de diferente radio ya que se va generar una figura cónica, estas figuras poseen ranuras en las cuales se encajara un tercer elemento



El tercer elemento también posee ranuras para un adecuado encaje y dichos cortes en esta figura ayuda a ubicar de manera exacta las circunferencias.



Proceso de ubicación de las tiras de MDF

El numero de tiras dependerán de la cantidad de ranuras y del tamaño del objeto.



3.18 CURVATURA POR REVOLUCIONES.



Fig. 9. Guillermo cameron mac
Empresa: MASISA
<http://www.youtube.com/>

Esta segunda lámpara que nos presenta Guillermo, posee una forma esférica y para la realización de la misma sigue los pasos anteriores, la única diferencia es que el ultimo elemento posee un perfil curvo.



A pesar de que esta lámpara posee una forma más compleja, utiliza los mismos elementos de la técnica anterior, con la diferencia de que los perfiles poseen una mayor cantidad de curvas.



3.19 NUNG

Existen técnicas de curvado que son aplicadas en materiales como el bambú, pero esto no descarta que puedan ser modificadas para ser aplicables en madera o como en este caso MDF.



Fig. 10. Nung
Diseño: Jake Huke

La silla nung esta realizada a partir de fibras de bambú y sellada con resina epoxi, esta elaborada completamente a mano.



Fig. 12. Nung
Diseño: Jake Huke

Aal ya tener una circunferencia grande, empiezan a generar las curvaturas en diferentes direcciones.



Fig. 11. Nung
Diseño: Jake Huke

En esta fotografía se puede observar una primera fase del proceso de construcción.



Fig. 13. Nung
Diseño: Jake Huke

Al terminar de dar la forma base, colocan una circunferencia en el centro que constituirá el asiento.

3.19 NUNG 1

Si bien la anterior técnica tan solo se posee datos referentes, esto no impide que la podamos llevarlo al curvado de MDF con algunas modificaciones.

1) Primero se debe cortar una circunferencia con cualesquier radio, esto será una guía y una base. Luego se coloca una tira de MDF previamente cortada y encolada.

2) Se debe colocar una prensa y al estar completamente seca se retira la prensa y se coloca un segundo nivel.

3) Para saber la altura exacta a la cual se coloca el MDF se debe dibujar una guía en cada tira.

De igual manera se debe colocar una prensa y esperar al secado del MDF para la colocación del siguiente nivel.

4) Este proceso demanda tiempo, por la espera de que cada lamina debe estar seca antes de la colocación de la siguiente.

Se puede agilizar este proceso con la utilización de una clavadora con la que uniríamos los diferentes niveles de una manera mucho más rápida, solo que en el caso de utilizar clavillo se deberían cortar los excesos.

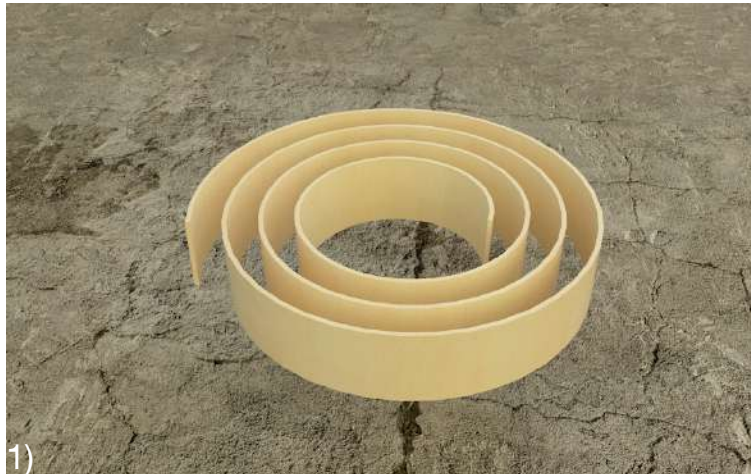


3.19 NUNG 2

Un segundo método es mediante la generación de una espiral.

Este segundo método se lo puede realizar de una forma más libre o con una guía al igual que el caso anterior.

- 2) Se deben cortar tiras o laminas largas de MDF, luego se encola completamente y se enrolla una primera lamina.
- 3) Se debe prensar en la parte en que termina la lamina de esta forma podemos elevar desde el centro.
- 4) Cuando obtenemos la altura desea debemos limpiar con un paño húmedo el exceso de adhesivo.
- 5) Al estar completamente seco, si se desea se puede colocar una segunda lámina de la misma manera.



3.19 NUNG 3

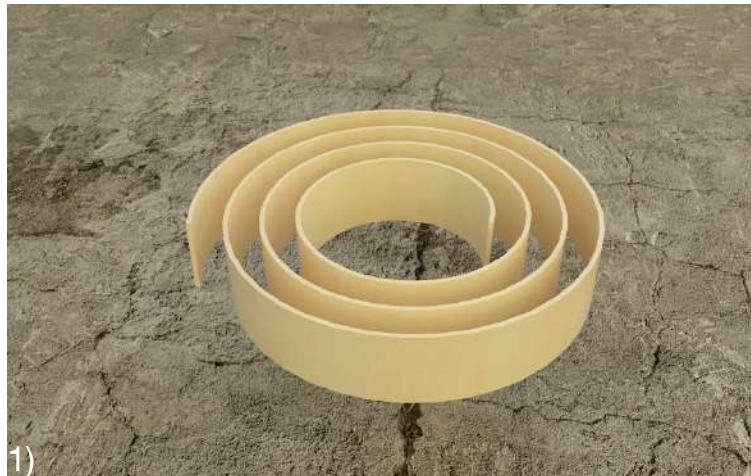
Tercer método, este proceso es similar al que utilizan en la confección de la silla nung.

1) Se deben cortar tiras o laminas largas de MDF, luego se encola completamente y se enrolla una primera lamina.

2) Con una prensa se sujeta una de las esquinas para evitar que se suelte.

Se debe girar cada circunferencia.

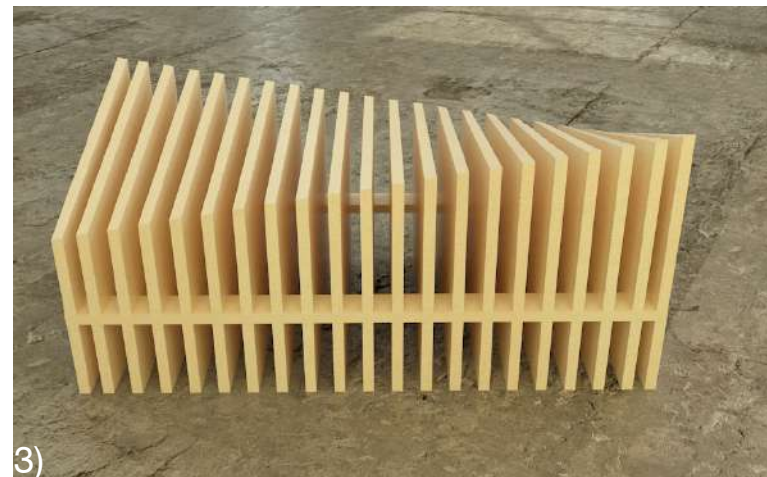
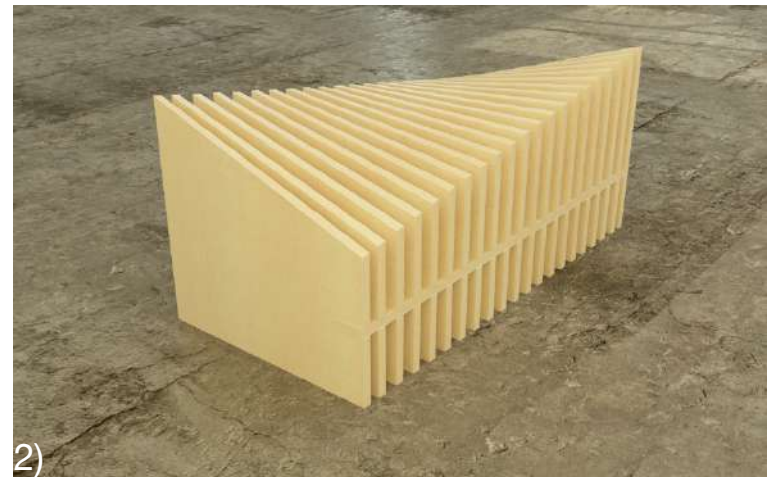
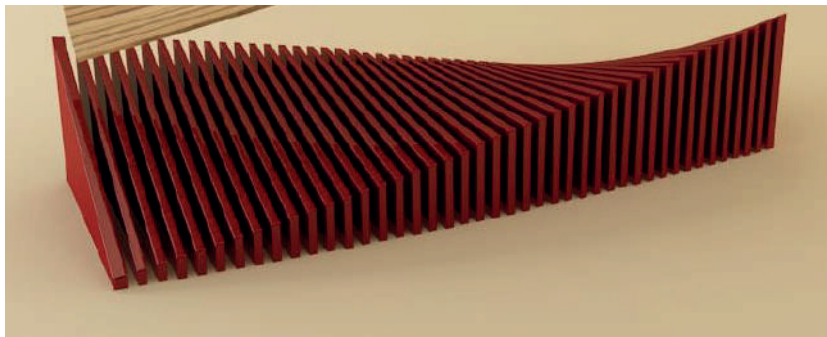
3) Cuando este lista la forma, se debe dejar sujeta con una prensa hasta que el adhesivo seque.



3.20 CURVATURA POR PERFIL

Otro tipo de curvatura y sin moldes, es mediante el corte de perfiles en tablero de plywood.

- 1) Para la creación de esta curvatura hay que tomar en cuenta que cada perfil es diferente, de esta forma creamos las ondulaciones.
- 2) Para mantener una distancia entre los tableros y estructurar la curvatura, se debe realizar una canal.
- 3) Se debe realizar la canal en los lugares que mas convengan de esta forma evitamos movimientos.

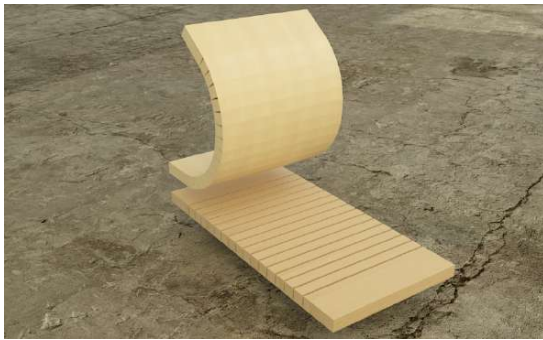


CAPITULO IV

EXPERIMENTACIÓN.

4.1 ENTALLADURA.

Algunas técnicas de curvado fueron sometidas a experimentación para generar información sobre el proceso.



Se realizó experimentación con la entalladura generando diferentes profundidades de corte y variando la distancia.



En este caso se utilizó un tablero de MDF con un espesor de 18mm y se realizaron cortes a una profundidad de 15mm con lo cual el tablero no fue maleable para generar una curvatura.



Como se puede observar en el mismo tablero se realizaron dos profundidades de cortes diferentes, en la sección que permite generar una curvatura se realizaron cortes con una profundidad de 16mm.

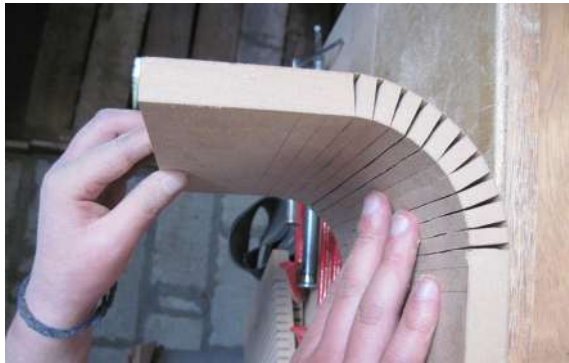
En este caso la flexibilidad aumenta pero se requiere de gran presión para cerrar la curvatura.



Con el mismo tablero de 18mm se realizaron cortes a una profundidad de 17mm con lo cual la flexibilidad aumentó y fue resistente ya que no presentó particiones por efecto de la presión.



En esta fotografía se puede observar que la cara del MDF queda facetada con esta técnica.



En este caso la profundidad de corte fue mayor, dejando sumamente flexible al tablero y a su vez débil y frágil a una continua manipulación.



4.2 MOLDE MACHO.



Resultado de la experimentación.



se unieron varias laminas de playwood y se encolaron para generar el espesor deseado.

En esta ocasión se cubrió la mitad del molde con plástico, esto se realizó para analizar la dificultad del desmontaje.

Resultados:

Hay que tomar en cuenta que al unir varias láminas de MDF con cola blanco, al momento de generar presión se corre el exceso de cola y esto hace que el MDF se adhiera al molde con lo que el desmontaje es más complejo.

En esta ocasión en el sector que estuvo cubierto con el plástico fue más fácil el desmontaje, en cambio la otra mitad se adherió a la pieza curva lo que dificultó su



Para generar la presión nos ayudamos de una cuerda de remolque que rodio la forma.



Luego se colocaron prensas en los lugares que así lo requerían.

El tiempo de secado varía dependiendo del clima, en esta ocasión la curvatura seco en dos días.



4.3 NUNG



Se envolvió una lámina de MDF y al igual que en las indicaciones se presó en un extremo para luego generar formas curvas.



Se colocó cola blanca en la superficie del MDF y se elevó hasta generar una forma en espiral.



4.4 TWIST



Se colocó cola blanca en la superficie del MDF y se gira cada curvatura.



Ejemplo de la curvatura obtenida aplicando la técnica del twist.



Se debe sujetar un extremo con la prensa y dejar secar.



Se realizó experimentación con agua caliente pero el resultado fue desfavorable ya que el MDF se acartona dejando un mal acabado.



4.5 CURVADO DE TABLEROS DE MDF



Este molde fue realizado con la intención de generar una silla completamente curva.

Molde.

Para el molde se combinaron 3 técnicas, la primera realizar una estructura con tiras de madera 4x4 de copal colocadas cada 6cm, la segunda fue cubrir con MDF de 3mm para no facetar la curva resultante, y por ultimo se utilizo un molde macho para los soportes.

Resultados.

Al ser varias curvaturas en una misma superficie, el primer inconveniente fue la colocación de las prensas ya que existían varios puntos de presión, por lo cual se recurrió a la utilización de las correas de remolque, pero aun así no se obtuvo una presión uniforme lo cual afecto la superficie.

Sin embargo la utilización de agua fría sirvió para no romper el MDF al tener varias curvaturas y permitio un mejor lijado.

La utilización de una cubierta de MDF ayuda a no facetar la caras de las curvaturas resultantes.

CAPITULO V

5.1 CONCLUSIONES.

En base a la investigación realizada sobre el curvado de madera y MDF, podemos establecer las siguientes conclusiones.

1. A lo largo de la historia se ha utilizado el curvado como fuente de resolución de problemas y buscando siempre que este sea industrializado para llegar a la mayor cantidad de personas, en este aspecto no debemos ver al curvado de madera o MDF como un elemento netamente artesanal más bien debemos apreciar todas las posibilidades que nos ofrece.
2. En la actualidad aun se están realizando experimentaciones con el curvado de madera y llevando a nuevos niveles de expresión, con ello podemos concluir que es un material que a pesar de ser investigado durante décadas aun podemos obtener nuevas aplicaciones.
3. Los moldes son la base para generar cualesquier tipo de curvatura sea este para una producción netamente artesanal o semiartesanal.
4. En la parte de la experimentación pudimos observar que en curvaturas que van ha ser sometidas a presiones y a un constante uso como podría ser una silla, esta requiere que sea una curvatura estructural, es decir combinar con otros materiales como: fibra de vidrio, metales, chapas de madera, etc.

Bibliografía fotográfica.

Capítulo I

Fig. 1 Fuente: <http://lishengyuan8.blog.163.com/blog/static/7154526820106891859947/>

Fig. 2 Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/Jean-Joseph_Chapuis

Fig. 3 Fuente: <http://emvial.blogspot.com/2009/06/silla-1808-samuel-gragg.html>

Fig. 4 Fuente: <http://summerinsavannah.blogspot.com/2012/03/thonet.html>

Fig. 5 Fuente: <http://vienayyo.wordpress.com/2011/04/14/sillas-vienesas-michael-thonet/>

Fig. 6 Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/02/03/silla-paimio-alvar-aalto/>

Fig. 7 Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/02/03/silla-paimio-alvar-aalto/>

Fig. 8 Fuente: <http://tectonicablog.com/?p=6674>

Fig. 9 Fuente: PDF: Javier gasco, Alejandra Juan, Lois Hansen, Andrea Tejero, Teresa Monte, Aranzazú Hortal. Charle y Ray EAMES.

Fig. 10 Fuente: <http://www.lofthome.ch/eames-lounge-chair-vitra-2-2260.html>

Fig. 11 Fuente: PDF: Javier gasco, Alejandra Juan, Lois Hansen, Andrea Tejero, Teresa Monte, Aranzazú Hortal. Charle y Ray EAMES.

Fig. 12 Fuente: <http://www.materialsource.com/materials/vitra-organic-conference#material>

Fig. 13 Fuente: <http://www.dsgnr.cl/2010/02/mesa-cindarella-inspirado-en-el-diseno-del-siglo-17-jeroen-verhoeven/>

Fig. 14 Fuente: <http://www.reholz.de/?l=17>

Fig. 15 Fuente: <http://www.reholz.de/?l=17>

Fig. 16 Fuente: <http://www.reholz.de/?l=17>

Fig. 17 Fuente: <http://www.reholz.de/?l=17>

Fig. 18 Fuente: <http://loguestudiodesign.blogspot.com/2009/09/sheet-part-6-of-6-deep-three.html>

Fig. 19 Fuente: <http://loguestudiodesign.blogspot.com/2009/09/sheet-part-6-of-6-deep-three.html>

Fig. 20 Fuente: <http://loguestudiodesign.blogspot.com/2009/09/sheet-part-6-of-6-deep-three.html>

Fig. 21 Fuente: <http://axalko.com/castellano/nosotros.html>

Fig. 22 Fuente: <http://axalko.com/castellano/nosotros.html>

Fig. 23 Fuente: <http://axalko.com/castellano/nosotros.html>

Fig. 24 Fuente: <http://www.ignaciourbina.com/blog2012/matthias-pliessnig-tecnologia-y-artesania-el-encuentro-entre-el-diseno-parametrico-y-el-trabajo-artesanal/>

Fig. 25 Fuente: <http://www.ignaciourbina.com/blog2012/matthias-pliessnig-tecnologia-y-artesania-el-encuentro-entre-el-diseno-parametrico-y-el-trabajo-artesanal/>

Fig. 26 Fuente: <http://www.ignaciourbina.com/blog2012/matthias-pliessnig-tecnologia-y-artesania-el-encuentro-entre-el-diseno-parametrico-y-el-trabajo-artesanal/>

Página 23 Captura de pantalla del video: Spill - Matthias Pliessnig Fuente:

<http://www.youtube.com/watch?v=5OZY6uu41V0>

Fig. 27 Fuente: http://www.christopherjarratt.com/elefant_art.html

Fig. 28 Fuente: <http://www.theinteriorevolution.com/archives/5280>

Fig. 29 Fuente: <http://www.tomraffield.com/shop/lighting/>

Fig. 30 Fuente: <http://www.tomraffield.com/shop/lighting/>

Fig. 31 Fuente: <http://www.josephwalshstudio.com/>
Fig. 32 Fuente: <http://www.josephwalshstudio.com/>
Fig. 33 Fuente: <http://www.josephwalshstudio.com/>
Fig. 34 Fuente: <http://www.josephwalshstudio.com/>
Fig. 35 Fuente: <http://www.josephwalshstudio.com/>
Fig. 36 Fuente: Santiago García, Fernando Gordillo. Diseño Nómada.

Capítulo II.

Fig. 1 Fuente: <http://calvachemaderblog.blogspot.com/>
Fig. 2 Fuente: <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen6/losdefectos.pdf>
Fig. 3 Fuente: <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen6/losdefectos.pdf>
Fig. 4 Fuente: <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen6/losdefectos.pdf>
Fig. 5 Fuente: <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen6/losdefectos.pdf>
Fig. 6 Fuente: http://calvachemaderblog.blogspot.com
Fig. 7 Fuente: http://calvachemaderblog.blogspot.com
Fig. 8 Fuente: http://calvachemaderblog.blogspot.com
Fig. 9 Fuente: <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen6/losdefectos.pdf>

Capítulo III

Fig. 1 Fuente: <http://www.chipstone.org/SpecialProjects/Elastic/03-2.html>
Fig. 2 Fuente: <http://www.chipstone.org/SpecialProjects/Elastic/03-2.html>
Fig. 3 Fuente: http://www.amazon.com/Earlex-SS77USSG-Steam-Generator/dp/B005JRF43M/ref=pd_cp_hi_1/185-4065643-8837168
Fig. 4 Fuente: <http://www.schindlersalmeron.com/>
Fig. 5 Fuente: <http://www.schindlersalmeron.com/>
Fig. 6 Fuente: <http://www.schindlersalmeron.com/>
Fig. 7 Fuente: <http://www.schindlersalmeron.com/>
Fig. 8 Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=QPrsPALMV2I>
Fig. 9 Fuente: <http://www.modernchairdesign.com/modern-chair/chairs-made-of-woven-bamboo-called-nung-chair/>
Fig. 10 Fuente: <http://www.modernchairdesign.com/modern-chair/chairs-made-of-woven-bamboo-called-nung-chair/>
Fig. 11 Fuente: <http://www.modernchairdesign.com/modern-chair/chairs-made-of-woven-bamboo-called-nung-chair/>
Fig. 12 Fuente: <http://www.modernchairdesign.com/modern-chair/chairs-made-of-woven-bamboo-called-nung-chair/>
Fig. 13 Fuente: <http://www.modernchairdesign.com/modern-chair/chairs-made-of-woven-bamboo-called-nung-chair/>

BIBLIOGRAFIA

Albert Jackson y David Day. Manual de modelismo: 1990.

Albert Jackson, David. Manual de completo de la madera, la carpintería y la ebanistería: Ediciones del Prado, 1998.

Javier gasco, Alejandra Juan, Lois Hansen, Andrea Tejero, Teresa Monte, Aranzazú Hortal. Charle y Ray EAMES.

Cristian Martin Araya Lopez. Determinación de características de curvado de madera sólida para las especies Nothodagus Pumili (Lenga) y laurelia philipiana (Tepa): 2005

- Madera curvable y su historia
<http://www.candidus-prugger.com/content.asp?L=5&IdMen=153>
- Doblado de madera.
<http://www.mexicandesign.com/revista/cueto.htm>
- Matthias Pliessnig, curvado de madera
<http://matthias-studio.com/>
- Joseph Walsh, curvado de madera
<http://www.josephwalshstudio.com/>

ANEXOS

HERRAMIENTAS / INVERSIÓN

En este capítulo se presentaran un listado de las herramientas más necesarias para la construcción de cualesquier mobiliario.

Compresor 2hp/72L TS Banda. 327.60
Clavadora 2" calibre 18 jit 132.42



Caladora gst 90 be Bosch 153.67



Atornillador taladro 1/2" / 14.4v percus dewalt 329.46



Sierra circular Bosch 7 1/4 br gk57 1/4 166.34



Rebajadora 3 1/4 HP Makita 434.82

ANEXOS

HERRAMIENTAS / INVERSIÓN

En este capitulo se presentaran un listado de las herramientas más necesarias para la construcción de cualesquier mobiliario.

Compresor 2hp/72L TS Banda.	327.60 \$
Clavadora 2" calibre 18 jit	132.42 \$



Ingletadora Bosch 10" 1650 w	399.90 \$
------------------------------	-----------



lijadora roto orbital dewalt	62.50 \$
------------------------------	----------



Juego de brocas, puntas y llaves Bosch	76.22 \$
--	----------

Fresa recorte ½ labios timberline	18.82 \$
-----------------------------------	----------

Tiras de copal 4x4	2.40 \$
--------------------	---------

Juego de brocas, puntas y llaves Bosch	76.22 \$
--	----------

Cuerda de remolque 1x13" 900 lbs	8.44 \$
----------------------------------	---------

Plywodd pelikano 15mm	32.89 \$
-----------------------	----------

MDF pelicano 3mm	15.94 \$
------------------	----------