

3. COMPROBACIÓN VIGA DE MADERA

Comprobar una viga de madera, según el DB-SE-M

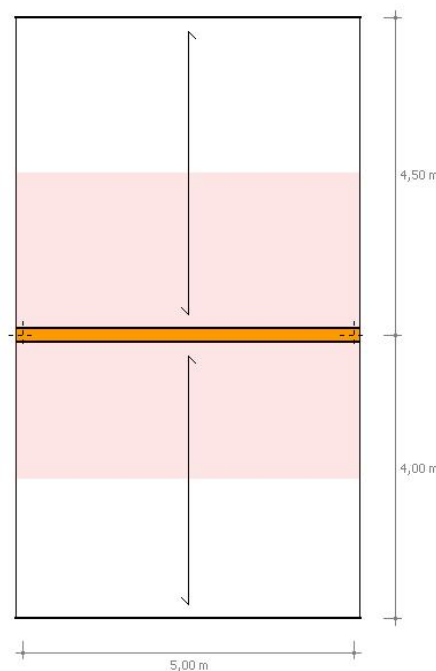
- Sección : 25x50
- Clase resistente : C22 (Madera aserrada)
- Clase de servicio : 1

1.1 GEOMETRÍA

La geometría del forjado y las distancias quedan determinadas en la siguiente figura

$L := 5 \text{ m}$ Luz de cálculo

$L_T := \frac{(4 \text{ m} + 4.5 \text{ m})}{2} = 4.3 \text{ m}$ Ámbito tributario



Sección transversal
viga de madera

$b := 25 \text{ cm}$

$h := 50 \text{ cm}$

Imagen del programa
ALTRA PLUS

1.2 ACCIONES

El estado de cargas para un uso residencial y considerando pavimento y tabiquería.

$Q := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ Sobrecarga de uso

$G_{pav} := 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ Carga de pavimento

$G_{tab} := 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ Carga de tabiquería

$PP_f := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ Peso propio de forjado

3.2 MATERIAL

Clase resistente : C22

Clase de servicio : 1

Densidad característica

$$\rho_k := 3.4 \frac{kN}{m^3}$$

Tabla E.1 Madera aserrada. Especies de coníferas y chopo. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase Resistente

Propiedades		Clase resistente											
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Resistencia (característica) en N/mm²													
- Flexión	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
- Tracción paralela	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
- Tracción perpendicular.	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
- Compresión paralela	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	22	22	23	25	26	27	29
-Compresión perpendicular	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
- Cortante	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Rigidez, en kN/mm²													
- Módulo de elasticidad paralelo medio	$E_{0,medio}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16
- Módulo de elasticidad paralelo 5 ^o -percentil	$E_{0,k}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	$E_{90,medio}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
- Módulo transversal medio	G_{medio}	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
Densidad, en kg/m³													
- Densidad característica	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
- Densidad media	ρ_{medio}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

Determinación del coeficiente k_{mod}

$k_{mod.G} := 0.6$ Duración de la carga : permanente

$k_{mod.Q} := 0.8$ Duración de la carga : media

Tabla 2.4 Valores del factor k_{mod} .

Material	Norma	Clase de servicio	Clase de duración de la carga				
			Permanente	Larga	Media	Corta	Instantánea
Madera maciza	UNE-EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Madera laminada encolada	UNE-EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Madera microlaminada	UNE-EN 14374, UNE-EN 14279	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90

Valores del coeficiente parcial de seguridad del material

$$\gamma_M := 1.30$$

Tabla 2.3 Coeficientes parciales de seguridad para el material, γ_M .

Situaciones persistentes y transitorias:	
- Madera maciza	1,30
- Madera laminada encolada	1,25
- Madera microlaminada, tablero contrachapado, tablero de virutas orientadas	1,20
- Tablero de partículas y tableros de fibras (duros, medios, densidad media, blandos)	1,30
- Uniones	1,30
- Placas clavo	1,25
Situaciones extraordinarias:	
	1,0

Resistencias para cargas permanentes

$$k_{mod.G} = 0.6$$

Carga permanente: G

$$f_{m.k} := 22 \text{ MPa}$$

Resistencia característica en flexión

$$f_{m.d.G} := k_{mod.G} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 10.2 \text{ MPa}$$

Resistencia de cálculo a flexión para carga permanente

$$f_{v.k} := 3.8 \text{ MPa}$$

Resistencia característica a cortante

$$f_{v.d.G} := k_{mod.G} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 1.8 \text{ MPa}$$

Resistencia de cálculo a cortante para carga permanente

Tabla E.1 Madera aserrada. Especies de coníferas y chopo. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase Resistente

Propiedades		Clase resistente											
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Resistencia (característica) en													
	N/mm^2												
- Flexión	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
- Tracción paralela	$f_{t0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
- Tracción perpendicular.	$f_{t90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
- Compresión paralela	$f_{c0,k}$	16	17	18	19	20	22	22	23	25	26	27	29
-Compresión perpendicular	$f_{c90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
- Cortante	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0

Resistencias para cargas medias

$$k_{mod.Q} := 0.8$$

Carga media: Q

$$f_{m.k} := 22 \text{ MPa}$$

Resistencia característica en flexión

$$f_{m.d.Q} := k_{mod.Q} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 13.5 \text{ MPa}$$

Resistencia de cálculo a flexión para cargas medias

$$f_{v.k} := 3.8 \text{ MPa}$$

Resistencia característica en cortante

$$f_{v.d.Q} := k_{mod.Q} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 2.3 \text{ MPa}$$

Resistencia de cálculo a cortante para cargas medias

Módulo de elasticidad paralelo medio

$$E_{0.medio} := 10000 \frac{N}{mm^2}$$

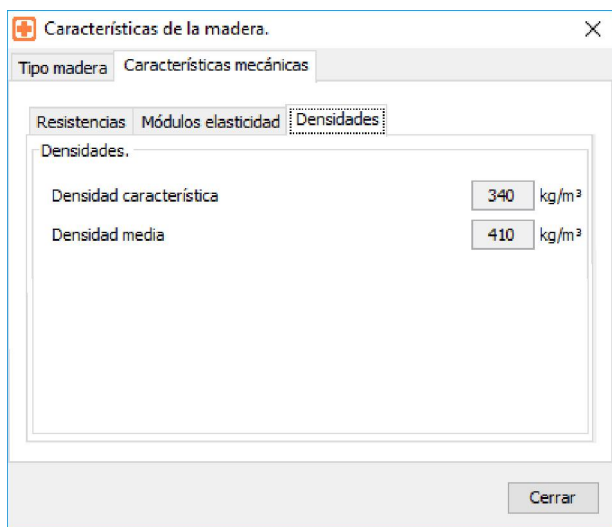
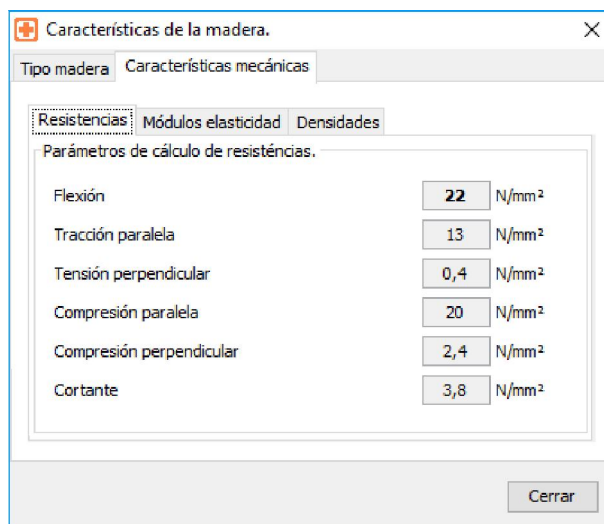
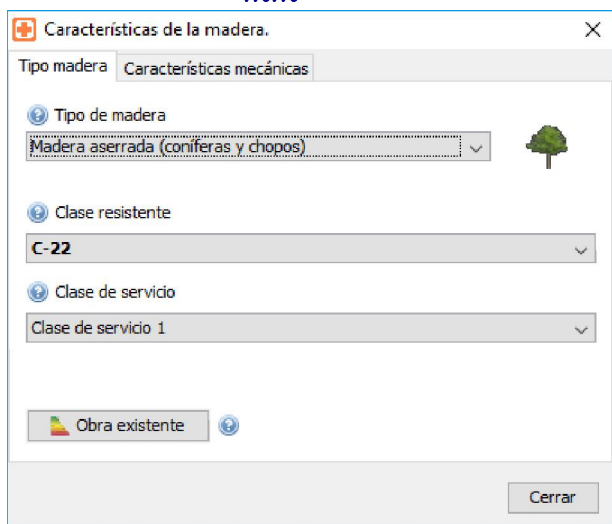


Imagen del programa ALTRA PLUS

3.3 SOLICITACIONES

$$PP_{viga} := \rho_k \cdot b \cdot h = 0.43 \frac{kN}{m}$$

Peso propio de la viga

Peso propio 'PP'

$$q_{PP} := PP_f \cdot L_T + PP_{viga} = 13.2 \frac{kN}{m}$$

Carga lineal servicio

$$q_{PPd} := (PP_f \cdot L_T + PP_{viga}) \cdot 1.35 = 17.8 \frac{kN}{m}$$

Carga lineal mayorada

Pavimento y tabiquería 'CP'

$$q_{CP} := (G_{pav} + G_{tab}) \cdot L_T = 8.5 \frac{kN}{m}$$

Carga lineal servicio

$$q_{CPd} := (G_{pav} + G_{tab}) \cdot L_T \cdot 1.35 = 11.5 \frac{kN}{m}$$

Carga lineal mayorada

Sobrecarga de uso 'Q'

$$q_Q := Q \cdot L_T = 8.5 \frac{kN}{m}$$

Carga lineal servicio

$$q_{Qd} := Q \cdot L_T \cdot 1.50 = 12.8 \frac{kN}{m}$$

Carga lineal mayorada

3.3 FLEXIÓN

Momento de diseño

$$M_{d} := \frac{(q_{PPd} + q_{CPd} + q_{Qd}) \cdot L^2}{8} = 131.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento resistente

$$W := \frac{b \cdot h^2}{6} = 10416.7 \text{ cm}^3$$

Tensión de cálculo σ_d

$$\sigma_d := \frac{M_d}{W} = 12.6 \text{ MPa}$$

Tensión resistente f_{md}

$$k_{mod} := 0.8$$

$$f_{m,k} = 22 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 13.5 \text{ MPa}$$

Para combinación con cargas medias y permanentes

Resistencia característica en flexión

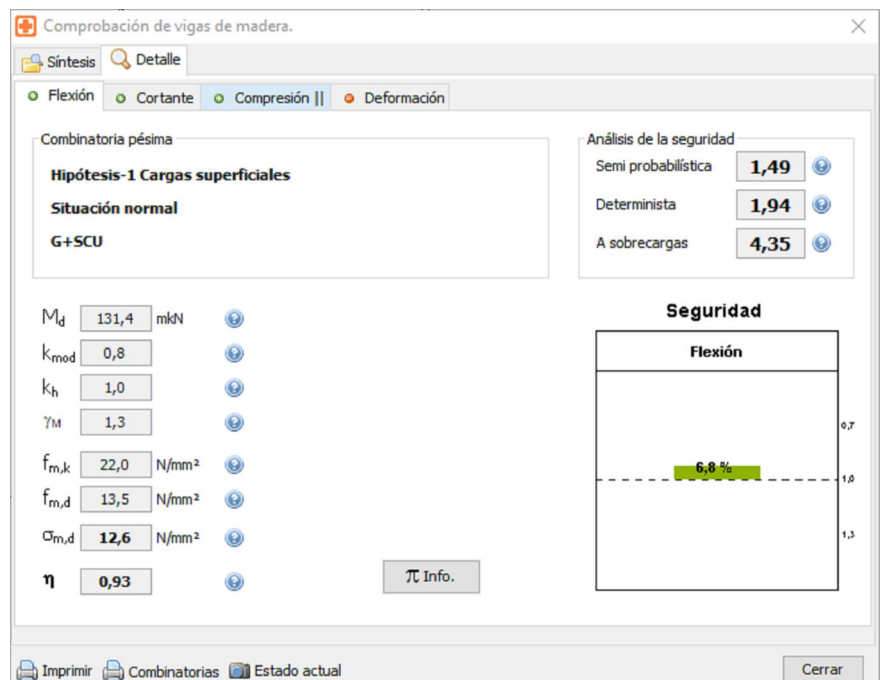
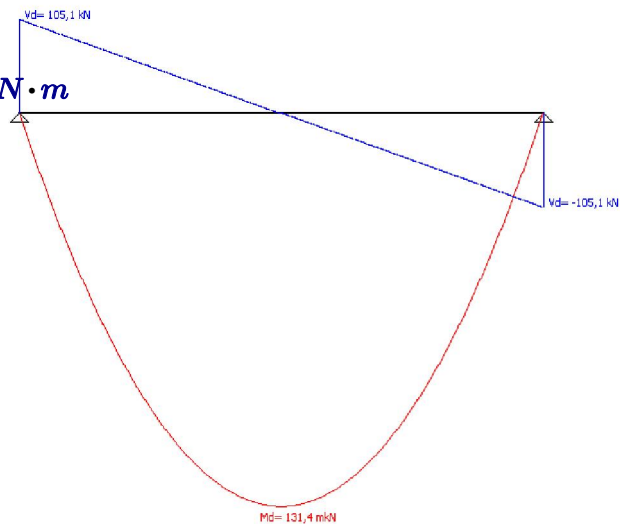
Resistencia de cálculo a flexión

Aprovechamiento

$$\eta := \frac{\sigma_d}{f_{m,d}} = 0.9 \quad \text{Cumple}$$

Seguridad

$$(1 - \eta) \cdot 100 = 6.9 \quad \text{Cumple}$$



3.3 CORTANTE

Esfuerzo cortante : se evalúa a un canto del apoyo

$$V_d := \frac{(q_{PPd} + q_{CPd} + q_{Qd}) \cdot L}{2} = 105 \text{ kN} \quad \text{Esfuerzo cortante en el borde del apoyo}$$

$$V_{d1} := V_d \cdot \left(\frac{\frac{L}{2} - h}{\frac{L}{2}} \right) = 84 \text{ kN} \quad \text{Esfuerzo cortante a un canto útil 'h' del borde del apoyo}$$

En el apartado 6.1.18 del DB-SE-M, se determina la resistencia. Se define el ancho eficaz, reducido según k_{cr}

$$k_{cr} := 1$$

$$b_{ef} := b \cdot k_{cr} = 25 \text{ cm} \quad \text{Ancho eficaz}$$

$$\tau_d := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{d1}}{b_{ef} \cdot h} = 1.01 \text{ MPa} \quad \text{Tensión de cálculo a cortante}$$

Tensión resistente $f_{v,d}$

$$k_{mod} := 0.8 \quad \text{Para combinación con cargas medias y permanentes}$$

$$f_{v,k} := 3.8 \text{ MPa} \quad \text{Resistencia característica en cortante}$$

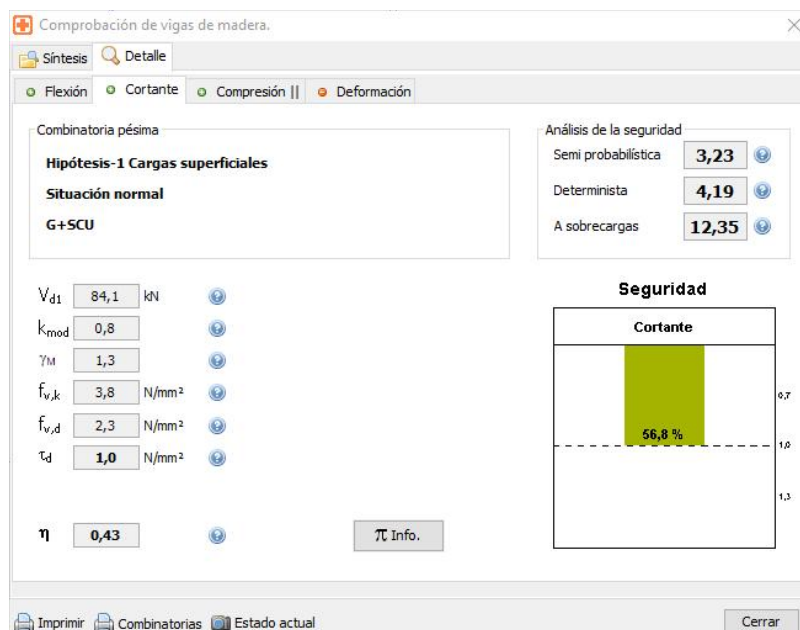
$$f_{v,d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 2.34 \text{ MPa} \quad \text{Resistencia de cálculo a cortante}$$

Aprovechamiento

$$\eta := \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0.4 \quad \text{Cumple}$$

Seguridad

$$(1 - \eta) \cdot 100 = 56.9 \quad \text{Cumple}$$



3.3 DEFORMACIONES

Inercia bruta de la sección

$$I := \frac{b \cdot h^3}{12} = 260416.7 \text{ cm}^4$$

DEFORMACIÓN PESO PROPIO

$$q_{PP} = 13.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Solicitud peso propio

Deformación elástica

$$\delta_{ini.PP} := \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{PP} \cdot L^4}{E_{0.medio} \cdot I} = 4.1 \text{ mm}$$

Deformación diferida

$$\psi_2 := 1 \quad k_{def} := 0.6$$

$$\delta_{dif.PP} := \delta_{ini.PP} \cdot \psi_2 \cdot k_{def} = 2.5 \text{ mm}$$

Tabla 7.1 Valores de k_{def} para madera y productos derivados de la madera

Material	Tipo de producto	Clase de servicio		
		1	2	3
Madera maciza		0,60	0,80	2,00
Madera laminada encolada		0,60	0,80	2,00
Madera microlaminada (LVL)		0,60	0,80	2,00
Tablero contrachapado	UNE EN 636 Parte 1	0,60	0,80	2,00

Deformación

$$\delta_{PP} := \delta_{ini.PP} + \delta_{dif.PP} = 6.6 \text{ mm}$$

DEFORMACIÓN CARGA PERMANENTE

$$q_{CP} = 8.5 \frac{kN}{m}$$

Solicitud carga permanente de tabiquería y pavimento

Deformación elástica

$$\delta_{ini.CP} := \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{CP} \cdot L^4}{E_{0.medio} \cdot I} = 2.7 \text{ mm}$$

Deformación diferida

$$\psi_2 := 1 \quad k_{def} := 0.6$$

$$\delta_{dif.CP} := \delta_{ini.CP} \cdot \psi_2 \cdot k_{def} = 1.6 \text{ mm}$$

Tabla 7.1 Valores de k_{def} para madera y productos derivados de la madera

Material	Tipo de producto	Clase de servicio		
		1	2	3
Madera maciza		0,60	0,80	2,00
Madera laminada encolada		0,60	0,80	2,00
Madera microlaminada (LVL)		0,60	0,80	2,00
Tablero contrachapado	UNE EN 636 Bata 1	0,60		

Deformación

$$\delta_{CP} := \delta_{ini.CP} + \delta_{dif.CP} = 4.3 \text{ mm}$$

DEFORMACIÓN SOBRECARGA DE USO

$$q_Q = 8.5 \frac{kN}{m}$$

Solicitud sobrecarga de uso

Deformación elástica

$$\delta_{ini.Q} := \frac{5}{384} \cdot \frac{q_Q \cdot L^4}{E_{0,medio} \cdot I} = 2.7 \text{ mm}$$

Deformación diferida

$$\psi_2 := 0.3 \quad k_{def} := 0.6 \quad \delta_{dif.Q} := \delta_{ini.Q} \cdot \psi_2 \cdot k_{def} = 0.5 \text{ mm}$$

Deformación

$$\delta_Q := \delta_{ini.Q} + \delta_{dif.Q} = 3.1 \text{ mm}$$

INTEGRIDAD

Combinación de acciones características : CP+Q

$$\delta := \delta_{CP} + \delta_Q = 7.4 \text{ mm}$$

$$\delta_{lim} := \frac{L}{400} = 12.5 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE}$$

CONFORT

Combinación de acciones características (corta duración) : Q

$$\delta := \delta_Q = 3.1 \text{ mm}$$

$$\delta_{lim} := \frac{L}{350} = 14.3 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE}$$

APARIENCIA

Combinación de acciones casi permanentes : PP+CP+0.3·Q

$$\delta := \delta_{PP} + \delta_{CP} + \delta_Q = 14 \text{ mm}$$

$$\delta_{lim} := \frac{L}{300} = 16.7 \text{ mm} \quad \text{CUMPLE}$$

Comprobación de vigas de madera.

Síntesis **Detalle**

Flexión Cortante Compresión **Deformación**

Combinatoria pésima

Hipótesis-1 Cargas superficiales

Acciones características

G+SCU

M_d 94,4 mkN
 δ_{ini} 9,4 mm
 k_{def} 0,6
 δ_{dif} 7,3 mm
 δ_{fin} **16,7** mm
 L/δ_{fin} 299
 η **1,67**

Análisis de la aptitud al servicio
 A cargas totales **0,60**
 Sólo a cargas (G) **0,74**

Aptitud

Flecha

-67,0 %

Imprimir Combinatorias Estado actual Cerrar