



Pauta Tarea 1

1. Determinar las tensiones admisibles en madera de Eucalipto, Ulmo, Raulí, Lengua y Álamo para los cuatro grados estructurales definidos por la norma NCh1970/1.Of88 en estado verde y seco. Para esto tienen que utilizar además las normas NCh 1970, 1989 y NCh 1990.

Eucalipto (*Eucalyptus globulus*)

Tabla 1: Relación entre la agrupación de la especie, la clase estructural y Grado estructural

Agrupación para madera	Estado Verde	Estado Seco
	E2	ES2
	Clase Estructural	
Grado Estructural N°1	f22	f34
Grado Estructural N°2	f17	f27
Grado Estructural N°3	f14	f22
Grado Estructural N°4	f11	f17

Tabla 2: Tensiones admisibles para madera de Eucalipto en estado verde según distintos grados estructurales

Madera en Estado Verde	TENSIONES ADMISIBLES [MPa]					
	Flexión	Compresión Paralela	Tracción Paralela	Cizalle	Compresión Normal	E _f *
Grado Estructural N°1	22	16,5	13,2	1,7	5,2	12600
Grado Estructural N°2	17	13	10,2	1,45	5,2	10600
Grado Estructural N°3	14	10,5	8,4	1,25	5,2	9100
Grado Estructural N°4	11	8,3	6,6	1,05	5,2	7900

*Módulo Elástico en flexión

Tabla 3: Tensiones admisibles para madera de Eucalipto en estado seco según distintos grados estructurales

Madera en Estado Seco	TENSIONES ADMISIBLES [MPa]					
	Flexión	Compresión Paralela	Tracción Paralela	Cizalle	Compresión Normal	E _f
Grado Estructural N°1	34,5	26	20,7	2,45	9	18150
Grado Estructural N°2	27,5	20,5	16,5	2,05	9	15000
Grado Estructural N°3	22	16,5	13,2	1,7	9	12600
Grado Estructural N°4	17	13	10,2	1,45	9	10600

Ulmo (*Eucryphia cordifolia*)

Tabla 4: Relación entre la agrupación de la especie, la clase estructural y Grado estructural

Agrupación para madera	Estado Verde	Estado Seco
	E3	ES4
	Clase Estructural	
Grado Estructural N°1	f17	f22
Grado Estructural N°2	f14	f17
Grado Estructural N°3	f11	f14
Grado Estructural N°4	f8	f11

Tabla 5: Tensiones admisibles para madera de Ulmo en estado verde según distintos grados estructurales

Madera en Estado Verde	TENSIONES ADMISIBLES [MPa]					
	Flexión	Compresión Paralela	Tracción Paralela	Cizalle	Compresión Normal	E_f
Grado Estructural N°1	17	13	10,2	1,45	4,1	10600
Grado Estructural N°2	14	10,5	8,4	1,25	4,1	9100
Grado Estructural N°3	11	8,3	6,6	1,05	4,1	7900
Grado Estructural N°4	8,6	6,6	5,2	0,86	4,1	6900

Tabla 6: Tensiones admisibles para madera de Ulmo en estado seco según distintos grados estructurales

Madera en Estado Seco	TENSIONES ADMISIBLES [MPa]					
	Flexión	Compresión Paralela	Tracción Paralela	Cizalle	Compresión Normal	E_f
Grado Estructural N°1	22	16,5	13,2	1,7	6,6	12600
Grado Estructural N°2	17	13	10,2	1,45	6,6	10600
Grado Estructural N°3	14	10,5	8,4	1,25	6,6	9100
Grado Estructural N°4	11	8,3	6,6	1,05	6,6	7900

Raulí (*Nothofagus alpina*)

Tabla 7: Relación entre la agrupación de la especie, la clase estructural y Grado estructural

Agrupación para madera	Estado Verde	Estado Seco
		E4
	Clase Estructural	
Grado Estructural N°1	f14	f17
Grado Estructural N°2	f11	f14
Grado Estructural N°3	f8	f11
Grado Estructural N°4	f7	f8

Tabla 8: Tensiones admisibles para madera de Raulí en estado verde según distintos grados estructurales

Madera en Estado Verde	TENSIONES ADMISIBLES [MPa]					
	Flexión	Compresión Paralela	Tracción Paralela	Cizalle	Compresión Normal	E_f
Grado Estructural N°1	14	10,5	8,4	1,25	3,3	9100
Grado Estructural N°2	11	8,3	6,6	1,05	3,3	7900
Grado Estructural N°3	8,6	6,6	5,2	0,86	3,3	6900
Grado Estructural N°4	6,9	5,2	4,1	0,72	3,3	6100

Tabla 9: Tensiones admisibles para madera de Raulí en estado seco según distintos grados estructurales

Madera en Estado Seco	TENSIONES ADMISIBLES [MPa]					
	Flexión	Compresión Paralela	Tracción Paralela	Cizalle	Compresión Normal	E_f
Grado Estructural N°1	17	13	10,2	1,45	5,2	10600
Grado Estructural N°2	14	10,5	8,4	1,25	5,2	9100
Grado Estructural N°3	11	8,3	6,6	1,05	5,2	7900
Grado Estructural N°4	8,6	6,6	5,2	0,86	5,2	6900

Lenga (*Nothofagus pumilio*)

Tabla 10: Relación entre la agrupación de la especie, la clase estructural y Grado estructural

Agrupación para madera	Estado Verde	Estado Seco
	E5	ES4
	Clase Estructural	
Grado Estructural N°1	f11	f22
Grado Estructural N°2	f8	f17
Grado Estructural N°3	f7	f14
Grado Estructural N°4	f5	f11

Tabla 11: Tensiones admisibles para madera de Lenga en estado verde según distintos grados estructurales

Madera en Estado Verde	TENSIONES ADMISIBLES [MPa]					
	Flexión	Compresión Paralela	Tracción Paralela	Cizalle	Compresión Normal	E_f
Grado Estructural N°1	11	8,3	6,6	1,05	2,6	7900
Grado Estructural N°2	8,6	6,6	5,2	0,86	2,6	6900
Grado Estructural N°3	6,9	5,2	4,1	0,72	2,6	6100
Grado Estructural N°4	5,5	4,1	3,3	0,62	2,6	5500

Tabla 12: Tensiones admisibles para madera de Lenga en estado seco según distintos grados estructurales

Madera en Estado Seco	TENSIONES ADMISIBLES [MPa]					
	Flexión	Compresión Paralela	Tracción Paralela	Cizalle	Compresión Normal	E_f
Grado Estructural N°1	22	16,5	13,2	1,7	6,6	12600
Grado Estructural N°2	17	13	10,2	1,45	6,6	10600
Grado Estructural N°3	14	10,5	8,4	1,25	6,6	9100
Grado Estructural N°4	11	8,3	6,6	1,05	6,6	7900

Álamo (*Populus sp.*)

Tabla 13: Relación entre la agrupación de la especie, la clase estructural y Grado estructural

Agrupación para madera	Estado Verde	Estado Seco
	E7	ES6
	Clase Estructural	
Grado Estructural N°1	f7	f14
Grado Estructural N°2	f5	f11
Grado Estructural N°3	f4	f8
Grado Estructural N°4	f3	f7

Tabla 14: Tensiones admisibles para madera de Álamo en estado verde según distintos grados estructurales

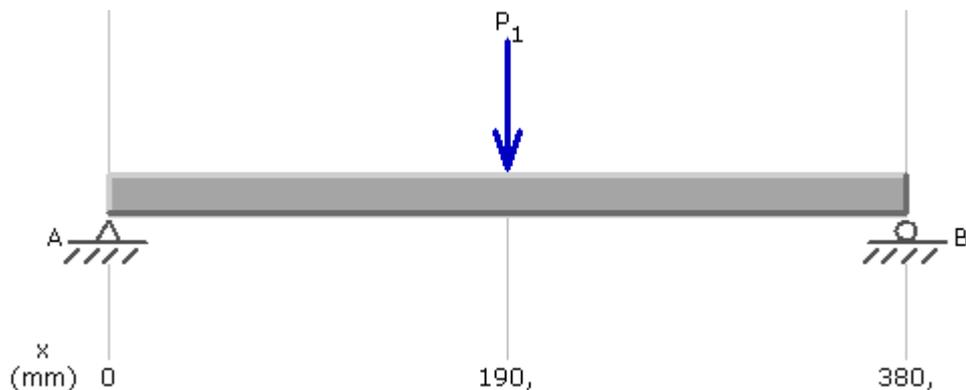
Madera en Estado Verde	TENSIONES ADMISIBLES [MPa]					
	Flexión	Compresión Paralela	Tracción Paralela	Cizalle	Compresión Normal	E_f
Grado Estructural N°1	6,9	5,2	4,1	0,72	1,7	6100
Grado Estructural N°2	5,5	4,1	3,3	0,62	1,7	5500
Grado Estructural N°3	4,3	3,3	2,6	0,52	1,7	5000
Grado Estructural N°4	3,4	2,6	2	0,43	1,7	4600

Tabla 15: Tensiones admisibles para madera de Álamo en estado seco según distintos grados estructurales

Madera en Estado Seco	TENSIONES ADMISIBLES [MPa]					
	Flexión	Compresión Paralela	Tracción Paralela	Cizalle	Compresión Normal	E_f
Grado Estructural N°1	14	10,5	8,4	1,25	4,1	9100
Grado Estructural N°2	11	8,3	6,6	1,05	4,1	7900
Grado Estructural N°3	8,6	6,6	5,2	0,86	4,1	6900
Grado Estructural N°4	6,9	5,2	4,1	0,72	4,1	6100

2. Una probeta de 2.5 cm x 2.5 cm es ensayada a la flexión estática con una luz de ensayo de 38 cm. La probeta falla bajo carga puntual central aplicada sobre la luz de ensayo. El dial de la máquina de ensayo marcó 1500 kg al momento de la fractura

a)



El esfuerzo en flexión está dado por la formula de Navier:

$\sigma = \frac{M \cdot C}{I}$, en este caso de un ensayo con una carga puntual en la mitad de la probeta se tiene que el esfuerzo de ruptura queda con la siguiente expresión:

$$\sigma_{ruptura} = \frac{\left(\frac{P_1 \cdot l}{4}\right) \cdot \left(\frac{a}{2}\right)}{\left(\frac{a \cdot a^3}{12}\right)} = \left(\frac{3}{2}\right) \cdot \frac{P_1 \cdot l}{a^3}$$

Con $P_1 = 1500 \text{ kg}$; $a = 2,5 \text{ cm}$ \wedge $l = 38 \text{ cm}$ el esfuerzo de ruptura es el siguiente:

$$\begin{aligned} \sigma_{ruptura} &= \left(\frac{3}{2}\right) \cdot \frac{1500 \text{ kg} \cdot 38 \text{ cm}}{(2,5 \text{ cm})^3} \\ \sigma_{ruptura} &= 5472 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

b) Asumiendo que el ensayo duró 10 minutos

Se sabe que $\sigma_x = \sigma_{DN} \cdot C_D$; donde:

σ_x = Esfuerzo de ruptura con x duración de carga

σ_{DN} : esfuerzo de ruptura con duración de Carga Normal

Como $\sigma_{10min} = 5472 \text{ kg/cm}^2$:

$$\begin{aligned} \sigma_{DN} &= \frac{\sigma_{10min}}{C_D} = \frac{5472 \text{ kg/cm}^2}{1,593} \\ \sigma_{DN} &= 3435 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Entonces el esfuerzo de ruptura para las siguientes duraciones de carga es el siguiente:

Duración permanente

$$\sigma_{DP} = \sigma_{DN} \cdot C_D = 3435 \text{ kg/cm}^2 \cdot 0,9$$
$$\sigma_{DP} = 3091 \text{ kg/cm}^2$$

Diez años

$$\sigma_{10 \text{ años}} = \sigma_{DN} \cdot C_D = 3435 \text{ kg/cm}^2 \cdot 1,0$$
$$\sigma_{10 \text{ años}} = 3435 \text{ kg/cm}^2$$

Dos meses

$$\sigma_{2 \text{ meses}} = \sigma_{DN} \cdot C_D = 3435 \text{ kg/cm}^2 \cdot 1,15$$
$$\sigma_{2 \text{ meses}} = 3950 \text{ kg/cm}^2$$

Duración permanente

$$\sigma_{7 \text{ días}} = \sigma_{DN} \cdot C_D = 3435 \text{ kg/cm}^2 \cdot 1,25$$
$$\sigma_{7 \text{ días}} = 4293 \text{ kg/cm}^2$$

3. El esfuerzo admisible en flexión de una especie es de 200 Kg/cm². Determine el esfuerzo de diseño para las siguientes condiciones:

(a) Viga soportada lateralmente en toda su longitud ; h=90 mm y b=60 mm ; Duración de la carga: 10 años ; Contenido de humedad: 12% ; Temperatura: 20 °C.

$$F_b := 200 \quad \text{Esfuerzo admisible, Kg/cm}^2$$

$$F'_b = F_b \cdot C_D \cdot C_T \cdot C_F \cdot C_L \cdot C_M \cdot C_{fu} \cdot C_t \cdot C_i \cdot C_c \cdot C_f$$

a) Todos los factores de modificación valen 1.

$$C_D := 1 \quad C_T := 1 \quad C_M := 1 \quad C_t := 1 \quad C_c := 1$$
$$C_F := 1 \quad C_L := 1 \quad C_{fu} := 1 \quad C_i := 1 \quad C_f := 1$$

$$F'_b := F_b \cdot C_D \cdot C_T \cdot C_F \cdot C_L \cdot C_M \cdot C_{fu} \cdot C_t \cdot C_i \cdot C_c \cdot C_f \quad \text{Esfuerzo de Diseño, Kg/cm}^2$$

$$F'_b = 200$$

(b) Viga inestable lateralmente; h=300 mm y b=90 mm; Duración de la carga: 7 días; Contenido de humedad: 20% ; Temperatura: 40 °C.

$$C_D := 1.15 \quad \text{FM por duración de carga}$$

$$h := 300 \quad \text{Altura de la viga, mm}$$

$$C_F := \left(\frac{90}{h}\right)^{\frac{1}{5}} \quad \text{FM por tamaño} \quad C_F = 0.786$$

$$CH := 25 \quad \text{Contenido de humedad, \%}$$

$$C_M := 1 - (CH - 12) \cdot 0.0205 \quad \text{FM por contenido de humedad} \quad C_M = 0.734$$

$$C_t := 0.7 \quad \text{FM por temperatura (55°C, humedo)}$$

$$C_D := C_D \quad C_r := 1 \quad C_M := C_M \quad C_t := C_t \quad C_c := 1$$

$$C_F := C_F \quad C_L := 1 \quad C_{fu} := 1 \quad C_i := 1 \quad C_f := 1$$

$$F'_b := F_b \cdot C_D \cdot C_r \cdot C_F \cdot C_L \cdot C_M \cdot C_{fu} \cdot C_t \cdot C_i \cdot C_c \cdot C_f \quad \text{Esfuerzo de Diseño, Kg/cm}^2$$

$$F'_b = 92.822$$

(c) Vigas soportadas lateralmente en toda su longitud, espaciadas 500 mm c/c soportando una cubierta de piso clavada firmemente a las vigas ; h=300 mm y b=90 mm ; Duración de la carga: 7 días ; Contenido de humedad: 60% ; Temperatura: 40 °C ; uso en posición plana.

$$C_D := 1.25 \quad \text{FM por duración de carga}$$

$$C_r := 1.15 \quad \text{FM por trabajo conjunto}$$

$$h := 300 \quad \text{Altura de la viga, mm}$$

$$C_F := \left(\frac{90}{h}\right)^{\frac{1}{5}} \quad \text{FM por tamaño} \quad C_F = 0.786$$

$$CH := 30 \quad \text{Contenido de humedad, \%}$$

**LAS PROPIEDADES MECÁNICAS
DE LA MADERA NO CAMBIAN PARA
CH SOBRE EL PUNTO DE SATURACIÓN
DE LA FIBRA (PSF)**

$$C_M := 1 - (CH - 12) \cdot 0.0205 \quad \text{FM por contenido de humedad} \quad C_M = 0.631$$

$$C_t := 0.7 \quad \text{FM por temperatura (40°C, humedo)}$$

$$C_{fu} := 1.1 \quad \text{FM por uso plano}$$

$$C_D := C_D \quad C_r := C_r \quad C_M := C_M \quad C_t := C_t \quad C_c := 1$$

$$C_F := C_F \quad C_L := 1 \quad C_{fu} := C_{fu} \quad C_i := 1 \quad C_f := 1$$

$$F'_b := F_b \cdot C_D \cdot C_r \cdot C_F \cdot C_L \cdot C_M \cdot C_{fu} \cdot C_t \cdot C_i \cdot C_c \cdot C_f \quad \text{Esfuerzo de Diseño, Kg/cm}^2$$

$$F'_b = 109.795$$

(d) Viga soportada lateralmente en toda su longitud ; sección transversal redonda ; Duración de la carga: 10 años ; Contenido de humedad: 12% ; Temperatura: 50 °C ; Incisiones presentes debido a proceso de impregnación.

$$C_f := 1.18$$

FM para secciones circulares

$$C_t := 0.8$$

FM por temperatura (50°C, seco)

$$C_i := 0.85$$

FM por incisiones

$$C_D := 1$$

$$C_R := 1$$

$$C_M := 1$$

$$C_t := C_t$$

$$C_c := 1$$

$$C_F := 1$$

$$C_L := 1$$

$$C_{fu} := 1$$

$$C_i := C_i$$

$$C_f := C_f$$

$$F'_b := F_b \cdot C_D \cdot C_R \cdot C_F \cdot C_L \cdot C_M \cdot C_{fu} \cdot C_t \cdot C_i \cdot C_c \cdot C_f$$

Esfuerzo de Diseño, Kg/cm²

$$F'_b = 160.48$$