

SÍNTESIS DIMENSIONADO PREDIMENSIONADO ORGANIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DE MADERA A FLEXION

1. Organización estructural-INCIDENCIA DEL ARMADO DE LA PLANTA ESTRUCTURAL
2. PARAMETROS O CARACTERISTICAS GEOMETRICAS- INCIDENCIA DE LA FORMA
3. PARAMETROS O CARACTERISTICAS MECANICAS- INCIDENCIA DEL MATERIAL

1- CRITERIO DE DISEÑO ESTRUCTURAL- ORGANIZACIÓN DE PLANO SUPERIOR

ELEMENTOS LINEALES

- VIGAS PRINCIPALES
- VIGAS SECUNDARIAS
- CABIOS-CORREAS

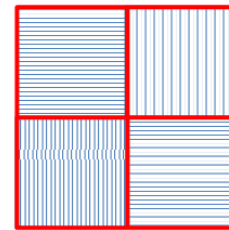
ELEMENTOS SUPERFICIALES

- CIELORRASOS
- PISOS
- CUBIERTAS

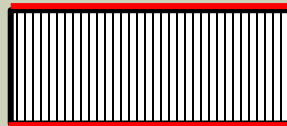
Lógica de distribución de elementos (vigas-correas-cabios)



En damero



Variación sobre la disposición unidireccional para equilibrar la jerarquía estructural

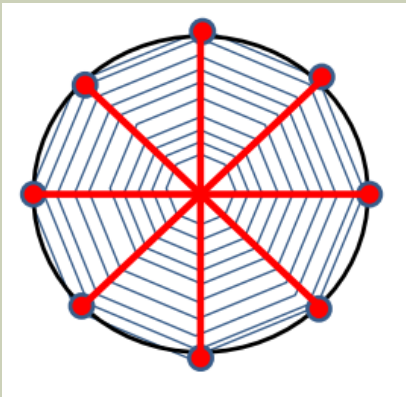


Unidireccional



Lógica de distribución de elementos (vigas-correas-cabios)

RADIAL



RECIPROCAS



<http://debarroarquitectura.com/reciprocas/>



ENTRAMADOS

ENTOS A FLEXION --- ORGANIZACIÓN DE EN PISOS Y CUBIERTAS

- **ELEMENTOS CONSTITUTIVOS**
 - CORREAS DE PISO y TECHO
 - VIGAS PRINCIPALES
 - PLACAS DE PISO O CIELORRASO (OSB, MACHIMBRE, MDF)



INCIDENCIA DE LAS CARGAS

TIPO DE CARGAS ACTUANTES



PERMANENTES: Peso de los materiales de la construcción. Acciones de líquidos en forma permanente. Empujes de suelos. Asentamientos de apoyos.



VARIABLES: Sobrecargas debido al uso u ocupación. Cargas de viento, nieve, hielo, temperatura. Acciones de sismos de ocurrencia frecuente..

ACCIDENTALES: Impacto de vehículos terrestres y aéreos. Acciones debidas a explosiones. Acciones debidas a tornados y sismos de ocurrencia excepcional.

CARGAS VARIABLE DE CUBIERTA

Sobrecargas para cubiertas inaccesibles, salvo para mantenimiento

Para elementos estructurales de cubiertas dependerá del tipo de cubierta y del ángulo de inclinación de la cubierta.

cubiertas metálicas livianas

$3^{\circ} \leq \alpha \leq 10^{\circ}$	30 kg/m ²
$10^{\circ} < \alpha \leq 15^{\circ}$	22 kg/m ²
$15^{\circ} < \alpha \leq 20^{\circ}$	15 kg/m ²
$20^{\circ} < \alpha \leq 30^{\circ}$	12 kg/m ²
$30^{\circ} < \alpha$	10 kg/m ²



Otro tipo de cubiertas

$\alpha \leq 3^{\circ}$	100 kg/m ²
$3^{\circ} < \alpha \leq 10^{\circ}$	45 kg/m ²
$10^{\circ} < \alpha \leq 15^{\circ}$	33 kg/m ²
$15^{\circ} < \alpha \leq 20^{\circ}$	23 kg/m ²
$20^{\circ} < \alpha \leq 30$	18 kg/m ²
$30^{\circ} < \alpha$	15 kg/m ²



CARGAS VARIABLES DE USO

Reglamento argentino CIRSOC 101 TABLA DE SOBRECARGAS MÍNIMAS (L y L_r)

Locales en edificios de vivienda	kg / m ²
Azoteas y/o terrazas donde pueden congregarse personas con fines de recreación y observación	300
Azoteas accesibles	200
Azoteas inaccesibles	100
Baños	200
Balcones	300
Cocinas	200
Comedores y lugares de estar	200
Dormitorios	200
Escaleras	300
Rellanos y corredores	300



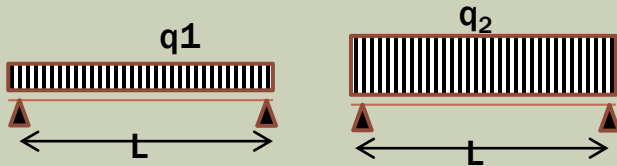
2-FORMA
SECCIONAL
DIMENSIONADO Y
PRE DIMENSIONADO
EN MADERA
PARAMETROS
GEOMETRICOS

FORMA-SECCION-DIMENSIONES

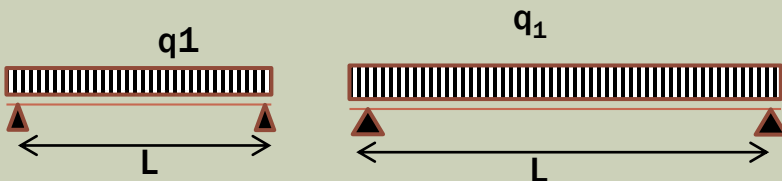
■ INFLUENCIA DE LAS CARGAS VARIABLES-PERMANENTES

Cubiertas (livianas o pesadas-
accesibles o inaccesibles)

Entrepisos (livianos o pesados- usos o
destinos)



• INFLUENCIA DE LA LONGITUD

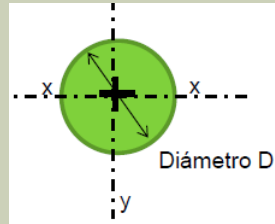
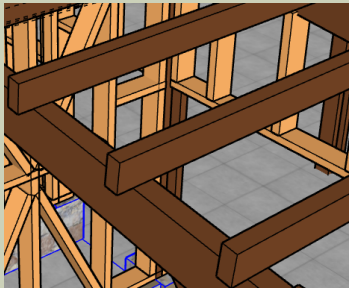


RECTANGULAR VS CIRCULAR

■ INFLUENCIA DE LA FORMA

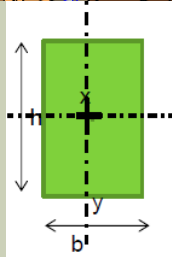
mayor altura mejor
comportamiento a flexión

PARA EL
MISMO
PESO la
sección
rectangular
es el triple
de eficiente
que la
circular
 $I_{rect}/I_{circ}=3$



$$I_x = \frac{\pi \cdot D^4}{64}$$

$$S_x = \frac{\pi \cdot D^3}{32}$$



$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$S_x = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

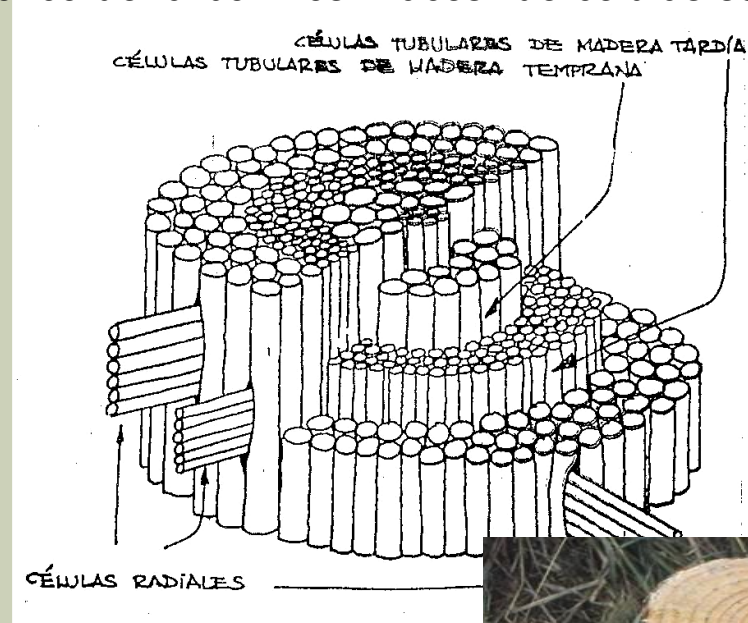
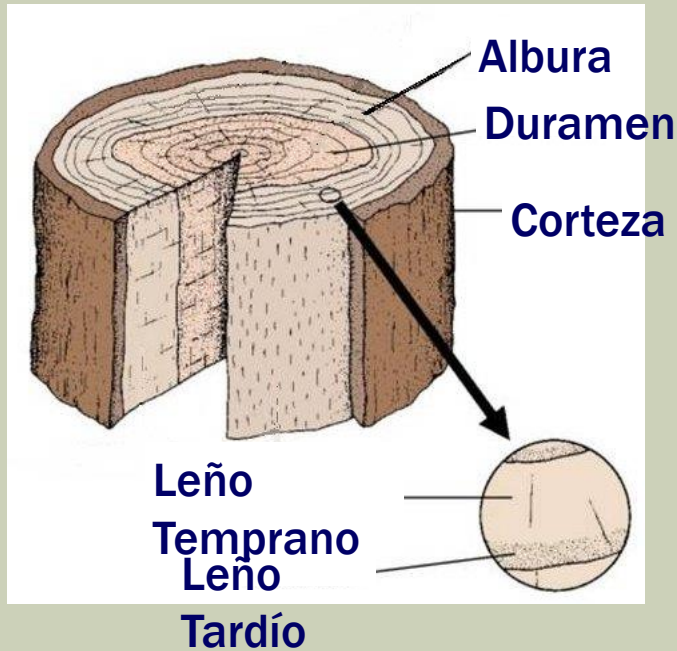


3- INCIDENCIA DEL MATERIAL: MADERA

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL MATERIAL

ESTRUCTURA DE LA MADERA

Estructura con células de forma tubular (huecas) de 1 a 8 mm de largo, que se orientan aproximadamente en dirección paralela al tronco del árbol. Los “haces” de células son llamados fibras de la madera.



El crecimiento del tronco se hace en anillos anuales formados por dos capas: una **clara** (primavera y principios del verano) y otra **oscura** (fin del verano y otoño)



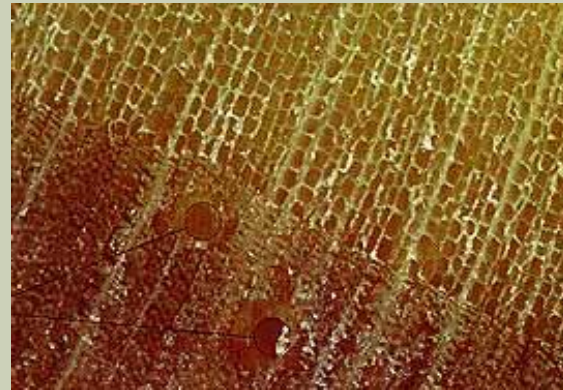
TIPOS DE MADERA DE FORESTACION

CONÍFERAS: células longitudinales abiertas en las extremidades. La savia circula por el interior de las mismas. – pino eliottis-pino tea- pino parana

FRONDOSAS: células longitudinales cerradas en las extremidades. La savia circula por otras células abiertas de gran diámetro denominadas canales. eucaliptus



Frondosas



Coníferas

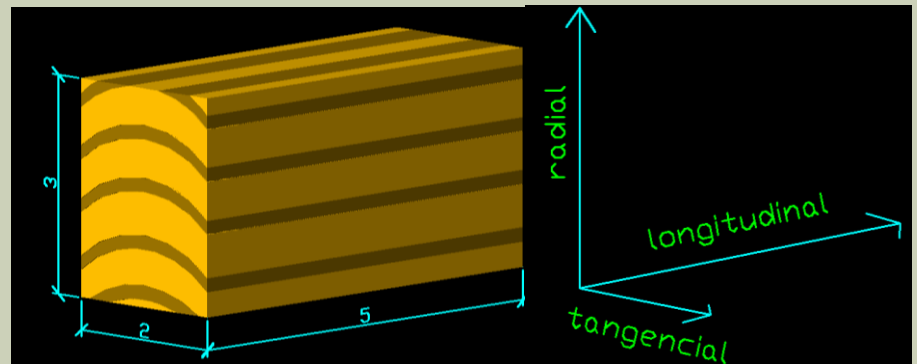


HUMEDAD DE LA MADERA

La madera es un material **higroscópico**. Tiende a absorber o perder agua según la humedad relativa ambiente.

Recién cortada puede llegar a tener más del 200 % de humedad. Se debe dejar secar y eliminar esta humedad

Parte del agua está en los espacios intercelulares, debe ser eliminada antes de su uso y parte impregnando las paredes celulares que solo será eliminada hasta la **humedad de equilibrio**.

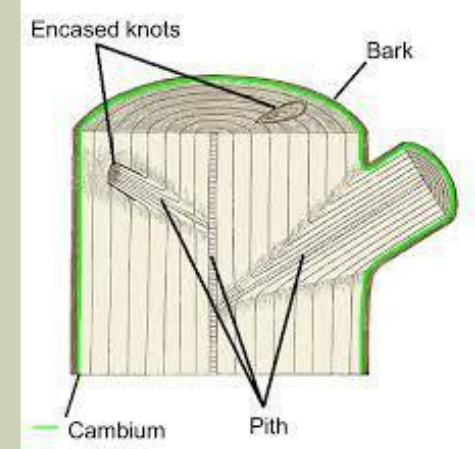


Cuando sólo quedan saturadas las paredes celulares ($\approx 30\%$) se llama **PUNTO DE SATURACIÓN DE LAS FIBRAS**

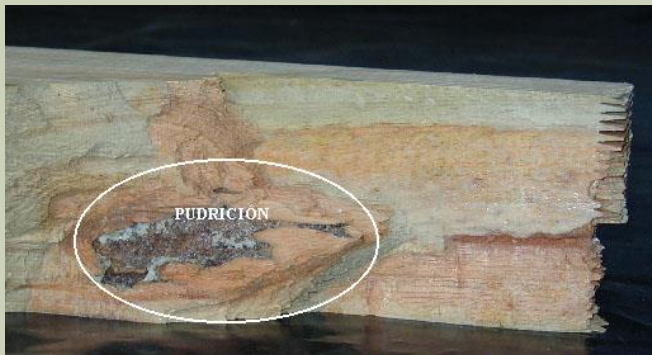
Las **TENSIONES DE DISEÑO DE REFERENCIA** se obtienen para lo que se denomina un contenido de humedad en servicio (humedad de equilibrio), que corresponde a un ambiente ventilado y semi- cubierto (estado seco) con una humedad promedio del 16% al 19%.

LA MADERA COMO MATERIAL ESTRUCTURAL-DEFECTOS

■ NUDOS

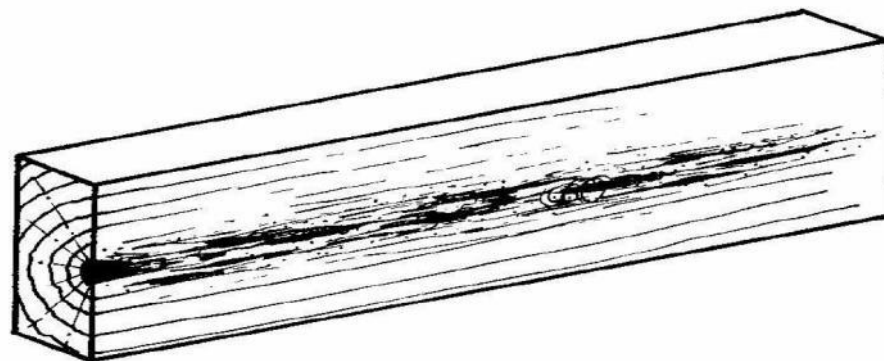


■ RONCHAS

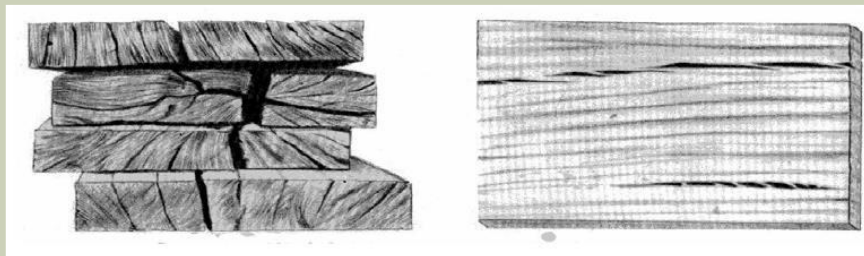


LA MADERA COMO MATERIAL ESTRUCTURAL-DEFECTOS

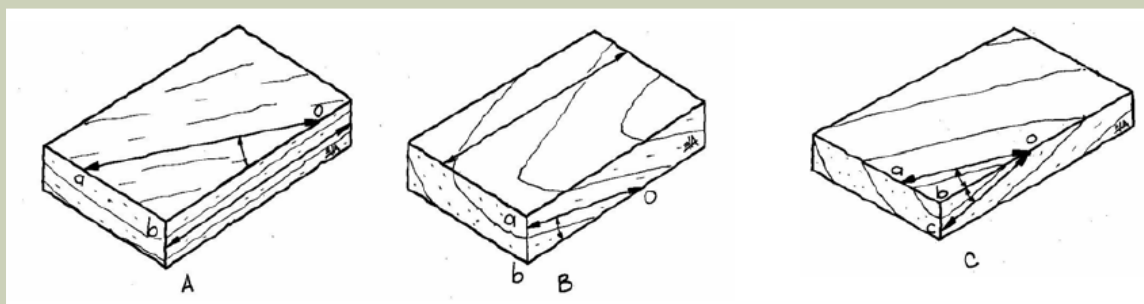
■ MEDULA INCLUIDA



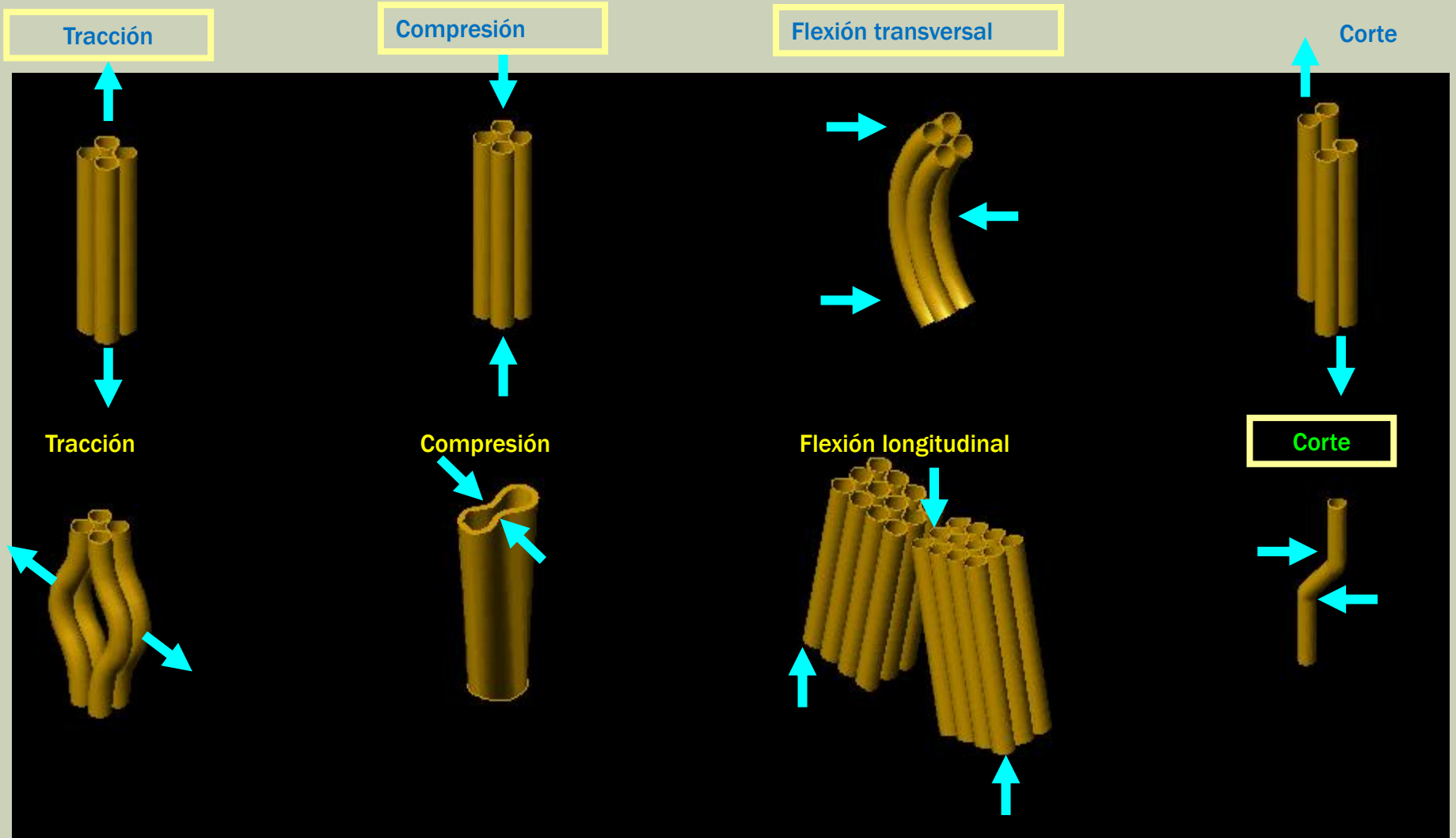
■ RAJADURAS O FENDAS



■ DESVIACION DE LA FIBRA



Capacidad resistente según la dirección de las fibras



Las fibras de la madera tiene buena resistencia en **sentido longitudinal** a la tracción, compresión y flexión transversal, pero poca resistencia al corte.

Las fibras de la madera tienen buena resistencia en **sentido transversal** al corte, pero poca resistencia a flexión longitudinal y a esfuerzos normales.

LA **CAPACIDAD RESISTENTE**
ES LA PROPIEDAD MÁS
IMPORTANTE DE UN MATERIAL
ESTRUCTURAL.

DEBIDO A LA ANISOTROPÍA Y A LA
HETEROGENEIDAD DE LA MADERA
COMO MATERIAL, NOS INTERESA LA
TENSIÓN MÁXIMA CAPAZ DE
SOPORTAR, QUE SE DETERMINA
GENERALMENTE APLICANDO
ESFUERZOS DE TRACCIÓN, DE
FLEXIÓN O DE COMPRESIÓN EN
MUESTRAS TOMADAS AL EFECTO Y
EN MÁQUINAS DE PRUEBA.



Reglamento CIRSOC 601
Ministerio de Planificación Federal,
Inversión Pública y Servicios
Secretaría de Obras Públicas de la Nación

INTI
Instituto Nacional de
Tecnología Industrial



CIRSOC
Centro de Investigación de los
Reglamentos Nacionales de
Seguridad para las Obras Cíviles



***REGLAMENTO ARGENTINO DE
ESTRUCTURAS DE
MADERA***

Julio 2013



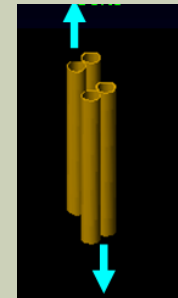
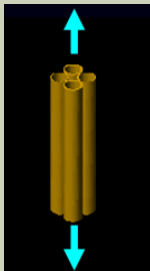
¿Como medimos la resistencia de la madera? ¿Cuánto resiste a flexión? ¿a corte? ¿a tracción o compresión?

RESISTENCIA DE LA MADERA-TENSION DE REFERENCIA (F)

- Se obtiene a partir de la realización de ensayos y de la aplicación estadística.
- La tensión de referencia es un valor tal que el sólo el 5% de los valores de tensiones de los ensayos son inferiores a ella.

La TENSION DE REFERENCIA es una tensión, obtenida de probetas libres de defectos y con un valor de humedad controlada y condiciones que pueden diferir de aquellas que podemos encontrar en nuestras estructuras.

CIRSOC 601: Estructuras de Madera: brinda tablas con los valores de tensiones de referencia, módulos de elasticidad y densidades de madera aserrada y laminada, para diversas especies de reforestación usadas en nuestro país.



EJEMPLOS SUPLEMENTO 1 CIRSOC 601-TENSION DE REFERENCIA (F)

Madera Aserrada: Eucaliptus Grandis (Mesopotamia)

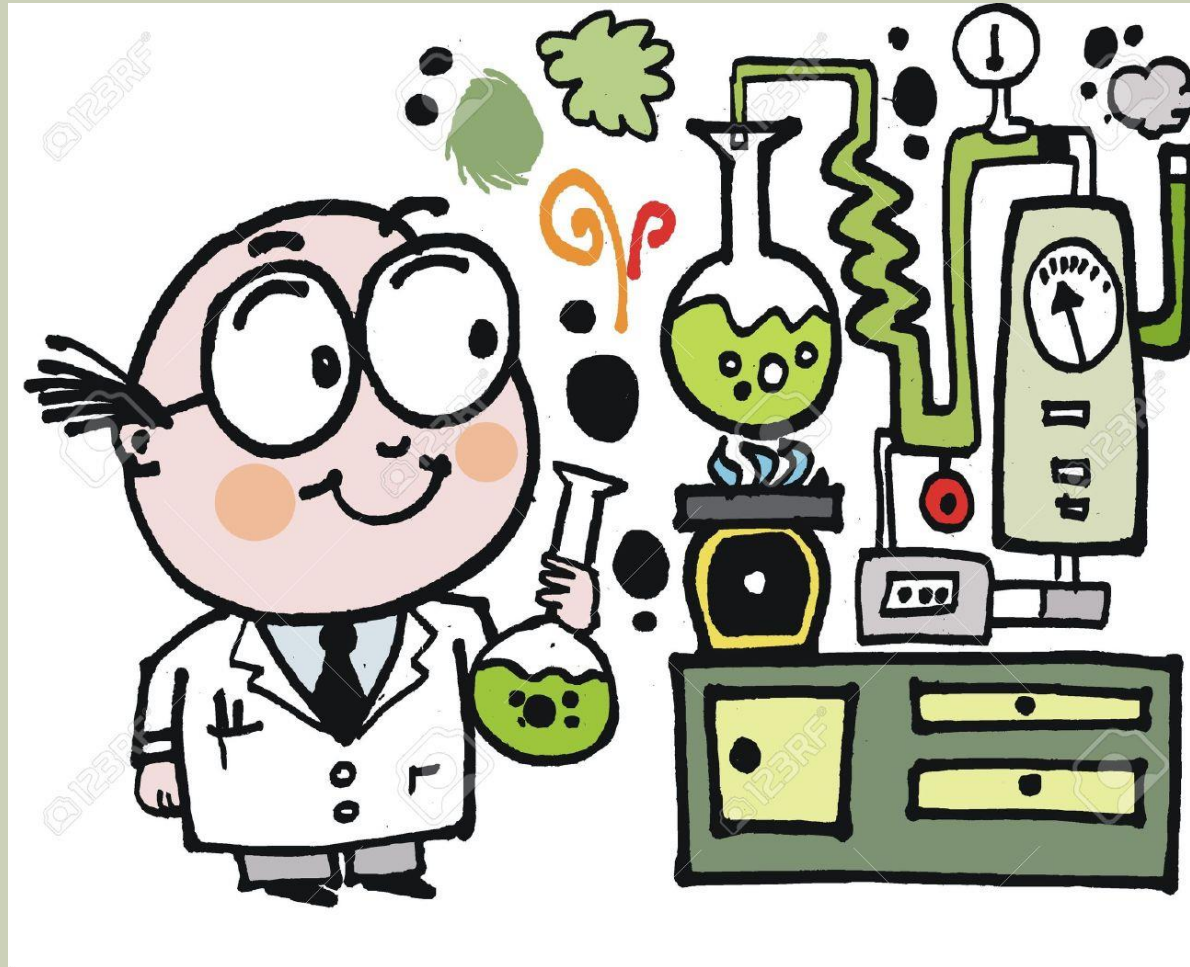
Clase de Resistencia	F_b	F_t	F_v	$F_{c\perp}$	F_c	E	$E_{0,05}$	E_{min}	$\delta_{0,05}$
1	9,4	5,6	0,9	1,8	7,2	12000	8100	5100	430
2	7,5	4,4	0,8	1,7	6,6	10800	7200	4600	430
3	5,6	3,4	0,6	1,5	5,6	10000	6700	4200	430

Madera Aserrada: Pino Taeda o Eliotis (Noroeste Argentino)

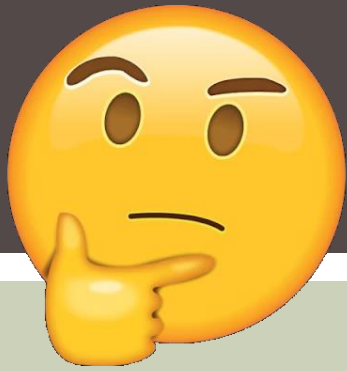
Clase de Resistencia	F_b	F_t	F_v	$F_{c\perp}$	F_c	E	$E_{0,05}$	E_{min}	$\delta_{0,05}$
1	6,2	3,7	0,7	0,9	6,0	7700	5200	3300	420
2	3,2	1,9	0,4	0,8	4,5	6500	4300	2700	390

Las unidades de tensiones de referencia y módulos de elasticidad están expresadas en N/mm² (1 N/mm² = 10 kg/cm²) mientras que las unidades para las densidades están en kg/m³

SITUACIONES DE ENSAYOS Vs REALIDAD DE PUESTA EN OBRA



**FACTORES
DE AJUSTE**



¿Que puede cambiar entre la situación del ensayo y el de la obra?

Factores de ajuste por :



Humedad ambiente **CM**
(condición de servicio
SECA O HUMEDA)



Temperatura **Ct** (cuando la
temperaturas supera los
40° durante mucho
tiempo)

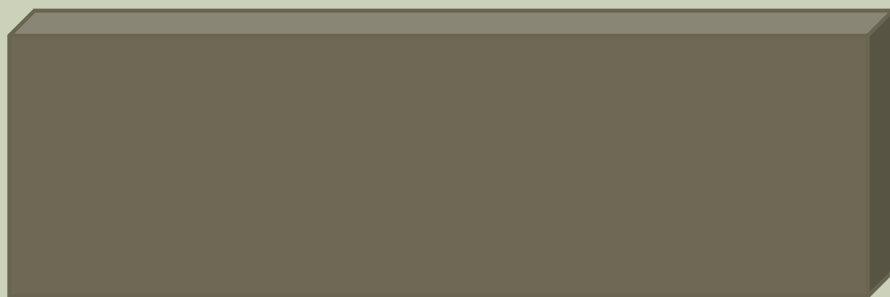
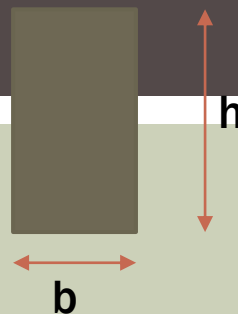
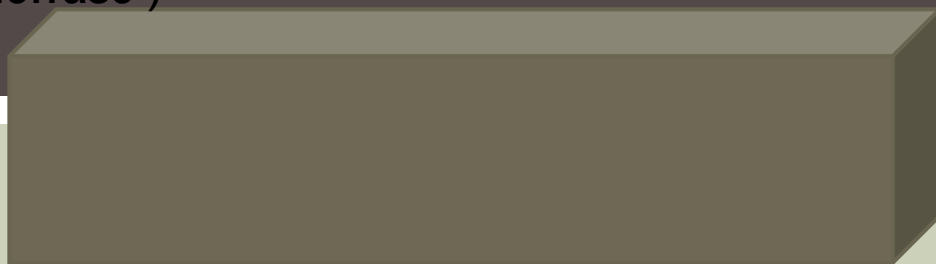


Duración de la carga **CD**
(cargas de mayor duración
producen efectos mas
desfavorable que las de
corta duración)

Diferente forma **CF**
(madera aserrada si el
ancho b no es 15cm) o Cv
(madera laminada si el
ancho b no es 15cm y la



Posibilidad de pandeo LATERAL **CL** (relación $1 < h/b < 5$ no hay riesgo) o si la parte comprimida esta toooda vinculada a un plano rígido (por ejemplo entre piso o cielorraso)



Repetición de vigas separadas iguales y con la misma carga **Cr** (muy común en entre pisos y cubiertas). Este factor se puede considerar CONSERVADORAMENTE =1



En casos normales de uso, viviendas o estructuras sencillas, en ambientes de condiciones de humedad normales, cubiertos o semi cubiertos y respetando relaciones de altura/ancho entre 1 y 5, con temperaturas menores a 40° los coeficientes de ajustes son :

$C_M, C_t, C_r,$

TODOS = 1

C_F Madera aserrada

$$C_F = \left(\frac{150}{d} \right)^{0,2} \leq 1,3$$

C_V Madera laminada

$$C_V = \left(\frac{600}{d} \right)^{0,1} \left(\frac{150}{b} \right)^{0,05} \leq 1,1$$

- C_D {
- 1 si las cargas consideradas son D+L (cargas permanentes y sobrecargas)
 - 1,15 si las cargas consideradas son D+L+S (cargas permanentes, sobrecargas y nieve)
 - 1,6 si las cargas consideradas son D+W o D+E (cargas permanentes y viento o cargas permanentes y sismo)

TENSION DE REFERENCIA AJUSTADA (F') es la Tensión obtenida por ENSAYOS ajustada por diferentes condiciones entre ensayos y puesta en obra. Se usan **coeficientes de ajuste**

Tensión de referencia ajustada de **FLEXIÓN**

$$F'_b = F_b \times C_D \times C_M \times C_t \times C_L \times C_F \text{ (o } C_v) \times C_r$$

Tensión de referencia ajustada de **CORTE**

$$F'_v = F_v \times C_D \times C_M \times C_t$$

Tensión de referencia ajustada de **COMPRESIÓN**

$$F'_c = F_c \times C_D \times C_M \times C_t \times C_P$$

Tensión de referencia ajustada de **TRACCIÓN**

$$F'_t = F_t \times C_D \times C_M \times C_t$$

MÓDULO DE ELASTICIDAD
longitudinal de referencia ajustado.

$$E' = E \times C_M \times C_t$$

FLEXIÓN Y CORTE EN MADERA

CIRSOC 601
verificaciones

DIMENSIONADO EN MADERA (CIRSOC 601) (Método de Tensiones Admisibles)

ACCIONES DE SERVICIO
(sin mayoración)

SOLICITACIONES

$M_{\max}$, $V_{\max}$

TENSIONES MAXIMAS

$f_{\max}$, $f_{v \max}$

RESISTENCIA DE DISEÑO DE
REFERENCIA

Según especie y procedencia-Tablas

COEFICIENTES DE AJUSTE

C_D , C_M , C_t , C_L , C_F , C_r

RESISTENCIAS DE DISEÑO AJUSTADAS

F'_b , F'_v

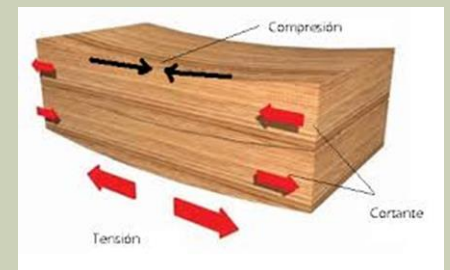
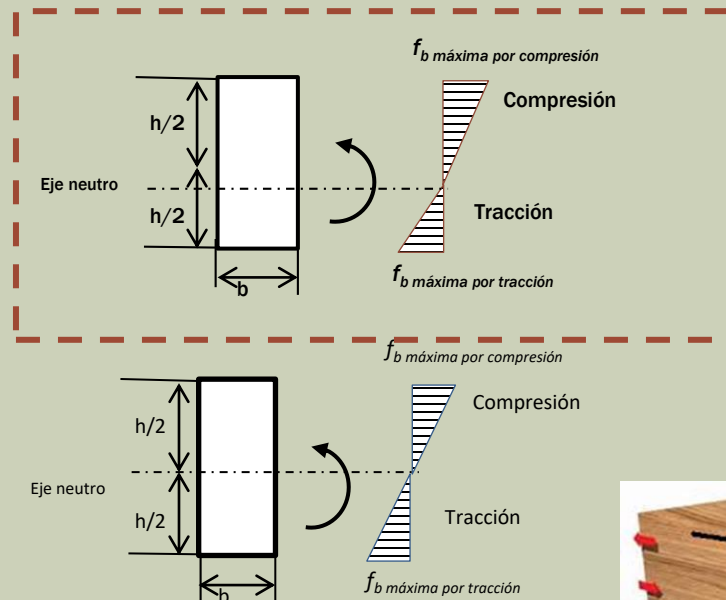
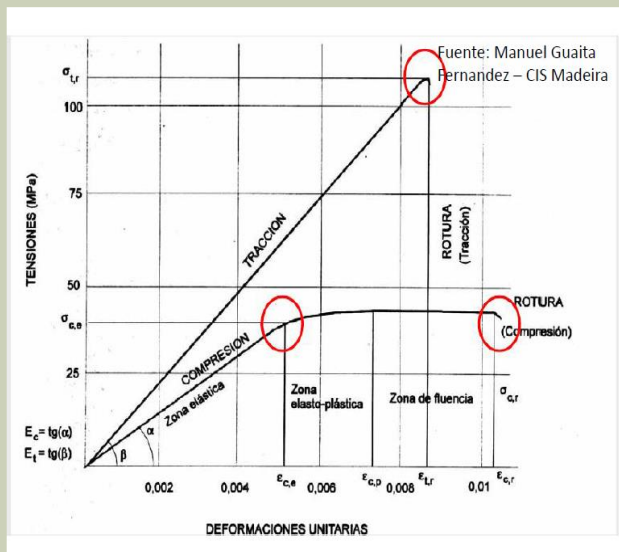
CONDICIONES DE
SEGURIDAD

$$\begin{aligned} f_{\max} &\leq F'_b \\ f_{v \max} &\leq F'_v \end{aligned}$$



SOLICITACIÓN A FLEXIÓN EN MADERA

En la zona TRACCIONADA el modulo de Elasticidad es distinto del que corresponde a la zona COMPRIMIDA, por ello el EJE NEUTRO NO ESTA EN EL CENTRO GEOMETRICO

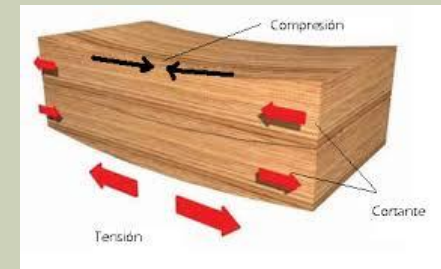
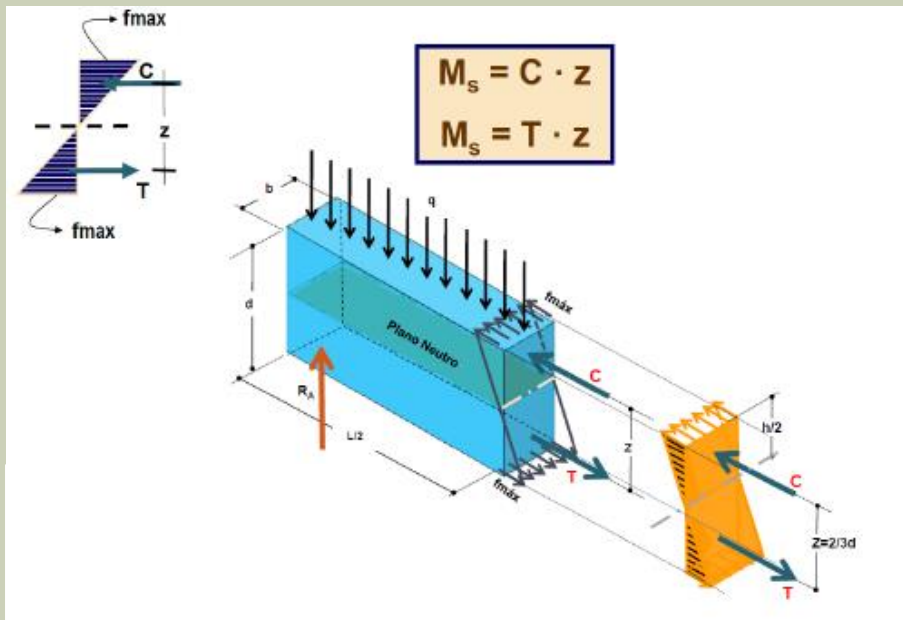


TENSIONES MAXIMA EN UN ELEMENTO FLEXIONADO

VERIFICAR QUE:

LA TENSION DE REFERENCIA AJUSTADA SEA MAYOR QUE LA TENSION MAXIMA PRODUCIDA POR FLEXION

$$f_b \leq F'_b$$



Dónde:

f_b =Tensión de flexión. Esta tensión debe ser obtenida con el área bruta de la sección

$$f_b = \frac{M}{S}$$

F'_b =Resistencia de diseño a la flexión, ajustada con los factores de ajuste aplicables.

S =Modulo resistente elástico de la sección respecto al eje de flexión.

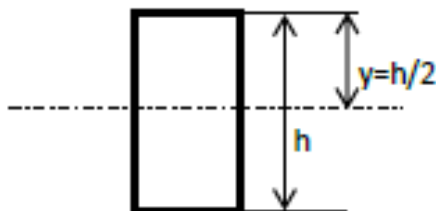
$$f_b \leq F'_b$$

FORMA
MODULO ELASTICO
RESISTENTE



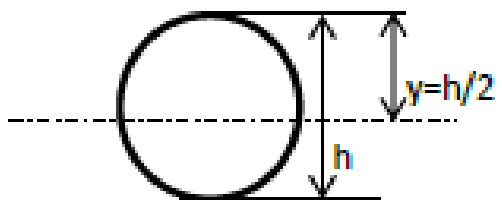
MATERIAL
RESISTENCIAS A
FLEXIÓN-TENSION DE
REFERENCIA AJUSTADA

Seccion rectangular



$$S = \frac{I}{y} = \frac{\frac{b \cdot h^3}{12}}{h/2} = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

Seccion circular



$$S = \frac{I}{y} = \frac{\frac{\pi h^4}{64}}{h/2} = \frac{\pi h^3}{32}$$

Valores de diseño DE REFERENCIA AJUSTADA

- MADERA ASERRADA DE SECCION RECTANGULAR O SECCION CIRCULAR

$$F'_b = F_b \cdot C_D \cdot C_t \cdot C_M \cdot C_F \cdot C_r \cdot C_L$$

- MADERA LAMINADA

$$F'_b = F_b \cdot C_D \cdot C_t \cdot C_M \cdot C_v \cdot C_r \cdot C_L$$

Los factores de ajuste a utilizar son:

C_D = factor de duración de la carga

C_t = factor de temperatura

C_F = factor de tamaño

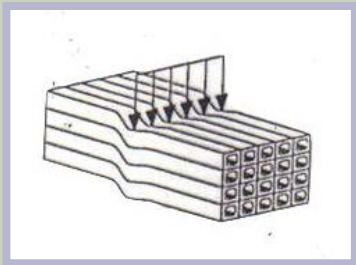
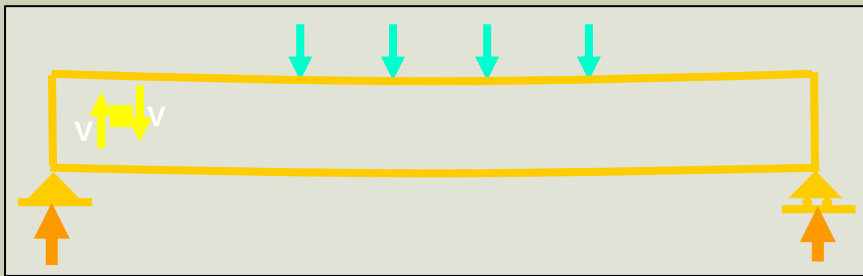
C_M = factor de condición de servicio

C_r = factor de distribución lateral de cargas

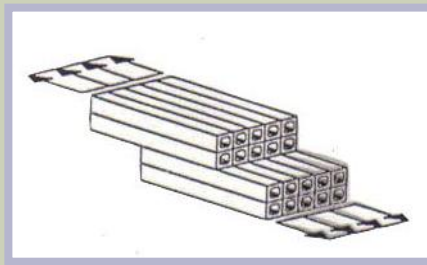
C_v = factor de condición de volumen

C_L = factor de estabilidad lateral

RESISTENCIA A CORTE EN MADERA



Cortadura



Deslizamiento

RESISTENCIA A CORTE

F_v = TENSION de REFERENCIA a CORTE

Para los calculos

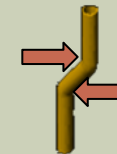
F'_v = TENSION de REFERENCIA AJUSTADA a CORTE

**DISTINTA RESISTENCIA
DE LA MADERA EN DIRECCION
PARALELA O PERPENDICULAR
A LA FIBRA**

POR EFECTO DE LAS TENSIONES
TANGENCIALES LAS FIBRAS
TRABAJA EN LAS DOS
DIRECCIONES



**Esfuerzo de
Corte Paralelo a
las fibras**



**Esfuerzo de
Corte
Perpendicular a
las fibras**

ESFUERZOS DE CORTE-CRITERIOS DE DISEÑO

$$f_v \leq F'_v$$

$$f_v = 1,5 \frac{V}{b \cdot h} \leq F'_v$$

**Valores de diseño DE REFERENCIA
AJUSTADA**

$$F'_v = F_v \cdot C_D \cdot C_t \cdot C_M$$

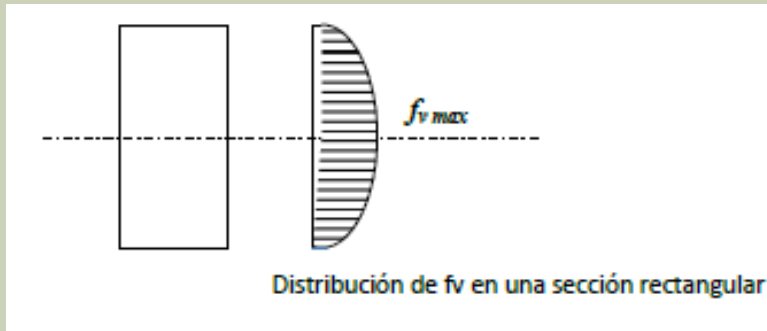
F_v = Tension de Referencia PARALELA A LAS FIBRAS

Los factores de ajuste a utilizar son:

C_D = factor de duración de la carga

C_t = factor de temperatura

C_M = factor de condición de servicio



$$f_b = \frac{M}{S} \leq F'_b$$

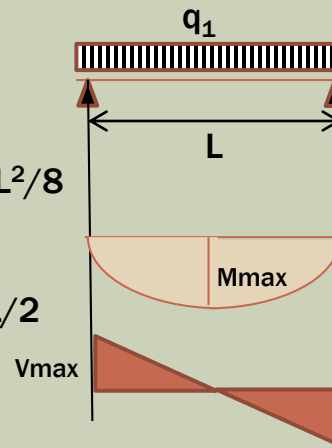
$$S = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

$$M_{\max} = 350 \text{ kg/m} \cdot (3 \text{ m})^2 / 8 = 393,75 \text{ kg.m}$$

$$V_{\max} = 350 \cdot 3 / 2 = 525 \text{ kg}$$

$$M_{\max} = q \cdot L^2 / 8$$

$$V_{\max} = q \cdot L / 2$$



DOS CAMINOS :

- 1) Conozco la sección y quiero verificar
- 2) Busco una sección necesaria

RESOLUCION- FLEXION

- 1) Sección 3"x6" 3" = 7,5cm 6" = 15cm

$$S = 7,5 \text{ cm} \times (15 \text{ cm})^2 / 6 = 281,25 \text{ cm}^3$$

$$f_b = \frac{M}{S} = \frac{393,57 \times 100 \text{ kg.cm}}{281,25 \text{ cm}^3} = 140 \text{ kg/cm}^2 > F'_b \text{ NO VERIFICA}$$

$$2) \text{ Despejo } S = \frac{M}{f_b} = \frac{393,57 \times 100 \text{ kg.cm}}{66 \text{ kg/cm}^2} = 596,31 \text{ cm}^3$$

Si $S = \frac{b \cdot h^2}{6}$ podemos proponer $b = 10 \text{ cm}$ (4") y despejar $h = \sqrt{\frac{S_{\text{nec.6}}}{b}} = 18,9 \text{ cm}$

ADOPTAMOS UNA SECCION 4"x 8" $F'_b = 66 \text{ kg/cm}^2$

$$f_b = \frac{M}{S} = \frac{393,57 \times 100 \text{ kg.cm}}{666,7 \text{ cm}^3} = 59 \text{ kg/cm}^2 < F'_b \text{ VERIFICA}$$

EJEMPLO DIMENSIONADO:

VIGA DE CUBIERTA

$$q = 350 \text{ kg/m}$$

$$\text{Long} = 3 \text{ m}$$

Madera Pino
Parana de Misiones
Calidad 2, para
D+L, en
condiciones de
humedad y
temperatura
normales y con
cielorraso que
arriostra la viga a
pandeo lateral.

$$F'_b = 66 \text{ kg/cm}^2 \text{ y}$$

$$F'_v = 7 \text{ kg/cm}^2$$

TENSIONES DE REFERENCIA Y MODULOS DE ELASTICIDAD DE MADERAS ASERRADAS

Madera Aserrada: Eucaliptus Grandis (Mesopotamia)

Clase de Resistencia	F _b	F _t	F _v	F _{c⊥}	F _c	E	E _{0,05}	E _{min}	δ _{0,05}
1	94	56	9	18	72	12000 0	81000	51000	430
2	75	44	8	17	66	10800 0	72000	46000	430
3	56	34	6	15	56	10000 0	67000	42000	430

Madera Aserrada: Pino Taeda o Eliotis (Noroeste Argentino)

Clase de Resistencia	F _b	F _t	F _v	F _{c⊥}	F _c	E	E _{0,05}	E _{min}	δ _{0,05}
1	62	37	7	9	60	77000	52000	33000	420
2	32	19	4	8	45	65000	43000	27000	390

Las unidades de tensiones de referencia y módulos de elasticidad están expresadas en kg/cm² mientras que las unidades para las densidades están en kg/m³ (fuente CIRSOC 601 – Suplemento 1)

Resistencia a corte considerada es la menor de las dos direcciones

TENSIONES DE REFERENCIA Y MODULOS DE ELASTICIDAD DE MADERAS ASERRADAS

Madera Aserrada: Pino Parana (Misiones)

Clase de Resistencia	F_b	F_t	F_v	$F_{c\perp}$	F_c	E	$E_{0,05}$	E_{min}	$\delta_{0,05}$
1	106	63	11	10	75	13300 0	89000	57000	440
2	66	41	7	8	63	114000	77000	49000	390
3	50	31	6	8	53	10000 0	67000	42000	390

Resistencia a corte considerada es la menor de las dos direcciones

Las unidades de tensiones de referencia y módulos de elasticidad están expresadas en kg/cm² mientras que las unidades para las densidades están en kg/m³ (fuente CIRSOC 601 – Suplemento 1)

TENSIONES DE REFERENCIA Y MODULOS DE ELASTICIDAD DE **MADERAS LAMINADAS**

Especie	Grado de Resistencia	F_b	F_t	F_v	$F_{c\perp}$	F_c	E	$E_{0,05}$	E_{min}
Pino taeda y Elliotti	1	63	35	7	9	63	112000	75000	47000
	2	41	23	4	8	41	67000	45000	28000
Pino Paraná	1	75	41	8	10	75	134000	90000	57000
	2	63	35	7	9	63	116000	78000	49000
Eucalipto Grandis	1	75	41	8	18	75	134000	90000	57000
	2	66	37	8	17	66	116000	78000	49000

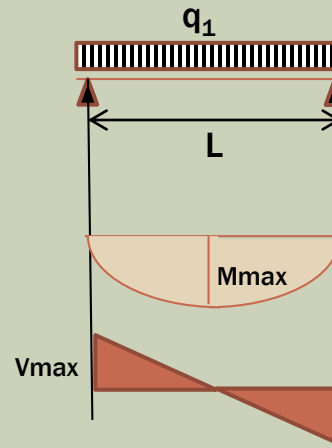
•MADERA LAMINADA ENCOLADA (para las especies anteriores) Unidades F (kg/cm²), E (kg/cm²) y densidad δ (kg/m³)

$$f_v = 1,5 \cdot \frac{V}{b \cdot h} \leq F'_v$$

$$S = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

$$M_{\max} = q \cdot L^2 / 8$$

$$V_{\max} = q \cdot L / 2$$



$$M_{\max} = 350 \text{ kg/m} \cdot (3 \text{ m})^2 / 8 = 393,75 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$V_{\max} = 350 \cdot 3 / 2 = 525 \text{ kg}$$

VERIFICACION A CORTE:

1) Conozco la sección y quiero verificar

RESOLUCION

1) Sección 4"x8" 4" = 10cm 8" = 20cm

$$f_v = 1,5 \cdot \frac{V}{b \cdot h} = \frac{525 \text{ kg}}{200 \text{ cm}^2} = 1,5 \cdot 3,93 \text{ kg/cm}^2 < F'_v \text{ VERIFICA}$$

EJEMPLO DIMENSIONADO

VIGA DE CUBIERTA
q=350kg/m,
Long= 3m

Madera Pino Parana
de Misiones Calidad 2
para D+L, en
condiciones de
humedad y
temperatura normales
y con cielloraso que
arriostra la viga a
pandeo lateral.

F'b=66kg/cm² y
F'v=7kg/cm²

CALCULO DE LA DEFORMACION MAXIMA DEF_{MAX} Y VERIFICACION DE LA DEFORMACION

- **CARACTERISTICA MECANICA** MATERIAL – MODULO DE ELASTICIDAD **E**
- **CARACTERISTICA GEOMETRICA** FORMA- DISTRIBUCION DE LA MASA – MOMENTO DE INERCIA **I**
- **CARGA** TIPO Y FORMA DE LA CARGA
- **VINCULOS O APOYOS** - EMPOTRAMIENTOS o ARTICULACIONES, VOLADIZOS
- **LONGITUD**

Debemos verificar que la deformación o flecha máxima sea menor que la deformación o flecha admisible

$$def_{max} \leq def_{admissible}$$

Destino	Deformación Instantánea	Deformación Final
Viviendas y oficinas	Luz/360	Luz/ 300
Comercio, Recreación e Institucional	Luz/360	Luz/240
Industria y rurales	—	Luz/200

Tabla de deformaciones admisibles
CIRSOC 601

CALCULO DE LA DEFORMACION MAXIMA FMAX Y VERIFICACION DE LA DEFORMACION

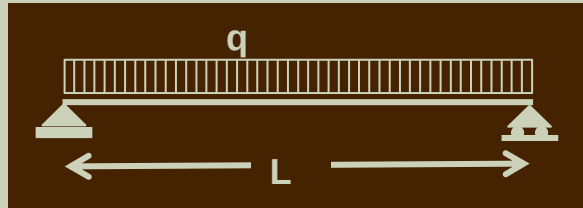
En estructuras de madera, se debe considerar la deformación diferida (a través del tiempo) que puede sufrir el material, por acción de las cargas de larga duración.

Esta deformación final (Δ_f) se obtiene, aplicando a la deformación instantánea $\epsilon \Delta_i$ un factor de deformación K_{cr}

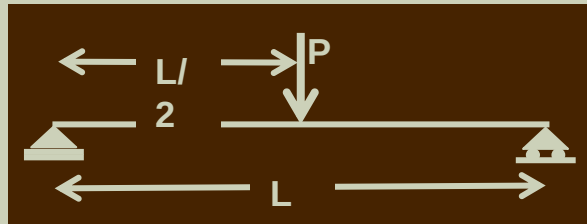
$$def_{max} \times K_{cr} \leq def_{admisible}$$

Valores de K_{cr}		
Elementos secos	Vigas de madera aserrada y laminada. Condición de servicio seca.	1,5
	Vigas de madera aserrada y laminada. Condición de servicio húmeda.	2,0
Element. verdes	Vigas de madera aserrada o sección circular que secan bajo carga.	3,0

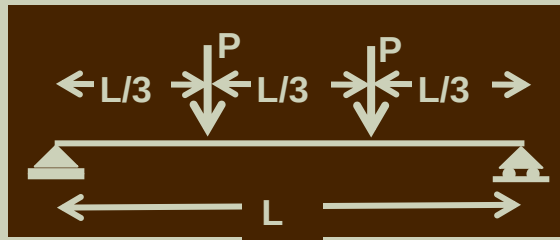
DEFLEXIONES PARA VIGAS SEGÚN EL ESTADO DE CARGAS



$$f_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{I \cdot E}$$



$$f_{max} = \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot I \cdot E}$$



$$f_{max} = \frac{23 \cdot P \cdot L^3}{648 \cdot I \cdot E}$$



$$f_{max} = 0,01304 \cdot \frac{Q \cdot L^3}{I \cdot E}$$

VERIFICACION DEFORMACIONES:

$$def_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{I \cdot E}$$

$$def_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{350 \text{ kg/m} \cdot (300 \text{ cm})^4 \cdot 0,01 \text{ m/cm}}{\frac{10 \text{ cm} \cdot (20 \text{ cm})^3}{12} \cdot 114000 \text{ kg/cm}^2} = 0,48 \text{ cm}$$

Deformación diferida $def = 0,48 \text{ cm} \times 1,5 = 0,73 \text{ cm}$

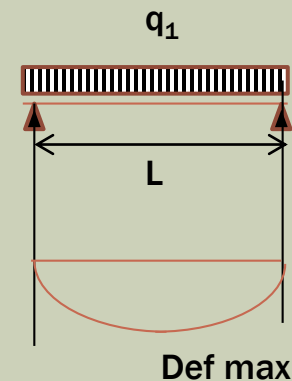
Destino	Deformación Instantánea	Deformación Final
Viviendas y oficinas	Luz/360	Luz/ 300
Comercio, Recreación e Institucional	Luz/360	Luz/240
Industria y rurales	—	Luz/200

Def admisible

INSTANTANEA = $L/360 = 300 \text{ cm} / 360 = 0,83 \text{ cm} > \text{def máxima} = 0,4 \text{ cm}$ ok

DIFERIDA = $L/300 = 1 \text{ cm} > 0,73 \text{ cm}$ ok

Valores de K_{cr}		
Elementos secos	Vigas de madera aserrada y laminada. Condición de servicio seca.	1,5
	Vigas de madera aserrada y laminada. Condición de servicio húmeda.	2,0
Elementos verdes	Vigas de madera aserrada o sección circular que secan bajo carga.	3,0



SINTESIS

- VERIFICACION A FLEXION Y CORTE se comparan tensiones máximas con tensiones de referencia ajustadas

$$f_b = \frac{M}{S} \leq F' b$$

$$f_v = 1,5 \cdot \frac{V}{b \cdot h}$$

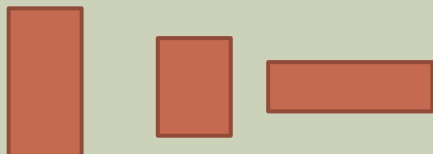
$$\leq F' v$$

- Elementos flexionados deben ser verificados a deformación instantánea y en caso que así lo requiera también la def diferida

SÍNTESIS CRITERIOS DE DISEÑO

CRITERIOS DE DISEÑO

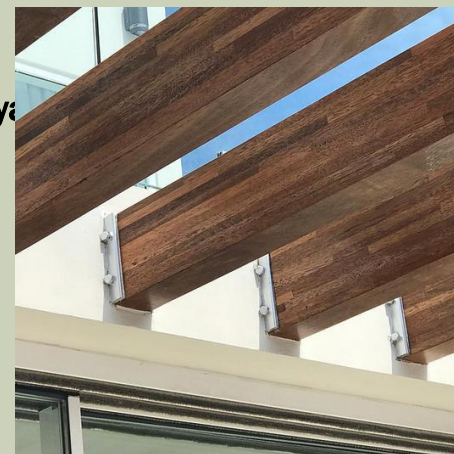
- La sección debe ser rectangular **mas alta que ancha** preferentemente



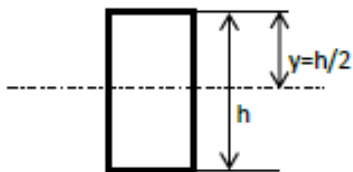
PREFERENTEMENTE $d/b \leq 2$



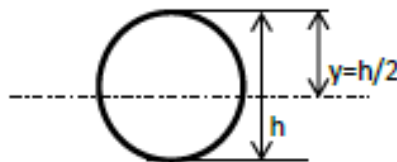
- La relación entre ancho y alto debe estar entre 1 y 2 para evitar **pandeo lateral** de la viga o en su defecto debe estar vinculada a un plano rígido (cielorraso o piso de madera espesor mínimo 18mm)
- Las secciones circulares o cuadradas no son las mas adecuadas para vigas ya que al mismo peso tienen menos Inercia.



- Sección rectangular



- Sección circular



- Unión en apoyo articulada pero con impedimento de giro alrededor del eje longitudinal