

CÁTEDRA BALCAZA

Diseño Industrial-FAyD-UNaM

Tecnología de los Materiales y Procesos 2

TPN 2 | CURVADO

MADERA

©

Tengo una intuición del material a partir de mi experiencia, de mi entorno, de mis conocimientos previos, por lo que puedo imaginar.

Para materializar lo nuevo, sólo tengo que producir las condiciones para que *el acontecimiento* ocurra.

Javier Antonio Balcaza

TPN 2 | CURVADO DE MADERA · CASO PARTICULAR

A partir de las técnicas explicadas en clase, como la transformación por conformado, elaborar una línea comparativa con otros materiales y establecer los parámetros y características similares donde se los pueden reconocer como una unidad. Teniendo como parámetro la producción en serie. Para ellos investigarán los principios comunes en el proceso y el material, estableciendo las similitudes y diferencias. Fundado así un análisis comparativo.

PROPÓSITOS

- Reconocer las propiedades de los materiales en su transformación.
- Comprender y sistematizar los pasos a seguir en la selección de los materiales empleados en el proceso productivo.
- Reconocer la elongación -desplazamiento de la línea media- en función del radio de curvatura y el ángulo de doblado.
- Reconocer las diferentes condiciones en el conformado de materiales -compuestos-. Identificar y corregir problemas en el diseño de las piezas, como ser descargas, eliminación de tensiones, radios de curvatura.
- Definir las posibilidades para diseñar un material compuesto.

CONSIGNA

Seleccionar un material con el fin de obtener una pieza final de características específicas.

MATERIALES

Madera masisa
Chapa de madera
Placa de compensado
Fibras
Fibra de vidrio
Astillas/viruta/escamas

Las dimensiones de los materiales serán de 400mm de anchura por 400mm de largo.

Las características formales de la pieza debe contar con alguna de las siguientes condiciones:

- Curvatura simple, con pliegues en sentido opuestos en una línea de desarrollo.
 - Dos piezas que se unen en la sección del pliegue.
 - Eliminación de aristas.
 - Transición de simple a doble curvatura.
 - Superficie cascara.
- Elaborar un instructivo para la transformación de un material seleccionado a partir de un estudio preliminar. Verificar en la práctica las propiedades del material seleccionado y del proceso.

TPN 2 | CURVADO DE MADERA · CASO PARTICULAR

ESPECIFICACIONES

Se trabajara en grupos de 3-5 personas.
Cada grupo seleccionara los materiales a partir de un estudio preliminar con los datos registrados en la clase.
La forma final de la pieza, por el momento no tendrá importancia, se buscara implementar una forma de geometría básica útil al estudio del material y proceso.
Componentes de la entrega: estudio preliminar – elaboraron de la documentación -pieza terminada con registro dimensional y fotográfico de los datos relevantes a la practica.

PROCESO

Requerimientos dimensionales y formales de la pieza
Diseño de la pieza -boceto-
Especificaciones del proceso
Selección de la tipología de proceso a emplear
-curvado de madera: por corte, por vaporizado, por pegado; infusión al vacio, rtm, prfv-
Desarrollo de documentación-planos técnicos, verificaron dimensional y formal-
Análisis de prototipo-fiabilidad, fabricabilidad y montaje, y análisis de valor-
Producción-puesta en máquina-
Presentación del prototipo.
Pieza terminada-verificación y testeo-

Testeo final
CC

Cronograma

Inicio:	
Corrección:	
Entrega:	

CASO: MATERIALES COMPUESTOS

→Con los compuestos pueden lograrse materiales con mayor resistencia, rígidos y con pesos muy ligeros; obteniendo relaciones de resistencia/peso muy altas, y varias veces mayores al aluminio.

→Las propiedades de fatiga son generalmente mayores a las de los metales, al igual que la tenacidad.

→Los compuestos pueden diseñarse para prevenir la oxidación o desgastes por envejecimiento o por encontrarse en medios ácidos.

→Con materiales compuestos es posible lograr combinaciones.

→De materiales altamente eficientes:

DISEÑAR UN MATERIAL.

matriz+refuerzo

**fibras
particulas
face infiltrada
interface**

INTRODUCCIÓN A MATERIALES COMPUESTOS

Los materiales poliméricos de fibra reforzada se clasifican como compuestos con dos o más fases diferenciadas. Normalmente están constituidos por dos fases: Una matriz de resina polimérica y fibras continuas de carbono reforzado: La fase fibras forma la columna vertebral del material y determina su dureza y resistencia en la dirección de estas. La fase matriz proporciona protección contra abrasión e impactos, soportados por las fibras gracias a la transmisión de esfuerzos de una fibra a otra.

Las cadenas de fibras se entrelazan formando una estructura plana de tejido en una o más capas de fibras. Estas capas se mantienen unidas mediante uniones mecánicas entre las mismas fibras o con un material secundario para ligar-las manteniéndolas juntas y fijadas en su sitio. De esta manera se consigue dar consistencia a la fase fibra para poderla procesar industrialmente.

Estos tipos de tejidos se clasifican según la orientación de las fibras en la matriz y según los diferentes tipos de conformación usados para fijar las fibras entre ellas. Las principales categorías según las orientaciones de fibra son: Unidireccionales, bidireccionales y multi axiales.

FASE PRIMARIA-MATRIZ-

	METAL	CERÁMICO	POLIMERO
FASE SECUNDARIA-REFUERZO- METAL	• metalurgica de polvos	• cermets	• compuestos de moldeo • pastillas de freno
CERÁMICO	• cermets • carburos cementados • metaler reforz	• óxido de aluminio reforzado	• compuestos para moldeados de plástico PRFV
POLIMERO	• ND • MIM Inyección en acero	• ND	• epoxis reforzados con kevlar
OTROS	• metales reforz. con fibra	• ND	• plasticos reforz. boro o carbono

TPN 2 | CURVADO DE MADERA · CASO PARTICULAR

FIBRAS

• VIDRIO

Resistencia alta, rigidez baja, densidad alta; costo relativamente económico; los tipos de uso común son el E (aluminio borosilicato de calcio) y S (aluminio silicato de magnesio).

• GRAFITO

Disponible como de modulo alto o de elevada resistencia; costo bajo; menos denso que el vidrio.

• BORO

Resistencia y rigidez alta; la máxima densidad, el costo mas alto; tiene un filamento de tungsteno en su centro aramiditas (kevlar).

Relación resistencia /peso lamas elevada de todas; Costo alto.

• OTRAS

Nylon, carburo de silicio, nitruro de silicio, oxido de aluminio, carburo de boro, nitruro de boro, carburo de tantalio, acero, tungsteno, molibdeno.

MATRIZ

• TERMOESTABLES

Epóxico y poliéster utilizándose mas el primero; otros son los fenólicos, los fluorocarbonos, poliestersulfona, el silicio y las poliamidas

• TERMOPLÁSTICOS

Polieteretercetona; mas tenaz que los termoestables pero con una menor resistencia a la temperatura

• METALES

Aluminio, aluminio-litio, magnesio y titanio; las fibras son de grafito, oxido de aluminio, carburo de silicio y boro

• CERÁMICOS

Carburo de silicio, nitruro de silicio, oxido de aluminio y ulita; las fibras son varias ceramicas

INTERFASES

Siempre hay una internase entre las fases de un material compuesto. Las fases deben realizar un enlace en donde se intersectan para que el compuesto funcione efectivamente.

ENCONTRAMOS TRES TIPOS INTERFACES:

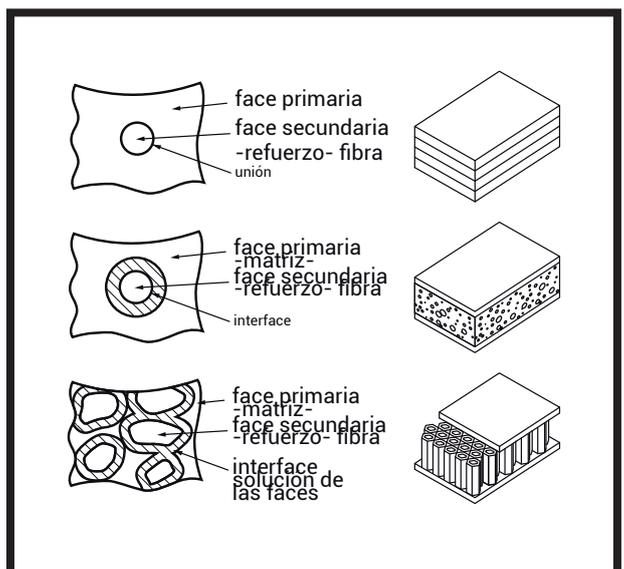
- 1. Unión directa entre los materiales.
- 2. Adición de un tercer elemento para realizar la unión entre la fase primaria y secundaria, que puede considerarse como un adhesivo.
- 3. Y la formación de una interfase por solución de las fases primarias, en este caso la interfase esta constituida por una solución de las fases primaria y secundaria; y ocurre cuando no son completamente insolubles entre si.

FASE INFILTRADA

La cuarta forma de la fase incorporada ocurre cuando la matriz forma un esqueleto poroso y la segunda es simplemente un relleno. en este caso la fase incorporada asume la forma de poros en la matriz. (los bujes autolubricados)

ESTRUCTURA SANDWICH

La estructura sándwich se distingue como un caso especial de estructura laminar compuesta; consiste en un corazón relativamente grueso de un material de baja densidad unido en ambas caras con laminas delgadas de un material diferente. El centro de baja densidad puede ser a partir de un material espumado o un panal de abejas. La razón de usar una estructura sándwich es obtener una relación resistencia/peso altísima.

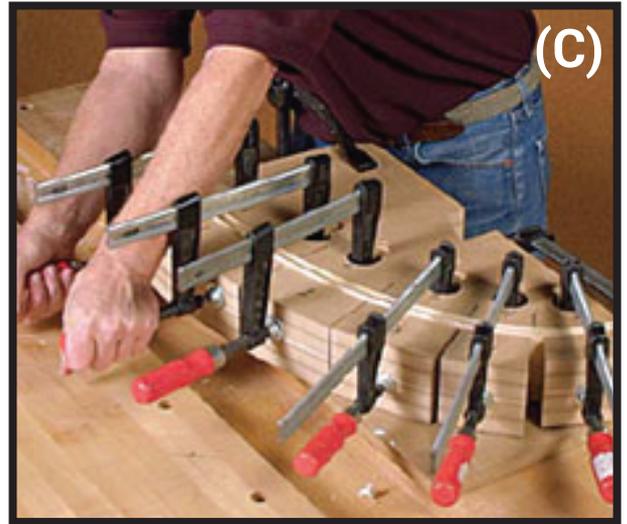
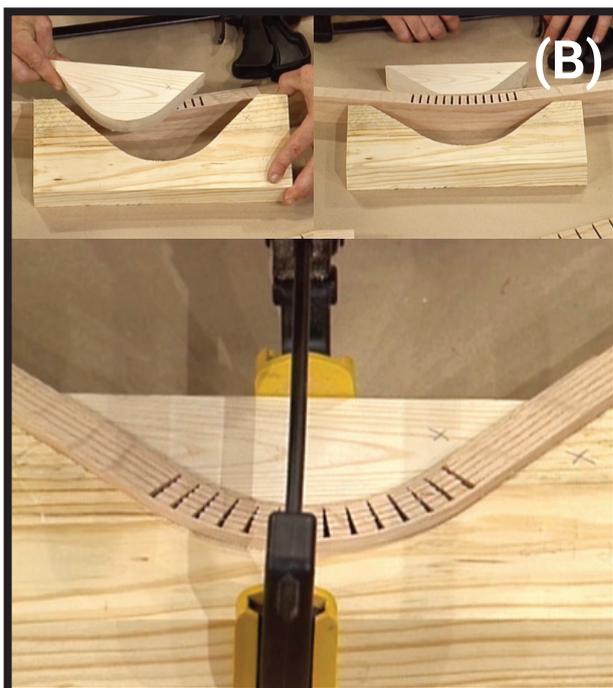


TPN 2 | CURVADO DE MADERA · CASO PARTICULAR

TECNOLOGÍA DEL CURVADO DE LA MADERA

La tecnología del curvado de la madera dispone de dos fases.

- Primero: preparar y tratar a la madera.
 - Tratamiento con calor.
 - Vaporización (A).
 - alta frecuencia.
 - Tratamiento sin calor.
 - corte de sección (bajar la resistencia en la sección de curvado) (B).
 - tensión producto del contacto (laminas finas+pegamento) (C).
- [MATERIAL COMPUESTO]**
- Segundo: producir el curvado con el uso de matriceria.

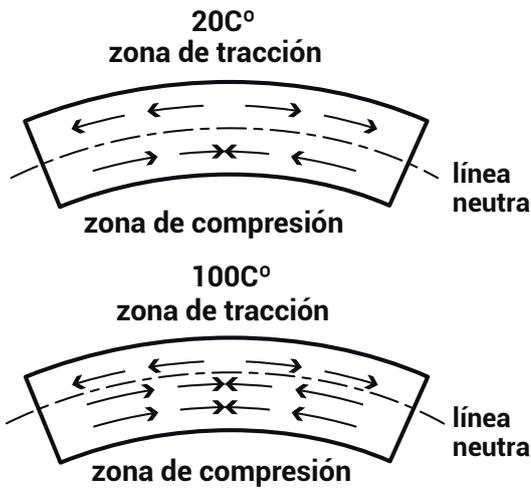


EL CASO DEL CURVADO DE LA MADERA

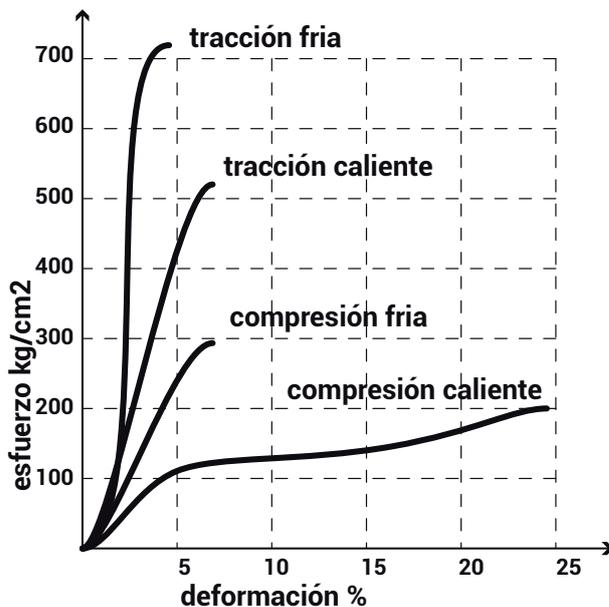
La madera puede curvarse de forma natural con radios de curvatura que van entre 200 y 300 veces su espesor según las características mecánicas de la madera. Radios mas pequeños suponen riesgo de rotura de la pieza, salvo que se empleen técnicas con vapor o presión para el curvado.

La madera se comporta como un material elástico, es decir, que al ser sometida a un esfuerzo se produce una deformación, pero cuando el esfuerzo disminuye, la deformación también. Ese tipo de comportamiento se da a temperatura ambiente, pero cuando la temperatura a que se somete la madera aumenta el igual que el esfuerzo sobre ella, el comportamiento es muy diferente, siempre que se supere el límite de 100C° y el esfuerzo sea de compresión.

El siguiente grafico establece las curvas de tensión -deformación a esfuerzos de tracción y compresión de la madera de fresno a temperatura ambiente y a temperatura de 100C°. Como se ve en el grafico cuando se somete la pieza a esfuerzos de tracción los cambios son pequeños, pero a compresión los cambios son importantes, pues la madera se comporta mas como un material plástico que uno elástico, así a partir de un determinado valor, la deformación se incrementa rápidamente, además de ser muy superior que en condiciones normales de presión y temperatura. Otro importante efecto de la temperatura esta dado sobre la posición de la fibra neutra cuando la madera es sometida a flexión. En el esquema se representa este tipo de esfuerzo.



A partir de estos principios, podemos decir que para lograr una pieza bien curvada debemos propiciar un tratamiento a la madera con temperatura y esfuerzos de compresión hasta conseguir el curvado deseado, sin sobrepasar los límites de rotura de la madera. Y posteriormente dejar enfriar.



MADERAS CON EXCELENTE COMPORTAMIENTO AL CURVADO

- Fresno
- Haya
- Abedul
- Olmo
- Nogal americano
- Roble
- Nogal
- Tejo

PREPARACIÓN Y TRATAMIENTO

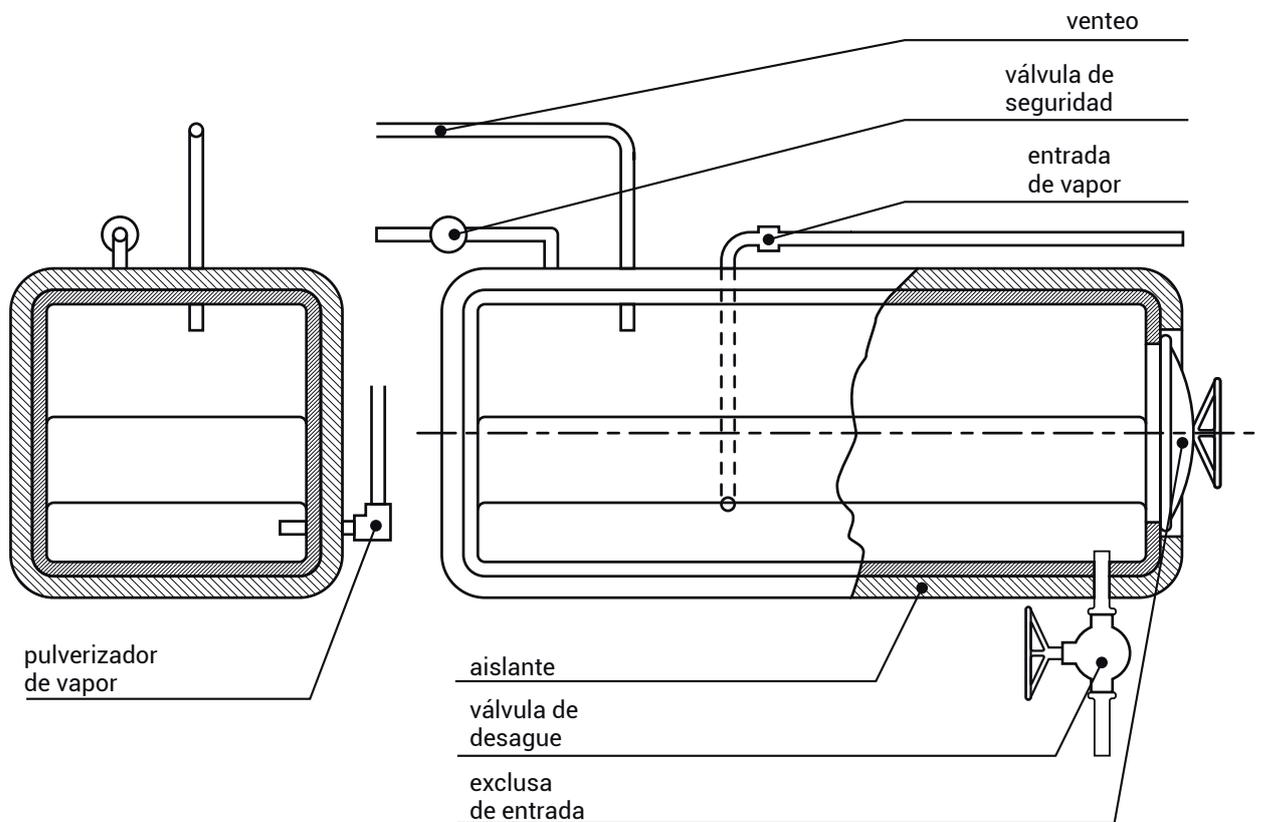
La madera puede curvarse tanto verde o muy seca, pero esta comprobado que cuando contiene una humedad en el orden de 18%, los resultados son superiores y el riesgo de rotura y de deformaciones secundarias es menor.

Hay que tener especial cuidado en la superficie a curvas, debe estar perfectamente lisa, no solo es mas fácil la mecanización antes de curvar, sino que también las imperfecciones pueden producir arrugas o rajaduras en la superficie.

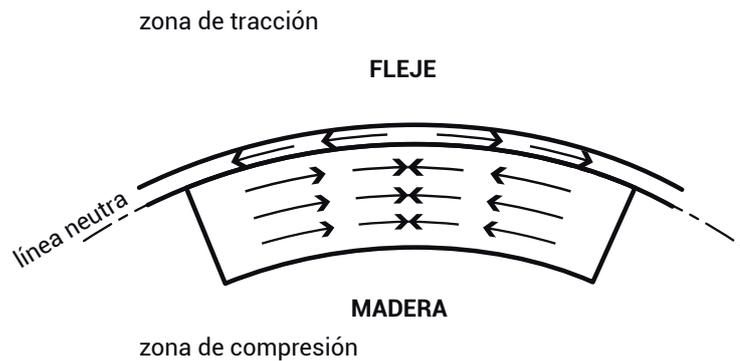
Preparada la madera se le aplica calor por medio de:

1. POR VAPORIZADO: se realiza colocando la pieza en una estufa, como indica la figura. En la estufa se inyecta vapor a una temperatura de 100°C, manteniéndola un tiempo aproximado de 1,8 minutos por cada milímetro de espesor. Esta demostrado que con mayores temperaturas no se produce un mejor curvado, como tampoco con la introducción de vapor a presión, todo lo que se logra es complicar el procedimiento y el mecanismo de las partes. se puede suponer que por medio de esta técnica aumenta el contenido de humedad en la madera, pero esta demostrado que incluso puede disminuir ligeramente.





PRINCIPIO DE CURVADO



El principio de curvado consiste en desplazar la línea neutra a la cara exterior de la madera, con el fin que toda la pieza trabaje a compresión. Para conseguirlo, el método mas empleado es la colocación de un fleje metálico en la cara expuesta a la tracción, para que trabajando conjuntamente con la pieza de madera, reciba el esfuerzo de tracción **-la pieza de madera y la metálica conforman una única pieza para el esfuerzo de flexión-**.

2. RADIOFRECUENCIA

Esta técnica proporciona mayor rapidez al proceso de tratamiento de calor, ya que en pocos minutos la masa de madera aumenta notablemente de temperatura. Algunos inconvenientes de esta técnica es el elevado coste de recursos, pero el de mayor importancia es el de provocar un colapso en la estructura de la madera, sobre todo en aquellas poco permeables, pues el calentamiento provoca que el agua intente escapar de la célula provocando la rotura de la red.

3. POR CORTE

Esta técnica se realiza con el material en frío, y vale decir que es posible gracias al debilitamiento de la sección de la pieza resistente a partir de los cortes. Generalmente es usada en estructuras que no quedan a la vista.

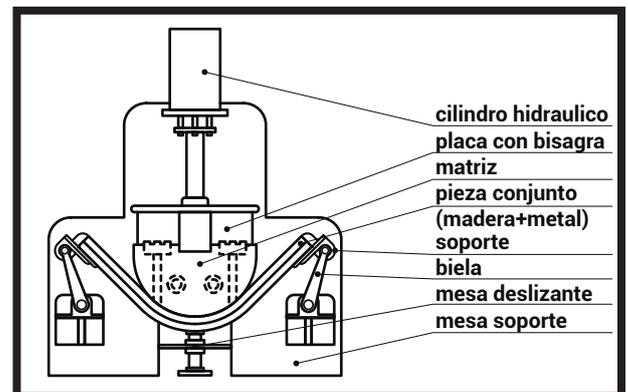
4. POR PEGADO

Esta técnica se realiza a partir del pegado y posterior presión sobre las superficies de laminas delgadas (chapa de madera). Vale decir que el conformado se produce por la tensión superficial que genera el adhesivo entre ambas laminas -van desde 2 a las necesarias para dar resistencia-. La presión puede estar dada por prensas manuales, sargentos, o una prensa hidráulica.

PRENSA HIDRAULICA PARA CURVADO DE MADERA

En los extremos del fleje se colocan dos puños y al apoyar el dispositivo contra la matriz se le aplica un esfuerzo manualmente. Se deja enfriar y así se obtiene la pieza conformada.

El mismo proceso se lo puede realizar mecánicamente -automático-. La madera y el fleje se colocan cada extremo en una prensa articulada, de tal forma que cuando baja la matriz -colocada en el extremo de un cilindro hidráulico- las prensas toman la posición necesaria para que se produzca la deformación en la pieza a medida que avanza la matriz.



TPN 2 | CURVADO DE MADERA · CASO PARTICULAR

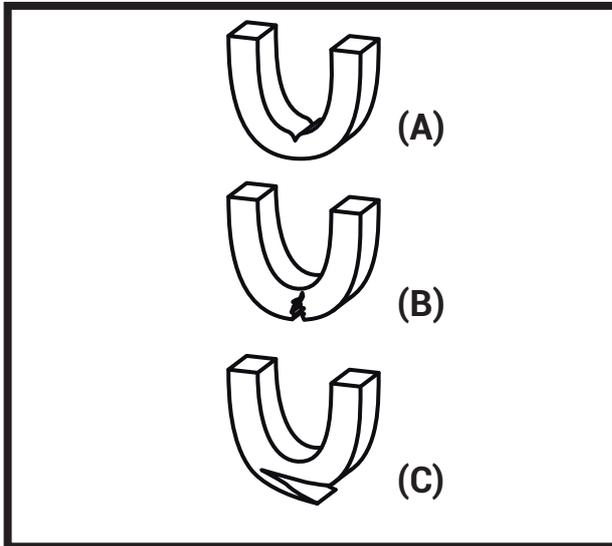
DEFECTOS DEL CURVADO DE LA MADERA

QUIEBRE INTERNO, DEL LADO DE LA COMPRESIÓN (A)

Factores: no es suficiente la plasticidad que toma por exposición al vapor, contiene demasiada humedad la madera, material con defectos superficiales y material poco flexible.

QUIEBRE EXTERNO O FRACTURA (B y C)

Factores: la matriz o fleje empleado para conformar la madera no es lo suficientemente resistente, o es suficiente la plasticidad que toma por exposición al vapor y/o demasiado pequeño el radio de curvatura para dicho espesor material.

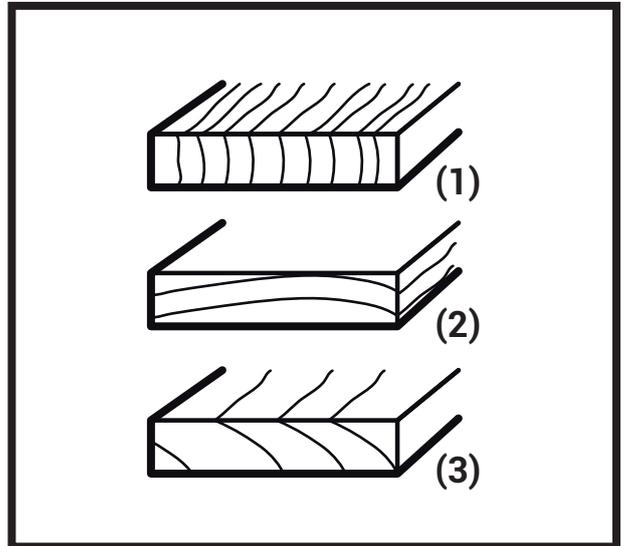


MEJORAS EN EL CURVADO DE LA MADERA SEGÚN LA DISPOSICIÓN DEL GRANO

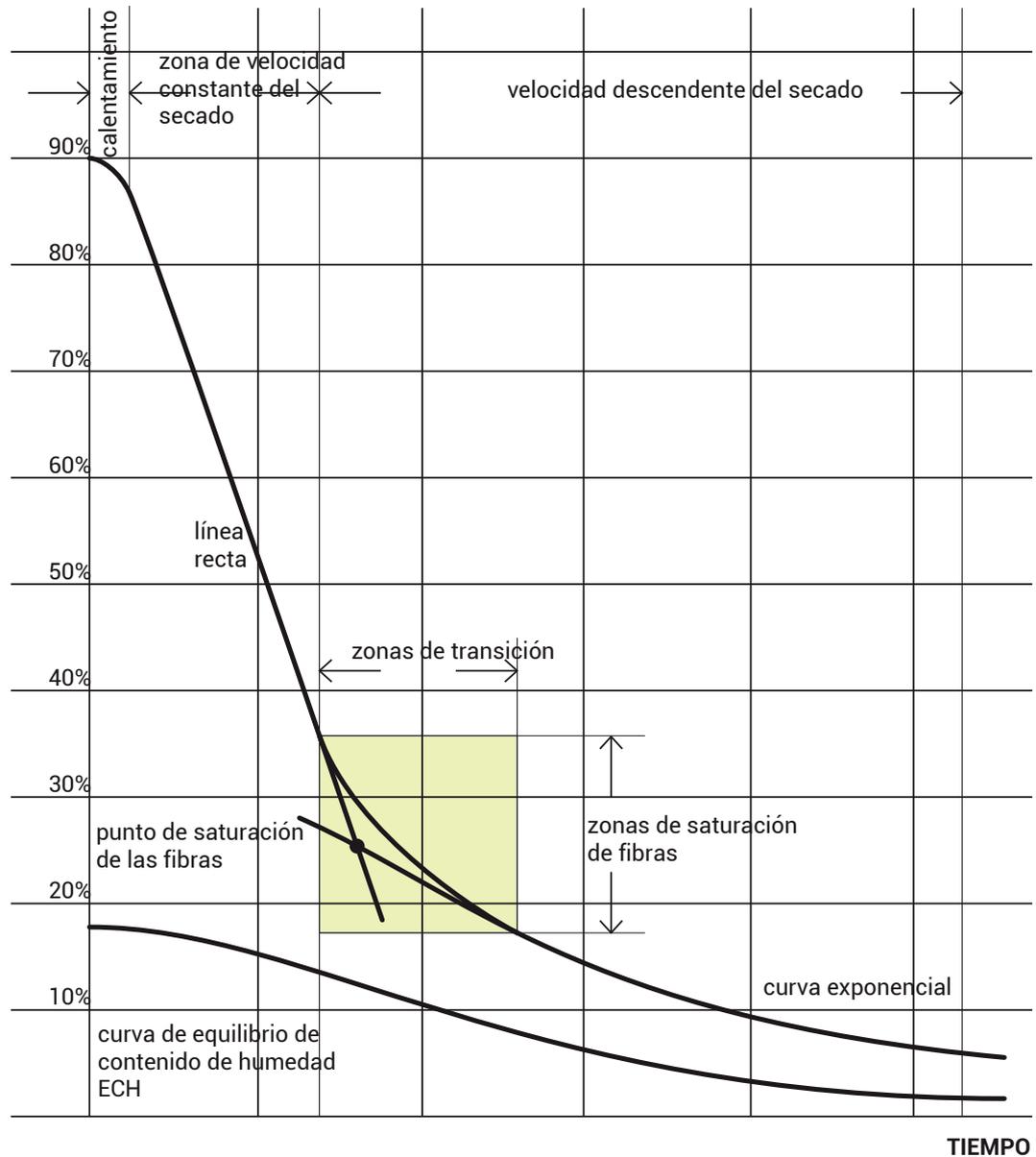
(1) Muy difícil de curvar pero resulta muy resistente a golpes.

(2) Muy fácil de curvar y también de que se marque la madera con golpes o simplemente por apoyarlo en el piso para templarlo.

(3) Este es un buen punto de equilibrio entre facilidad de curvado y resistencia.



CURVA TEÓRICA DE SECADO



Máximo contenido de humedad

- Se logra cuando hay una saturación total de los elementos constitutivos del leño.

Humedad de equilibrio

- La madera, en contacto con el medio, tiende a adquirir una humedad que depende de la humedad del medio que la rodea.

Punto de saturación de la fibra

- Es la máxima que puede contener la madera sin que exista agua libre. Como promedio es aceptado el 30% con valores límites de contenido de agua de 20% - 40%.

Agua Libre>>> llenando los lúmenes o cavidades celulares.

Agua Higroscópica>>> llenando las paredes celulares.

Agua de Constitución>>> formando parte de la estructura química de la madera.

TPN 1 | FUNDICIÓN · CASO PARTICULAR

#####

PIEZA	material:				
	espesor/e:				
	tipo de plegado				
	con calor	<input type="checkbox"/>	con vapor	<input type="checkbox"/>	
	por corte	<input type="checkbox"/>	por pegado	<input type="checkbox"/>	
			por moldeo	<input type="checkbox"/>	
	con molde				
	positivo	<input type="checkbox"/>	negativo	<input type="checkbox"/>	
			positivo+negativo	<input type="checkbox"/>	
	<i>describir</i>				
	tipo de trazado				
	en función de la fibra media				
	<i>describir (en observaciones)</i>				
	características formales				
	<i>describir</i>				
tolerancia dimensional del proceso					
	<i>describir</i>				
tolerancia formal de la pieza					
	paralelismo // perpendicularidad ⊥ angularidad ∠	rectitud — planicidad  cilindricidad 			
	<i>describir</i>				
terminación superficial					
	mala <input type="checkbox"/> aceptable <input type="checkbox"/> buena <input type="checkbox"/> excelente <input type="checkbox"/>	presencia de abolladuras			
	<i>describir, posibles soluciones.</i>				
TOLERANCIAS GENERALES:	PROYECTÓ:		TMyPDOS FAYD UNaM	01.01.01	
	DIBUJÓ:			xxx.SLDPRT	
	REVISÓ:				
	APROBÓ:				
	ESCALA:	DENOMINACIÓN: CROQUIS #1		GRUPO:	
				N° de plano cliente: 01.01.01	
FORMATO: A4			N° de plano: 001	#	

OBSERVACIONES:

PIEZA

defectos	si	no	si	no
CORTE			PLIEGUE	
rebabas en la pieza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	disminucion del espesor en la seccion de pliegue	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
arranques de material	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	fisuras o desgarramiento de material	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
desgaste excesivo de la matriz y punzón	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	abolladuras en la chapa	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
medidas incorrectas en las piezas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	medidas incorrectas en las piezas	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
perfil poco definido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	angulos incorrectos	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
			perfil poco definido	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

TOLERANCIAS GENERALES:

PROYECTÓ:		
DIBUJÓ:		
REVISÓ:		
APROBÓ:		

TMyPDOS
FayD | UNaM

01.01.01

xxx.SLDPRT

ESCALA:

DENOMINACIÓN:
CROQUIS #1

GRUPO:



FORMATO:
A4

N° de plano cliente:

01.01.01

N° de plano:

001

#

OBSERVACIONES:
CROQUIS DETALLES CON TOLERANCIAS

PIEZA

dimensiones

cota-largo total	cota
cota-ancho total	cota
cota-altura total	cota
cota	cota

TOLERANCIAS
GENERALES:

PROYECTÓ:		
DIBUJÓ:		
REVISÓ:		
APROBÓ:		

TMyPDOS
FAYD | UNaM

01.01.01

xxx.SLDPRT

ESCALA:

DENOMINACIÓN:
CROQUIS #1

GRUPO:



FORMATO:
A4

N° de plano cliente:
01.01.01

N° de plano:
001

#



Pos.	Cant.	Denominación	N° de plano	N° de pieza	Material	Masa	Observaciones
TOLERANCIAS GENERALES:	PROYECTÓ:			TMyPDOS FAYD UNaM	01.01.01		
	DIBUJÓ:						
	REVISÓ:				xxx.SLDPRT		
	APROBÓ:						
	ESCALA:	DENOMINACIÓN: CROQUIS #1			GRUPO:		
					N° de plano cliente: 01.01.01		
FORMATO: A4				N° de plano: 001		#	