

ANEXO I: CÁLCULOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA

Comprobación 1

Pilares

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-3895,39	-77,55	37,73	-1,33	210,14	-509,39	3-1
2.ELU.VY.B	1619,50	-83,02	22,84	-0,41	-108,14	311,79	2-1
CORTANTE2 DESFAVOR	Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	1425,15	-106,36	52,41	-0,48	253,19	-617,79	2-1
1.ELU.SCU.VX.A	-3026,38	-7,49	-11,23	-0,73	-29,78	-122,13	3-1
CORTANTE3 DESFAVOR	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VX.B	1031,64	-34,47	-13,11	-0,41	-55,43	-265,50	2-1
2.ELU.VY.A	-3639,90	-82,38	68,12	-0,87	313,55	-533,85	1-1
TORSIÓN DESFAVORAB	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-3895,39	-77,55	37,73	-1,33	210,14	-509,39	3-1
2.ELU.VY.B	-1422,83	-52,38	10,56	0,27	-41,06	281,64	5-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORA	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-3601,02	-82,38	60,56	-0,87	-329,82	289,93	1-1
2.ELU.VY.A	-3639,90	-82,38	68,12	-0,87	313,55	-533,85	1-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORA	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.B	-3484,43	-105,72	46,11	-0,94	218,44	-633,26	1-1
2.ELU.VY.A	1464,03	-106,36	44,85	-0,48	-233,06	445,83	2-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Sección	
h	0,8
b	0,8

MADERA	GL36h
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3 ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)		ft,0,k	26	Mpa
2.ELU.VY.B	1619,5		kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,9	ad
			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	0,8	m
			b (ancho) =	0,8	m
			A. sección =	0,64	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,64	m2

Sigma,t,0,d (kPa) =	2530,48
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

I,t,0 =	14%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)		fc,0,k	31	Mpa
2.ELU.VY.A	-3895,4		kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,9	ad
			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	0,8	m
			b (ancho) =	0,8	m
			A. sección =	0,64	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,64	m2

Sigma,c,0,d (kPa) =	-6086,55
f,t,0,d (kPa) =	-22320,00

I,c,0 =	27%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

3.1 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('kN)		fm,g,k	36	Mpa
2.ELU.VY.A	-329,8		kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,9	ad
			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	0,8	m
			b (ancho) =	0,8	m
			A. sección =	0,64	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,64	m2

Sigma,m,d (y2) =	3865,05
z3 (m) =	0,40

*Función de la sección y el Momento

*Buscar donde sigma es máximo

f,m,d (kPa) =	25920,00
---------------	----------

I,m =	15%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

I2 [↑]	0,03413	m4
I3 [→]	0,03413	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE M3 ('kN)				
2.ELU.VY.B	-633,3	fm,g,k	36	Mpa
		kh =	1	ad
		kvol =	1	ad
		Kmod =	0,9	ad
		Gama,M =	1,25	ad
		h (canto) =	0,8	m
		b (ancho) =	0,8	m
		A. sección =	0,8	m2
		Coef.Red.Neta =	0%	ad
		Sección Neta =	0,8	m2

I,m =	29%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

I2 [↑]	0,03413	m4
I3 [→]	0,03413	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE M2 ('KN*m)		M3conc ('KN*m)			
2.ELU.VY.A	-329,8	289,9345	fm,g,k	36	Mpa
			kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,9	ad
			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	0,8	m
			b (ancho) =	0,8	m
			A. sección =	0,64	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,64	m2

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	15%
I3,m =	13%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	24%

I2 [↑]	0,03413	m4
I3 [→]	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)	fm,g,k	36	Mpa
2.ELU.VY.B	218,4	-633,2585	kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,9	ad
			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	0,8	m
			b (ancho) =	0,8	m
			A. sección =	0,64	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,64	m2

f _{m,d} (kPa)=	25920,00
-------------------------	----------

I _{2,m} =	10%
I _{3,m} =	29%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I _m =	36%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I ₂ ↑	0,03413	m4
I ₃ →	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	ft,0,k	26	Mpa
2.ELU.VY.B	1620	-108	312	fm,g,k	36	Mpa
				kh =	1	ad
				kvol =	1	ad
				Kmod =	0,9	ad
				Gama,M =	1,25	ad
				h (canto) =	0,8	m
				b (ancho) =	0,8	m
				A. sección =	0,64	m2
				Coef.Red.Neta =	0%	ad
				Sección Neta =	0,64	m2

Sigma,t,0,d (kPa) =	2530,48
---------------------	---------

f _{m,d} (kPa)=	25920,00
f _{t,0,d} (kPa) =	18720,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I ₂ ↑	0,03413	m4
I ₃ →	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

I _{t,0} + I _{m,y} * (km) + I _{m,z} =	31%
I _{t,0} + I _{m,y} + I _{m,z} * (km) =	28%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE

Pconc ('kN)

M2 ('kN*m)

M3conc ('kN*m)

2.ELU.VY.A

-3601

-330

290

Sigma,m,d2 (y) =	3865,05
Sigma,m,d3 (z) =	3397,67
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	5626,59
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2 [↑]	0,03413	m4
I3 [→]	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE

Pconc ('kN)

M2conc ('kN*m)

M3 ('kN*m)

2. ELU.VY.B

-3484

218

-633

Sigma,m,d2 (y) =	2559,81
Sigma,m,d3 (z) =	7421,00
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	5444,42
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2 [↑]	0,03413	m4
I3 [→]	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-3895	210	-509

Sigma,m,d2 (y) =	2462,59
Sigma,m,d3 (z) =	5969,42
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	6086,55
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	37%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	33%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2 [↑]	0,03413	m4
I3 [→]	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE

Pconc ('kN)

M2 ('kN*m)

M3conc ('kN*m)

2.ELU.VY.A

-3601

-330

290

Sigma,m,d2 (y) =	3865,05
Sigma,m,d3 (z) =	3397,67
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5626,59
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

$I_{c,0}^2 + I_{m,y} \cdot (k_m) + I_{m,z}$ =	30%
$I_{c,0}^2 + I_{m,y} + I_{m,z} \cdot (k_m)$ =	30%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2 [↑]	0,03413	m4
I3 [→]	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE

Pconc ('kN)

M2conc ('kN*m)

M3 ('kN*m)

2.ELU.VY.B

-3484

218

-633

Sigma,m,d2 (y) =	2559,81
Sigma,m,d3 (z) =	7421,00
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5444,42
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	41%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	36%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2^	0,03413	m4
I3^	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE

V2 ('kN)

V3conc ('kN)

2.ELU.VY.A

-106,4

52,4

Cortante de diseño =

118,6

KN

Tau,max (kPa) =

414,78

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PERPENDICULAR** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por **rodadura**

f,v,d (kPa) =	864
---------------	-----

I,v =	48%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fr,g,k =	1,2	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
hef =	0,8	1
bef =	0,536	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2^	0,03413	m4
I3^	0,03413	m4

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que		
	V2>V3	

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)
2.ELU.VY.A	-82,378	68,1
Cortante de diseño =	106,9	KN
Tau,max (kPa) =	373,92	

- *Función de la sección
- *Tau máxima en centroide sección cuadrada
- *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PERPENDICULAR** a sus fibras.
- *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por **rodadura**

$f_{v,d}$ (kPa) =	864
-------------------	-----

I,v =	43%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fr,g,k =	1,2	Mpa
kh =	1	ad
kv_{ol} =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
hef =	0,8	1
bef =	0,536	0,67
A. sección =	0,64	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m ²
I2[↑]	0,03413	m ⁴
I3[→]	0,03413	m ⁴

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que $V2 > V3$		

7 Comprobación Torsión				
TORSIÓN DESFAVORABLE	T ('KN*m)		fv,g,k =	4,3 Mpa
2.ELU.VY.A	-1,3268		kh =	1 ad
			kvol =	1 ad
			Kmod =	0,9 ad
			Gama,M =	1,25 ad
Tau,max lado largo (kPa) =	18,69		h (canto) =	0,8 m
Tau,max lado corto (kPa) =	18,69		b (ancho) =	0,8 m
*Función de la sección		h/b		
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		1		
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			A. sección =	0,64 m2
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			Coef.Red.Neta =	0% ad
			Sección Neta =	0,64 m2
			I2 	0,03413 m4
			I3 	0,03413 m4
	alfa,1 = 0,208			
	alfa,2 = 1			
k,shape * fv,d (kPa) =	3560,4		h/b	alfa,1 alfa,2
k,shape =	1,15	1	1	0,208 1
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:		1	1,5	0,231 0,859
		1	1,75	0,239 0,82
		1	2	0,246 0,795
		1	2,5	0,256 0,766
		1	3	0,267 0,753
		1	4	0,282 0,745
		1	6	0,299 0,743
		1	8	0,307 0,742
		1	10	0,313 0,742
		1	Infinito	0,333 0,743
Aprov. a torsión I,t1 =	1%		*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	
Aprov. a torsión I,t2 =	1%			
Índice de aprovechamiento	CUMPLE			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-78	38	-1

Cortante de diseño =	86,2	KN	fv,g,k =	4,3	Mpa
Tau,max (kPa) =	301,67		kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,9	ad
			Gama,M =	1,25	ad
*Función de la sección			h (canto) =	0,8	m
*Tau máxima en centroide sección cuadrada			b (ancho) =	0,8	m
*Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.		h/b	hef =	0,8	1
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión		1	bef =	0,536	0,67
			A. sección =	0,64	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,64	m2
			I2 [↑]	0,03413	m4
			I3 [→]	0,03413	m4
f,v,d (kPa) =	3096				

I,v =	10%
-------	-----

Tau,max lado largo (kPa) =	18,69
Tau,max lado corto (kPa) =	18,69
*Función de la sección	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2	

alfa,1 =	0,208
alfa,2 =	1

k,shape * fv,d (kPa) =	3560,4
k,shape =	1,15

*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:

$$k_{forma} = \begin{cases} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$$

Aprov. a torsión I,t1 =	1%
Aprov. a torsión I,t2 =	1%

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante		
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2		
Aprov Combinación I,v,t =	1%	

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que	V2>V3	

fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743
*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares		

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-106	52	0

Cortante de diseño =	118,6	KN	fv,g,k =	4,3	Mpa
Tau,max (kPa) =	414,78		kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,9	ad
			Gama,M =	1,25	ad
*Función de la sección			h (canto) =	0,8	m
*Tau máxima en centroide sección cuadrada			b (ancho) =	0,8	m
*Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.		h/b	hef =	0,8	1
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN		1	bef =	0,536	0,67
			A. sección =	0,64	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,64	m2
			I2 $\uparrow$	0,03413	m4
			I3 $\rightarrow$	0,03413	m4
f,v,d (kPa) =	3096				

I,v =	13%
-------	-----

Tau,max lado largo (kPa) =	6,71
Tau,max lado corto (kPa) =	6,71
*Función de la sección	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2	

alfa,1 =	0,208
alfa,2 =	1

k,shape * fv,d (kPa) =	3560,4
k,shape =	1,15

*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:

$$k_{forma} = \begin{cases} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$$

Aprov. a torsión I,t1 =	0%
Aprov. a torsión I,t2 =	0%

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante		
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2		
Aprov Combinación I,v,t =	2%	

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que	V2>V3	

fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743
*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares		

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-82	68	-1

Cortante de diseño =	106,9	KN
Tau,max (kPa) =	373,92	

*Función de la sección
* Tau máxima en centroide sección cuadrada
* Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.
* La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN

	Kmod =	0,9	ad
	Gama,M =	1,25	ad
h/b	h (canto) =	0,8	m
1	b (ancho) =	0,8	m
	hef =	0,8	1
	bef =	0,536	0,67

f,v,d (kPa) =	3096
---------------	------

A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2^	0,03413	m4
I3 ^	0,03413	m4

I,v =	12%
-------	-----

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que	V2>V3	

Tau,max lado largo (kPa) =	12,31
Tau,max lado corto (kPa) =	12,31
*Función de la sección	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2	

alfa,1 =	0,208
alfa,2 =	1

k,shape * fv,d (kPa) =	3560,4
k,shape =	1,15

*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:

$$k_{forma} = \begin{cases} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$$

h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

Aprov. a torsión I,t1 =	0%
Aprov. a torsión I,t2 =	0%

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2

Aprov Combinación I,v,t =	2%
---------------------------	----

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	10
Esbeltez mecánica y =	43,30
Esbeltez mecánica z =	43,30

$\lambda_{rel,y}$ =	0,7035
$\lambda_{rel,z}$ =	0,7035

$\beta_{c,c}$ =	0,1
*Para madera laminada encolada	

K_y =	0,7676
K_z =	0,7676

h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
$I_2^{\uparrow}$ (z) =	0,034133333	m ⁴
$I_3^{\rightarrow}$ (y) =	0,034133333	m ⁴
i_y =	0,230940108	m
i_z =	0,230940108	m
*radio de giro para sección rectangular		

$K_C(2)$ (z) =	1,1601
$K_C(3)$ (y) =	1,1601

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

β_{ta} =	0,5
β_{ta} recomendada =	0,7

Carga axil (KN) =	3895
-------------------	------

L de pandeo =	7,0000	
$P_{crit}(2)$ (z) =	81814,32067	CUMPLE
$P_{crit}(3)$ (y) =	81814,32067	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-3895	210	-509

$\sigma_{m,d2}$ (y) =	2462,59
$\sigma_{m,d3}$ (z) =	5969,42
z_3 (m) =	0,40
y_2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

$\sigma_{c,0,d}$ (kPa) =	6086,55
--------------------------	---------

$f_{m,d}$ (kPa) =	25920,00
$f_{c,0,d}$ (kPa) =	22320,00

$I_{c,0}$ =	27%
$I_{m,y}$ =	10%
$I_{m,z}$ =	23%

CONDICIÓN 1:	49%
$I_{c,0}/K_C(2) + I_{m,y} + I_{m,z} \cdot K_m$	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	53%
$I_{c,0}/K_C(3) + I_{m,z} + I_{m,y} \cdot K_m$	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
k_h =	1	ad
k_{vol} =	1	ad
K_{mod} =	0,9	ad
$G_{ama,M}$ =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m ²

$I_2^{\uparrow}$ =	0,03413	m ⁴
$I_3^{\rightarrow}$ =	0,03413	m ⁴

k_m =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-3601	-330	290

Sigma,m,d2 (y) =	3865,05
Sigma,m,d3 (z) =	3397,67
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5626,59
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	25%
Im,y =	15%
Im,z =	13%

CONDICIÓN 1:	46%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	45%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad

h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m

A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2 [↑]	0,03413	m4
I3 [→]	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-3484	218	-633

Sigma,m,d2 (y) =	2559,81
Sigma,m,d3 (z) =	7421,00
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5444,42
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	24%
Im,y =	10%
Im,z =	29%

CONDICIÓN 1:	51%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	57%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad

h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m

A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2 [↑]	0,03413	m4
I3 [→]	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN			
fm,0,k (Mpa) =	36		h (canto) = 0,8 m
E,0,g,05 (Mpa) =	11900		b (ancho) = 0,8 m
G,0,g,05 (Mpa) =	910		I2 [↑] (z) = 0,034133333 m4
Longitud de la barra (m) =	10		I3 [→] (y) = 0,034133333 m4
Beta,v =	0,53		
L,ef =	5,3		
Sigma m,crit (Mpa) =	949,20		
*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular			

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,1947		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri = 1	1	
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri = 1,413939427	0	
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri = 26,36674556	0	

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2. ELU. VY. B	-3484	218	-633

Sigma,m,d2 (y) =	2559,81
Sigma,m,d3 (z) =	7421,00
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5444,42
---------------------	---------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL	
Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	29%
	CUMPLE
f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	24%
Im,y =	10%
Im,z =	29%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2 [↑]	0,03413	m4
I3 [→]	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	10		
Esbeltez mecánica y =	43,30	iy =	0,230940108 m
Esbeltez mecánica z =	43,30	iz =	0,230940108 m
		*radio de giro para sección rectangular	
Lambda,rel y =	0,7035		
Lambda,rel z =	0,7035		
Beta,c =	0,1	KC (2) (z) =	1,1601
*Para madera laminada encolada		KC (3) (y) =	1,1601
Ky =	0,7676		
Kz =	0,7676		
CONDICIÓN 1:	51%		
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE		
CONDICIÓN 2:	57%		
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE		
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5			
Incluye compresión y flexión esviada			

COMPROBACIONES DE FLECHA				
INTEGRIDAD ESTRUCTURAL				
Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles				
La comprobación por confort no es necesaria.				
La comprobación por apariencia es necesaria.				
Longitud de la viga	L (m)=	20	L (m)=	20
Flecha activa	<=	I/500		
La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes				
ELS característico				
15	2.ELS.VY.A	U3 =	-0,003593 m	1.Comprob
14	2.ELS.VY.B	U3 =	0,005442 m	2.Comprob
Flecha activa =	0,00359	m		
Restricción max =	0,04000	m		
	CUMPLE			
Flecha activa =	0,00544	m		
Restricción max =	0,04000	m		
	CUMPLE			

Aprov.

Aprov.

9%

14%

APARIENCIA ESTRUCTURAL					
Longitud de la viga	L (m)=	20	L (m)=	10	
Flecha neta	<=	I/300			
La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes					
ELS quasi permanente					
14	3.ELS.QP	U3 =	-0,001019	m	1.Comprob
2	3.ELS.QP	U3 =	-0,000701	m	2.Comprob
Flecha neta =	0,00102	m			
Restricción max =	0,06667	m			
	CUMPLE			Aprov.	Aprov.
Restricción max =	0,03333	m		2%	2%

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES					
INTEGRIDAD ESTRUCTURAL					
Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles					
La comprobación por confort no es necesaria.					
La comprobación por apariencia es inevitable.					
Altura total	ht (m) =	20			
Altura de piso	hp (m) =	10			
Desplome total	<=	ht/500	0,04		
Desplome de piso	<=	hp/250	0,04		
		Combinación:	U1	U2	
20	13	2.ELS.VX.B	-0,03905	0,007624	m
10	8	1.ELS.SCU.VX.B	-0,005192	0,001829	m

Desplome 1 =	0,03905	m
Restricción max =	0,04000	m
	CUMPLE	

Apro. Desplome
98%

Desplome piso =	0,00519	m
Restricción max =	0,04000	m
	CUMPLE	

APARIENCIA ESTRUCTURAL					
Altura de piso	hp (m) =	20			
Desplome de piso	<=	hp/250	0,08		
*Considerar Peso Propio y Carga muerta		Combinación	U1	U2	
¿Nudo total o de piso?	13	3.ELS.QP	-0,000189	-0,000146	m
	14	3.ELS.QP	0,000189	-0,000146	
Desplome piso =	0,00019	m			
Desplome piso =	0,00019	m			
Restricción max =	0,08000	m			
	CUMPLE			Apro. Desplome	
				0%	

Vigas de borde

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.B	-856,92	-86,45	-60,07	157,39	-23,22	329,59	113-1
1.ELU.SCU.VY.B	1449,82	-46,21	0,67	-0,17	-2,03	199,43	10-1
CORTANTE2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-261,83	-146,74	27,09	155,24	88,62	-717,05	143-1
1.ELU.SCU.VY.A	-316,93	166,13	2,77	-158,62	15,85	-830,76	122-1
CORTANTE3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-371,63	-28,88	-163,21	162,45	-94,33	235,14	133-1
1.ELU.SCU.VY.A	-382,93	29,76	163,34	-161,64	-94,41	236,07	152-1
TORSIÓN DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-474,03	-62,78	137,96	-181,65	79,38	302,32	93-1
1.ELU.SCU.VY.A	-490,40	-65,04	-137,94	181,11	-77,74	306,27	113-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-335,77	30,71	162,97	-146,67	-373,16	162,70	152-1
2.ELU.VY.A	-405,99	-63,12	136,69	-163,59	372,66	148,01	93-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-259,46	-65,94	-1,96	-1,16	54,92	-904,58	365-1
1.ELU.SCU.VY.B	-811,30	9,44	-15,71	13,43	15,43	664,75	117-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Sección	
h	1
b	0,6

MADERA	GL36h	
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa	fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa	ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa	ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa	fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa	fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa	fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa	fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa	E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa	E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa	E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa	G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3	ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3	

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO**1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra**

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
1.ELU.SCU.VY.B	1449,8

Sigma,t,0,d (kPa) =	2416,37
f,t,0,d (kPa) =	14560,00

I,t,0 =	17%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k	26	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,6	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,6	m2

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
1.ELU.SCU.VY.B	-856,9

Sigma,c,0,d (kPa) =	-1428,19
f,t,0,d (kPa) =	-17360,00

I,c,0 =	8%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k	31	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,6	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,6	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('kN)
2.ELU.VY.A	-373,2

Sigma,m,d (y2) =	6219,29
z3 (m) =	0,30

*Función de la sección y el Momento

*Buscar donde sigma es máximo

f,m,d (kPa) =	25920,00
---------------	----------

I,m =	24%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,6	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,6	m2

I2↑	0,01800	m4
I3➡	0,05000	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M3 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	-904,6

Sigma,m,d (z3) =	9045,81
y2 (m) =	0,50

*Función de la sección y el Momento

*Buscar donde sigma es máximo

f,m,d (kPa) =	20160,00
---------------	----------

I,m =	45%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,8	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,8	m2

I2↑	0,01800	m4
I3➡	0,05000	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)
2.ELU.VY.A	-373,2	162,6952

Sigma,m,d2 (y) =	6219,29
Sigma,m,d3 (z) =	1626,95
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,50
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	24%
I3,m =	6%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	28%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,6	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,6	m2

I2↑	0,01800	m4
I3➡	0,05000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('kN*m)	M3 ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	54,9	-904,5814

Sigma,m,d2 (y) =	915,29
Sigma,m,d3 (z) =	9045,81
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,50
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	20160,00
--------------	----------

I2,m =	5%
I3,m =	45%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	48%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,6	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,6	m2

I2↑	0,01800	m4
I3➡	0,05000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE P ('kN) M2conc ('kN*m) M3conc ('kN*m)

1.ELU.SCU.VY.B 1450 -2 199

Sigma,m,d2 (y) =	33,81
Sigma,m,d3 (z) =	1994,32
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,50
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	2416,37
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,t,0,d (kPa) =	14560,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	27%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	24%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,6	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,6	m2

I2↑	0,01800	m4
I3→	0,05000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE Pconc ('kN) M2 ('kN*m) M3conc ('kN*m)

2.ELU.VY.A -336 -373 163

Sigma,m,d2 (y) =	6219,29
Sigma,m,d3 (z) =	1626,95
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,50
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	559,62
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,6	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,6	m2

I2↑	0,01800	m4
I3→	0,05000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-259	55	-905

Sigma,m,d2 (y) =	915,29
Sigma,m,d3 (z) =	9045,81
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,50
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	432,44
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,t,0,d (kPa) =	14560,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,6	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,6	m2

I2↑	0,01800	m4
I3→	0,05000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.B	-857	-23	330

Sigma,m,d2 (y) =	387,00
Sigma,m,d3 (z) =	3295,89
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,50
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	1428,19
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	18%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	14%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,6	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,6	m2

I2↑	0,01800	m4
I3→	0,05000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE

Pconc ('kN)

M2 ('kN*m)

M3conc ('kN*m)

2.ELU.VY.A

-336

-373

163

Sigma,m,d2 (y) =	6219,29
Sigma,m,d3 (z) =	1626,95
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,50
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	559,62
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	23%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	28%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,6	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,6	m2

I2↑	0,01800	m4
I3→	0,05000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE

Pconc ('kN)

M2conc ('kN*m)

M3 ('kN*m)

1.ELU.SCU.VY.A

-259

55

-905

Sigma,m,d2 (y) =	915,29
Sigma,m,d3 (z) =	9045,81
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,50
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	432,44
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	48%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	36%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,6	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,6	m2

I2↑	0,01800	m4
I3→	0,05000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	166,1	2,8
Cortante de diseño =	166,1	KN
Tau,max (kPa) =	619,96	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	1	1
bef =	0,402	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 2408

I,v = 26%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	29,758	163,3
Cortante de diseño =	166,0	KN
Tau,max (kPa) =	619,51	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	0,67	0,67
bef =	0,6	1
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 2408

I,v = 26%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2

7 Comprobación Torsión				
TORSIÓN DESFAVORABLE	T ('KN*m)		fv,g,k =	4,3 Mpa
1.ELU.SCU.VY.A	-181,6504		kh =	1 ad
			kvol =	1 ad
			Kmod =	0,7 ad
			Gama,M =	1,25 ad
Tau,max lado largo (kPa) =	3166,85		h (canto) =	1 m
Tau,max lado corto (kPa) =	2596,82		b (ancho) =	0,6 m
*Función de la sección		h/b	A. sección =	0,64 m2
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		1,666666667	Coef.Red.Neta =	0% ad
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			Sección Neta =	0,64 m2
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			I2↑	0,03413 m4
			I3➔	0,03413 m4
	alfa,1 = 0,239			
	alfa,2 = 0,82			
k,shape * fv,d (kPa) =	3010		h/b	alfa,1
k,shape =	1,25	0	1	0,208
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:		0	1,5	0,231
		1	1,75	0,239
		1	2	0,246
		1	2,5	0,256
		1	3	0,267
		1	4	0,282
		1	6	0,299
		1	8	0,307
		1	10	0,313
		1	Infinito	0,333
Aprov. a torsión I,t1 =	105%		*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	
Aprov. a torsión I,t2 =	86%			
Índice de aprovechamiento	INCUMPLE			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('KN*m)	
1.ELU.SCU.VY.A		-63	138	-182	
Cortante de diseño =		151,6	KN	fv,g,k = 4,3 Mpa	
Tau,max (kPa) =		565,56		kh = 1 ad	
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión		h/b	1,666666667	kvol = 1 ad	
				Kmod = 0,7 ad	
		Gama,M = 1,25 ad			
		h (canto) = 1 m			
		b (ancho) = 0,6 m			
		hef = 0,67 0,67			
		bef = 0,6 1			
		A. sección = 0,64 m2			
		Coef.Red.Neta = 0% ad			
		Sección Neta = 0,64 m2			
I2⬆		0,03413	m4		
I3 ➡		0,03413	m4		
f,v,d (kPa) =		2408			
I,v =		23%			
Tau,max lado largo (kPa) =		3166,85			
Tau,max lado corto (kPa) =		2596,82			
*Función de la sección				kcr = 0,67 ad	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada				*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)				*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				(según la V predominante) Reducimos el ancho	
				ya que V3>V2	
alfa,1 = 0,239				fv,g,k = 4,3 Mpa	
alfa,2 = 0,82				h/b alfa,1 alfa,2	
		0	1	0,208	1
		0	1,5	0,231	0,859
		1	1,75	0,239	0,82
		1	2	0,246	0,795
k,shape * fv,d (kPa) = 3010		1	2,5	0,256	0,766
k,shape = 1,25		1	3	0,267	0,753
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:		1	4	0,282	0,745
$k_{forma} = \begin{cases} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$		1	6	0,299	0,743
		1	8	0,307	0,742
		1	10	0,313	0,742
		1	Infinito	0,333	0,743
Aprov. a torsión I,t1 =		105%			
Aprov. a torsión I,t2 =		86%			
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante					
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2					
Aprov Combinación I,v,t =		111%			

fv,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	0,67	0,67
bef =	0,6	1
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2▲	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2		

fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE		V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A		166	3	-159
Cortante de diseño =	166,1	KN		fv,g,k = 4,3 Mpa
Tau,max (kPa) =	619,96			kh = 1 ad
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN			kvol = 1 ad	
			Kmod = 0,7 ad	
			Gama,M = 1,25 ad	
		h/b	h (canto) = 1 m	
		1,666666667	b (ancho) = 0,6 m	
			hef = 1 1	
			bef = 0,402 0,67	
			A. sección = 0,64 m2	
			Coef.Red.Neta = 0% ad	
			Sección Neta = 0,64 m2	
		I2⬆ 0,03413 m4		
		I3 ➡ 0,03413 m4		
f,v,d (kPa) =	2408			
I,v =	26%			kcr = 0,67 ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras				
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3				
Tau,max lado largo (kPa) =		2765,27		fv,g,k = 4,3 Mpa
Tau,max lado corto (kPa) =		2267,52		h/b alfa,1 alfa,2
*Función de la sección				1 0,208 1
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada				1,5 0,231 0,859
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)				1,75 0,239 0,82
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				2 0,246 0,795
			0	2,5 0,256 0,766
alfa,1 = 0,239			0	3 0,267 0,753
alfa,2 = 0,82			1	4 0,282 0,745
			1	6 0,299 0,743
k,shape * fv,d (kPa) =		3010	1	8 0,307 0,742
k,shape =		1,25	1	10 0,313 0,742
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			1	Infinito 0,333 0,743
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{ll} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ \begin{array}{l} 1 + 0,15 \frac{h}{b} \\ 2,0 \end{array} \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$				*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares
Aprov. a torsión I,t1 =	92%			
Aprov. a torsión I,t2 =	75%			
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2				
Aprov Combinación I,v,t =	98%			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	30	163	-162

Cortante de diseño =	166,0	KN
Tau,max (kPa) =	619,51	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN

h/b
 1,666666667

fv,g,k = 4,3 Mpa
 kh = 1 ad
 kvol = 1 ad
 Kmod = 0,7 ad
 Gama,M = 1,25 ad

h (canto) = 1 m
 b (ancho) = 0,6 m

hef = 0,67 0,67
 bef = 0,6 1

A. sección = 0,64 m2
 Coef.Red.Neta = 0% ad
 Sección Neta = 0,64 m2

I2▲ 0,03413 m4
 I3➔ 0,03413 m4

f,v,d (kPa) = 2408

I,v = 26%

Tau,max lado largo (kPa) = 2818,01
 Tau,max lado corto (kPa) = 2310,77

*Función de la sección
 *Tau,max en cada lado de seccion cuadrada
 *Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)
 *Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2

alfa,1 = 0,239
 alfa,2 = 0,82

k,shape * fv,d (kPa) = 3010
 k,shape = 1,25

*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:

$$k_{forma} = \begin{cases} 1,2 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$$

kcr = 0,67 ad

*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2

	fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2	
1	0,208	1	
1,5	0,231	0,859	
1,75	0,239	0,82	
2	0,246	0,795	
2,5	0,256	0,766	
3	0,267	0,753	
4	0,282	0,745	
6	0,299	0,743	
8	0,307	0,742	
10	0,313	0,742	
Infinito	0,333	0,743	

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

Aprov. a torsión I,t1 = 94%

Aprov. a torsión I,t2 = 77%

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante

= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2

Aprov Combinación I,v,t = 100%

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	21
Esbeltez mecánica y =	121,24
Esbeltez mecánica z =	72,75

$\lambda_{rel,y}$ =	1,9698
$\lambda_{rel,z}$ =	1,1819

$\beta_{c,c}$ =	0,1
*Para madera laminada encolada	

K_y =	2,5235
K_z =	1,2425

h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m

$I_{2\uparrow}$ (z)	0,05	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ (y)	0,018	m ⁴

i_y =	0,173205081	m
i_z =	0,288675135	m

*radio de giro para sección rectangular

$K_C(2)$ (z) =	0,7197
$K_C(3)$ (y) =	0,1995

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

β =	1
β recomendada =	1

Carga axil (KN) =	857
-------------------	-----

L de pandeo =	21,0000	
$P_{crit}(2)$ (z) =	13316,13292	CUMPLE
$P_{crit}(3)$ (y) =	4793,807852	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1. ELU.SCU.VY.B	-857	-23	330

$\sigma_{m,d2}$ (y) =	387,00
$\sigma_{m,d3}$ (z) =	3295,89
z_3 (m) =	0,30
y_2 (m) =	0,50
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

$\sigma_{c,0,d}$ (kPa) =	1428,19
--------------------------	---------

$f_{m,d}$ (kPa) =	20160,00
$f_{c,0,d}$ (kPa) =	17360,00

$I_{c,0}$ =	8%
$I_{m,y}$ =	2%
$I_{m,z}$ =	16%

CONDICIÓN 1:	25%
$I_{c,0}/K_C(2) + I_{m,y} + I_{m,z} \cdot K_m$	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	59%
$I_{c,0}/K_C(3) + I_{m,z} + I_{m,y} \cdot K_m$	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1	ad
k_{vol} =	1	ad
K_{mod} =	0,7	ad
$G_{ama,M}$ =	1,25	ad

h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m

A. sección =	0,6	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,6	m ²

$I_{2\uparrow}$	0,01800	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$	0,05000	m ⁴

k_m =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-336	-373	163

Sigma,m,d2 (y) =	6219,29
Sigma,m,d3 (z) =	1626,95
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,50
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	559,62
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	3%
Im,y =	24%
Im,z =	6%

CONDICIÓN 1:	32%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	36%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,6	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,6	m2

I2↑	0,01800	m4
I3➔	0,05000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-259	55	-905

Sigma,m,d2 (y) =	915,29
Sigma,m,d3 (z) =	9045,81
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,50
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	432,44
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	2%
Im,y =	5%
Im,z =	45%

CONDICIÓN 1:	39%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	61%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,6	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,6	m2

I2↑	0,01800	m4
I3➔	0,05000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

fm,0,k (Mpa) =	36
E,0,g,05 (Mpa) =	11900
G,0,g,05 (Mpa) =	910
Longitud de la barra (m) =	21
Beta,v =	0,4
L,ef =	8,4
Sigma m,crit (Mpa) =	349,43
*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular	

h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
I2 (z)	0,05	m4
I3 (y)	0,018	m4

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,3210		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,319269407	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	9,706439587	0

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-259	55	-905

Sigma,m,d2 (y) =	915,29
Sigma,m,d3 (z) =	9045,81
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,50
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	432,44
---------------------	--------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	45%
	CUMPLE
f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	2%
Im,y =	5%
Im,z =	45%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,6	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,6	m2

I2 (z)	0,01800	m4
I3 (y)	0,05000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	21
Esbeltez mecánica y =	121,24
Esbeltez mecánica z =	72,75

iy =	0,173205081	m
iz =	0,288675135	m
*radio de giro para sección rectangular		

Lambda,rel y =	1,9698
Lambda,rel z =	1,1819

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

KC (2) (z) =	0,7197
KC (3) (y) =	0,1995

Ky =	2,5235
Kz =	1,2425

CONDICIÓN 1:	39%
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	61%
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5 Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga	L (m)=	21	L (m)=	21
---------------------	--------	----	--------	----

Flecha activa	<=	l/500
---------------	----	-------

La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes

ELS característico

21	2.ELS.VY.A	U3 =	-0,095425	m	1.Comprob
24	2.ELS.VY.B	U3 =	0,153375	m	2.Comprob

Flecha activa =	0,09543	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,14000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

Flecha activa =	0,15338	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,14000	m
-------------------	---------	---

	INCUMPLE
--	----------

Aprov.	Aprov.
68%	110%

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Longitud de la viga	L (m)=	21	L (m)=	21
---------------------	--------	----	--------	----

Flecha neta	<=	l/300
-------------	----	-------

La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes

ELS quasi permanente

22	3.ELS.QP	U3 =	-0,037031	m	1.Comprob
13	3.ELS.QP	U3 =	-0,001019	m	2.Comprob

Flecha neta =	0,03703	m
---------------	---------	---

Restricción max =	0,14000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

Restricción max =	0,07000	m
-------------------	---------	---

Aprov.	Aprov.
26%	1%

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20		
Altura de piso	hp (m) =	16		
Desplome total	<=	ht/500	0,04	
Desplome de piso	<=	hp/250	0,064	
		Combinación:	U1	U2
16	21	2.ELS.VX.B	-0,038289	0,012056
16	24	1.ELS.SCU.VX.B	0,002578	0,00861

Desplome 1 =	0,03829	m
--------------	---------	---

Restricción max =	0,06400	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

Apro. Desplome
60%

Desplome piso =	0,00861	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,06400	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso	hp (m) =	16		
Desplome de piso	<=	hp/250	0,064	
*Considerar Peso Propio y Carga muerta		Combinación	U1	U2
¿Nudo total o de piso?	139	3.ELS.QP	-0,003535	0,000144
	157	3.ELS.QP	0,003535	0,000144
Desplome piso =	0,00354	m		
Desplome piso =	0,00354	m		
Restricción max =	0,06400	m		
	CUMPLE			

Apro. Desplome
6%

Comprobación 2

Correas

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-73,15	-4,89	-18,45	1,74	-18,59	-9,81	253-1
1.ELU.SCU.VY.B	36,16	16,87	2,76	0,36	-6,43	-45,30	945-1
CORTANTE2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-1,88	-32,25	18,71	0,12	20,31	-80,31	587-1
1.ELU.SCU.VY.A	-24,50	49,89	-2,05	-0,02	-5,78	-126,91	212-1
CORTANTE3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-12,82	0,53	-44,82	0,12	-34,39	69,82	207-1
1.ELU.SCU.VY.A	-12,50	0,45	44,15	-0,11	33,81	70,00	591-1
TORSIÓN DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-52,58	8,37	12,75	-2,40	9,19	19,99	624-1
1.ELU.SCU.VY.A	-54,00	8,55	-13,81	2,39	-10,13	20,09	240-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-13,06	5,58	43,90	-0,11	-41,11	64,86	591-1
1.ELU.SCU.VY.A	-13,45	5,67	-44,61	0,12	41,69	64,55	207-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-24,46	49,75	0,98	0,03	6,87	-127,04	596-1
1.ELU.SCU.VY.A	-15,19	8,60	41,75	-0,22	30,18	75,00	592-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Kh =	1,07
Sección	
h	0,4
b	0,3

MADERA	GL36h	
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa	fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa	ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa	ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa	fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa	fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa	fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa	fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa	E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa	E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa	E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa	G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3	ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3	

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
1.ELU.SCU.VY.B	36,2

Sigma,t,0,d (kPa) =	301,35
f,t,0,d (kPa) =	15579,20

I,t,0 =	2%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k	26	Mpa
kh =	1,07	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
2.ELU.VY.A	-73,2

Sigma,c,0,d (kPa) =	-609,62
f,t,0,d (kPa) =	-23882,40

I,c,0 =	3%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k	31	Mpa
kh =	1,07	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	41,7

Sigma,m,d (y2) =	6948,45
z3 (m) =	0,15
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	21571,20
---------------	----------

I,m =	32%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1,07	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2▲	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M3 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	-127,0

Sigma,m,d (z3) =	15880,48
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	21571,20
---------------	----------

I,m =	74%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1,07	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,8	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,8	m2

I2▲	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	41,7	64,5506

Sigma,m,d2 (y) =	6948,45
Sigma,m,d3 (z) =	8068,83
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	21571,20
--------------	----------

I2,m =	32%
I3,m =	37%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	60%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1,07	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('kN*m)	M3 ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	6,9	-127,0438

Sigma,m,d2 (y) =	1145,60
Sigma,m,d3 (z) =	15880,48
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	21571,20
--------------	----------

I2,m =	5%
I3,m =	74%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	77%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1,07	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE P ('kN) M2conc ('kN*m) M3conc ('kN*m)

1.ELU.SCU.VY.B

36

-6

-45

Sigma,m,d2 (y) =	1070,83
Sigma,m,d3 (z) =	5662,25
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	301,35
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	21571,20
f,t,0,d (kPa) =	15579,20

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	32%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	25%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,07	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➔	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE Pconc ('kN) M2 ('kN*m) M3conc ('kN*m)

1.ELU.SCU.VY.A

-13

42

65

Sigma,m,d2 (y) =	6948,45
Sigma,m,d3 (z) =	8068,83
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	112,04
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	21571,20
f,t,0,d (kPa) =	15579,20

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,07	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➔	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-24	7	-127

Sigma,m,d2 (y) =	1145,60
Sigma,m,d3 (z) =	15880,48
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	203,86
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	21571,20
f,t,0,d (kPa) =	15579,20
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,07	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3→	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.B	-73	-19	-10

Sigma,m,d2 (y) =	3097,77
Sigma,m,d3 (z) =	1226,53
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	609,62
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	21571,20
f,c,0,d (kPa) =	18575,20
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	16%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	18%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,07	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3→	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-13	42	65

Sigma,m,d2 (y) =	6948,45
Sigma,m,d3 (z) =	8068,83
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	112,04
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	21571,20
f,c,0,d (kPa) =	18575,20
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	60%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	58%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,07	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3→	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-24	7	-127

Sigma,m,d2 (y) =	1145,60
Sigma,m,d3 (z) =	15880,48
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	203,86
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	21571,20
f,c,0,d (kPa) =	18575,20
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	77%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	57%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,07	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3→	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	49,9	-2,0
Cortante de diseño =	49,9	KN
Tau,max (kPa) =	931,61	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1,07	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
hef =	0,4	1
bef =	0,201	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 2576,56

I,v = 36%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	0,529	-44,8
Cortante de diseño =	44,8	KN
Tau,max (kPa) =	836,16	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1,07	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
hef =	0,268	0,67
bef =	0,3	1
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 2576,56

I,v = 32%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2

7 Comprobación Torsión

TORSIÓN DESFAVORABLE		T ('KN*m)				$f_{v,g,k} = 7,3$ Mpa $k_h = 1,07$ ad $k_{vol} = 1$ ad $K_{mod} = 0,7$ ad $\gamma_{M,M} = 1,25$ ad	
1.ELU.SCU.VY.A		-2,3969					
Tau,max lado largo (kPa) =		432,34					
Tau,max lado corto (kPa) =		371,38					
*Función de la sección		h/b		h (canto) =		0,4 m	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		1,333333333		b (ancho) =		0,3 m	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)				A. sección =		0,64 m2	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				Coef.Red.Neta =		0% ad	
				Sección Neta =		0,64 m2	
alfa,1 =		0,231		I2 ↗		0,03413 m4	
alfa,2 =		0,859		I3 ↘		0,03413 m4	
k,shape * fv,d (kPa) =		3091,872					
k,shape =		1,2					
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:							
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} \text{ Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$							
Aprov. a torsión I,t1 =		14%					
Aprov. a torsión I,t2 =		12%					
Índice de aprovechamiento		CUMPLE					
				*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A		8	13	-2
Cortante de diseño =	15,3	KN		
Tau,max (kPa) =	284,57			
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión				fv,g,k = 4,3 Mpa kh = 1,07 ad kvol = 1 ad Kmod = 0,7 ad Gama,M = 1,25 ad
		h/b		h (canto) = 0,4 m b (ancho) = 0,3 m
		1,333333333		hef = 0,268 0,67 bef = 0,3 1
				A. sección = 0,64 m2 Coef.Red.Neta = 0% ad Sección Neta = 0,64 m2
				I2▲ 0,03413 m4 I3► 0,03413 m4
f,v,d (kPa) =	2576,56			
I,v =	11%			
Tau,max lado largo (kPa) =	432,34			
Tau,max lado corto (kPa) =	371,38			
*Función de la sección *Tau,max en cada lado de seccion cuadrada *Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2) *Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				kcr = 0,67 ad *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2
alfa,1 = 0,231		0		
alfa,2 = 0,859		1		
k,shape * fv,d (kPa) =	3091,872			
k,shape =	1,2			
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones: 12 Sección circular $\min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b} \right\}$ Sección rectangular (h > b)				fv,g,k = 4,3 Mpa h/b alfa,1 alfa,2 1 0,208 1 1,5 0,231 0,859 1,75 0,239 0,82 2 0,246 0,795 2,5 0,256 0,766 3 0,267 0,753 4 0,282 0,745 6 0,299 0,743 8 0,307 0,742 10 0,313 0,742 Infinito 0,333 0,743
Aprov. a torsión I,t1 =	14%			
Aprov. a torsión I,t2 =	12%			
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2				
Aprov Combinación I,v,t =	15%			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	50	-2	0
Cortante de diseño =	49,9	KN	
Tau,max (kPa) =	931,61		
*Función de la sección			
*Tau máxima en centroide sección cuadrada			
*Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.			
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN			
f,v,d (kPa) =	2576,56		
l,v =	36%		
Tau,max lado largo (kPa) =	3,91		
Tau,max lado corto (kPa) =	3,36		
*Función de la sección			
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada			
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			
alfa,1 =	0,231		
alfa,2 =	0,859		
k,shape * fv,d (kPa) =	3091,872		
k,shape =	1,2		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			
$k_{forma} = \begin{cases} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$			
Aprov. a torsión l,t1 =	0%		
Aprov. a torsión l,t2 =	0%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante			
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2			
Aprov Combinación l,v,t =	13%		

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	1	-45	0

Cortante de diseño =	44,8	KN	f_v,g,k =	4,3	Mpa
Tau,max (kPa) =	836,16		kh =	1,07	ad

*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN

h/b	h (canto) =	0,4	m
1,333333333	b (ancho) =	0,3	m

	hef =	0,268	<i>0,67</i>
	bef =	0,3	<i>1</i>

A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

12	0,03413	m4
13	0,03413	m4

$f_{v,d}$ (kPa) =	2576,56
-------------------	---------

$I, v =$	32%
----------	-----

kcr =	0,67	ad
-------	------	----

*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras

*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que $V3 > V2$

Tau,max lado largo (kPa) =	21,52
----------------------------	-------

Tau,max lado corto (kPa) =	18,48
----------------------------	-------

*Función de la sección

*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada

$$\tau_{max} = Torsor / (\alpha_1 \cdot h \cdot b^2)$$
$$\tau_{\text{lado corto}} = \tau_{\text{max}} \cdot \alpha_2$$

alfa,1 =	0,231
----------	-------

$$\alpha_{2,2} = 0,859$$

$k_{shape} \cdot f_{v,d}$ (kPa) =	3091,872
-----------------------------------	----------

k,shape =	1,2
-----------	-----

*Factor de forma de la sección k_{shape} es =

al valor mínimo de dos expresiones:

$$k_{\text{forma}} = \left\{ \begin{array}{ll} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ \begin{array}{l} 1 + 0,15 \frac{h}{b} \\ 2,0 \end{array} \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$$

$f_{v,g,k} =$	4,3	Mpa
---------------	-----	-----

h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

Aprov. a torsión I,t1 =	1%
-------------------------	----

Aprov. a torsión I,t2 =	1%
-------------------------	----

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante

$$= \tau_{tor,d}/(K_{shape} \cdot f_{v,d}) + (\tau_{v,d}/f_{v,d})^2$$

Aprov Combinación I,v,t =	11%
---------------------------	-----

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	2
Esbeltez mecánica y =	23,09
Esbeltez mecánica z =	17,32

$\lambda_{rel,y}$ =	0,3752
$\lambda_{rel,z}$ =	0,2814

$\beta_{c,c}$ =	0,1
*Para madera laminada encolada	

K_y =	0,5741
K_z =	0,5387

h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m

$I_{2\uparrow}$ (z) =	0,0016	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ (y) =	0,0009	m ⁴

i_y =	0,08660254	m
i_z =	0,115470054	m

*radio de giro para sección rectangular

$K_C(2)$ (z) =	1,3340
$K_C(3)$ (y) =	1,3106

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

β =	1
β recomendada =	1

Carga axil (kN) =	73
-------------------	----

L de pandeo =	2,0000	
$P_{crit}(2)$ (z) =	46979,31695	CUMPLE
$P_{crit}(3)$ (y) =	26425,86578	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-73	-19	-10

$\sigma_{m,d2}$ (y) =	3097,77
$\sigma_{m,d3}$ (z) =	1226,53
z_3 (m) =	0,15
y_2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

$\sigma_{c,0,d}$ (kPa) =	609,62
--------------------------	--------

$f_{m,d}$ (kPa) =	27734,40
$f_{c,0,d}$ (kPa) =	23882,40

$I_{c,0}$ =	3%
$I_{m,y}$ =	11%
$I_{m,z}$ =	4%

CONDICIÓN 1:	16%
$I_{c,0}/K_C(2) + I_{m,y} + I_{m,z} \cdot K_m$	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	14%
$I_{c,0}/K_C(3) + I_{m,z} + I_{m,y} \cdot K_m$	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1,07	ad
k_{vol} =	1	ad
K_{mod} =	0,9	ad
$G_{ama,M}$ =	1,25	ad

h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m

A. sección =	0,12	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m ²

$I_{2\uparrow}$ =	0,00090	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ =	0,00160	m ⁴

k_m =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-13	42	65

Sigma,m,d2 (y) =	6948,45
Sigma,m,d3 (z) =	8068,83
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	112,04
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	21571,20
f,c,0,d (kPa) =	18575,20

Ic,0 =	1%
Im,y =	32%
Im,z =	37%

CONDICIÓN 1:	59%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	60%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,07	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➔	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-24	7	-127

Sigma,m,d2 (y) =	1145,60
Sigma,m,d3 (z) =	15880,48
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	203,86
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	21571,20
f,c,0,d (kPa) =	18575,20

Ic,0 =	1%
Im,y =	5%
Im,z =	74%

CONDICIÓN 1:	58%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	78%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,07	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➔	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

fm,0,k (Mpa) =	36			h (canto) =	0,4	m
E,0,g,05 (Mpa) =	11900			b (ancho) =	0,3	m
G,0,g,05 (Mpa) =	910			I2 [⬆] (z)	0,0016	m4
Longitud de la barra (m) =	2			I3 [➡] (y)	0,0009	m4
Beta,v =	0,95					
L,ef =	1,9					
Sigma m,crit (Mpa) =	889,17					
*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular						

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,2012		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,409089168	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	24,69913239	0

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-24	7	-127

Sigma,m,d2 (y) =	1145,60
Sigma,m,d3 (z) =	15880,48
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	203,86
---------------------	--------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	74%
	CUMPLE
f,m,d (kPa)=	21571,20
f,c,0,d (kPa) =	18575,20

Ic,0 =	1%
Im,y =	5%
Im,z =	74%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,07	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2 [⬆]	0,00090	m4
I3 [➡]	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	2
Esbeltez mecánica y =	23,09
Esbeltez mecánica z =	17,32

iy =	0,08660254	m
iz =	0,115470054	m
*radio de giro para sección rectangular		

Lambda,rel y =	0,3752
Lambda,rel z =	0,2814

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

KC (2) (z) =	1,3340
KC (3) (y) =	1,3106

Ky =	0,5741
Kz =	0,5387

CONDICIÓN 1:	58%
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	78%
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5	
Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga	L (m)=	2	L (m)=	2
---------------------	--------	---	--------	---

Flecha activa	<=	l/300
---------------	----	-------

La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes

ELS característico			Flecha de nudo adyacente	
378	1.ELS.SCU.VY.A	U3 =	-0,156641	-0,15379 1.Comprob
168	2.ELS.VY.B	U3 =	0,134853	0,12534 2.Comprob

Flecha activa =	0,00285	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,00667	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

Flecha activa =	0,00951	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,00667	m
-------------------	---------	---

	INCUMPLE	
--	----------	--

Aprov.	Aprov.
43%	143%

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Longitud de la viga	L (m)=	2	L (m)=	2
---------------------	--------	---	--------	---

Flecha neta	<=	l/300
-------------	----	-------

La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes

ELS quasi permanente			Flecha de nudo adyacente	
190	3.ELS.QP	U3 =	-0,055834	-0,05228 1.Comprob
547	3.ELS.QP	U3 =	-0,000501	0 2.Comprob

Flecha neta =	0,00355	m
---------------	---------	---

Restricción max =	0,00667	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

Restricción max =	0,00667	m
-------------------	---------	---

Aprov.	Aprov.
53%	8%

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20		
Altura de piso	hp (m) =	16		
Desplome total	<=	ht/500	0,04	
Desplome de piso	<=	hp/250	0,064	
		Combinación:	U1	U2
16	192	2.ELS.VX.B	-0,046535	-0,00486 m
16	460	1.ELS.SCU.VX.B	0,001873	0,009 m

Desplome 1 =	0,04654	m
--------------	---------	---

Restricción max =	0,06400	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

Apro. Desplome
73%

Desplome piso =	0,00900	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,06400	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso	hp (m) =	16		
Desplome de piso	<=	hp/250	0,064	
*Considerar Peso Propio y Carga muerta		Combinación	U1	U2
¿Nudo total o de piso?	192	3.ELS.QP	-0,00787	-0,006026 m
	289	3.ELS.QP	0,00787	-0,006026
Desplome piso =	0,00787	m		
Desplome piso =	0,00787	m		
Restricción max =	0,06400	m		
	CUMPLE			

Apro. Desplome
12%

Vigas principales

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-1157,37	-308,26	-24,70	87,45	-46,83	-2091,70	51-1
2.ELU.VY.B	-28,71	16,15	-11,07	-13,56	4,30	207,46	66-1
CORTANTE2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-1065,88	-314,10	-14,81	75,56	-22,68	-2371,33	51-1
1.ELU.SCU.VY.B	-547,20	146,86	-0,17	-13,96	1,88	19,19	45-1
CORTANTE3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-495,57	63,64	-68,16	-65,04	154,77	86,29	60-1
2.ELU.VY.A	-494,46	49,02	61,43	63,80	-10,84	207,38	30-1
TORSIÓN DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-1118,49	-229,34	16,32	-96,40	17,21	-1436,74	22-1
1.ELU.SCU.VY.A	-1124,59	-231,31	-8,00	95,58	-4,27	-1441,73	52-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-491,32	62,49	59,52	63,80	-142,92	85,51	30-1
2.ELU.VY.A	-495,57	63,64	-68,16	-65,04	154,77	86,29	60-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-1065,88	-314,10	-14,81	75,56	-22,68	-2371,33	51-1
2.ELU.VY.B	-263,45	61,79	-4,52	11,72	-14,20	1281,60	31-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD Gama	
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Kh =	1
Sección	
h	2
b	0,6

MADERA GL36h		
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa	fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa	ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa	ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa	fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa	fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa	fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa	fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa	E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa	E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa	E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa	G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3	ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3	

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO**1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra**

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
2.ELU.VY.B	-28,7

Sigma,t,0,d (kPa) =	-23,93
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

I,t,0 =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k	26	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	-1157,4

Sigma,c,0,d (kPa) =	-964,48
f,t,0,d (kPa) =	-17360,00

I,c,0 =	6%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k	31	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('kN)
2.ELU.VY.A	154,8

Sigma,m,d (y2) =	2579,44
z3 (m) =	0,30
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	25920,00
---------------	----------

I,m =	10%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,6	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,6	m2

I2↑	0,01800	m4
I3➡	0,05000	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M3 ('kN)
2.ELU.VY.A	-2371,3

Sigma,m,d (z3) =	5928,32
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	25920,00
---------------	----------

I,m =	23%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,8	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,8	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)
2.ELU.VY.A	154,8	86,2915

Sigma,m,d2 (y) =	2579,44
Sigma,m,d3 (z) =	862,92
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,50
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	10%
I3,m =	3%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	12%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,6	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,6	m2

I2↑	0,01800	m4
I3➡	0,05000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('kN*m)	M3 ('KN*m)
2.ELU.VY.A	-22,7	-2371,3274

Sigma,m,d2 (y) =	188,99
Sigma,m,d3 (z) =	5928,32
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	1%
I3,m =	23%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	23%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-29	4	207

Sigma,m,d2 (y) =	35,81
Sigma,m,d3 (z) =	518,66
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	-23,93
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	2%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	1%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2▲	0,03600	m4
I3➔	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-496	155	86

Sigma,m,d2 (y) =	1289,72
Sigma,m,d3 (z) =	215,73
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	412,97
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2▲	0,03600	m4
I3➔	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-1066	-23	-2371

Sigma,m,d2 (y) =	188,99
Sigma,m,d3 (z) =	5928,32
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	888,23
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3→	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-1157	-47	-2092

Sigma,m,d2 (y) =	390,25
Sigma,m,d3 (z) =	5229,24
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	964,48
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	21%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	16%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3→	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-496	155	86

Sigma,m,d2 (y) =	2579,44
Sigma,m,d3 (z) =	862,92
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,50
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	825,95
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	10%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	12%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,6	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,6	m2

I2↑	0,01800	m4
I3→	0,05000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-1066	-23	-2371

Sigma,m,d2 (y) =	188,99
Sigma,m,d3 (z) =	5928,32
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	888,23
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	24%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	17%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3→	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)
2.ELU.VY.A	-314,1	-14,8
Cortante de diseño =	314,4	KN
Tau,max (kPa) =	586,66	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	2	1
bef =	0,402	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 3096

I,v = 19%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)
2.ELU.VY.A	63,635	-68,2
Cortante de diseño =	93,2	KN
Tau,max (kPa) =	347,93	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	0,67	0,67
bef =	0,6	1
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 3096

I,v = 11%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2

7 Comprobación Torsión				
TORSIÓN DESFAVORABLE	T ('KN*m)		fv,g,k =	4,3 Mpa
1.ELU.SCU.VY.A	-96,4007		kh =	1 ad
			kvol =	1 ad
			Kmod =	0,7 ad
			Gama,M =	1,25 ad
Tau,max lado largo (kPa) =	835,77		h (canto) =	1,8 m
Tau,max lado corto (kPa) =	629,33		b (ancho) =	0,6 m
*Función de la sección		h/b	A. sección =	0,64 m2
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		3	Coef.Red.Neta =	0% ad
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			Sección Neta =	0,64 m2
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			I2↑	0,03413 m4
			I3➔	0,03413 m4
	alfa,1 = 0,267			
	alfa,2 = 0,753			
k,shape * fv,d (kPa) =	3491,6		h/b	alfa,1 alfa,2
k,shape =	1,45	0	1	0,208 1
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:		0	1,5	0,231 0,859
		0	1,75	0,239 0,82
		0	2	0,246 0,795
		0	2,5	0,256 0,766
		1	3	0,267 0,753
		1	4	0,282 0,745
		1	6	0,299 0,743
		1	8	0,307 0,742
		1	10	0,313 0,742
		1	Infinito	0,333 0,743
Aprov. a torsión I,t1 =	24%		*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	
Aprov. a torsión I,t2 =	18%			
Índice de aprovechamiento	CUMPLE			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	
1.ELU.SCU.VY.A		-229	16	-96	
Cortante de diseño =		229,9	KN	fv,g,k = 4,3 Mpa	
Tau,max (kPa) =		476,61		kh = 1 ad	
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión		h/b	h (canto) =	1,8	m
			b (ancho) =	0,6	m
			hef =	1,8	1
			bef =	0,402	0,67
		A. sección =	0,64	m2	
Coef.Red.Neta =	0%	ad			
Sección Neta =	0,64	m2			
I2▲	0,03413	m4			
I3►	0,03413	m4			
f,v,d (kPa) =		2408			
I,v =		20%			
Tau,max lado largo (kPa) =		835,77	kcr = 0,67 ad		
Tau,max lado corto (kPa) =		629,33	*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Función de la sección			*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3		
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada					
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)					
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2					
alfa,1 = 0,267			fv,g,k = 4,3 Mpa		
alfa,2 = 0,753			h/b alfa,1 alfa,2		
			1 0,208 1		
			0 1,5 0,231 0,859		
			0 1,75 0,239 0,82		
			0 2 0,246 0,795		
k,shape * fv,d (kPa) = 3491,6			0 2,5 0,256 0,766		
k,shape = 1,45			1 3 0,267 0,753		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			1 4 0,282 0,745		
$k_{forma} = \begin{cases} 1,2 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$			1 6 0,299 0,743		
			1 8 0,307 0,742		
			1 10 0,313 0,742		
			1 Infinito 0,333 0,743		
			*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares		
Aprov. a torsión I,t1 = 24%					
Aprov. a torsión I,t2 = 18%					
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante					
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2					
Aprov Combinación I,v,t = 28%					

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3		

	fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2	
1	0,208	1	
1,5	0,231	0,859	
1,75	0,239	0,82	
2	0,246	0,795	
2,5	0,256	0,766	
3	0,267	0,753	
4	0,282	0,745	
6	0,299	0,743	
8	0,307	0,742	
10	0,313	0,742	
Infinito	0,333	0,743	
*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-314	-15	76

Cortante de diseño =	314,4	KN	f_{v,g,k} =	4,3	Mpa
Tau,max (kPa) =	586,66		kh =	1	ad

*Función de la sección		Kmod =	0,9	ad
*Tau máxima en centroide sección cuadrada		Gama,M =	1,25	ad
*Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.	h/b	h (canto) =	2	m
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN	3,333333333	b (ancho) =	0,6	m
		hef =	2	1
		bef =	0,402	0,67
		A. sección =	0,64	m2
		Coef.Red.Neta =	0%	ad
		Sección Neta =	0,64	m2
		I2 $\uparrow$	0,03413	m4
f,v,d (kPa) =	3096	I3 $\rightarrow$	0,03413	m4

$f_{v,d}$ (kPa) =	3096
-------------------	------

$I, v =$	19%
----------	-----

Tau,max lado largo (kPa) =	589,60
----------------------------	--------

Tau,max lado corto (kPa) =	443,97
----------------------------	--------

*Función de la sección

*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada

$$\tau_{max} = Torsor / (\alpha_1 \cdot h \cdot b^2)$$
$$\tau_{\text{lado corto}} = \tau_{\text{max}} \cdot \alpha^2$$

alfa,1 =	0,267
----------	-------

alfa,2 =	0,753
----------	-------

$k_{\text{shape}} \cdot f_{v,d} \text{ (kPa)} =$	4644
--	------

k,shape =	1,5
-----------	-----

*Factor de forma de la sección k,shape es =

al valor mínimo de dos expresiones:

(12 Sección circular)

$$k_{\text{forma}} = \begin{cases} 1 + 0,15 \frac{h}{b} \\ 2,0 \end{cases} \quad \text{Sección rectangular (h > b)}$$

Aprov. a torsión I,t1 =	13%
-------------------------	-----

Aprov. a torsión I,t2 =	10%
-------------------------	-----

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante

$$= \tau_{tor,d} / (K_{shape} * f_{v,d}) + (\tau_{v,d} / f_{v,d})^2$$

Aprov Combinación I,v,t =	16%
---------------------------	-----

kcr =	0,67	ad
-------	------	----

*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras

*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección

(según la V predominante) Reducimos el ancho

ya que	$V_2 > V_3$
--------	-------------

$f_{v,g,k} =$	4,3	Mpa
---------------	-----	-----

h/b	alfa,1	alfa,2
-----	--------	--------

0	1	0,208	1
---	---	-------	---

0	1,5	0,231	0,859
---	-----	-------	-------

0	1,75	0,239	0,82
---	------	-------	------

0	2	0,246	0,795
---	---	-------	-------

0	2,5	0,256	0,766
---	-----	-------	-------

1	3	0,267	0,753
---	---	-------	-------

1	4	0,282	0,745
---	---	-------	-------

1	6	0,299	0,743
---	---	-------	-------

1	8	0,307	0,742
---	---	-------	-------

1	10	0,313	0,742
---	----	-------	-------

1	Infinito	0,333	0,743
---	----------	-------	-------

*Coeficientes aplicables a secciones

rectangulares

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)
2.ELU.VY.A	64	-68	-65

Cortante de diseño =	93,2	KN
Tau,max (kPa) =	347,93	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN

h/b
 1,666666667

fv,g,k = 4,3 Mpa
 kh = 1 ad
 kvol = 1 ad
 Kmod = 0,9 ad
 Gama,M = 1,25 ad

h (canto) = 1 m
 b (ancho) = 0,6 m

hef = 0,67 0,67
 bef = 0,6 1

A. sección = 0,64 m2
 Coef.Red.Neta = 0% ad
 Sección Neta = 0,64 m2

I2▲ 0,03413 m4
 I3➔ 0,03413 m4

f,v,d (kPa) = 3096

I,v = 11%

Tau,max lado largo (kPa) = 1014,91
 Tau,max lado corto (kPa) = 764,23

*Función de la sección
 *Tau,max en cada lado de seccion cuadrada
 *Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)
 *Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2

alfa,1 = 0,267
 alfa,2 = 0,753

k,shape * fv,d (kPa) = 3870
 k,shape = 1,25

*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:

$$k_{forma} = \begin{cases} 1,2 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$$

Aprov. a torsión I,t1 = 26%

Aprov. a torsión I,t2 = 20%

kcr = 0,67 ad

*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras

*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2

	fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2	
1	0,208	1	
1,5	0,231	0,859	
1,75	0,239	0,82	
2	0,246	0,795	
2,5	0,256	0,766	
3	0,267	0,753	
4	0,282	0,745	
6	0,299	0,743	
8	0,307	0,742	
10	0,313	0,742	
Infinito	0,333	0,743	

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante

= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2

Aprov Combinación I,v,t = 27%

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	21,8
Esbeltez mecánica y =	125,86
Esbeltez mecánica z =	37,76

Lambda,rel y =	2,0448
Lambda,rel z =	0,6134

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

Ky =	2,6779
Kz =	0,7038

h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
I2 (z)	0,4	m4
I3 (y)	0,036	m4
iy =	0,173205081	m
iz =	0,577350269	m
*radio de giro para sección rectangular		

KC (2) (z) =	1,2152
KC (3) (y) =	0,1764

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

Beta =	1
Beta recomendada =	1,5

Carga axil (KN) =	1157
-------------------	------

L de pandeo =	32,7000	
Pcrit (2) (z)=	43935,05686	CUMPLE
Pcrit (3) (y) =	3954,155117	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-1157	-47	-2092

Sigma,m,d2 (y) =	390,25
Sigma,m,d3 (z) =	5229,24
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	964,48
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	6%
Im,y =	2%
Im,z =	26%

CONDICIÓN 1:	25%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	59%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

f _{c,0,k} =	31	Mpa
f _{m,g,k} =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2 (z)	0,03600	m4
I3 (y)	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-496	155	86

Sigma,m,d2 (y) =	2579,44
Sigma,m,d3 (z) =	862,92
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,50
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	825,95
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	4%
Im,y =	10%
Im,z =	3%

CONDICIÓN 1:	15%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	31%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,6	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,6	m2

I2↑	0,01800	m4
I3➔	0,05000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-1066	-23	-2371

Sigma,m,d2 (y) =	188,99
Sigma,m,d3 (z) =	5928,32
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	888,23
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	4%
Im,y =	1%
Im,z =	23%

CONDICIÓN 1:	20%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	46%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➔	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

fm,0,k (Mpa) =	36			h (canto) =	2	m
E,0,g,05 (Mpa) =	11900			b (ancho) =	0,6	m
G,0,g,05 (Mpa) =	910			I2 [⬆] (z)	0,4	m ⁴
Longitud de la barra (m) =	21,8			I3 [➡] (y)	0,036	m ⁴
Beta,v =	0,57					
L,ef =	12,426					
Sigma m,crit (Mpa) =	134,86					
*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular						

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,5167		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,172506254	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	3,746218737	0

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2. ELU.VY.A	-1066	-23	-2371

Sigma,m,d2 (y) =	188,99
Sigma,m,d3 (z) =	5928,32
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	888,23
---------------------	--------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	23%
	CUMPLE
f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	4%
Im,y =	1%
Im,z =	23%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m ²

I2 [⬆]	0,03600	m ⁴
I3 [➡]	0,40000	m ⁴

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	21,8
Esbeltez mecánica y =	125,86
Esbeltez mecánica z =	37,76

iy =	0,173205081	m
iz =	0,577350269	m
*radio de giro para sección rectangular		

Lambda,rel y =	2,0448
Lambda,rel z =	0,6134

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

KC (2) (z) =	1,2152
KC (3) (y) =	0,1764

Ky =	2,6779
Kz =	0,7038

CONDICIÓN 1:	20%
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	46%
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5	
Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga		L (m)=		21,8		L (m)=		21,8	
Flecha activa		<=		l/300					
La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes									
ELS característico							Flecha de nudo adyacente		
11		2.ELS.VY.A		U3 =		-0,056435		0 1.Comprob	
10		2.ELS.VY.B		U3 =		0,073174		0 2.Comprob	
Flecha activa =		0,05644		m		Aprov. 39% Aprov. 50%			
Restricción max =		0,14533		m					
CUMPLE									
Flecha activa =		0,07317		m					
Restricción max =		0,14533		m					
CUMPLE									

Aprov.	Aprov.
39%	50%

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Longitud de la viga		L (m)=	21,8	L (m)=	21,8				
Flecha neta		<=		l/300					
La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes									
ELS quasi permanente				Flecha de nudo adyacente					
9	3.ELS.QP	U3 =	-0,016228	0	1.Comprob				
2	3.ELS.QP	U3 =	-0,000883	0	2.Comprob				
Flecha neta =		0,01623	m	<table><tr><td>Aprov.</td><td>Aprov.</td></tr><tr><td>11%</td><td>1%</td></tr></table>		Aprov.	Aprov.	11%	1%
Aprov.	Aprov.								
11%	1%								
Restricción max =		0,14533	m						
		CUMPLE							
Restricción max =		0,14533	m						

Aprov.	Aprov.
11%	1%

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20		
Altura de piso	hp (m) =	16		
Desplome total	<= ht/500		0,04	
Desplome de piso	<= hp/250		0,064	
		Combinación:	U1	U2
16	9	2.ELS.VX.B	-0,03678	0,009893 m
16	55	1.ELS.SCU.VX.B	-0,003365	0,00143 m

Desplome 1 =	0,03678	m
Restricción max =	0,06400	m
CUMPLE		

Apro. Desplome
57%

Desplome piso =	0,00337	m
Restricción max =	0,06400	m
CUMPLE		

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso	hp (m) =	16		
Desplome de piso	<= hp/250		0,064	
*Considerar Peso Propio y Carga muerta		Combinación	U1	U2
¿Nudo total o de piso?	9	3.ELS.QP	-0,003858	0,000021 m
	10	3.ELS.QP	0,003858	0,000021
Desplome piso =	0,00386	m		
Desplome piso =	0,00386	m		
Restricción max =	0,06400	m		
CUMPLE				

Apro. Desplome
6%

COMPROBACIÓN PARA VIGAS PRINCIPALES

COMPROBACIONES SINGULARES: CANTO VARIABLE

FLEXIÓN MÁS DESFAVORABLE M3 ('kN)

2.ELU.VY.A -2371,3

Sigma,m,d (z2) = 5928,32

z2 (m) = 1,00

*Función de la sección y el Momento

*Buscar donde sigma es máximo

*No descuidar dirección de M ni h y b

f,m,d (kPa) = 25920,00

km,alfa tracción = 0,968579961

km,alfa compresión = 0,991965209

Im,alfa, tracción = 24%

Im,alfa, compresión = 23%

Sigma m,crit (Mpa) = 134,86

*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular

Lambda,rel,flexión = 0,5167

Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,172506254	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	3,746218737	0

Kcrit = 1

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

fm,g,k 36 Mpa

kh = 1 ad

kvol = 1 ad

Kmod = 0,9 ad

Gama,M = 1,25 ad

E,0,g,05 (Mpa) = 11900

G,0,g,05 (Mpa) = 910

L barra (m) = 21,8

Beta,v = 0,57

L,ef = 12,426

Tg(Alfa) = 0,023

fv,k = 4,3 Mpa

fc,90,k = 3,6 Mpa

fv,d = 3096,00 KPa

fc,90,d = 2592,00 KPa

h (canto) = 2 m

b (ancho) = 0,6 m

I2 (z) 0,036 m4

I3 (y) 0,4 m4

ft,90,k = 0,6 Mpa

ft,90,d = 432 Kpa

COMPROBACIONES SINGULARES: ADICIONAL AL CANTO VARIABLE (VUELCO LATERAL)

* Para tensión de flexión de compresión deberá verificarse además la condición para la estabilidad frente al vuelco

I,vuelco lateral = 23%

Sigma,m,alfa,d / (Kcrit * Km,alfa,compresión * fm,d)

Comprobación 3

Correas

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-101,33	30,774	-15,657	2,7131	11,8642	-68,2086	242-1
1.ELU.SCU.VY.B	63,91	11,051	3,852	0,8325	-5,6608	-47,5026	945-1
CORTANTE2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.B	8,87	-26,64	26,23	-0,55	28,27	-31,17	577-1
1.ELU.SCU.VY.A	-46,81	59,26	-13,85	0,38	4,80	-139,54	212-1
CORTANTE3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	1,26	6,32	-75,51	0,23	-57,78	86,05	197-1
1.ELU.SCU.VY.A	2,02	6,25	74,77	-0,21	57,12	86,42	581-1
TORSIÓN DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.B	1,88	-8,72	-9,30	-3,84	-11,96	-8,03	657-1
1.ELU.SCU.VY.A	-66,47	-7,34	-53,77	3,82	-55,14	-5,65	253-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	1,49	11,96	74,52	-0,21	-69,19	71,01	581-1
1.ELU.SCU.VY.A	0,67	12,04	-75,31	0,23	69,82	70,52	197-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-47,11	59,07	12,24	-0,36	-3,11	-139,79	596-1
1.ELU.SCU.VY.B	-11,44	11,43	48,49	-0,15	33,30	89,88	592-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Kh =	1,04
Sección	
h	0,4
b	0,3

MADERA	GL36h
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3 ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO**1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra**

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
1.ELU.SCU.VY.B	63,9

Sigma,t,0,d (kPa) =	532,58
f,t,0,d (kPa) =	15142,40

I,t,0 =	4%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k	26	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	-101,3

Sigma,c,0,d (kPa) =	-844,40
f,t,0,d (kPa) =	-18054,40

I,c,0 =	5%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k	31	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	69,8

Sigma,m,d (y2) =	11636,68
z3 (m) =	0,15

*Función de la sección y el Momento
*Buscar donde sigma es máximo

f,m,d (kPa) =	20966,40
---------------	----------

I,m =	56%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↗	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M3 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	-139,8

Sigma,m,d (z3) =	17473,29
y2 (m) =	0,20

*Función de la sección y el Momento
*Buscar donde sigma es máximo

f,m,d (kPa) =	20966,40
---------------	----------

I,m =	83%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,8	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,8	m2

I2↗	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	69,8	70,518

Sigma,m,d2 (y) =	11636,68
Sigma,m,d3 (z) =	8814,75
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	20966,40
--------------	----------

I2,m =	56%
I3,m =	42%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	85%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('kN*m)	M3 ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-3,1	-139,7863

Sigma,m,d2 (y) =	517,85
Sigma,m,d3 (z) =	17473,29
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	20966,40
--------------	----------

I2,m =	2%
I3,m =	83%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	85%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE P ('kN) M2conc ('kN*m) M3conc ('kN*m)

1.ELU.SCU.VY.B 64 -6 -48

Sigma,m,d2 (y) =	943,47
Sigma,m,d3 (z) =	5937,83
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	532,58
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,t,0,d (kPa) =	15142,40

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	35%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	28%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➔	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE Pconc ('kN) M2 ('kN*m) M3conc ('kN*m)

1.ELU.SCU.VY.A 1 70 71

Sigma,m,d2 (y) =	11636,68
Sigma,m,d3 (z) =	8814,75
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	5,57
---------------------	------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,t,0,d (kPa) =	15142,40

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	81%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	85%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➔	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-47	-3	-140

Sigma,m,d2 (y) =	517,85
Sigma,m,d3 (z) =	17473,29
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	392,58
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,t,0,d (kPa) =	15142,40

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.B	-101	12	-68

Sigma,m,d2 (y) =	1977,37
Sigma,m,d3 (z) =	8526,08
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	844,40
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	47%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	38%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	1	70	71

Sigma,m,d2 (y) =	11636,68
Sigma,m,d3 (z) =	8814,75
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5,57
---------------------	------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	0%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➔	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-47	-3	-140

Sigma,m,d2 (y) =	517,85
Sigma,m,d3 (z) =	17473,29
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	392,58
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	85%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	61%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➔	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	59,3	-13,8
Cortante de diseño =	60,9	KN
Tau,max (kPa) =	1135,30	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
hef =	0,4	1
bef =	0,201	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 2504,32

I,v = 45%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	6,323	-75,5
Cortante de diseño =	75,8	KN
Tau,max (kPa) =	1413,68	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
hef =	0,268	0,67
bef =	0,3	1
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 2504,32

I,v = 56%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2

7 Comprobación Torsión

TORSIÓN DESFAVORABLE		T ('KN*m)				fv,g,k = 4,3 Mpa kh = 1,04 ad kvol = 1 ad Kmod = 0,7 ad Gama,M = 1,25 ad	
1.ELU.SCU.VY.B		-3,8385					
Tau,max lado largo (kPa) =		692,37					
Tau,max lado corto (kPa) =		594,75					
*Función de la sección		h/b		h (canto) =		0,4 m	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		1,333333333		b (ancho) =		0,3 m	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)				A. sección =		0,64 m2	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				Coef.Red.Neta =		0% ad	
				Sección Neta =		0,64 m2	
				I2 ↗		0,03413 m4	
				I3 ↘		0,03413 m4	
alfa,1 =		0,231					
alfa,2 =		0,859					
k,shape * fv,d (kPa) =		3005,184					
k,shape =		1,2					
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:							
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} \text{ Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$							
Aprov. a torsión I,t1 =		23%					
Aprov. a torsión I,t2 =		20%					
Índice de aprovechamiento		CUMPLE					
				*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.B	-9	-9	-4

Cortante de diseño =	12,7	KN	f_{v,g,k} =	4,3	Mpa
Tau,max (kPa) =	237,84		kh =	1,04	ad

*Función de la sección		Kmod =	0,7	ad
*Tau máxima en centroide sección cuadrada		Gama,M =	1,25	ad
*Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.	h/b	h (canto) =	0,4	m
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión	1,333333333	b (ancho) =	0,3	m
		hef =	0,268	0,67
		bef =	0,3	1
		A. sección =	0,64	m2
		Coef.Red.Neta =	0%	ad
		Sección Neta =	0,64	m2
		I2 $\uparrow$	0,03413	m4
f,v,d (kPa) =	2504,32	I3 $\rightarrow$	0,03413	m4

$I_v =$	9%	$k_{cr} =$	0,67	ad
$\tau_{\max}$ lado largo (kPa) =	692,37	*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
$\tau_{\max}$ lado corto (kPa) =	594,75	*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que $V_3 > V_2$		
*Función de la sección				

Tau,max lado largo (kPa) =	692,37	*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que $V3 > V2$						
Tau,max lado corto (kPa) =	594,75							
*Función de la sección								
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada								
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)								
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2		<table border="1"> <tr> <td>f_{v,g,k} =</td> <td>4,3</td> <td>Mpa</td> </tr> <tr> <td>h/b</td> <td>alfa,1</td> <td>alfa,2</td> </tr> </table>	f_{v,g,k} =	4,3	Mpa	h/b	alfa,1	alfa,2
f_{v,g,k} =	4,3	Mpa						
h/b	alfa,1	alfa,2						

	alfa,1 =	0,231	1	1,5	0,231	0,859
	alfa,2 =	0,859	1	1,75	0,239	0,82
			1	2	0,246	0,795
k,shape * fv,d (kPa) =		3005,184	1	2,5	0,256	0,766
k,shape =		1,2	1	3	0,267	0,753
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			1	4	0,282	0,745
			1	6	0,299	0,743
			1	8	0,307	0,742
			1	10	0,313	0,742
			1	Infinito	0,333	0,743
					*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	

Aprov. a torsión I,t1 =	23%
Aprov. a torsión I,t2 =	20%

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = $\tau_{tor,d}/(k_{shape} \cdot f_{v,d}) + (\tau_{v,d}/f_{v,d})^2$ Aprov Combinación I,v,t = 24%		
--	--	--

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE		V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A		59	-14	0
Cortante de diseño =	60,9	KN		
Tau,max (kPa) =	1135,30			
*Función de la sección				
*Tau máxima en centroide sección cuadrada				
*Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.		h/b		
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN		1,333333333		
f,v,d (kPa) =		2504,32		
l,v =		45%		
Tau,max lado largo (kPa) =		68,29		
Tau,max lado corto (kPa) =		58,66		
*Función de la sección				
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada				
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)				
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				
alfa,1 =		0,231		
alfa,2 =		0,859		
k,shape * fv,d (kPa) =		3005,184		
k,shape =		1,2		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:				
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \quad \text{Sección circular} \\ \min \left\{ \begin{array}{l} 1 + 0,15 \frac{h}{b} \\ 2,0 \end{array} \right\} \quad \text{Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$				
Aprov. a torsión l,t1 =		2%		
Aprov. a torsión l,t2 =		2%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante				
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2				
Aprov Combinación l,v,t =		23%		

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	6	-76	0

Cortante de diseño =	75,8	KN
Tau,max (kPa) =	1413,68	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN

h/b
 1,333333333

fv,g,k = 4,3 Mpa
 kh = 1,04 ad
 kvol = 1 ad
 Kmod = 0,7 ad
 Gama,M = 1,25 ad

h (canto) = 0,4 m
 b (ancho) = 0,3 m

hef = 0,268 0,67
 bef = 0,3 1

A. sección = 0,64 m2
 Coef.Red.Neta = 0% ad
 Sección Neta = 0,64 m2

I2▲ 0,03413 m4
 I3➔ 0,03413 m4

f,v,d (kPa) = 2504,32

I,v = 56%

Tau,max lado largo (kPa) = 42,30
 Tau,max lado corto (kPa) = 36,33

*Función de la sección
 *Tau,max en cada lado de seccion cuadrada
 *Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)
 *Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2

alfa,1 = 0,231
 alfa,2 = 0,859

k,shape * fv,d (kPa) = 3005,184
 k,shape = 1,2

*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:

$$k_{forma} = \begin{cases} 1,2 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$$

kcr = 0,67 ad

*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras

*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2

fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

Aprov. a torsión I,t1 = 1%

Aprov. a torsión I,t2 = 1%

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante

= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2

Aprov Combinación I,v,t = 33%

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	2,1
Esbeltez mecánica y =	24,25
Esbeltez mecánica z =	18,19

Lambda,rel y =	0,3940
Lambda,rel z =	0,2955

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

Ky =	0,5823
Kz =	0,5434

h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m

$I_{2\uparrow}$ (z) =	0,0016	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ (y) =	0,0009	m ⁴

i_y =	0,08660254	m
i_z =	0,115470054	m

*radio de giro para sección rectangular

KC (2) (z) =	1,3308
KC (3) (y) =	1,3052

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

Beta =	1
Beta recomendada =	1

Carga axil (KN) =	101
-------------------	-----

L de pandeo =	2,1000	
Pcrit (2) (z) =	42611,62535	CUMPLE
Pcrit (3) (y) =	23969,03926	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1. ELU.SCU.VY.A	-101	12	-68

Sigma,m,d2 (y) =	1977,37
Sigma,m,d3 (z) =	8526,08
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	844,40
---------------------	--------

f,m,d (kPa) =	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40

Ic,0 =	5%
Im,y =	9%
Im,z =	41%

CONDICIÓN 1:	41%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	51%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad

h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m

A. sección =	0,12	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m ²

$I_{2\uparrow}$ =	0,00090	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ =	0,00160	m ⁴

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	1	70	71

Sigma,m,d2 (y) =	11636,68
Sigma,m,d3 (z) =	8814,75
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5,57
---------------------	------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40

Ic,0 =	0%
Im,y =	56%
Im,z =	42%

CONDICIÓN 1:	0%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	0%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➔	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-47	-3	-140

Sigma,m,d2 (y) =	517,85
Sigma,m,d3 (z) =	17473,29
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	392,58
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40

Ic,0 =	2%
Im,y =	2%
Im,z =	83%

CONDICIÓN 1:	62%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	87%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➔	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

fm,0,k (Mpa) =	36
E,0,g,05 (Mpa) =	11900
G,0,g,05 (Mpa) =	910
Longitud de la barra (m) =	2,1
Beta,v =	0,4
L,ef =	0,84
Sigma m,crit (Mpa) =	2011,22

*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular

h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
I2 (z)	0,0016	m4
I3 (y)	0,0009	m4

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,1338		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,459657884	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	55,86708516	0

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75)
el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-47	-3	-140

Sigma,m,d2 (y) =	517,85
Sigma,m,d3 (z) =	17473,29
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	392,58
---------------------	--------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	83%
	CUMPLE
f,m,d (kPa)=	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40

Ic,0 =	2%
Im,y =	2%
Im,z =	83%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2 (z)	0,00090	m4
I3 (y)	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	2,1
Esbeltez mecánica y =	24,25
Esbeltez mecánica z =	18,19

iy =	0,08660254	m
iz =	0,115470054	m
*radio de giro para sección rectangular		

Lambda,rel y =	0,3940
Lambda,rel z =	0,2955

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

KC (2) (z) =	1,3308
KC (3) (y) =	1,3052

Ky =	0,5823
Kz =	0,5434

CONDICIÓN 1:	62%
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	87%
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5 Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga	L (m)=	2,1	L (m)=	2,1
---------------------	--------	-----	--------	-----

Flecha activa	<=	l/300
---------------	----	-------

La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes

ELS característico				Nudo adyacente	
368	1.ELS.SCU.VY.A	U3 =	-0,071946	-0,0686	1.Comprob
168	2.ELS.VY.B	U3 =	0,104384	0,096	2.Comprob

Flecha activa =	0,00335	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,01400	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

Flecha activa =	0,00838	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,01400	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

Aprov.	Aprov.
24%	60%

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Longitud de la viga	L (m)=	2	L (m)=	2
---------------------	--------	---	--------	---

Flecha neta	<=	l/300
-------------	----	-------

La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes

ELS quasi permanente				Nudo adyacente	
190	3.ELS.QP	U3 =	-0,037469	-0,0356	1.Comprob
250	3.ELS.QP	U3 =	-0,000627		2.Comprob

Flecha neta =	0,00187	m
---------------	---------	---

Restricción max =	0,01333	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

Restricción max =	0,00667	m
-------------------	---------	---

Aprov.	Aprov.
14%	9%

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20			
Altura de piso	hp (m) =	16			
Desplome total	<=	ht/500	0,04		
Desplome de piso	<=	hp/250	0,064		
		Combinación:	U1	U2	
16	133	2.ELS.VX.B	-0,034405	0,01078	m
16	168	1.ELS.SCU.VX.B	0,003353	0,007735	m

Desplome 1 =	0,03441	m
--------------	---------	---

Restricción max =	0,06400	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

Apro. Desplome
54%

Desplome piso =	0,00774	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,06400	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso		hp (m) =	16		
Desplome de piso		<=	hp/250	0,064	
*Considerar Peso Propio y Carga muerta			Combinación	U1	U2
¿Nudo total o de piso?	192	3.ELS.QP	-0,004789	-0,003454	m
	289	3.ELS.QP	0,004789	-0,003454	
Desplome piso =		0,00479	m		
Desplome piso =		0,00479	m	Apro. Desplome	
Restricción max =		0,06400	m	7%	
CUMPLE					

Apro. Desplome
7%

Cruces de San Andrés

P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
-928,82	1,788	-0,056	0,2074	-2,884E-15	1,609E-15	1138-1
944,24	-0,438	-0,035	-0,0262	0	0	1129-1
Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
292,45	-5,19	0,19	-0,11	0,00	0,00	1141-1
234,13	5,18	-0,22	0,11	0,00	0,00	1144-1
Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
291,84	-0,02	-0,38	0,12	-1,62	10,84	1142-1
290,91	-5,12	0,40	-0,12	0,00	0,00	1143-1
Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
-21,37	-2,68	-0,01	-0,23	-0,08	-4,98	1134-1
-64,08	-2,64	0,01	0,23	0,06	-4,76	1136-1
Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
290,91	0,03	0,40	-0,12	-1,69	10,80	1143-1
939,08	-0,89	0,07	-0,02	0,39	5,46	1130-1
Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)	Frame
672,75	3,43	0,03	-0,07	-0,19	-9,35	1139-1
-672,60	0,62	-0,05	0,19	-0,31	14,24	1138-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Sección	
h	0,5
b	0,4

MADERA	GL36h
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3 ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO**1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra**

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
2.ELU.VY.B	944,2

Sigma,t,0,d (kPa) =	4721,18
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

I,t,0 =	25%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k	26	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
2.ELU.VY.A	-928,8

Sigma,c,0,d (kPa) =	-4644,09
f,t,0,d (kPa) =	-22320,00

I,c,0 =	21%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k	31	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('kN)
2.ELU.VY.B	-1,7

Sigma,m,d (y2) =	126,51
z3 (m) =	0,20

*Función de la sección y el Momento
*Buscar donde sigma es máximo

f,m,d (kPa) =	25920,00
---------------	----------

I,m =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2 ↗	0,00267	m4
I3 ➡	0,00417	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M3 ('kN)
2.ELU.VY.B	14,2

Sigma,m,d (z3) =	854,59
y2 (m) =	0,25

*Función de la sección y el Momento
*Buscar donde sigma es máximo

f,m,d (kPa) =	25920,00
---------------	----------

I,m =	3%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,8	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,8	m2

I2 ↗	0,00267	m4
I3 ➡	0,00417	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)
2.ELU.VY.B	-1,7	10,803

Sigma,m,d2 (y) =	126,51
Sigma,m,d3 (z) =	648,18
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	0%
I3,m =	3%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	3%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2▲	0,00267	m4
I3➡	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('KN*m)	M3 ('KN*m)
2.ELU.VY.B	-0,3	14,2432

Sigma,m,d2 (y) =	23,51
Sigma,m,d3 (z) =	854,59
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	0%
I3,m =	3%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	3%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2▲	0,00267	m4
I3➡	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	944	0	0

Sigma,m,d2 (y) =	0,00
Sigma,m,d3 (z) =	0,00
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	4721,18
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	25%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	25%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2↑	0,00267	m4
I3➔	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	291	-2	11

Sigma,m,d2 (y) =	126,51
Sigma,m,d3 (z) =	648,18
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	1454,56
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	11%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	10%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2↑	0,00267	m4
I3➔	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-673	0	14

Sigma,m,d2 (y) =	23,51
Sigma,m,d3 (z) =	854,59
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	3363,02
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2↑	0,00267	m4
I3➡	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-929	0	0

Sigma,m,d2 (y) =	0,00
Sigma,m,d3 (z) =	0,00
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	4644,09
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	4%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	4%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2↑	0,00267	m4
I3➡	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	291	-2	11

Sigma,m,d2 (y) =	126,51
Sigma,m,d3 (z) =	648,18
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	1454,56
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	0%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2↑	0,00267	m4
I3➡	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-673	0	14

Sigma,m,d2 (y) =	23,51
Sigma,m,d3 (z) =	854,59
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	3363,02
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	6%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	5%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2↑	0,00267	m4
I3➡	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)
2.ELU.VY.B	-5,2	0,2
Cortante de diseño =	5,2	KN
Tau,max (kPa) =	58,09	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
hef =	0,5	1
bef =	0,268	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 3096

I,v = 2%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)
2.ELU.VY.B	-5,124	0,4
Cortante de diseño =	5,1	KN
Tau,max (kPa) =	57,53	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
hef =	0,5	1
bef =	0,268	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 3096

I,v = 2%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

7 Comprobación Torsión				
TORSIÓN DESFAVORABLE	T ('KN*m)		fv,g,k =	4,3 Mpa
1.ELU.SCU.VY.A	-0,2311		kh =	1 ad
			kvol =	1 ad
			Kmod =	0,7 ad
			Gama,M =	1,25 ad
Tau,max lado largo (kPa) =	18,76		h (canto) =	0,5 m
Tau,max lado corto (kPa) =	16,11		b (ancho) =	0,4 m
*Función de la sección		h/b	A. sección =	0,64 m2
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		1,25	Coef.Red.Neta =	0% ad
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			Sección Neta =	0,64 m2
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			I2↑	0,03413 m4
			I3➔	0,03413 m4
	alfa,1 = 0,231			
	alfa,2 = 0,859			
k,shape * fv,d (kPa) =	2859,5		h/b	alfa,1
k,shape =	1,1875		1	0,208
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:		0	1,5	0,231
		1	1,75	0,239
		1	2	0,246
		1	2,5	0,256
		1	3	0,267
		1	4	0,282
		1	6	0,299
		1	8	0,307
		1	10	0,313
		1	Infinito	0,333
Aprov. a torsión I,t1 =	1%		*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	
Aprov. a torsión I,t2 =	1%			
Índice de aprovechamiento	CUMPLE			

$$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b} \right\} \\ 20 \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{Sección circular} \\ \text{Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$$

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	
1.ELU.SCU.VY.A		-3	0	0	
Cortante de diseño =		2,7	KN	fv,g,k = 4,3 Mpa	
Tau,max (kPa) =		29,97		kh = 1 ad	
				kvol = 1 ad	
				Kmod = 0,7 ad	
				Gama,M = 1,25 ad	
*Función de la sección				h (canto) = 0,5 m	
*Tau máxima en centroide sección cuadrada			h/b	b (ancho) = 0,4 m	
*Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.			1,25	hef = 0,5 1	
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión				bef = 0,268 0,67	
				A. sección = 0,64 m2	
				Coef.Red.Neta = 0% ad	
				Sección Neta = 0,64 m2	
				I2▲ 0,03413 m4	
				I3► 0,03413 m4	
f,v,d (kPa) =		2408		kcr = 0,67 ad	
I,v =		1%		*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras	
Tau,max lado largo (kPa) =		18,76		*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3	
Tau,max lado corto (kPa) =		16,11			
*Función de la sección				fv,g,k = 4,3 Mpa	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada				h/b alfa,1 alfa,2	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)				1 0,208 1	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				1 1,5 0,231 0,859	
				1 1,75 0,239 0,82	
				1 2 0,246 0,795	
				1 2,5 0,256 0,766	
				1 3 0,267 0,753	
				1 4 0,282 0,745	
				1 6 0,299 0,743	
				1 8 0,307 0,742	
				1 10 0,313 0,742	
				1 Infinito 0,333 0,743	
k,shape * fv,d (kPa) =		2859,5		*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	
k,shape =		1,1875			
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:					
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{ll} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ \begin{array}{l} 1 + 0,15 \frac{h}{b} \\ 2,0 \end{array} \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$					
Aprov. a torsión I,t1 =		1%			
Aprov. a torsión I,t2 =		1%			
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2					
Aprov Combinación I,v,t =		1%			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE		V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)
2.ELU.VY.B		-5	0	0
Cortante de diseño =	5,2	KN		fv,g,k = 4,3 Mpa
Tau,max (kPa) =	58,09			kh = 1 ad
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN			kvol = 1 ad	
			Kmod = 0,9 ad	
			Gama,M = 1,25 ad	
			h (canto) = 0,5 m	
			b (ancho) = 0,4 m	
			hef = 0,5 1	
			bef = 0,268 0,67	
			A. sección = 0,64 m2	
			Coef.Red.Neta = 0% ad	
			Sección Neta = 0,64 m2	
			I2⬆ 0,03413 m4	
			I3 ➡ 0,03413 m4	
f,v,d (kPa) =	3096			
I,v =	2%			kcr = 0,67 ad
			*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras	
			*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3	
Tau,max lado largo (kPa) =		9,18		
Tau,max lado corto (kPa) =		7,89		
*Función de la sección				
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada				
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)				
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				
alfa,1 =		0,231	0	fv,g,k = 4,3 Mpa
alfa,2 =		0,859	1	h/b alfa,1 alfa,2
			1	1 0,208 1
			1	1,5 0,231 0,859
			1	1,75 0,239 0,82
			1	2 0,246 0,795
k,shape * fv,d (kPa) =		3676,5	1	2,5 0,256 0,766
k,shape =		1,1875	1	3 0,267 0,753
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			1	4 0,282 0,745
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{ll} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$			1	6 0,299 0,743
			1	8 0,307 0,742
			1	10 0,313 0,742
			1	Infinito 0,333 0,743
Aprov. a torsión I,t1 =		0%		
Aprov. a torsión I,t2 =		0%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2				
Aprov Combinación I,v,t =		0%		

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-5	0	0

Cortante de diseño =	5,1	KN
Tau,max (kPa) =	57,53	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN

fv,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
hef =	0,5	1
bef =	0,268	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2 $\uparrow$	0,03413	m4
I3 $\rightarrow$	0,03413	m4

f,v,d (kPa) =	3096
---------------	------

I,v =	2%
-------	----

Tau,max lado largo (kPa) =	9,65
Tau,max lado corto (kPa) =	8,29
*Función de la sección	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2	

alfa,1 =	0,231
alfa,2 =	0,859

k,shape * fv,d (kPa) =	3676,5
k,shape =	1,1875

*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:

$$k_{forma} = \begin{cases} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$$

Aprov. a torsión I,t1 =	0%
Aprov. a torsión I,t2 =	0%

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante
 = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2
 Aprov Combinación I,v,t = 0%

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	4,3
Esbeltez mecánica y =	37,24
Esbeltez mecánica z =	29,79

Lambda,rel y =	0,6050
Lambda,rel z =	0,4840

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

Ky =	0,6983
Kz =	0,6263

h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
$I_{2\uparrow}$ (z) =	0,004166667	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ (y) =	0,002666667	m ⁴
i_y =	0,115470054	m
i_z =	0,144337567	m
*radio de giro para sección rectangular		

KC (2) (z) =	1,2749
KC (3) (y) =	1,2198

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

Beta =	1
Beta recomendada =	1

Carga axil (KN) =	929
-------------------	-----

L de pandeo =	4,3000	
Pcrit (2) (z) =	26466,62439	CUMPLE
Pcrit (3) (y) =	16938,63961	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-929	0	0

Sigma,m,d2 (y) =	0,00
Sigma,m,d3 (z) =	0,00
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	4644,09
---------------------	---------

f,m,d (kPa) =	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	21%
Im,y =	0%
Im,z =	0%

CONDICIÓN 1:	16%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	17%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m ²

$I_{2\uparrow}$ =	0,00267	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ =	0,00417	m ⁴

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	291	-2	11

Sigma,m,d2 (y) =	126,51
Sigma,m,d3 (z) =	648,18
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	1454,56
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	7%
Im,y =	0%
Im,z =	3%

CONDICIÓN 1:	0%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	0%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2↑	0,00267	m4
I3➔	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-673	0	14

Sigma,m,d2 (y) =	23,51
Sigma,m,d3 (z) =	854,59
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	3363,02
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	15%
Im,y =	0%
Im,z =	3%

CONDICIÓN 1:	14%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	16%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2↑	0,00267	m4
I3➔	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

fm,0,k (Mpa) =	36
E,0,g,05 (Mpa) =	11900
G,0,g,05 (Mpa) =	910
Longitud de la barra (m) =	5,8
Beta,v =	0,28
L,ef =	1,624
Sigma m,crit (Mpa) =	1434,66

*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular

h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
I2 [⬆] (z)	0,004166667	m4
I3 [➡] (y)	0,002666667	m4

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,1584		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,441194077	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	39,85165303	0

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75)
el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2. ELU. VY. B	-673	0	14

Sigma,m,d2 (y) =	23,51
Sigma,m,d3 (z) =	854,59
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	3363,02
---------------------	---------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	3%
	CUMPLE
f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	15%
Im,y =	0%
Im,z =	3%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2 [⬆]	0,00267	m4
I3 [➡]	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	5,8
Esbeltez mecánica y =	50,23
Esbeltez mecánica z =	40,18

iy =	0,115470054	m
iz =	0,144337567	m
*radio de giro para sección rectangular		

Lambda,rel y =	0,8160
Lambda,rel z =	0,6528

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

KC (2) (z) =	1,1926
KC (3) (y) =	1,0749

Ky =	0,8588
Kz =	0,7307

CONDICIÓN 1:	15%
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	17%
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5 Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga	L (m)=	4,3	L (m)=	4,3
Flecha activa	<=	l/300		
La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes				
ELS característico				
15	2.ELS.VY.A	U3 =	-0,003399 m	1.Comprob
14	2.ELS.VY.B	U3 =	0,005146 m	2.Comprob
Flecha activa =	0,00340 m			
Restricción max =	0,01433 m			
	CUMPLE			
Flecha activa =	0,00515 m			
Restricción max =	0,01433 m			
	CUMPLE			

Aprov.	Aprov.
24%	36%

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Longitud de la viga	L (m)=	4,3	L (m)=	4,3
Flecha neta	<=	l/300		
La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes				
ELS quasi permanente				
585	3.ELS.QP	U3 =	-0,002152 m	1.Comprob
2	3.ELS.QP	U3 =	-0,000824 m	2.Comprob
Flecha neta =	0,00215 m			
Restricción max =	0,02867 m			
	CUMPLE			
Restricción max =	0,01433 m			

Aprov.	Aprov.
8%	6%

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20		
Altura de piso	hp (m) =	10		
Desplome total	<=	ht/500	0,04	
Desplome de piso	<=	hp/250	0,04	
	Combinación:	U1	U2	
20	13	2.ELS.VX.B	-0,026653	0,006629 m
10	8	1.ELS.SCU.VX.B	-0,00398	0,0018 m

Desplome 1 =	0,02665 m
Restricción max =	0,04000 m
	CUMPLE

Apro. Desplome
67%

Desplome piso =	0,00398 m
Restricción max =	0,04000 m
	CUMPLE

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso	hp (m) =	10		
Desplome de piso	<=	hp/250	0,04	
*Considerar Peso Propio y Carga muerta	Combinación	U1	U2	
¿Nudo total o de piso?	13	3.ELS.QP	-0,000163	-0,000123 m
	14	3.ELS.QP	0,000163	-0,000123 m
Desplome piso =	0,00016 m			
Desplome piso =	0,00016 m			
Restricción max =	0,04000 m			
	CUMPLE			

Apro. Desplome
0%

Pilares

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-3884,29	-71,04	34,94	-1,06	194,09	-447,80	3-1
2.ELU.VY.B	1315,05	-78,14	21,91	-0,58	-107,09	319,70	2-1
CORTANTE2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	1159,58	-101,32	43,65	-0,63	-230,23	452,62	2-1
3.ELU.SISMO	-760,96	5,12	3,83	0,02	-25,90	-34,59	1-1
CORTANTE3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
2.ELU.VX.B	759,69	-32,66	-11,85	-0,53	-51,70	-229,07	2-1
2.ELU.VY.A	-3642,98	-75,74	64,19	-0,76	293,61	-471,39	1-1
TORSIÓN DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-3884,29	-71,04	34,94	-1,06	194,09	-447,80	3-1
2.ELU.VY.B	-1595,63	-5,36	9,06	0,19	-34,40	45,77	5-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-3604,10	-75,74	57,11	-0,76	-312,89	285,96	1-1
2.ELU.VY.A	-3642,98	-75,74	64,19	-0,76	293,61	-471,39	1-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.B	-3487,51	-98,91	42,46	-0,81	199,43	-570,24	1-1
2.ELU.VY.A	1159,58	-101,32	43,65	-0,63	-230,23	452,62	2-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Sección	
h	0,8
b	0,8

MADERA	GL36h
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3 ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO			
1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra			
AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)		
2.ELU.VY.B	1315,1		
Sigma,t,0,d (kPa) =		ft,0,k	26 Mpa
f,t,0,d (kPa) =		kh =	1 ad
		kvol =	1 ad
		Kmod =	0,9 ad
		Gama,M =	1,25 ad
		h (canto) =	0,8 m
		b (ancho) =	0,8 m
		A. sección =	0,64 m2
		Coef.Red.Neta =	0% ad
		Sección Neta =	0,64 m2

I,t,0 =	11%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
2.ELU.VY.A	-3884,3

Sigma,c,0,d (kPa) =	-6069,21
f,t,0,d (kPa) =	-22320,00

I,c,0 =	27%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k	31	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('kN)
2.ELU.VY.A	-312,9

Sigma,m,d (y2) =	3666,74
z3 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	25920,00
---------------	----------

I,m =	14%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2▲	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M3 ('kN)
2.ELU.VY.B	-570,2

Sigma,m,d (z3) =	6682,47
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	25920,00
---------------	----------

I,m =	26%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,8	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,8	m2

I2▲	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)
2.ELU.VY.A	-312,9	285,9565

Sigma,m,d2 (y) =	3666,74
Sigma,m,d3 (z) =	3351,05
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	14%
I3,m =	13%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	23%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('kN*m)	M3 ('KN*m)
2.ELU.VY.B	199,4	-570,2372

Sigma,m,d2 (y) =	2337,02
Sigma,m,d3 (z) =	6682,47
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	9%
I3,m =	26%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	32%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	1315	-107	320

Sigma,m,d2 (y) =	1254,91
Sigma,m,d3 (z) =	3746,50
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	2054,77
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	29%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	26%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-3604	-313	286

Sigma,m,d2 (y) =	3666,74
Sigma,m,d3 (z) =	3351,05
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	5631,41
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-3488	199	-570

Sigma,m,d2 (y) =	2337,02
Sigma,m,d3 (z) =	6682,47
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	5449,24
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-3884	194	-448

Sigma,m,d2 (y) =	2274,43
Sigma,m,d3 (z) =	5247,66
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	6069,21
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	34%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	30%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE

Pconc ('kN)

M2 ('kN*m)

M3conc ('kN*m)

2.ELU.VY.A

-3604

-313

286

Sigma,m,d2 (y) =	3666,74
Sigma,m,d3 (z) =	3351,05
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5631,41
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	29%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	30%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE

Pconc ('kN)

M2conc ('kN*m)

M3 ('kN*m)

2.ELU.VY.B

-3488

199

-570

Sigma,m,d2 (y) =	2337,02
Sigma,m,d3 (z) =	6682,47
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5449,24
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	38%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	33%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)
2.ELU.VY.A	-101,3	43,6
Cortante de diseño =	110,3	KN
Tau,max (kPa) =	385,91	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PERPENDICULAR** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por **rodadura**

fr,g,k =	1,2	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
hef =	0,8	1
bef =	0,536	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) =	864
---------------	-----

I,v =	45%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que		
	V2>V3	

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)
2.ELU.VY.A	-75,735	64,2
Cortante de diseño =	99,3	KN
Tau,max (kPa) =	347,30	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PERPENDICULAR** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por **rodadura**

fr,g,k =	1,2	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
hef =	0,8	1
bef =	0,536	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) =	864
---------------	-----

I,v =	40%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que		
	V2>V3	

7 Comprobación Torsión				
TORSIÓN DESFAVORABLE	T ('KN*m)		fv,g,k =	4,3 Mpa
2.ELU.VY.A	-1,0576		kh =	1 ad
			kvol =	1 ad
			Kmod =	0,9 ad
			Gama,M =	1,25 ad
Tau,max lado largo (kPa) =	14,90		h (canto) =	0,8 m
Tau,max lado corto (kPa) =	14,90		b (ancho) =	0,8 m
*Función de la sección		h/b	A. sección =	0,64 m2
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		1	Coef.Red.Neta =	0% ad
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			Sección Neta =	0,64 m2
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				
	alfa,1 = 0,208		I2↑	0,03413 m4
	alfa,2 = 1		I3➔	0,03413 m4
k,shape * fv,d (kPa) =	3560,4		h/b	alfa,1 alfa,2
k,shape =	1,15	1	1	0,208 1
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:		1	1,5	0,231 0,859
		1	1,75	0,239 0,82
		1	2	0,246 0,795
		1	2,5	0,256 0,766
		1	3	0,267 0,753
		1	4	0,282 0,745
		1	6	0,299 0,743
		1	8	0,307 0,742
Aprov. a torsión I,t1 =	0%	1	10	0,313 0,742
Aprov. a torsión I,t2 =	0%	1	Infinito	0,333 0,743
Índice de aprovechamiento	CUMPLE	1	*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	
2.ELU.VY.A		-71	35	-1	
Cortante de diseño =		79,2	KN	fv,g,k = 4,3 Mpa	
Tau,max (kPa) =		276,92		kh = 1 ad	
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión		h/b	1	kvol = 1 ad	
				Kmod = 0,9 ad	
		Gama,M = 1,25 ad			
		h (canto) = 0,8 m			
		b (ancho) = 0,8 m			
		hef = 0,8 1			
		bef = 0,536 0,67			
		A. sección = 0,64 m2			
		Coef.Red.Neta = 0% ad			
		Sección Neta = 0,64 m2			
I2▲		0,03413	m4		
I3►		0,03413	m4		
f,v,d (kPa) =		3096			
I,v =		9%			
Tau,max lado largo (kPa) =		14,90		kcr = 0,67 ad	
Tau,max lado corto (kPa) =		14,90		*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras	
*Función de la sección				*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada					
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)					
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2					
			1	fv,g,k = 4,3 Mpa	
alfa,1 = 0,208			1	h/b alfa,1 alfa,2	
alfa,2 = 1			1	1 1,5 0,231 0,859	
			1	1 1,75 0,239 0,82	
			1	1 2 0,246 0,795	
k,shape * fv,d (kPa) = 3560,4			1	1 2,5 0,256 0,766	
k,shape = 1,15			1	1 3 0,267 0,753	
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			1	1 4 0,282 0,745	
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{ll} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$			1	1 6 0,299 0,743	
			1	1 8 0,307 0,742	
			1	1 10 0,313 0,742	
			1	1 Infinito 0,333 0,743	
		*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares			
Aprov. a torsión I,t1 = 0%					
Aprov. a torsión I,t2 = 0%					
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2					
Aprov Combinación I,v,t = 1%					

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE		V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)
2.ELU.VY.A		-101	44	-1
Cortante de diseño =	110,3	KN		
Tau,max (kPa) =	385,91			
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN				fv,g,k = 4,3 Mpa
				kh = 1 ad
				kvol = 1 ad
				Kmod = 0,9 ad
				Gama,M = 1,25 ad
			h/b	h (canto) = 0,8 m
			1	b (ancho) = 0,8 m
				hef = 0,8 1
				bef = 0,536 0,67
				A. sección = 0,64 m2
	Coef.Red.Neta = 0% ad			
	Sección Neta = 0,64 m2			
	I2▲ 0,03413 m4			
	I3► 0,03413 m4			
f,v,d (kPa) =	3096			
I,v =	12%			
Tau,max lado largo (kPa) =	8,89			
Tau,max lado corto (kPa) =	8,89			
*Función de la sección *Tau,max en cada lado de seccion cuadrada *Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2) *Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				kcr = 0,67 ad
			*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras	
			*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3	
alfa,1 =	0,208			
alfa,2 =	1			
k,shape * fv,d (kPa) =	3560,4			
k,shape =	1,15			
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones: $k_{forma} = \left\{ \begin{array}{ll} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$			1	
			1	
			1	
			1	
			1	
			1	
			1	
			1	
			1	
			1	
*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares				
Aprov. a torsión I,t1 =	0%			
Aprov. a torsión I,t2 =	0%			
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2				
Aprov Combinación I,v,t =	2%			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE			
V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)	
2.ELU.VY.A	-76	64	-1
Cortante de diseño =	99,3	KN	
Tau,max (kPa) =	347,30		
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN		h/b	1
		fv,g,k =	4,3 Mpa
		kh =	1 ad
		kvol =	1 ad
		Kmod =	0,9 ad
		Gama,M =	1,25 ad
		h (canto) =	0,8 m
		b (ancho) =	0,8 m
		hef =	0,8 1
		bef =	0,536 0,67
		A. sección =	0,64 m2
		Coef.Red.Neta =	0% ad
		Sección Neta =	0,64 m2
		I2▲	0,03413 m4
		I3➔	0,03413 m4
f,v,d (kPa) =	3096		
I,v =	11%		
Tau,max lado largo (kPa) =	10,65		
Tau,max lado corto (kPa) =	10,65		
*Función de la sección		kcr =	0,67 ad
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)		*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			
		fv,g,k =	4,3 Mpa
		h/b	alfa,1 alfa,2
		1	0,208 1
		1,5	0,231 0,859
		1,75	0,239 0,82
		2	0,246 0,795
		2,5	0,256 0,766
		3	0,267 0,753
		4	0,282 0,745
		6	0,299 0,743
		8	0,307 0,742
		10	0,313 0,742
		Infinito	0,333 0,743
		*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	
alfa,1 =	0,208		
alfa,2 =	1		
k,shape * fv,d (kPa) =	3560,4		
k,shape =	1,15		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			
$k_{forma} = \begin{cases} 1,2 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$			
Aprov. a torsión I,t1 =	0%		
Aprov. a torsión I,t2 =	0%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante			
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2			
Aprov Combinación I,v,t =	2%		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	10
Esbeltez mecánica y =	43,30
Esbeltez mecánica z =	43,30

$\lambda_{rel y}$ =	0,7035
$\lambda_{rel z}$ =	0,7035

$\beta_{c,c}$ =	0,1
*Para madera laminada encolada	

K_y =	0,7676
K_z =	0,7676

h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
$I_{2\uparrow}$ (z) =	0,034133333	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ (y) =	0,034133333	m ⁴
i_y =	0,230940108	m
i_z =	0,230940108	m
*radio de giro para sección rectangular		

K_C (2) (z) =	1,1601
K_C (3) (y) =	1,1601

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

β =	0,7
β recomendada =	0,85

Carga axil (kN) =	3884
-------------------	------

L de pandeo =	8,5000	
P_{crit} (2) (z) =	55486,5289	CUMPLE
P_{crit} (3) (y) =	55486,5289	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-3884	194	-448

$\sigma_{m,d2}$ (y) =	2274,43
$\sigma_{m,d3}$ (z) =	5247,66
z_3 (m) =	0,40
y_2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

$\sigma_{c,0,d}$ (kPa) =	6069,21
--------------------------	---------

$f_{m,d}$ (kPa) =	25920,00
$f_{c,0,d}$ (kPa) =	22320,00

$I_{c,0}$ =	27%
$I_{m,y}$ =	9%
$I_{m,z}$ =	20%

CONDICIÓN 1:	46%
$I_{c,0}/K_C(2) + I_{m,y} + I_{m,z} \cdot K_m$	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	50%
$I_{c,0}/K_C(3) + I_{m,z} + I_{m,y} \cdot K_m$	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1	ad
k_{vol} =	1	ad
K_{mod} =	0,9	ad
$G_{ama,M}$ =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m ²

$I_{2\uparrow}$ =	0,03413	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ =	0,03413	m ⁴

k_m =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-3604	-313	286

Sigma,m,d2 (y) =	3666,74
Sigma,m,d3 (z) =	3351,05
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5631,41
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	25%
Im,y =	14%
Im,z =	13%

CONDICIÓN 1:	45%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	45%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-3488	199	-570

Sigma,m,d2 (y) =	2337,02
Sigma,m,d3 (z) =	6682,47
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5449,24
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	24%
Im,y =	9%
Im,z =	26%

CONDICIÓN 1:	48%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	53%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

fm,0,k (Mpa) =	36			h (canto) =	0,8	m
E,0,g,05 (Mpa) =	11900			b (ancho) =	0,8	m
G,0,g,05 (Mpa) =	910			I2 [⬆] (z)	0,034133333	m4
Longitud de la barra (m) =	10			I3 [➡] (y)	0,034133333	m4
Beta,v =	0,43					
L,ef =	4,3					
Sigma m,crit (Mpa) =	1169,95					
*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular						

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,1754		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,428438356	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	32,49854685	0

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2. ELU.VY.B	-3488	199	-570

Sigma,m,d2 (y) =	2337,02
Sigma,m,d3 (z) =	6682,47
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5449,24
---------------------	---------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	26%
	CUMPLE
f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	24%
Im,y =	9%
Im,z =	26%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2 [⬆]	0,03413	m4
I3 [➡]	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	10
Esbeltez mecánica y =	43,30
Esbeltez mecánica z =	43,30

iy =	0,230940108	m
iz =	0,230940108	m
*radio de giro para sección rectangular		

Lambda,rel y =	0,7035
Lambda,rel z =	0,7035

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

KC (2) (z) =	1,1601
KC (3) (y) =	1,1601

Ky =	0,7676
Kz =	0,7676

CONDICIÓN 1:	48%
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	53%
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5	
Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA

INTEGRIDAD ESTRUCTURAL

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles
La comprobación por confort no es necesaria.
La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga	L (m)=	20	L (m)=	20
Flecha activa	<=	l/300		
La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes				
ELS característico				
15	2.ELS.VY.A	U3 =	-0,003399 m	1.Comprob
14	2.ELS.VY.B	U3 =	0,005146 m	2.Comprob
Flecha activa =	0,00340	m		
Restricción max =	0,06667	m		
	CUMPLE			
Flecha activa =	0,00515	m		
Restricción max =	0,06667	m		
	CUMPLE			

Aprov.	Aprov.
5%	8%

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Longitud de la viga	L (m)=	20	L (m)=	10
Flecha neta	<=	l/300		
La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes				
ELS quasi permanente				
13	3.ELS.QP	U3 =	-0,001107 m	1.Comprob
1	3.ELS.QP	U3 =	0 m	2.Comprob
Flecha neta =	0,00111	m		
Restricción max =	0,06667	m		
	CUMPLE			
Restricción max =	0,03333	m		

Aprov.	Aprov.
2%	0%

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES

INTEGRIDAD ESTRUCTURAL

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles
La comprobación por confort no es necesaria.
La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20		
Altura de piso	hp (m) =	10		
Desplome total	<=	ht/500	0,04	
Desplome de piso	<=	hp/250	0,04	
	Combinación:	U1	U2	
20	13	2.ELS.VX.B	-0,026653	0,006629 m
10	1	1.ELS.SCU.VX.A	0	0 m

Desplome 1 =	0,02665	m
Restricción max =	0,04000	m
	CUMPLE	

Apro. Desplome
67%

Desplome piso =	0,00000	m
Restricción max =	0,04000	m
	CUMPLE	

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso	hp (m) =	20		
Desplome de piso	<=	hp/250	0,08	
*Considerar Peso Propio y Carga muerta	Combinación	U1	U2	
¿Nudo total o de piso?	13	3.ELS.QP	-0,000163	-0,000123 m
	14	3.ELS.QP	0,000163	-0,000123
Desplome piso =	0,00016	m		
Desplome piso =	0,00016	m		
Restricción max =	0,08000	m		
	CUMPLE			

Apro. Desplome
0%

Vigas de borde

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.B	-943,26	-100,179	-56,006	83,9516	7,6105	300,3378	113-1
1.ELU.SCU.VY.B	1356,31	-3,071	0,659	-0,1602	-1,9598	80,0582	10-1
CORTANTE2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-61,71	-130,99	24,57	81,98	72,06	-645,02	143-1
1.ELU.SCU.VY.A	-45,78	153,29	-5,21	-73,02	28,08	-747,29	122-1
CORTANTE3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-348,38	-34,04	-149,18	90,72	-43,46	156,46	133-1
1.ELU.SCU.VY.A	-357,28	41,35	149,99	-90,41	-294,13	93,56	152-1
TORSIÓN DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-445,59	-64,12	127,34	-93,82	27,31	234,20	93-1
1.ELU.SCU.VY.A	-458,01	-66,04	-127,10	93,56	-26,62	237,93	113-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-458,01	-74,46	-127,67	93,56	-294,13	90,41	113-1
1.ELU.SCU.VY.A	-445,59	-72,54	126,02	-93,82	293,34	90,72	93-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	16,49	-34,19	-0,34	3,61	37,15	-772,28	365-1
1.ELU.SCU.VY.B	-854,50	4,90	-23,13	-1,46	-7,97	686,25	117-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Sección	
h	1,1
b	0,6

MADERA	GL36h
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3 ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO			
1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra			
AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	ft,0,k	26 Mpa
1.ELU.SCU.VY.B	1356,3	kh =	1 ad
		kvol =	1 ad
		Kmod =	0,7 ad
		Gama,M =	1,25 ad
		h (canto) =	1,1 m
		b (ancho) =	0,6 m
		A. sección =	0,66 m2
		Coef.Red.Neta =	0% ad
		Sección Neta =	0,66 m2

I,t,0 =	14%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
1.ELU.SCU.VY.B	-943,3

Sigma,c,0,d (kPa) =	-1429,18
f,t,0,d (kPa) =	-17360,00

I,c,0 =	8%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k	31	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	-294,1

Sigma,m,d (y2) =	4456,59
z3 (m) =	0,30
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	20160,00
---------------	----------

I,m =	22%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2▲	0,01980	m4
I3➡	0,06655	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M3 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	-772,3

Sigma,m,d (z3) =	6382,52
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	20160,00
---------------	----------

I,m =	32%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,8	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,8	m2

I2▲	0,01980	m4
I3➡	0,06655	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-294,1	90,4078

Sigma,m,d2 (y) =	4456,59
Sigma,m,d3 (z) =	747,17
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	20160,00
--------------	----------

I2,m =	22%
I3,m =	4%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	25%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2↑	0,01980	m4
I3➡	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('kN*m)	M3 ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	37,2	-772,2847

Sigma,m,d2 (y) =	562,90
Sigma,m,d3 (z) =	6382,52
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	20160,00
--------------	----------

I2,m =	3%
I3,m =	32%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	34%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2↑	0,01980	m4
I3➡	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.B	1356	-2	80

Sigma,m,d2 (y) =	29,69
Sigma,m,d3 (z) =	661,64
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	2055,02
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,t,0,d (kPa) =	14560,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	17%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	17%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2↑	0,01980	m4
I3➡	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-458	-294	90

Sigma,m,d2 (y) =	4456,59
Sigma,m,d3 (z) =	747,17
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	693,96
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,t,0,d (kPa) =	14560,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2↑	0,01980	m4
I3➡	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	16	37	-772

Sigma,m,d2 (y) =	562,90
Sigma,m,d3 (z) =	6382,52
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	24,98
---------------------	-------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,t,0,d (kPa) =	14560,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	34%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	25%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2↑	0,01980	m4
I3➡	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.B	-943	8	300

Sigma,m,d2 (y) =	115,31
Sigma,m,d3 (z) =	2482,13
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	1429,18
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	13%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	10%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2↑	0,01980	m4
I3➡	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE

Pconc ('kN)

M2 ('kN*m)

M3conc ('kN*m)

1.ELU.SCU.VY.A

-458

-294

90

Sigma,m,d2 (y) =	4456,59
Sigma,m,d3 (z) =	747,17
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	693,96
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	19%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	25%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2↑	0,01980	m4
I3➡	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE

Pconc ('kN)

M2conc ('kN*m)

M3 ('kN*m)

1.ELU.SCU.VY.A

16

37

-772

Sigma,m,d2 (y) =	562,90
Sigma,m,d3 (z) =	6382,52
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	24,98
---------------------	-------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	0%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2↑	0,01980	m4
I3➡	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	153,3	-5,2
Cortante de diseño =	153,4	KN
Tau,max (kPa) =	520,28	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	1,1	1
bef =	0,402	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 2408

I,v = 22%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	41,349	150,0
Cortante de diseño =	155,6	KN
Tau,max (kPa) =	527,76	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	0,737	0,67
bef =	0,6	1
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 2408

I,v = 22%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2

7 Comprobación Torsión

TORSIÓN DESFAVORABLE T ('KN*m)				$f_{v,g,k} = 7,3$ Mpa $k_h = 1$ ad $k_{vol} = 1$ ad $K_{mod} = 0,7$ ad $\gamma_{M,M} = 1,25$ ad	
1.ELU.SCU.VY.A -93,8189					
Tau,max lado largo (kPa) = 1444,61					
Tau,max lado corto (kPa) = 1148,47					
*Función de la sección		h/b		h (canto) = 1,1 m	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		1,833333333		b (ancho) = 0,6 m	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)				A. sección = 0,64 m2	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				Coef.Red.Neta = 0% ad	
				Sección Neta = 0,64 m2	
				I2 ↗ 0,03413 m4	
				I3 ↘ 0,03413 m4	
alfa,1 = 0,246					
alfa,2 = 0,795					
k,shape * fv,d (kPa) = 3070,2					
k,shape = 1,275					
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:					
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} \text{ Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$					
Aprov. a torsión I,t1 = 47%					
Aprov. a torsión I,t2 = 37%					
Índice de aprovechamiento CUMPLE					
				*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	
1.ELU.SCU.VY.A		-64	127	-94	
Cortante de diseño =		142,6	KN	fv,g,k = 4,3 Mpa	
Tau,max (kPa) =		483,61		kh = 1 ad	
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión		h/b	1,833333333	kvol = 1 ad	
				Kmod = 0,7 ad	
		Gama,M = 1,25 ad			
		h (canto) = 1,1 m			
		b (ancho) = 0,6 m			
		hef = 0,737 0,67			
		bef = 0,6 1			
		A. sección = 0,64 m2			
		Coef.Red.Neta = 0% ad			
		Sección Neta = 0,64 m2			
I2⬆		0,03413	m4		
I3 ➡		0,03413	m4		
f,v,d (kPa) =		2408			
I,v =		20%			
Tau,max lado largo (kPa) =		1444,61			
Tau,max lado corto (kPa) =		1148,47			
*Función de la sección				kcr = 0,67 ad	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada				*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)				*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2					
alfa,1 = 0,246				fv,g,k = 4,3 Mpa	
alfa,2 = 0,795				h/b alfa,1 alfa,2	
		0	1	0,208	1
		0	1,5	0,231	0,859
		0	1,75	0,239	0,82
		1	2	0,246	0,795
k,shape * fv,d (kPa) = 3070,2		1	2,5	0,256	0,766
k,shape = 1,275		1	3	0,267	0,753
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:		1	4	0,282	0,745
$k_{forma} = \begin{cases} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$		1	6	0,299	0,743
		1	8	0,307	0,742
		1	10	0,313	0,742
		1	Infinito	0,333	0,743
		*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares			
Aprov. a torsión I,t1 =		47%			
Aprov. a torsión I,t2 =		37%			
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante					
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2					
Aprov Combinación I,v,t =		51%			

fv,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	0,737	0,67
bef =	0,6	1
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2▲	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2		

fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	153	-5	-73
Cortante de diseño =	153,4	KN	
Tau,max (kPa) =	520,28		
*Función de la sección			
*Tau máxima en centroide sección cuadrada			
*Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.			
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN			
f,v,d (kPa) =	2408		
I,v =	22%		
Tau,max lado largo (kPa) =	1124,35		
Tau,max lado corto (kPa) =	893,86		
*Función de la sección			
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada			
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			
alfa,1 =	0,246		
alfa,2 =	0,795		
k,shape * fv,d (kPa) =	3070,2		
k,shape =	1,275		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} \end{array} \right\}$			
Aprov. a torsión I,t1 =	37%		
Aprov. a torsión I,t2 =	29%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2			
Aprov Combinación I,v,t =	41%		

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	41	150	-90

Cortante de diseño =	155,6	KN
Tau,max (kPa) =	527,76	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN

h/b
 1,833333333

fv,g,k = 4,3 Mpa
 kh = 1 ad
 kvol = 1 ad
 Kmod = 0,7 ad
 Gama,M = 1,25 ad

h (canto) = 1,1 m
 b (ancho) = 0,6 m

hef = 0,737 0,67
 bef = 0,6 1

A. sección = 0,64 m2
 Coef.Red.Neta = 0% ad
 Sección Neta = 0,64 m2

I2▲ 0,03413 m4
 I3➔ 0,03413 m4

f,v,d (kPa) = 2408

I,v = 22%

Tau,max lado largo (kPa) = 1392,09
 Tau,max lado corto (kPa) = 1106,71

*Función de la sección
 *Tau,max en cada lado de seccion cuadrada
 *Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)
 *Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2

alfa,1 = 0,246
 alfa,2 = 0,795

k,shape * fv,d (kPa) = 3070,2
 k,shape = 1,275

*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:

$$k_{forma} = \begin{cases} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$$

kcr = 0,67 ad

*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras

*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2

fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

Aprov. a torsión I,t1 = 45%

Aprov. a torsión I,t2 = 36%

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante

= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2

Aprov Combinación I,v,t = 50%

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	21
Esbeltez mecánica y =	121,24
Esbeltez mecánica z =	66,13

$\lambda_{rel,y}$ =	1,9698
$\lambda_{rel,z}$ =	1,0744

$\beta_{c,c}$ =	0,1
*Para madera laminada encolada	

K_y =	2,5235
K_z =	1,1159

h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m

$I_{2\uparrow}$ (z)	0,06655	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ (y)	0,0198	m ⁴

i_y =	0,173205081	m
i_z =	0,317542648	m

*radio de giro para sección rectangular

$K_C(2)$ (z) =	0,8286
$K_C(3)$ (y) =	0,1995

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

β =	1
β recomendada =	1

Carga axil (KN) =	943
-------------------	-----

L de pandeo =	21,0000	
$P_{crit}(2)$ (z) =	17723,77292	CUMPLE
$P_{crit}(3)$ (y) =	5273,188637	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1. ELU.SCU.VY.B	-943	8	300

$\sigma_{m,d2}$ (y) =	115,31
$\sigma_{m,d3}$ (z) =	2482,13
z_3 (m) =	0,30
y_2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

$\sigma_{c,0,d}$ (kPa) =	1429,18
--------------------------	---------

$f_{m,d}$ (kPa) =	20160,00
$f_{c,0,d}$ (kPa) =	17360,00

$I_{c,0}$ =	8%
$I_{m,y}$ =	1%
$I_{m,z}$ =	12%

CONDICIÓN 1:	19%
$I_{c,0}/K_C(2) + I_{m,y} + I_{m,z} \cdot K_m$	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	54%
$I_{c,0}/K_C(3) + I_{m,z} + I_{m,y} \cdot K_m$	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1	ad
k_{vol} =	1	ad
K_{mod} =	0,7	ad
$G_{ama,M}$ =	1,25	ad

h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m

A. sección =	0,66	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m ²

$I_{2\uparrow}$	0,01980	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$	0,06655	m ⁴

k_m =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-458	-294	90

Sigma,m,d2 (y) =	4456,59
Sigma,m,d3 (z) =	747,17
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	693,96
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	4%
Im,y =	22%
Im,z =	4%

CONDICIÓN 1:	30%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	39%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2↑	0,01980	m4
I3➔	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	16	37	-772

Sigma,m,d2 (y) =	562,90
Sigma,m,d3 (z) =	6382,52
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	24,98
---------------------	-------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	0%
Im,y =	3%
Im,z =	32%

CONDICIÓN 1:	0%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	0%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2↑	0,01980	m4
I3➔	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

fm,0,k (Mpa) =	36
E,0,g,05 (Mpa) =	11900
G,0,g,05 (Mpa) =	910
Longitud de la barra (m) =	21
Beta,v =	0,43
L,ef =	9,03
Sigma m,crit (Mpa) =	303,56

*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,3444		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,301718483	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	8,432102367	0

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75)
el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	16	37	-772

Sigma,m,d2 (y) =	562,90
Sigma,m,d3 (z) =	6382,52
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	24,98
---------------------	-------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	32%
	CUMPLE
f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	0%
Im,y =	3%
Im,z =	32%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2▲	0,01980	m4
I3➡	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	21
Esbeltez mecánica y =	121,24
Esbeltez mecánica z =	66,13

iy =	0,173205081	m
iz =	0,317542648	m
*radio de giro para sección rectangular		

Lambda,rel y =	1,9698
Lambda,rel z =	1,0744

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

KC (2) (z) =	0,8286
KC (3) (y) =	0,1995

Ky =	2,5235
Kz =	1,1159

CONDICIÓN 1:	25%
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	34%
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5 Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga	L (m)=	21	L (m)=	21				
Flecha activa	<=	l/300						
La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes								
ELS característico								
21	2. ELS.VY.A	U3 =	-0,058811 m	1.Comprob				
24	2. ELS.VY.B	U3 =	0,111524 m	2.Comprob				
Flecha activa =	0,05881	m	<table><tr><td>Aprov.</td><td>Aprov.</td></tr><tr><td>42%</td><td>80%</td></tr></table>		Aprov.	Aprov.	42%	80%
Aprov.	Aprov.							
42%	80%							
Restricción max =	0,14000	m						
CUMPLE								
Flecha activa =	0,11152	m						
Restricción max =	0,14000	m						
CUMPLE								

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Longitud de la viga	L (m)=	21	L (m)=	6				
Flecha neta	<= l/300							
La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes								
ELS quasi permanente								
21	3.ELS.QP	U3 =	-0,033224 m	1.Comprob				
13	3.ELS.QP	U3 =	-0,001107 m	2.Comprob				
Flecha neta =	0,03322	m	<table><tr><td>Aprov.</td><td>Aprov.</td></tr><tr><td>24%</td><td>6%</td></tr></table>		Aprov.	Aprov.	24%	6%
Aprov.	Aprov.							
24%	6%							
Restricción max =	0,14000	m						
CUMPLE								
Restricción max =	0,02000	m						

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20		
Altura de piso	hp (m) =	16		
Desplome total	<= ht/500		0,04	
Desplome de piso	<= hp/250		0,064	
		Combinación:	U1	U2
16	21	2.ELS.VX.B	-0,034699	0,010919 m
16	24	1.ELS.SCU.VX.B	0,003847	0,008535 m

Desplome 1 =	0,03470	m
Restricción max =	0,06400	m
CUMPLE		

Apro. Desplome
54%

Desplome piso =	0,00854	m
Restricción max =	0,06400	m
CUMPLE		

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso	hp (m) =	16		
Desplome de piso	<= hp/250		0,064	
*Considerar Peso Propio y Carga muerta		Combinación	U1	U2
¿Nudo total o de piso?	140	3.ELS.QP	-0,003542	0,000048 m
	158	3.ELS.QP	0,003542	0,000048
Desplome piso =	0,00354	m		
Desplome piso =	0,00354	m		
Restricción max =	0,06400	m		
CUMPLE			Apro. Desplome	6%

Vigas interiores

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-838,88	-204,84	42,259	-1,7919	23,5041	-760,798	355-1
3.ELU.SISMO	-51,79	29,401	23,036	-23,7974	-63,3625	40,4731	1124-1
CORTANTE2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-643,85	-420,87	-28,25	-5,76	-30,29	-1950,45	353-1
2.ELU.VY.A	-609,19	96,01	-52,98	-1,44	81,24	-1082,53	361-1
CORTANTE3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-686,83	61,45	-59,78	-1,52	-31,93	-944,99	361-1
2.ELS.VY.B	-269,21	36,37	65,33	-38,42	-75,99	201,49	1124-1
TORSIÓN DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELS.SCU.VY.A	-270,61	35,91	22,81	-67,98	-44,00	220,81	1124-1
2.ELU.VY.B	-590,99	-413,18	18,26	8,83	13,34	-1280,12	356-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
2.ELS.VY.B	-267,43	42,55	65,33	-38,42	-192,21	131,22	1124-1
1.ELU.SCU.VY.A	-686,83	78,39	-59,65	-1,52	87,49	-1084,83	361-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-643,85	-420,87	-28,25	-5,76	-30,29	-1950,45	353-1
2.ELU.VY.B	-603,29	-349,06	29,13	-4,37	-50,49	1022,27	355-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Sección	
h	2
b	0,6

MADERA	GL36h
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3 ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO			
1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra			
AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	ft,0,k	26 Mpa
3.ELU.SISMO	-51,8	kh =	1 ad
		kvol =	1 ad
		Kmod =	0,9 ad
		Gama,M =	1,25 ad
		h (canto) =	2 m
		b (ancho) =	0,6 m
		A. sección =	1,2 m2
		Coef.Red.Neta =	0% ad
		Sección Neta =	1,2 m2
I,t,0 =	0%		
Índice de aprovechamiento	CUMPLE		

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	-838,9

Sigma,c,0,d (kPa) =	-699,06
f,t,0,d (kPa) =	-17360,00

I,c,0 =	4%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k	31	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('kN)
2.ELS.VY.B	-192,2

Sigma,m,d (y2) =	1601,78
z3 (m) =	0,30
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	25920,00
---------------	----------

I,m =	6%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2▲	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M3 ('kN)
2.ELU.VY.A	-1950,4

Sigma,m,d (z3) =	4876,12
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	25920,00
---------------	----------

I,m =	19%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,8	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,8	m2

I2▲	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)
2.ELS.VY.B	-192,2	131,2187

Sigma,m,d2 (y) =	1601,78
Sigma,m,d3 (z) =	328,05
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	6%
I3,m =	1%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	7%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2▲	0,03600	m4
I3 ➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('KN*m)	M3 ('KN*m)
2.ELU.VY.A	-30,3	-1950,4483

Sigma,m,d2 (y) =	252,43
Sigma,m,d3 (z) =	4876,12
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	1%
I3,m =	19%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	19%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2▲	0,03600	m4
I3 ➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
3.ELU.SISMO	-52	-63	40

Sigma,m,d2 (y) =	528,02
Sigma,m,d3 (z) =	101,18
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	-43,16
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	2%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	2%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELS.VY.B	-267	-192	131

Sigma,m,d2 (y) =	1601,78
Sigma,m,d3 (z) =	328,05
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	222,86
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-644	-30	-1950

Sigma,m,d2 (y) =	252,43
Sigma,m,d3 (z) =	4876,12
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	536,54
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
3.ELU.SISMO	-839	24	-761

Sigma,m,d2 (y) =	195,87
Sigma,m,d3 (z) =	1902,00
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	699,06
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	8%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	6%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELS.VY.B	-267	-192	131

Sigma,m,d2 (y) =	1601,78
Sigma,m,d3 (z) =	328,05
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	222,86
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	6%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	7%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-644	-30	-1950

Sigma,m,d2 (y) =	252,43
Sigma,m,d3 (z) =	4876,12
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	536,54
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	20%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	14%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)
2.ELU.VY.A	-420,9	-28,2
Cortante de diseño =	421,8	KN
Tau,max (kPa) =	786,97	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	2	1
bef =	0,402	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 3096

I,v = 25%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	61,449	-59,8
Cortante de diseño =	85,7	KN
Tau,max (kPa) =	159,94	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	2	1
bef =	0,402	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 2408

I,v = 7%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

7 Comprobación Torsión				
TORSIÓN DESFAVORABLE	T ('KN*m)		fv,g,k =	4,3 Mpa
1.ELS.SCU.VY.A	-67,9783		kh =	1 ad
			kvol =	1 ad
			Kmod =	0,9 ad
			Gama,M =	1,25 ad
Tau,max lado largo (kPa) =	502,20		h (canto) =	2 m
Tau,max lado corto (kPa) =	374,14		b (ancho) =	0,6 m
*Función de la sección		h/b	A. sección =	0,64 m2
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		3,333333333	Coef.Red.Neta =	0% ad
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			Sección Neta =	0,64 m2
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			I2↑	0,03413 m4
			I3➔	0,03413 m4
alfa,1 =	0,282			
alfa,2 =	0,745			
k,shape * fv,d (kPa) =	4644		h/b	alfa,1 alfa,2
k,shape =	1,5	0	1	0,208 1
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:		0	1,5	0,231 0,859
		0	1,75	0,239 0,82
		0	2	0,246 0,795
		0	2,5	0,256 0,766
		0	3	0,267 0,753
		1	4	0,282 0,745
		1	6	0,299 0,743
		1	8	0,307 0,742
Aprov. a torsión I,t1 =	11%	1	10	0,313 0,742
Aprov. a torsión I,t2 =	8%	1	Infinito	0,333 0,743
Índice de aprovechamiento	CUMPLE	1		
			*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)
1.ELS.SCU.VY.A		36	23	-68
Cortante de diseño =	42,5	KN		
Tau,max (kPa) =	79,37			
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión				fv,g,k = 4,3 Mpa kh = 1 ad kvol = 1 ad Kmod = 0,9 ad Gama,M = 1,25 ad
		h/b		h (canto) = 2 m b (ancho) = 0,6 m
		3,333333333		hef = 2 1 bef = 0,402 0,67
				A. sección = 0,64 m2 Coef.Red.Neta = 0% ad Sección Neta = 0,64 m2
				I2▲ 0,03413 m4 I3► 0,03413 m4
f,v,d (kPa) =	3096			
I,v =	3%			
Tau,max lado largo (kPa) =	502,20			
Tau,max lado corto (kPa) =	374,14			
*Función de la sección *Tau,max en cada lado de seccion cuadrada *Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2) *Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				kcr = 0,67 ad *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3
alfa,1 =	0,282			
alfa,2 =	0,745			
k,shape * fv,d (kPa) =	4644			
k,shape =	1,5			
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones: 12 Sección circular $\min \left(1 + 0,15 \frac{h}{b} \right)$ 2,0 Sección rectangular (h > b)				fv,g,k = 4,3 Mpa h/b alfa,1 alfa,2 1 0,208 1 1,5 0,231 0,859 1,75 0,239 0,82 2 0,246 0,795 2,5 0,256 0,766 3 0,267 0,753 4 0,282 0,745 6 0,299 0,743 8 0,307 0,742 10 0,313 0,742 Infinito 0,333 0,743
Aprov. a torsión I,t1 =	11%			
Aprov. a torsión I,t2 =	8%			
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2 Aprov Combinación I,v,t = 11%				

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE		V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)
2.ELU.VY.A		-421	-28	-6
Cortante de diseño =	421,8	KN		fv,g,k = 4,3 Mpa
Tau,max (kPa) =	786,97			kh = 1 ad
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN				kvol = 1 ad
				Kmod = 0,9 ad
				Gama,M = 1,25 ad
			h/b	h (canto) = 2 m
			3,333333333	b (ancho) = 0,6 m
				hef = 2 1
				bef = 0,402 0,67
				A. sección = 0,64 m2
				Coef.Red.Neta = 0% ad
				Sección Neta = 0,64 m2
			I2⬆	0,03413 m4
			I3 ➡	0,03413 m4
f,v,d (kPa) =		3096		
I,v =		25%		
Tau,max lado largo (kPa) =		42,55		
Tau,max lado corto (kPa) =		31,70		
*Función de la sección				
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada				
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)				
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				
alfa,1 =		0,282	0	
alfa,2 =		0,745	0	
			0	
k,shape * fv,d (kPa) =		4644	0	
k,shape =		1,5	0	
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			1	
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{ll} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ \begin{array}{l} 1 + 0,15 \frac{h}{b} \\ 2,0 \end{array} \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$			1	
			1	
			1	
			1	
			1	
Aprov. a torsión I,t1 =		1%		
Aprov. a torsión I,t2 =		1%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2				
Aprov Combinación I,v,t =		7%		

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('kN*m)
2.ELS.VY.B	36	65	-38

Cortante de diseño =	74,8	KN
Tau,max (kPa) =	139,49	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN

h/b
 3,333333333

fv,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	1,34	0,67
bef =	0,6	1
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2 ▲	0,03413	m4
I3 ➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) =	3096
---------------	------

I,v =	5%
-------	----

Tau,max lado largo (kPa) =	283,81
Tau,max lado corto (kPa) =	211,44
*Función de la sección	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2	

alfa,1 =	0,282
alfa,2 =	0,745

k,shape * fv,d (kPa) =	4644
k,shape =	1,5

*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:

$$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} \text{ Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$$

Aprov. a torsión I,t1 =	6%
Aprov. a torsión I,t2 =	5%

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2

fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante
 = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2
Aprov Combinación I,v,t = 6%

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	6
Esbeltez mecánica y =	34,64
Esbeltez mecánica z =	10,39

$\lambda_{rel,y}$ =	0,5628
$\lambda_{rel,z}$ =	0,1688

$\beta_{c,c}$ =	0,1
*Para madera laminada encolada	

K_y =	0,6715
K_z =	0,5077

h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m

$I_{2\uparrow}$ (z)	0,4	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ (y)	0,036	m ⁴

i_y =	0,173205081	m
i_z =	0,577350269	m

*radio de giro para sección rectangular

$K_C(2)$ (z) =	1,3570
$K_C(3)$ (y) =	1,2412

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

β =	1
β recomendada =	1

Carga axil (kN) =	839
-------------------	-----

L de pandeo =	6,0000	
$P_{crit}(2)$ (z) =	1304981,026	CUMPLE
$P_{crit}(3)$ (y) =	117448,2924	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1. ELU.SCU.VY.A	-839	24	-761

$\sigma_{m,d2}$ (y) =	195,87
$\sigma_{m,d3}$ (z) =	1902,00
z_3 (m) =	0,30
y_2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

$\sigma_{c,0,d}$ (kPa) =	699,06
--------------------------	--------

$f_{m,d}$ (kPa) =	20160,00
$f_{c,0,d}$ (kPa) =	17360,00

$I_{c,0}$ =	4%
$I_{m,y}$ =	1%
$I_{m,z}$ =	9%

CONDICIÓN 1:	11%
$I_{c,0}/K_C(2) + I_{m,y} + I_{m,z} \cdot K_m$	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	13%
$I_{c,0}/K_C(3) + I_{m,z} + I_{m,y} \cdot K_m$	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1	ad
k_{vol} =	1	ad
K_{mod} =	0,7	ad
$G_{ama,M}$ =	1,25	ad

h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m

A. sección =	1,2	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m ²

$I_{2\uparrow}$	0,03600	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$	0,40000	m ⁴

k_m =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELS.VY.B	-267	-192	131

Sigma,m,d2 (y) =	1601,78
Sigma,m,d3 (z) =	328,05
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	222,86
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	1%
Im,y =	6%
Im,z =	1%

CONDICIÓN 1:	8%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	6%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➔	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-644	-30	-1950

Sigma,m,d2 (y) =	252,43
Sigma,m,d3 (z) =	4876,12
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	536,54
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	2%
Im,y =	1%
Im,z =	19%

CONDICIÓN 1:	16%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	21%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➔	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

$f_{m,0,k}$ (Mpa) =	36
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900
$G_{0,g,05}$ (Mpa) =	910
Longitud de la barra (m) =	6
β_{v} =	0,53
L_{ef} =	3,18
$\sigma_{m,crit}$ (Mpa) =	526,99

*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular

h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
$I_{2\uparrow}$ (z)	0,4	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ (y)	0,036	m ⁴

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,2614		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,363974494	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	14,63852642	0

K_{crit} =	1
--------------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (λ_{rel} menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	P_{conc} ('kN)	M_{2conc} ('kN*m)	M_3 ('kN*m)
2. ELU. VY. A	-644	-30	-1950

$\sigma_{m,d2}$ (y) =	252,43
$\sigma_{m,d3}$ (z) =	4876,12
z_3 (m) =	0,30
y_2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde σ es máximo	

$\sigma_{c,0,d}$ (kPa) =	536,54
--------------------------	--------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

$\sigma_{m,d}/(K_{crit} \cdot f_{m,d}) < 1$	19%
	CUMPLE
$f_{m,d}$ (kPa) =	25920,00
$f_{c,0,d}$ (kPa) =	22320,00

$I_{c,0}$ =	2%
$I_{m,y}$ =	1%
$I_{m,z}$ =	19%

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1	ad
k_{vol} =	1	ad
K_{mod} =	0,9	ad
$G_{ama,M}$ =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m ²

$I_{2\uparrow}$	0,03600	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$	0,40000	m ⁴

k_m =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	6
Esbeltez mecánica y =	34,64
Esbeltez mecánica z =	10,39

i_y =	0,173205081	m
i_z =	0,577350269	m
*radio de giro para sección rectangular		

$\lambda_{rel,y}$ =	0,5628
$\lambda_{rel,z}$ =	0,1688

β_{c} =	0,1
*Para madera laminada encolada	

$K_C(2)(z)$ =	1,3570
$K_C(3)(y)$ =	1,2412

K_y =	0,6715
K_z =	0,5077

CONDICIÓN 1:	16%
$I_{c,0}/K_C(2) + I_{m,y}/K_{crit} + I_{m,z} \cdot K_m$	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	21%
$I_{c,0}/K_C(3) + I_{m,z}/K_{crit} + I_{m,y} \cdot K_m$	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5 Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga	L (m)=	6	L (m)=	6
---------------------	--------	---	--------	---

Flecha activa	<=	l/300
---------------	----	-------

La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes

ELS característico

6	2.ELS.VY.A	U3 =	-0,002769	m	1.Comprob
4	2.ELS.VY.B	U3 =	0,004889	m	2.Comprob

Flecha activa =	0,00277	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

Flecha activa =	0,00489	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

Aprov.	Aprov.
7%	12%

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Longitud de la viga	L (m)=	6	L (m)=	6
---------------------	--------	---	--------	---

Flecha neta	<=	l/300
-------------	----	-------

La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes

ELS quasi permanente

2	3.ELS.QP	U3 =	-0,000824	m	1.Comprob
250	3.ELS.QP	U3 =	-0,000627	m	2.Comprob

Flecha neta =	0,00082	m
---------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

Restricción max =	0,02000	m
-------------------	---------	---

Aprov.	Aprov.
2%	3%

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20		
Altura de piso	hp (m) =	10		
Desplome total	<=	ht/500	0,04	
Desplome de piso	<=	hp/250	0,04	
		Combinación:	U1	U2
10	2	2.ELS.VX.B	-0,01739	0,006477
10	8	1.ELS.SCU.VX.B	-0,00398	0,0018

Desplome 1 =	0,01739	m
--------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

Apro. Desplome
43%

Desplome piso =	0,00398	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso	hp (m) =	10		
Desplome de piso	<=	hp/250	0,04	
*Considerar Peso Propio y Carga muerta		Combinación	U1	U2
¿Nudo total o de piso?	256	3.ELS.QP	-0,000144	0,000014
	254	3.ELS.QP	0,000144	0,000014
Desplome piso =	0,00014	m		
Desplome piso =	0,00014	m		
Restricción max =	0,04000	m		
	CUMPLE			

Apro. Desplome
0%

Vigas principales

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-1119,18	-273,215	-32,869	88,9976	-63,6796	-1649,7698	51-1
2.ELU.VY.B	-83,79	13,17	-5,014	-10,0667	0,0066	192,1887	66-1
CORTANTE2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-1119,178	-273,22	-32,869	88,9976	-63,6796	-1649,7698	51-1
1.ELU.SCU.VY.B	-824,208	115,38	9,408	-31,4765	-15,3184	-159,1101	25-1
CORTANTE3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-824,867	-182,855	-71,61	62,5403	-8,5044	-724,5326	91-1
2.ELU.VX.A	-760,93	-177,021	65,73	-60,5698	125,7486	-939,5703	81-1
TORSIÓN DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-1080,201	-175,842	16,356	-96,95	-18,9476	-667,1665	22-1
1.ELU.SCU.VY.A	-1080,693	-177,788	-9,901	96,28	15,5271	-666,6703	52-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-829,576	-197,172	-71,466	62,5403	-135,79	-1062,5578	91-1
2.ELU.VX.A	-760,93	-177,021	65,734	-60,5698	125,75	-939,5703	81-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-1039,5	-253,582	-27,227	77,6216	-49,4312	-1660,67	51-1
2.ELU.VY.B	-198,693	-1,103	7,741	10,2073	13,2758	624,81	31-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Kh =	1
Sección	
h	2
b	0,6

MADERA	GL36h	
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa	fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa	ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa	ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa	fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa	fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa	fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa	fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa	E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa	E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa	E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa	G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3	ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3	

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
2.ELU.VY.B	-83,8

Sigma,t,0,d (kPa) =	-90,10
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$I_{t,0} =$	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k	26	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,55	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,93	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,93	m2

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	-1119,2

Sigma,c,0,d (kPa) =	-932,65
f,t,0,d (kPa) =	-17360,00

I,c,0 =	5%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k	31	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('kN)
2.ELU.VY.A	-135,8

Sigma,m,d (y2) =	1131,54
z3 (m) =	0,30
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	25920,00
---------------	----------

I,m =	4%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2▲	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M3 ('kN)
2.ELU.VY.A	-1660,7

Sigma,m,d (z3) =	4151,68
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	25920,00
---------------	----------

I,m =	16%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,8	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,8	m2

I2▲	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)
2.ELU.VY.A	-135,8	-1062,5578

Sigma,m,d2 (y) =	1131,54
Sigma,m,d3 (z) =	2656,39
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	4%
I3,m =	10%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	13%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2▲	0,03600	m4
I3 ➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('KN*m)	M3 ('KN*m)
2.ELU.VY.A	-49,4	-1660,6701

Sigma,m,d2 (y) =	411,93
Sigma,m,d3 (z) =	4151,68
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	2%
I3,m =	16%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	17%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2▲	0,03600	m4
I3 ➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-84	0	192

Sigma,m,d2 (y) =	0,07
Sigma,m,d3 (z) =	799,95
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,78
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	-90,10
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	3%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	2%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,55	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,93	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,93	m2

I2↑	0,02790	m4
I3➡	0,18619	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-830	-136	-1063

Sigma,m,d2 (y) =	1131,54
Sigma,m,d3 (z) =	2656,39
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	691,31
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-1040	-49	-1661

Sigma,m,d2 (y) =	411,93
Sigma,m,d3 (z) =	4151,68
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	866,25
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➔	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-1119	-64	-1650

Sigma,m,d2 (y) =	530,66
Sigma,m,d3 (z) =	4124,42
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	932,65
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	18%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	13%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➔	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-830	-136	-1063

Sigma,m,d2 (y) =	1131,54
Sigma,m,d3 (z) =	2656,39
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	691,31
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	13%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	12%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-1040	-49	-1661

Sigma,m,d2 (y) =	411,93
Sigma,m,d3 (z) =	4151,68
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	866,25
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	17%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	13%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	-273,2	-32,9
Cortante de diseño =	275,2	KN
Tau,max (kPa) =	513,40	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	2	1
bef =	0,402	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 2408

I,v = 21%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)
2.ELU.VY.A	-182,855	-71,6
Cortante de diseño =	196,4	KN
Tau,max (kPa) =	366,38	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	2	1
bef =	0,402	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 3096

I,v = 12%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

7 Comprobación Torsión				
TORSIÓN DESFAVORABLE	T ('KN*m)		fv,g,k =	4,3 Mpa
1.ELU.SCU.VY.A	-96,945		kh =	1 ad
			kvol =	1 ad
			Kmod =	0,7 ad
			Gama,M =	1,25 ad
Tau,max lado largo (kPa) =	840,49		h (canto) =	1,8 m
Tau,max lado corto (kPa) =	632,89		b (ancho) =	0,6 m
*Función de la sección		h/b	A. sección =	0,64 m2
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		3	Coef.Red.Neta =	0% ad
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			Sección Neta =	0,64 m2
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			I2↑	0,03413 m4
			I3➔	0,03413 m4
	alfa,1 = 0,267			
	alfa,2 = 0,753			
k,shape * fv,d (kPa) =	3491,6		h/b	alfa,1 alfa,2
k,shape =	1,45	0	1	0,208 1
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:		0	1,5	0,231 0,859
		0	1,75	0,239 0,82
		0	2	0,246 0,795
		0	2,5	0,256 0,766
		1	3	0,267 0,753
		1	4	0,282 0,745
		1	6	0,299 0,743
		1	8	0,307 0,742
Aprov. a torsión I,t1 =	24%	1	10	0,313 0,742
Aprov. a torsión I,t2 =	18%	1	Infinito	0,333 0,743
Índice de aprovechamiento	CUMPLE	1		
			*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	
1.ELU.SCU.VY.A		-176	16	-97	
Cortante de diseño =		176,6	KN	fv,g,k = 4,3 Mpa	
Tau,max (kPa) =		366,09		kh = 1 ad	
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión		h/b	h (canto) =	1,8	m
			b (ancho) =	0,6	m
			hef =	1,8	1
			bef =	0,402	0,67
			A. sección =	0,64	m2
	Coef.Red.Neta =	0%	ad		
	Sección Neta =	0,64	m2		
	I2▲	0,03413	m4		
	I3►	0,03413	m4		
f,v,d (kPa) =		2408			
I,v =		15%		kcr = 0,67 ad	
Tau,max lado largo (kPa) =		840,49		*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras	
Tau,max lado corto (kPa) =		632,89		*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3	
*Función de la sección					
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada					
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)					
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2					
			0	fv,g,k = 4,3	Mpa
			0	h/b	alfa,1 alfa,2
alfa,1 = 0,267			0	1	0,208 1
alfa,2 = 0,753			0	1,5	0,231 0,859
			0	1,75	0,239 0,82
			0	2	0,246 0,795
k,shape * fv,d (kPa) = 3491,6			0	2,5	0,256 0,766
k,shape = 1,45			1	3	0,267 0,753
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			1	4	0,282 0,745
$k_{forma} = \begin{cases} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$			1	6	0,299 0,743
			1	8	0,307 0,742
			1	10	0,313 0,742
			1	Infinito	0,333 0,743
					*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares
Aprov. a torsión I,t1 =		24%			
Aprov. a torsión I,t2 =		18%			
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante					
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2					
Aprov Combinación I,v,t =		26%			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-273	-33	89

Cortante de diseño =	275,2	KN	f_{v,g,k} =	4,3	Mpa
Tau,max (kPa) =	513,40		kh =	1	ad

*Función de la sección		Kmod =	0,7	ad
*Tau máxima en centroide sección cuadrada		Gama,M =	1,25	ad
*Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.	h/b	h (canto) =	2	m
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN	3,333333333	b (ancho) =	0,6	m
		hef =	2	1
		bef =	0,402	0,67
		A. sección =	0,64	m2
		Coef.Red.Neta =	0%	ad
		Sección Neta =	0,64	m2
		I2 $\uparrow$	0,03413	m4
f,v,d (kPa) =	2408	I3 $\rightarrow$	0,03413	m4

$I_v =$	21%	$k_{cr} =$	0,67	ad
$\tau_{\max}$ lado largo (kPa) =	694,43	*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
$\tau_{\max}$ lado corto (kPa) =	522,90	*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que $V_2 > V_3$		
*Función de la sección				

Tau,max lado largo (kPa) =	694,43	*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que $V2 > V3$
Tau,max lado corto (kPa) =	522,90	
*Función de la sección		

*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			fv,g,k =	4,3	Mpa
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			h/b	alfa,1	alfa,2
	0	1	0,208	1	
	0	1,5	0,231	0,859	
	0	1,75	0,239	0,82	
	0	2	0,246	0,795	
	0	2,5	0,256	0,766	
	1	3	0,267	0,753	
	1	4	0,282	0,745	
	1	6	0,299	0,743	
	1	8	0,307	0,742	
	1	10	0,313	0,742	
	1	Infinito	0,333	0,743	
			*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares		

Aprov. a torsión I,t1 =	19%
Aprov. a torsión I,t2 =	14%

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = $\tau_{tor,d}/(k_{shape} \cdot f_{v,d}) + (\tau_{v,d}/f_{v,d})^2$ Aprov Combinación I,v,t = 24%		
--	--	--

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)			
2.ELU.VY.A		-183	-72	63			
Cortante de diseño =		196,4	KN	fv,g,k =4,3Mpa kh =1ad kvol =1ad Kmod =0,9ad Gama,M =1,25ad			
Tau,max (kPa) =		366,38					
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN		h/b	h (canto) =2m				b (ancho) =0,6m
			hef =21				bef =0,4020,67
		A. sección =0,64m2					
		Coef.Red.Neta =0%ad					
				Sección Neta =0,64m2			
				I2▲0,03413m4			
				I3►0,03413m4			
f,v,d (kPa) =		3096					
I,v =		12%	kcr =0,67ad *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya queV2>V3				
Tau,max lado largo (kPa) =		487,99	fv,g,k =4,3Mpa h/balfa,1alfa,2 10,2081 1,50,2310,859 1,750,2390,82 20,2460,795 2,50,2560,766 310,2670,753 410,2820,745 610,2990,743 810,3070,742 1010,3130,742 1Infinito0,3330,743 *Coeficientes aplicables a secciones rectangulares				
Tau,max lado corto (kPa) =		367,45					
*Función de la sección							
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada							
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)							
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2							
alfa,1 =0,267							
alfa,2 =0,753							
k,shape * fv,d (kPa) =		4644					
k,shape =		1,5					
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:							
12 Sección circular 1+0,15h 2,0b Sección rectangular (h > b) k_{forma} = min { } }							
Aprov. a torsión I,t1 =		11%					
Aprov. a torsión I,t2 =		8%					
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante							
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2							
Aprov Combinación I,v,t =		12%					

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	21,8
Esbeltez mecánica y =	125,86
Esbeltez mecánica z =	37,76

Lambda,rel y =	2,0448
Lambda,rel z =	0,6134

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

Ky =	2,6779
Kz =	0,7038

h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m

$I_{2\uparrow}$ (z)	0,4	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ (y)	0,036	m ⁴

i_y =	0,173205081	m
i_z =	0,577350269	m

*radio de giro para sección rectangular

KC (2) (z) =	1,2152
KC (3) (y) =	0,1764

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

Beta =	1
Beta recomendada =	1,5

Carga axil (KN) =	1119
-------------------	------

L de pandeo =	32,7000	
Pcrit (2) (z) =	43935,05686	CUMPLE
Pcrit (3) (y) =	3954,155117	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-1119	-64	-1650

Sigma,m,d2 (y) =	530,66
Sigma,m,d3 (z) =	4124,42
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	932,65
---------------------	--------

f,m,d (kPa) =	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

$I_{c,0}$ =	5%
$I_{m,y}$ =	3%
$I_{m,z}$ =	20%

CONDICIÓN 1:	21%
$I_{c,0}/KC(2) + I_{m,y} + I_{m,z}*K_m$	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	53%
$I_{c,0}/KC(3) + I_{m,z} + I_{m,y}*K_m$	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad

h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m

A. sección =	1,2	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m ²

$I_{2\uparrow}$	0,03600	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$	0,40000	m ⁴

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-830	-136	-1063

Sigma,m,d2 (y) =	1131,54
Sigma,m,d3 (z) =	2656,39
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	691,31
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	3%
Im,y =	4%
Im,z =	10%

CONDICIÓN 1:	14%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	31%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➔	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-1040	-49	-1661

Sigma,m,d2 (y) =	411,93
Sigma,m,d3 (z) =	4151,68
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	866,25
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	4%
Im,y =	2%
Im,z =	16%

CONDICIÓN 1:	16%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	39%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➔	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

fm,0,k (Mpa) =	36
E,0,g,05 (Mpa) =	11900
G,0,g,05 (Mpa) =	910
Longitud de la barra (m) =	21,8
Beta,v =	0,57
L,ef =	12,426
Sigma m,crit (Mpa) =	134,86
*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular	

h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
I2 (z)	0,4	m4
I3 (y)	0,036	m4

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,5167		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,172506254	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	3,746218737	0

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2. ELU. VY. A	-1040	-49	-1661

Sigma,m,d2 (y) =	411,93
Sigma,m,d3 (z) =	4151,68
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	866,25
---------------------	--------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	16%
	CUMPLE
f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	4%
Im,y =	2%
Im,z =	16%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2 (z)	0,03600	m4
I3 (y)	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	21,8
Esbeltez mecánica y =	125,86
Esbeltez mecánica z =	37,76

iy =	0,173205081	m
iz =	0,577350269	m
*radio de giro para sección rectangular		

Lambda,rel y =	2,0448
Lambda,rel z =	0,6134

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

KC (2) (z) =	1,2152
KC (3) (y) =	0,1764

Ky =	2,6779
Kz =	0,7038

CONDICIÓN 1:	16%
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	39%
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5	
Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga		L (m)=		21,8		L (m)=		21,8	
Flecha activa		<=		l/300					
La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes									
ELS característico							Flecha de nudo adyacente		
9		2. ELS.VY.A		U3 =		-0,039988		0 1.Comprob	
12		2. ELS.VY.B		U3 =		0,056493		0 2.Comprob	
Flecha activa =		0,03999		m		Aprov. 28% Aprov. 39%			
Restricción max =		0,14533		m					
CUMPLE									
Flecha activa =		0,05649		m					
Restricción max =		0,14533		m					
CUMPLE									

Aprov.	Aprov.
28%	39%

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Longitud de la viga					L (m)=		21,8		L (m)=		21,8	
Flecha neta					<=		l/300					
La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes												
ELS quasi permanente								Flecha de nudo adyacente				
9		3.ELS.QP		U3 =		-0,014426		0		1.Comprob		
2		3.ELS.QP		U3 =		-0,000824		0		2.Comprob		
Flecha neta =		0,01443		m								
Restricción max =		0,14533		m								
CUMPLE												
Restricción max =		0,14533		m								
								Aprov.		Aprov.		
								10%		1%		

Aprov.	Aprov.
10%	1%

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20		
Altura de piso	hp (m) =	16		
Desplome total	<= ht/500		0,04	
Desplome de piso	<= hp/250		0,064	
		Combinación:	U1	U2
16	9	2.ELS.VX.B	-0,030561	0,009618 m
16	58	1.ELS.SCU.VX.B	-0,001382	0,001133 m

Desplome 1 =	0,03056	m
Restricción max =	0,06400	m
CUMPLE		

Apro. Desplome
48%

Desplome piso =	0,00138	m
Restricción max =	0,06400	m
CUMPLE		

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso	hp (m) =	16		
Desplome de piso	<= hp/250		0,064	
*Considerar Peso Propio y Carga muerta		Combinación	U1	U2
¿Nudo total o de piso?	9	3.ELS.QP	-0,003392	0,00002 m
	10	3.ELS.QP	0,003392	0,00002
Desplome piso =	0,00339	m		
Desplome piso =	0,00339	m		
Restricción max =	0,06400	m		
CUMPLE				

Apro. Desplome
5%

COMPROBACIÓN PARA VIGAS PRINCIPALES
COMPROBACIONES SINGULARES: CANTO VARIABLE

FLEXIÓN MÁS DESFAVORABLE M3 ('kN)

2.ELU.VY.A -1660,7

Sigma,m,d (z2) = 4151,68

z2 (m) = 1,00

*Función de la sección y el Momento

*Buscar donde sigma es máximo

***No descuidar dirección de M ni h y b**

f,m,d (kPa) = 25920,00

km,alfa tracción = 0,968579961

km,alfa compresión = 0,991965209

Im,alfa, tracción = 17%

Im,alfa, compresión = 16%

Sigma m,crit (Mpa) = 134,86

*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular

Lambda,rel,flexión = 0,5167

Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,172506254	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	3,746218737	0

Kcrit = 1

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75)
 el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

fm,g,k 36 Mpa

kh = 1 ad

kvol = 1 ad

Kmod = 0,9 ad

Gama,M = 1,25 ad

E,0,g,05 (Mpa) = 11900

G,0,g,05 (Mpa) = 910

L barra (m) = 21,8

Beta,v = 0,57

L,ef = 12,426

Tg(Alfa) = 0,023

fv,k = 4,3 Mpa

fc,90,k = 3,6 Mpa

fv,d = 3096,00 KPa

fc,90,d = 2592,00 KPa

h (canto) = 2 m

b (ancho) = 0,6 m

I2 (z) 0,036 m4

I3 (y) 0,4 m4

ft,90,k = 0,6 Mpa

ft,90,d = 432 Kpa

COMPROBACIONES SINGULARES: ADICIONAL AL CANTO VARIABLE (VUELCO LATERAL)

* Para tensión de flexión de compresión deberá verificarse además la condición para la estabilidad frente al vuelco

I,vuelco lateral = 16%

Sigma,m,alfa,d / (Kcrit * Km,alfa,compresión * fm,d)

Comprobación 4

Correas

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.B	-215,00	-6,676	1,174	3,8148	-2,9324	5,7316	727-1
1.ELU.SCU.VY.B	38,95	11,029	4,033	0,2845	-5,8319	-50,2823	948-1
CORTANTE2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.B	11,33	-26,05	16,41	-0,84	19,70	-31,57	577-1
1.ELU.SCU.VY.A	-9,74	56,02	-31,48	0,35	23,89	-128,57	212-1
CORTANTE3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-2,71	6,91	-78,05	0,15	-60,92	84,68	207-1
1.ELU.SCU.VY.A	-1,97	6,80	76,92	-0,13	59,92	85,09	591-1
TORSIÓN DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-166,66	-8,21	35,32	-4,07	38,00	-7,74	637-1
1.ELU.SCU.VY.A	-165,38	-8,16	-35,73	4,08	-38,41	-7,72	253-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-2,64	12,54	76,67	-0,13	-70,76	68,64	591-1
1.ELU.SCU.VY.A	-3,45	12,66	-77,85	0,15	71,73	68,02	207-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-10,02	55,87	30,00	-0,33	-22,31	-128,88	596-1
1.ELU.SCU.VY.A	-4,25	15,12	74,03	-0,29	55,72	86,61	592-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Kh =	1,04
Sección	
h	0,4
b	0,3

MADERA	GL36h
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3 ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
1.ELU.SCU.VY.B	39,0

Sigma,t,0,d (kPa) =	324,60
f,t,0,d (kPa) =	15142,40

I,t,0 =	2%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k	26	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
1.ELU.SCU.VY.B	-215,0

Sigma,c,0,d (kPa) =	-1791,68
f,t,0,d (kPa) =	-18054,40

I,c,0 =	10%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k	31	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	71,7

Sigma,m,d (y2) =	11954,18
z3 (m) =	0,15
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	20966,40
---------------	----------

I,m =	57%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2▲	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M3 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	-128,9

Sigma,m,d (z3) =	16110,55
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	20966,40
---------------	----------

I,m =	77%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,8	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,8	m2

I2▲	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	71,7	68,0223

Sigma,m,d2 (y) =	11954,18
Sigma,m,d3 (z) =	8502,79
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	20966,40
--------------	----------

I2,m =	57%
I3,m =	41%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	85%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2▲	0,00090	m4
I3 ➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('kN*m)	M3 ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-22,3	-128,8844

Sigma,m,d2 (y) =	3718,25
Sigma,m,d3 (z) =	16110,55
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	20966,40
--------------	----------

I2,m =	18%
I3,m =	77%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	89%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2▲	0,00090	m4
I3 ➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.B	39	-6	-50

Sigma,m,d2 (y) =	971,98
Sigma,m,d3 (z) =	6285,29
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	324,60
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,t,0,d (kPa) =	15142,40

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	35%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	28%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-3	72	68

Sigma,m,d2 (y) =	11954,18
Sigma,m,d3 (z) =	8502,79
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	28,73
---------------------	-------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,t,0,d (kPa) =	15142,40

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-10	-22	-129

Sigma,m,d2 (y) =	3718,25
Sigma,m,d3 (z) =	16110,55
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	83,48
---------------------	-------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,t,0,d (kPa) =	15142,40

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.B	-215	-3	6

Sigma,m,d2 (y) =	488,73
Sigma,m,d3 (z) =	716,45
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	1791,68
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	6%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	6%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-3	72	68

Sigma,m,d2 (y) =	11954,18
Sigma,m,d3 (z) =	8502,79
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	28,73
---------------------	-------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	80%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	85%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-10	-22	-129

Sigma,m,d2 (y) =	3718,25
Sigma,m,d3 (z) =	16110,55
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	83,48
---------------------	-------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	89%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	72%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	fr,g,k =	4,3	Mpa
1.ELU.SCU.VY.A	56,0	-31,5	kh =	1,04	ad
Cortante de diseño =	64,3	KN	kvol =	1	ad
Tau,max (kPa) =	1198,92		Kmod =	0,7	ad
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante PARALELO a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	0,4	m
			b (ancho) =	0,3	m
			hef =	0,4	1
			bef =	0,201	0,67
			A. sección =	0,64	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,64	m2
			I2↑	0,03413	m4
			I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 2504,32

I,v = 48%
Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	fr,g,k =	4,3	Mpa
1.ELU.SCU.VY.A	6,912	-78,1	kh =	1,04	ad
Cortante de diseño =	78,4	KN	kvol =	1	ad
Tau,max (kPa) =	1461,93		Kmod =	0,7	ad
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante PARALELO a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	0,4	m
			b (ancho) =	0,3	m
			hef =	0,268	0,67
			bef =	0,3	1
			A. sección =	0,64	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,64	m2
			I2↑	0,03413	m4
			I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 2504,32

I,v = 58%
Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2

7 Comprobación Torsión

TORSIÓN DESFAVORABLE		T ('KN*m)				fv,g,k = 4,3 Mpa kh = 1,04 ad kvol = 1 ad Kmod = 0,7 ad Gama,M = 1,25 ad	
1.ELU.SCU.VY.A		4,0753					
Tau,max lado largo (kPa) =		735,08					
Tau,max lado corto (kPa) =		631,44					
*Función de la sección		h/b		h (canto) =		0,4 m	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		1,333333333		b (ancho) =		0,3 m	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)				A. sección =		0,64 m2	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				Coef.Red.Neta =		0% ad	
				Sección Neta =		0,64 m2	
				I2 ↗		0,03413 m4	
				I3 ↘		0,03413 m4	
alfa,1 =		0,231					
alfa,2 =		0,859					
k,shape * fv,d (kPa) =		3005,184					
k,shape =		1,2					
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:							
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} \text{ Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$							
Aprov. a torsión I,t1 =		24%					
Aprov. a torsión I,t2 =		21%					
Índice de aprovechamiento		CUMPLE					
				*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	
1.ELU.SCU.VY.A		-8	-36	4	
Cortante de diseño =	36,7	KN		fv,g,k =	4,3 Mpa
Tau,max (kPa) =	683,80			kh =	1,04 ad
				kvol =	1 ad
				Kmod =	0,7 ad
				Gama,M =	1,25 ad
*Función de la sección				h (canto) =	0,4 m
*Tau máxima en centroide sección cuadrada		h/b		b (ancho) =	0,3 m
*Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.		1,333333333		hef =	0,268 0,67
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión				bef =	0,3 1
				A. sección =	0,64 m2
				Coef.Red.Neta =	0% ad
				Sección Neta =	0,64 m2
				I2 =	0,03413 m4
				I3 =	0,03413 m4
f,v,d (kPa) =	2504,32				
I,v =	27%				
Tau,max lado largo (kPa) =	735,08				
Tau,max lado corto (kPa) =	631,44				
*Función de la sección					
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada					
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)					
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2					
			0	fv,g,k =	4,3 Mpa
			1	h/b	alfa,1 alfa,2
			1	1	0,208 1
			1	1,5	0,231 0,859
			1	1,75	0,239 0,82
			1	2	0,246 0,795
			1	2,5	0,256 0,766
			1	3	0,267 0,753
			1	4	0,282 0,745
			1	6	0,299 0,743
			1	8	0,307 0,742
			1	10	0,313 0,742
			1	Infinito	0,333 0,743
				*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	
Aprov. a torsión I,t1 =	24%				
Aprov. a torsión I,t2 =	21%				
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante					
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2					
Aprov Combinación I,v,t =	32%				

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	56	-31	0
Cortante de diseño =	64,3	KN	
Tau,max (kPa) =	1198,92		
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN			
	h/b		
	1,333333333		
f,v,d (kPa) =	2504,32		
I,v =	48%		
Tau,max lado largo (kPa) =	63,22		
Tau,max lado corto (kPa) =	54,31		
*Función de la sección *Tau,max en cada lado de seccion cuadrada *Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2) *Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			
	alfa,1 = 0,231		
	alfa,2 = 0,859		
k,shape * fv,d (kPa) =	3005,184		
k,shape =	1,2		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			
Aprov. a torsión I,t1 =	2%		
Aprov. a torsión I,t2 =	2%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2			
Aprov Combinación I,v,t = 25%			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	7	-78	0

Cortante de diseño =	78,4	KN
Tau,max (kPa) =	1461,93	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN

h/b
 1,333333333

fv,g,k = 4,3 Mpa
 kh = 1,04 ad
 kvol = 1 ad
 Kmod = 0,7 ad
 Gama,M = 1,25 ad

h (canto) = 0,4 m
 b (ancho) = 0,3 m

hef = 0,268 0,67
 bef = 0,3 1

A. sección = 0,64 m2
 Coef.Red.Neta = 0% ad
 Sección Neta = 0,64 m2

I2▲ 0,03413 m4
 I3➔ 0,03413 m4

f,v,d (kPa) = 2504,32

I,v = 58%

Tau,max lado largo (kPa) = 26,48
 Tau,max lado corto (kPa) = 22,75

*Función de la sección
 *Tau,max en cada lado de seccion cuadrada
 *Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)
 *Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2

alfa,1 = 0,231
 alfa,2 = 0,859

k,shape * fv,d (kPa) = 3005,184
 k,shape = 1,2

*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:

$$k_{forma} = \begin{cases} 1,2 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$$

Aprov. a torsión I,t1 = 1%
 Aprov. a torsión I,t2 = 1%

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2

fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante
 = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2
 Aprov Combinación I,v,t = 35%

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	2,1
Esbeltez mecánica y =	24,25
Esbeltez mecánica z =	18,19

Lambda,rel y =	0,3940
Lambda,rel z =	0,2955

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

Ky =	0,5823
Kz =	0,5434

h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m

I2 (z)	0,0016	m4
I3 (y)	0,0009	m4

iy =	0,08660254	m
iz =	0,115470054	m

*radio de giro para sección rectangular

KC (2) (z) =	1,3308
KC (3) (y) =	1,3052

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

Beta =	1
Beta recomendada =	1

Carga axil (KN) =	215
-------------------	-----

L de pandeo =	2,1000	
Pcrit (2) (z)=	42611,62535	CUMPLE
Pcrit (3) (y) =	23969,03926	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1. ELU.SCU.VY.B	-215	-3	6

Sigma,m,d2 (y) =	488,73
Sigma,m,d3 (z) =	716,45
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20

*Función de la sección y el Momento
*Buscar donde sigma es máximo

Sigma,c,0,d (kPa) =	1791,68
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40

Ic,0 =	10%
Im,y =	2%
Im,z =	3%

CONDICIÓN 1:	12%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	13%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad

h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m

A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2	0,00090	m4
I3	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-3	72	68

Sigma,m,d2 (y) =	11954,18
Sigma,m,d3 (z) =	8502,79
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	28,73
---------------------	-------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40

Ic,0 =	0%
Im,y =	57%
Im,z =	41%

CONDICIÓN 1:	86%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	81%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➔	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-10	-22	-129

Sigma,m,d2 (y) =	3718,25
Sigma,m,d3 (z) =	16110,55
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	83,48
---------------------	-------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40

Ic,0 =	0%
Im,y =	18%
Im,z =	77%

CONDICIÓN 1:	72%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	90%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➔	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

fm,0,k (Mpa) =	36
E,0,g,05 (Mpa) =	11900
G,0,g,05 (Mpa) =	910
Longitud de la barra (m) =	2,1
Beta,v =	0,4
L,ef =	0,84
Sigma m,crit (Mpa) =	2011,22

*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular

h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
I2 (z)	0,0016	m4
I3 (y)	0,0009	m4

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,1338		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,459657884	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	55,86708516	0

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-10	-22	-129

Sigma,m,d2 (y) =	3718,25
Sigma,m,d3 (z) =	16110,55
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	83,48
---------------------	-------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	77%
	CUMPLE
f,m,d (kPa)=	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40

Ic,0 =	0%
Im,y =	18%
Im,z =	77%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2 (z)	0,00090	m4
I3 (y)	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	2,1
Esbeltez mecánica y =	24,25
Esbeltez mecánica z =	18,19

iy =	0,08660254	m
iz =	0,115470054	m
*radio de giro para sección rectangular		

Lambda,rel y =	0,3940
Lambda,rel z =	0,2955

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

KC (2) (z) =	1,3308
KC (3) (y) =	1,3052

Ky =	0,5823
Kz =	0,5434

CONDICIÓN 1:	72%
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	90%
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5	
Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga	L (m)=	2,1	L (m)=	2,1
---------------------	--------	-----	--------	-----

Flecha activa	<=	l/300
---------------	----	-------

La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes

ELS característico				Nudo adyacente	
368	1.ELS.SCU.VY.A	U3 =	-0,076203	-0,0755	1.Comprob
168	2.ELS.VY.B	U3 =	0,094818	0,0884	2.Comprob

Flecha activa =	0,00070	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,01400	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

Flecha activa =	0,00642	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,01400	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

Aprov.	Aprov.
5%	46%

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Longitud de la viga	L (m)=	2	L (m)=	2
---------------------	--------	---	--------	---

Flecha neta	<=	l/300
-------------	----	-------

La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes

ELS quasi permanente				Nudo adyacente	
180	3.ELS.QP	U3 =	-0,042559	-0,0423	1.Comprob
250	3.ELS.QP	U3 =	-0,000286	-0,001	2.Comprob

Flecha neta =	0,00026	m
---------------	---------	---

Restricción max =	0,01333	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

Restricción max =	0,00667	m
-------------------	---------	---

Aprov.	Aprov.
2%	11%

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20			
Altura de piso	hp (m) =	16			
Desplome total	<=	ht/500	0,04		
Desplome de piso	<=	hp/250	0,064		
		Combinación:	U1	U2	
16	133	2.ELS.VX.B	-0,035501	0,010839	m
16	168	1.ELS.SCU.VX.B	0,002834	0,007947	m

Desplome 1 =	0,03550	m
--------------	---------	---

Restricción max =	0,06400	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

Apro. Desplome
55%

Desplome piso =	0,00795	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,06400	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso		hp (m) =	16		
Desplome de piso		<=	hp/250	0,064	
*Considerar Peso Propio y Carga muerta			Combinación	U1	U2
¿Nudo total o de piso?	184	3.ELS.QP	-0,00548	-0,00162	m
	281	3.ELS.QP	0,00548	-0,00162	
Desplome piso =		0,00548	m		
Desplome piso =		0,00548	m	Apro. Desplome	
Restricción max =		0,06400	m	9%	
CUMPLE					

Apro. Desplome
9%

Cruces de San Andrés

AXIL DESFAVORABLE		P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A		-817,48	1,583	-0,048	0,4224	1,261E-15	1,936E-14	1138-1
2.ELU.VY.B		912,45	-0,692	-0,016	-0,0031	0	0	1129-1
CORTANTE2 DESFAVORABLE		Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A		194,85	-5,18	0,18	-0,07	0,00	0,00	1141-1
2.ELU.VY.A		193,95	5,18	-0,19	0,07	0,00	0,00	1144-1
CORTANTE3 DESFAVORABLE		Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.B		240,71	-0,02	-0,31	0,13	-1,32	10,85	1142-1
2.ELU.VY.B		239,84	-5,13	0,33	-0,13	0,00	0,00	1143-1
TORSIÓN DESFAVORABLE		Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A		-188,70	-2,56	-0,02	-0,47	-0,10	-4,28	1128-1
1.ELU.SCU.VY.A		-145,23	-2,59	0,01	0,49	0,07	-4,46	1126-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE		Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.B		239,84	0,03	0,33	-0,13	-1,39	10,81	1143-1
2.ELU.VY.B		906,82	-0,77	0,07	0,06	0,42	6,16	1130-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE		Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A		667,77	-3,25	0,07	0,11	0,42	-8,35	1130-1
2.ELU.VY.B		-572,36	0,43	-0,05	0,36	-0,28	13,11	1138-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Sección	
h	0,5
b	0,4

MADERA	GL36h	
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa	fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa	ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa	ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa	fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa	fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa	fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa	fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa	E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa	E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa	E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa	G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3	ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3	

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
2.ELU.VY.B	912,5

Sigma,t,0,d (kPa) =	4562,26
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

I,t,0 =	24%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k	26	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
2.ELU.VY.A	-817,5

Sigma,c,0,d (kPa) =	-4087,41
f,t,0,d (kPa) =	-22320,00

I,c,0 =	18%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k	31	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('kN)
2.ELU.VY.B	-1,4

Sigma,m,d (y2) =	104,00
z3 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	25920,00
---------------	----------

I,m =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2⬆	0,00267	m4
I3 ➡	0,00417	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M3 ('kN)
2.ELU.VY.B	13,1

Sigma,m,d (z3) =	786,53
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	25920,00
---------------	----------

I,m =	3%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,8	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,8	m2

I2⬆	0,00267	m4
I3 ➡	0,00417	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)
2.ELU.VY.B	-1,4	10,8112

Sigma,m,d2 (y) =	104,00
Sigma,m,d3 (z) =	648,67
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	0%
I3,m =	3%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	3%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2▲	0,00267	m4
I3➡	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('KN*m)	M3 ('KN*m)
2.ELU.VY.B	-0,3	13,1089

Sigma,m,d2 (y) =	20,69
Sigma,m,d3 (z) =	786,53
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	0%
I3,m =	3%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	3%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2▲	0,00267	m4
I3➡	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE P ('kN) M2conc ('kN*m) M3conc ('kN*m)

2.ELU.VY.B

912

0

0

Sigma,m,d2 (y) =	0,00
Sigma,m,d3 (z) =	0,00
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	4562,26
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	24%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	24%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2↑	0,00267	m4
I3➔	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE Pconc ('kN) M2 ('kN*m) M3conc ('kN*m)

2.ELU.VY.B

240

-1

11

Sigma,m,d2 (y) =	104,00
Sigma,m,d3 (z) =	648,67
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	1199,22
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	9%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	9%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2↑	0,00267	m4
I3➔	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE

Pconc ('kN)

M2conc ('kN*m)

M3 ('kN*m)

2.ELU.VY.B

-572

0

13

Sigma,m,d2 (y) =	20,69
Sigma,m,d3 (z) =	786,53
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	2861,81
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2↑	0,00267	m4
I3➔	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE

P ('kN)

M2conc ('kN*m)

M3conc ('kN*m)

2.ELU.VY.B

-817

0

0

Sigma,m,d2 (y) =	0,00
Sigma,m,d3 (z) =	0,00
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	4087,41
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	3%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	3%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2↑	0,00267	m4
I3➔	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	240	-1	11

Sigma,m,d2 (y) =	104,00
Sigma,m,d3 (z) =	648,67
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	1199,22
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	0%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2↑	0,00267	m4
I3➡	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-572	0	13

Sigma,m,d2 (y) =	20,69
Sigma,m,d3 (z) =	786,53
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	2861,81
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	5%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	4%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2↑	0,00267	m4
I3➡	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)
2.ELU.VY.A	-5,2	0,2
Cortante de diseño =	5,2	KN
Tau,max (kPa) =	58,06	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
hef =	0,5	1
bef =	0,268	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 3096

I,v = 2%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)
2.ELU.VY.B	-5,126	0,3
Cortante de diseño =	5,1	KN
Tau,max (kPa) =	57,50	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
hef =	0,5	1
bef =	0,268	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 3096

I,v = 2%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

7 Comprobación Torsión				
TORSIÓN DESFAVORABLE	T ('KN*m)		fv,g,k =	4,3 Mpa
1.ELU.SCU.VY.A	0,4938		kh =	1 ad
			kvol =	1 ad
			Kmod =	0,7 ad
			Gama,M =	1,25 ad
Tau,max lado largo (kPa) =	40,08		h (canto) =	0,5 m
Tau,max lado corto (kPa) =	34,43		b (ancho) =	0,4 m
*Función de la sección		h/b	A. sección =	0,64 m2
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		1,25	Coef.Red.Neta =	0% ad
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			Sección Neta =	0,64 m2
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				
	alfa,1 = 0,231		I2↑	0,03413 m4
	alfa,2 = 0,859		I3➔	0,03413 m4
k,shape * fv,d (kPa) =	2859,5		h/b	alfa,1 alfa,2
k,shape =	1,1875	0	1	0,208 1
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:		1	1,5	0,231 0,859
		1	1,75	0,239 0,82
		1	2	0,246 0,795
		1	2,5	0,256 0,766
		1	3	0,267 0,753
		1	4	0,282 0,745
		1	6	0,299 0,743
		1	8	0,307 0,742
Aprov. a torsión I,t1 =	1%	1	10	0,313 0,742
Aprov. a torsión I,t2 =	1%	1	Infinito	0,333 0,743
Índice de aprovechamiento	CUMPLE	1	*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('KN*m)	
1.ELU.SCU.VY.A		-3	0	0	
Cortante de diseño =		2,6	KN		
Tau,max (kPa) =		28,96			
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión				fv,g,k = 4,3 Mpa	
				kh = 1 ad	
				kvol = 1 ad	
				Kmod = 0,7 ad	
				Gama,M = 1,25 ad	
			h/b	h (canto) = 0,5 m	
			1,25	b (ancho) = 0,4 m	
				hef = 0,5 1	
				bef = 0,268 0,67	
				A. sección = 0,64 m2	
	Coef.Red.Neta = 0% ad				
	Sección Neta = 0,64 m2				
	I2▲ 0,03413 m4				
	I3► 0,03413 m4				
f,v,d (kPa) =		2408			
I,v =		1%			
Tau,max lado largo (kPa) =		40,08			
Tau,max lado corto (kPa) =		34,43			
*Función de la sección *Tau,max en cada lado de seccion cuadrada *Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2) *Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				kcr = 0,67 ad	
				*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras	
				*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3	
alfa,1 = 0,231 alfa,2 = 0,859		0	fv,g,k = 4,3 Mpa		
			h/b alfa,1 alfa,2		
		1	1 0,208 1		
		1	1,5 0,231 0,859		
		1	1,75 0,239 0,82		
		1	2 0,246 0,795		
		1	2,5 0,256 0,766		
		1	3 0,267 0,753		
		1	4 0,282 0,745		
		1	6 0,299 0,743		
k,shape * fv,d (kPa) = 2859,5 k,shape = 1,1875 *Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones: $k_{forma} = \begin{cases} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$		1	8 0,307 0,742		
		1	10 0,313 0,742		
		1	Infinito 0,333 0,743		
			*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares		
		Aprov. a torsión I,t1 = 1%			
		Aprov. a torsión I,t2 = 1%			
		*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2			
		Aprov Combinación I,v,t = 1%			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE		V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)
2.ELU.VY.A		-5	0	0
Cortante de diseño =	5,2	KN		fv,g,k = 4,3 Mpa
Tau,max (kPa) =	58,06			kh = 1 ad
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN			kvol = 1 ad	
			Kmod = 0,9 ad	
			Gama,M = 1,25 ad	
			h (canto) = 0,5 m	
			b (ancho) = 0,4 m	
			hef = 0,5 1	
			bef = 0,268 0,67	
			A. sección = 0,64 m2	
			Coef.Red.Neta = 0% ad	
			Sección Neta = 0,64 m2	
			I2⬆ 0,03413 m4	
			I3 ➡ 0,03413 m4	
f,v,d (kPa) =	3096			
I,v =	2%			kcr = 0,67 ad
			*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras	
			*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3	
Tau,max lado largo (kPa) =		5,54		
Tau,max lado corto (kPa) =		4,76		
*Función de la sección				
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada				
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)				
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				
alfa,1 =		0,231	0	fv,g,k = 4,3 Mpa
alfa,2 =		0,859	1	h/b alfa,1 alfa,2
			1	1 0,208 1
			1	1,5 0,231 0,859
			1	1,75 0,239 0,82
			1	2 0,246 0,795
k,shape * fv,d (kPa) =		3676,5	1	2,5 0,256 0,766
k,shape =		1,1875	1	3 0,267 0,753
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			1	4 0,282 0,745
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{ll} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b} \right. & \text{Sección rectangular (h > b)} \\ 2,0 & \end{array} \right\}$			1	6 0,299 0,743
			1	8 0,307 0,742
			1	10 0,313 0,742
			1	Infinito 0,333 0,743
Aprov. a torsión I,t1 =		0%		
Aprov. a torsión I,t2 =		0%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2				
Aprov Combinación I,v,t =		0%		

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)
2.ELU.VY.B	-5	0	0

Cortante de diseño =	5,1	KN
Tau,max (kPa) =	57,50	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN

fv,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad

h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m

hef =	0,5	1
bef =	0,268	0,67

A. sección =	0,64	m2
---------------------	------	----

Coef.Red.Neta =	0%	ad
------------------------	----	----

Sección Neta =	0,64	m2
-----------------------	------	----

I2 ▲	0,03413	m4
-------------	---------	----

I3 ➔	0,03413	m4
-------------	---------	----

f,v,d (kPa) =	3096	
---------------	------	--

I,v =	2%	
-------	----	--

Tau,max lado largo (kPa) =	10,83	
----------------------------	-------	--

Tau,max lado corto (kPa) =	9,30	
----------------------------	------	--

*Función de la sección

*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada

*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)

*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2

alfa,1 =	0,231	
----------	-------	--

alfa,2 =	0,859	
----------	-------	--

k,shape * fv,d (kPa) =	3676,5	
------------------------	--------	--

k,shape =	1,1875	
-----------	--------	--

*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:

$$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 1,2 \text{ Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} \text{ Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$$

Aprov. a torsión I,t1 =	0%	
-------------------------	----	--

Aprov. a torsión I,t2 =	0%	
-------------------------	----	--

kcr =	0,67	ad
-------	------	----

*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras

*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

fv,g,k =	4,3	Mpa
-----------------	-----	-----

h/b	alfa,1	alfa,2
------------	--------	--------

1	0,208	1
---	-------	---

1,5	0,231	0,859
-----	-------	-------

1,75	0,239	0,82
------	-------	------

2	0,246	0,795
---	-------	-------

2,5	0,256	0,766
-----	-------	-------

3	0,267	0,753
---	-------	-------

4	0,282	0,745
---	-------	-------

6	0,299	0,743
---	-------	-------

8	0,307	0,742
---	-------	-------

10	0,313	0,742
----	-------	-------

Infinito	0,333	0,743
----------	-------	-------

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante
 = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2

Aprov Combinación I,v,t =	0%	
----------------------------------	-----------	--

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	4,3
Esbeltez mecánica y =	37,24
Esbeltez mecánica z =	29,79

Lambda,rel y =	0,6050
Lambda,rel z =	0,4840

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

Ky =	0,6983
Kz =	0,6263

h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m

$I_{2\uparrow}$ (z)	0,004166667	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ (y)	0,002666667	m ⁴

i_y =	0,115470054	m
i_z =	0,144337567	m

*radio de giro para sección rectangular

KC (2) (z) =	1,2749
KC (3) (y) =	1,2198

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

Beta =	1
Beta recomendada =	1

Carga axil (KN) =	817
-------------------	-----

L de pandeo =	4,3000	
Pcrit (2) (z)=	26466,62439	CUMPLE
Pcrit (3) (y) =	16938,63961	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-817	0	0

Sigma,m,d2 (y) =	0,00
Sigma,m,d3 (z) =	0,00
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25

*Función de la sección y el Momento
 *Buscar donde sigma es máximo

Sigma,c,0,d (kPa) =	4087,41
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	18%
Im,y =	0%
Im,z =	0%

CONDICIÓN 1:	14%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	15%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad

h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m

A. sección =	0,2	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m ²

$I_{2\uparrow}$	0,00267	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$	0,00417	m ⁴

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	240	-1	11

Sigma,m,d2 (y) =	104,00
Sigma,m,d3 (z) =	648,67
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	1199,22
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	5%
Im,y =	0%
Im,z =	3%

CONDICIÓN 1:	0%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	0%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2↑	0,00267	m4
I3➔	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-572	0	13

Sigma,m,d2 (y) =	20,69
Sigma,m,d3 (z) =	786,53
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	2861,81
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	13%
Im,y =	0%
Im,z =	3%

CONDICIÓN 1:	12%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	14%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2↑	0,00267	m4
I3➔	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

fm,0,k (Mpa) =	36			h (canto) =	0,5	m
E,0,g,05 (Mpa) =	11900			b (ancho) =	0,4	m
G,0,g,05 (Mpa) =	910			I2 [⬆] (z)	0,004166667	m4
Longitud de la barra (m) =	5,8			I3 [➡] (y)	0,002666667	m4
Beta,v =	0,28					
L,ef =	1,624					
Sigma m,crit (Mpa) =	1434,66					
*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular						

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,1584		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,441194077	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	39,85165303	0

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2. ELU. VY. B	-572	0	13

Sigma,m,d2 (y) =	20,69
Sigma,m,d3 (z) =	786,53
z3 (m) =	0,20
y2 (m) =	0,25
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	2861,81
---------------------	---------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	3%
	CUMPLE
f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	13%
Im,y =	0%
Im,z =	3%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,5	m
b (ancho) =	0,4	m
A. sección =	0,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,2	m2

I2 [⬆]	0,00267	m4
I3 [➡]	0,00417	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	5,8
Esbeltez mecánica y =	50,23
Esbeltez mecánica z =	40,18

iy =	0,115470054	m
iz =	0,144337567	m
*radio de giro para sección rectangular		

Lambda,rel y =	0,8160
Lambda,rel z =	0,6528

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

KC (2) (z) =	1,1926
KC (3) (y) =	1,0749

Ky =	0,8588
Kz =	0,7307

CONDICIÓN 1:	13%
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	15%
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5	
Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga	L (m)=	4,3	L (m)=	4,3
---------------------	--------	-----	--------	-----

Flecha activa	<=	l/300
---------------	----	-------

La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes

ELS característico

15	2.ELS.VY.A	U3 =	-0,003226	m	1.Comprob
14	2.ELS.VY.B	U3 =	0,005038	m	2.Comprob

Flecha activa =	0,00323	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,01433	m
-------------------	---------	---

CUMPLE

Flecha activa =	0,00504	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,01433	m
-------------------	---------	---

CUMPLE

Aprov.

23%

Aprov.

35%

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Longitud de la viga	L (m)=	4,3	L (m)=	4,3
---------------------	--------	-----	--------	-----

Flecha neta	<=	l/300
-------------	----	-------

La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes

ELS quasi permanente

585	3.ELS.QP	U3 =	-0,002027	m	1.Comprob
2	3.ELS.QP	U3 =	-0,000824	m	2.Comprob

Flecha neta =	0,00203	m
---------------	---------	---

Restricción max =	0,02867	m
-------------------	---------	---

CUMPLE

Restricción max =	0,01433	m
-------------------	---------	---

Aprov.

7%

Aprov.

6%

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20		
Altura de piso	hp (m) =	10		
Desplome total	<=	ht/500	0,04	
Desplome de piso	<=	hp/250	0,04	
		Combinación:	U1	U2
20	13	2.ELS.VX.B	-0,0268	0,006654
10	8	1.ELS.SCU.VX.B	-0,004327	0,001799

Desplome 1 =	0,02680	m
--------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

CUMPLE

Apro. Desplome

67%

Desplome piso =	0,00433	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

CUMPLE

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso	hp (m) =	10		
Desplome de piso	<=	hp/250	0,04	
*Considerar Peso Propio y Carga muerta		Combinación	U1	U2
¿Nudo total o de piso?	13	3.ELS.QP	-0,000135	-0,000104
	14	3.ELS.QP	0,000135	-0,000104
Desplome piso =	0,00014	m		
Desplome piso =	0,00014	m		
Restricción max =	0,04000	m		
	CUMPLE			

Apro. Desplome

0%

Pilares

P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
-3884,29	-71,04	34,94	-1,06	194,09	-447,80	3-1
1315,05	-78,14	21,91	-0,58	-107,09	319,70	2-1
Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1159,58	-101,32	43,65	-0,63	-230,23	452,62	2-1
-760,96	5,12	3,83	0,02	-25,90	-34,59	1-1
Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
759,69	-32,66	-11,85	-0,53	-51,70	-229,07	2-1
-3642,98	-75,74	64,19	-0,76	293,61	-471,39	1-1
Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
-3884,29	-71,04	34,94	-1,06	194,09	-447,80	3-1
-1595,63	-5,36	9,06	0,19	-34,40	45,77	5-1
Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
-3604,10	-75,74	57,11	-0,76	-312,89	285,96	1-1
-3642,98	-75,74	64,19	-0,76	293,61	-471,39	1-1
Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)	Frame
-3487,51	-98,91	42,46	-0,81	199,43	-570,24	1-1
1159,58	-101,32	43,65	-0,63	-230,23	452,62	2-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Sección	
h	0,8
b	0,8

MADERA	GL36h
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3 ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO**1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra**

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
2.ELU.VY.B	1315,1

Sigma,t,0,d (kPa) =	2054,77
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

I,t,0 =	11%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k	26	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
2.ELU.VY.A	-3884,3

Sigma,c,0,d (kPa) =	-6069,21
f,t,0,d (kPa) =	-22320,00

I,c,0 =	27%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k	31	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('kN)
2.ELU.VY.A	-312,9

Sigma,m,d (y2) =	3666,74
z3 (m) =	0,40

*Función de la sección y el Momento

*Buscar donde sigma es máximo

f,m,d (kPa) =	25920,00
---------------	----------

I,m =	14%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M3 ('kN)
2.ELU.VY.B	-570,2

Sigma,m,d (z3) =	6682,47
y2 (m) =	0,40

*Función de la sección y el Momento

*Buscar donde sigma es máximo

f,m,d (kPa) =	25920,00
---------------	----------

I,m =	26%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,8	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,8	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)
2.ELU.VY.A	-312,9	285,9565

Sigma,m,d2 (y) =	3666,74
Sigma,m,d3 (z) =	3351,05
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	14%
I3,m =	13%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	23%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2▲	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('KN*m)	M3 ('KN*m)
2.ELU.VY.B	199,4	-570,2372

Sigma,m,d2 (y) =	2337,02
Sigma,m,d3 (z) =	6682,47
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	9%
I3,m =	26%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	32%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2▲	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	1315	-107	320

Sigma,m,d2 (y) =	1254,91
Sigma,m,d3 (z) =	3746,50
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	2054,77
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	29%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	26%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-3604	-313	286

Sigma,m,d2 (y) =	3666,74
Sigma,m,d3 (z) =	3351,05
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	5631,41
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-3488	199	-570

Sigma,m,d2 (y) =	2337,02
Sigma,m,d3 (z) =	6682,47
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	5449,24
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-3884	194	-448

Sigma,m,d2 (y) =	2274,43
Sigma,m,d3 (z) =	5247,66
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	6069,21
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	34%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	30%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-3604	-313	286

Sigma,m,d2 (y) =	3666,74
Sigma,m,d3 (z) =	3351,05
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5631,41
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	29%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	30%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-3488	199	-570

Sigma,m,d2 (y) =	2337,02
Sigma,m,d3 (z) =	6682,47
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5449,24
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	38%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	33%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)
2.ELU.VY.A	-101,3	43,6
Cortante de diseño =	110,3	KN
Tau,max (kPa) =	385,91	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PERPENDICULAR** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por **rodadura**

fr,g,k =	1,2	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
hef =	0,8	1
bef =	0,536	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) =	864
---------------	-----

I,v =	45%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que		
	V2>V3	

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)
2.ELU.VY.A	-75,735	64,2
Cortante de diseño =	99,3	KN
Tau,max (kPa) =	347,30	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PERPENDICULAR** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por **rodadura**

fr,g,k =	1,2	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
hef =	0,8	1
bef =	0,536	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) =	864
---------------	-----

I,v =	40%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que		
	V2>V3	

7 Comprobación Torsión				
TORSIÓN DESFAVORABLE	T ('KN*m)		fv,g,k =	4,3 Mpa
2.ELU.VY.A	-1,0576		kh =	1 ad
			kvol =	1 ad
			Kmod =	0,9 ad
			Gama,M =	1,25 ad
Tau,max lado largo (kPa) =	14,90		h (canto) =	0,8 m
Tau,max lado corto (kPa) =	14,90		b (ancho) =	0,8 m
*Función de la sección		h/b	A. sección =	0,64 m2
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		1	Coef.Red.Neta =	0% ad
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			Sección Neta =	0,64 m2
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				
	alfa,1 = 0,208		I2↑	0,03413 m4
	alfa,2 = 1		I3➔	0,03413 m4
k,shape * fv,d (kPa) =	3560,4		h/b	alfa,1 alfa,2
k,shape =	1,15	1	1	0,208 1
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:		1	1,5	0,231 0,859
		1	1,75	0,239 0,82
		1	2	0,246 0,795
		1	2,5	0,256 0,766
		1	3	0,267 0,753
		1	4	0,282 0,745
		1	6	0,299 0,743
		1	8	0,307 0,742
Aprov. a torsión I,t1 =	0%	1	10	0,313 0,742
Aprov. a torsión I,t2 =	0%	1	Infinito	0,333 0,743
Índice de aprovechamiento	CUMPLE	1	*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	
2.ELU.VY.A		-71	35	-1	
Cortante de diseño =		79,2	KN	fv,g,k = 4,3 Mpa	
Tau,max (kPa) =		276,92		kh = 1 ad	
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión		h/b	1	kvol = 1 ad	
				Kmod = 0,9 ad	
		Gama,M = 1,25 ad			
		h (canto) = 0,8 m			
		b (ancho) = 0,8 m			
				hef = 0,8 1	
				bef = 0,536 0,67	
				A. sección = 0,64 m2	
				Coef.Red.Neta = 0% ad	
				Sección Neta = 0,64 m2	
				I2▲ 0,03413 m4	
				I3► 0,03413 m4	
f,v,d (kPa) =		3096			
I,v =		9%		kcr = 0,67 ad	
Tau,max lado largo (kPa) =		14,90		*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras	
Tau,max lado corto (kPa) =		14,90		*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3	
*Función de la sección					
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada					
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)					
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2					
			1	fv,g,k = 4,3 Mpa	
alfa,1 = 0,208			1	h/b alfa,1 alfa,2	
alfa,2 = 1			1	1 0,208 1	
			1	1,5 0,231 0,859	
			1	1,75 0,239 0,82	
			1	2 0,246 0,795	
k,shape * fv,d (kPa) =		3560,4	1	2,5 0,256 0,766	
k,shape =		1,15	1	3 0,267 0,753	
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			1	4 0,282 0,745	
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{ll} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$			1	6 0,299 0,743	
			1	8 0,307 0,742	
			1	10 0,313 0,742	
			1	Infinito 0,333 0,743	
Aprov. a torsión I,t1 =		0%			
Aprov. a torsión I,t2 =		0%			
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2					
Aprov Combinación I,v,t =		1%			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)
2.ELU.VY.A	-101	44	-1
Cortante de diseño =	110,3	KN	
Tau,max (kPa) =	385,91		
*Función de la sección			
*Tau máxima en centroide sección cuadrada			
*Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.			
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN			
f,v,d (kPa) =	3096		
I,v =	12%		
Tau,max lado largo (kPa) =	8,89		
Tau,max lado corto (kPa) =	8,89		
*Función de la sección			
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada			
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			
alfa,1 =	0,208		
alfa,2 =	1		
k,shape * fv,d (kPa) =	3560,4		
k,shape =	1,15		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} \text{Sección circular} \\ \text{Sección rectangular } (h > b) \end{array} \right\}$			
Aprov. a torsión I,t1 =	0%		
Aprov. a torsión I,t2 =	0%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2			
Aprov Combinación I,v,t =	2%		

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)	
2.ELU.VY.A		-76	64	-1	
Cortante de diseño =		99,3	KN		
Tau,max (kPa) =		347,30			
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN				fv,g,k =	4,3 Mpa
				kh =	1 ad
				kvol =	1 ad
				Kmod =	0,9 ad
				Gama,M =	1,25 ad
			h/b	h (canto) =	0,8 m
				b (ancho) =	0,8 m
				hef =	0,8 1
				bef =	0,536 0,67
				A. sección =	0,64 m2
	Coef.Red.Neta =	0% ad			
	Sección Neta =	0,64 m2			
	I2▲	0,03413 m4			
	I3►	0,03413 m4			
f,v,d (kPa) =		3096			
I,v =		11%			
Tau,max lado largo (kPa) =		10,65			
Tau,max lado corto (kPa) =		10,65			
*Función de la sección *Tau,max en cada lado de seccion cuadrada *Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2) *Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			1		
alfa,1 =		0,208			
alfa,2 =		1			
k,shape * fv,d (kPa) =		3560,4			
k,shape =		1,15			
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:					
$k_{forma} = \begin{cases} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$					
Aprov. a torsión I,t1 =		0%			
Aprov. a torsión I,t2 =		0%			
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2 Aprov Combinación I,v,t = 2%					

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	10
Esbeltez mecánica y =	43,30
Esbeltez mecánica z =	43,30

Lambda,rel y =	0,7035
Lambda,rel z =	0,7035

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

Ky =	0,7676
Kz =	0,7676

h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m

$I_{2\uparrow}$ (z)	0,034133333	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ (y)	0,034133333	m ⁴

i_y =	0,230940108	m
i_z =	0,230940108	m

*radio de giro para sección rectangular

KC (2) (z) =	1,1601
KC (3) (y) =	1,1601

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

Beta =	0,7
Beta recomendada =	0,85

Carga axil (KN) =	3884
-------------------	------

L de pandeo =	8,5000	
Pcrit (2) (z) =	55486,5289	CUMPLE
Pcrit (3) (y) =	55486,5289	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-3884	194	-448

Sigma,m,d2 (y) =	2274,43
Sigma,m,d3 (z) =	5247,66
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	6069,21
---------------------	---------

f,m,d (kPa) =	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	27%
Im,y =	9%
Im,z =	20%

CONDICIÓN 1:	46%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	50%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad

h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m

A. sección =	0,64	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m ²

$I_{2\uparrow}$	0,03413	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$	0,03413	m ⁴

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-3604	-313	286

Sigma,m,d2 (y) =	3666,74
Sigma,m,d3 (z) =	3351,05
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5631,41
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	25%
Im,y =	14%
Im,z =	13%

CONDICIÓN 1:	45%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	45%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-3488	199	-570

Sigma,m,d2 (y) =	2337,02
Sigma,m,d3 (z) =	6682,47
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5449,24
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	24%
Im,y =	9%
Im,z =	26%

CONDICIÓN 1:	48%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	53%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

fm,0,k (Mpa) =	36			h (canto) =	0,8	m
E,0,g,05 (Mpa) =	11900			b (ancho) =	0,8	m
G,0,g,05 (Mpa) =	910			I2 [⬆] (z)	0,034133333	m4
Longitud de la barra (m) =	10			I3 [➡] (y)	0,034133333	m4
Beta,v =	0,43					
L,ef =	4,3					
Sigma m,crit (Mpa) =	1169,95					
*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular						

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,1754		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,428438356	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	32,49854685	0

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2. ELU.VY.B	-3488	199	-570

Sigma,m,d2 (y) =	2337,02
Sigma,m,d3 (z) =	6682,47
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5449,24
---------------------	---------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	26%
	CUMPLE
f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	24%
Im,y =	9%
Im,z =	26%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2 [⬆]	0,03413	m4
I3 [➡]	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	10
Esbeltez mecánica y =	43,30
Esbeltez mecánica z =	43,30

iy =	0,230940108	m
iz =	0,230940108	m
*radio de giro para sección rectangular		

Lambda,rel y =	0,7035
Lambda,rel z =	0,7035

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

KC (2) (z) =	1,1601
KC (3) (y) =	1,1601

Ky =	0,7676
Kz =	0,7676

CONDICIÓN 1:	48%
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	53%
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5	
Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga	L (m)=	20	L (m)=	20
---------------------	--------	----	--------	----

Flecha activa	<=	l/300
---------------	----	-------

La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes

ELS característico

15	2.ELS.VY.A	U3 =	-0,003226	m	1.Comprob
14	2.ELS.VY.B	U3 =	0,005038	m	2.Comprob

Flecha activa =	0,00323	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,06667	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

Flecha activa =	0,00504	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,06667	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

Aprov.	Aprov.
5%	8%

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Longitud de la viga	L (m)=	20	L (m)=	10
---------------------	--------	----	--------	----

Flecha neta	<=	l/300
-------------	----	-------

La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes

ELS quasi permanente

13	3.ELS.QP	U3 =	-0,000982	m	1.Comprob
1	3.ELS.QP	U3 =	0	m	2.Comprob

Flecha neta =	0,00098	m
---------------	---------	---

Restricción max =	0,06667	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

Restricción max =	0,03333	m
-------------------	---------	---

Aprov.	Aprov.
1%	0%

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20		
Altura de piso	hp (m) =	10		
Desplome total	<=	ht/500	0,04	
Desplome de piso	<=	hp/250	0,04	
	Combinación:	U1	U2	
20	13	2.ELS.VX.B	-0,0268	0,006654 m
10	1	1.ELS.SCU.VX.A	0	0 m

Desplome 1 =	0,02680	m
--------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

Apro. Desplome
67%

Desplome piso =	0,00000	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso	hp (m) =	20		
Desplome de piso	<=	hp/250	0,08	
*Considerar Peso Propio y Carga muerta	Combinación	U1	U2	
¿Nudo total o de piso?	13	3.ELS.QP	-0,000135	-0,000104 m
	14	3.ELS.QP	0,000135	-0,000104 m
Desplome piso =	0,00014	m		
Desplome piso =	0,00014	m		
Restricción max =	0,08000	m		
	CUMPLE			

Apro. Desplome
0%

Vigas de borde

AXIL DESFAVORABLE		P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.B		-589,07	-93,346	-75,549	87,1701	-132,8578	114,738	114-1
1.ELU.SCU.VY.B		1108,48	-22,845	0,553	-0,3788	1,569	34,9239	10-1
CORTANTE2 DESFAVORABLE		Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A		77,97	-131,75	32,33	73,96	105,07	-672,84	143-1
1.ELU.SCU.VY.A		89,20	154,97	-26,68	-70,13	91,43	-770,89	122-1
CORTANTE3 DESFAVORABLE		Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.B		-110,84	-18,59	-147,96	-85,82	-145,41	61,98	152-1
1.ELU.SCU.VY.B		-106,60	11,55	144,16	94,90	91,91	97,15	133-1
TORSIÓN DESFAVORABLE		Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A		-4,20	-14,94	13,05	-101,24	140,13	98,76	93-1
1.ELU.SCU.VY.A		-6,65	-15,25	-11,34	101,15	-136,75	98,61	113-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE		Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELS.VY.B		-267,43	42,55	65,33	-38,42	-192,21	131,22	1124-1
2.ELU.VY.B		-130,51	-4,43	-100,39	-6,97	155,19	7,97	132-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE		Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A		165,44	-32,31	-5,93	4,68	7,44	-783,55	365-1
2.ELU.VY.B		-532,55	24,27	-14,42	-24,23	-0,14	535,85	118-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Sección	
h	1,1
b	0,6

MADERA	GL36h	
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa	fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa	ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa	ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa	fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa	fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa	fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa	fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa	E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa	E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa	E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa	G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3	ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3	

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
1.ELU.SCU.VY.B	1108,5

Sigma,t,0,d (kPa) =	1679,51
f,t,0,d (kPa) =	14560,00

$I_{t,0} =$	12%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k	26	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra		
AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	
1.ELU.SCU.VY.B	-589,1	
Sigma,c,0,d (kPa) =		-892,53
f,t,0,d (kPa) =		-17360,00
I,c,0 =		5%
Índice de aprovechamiento		CUMPLE

fc,0,k	31	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple		
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('kN)	
2.ELS.VY.B	-192,2	
Sigma,m,d (y2) =	2912,33	
z3 (m) =	0,30	
*Función de la sección y el Momento		
*Buscar donde sigma es máximo		
f,m,d (kPa) =	25920,00	
I,m =	11%	
Índice de aprovechamiento	CUMPLE	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2⬆	0,01980	m4
I3 ➡	0,06655	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple		
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M3 ('kN)	
1.ELU.SCU.VY.A	-783,5	
Sigma,m,d (z3) = 6475,59		
y2 (m) =	0,55	
*Función de la sección y el Momento		
*Buscar donde sigma es máximo		
f,m,d (kPa) =	20160,00	
I,m =	32%	
Índice de aprovechamiento	CUMPLE	

3.3 Comparación Flexión Esviada (1)					
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)	f_{m,g,k}	36	Mpa
2.ELS.VY.B	-192,2	131,2187	k_h =	1	ad
			k_{vol} =	1	ad
			Kmod =	0,9	ad
			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	1,1	m
			b (ancho) =	0,6	m
*Función de la sección y el Momento			A. sección =	0,66	m2
*Buscar donde sigma es máximo			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,66	m2
f_{m,d} (kPa)=	25920,00				
I2,m =	11%		I2↗	0,01980	m4
I3,m =	4%		I3→	0,06655	m4
Índice de aprovechamiento	CUMPLE		km =	0,7	ad
I,m =	14%		*Para madera laminada encolada		
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$					
$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$					

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	7,4	-783,5464

Sigma,m,d2 (y) =	112,75
Sigma,m,d3 (z) =	6475,59
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	20160,00
--------------	----------

I2,m =	1%
I3,m =	32%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	33%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2▲	0,01980	m4
I3 ➡	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.B	1108	2	35

Sigma,m,d2 (y) =	23,77
Sigma,m,d3 (z) =	288,63
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	1679,51
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,t,0,d (kPa) =	14560,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	13%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	13%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2▲	0,01980	m4
I3 ➡	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELS.VY.B	-267	-192	131

Sigma,m,d2 (y) =	2912,33
Sigma,m,d3 (z) =	1084,45
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	405,20
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2↑	0,01980	m4
I3➡	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	165	7	-784

Sigma,m,d2 (y) =	112,75
Sigma,m,d3 (z) =	6475,59
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	250,66
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,t,0,d (kPa) =	14560,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	34%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	25%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2↑	0,01980	m4
I3➡	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.B	-589	-133	115

Sigma,m,d2 (y) =	2013,00
Sigma,m,d3 (z) =	948,25
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	892,53
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	12%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	14%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2↑	0,01980	m4
I3➡	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELS.VY.B	-267	-192	131

Sigma,m,d2 (y) =	2912,33
Sigma,m,d3 (z) =	1084,45
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	405,20
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	12%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	14%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2↑	0,01980	m4
I3➡	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE

Pconc ('kN)

M2conc ('kN*m)

M3 ('kN*m)

1.ELU.SCU.VY.A

165

7

-784

Sigma,m,d2 (y) =	112,75
Sigma,m,d3 (z) =	6475,59
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	250,66
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	0%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2↑	0,01980	m4
I3➡	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE

V2 ('kN)

V3conc ('kN)

1.ELU.SCU.VY.A

155,0

-26,7

Cortante de diseño =

157,2

KN

Tau,max (kPa) =

533,39

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

f,v,d (kPa) =	2408
---------------	------

I,v =	22%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	1,1	1
bef =	0,402	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que		
	V2>V3	

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	fr,g,k =	4,3	Mpa
2.ELU.VY.B	-18,586	-148,0	kh =	1	ad
Cortante de diseño =	149,1	KN	kvol =	1	ad
Tau,max (kPa) =	505,84		Kmod =	0,9	ad
			Gama,M =	1,25	ad
*Función de la sección			h (canto) =	1,1	m
*Tau máxima en centroide sección cuadrada			b (ancho) =	0,6	m
*Comprobación de piezas sometidas a cortante PARALELO a sus fibras.			hef =	0,737	0,67
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión			bef =	0,6	1
			A. sección =	0,64	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,64	m2
			I2▲	0,03413	m4
			I3▶	0,03413	m4

$f_{v,d}$ (kPa) =	3096
-------------------	------

I,v =	16%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2		

7 Comprobación Torsión

TORSIÓN DESFAVORABLE	T ('KN*m)		fv,g,k =	4,3	Mpa
1.ELU.SCU.VY.A	-101,2367		kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
Tau,max lado largo (kPa) =	1558,83		Kmod =	0,7	ad
Tau,max lado corto (kPa) =	1239,27		Gama,M =	1,25	ad
*Función de la sección		h/b	h (canto) =	1,1	m
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		1,833333333	b (ancho) =	0,6	m
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			A. sección =	0,64	m2
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,64	m2
alfa,1 =	0,246		I2▲	0,03413	m4
alfa,2 =	0,795		I3▶	0,03413	m4

k,shape * fv,d (kPa) =		3070,2		
k,shape =		1,275	0	1
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:			0	1
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b} \right\} \text{ Sección rectangular (h > b)} \\ 20 \end{array} \right\}$			0	1
			1	2
			1	2,5
			1	3
			1	4
			1	6
			1	8
			1	10
			1	Infinito
Aprov. a torsión I,t1 =		51%		
Aprov. a torsión I,t2 =		40%		
Índice de aprovechamiento		CUMPLE		
			*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('KN*m)	
1.ELU.SCU.VY.A		-15	13	-101	
Cortante de diseño =		19,8	KN	fv,g,k = 4,3 Mpa	
Tau,max (kPa) =		67,29		kh = 1 ad	
				kvol = 1 ad	
				Kmod = 0,7 ad	
				Gama,M = 1,25 ad	
*Función de la sección				h (canto) = 1,1 m	
*Tau máxima en centroide sección cuadrada			h/b	b (ancho) = 0,6 m	
*Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.			1,833333333		
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión				hef = 1,1 1	
				bef = 0,402 0,67	
				A. sección = 0,64 m2	
				Coef.Red.Neta = 0% ad	
				Sección Neta = 0,64 m2	
				I2⬆ 0,03413 m4	
				I3➡ 0,03413 m4	
f,v,d (kPa) =		2408			
I,v =		3%		kcr = 0,67 ad	
				*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras	
				*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3	
Tau,max lado largo (kPa) =		1558,83		fv,g,k = 4,3 Mpa	
Tau,max lado corto (kPa) =		1239,27		h/b alfa,1 alfa,2	
*Función de la sección				1 0,208 1	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada				0 1,5 0,231 0,859	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)				0 1,75 0,239 0,82	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				1 2 0,246 0,795	
			0	1 2,5 0,256 0,766	
			0	1 3 0,267 0,753	
			0	1 4 0,282 0,745	
			1	1 6 0,299 0,743	
			1	1 8 0,307 0,742	
			1	1 10 0,313 0,742	
			1	1 Infinito 0,333 0,743	
				*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	
Aprov. a torsión I,t1 =		51%			
Aprov. a torsión I,t2 =		40%			
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante					
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2					
Aprov Combinación I,v,t =		51%			

fv,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	1,1	1
bef =	0,402	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2▲	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3		

fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	155	-27	-70
Cortante de diseño =	157,2	KN	$f_v,g,k = 4,3 \text{ Mpa}$
Tau,max (kPa) =	533,39		$k_h = 1 \text{ ad}$
*Función de la sección			$k_{vol} = 1 \text{ ad}$
*Tau máxima en centroide sección cuadrada			$K_{mod} = 0,7 \text{ ad}$
*Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.	h/b 1,833333333		$Gama,M = 1,25 \text{ ad}$
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN			$h \text{ (canto)} = 1,1 \text{ m}$
			$b \text{ (ancho)} = 0,6 \text{ m}$
			$hef = 1,1$
			$bef = 0,402$
			$A. \text{ sección} = 0,64 \text{ m}^2$
			$\text{Coef.Red.Neta} = 0\% \text{ ad}$
			$\text{Sección Neta} = 0,64 \text{ m}^2$
			I2⬆️ 0,03413 m4
			I3➡️ 0,03413 m4
f,v,d (kPa) =	2408		
I,v =	22%		
Tau,max lado largo (kPa) =	1079,81		
Tau,max lado corto (kPa) =	858,45		
*Función de la sección			
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada			
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			
alfa,1 =	0,246		
alfa,2 =	0,795		
k,shape * fv,d (kPa) =	3070,2		
k,shape =	1,275		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} \end{array} \right\} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Sección circular} \\ \text{Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$			
Aprov. a torsión I,t1 =	35%		
Aprov. a torsión I,t2 =	28%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2			
Aprov Combinación I,v,t =	40%		

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)
2.ELU.VY.B	-19	-148	-86

Cortante de diseño =	149,1	KN
Tau,max (kPa) =	505,84	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN

h/b
 1,833333333

fv,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	0,737	0,67
bef =	0,6	1
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2 ▲	0,03413	m4
I3 ➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) =	3096
---------------	------

I,v =	16%
-------	-----

Tau,max lado largo (kPa) =	1321,44
Tau,max lado corto (kPa) =	1050,55
*Función de la sección	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2	

alfa,1 =	0,246
alfa,2 =	0,795

k,shape * fv,d (kPa) =	3947,4
k,shape =	1,275

*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:

$$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 1,2 \text{ Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} \text{ Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$$

Aprov. a torsión I,t1 =	33%
Aprov. a torsión I,t2 =	27%

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2

fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante
 = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2
Aprov Combinación I,v,t = 36%

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	21
Esbeltez mecánica y =	121,24
Esbeltez mecánica z =	66,13

$\lambda_{rel,y}$ =	1,9698
$\lambda_{rel,z}$ =	1,0744

$\beta_{c,c}$ =	0,1
*Para madera laminada encolada	

K_y =	2,5235
K_z =	1,1159

h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m

$I_{2\uparrow}$ (z)	0,06655	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ (y)	0,0198	m ⁴

i_y =	0,173205081	m
i_z =	0,317542648	m

*radio de giro para sección rectangular

$K_C(2)$ (z) =	0,8286
$K_C(3)$ (y) =	0,1995

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

β =	1
β recomendada =	1

Carga axil (kN) =	589
-------------------	-----

L de pandeo =	21,0000	
$P_{crit(2)}(z)$ =	17723,77292	CUMPLE
$P_{crit(3)}(y)$ =	5273,188637	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1. ELU.SCU.VY.B	-589	-133	115

$\sigma_{m,d2}(y)$ =	2013,00
$\sigma_{m,d3}(z)$ =	948,25
z_3 (m) =	0,30
y_2 (m) =	0,55

*Función de la sección y el Momento
 *Buscar donde sigma es máximo

$\sigma_{c,0,d}$ (kPa) =	892,53
--------------------------	--------

$f_{m,d}$ (kPa) =	20160,00
$f_{c,0,d}$ (kPa) =	17360,00

$I_{c,0}$ =	5%
$I_{m,y}$ =	10%
$I_{m,z}$ =	5%

CONDICIÓN 1:	19%
$I_{c,0}/K_C(2) + I_{m,y} + I_{m,z} \cdot K_m$	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	37%
$I_{c,0}/K_C(3) + I_{m,z} + I_{m,y} \cdot K_m$	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1	ad
k_{vol} =	1	ad
K_{mod} =	0,7	ad
$G_{ama,M}$ =	1,25	ad

h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m

A. sección =	0,66	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m ²

$I_{2\uparrow}$	0,01980	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$	0,06655	m ⁴

k_m =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELS.VY.B	-267	-192	131

Sigma,m,d2 (y) =	2912,33
Sigma,m,d3 (z) =	1084,45
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	405,20
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	2%
Im,y =	11%
Im,z =	4%

CONDICIÓN 1:	16%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	21%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2↑	0,01980	m4
I3➔	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	165	7	-784

Sigma,m,d2 (y) =	112,75
Sigma,m,d3 (z) =	6475,59
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	250,66
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	1%
Im,y =	1%
Im,z =	32%

CONDICIÓN 1:	0%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	0%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2↑	0,01980	m4
I3➔	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

fm,0,k (Mpa) =	36			h (canto) =	1,1	m
E,0,g,05 (Mpa) =	11900			b (ancho) =	0,6	m
G,0,g,05 (Mpa) =	910			I2 $\uparrow$ (z)	0,06655	m4
Longitud de la barra (m) =	21			I3 $\rightarrow$ (y)	0,0198	m4
Beta,v =	0,43					
L,ef =	9,03					
Sigma m,crit (Mpa) =	303,56					
*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular						

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,3444		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,301718483	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	8,432102367	0

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	165	7	-784

Sigma,m,d2 (y) =	112,75
Sigma,m,d3 (z) =	6475,59
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,55
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	250,66
---------------------	--------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	32%
	CUMPLE
f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	1%
Im,y =	1%
Im,z =	32%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,1	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,66	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,66	m2

I2 $\uparrow$	0,01980	m4
I3 $\rightarrow$	0,06655	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	21
Esbeltez mecánica y =	121,24
Esbeltez mecánica z =	66,13

Lambda,rel y =	1,9698
Lambda,rel z =	1,0744

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

Ky =	2,5235
Kz =	1,1159

iy =	0,173205081	m
iz =	0,317542648	m
*radio de giro para sección rectangular		

KC (2) (z) =	0,8286
KC (3) (y) =	0,1995

CONDICIÓN 1:	25%
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	40%
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5	
Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga		L (m)=		21		L (m)=		21			
Flecha activa		<=		l/300							
La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes											
ELS característico											
21		2. ELS.VY.A		U3 =		-0,061035		m		1.Comprob	
24		2. ELS.VY.B		U3 =		0,100173		m		2.Comprob	
Flecha activa =		0,06104		m		Aprov. 44% Aprov. 72%					
Restricción max =		0,14000		m							
CUMPLE											
Flecha activa =		0,10017		m							
Restricción max =		0,14000		m							
CUMPLE											

APARIENCIA ESTRUCTURAL

El flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes								
ELS quasi permanente								
21	3.ELS.QP	U3 =	-0,044121 m	1.Comprob				
13	3.ELS.QP	U3 =	-0,000982 m	2.Comprob				
Flecha neta =		0,04412 m	<table><tr><td>Aprov.</td><td>Aprov.</td></tr><tr><td>32%</td><td>5%</td></tr></table>		Aprov.	Aprov.	32%	5%
Aprov.	Aprov.							
32%	5%							
Restricción max =		0,14000 m						
		CUMPLE						
Restricción max =		0,02000 m						

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20		
Altura de piso	hp (m) =	16		
Desplome total	<= ht/500		0,04	
Desplome de piso	<= hp/250		0,064	
		Combinación:	U1	U2
16	21	2.ELS.VX.B	-0,036293	0,010967 m
16	24	1.ELS.SCU.VX.B	0,003584	0,008782 m

Desplome 1 =	0,03629	m
Restricción max =	0,06400	m
CUMPLE		

Apro. Desplome
57%

Desplome piso =	0,00878	m
Restricción max =	0,06400	m
CUMPLE		

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso	hp (m) =	16		
Desplome de piso	<= hp/250		0,064	
*Considerar Peso Propio y Carga muerta		Combinación	U1	U2
¿Nudo total o de piso?	141	3.ELS.QP	-0,004794	-0,000005427 m
	159	3.ELS.QP	0,004794	-0,000005424
Desplome piso =	0,00479	m		
Desplome piso =	0,00479	m		
Restricción max =	0,06400	m		
CUMPLE			Apro. Desplome	7%

Vigas interiores

AXIL DESFAVORABLE		P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A		-833,52	-317,942	2,711	-5,5485	47,9908	-2624,1446	354-1
2.ELU.VY.A		-280,45	28,361	-27,999	3,8586	-40,6837	-460,7317	362-1
CORTANTE2 DESFAVORABLE		Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A		-639,04	-558,04	-41,33	-4,93	-45,47	-3363,39	353-1
2.ELU.VY.A		-631,05	107,10	-63,19	8,83	98,08	-1982,70	361-1
CORTANTE3 DESFAVORABLE		Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A		-718,48	71,02	-72,10	10,17	-34,01	-1927,89	361-1
1.ELU.SCU.VX.A		-696,16	-43,99	68,54	-9,91	101,15	-1893,22	359-1
TORSIÓN DESFAVORABLE		Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A		-636,89	-490,14	38,49	-16,42	24,59	-1231,25	355-1
2.ELU.VY.A		-629,50	-485,55	-35,60	16,34	-29,07	-1251,31	358-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE		Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A		-509,60	75,05	53,90	-6,80	-83,27	-1378,52	364-1
1.ELU.SCU.VY.A		-718,48	87,96	-71,97	10,17	110,07	-2086,87	361-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE		Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A		-639,04	-558,04	-41,33	-4,93	-45,47	-3363,39	353-1
2.ELU.VY.B		-606,31	-477,60	33,32	-12,92	-47,28	583,83	355-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Sección	
h	2
b	0,6

MADERA		GL36h
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa	fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa	ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa	ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa	fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa	fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa	fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa	fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa	E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa	E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa	E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa	G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3	ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3	

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO			
1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra			
AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)		
2.ELU.VY.A	-280,4		
Sigma,t,0,d (kPa) =		-233,70	
f,t,0,d (kPa) =		18720,00	
I,t,0 =		-1%	
Índice de aprovechamiento		CUMPLE	
		ft,0,k	26 Mpa
		kh =	1 ad
		kvol =	1 ad
		Kmod =	0,9 ad
		Gama,M =	1,25 ad
		h (canto) =	2 m
		b (ancho) =	0,6 m
		A. sección =	1,2 m2
		Coef.Red.Neta =	0% ad
		Sección Neta =	1,2 m2

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra					
AXIL DESFAVORABLE		P ('kN)			
1.ELU.SCU.VY.A		-833,5			
Sigma,c,0,d (kPa) =		-694,60			
f,t,0,d (kPa) =		-17360,00			
I,c,0 =		4%			
Índice de aprovechamiento		CUMPLE			
			fc,0,k	31	Mpa
			kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,7	ad
			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	2	m
			b (ancho) =	0,6	m
			A. sección =	1,2	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	1,2	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple					
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE		M2 ('kN)			
1.ELU.SCU.VY.A		110,1			
Sigma,m,d (y2) =		917,24			
z3 (m) =		0,30			
*Función de la sección y el Momento					
*Buscar donde sigma es máximo					
f,m,d (kPa) =		20160,00			
I,m =		5%			
Índice de aprovechamiento		CUMPLE			
			fm,g,k	36	Mpa
			kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,7	ad
			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	2	m
			b (ancho) =	0,6	m
			A. sección =	1,2	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	1,2	m2
			I2↑	0,03600	m4
			I3→	0,40000	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple					
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE		M3 ('kN)			
2.ELU.VY.A		-3363,4			
Sigma,m,d (z3) =		8408,48			
y2 (m) =		1,00			
*Función de la sección y el Momento					
*Buscar donde sigma es máximo					
f,m,d (kPa) =		25920,00			
I,m =		32%			
Índice de aprovechamiento		CUMPLE			
			fm,g,k	36	Mpa
			kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,9	ad
			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	2	m
			b (ancho) =	0,6	m
			A. sección =	0,8	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,8	m2
			I2↑	0,03600	m4
			I3→	0,40000	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)		
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	110,1	-2086,8664
Sigma,m,d2 (y) =	917,24	
Sigma,m,d3 (z) =	5217,17	
z3 (m) =	0,30	
y2 (m) =	1,00	
*Función de la sección y el Momento		
*Buscar donde sigma es máximo		
f _r ,m,d (kPa)=	20160,00	
I2,m =	5%	
I3,m =	26%	
Índice de aprovechamiento	CUMPLE	
I _r ,m =	29%	
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$		
$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$		

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↗	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-45,5	-3363,3916

Sigma,m,d2 (y) =	378,89
Sigma,m,d3 (z) =	8408,48
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	1%
I3,m =	32%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	33%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2▲	0,03600	m4
I3 ➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-280	-41	-461

Sigma,m,d2 (y) =	339,03
Sigma,m,d3 (z) =	1151,83
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	-233,70
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	4%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	3%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2▲	0,03600	m4
I3 ➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-718	110	-2087

Sigma,m,d2 (y) =	917,24
Sigma,m,d3 (z) =	5217,17
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	598,73
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,t,0,d (kPa) =	14560,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➔	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-639	-45	-3363

Sigma,m,d2 (y) =	378,89
Sigma,m,d3 (z) =	8408,48
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	532,54
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➔	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-834	48	-2624

Sigma,m,d2 (y) =	399,92
Sigma,m,d3 (z) =	6560,36
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	694,60
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	26%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	19%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-718	110	-2087

Sigma,m,d2 (y) =	917,24
Sigma,m,d3 (z) =	5217,17
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	598,73
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	29%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	23%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-639	-45	-3363

Sigma,m,d2 (y) =	378,89
Sigma,m,d3 (z) =	8408,48
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	532,54
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	34%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	24%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)
2.ELU.VY.A	-558,0	-41,3
Cortante de diseño =	559,6	KN
Tau,max (kPa) =	1043,97	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

f,v,d (kPa) =	3096
---------------	------

I,v =	34%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	2	1
bef =	0,402	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3		

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	fr,g,k =	4,3	Mpa
1.ELU.SCU.VY.A	71,018	-72,1	kh =	1	ad
Cortante de diseño =	101,2	KN	kvol =	1	ad
Tau,max (kPa) =	188,81		Kmod =	0,7	ad
			Gama,M =	1,25	ad
*Función de la sección			h (canto) =	2	m
*Tau máxima en centroide sección cuadrada			b (ancho) =	0,6	m
*Comprobación de piezas sometidas a cortante PARALELO a sus fibras.			hef =	1,34	0,67
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión			bef =	0,6	1
			A. sección =	0,64	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,64	m2
			I2⬆	0,03413	m4
			I3➡	0,03413	m4

$f_{v,d}$ (kPa) =	2408
-------------------	------

I,v =	8%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2		

7 Comprobación Torsión

TORSIÓN DESFAVORABLE	T ('KN*m)		fv,g,k =	4,3	Mpa
2.ELU.VY.A	-16,4185		kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
Tau,max lado largo (kPa) =	121,30		Kmod =	0,9	ad
Tau,max lado corto (kPa) =	90,36		Gama,M =	1,25	ad
*Función de la sección		h/b	h (canto) =	2	m
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		3,333333333	b (ancho) =	0,6	m
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			A. sección =	0,64	m2
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,64	m2
alfa,1 =	0,282		I2▲	0,03413	m4
alfa,2 =	0,745		I3▶	0,03413	m4

k,shape * fv,d (kPa) =		4644				
k,shape =		1,5				
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:						
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ Sección circular} \\ \min \left\{ \begin{array}{l} 1 + 0,15 \frac{h}{b} \\ 2,0 \end{array} \right\} \text{ Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$						
Aprov. a torsión I,t1 =		3%				
Aprov. a torsión I,t2 =		2%				
Índice de aprovechamiento		CUMPLE				
			0	h/b	alfa,1	alfa,2
			0	1	0,208	1
			0	1,5	0,231	0,859
			0	1,75	0,239	0,82
			0	2	0,246	0,795
			0	2,5	0,256	0,766
			0	3	0,267	0,753
			1	4	0,282	0,745
			1	6	0,299	0,743
			1	8	0,307	0,742
			1	10	0,313	0,742
			1	Infinito	0,333	0,743
			*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	
2.ELU.VY.A		-490	38	-16	
Cortante de diseño =		491,6	KN	fv,g,k = 4,3 Mpa	
Tau,max (kPa) =		917,26		kh = 1 ad	
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión		h/b 3,333333333	kvol = 1 ad		
			Kmod = 0,9 ad		
		Gama,M = 1,25 ad			
		h (canto) = 2 m			
		b (ancho) = 0,6 m			
			hef = 2 1		
			bef = 0,402 0,67		
			A. sección = 0,64 m2		
			Coef.Red.Neta = 0% ad		
			Sección Neta = 0,64 m2		
			I2▲ 0,03413 m4		
			I3► 0,03413 m4		
f,v,d (kPa) =		3096			
I,v =		30%		kcr = 0,67 ad	
Tau,max lado largo (kPa) =		121,30		*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras	
Tau,max lado corto (kPa) =		90,36		*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3	
*Función de la sección					
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada					
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)					
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2					
			0	fv,g,k = 4,3	Mpa
			0	h/b	alfa,1 alfa,2
alfa,1 = 0,282			0	1	0,208 1
alfa,2 = 0,745			0	1,5	0,231 0,859
			0	1,75	0,239 0,82
			0	2	0,246 0,795
k,shape * fv,d (kPa) =		4644	0	2,5	0,256 0,766
k,shape =		1,5	0	3	0,267 0,753
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			1	4	0,282 0,745
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{ll} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ \begin{array}{l} 1 + 0,15 \frac{h}{b} \\ 2,0 \end{array} \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$			1	6	0,299 0,743
			1	8	0,307 0,742
			1	10	0,313 0,742
			1	Infinito	0,333 0,743
					*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares
Aprov. a torsión I,t1 =		3%			
Aprov. a torsión I,t2 =		2%			
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2					
Aprov Combinación I,v,t =		11%			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE		V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)
2.ELU.VY.A		-558	-41	-5
Cortante de diseño =	559,6	KN		
Tau,max (kPa) =	1043,97			
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN				
f,v,d (kPa) =	3096			
I,v =	34%			
Tau,max lado largo (kPa) =	36,39			
Tau,max lado corto (kPa) =	27,11			
*Función de la sección *Tau,max en cada lado de seccion cuadrada *Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2) *Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				
alfa,1 =	0,282			
alfa,2 =	0,745			
k,shape * fv,d (kPa) = 4644 k,shape = 1,5 *Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones: $k_{forma} = \left\{ \begin{array}{ll} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$				
Aprov. a torsión I,t1 =	1%			
Aprov. a torsión I,t2 =	1%			
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2 Aprov Combinación I,v,t = 12%				

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	71	-72	10

Cortante de diseño =	101,2	KN
Tau,max (kPa) =	188,81	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN

h/b
 3,333333333

fv,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	1,34	0,67
bef =	0,6	1
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2 ▲	0,03413	m4
I3 ➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) =	2408
---------------	------

I,v =	8%
-------	----

Tau,max lado largo (kPa) =	75,15
Tau,max lado corto (kPa) =	55,99
*Función de la sección	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2	

alfa,1 =	0,282
alfa,2 =	0,745

k,shape * fv,d (kPa) =	3612
k,shape =	1,5

*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:

$$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} \text{ Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$$

Aprov. a torsión I,t1 =	2%
Aprov. a torsión I,t2 =	2%

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2

fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante
 = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2
Aprov Combinación I,v,t = 3%

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	6
Esbeltez mecánica y =	34,64
Esbeltez mecánica z =	10,39

Lambda,rel y =	0,5628
Lambda,rel z =	0,1688

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

Ky =	0,6715
Kz =	0,5077

h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m

$I_2 \uparrow$ (z)	0,4	m ⁴
$I_3 \rightarrow$ (y)	0,036	m ⁴

i_y =	0,173205081	m
i_z =	0,577350269	m

*radio de giro para sección rectangular

KC (2) (z) =	1,3570
KC (3) (y) =	1,2412

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

Beta =	1
Beta recomendada =	1

Carga axil (KN) =	834
-------------------	-----

L de pandeo =	6,0000	
Pcrit (2) (z) =	1304981,026	CUMPLE
Pcrit (3) (y) =	117448,2924	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-834	48	-2624

Sigma,m,d2 (y) =	399,92
Sigma,m,d3 (z) =	6560,36
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	694,60
---------------------	--------

f,m,d (kPa) =	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	4%
Im,y =	2%
Im,z =	33%

CONDICIÓN 1:	28%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	37%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad

h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m

A. sección =	1,2	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m ²

$I_2 \uparrow$	0,03600	m ⁴
$I_3 \rightarrow$	0,40000	m ⁴

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-718	110	-2087

Sigma,m,d2 (y) =	917,24
Sigma,m,d3 (z) =	5217,17
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	598,73
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	3%
Im,y =	5%
Im,z =	26%

CONDICIÓN 1:	25%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	32%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2▲	0,03600	m4
I3➔	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-639	-45	-3363

Sigma,m,d2 (y) =	378,89
Sigma,m,d3 (z) =	8408,48
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	532,54
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	2%
Im,y =	1%
Im,z =	32%

CONDICIÓN 1:	26%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	35%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2▲	0,03600	m4
I3➔	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

fm,0,k (Mpa) =	36
E,0,g,05 (Mpa) =	11900
G,0,g,05 (Mpa) =	910
Longitud de la barra (m) =	6
Beta,v =	0,53
L,ef =	3,18
Sigma m,crit (Mpa) =	526,99
*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular	

h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
I2 (z)	0,4	m4
I3 (y)	0,036	m4

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,2614		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,363974494	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	14,63852642	0

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2. ELU. VY. A	-639	-45	-3363

Sigma,m,d2 (y) =	378,89
Sigma,m,d3 (z) =	8408,48
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	532,54
---------------------	--------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	32%
	CUMPLE
f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	2%
Im,y =	1%
Im,z =	32%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2	0,03600	m4
I3	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	6
Esbeltez mecánica y =	34,64
Esbeltez mecánica z =	10,39

iy =	0,173205081	m
iz =	0,577350269	m
*radio de giro para sección rectangular		

Lambda,rel y =	0,5628
Lambda,rel z =	0,1688

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

KC (2) (z) =	1,3570
KC (3) (y) =	1,2412

Ky =	0,6715
Kz =	0,5077

CONDICIÓN 1:	26%
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	35%
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5 Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga	L (m)=	6	L (m)=	6
---------------------	--------	---	--------	---

Flecha activa	<=	l/300
---------------	----	-------

La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes

ELS característico

6	2.ELS.VY.A	U3 =	-0,002767	m	1.Comprob
4	2.ELS.VY.B	U3 =	0,004886	m	2.Comprob

Flecha activa =	0,00277	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

Flecha activa =	0,00489	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

Aprov.	Aprov.
7%	12%

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Longitud de la viga	L (m)=	6	L (m)=	6
---------------------	--------	---	--------	---

Flecha neta	<=	l/300
-------------	----	-------

La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes

ELS quasi permanente

2	3.ELS.QP	U3 =	-0,000824	m	1.Comprob
250	3.ELS.QP	U3 =	-0,000286	m	2.Comprob

Flecha neta =	0,00082	m
---------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

Restricción max =	0,02000	m
-------------------	---------	---

Aprov.	Aprov.
2%	1%

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20		
Altura de piso	hp (m) =	10		
Desplome total	<=	ht/500	0,04	
Desplome de piso	<=	hp/250	0,04	
		Combinación:	U1	U2
10	2	2.ELS.VX.B	-0,018094	0,00651
10	8	1.ELS.SCU.VX.B	-0,004327	0,001799

Desplome 1 =	0,01809	m
--------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

Apro. Desplome
45%

Desplome piso =	0,00433	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso	hp (m) =	10		
Desplome de piso	<=	hp/250	0,04	
*Considerar Peso Propio y Carga muerta		Combinación	U1	U2
¿Nudo total o de piso?	256	3.ELS.QP	-0,000143	0,000015
	254	3.ELS.QP	0,000143	0,000015
Desplome piso =	0,00014	m		
Desplome piso =	0,00014	m		
Restricción max =	0,04000	m		
	CUMPLE			

Apro. Desplome
0%

Vigas principales

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-1082,46	-544,657	-68,187	81,0581	-139,2625	-3523,4375	51-1
2.ELU.VY.B	-133,65	2,289	-5,278	-6,0863	-9,3909	342,965	64-1
CORTANTE2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-1082,464	-544,66	-68,187	81,0581	-139,2625	-3523,4375	51-1
1.ELU.SCU.VY.B	-627,278	200,38	-24,012	-53,1624	53,336	69,873	60-1
CORTANTE3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-888,405	-420,416	-107,31	75,8496	-17,3736	-1534,1421	91-1
1.ELU.SCU.VX.A	-851,685	-419,714	103,45	-74,3837	201,2371	-2201,554	81-1
TORSIÓN DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-1034,642	-470,115	30,157	-85,57	32,6644	-2357,6057	22-1
1.ELU.SCU.VY.A	-1036,719	-472,084	-22,099	84,83	-20,3894	-2361,4265	52-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-893,705	-435,912	-107,219	75,8496	-208,22	-2295,9049	91-1
1.ELU.SCU.VX.A	-851,685	-419,714	103,45	-74,3837	201,24	-2201,554	81-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-1082,464	-544,657	-68,187	81,0581	-139,2625	-3523,44	51-1
1.ELU.SCU.VY.B	-714,935	-59,246	-12,828	-2,3004	7,9422	998,06	56-1

VALOR DE Kmod			
Madera laminada encolada		C3	
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)		0,7	
Duración instantánea (Viento)		0,9	
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD		Gama	
Madera laminada encolada		1,25	
Uniones		1,3	
Combinación accidental		1	
MADERA		GL36h	
RESISTENCIA A FLEXIÓN		36 Mpa	fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º		26 Mpa	ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º		0,6 Mpa	ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º		31 Mpa	fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º		3,6 Mpa	fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)		4,3 Mpa	fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)		1,2 Mpa	fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º		14700 Mpa	E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º		11900 Mpa	E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º		490 Mpa	E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO		910 Mpa	G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)		450 KG/M3	ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3		CS3	

Kh =	1
Sección	
h	2
b	0,6

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO				
1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra				
AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	64-1	ft,0,k	26 Mpa
2.ELU.VY.B	-133,7		kh =	1 ad
			kvol =	1 ad
Sigma,t,0,d (kPa) =			Kmod =	0,9 ad
f,t,0,d (kPa) =			Gama,M =	1,25 ad
			h (canto) =	1,55 m
			b (ancho) =	0,6 m
l,t,0 =			A. sección =	0,93 m2
Índice de aprovechamiento	CUMPLE		Coef.Red.Neta =	0% ad
			Sección Neta =	0,93 m2

I,t,0 =	-1%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra					
AXIL DESFAVORABLE		P ('kN)			
1.ELU.SCU.VY.A		-1082,5			
Sigma,c,0,d (kPa) =		-902,05			
f,t,0,d (kPa) =		-17360,00			
I,c,0 =		5%			
Índice de aprovechamiento		CUMPLE			
			fc,0,k	31	Mpa
			kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,7	ad
			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	2	m
			b (ancho) =	0,6	m
			A. sección =	1,2	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	1,2	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple					
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE		M2 ('kN)			
1.ELU.SCU.VY.A		-208,2			
Sigma,m,d (y2) =		1735,13			
z3 (m) =		0,30			
*Función de la sección y el Momento					
*Buscar donde sigma es máximo					
f,m,d (kPa) =		20160,00			
I,m =		9%			
Índice de aprovechamiento		CUMPLE			
			fm,g,k	36	Mpa
			kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,7	ad
			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	2	m
			b (ancho) =	0,6	m
			A. sección =	1,2	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	1,2	m2
			I2↑	0,03600	m4
			I3→	0,40000	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple					
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE		M3 ('kN)			
1.ELU.SCU.VY.A		-3523,4			
Sigma,m,d (z3) =		8808,59			
y2 (m) =		1,00			
*Función de la sección y el Momento					
*Buscar donde sigma es máximo					
f,m,d (kPa) =		20160,00			
I,m =		44%			
Índice de aprovechamiento		CUMPLE			
			fm,g,k	36	Mpa
			kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,7	ad
			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	2	m
			b (ancho) =	0,6	m
			A. sección =	0,8	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,8	m2
			I2↑	0,03600	m4
			I3→	0,40000	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)		
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-208,2	-2295,9049
Sigma,m,d2 (y) =	1735,13	
Sigma,m,d3 (z) =	5739,76	
z3 (m) =	0,30	
y2 (m) =	1,00	
*Función de la sección y el Momento		
*Buscar donde sigma es máximo		
f,m,d (kPa)=	20160,00	
I2,m =	9%	
I3,m =	28%	
Índice de aprovechamiento	CUMPLE	
I,m =	34%	
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$		
$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$		

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2⬆	0,03600	m4
I3 ➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-139,3	-3523,4375

Sigma,m,d2 (y) =	1160,52
Sigma,m,d3 (z) =	8808,59
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	20160,00
--------------	----------

I2,m =	6%
I3,m =	44%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	48%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-134	-9	343

Sigma,m,d2 (y) =	100,98
Sigma,m,d3 (z) =	1427,53
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,78
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	-143,71
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	5%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	3%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,55	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,93	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,93	m2

I2↑	0,02790	m4
I3➡	0,18619	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-894	-208	-2296

Sigma,m,d2 (y) =	1735,13
Sigma,m,d3 (z) =	5739,76
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	744,75
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,t,0,d (kPa) =	14560,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-1082	-139	-3523

Sigma,m,d2 (y) =	1160,52
Sigma,m,d3 (z) =	8808,59
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	902,05
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,t,0,d (kPa) =	14560,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-1082	-139	-3523

Sigma,m,d2 (y) =	1160,52
Sigma,m,d3 (z) =	8808,59
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	902,05
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	37%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	28%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➔	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-894	-208	-2296

Sigma,m,d2 (y) =	1735,13
Sigma,m,d3 (z) =	5739,76
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	744,75
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	35%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	29%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➔	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-1082	-139	-3523

Sigma,m,d2 (y) =	1160,52
Sigma,m,d3 (z) =	8808,59
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	902,05
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	48%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	37%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➡	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	-544,7	-68,2
Cortante de diseño =	548,9	KN
Tau,max (kPa) =	1024,08	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

f,v,d (kPa) =	2408
---------------	------

I,v =	43%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	2	1
bef =	0,402	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3		

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	fr,g,k =	4,3	Mpa
1.ELU.SCU.VY.A	-420,416	-107,3	kh =	1	ad
Cortante de diseño =	433,9	KN	kvol =	1	ad
Tau,max (kPa) =	809,50		Kmod =	0,7	ad
			Gama,M =	1,25	ad
*Función de la sección			h (canto) =	2	m
*Tau máxima en centroide sección cuadrada			b (ancho) =	0,6	m
*Comprobación de piezas sometidas a cortante PARALELO a sus fibras.			hef =	2	1
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión			bef =	0,402	0,67
			A. sección =	0,64	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,64	m2
			I2↑	0,03413	m4
			I3➡	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 2408

I,v = 34%
Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

7 Comprobación Torsión

TORSIÓN DESFAVORABLE	T ('KN*m)		fv,g,k =	4,3	Mpa
1.ELU.SCU.VY.A	-85,5737		kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,7	ad
			Gama,M =	1,25	ad
Tau,max lado largo (kPa) =	741,90		h (canto) =	1,8	m
Tau,max lado corto (kPa) =	558,65		b (ancho) =	0,6	m
*Función de la sección		h/b	A. sección =	0,64	m2
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		3	Coef.Red.Neta =	0%	ad
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			Sección Neta =	0,64	m2
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			I2↑	0,03413	m4
			I3➡	0,03413	m4
alfa,1 =	0,267				
alfa,2 =	0,753				

k,shape * fv,d (kPa) = 3491,6

k,shape = 1,45

*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:

$$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 20 \right\} \text{ Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$$

Aprov. a torsión I,t1 = 21%

Aprov. a torsión I,t2 = 16%

Índice de aprovechamiento CUMPLE

h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	
1.ELU.SCU.VY.A		-470	30	-86	
Cortante de diseño =		471,1	KN	fv,g,k = 4,3 Mpa	
Tau,max (kPa) =		976,54		kh = 1 ad	
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión		h/b	Kvol = 1 ad		
			Kmod = 0,7 ad		
		3	Gama,M = 1,25 ad		
			h (canto) = 1,8 m		
		b (ancho) = 0,6 m			
		hef = 1,8 1			
		bef = 0,402 0,67			
		A. sección = 0,64 m2			
		Coef.Red.Neta = 0% ad			
		Sección Neta = 0,64 m2			
I2▲		0,03413	m4		
I3►		0,03413	m4		
f,v,d (kPa) =		2408			
I,v =		41%			
Tau,max lado largo (kPa) =		741,90	kcr = 0,67 ad		
Tau,max lado corto (kPa) =		558,65	*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Función de la sección			*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3		
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada					
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)					
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2					
alfa,1 = 0,267			fv,g,k = 4,3 Mpa		
alfa,2 = 0,753			h/b alfa,1 alfa,2		
		0	1 0,208 1		
		0	1,5 0,231 0,859		
		0	1,75 0,239 0,82		
		0	2 0,246 0,795		
k,shape * fv,d (kPa) = 3491,6		0	2,5 0,256 0,766		
k,shape = 1,45		1	3 0,267 0,753		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:		1	4 0,282 0,745		
$k_{forma} = \begin{cases} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$		1	6 0,299 0,743		
		1	8 0,307 0,742		
		1	10 0,313 0,742		
		1	Infinito 0,333 0,743		
		*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares			
Aprov. a torsión I,t1 =		21%			
Aprov. a torsión I,t2 =		16%			
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante					
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2					
Aprov Combinación I,v,t =		38%			

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3		

	fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2	
1	0,208	1	
1,5	0,231	0,859	
1,75	0,239	0,82	
2	0,246	0,795	
2,5	0,256	0,766	
3	0,267	0,753	
4	0,282	0,745	
6	0,299	0,743	
8	0,307	0,742	
10	0,313	0,742	
Infinito	0,333	0,743	
*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-545	-68	81
Cortante de diseño =	548,9	KN	
Tau,max (kPa) =	1024,08		
*Función de la sección			
*Tau máxima en centroide sección cuadrada			
*Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.			
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN			
f,v,d (kPa) =	2408		
I,v =	43%		
Tau,max lado largo (kPa) =	632,48		
Tau,max lado corto (kPa) =	476,25		
*Función de la sección			
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada			
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			
alfa,1 =	0,267		
alfa,2 =	0,753		
k,shape * fv,d (kPa) =	3612		
k,shape =	1,5		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} \end{array} \right\}$			
Aprov. a torsión I,t1 =	18%		
Aprov. a torsión I,t2 =	13%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2			
Aprov Combinación I,v,t =	36%		

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-420	-107	76

Cortante de diseño =	433,9	KN
Tau,max (kPa) =	809,50	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN

h/b
 3,333333333

fv,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	2	1
bef =	0,402	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2 $\uparrow$	0,03413	m4
I3 $\rightarrow$	0,03413	m4

f,v,d (kPa) =	2408
---------------	------

I,v =	34%
-------	-----

Tau,max lado largo (kPa) =	591,84
Tau,max lado corto (kPa) =	445,65
*Función de la sección	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2	

alfa,1 =	0,267
alfa,2 =	0,753

k,shape * fv,d (kPa) =	3612
k,shape =	1,5

*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:

$$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} \text{ Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$$

Aprov. a torsión I,t1 =	16%
Aprov. a torsión I,t2 =	12%

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante
 = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2
Aprov Combinación I,v,t = 28%

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	21,8
Esbeltez mecánica y =	125,86
Esbeltez mecánica z =	37,76

Lambda,rel y =	2,0448
Lambda,rel z =	0,6134

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

Ky =	2,6779
Kz =	0,7038

h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m

$I_2 \uparrow$ (z)	0,4	m ⁴
$I_3 \rightarrow$ (y)	0,036	m ⁴

i_y =	0,173205081	m
i_z =	0,577350269	m

*radio de giro para sección rectangular

KC (2) (z) =	1,2152
KC (3) (y) =	0,1764

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

Beta =	1
Beta recomendada =	1,5

Carga axil (KN) =	1082
-------------------	------

L de pandeo =	32,7000	
Pcrit (2) (z) =	43935,05686	CUMPLE
Pcrit (3) (y) =	3954,155117	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-1082	-139	-3523

Sigma,m,d2 (y) =	1160,52
Sigma,m,d3 (z) =	8808,59
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	902,05
---------------------	--------

f,m,d (kPa) =	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

$I_{c,0}$ =	5%
$I_{m,y}$ =	6%
$I_{m,z}$ =	44%

CONDICIÓN 1:	41%
$I_{c,0}/KC(2) + I_{m,y} + I_{m,z} * K_m$	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	77%
$I_{c,0}/KC(3) + I_{m,z} + I_{m,y} * K_m$	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad

h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m

A. sección =	1,2	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m ²

$I_2 \uparrow$	0,03600	m ⁴
$I_3 \rightarrow$	0,40000	m ⁴

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-894	-208	-2296

Sigma,m,d2 (y) =	1735,13
Sigma,m,d3 (z) =	5739,76
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	744,75
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	4%
Im,y =	9%
Im,z =	28%

CONDICIÓN 1:	32%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	59%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➔	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-1082	-139	-3523

Sigma,m,d2 (y) =	1160,52
Sigma,m,d3 (z) =	8808,59
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	902,05
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	5%
Im,y =	6%
Im,z =	44%

CONDICIÓN 1:	41%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	77%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m2

I2↑	0,03600	m4
I3➔	0,40000	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

fm,0,k (Mpa) =	36			h (canto) =	2	m
E,0,g,05 (Mpa) =	11900			b (ancho) =	0,6	m
G,0,g,05 (Mpa) =	910			I2 [⬆] (z)	0,4	m ⁴
Longitud de la barra (m) =	21,8			I3 [➡] (y)	0,036	m ⁴
Beta,v =	0,57					
L,ef =	12,426					
Sigma m,crit (Mpa) =	134,86					
*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular						

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,5167		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,172506254	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	3,746218737	0

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-1082	-139	-3523

Sigma,m,d2 (y) =	1160,52
Sigma,m,d3 (z) =	8808,59
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	902,05
---------------------	--------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	44%
	CUMPLE
f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	5%
Im,y =	6%
Im,z =	44%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,2	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,2	m ²

I2 [⬆]	0,03600	m ⁴
I3 [➡]	0,40000	m ⁴

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	21,8
Esbeltez mecánica y =	125,86
Esbeltez mecánica z =	37,76

iy =	0,173205081	m
iz =	0,577350269	m
*radio de giro para sección rectangular		

Lambda,rel y =	2,0448
Lambda,rel z =	0,6134

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

KC (2) (z) =	1,2152
KC (3) (y) =	0,1764

Ky =	2,6779
Kz =	0,7038

CONDICIÓN 1:	41%
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	77%
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5	
Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga		L (m)=		21,8		L (m)=		21,8	
Flecha activa		<=		l/300					
La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes									
ELS característico							Flecha de nudo adyacente		
9		2. ELS.VY.A		U3 =		-0,043726		0 1.Comprob	
12		2. ELS.VY.B		U3 =		0,056934		0 2.Comprob	
Flecha activa =		0,04373		m		Aprov. 30% Aprov. 39%			
Restricción max =		0,14533		m					
CUMPLE									
Flecha activa =		0,05693		m					
Restricción max =		0,14533		m					
CUMPLE									

Aprov.	Aprov.
30%	39%

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Longitud de la viga		L (m)=	21,8	L (m)=	21,8				
Flecha neta		<=		l/300					
La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes									
ELS quasi permanente				Flecha de nudo adyacente					
9	3.ELS.QP	U3 =	-0,019532	0	1.Comprob				
2	3.ELS.QP	U3 =	-0,000824	0	2.Comprob				
Flecha neta =		0,01953	m	<table><tr><td>Aprov.</td><td>Aprov.</td></tr><tr><td>13%</td><td>1%</td></tr></table>		Aprov.	Aprov.	13%	1%
Aprov.	Aprov.								
13%	1%								
Restricción max =		0,14533	m						
		CUMPLE							
Restricción max =		0,14533	m						

Aprov.	Aprov.
13%	1%

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20		
Altura de piso	hp (m) =	16		
Desplome total	<=	ht/500	0,04	
Desplome de piso	<=	hp/250	0,064	
		Combinación:	U1	U2
16	9	2.ELS.VX.B	-0,032071	0,00969
16	58	1.ELS.SCU.VX.B	-0,000955	0,001114

Desplome 1 =	0,03207	m
Restricción max =	0,06400	m
CUMPLE		

Apro. Desplome
50%

Desplome piso =	0,00111	m
Restricción max =	0,06400	m
CUMPLE		

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso		hp (m) =	16			
Desplome de piso		<=	hp/250	0,064		
*Considerar Peso Propio y Carga muerta			Combinación	U1		U2
¿Nudo total o de piso?	9	3.ELS.QP	-0,00479	-0,000005139		m
	10	3.ELS.QP	0,00479	-0,000005136		
Desplome piso =		0,00479	m			
Desplome piso =		0,00479	m			
Restricción max =		0,06400	m			
					Apro. Desplome	
					7%	

Apro. Desplome
7%

COMPROBACIÓN PARA VIGAS PRINCIPALES
COMPROBACIONES SINGULARES: CANTO VARIABLE

FLEXIÓN MÁS DESFAVORABLE M3 ('kN)

1.ELU.SCU.VY.A -3523,4

Sigma,m,d (z2) =	8808,59
z2 (m) =	1,00
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	
*No descuidar dirección de M ni h y b	

f,m,d (kPa) = 20160,00

km,alfa tracción = 0,968579961
km,alfa compresión = 0,991965209

Im,alfa, tracción = 45%
Im,alfa, compresión = 44%

Sigma m,crit (Mpa) = 134,86
*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular
Lambda,rel,flexión = 0,5167

Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,172506254	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	3,746218737	0

Kcrit = 1

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75)
el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
E,0,g,05 (Mpa) =	11900	
G,0,g,05 (Mpa) =	910	
L barra (m) =	21,8	
Beta,v =	0,57	
L,ef =	12,426	
Tg(Alfa) =	0,023	
fv,k =	4,3	Mpa
fc,90,k =	3,6	Mpa
fv,d =	2408,00	KPa
fc,90,d =	2016,00	KPa
h (canto) =	2	m
b (ancho) =	0,6	m
I2 (z)	0,036	m4
I3 (y)	0,4	m4
ft,90,k =	0,6	Mpa
ft,90,d =	336	Kpa

COMPROBACIONES SINGULARES: ADICIONAL AL CANTO VARIABLE (VUELCO LATERAL)

* Para tensión de flexión de compresión deberá verificarse además la condición para la estabilidad frente al vuelco

I,vuelco lateral = 44%
Sigma,m,alfa,d / (Kcrit * Km,alfa,compresión * fm,d)

Comprobación 5

Correas

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.B	-210,83	-7,824	4,291	3,5631	-5,9495	10,5579	727-1
1.ELU.SCU.VY.B	55,00	10,062	5,656	0,5476	-4,0735	-49,0674	945-1
CORTANTE2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-27,64	-23,18	-3,08	-0,71	4,56	-71,50	1093-1
1.ELU.SCU.VY.A	-6,78	57,08	-37,95	0,41	30,56	-129,63	212-1
CORTANTE3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-2,17	8,03	-82,74	0,15	-64,89	84,80	207-1
1.ELU.SCU.VY.A	-1,34	7,91	81,50	-0,12	63,80	85,20	591-1
TORSIÓN DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-177,88	-9,67	36,41	-3,89	39,27	-6,40	637-1
1.ELU.SCU.VY.A	-176,56	-9,57	-36,96	3,90	-39,83	-6,33	253-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-2,01	13,65	81,24	-0,12	-74,67	66,86	591-1
1.ELU.SCU.VY.A	-2,91	13,78	-82,54	0,15	75,73	66,24	207-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-7,04	56,89	36,23	-0,38	-28,74	-130,00	596-1
1.ELU.SCU.VY.B	10,55	13,10	58,56	-0,03	42,73	86,48	592-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Kh =	1,04
Sección	
h	0,4
b	0,3

MADERA	GL36h
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3 ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
1.ELU.SCU.VY.B	55,0

Sigma,t,0,d (kPa) =	458,30
f,t,0,d (kPa) =	15142,40

I,t,0 =	3%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k	26	Mpa
kh =	1,04	ad
kv0l =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
1.ELU.SCU.VY.B	-210,8

Sigma,c,0,d (kPa) =	-1756,93
f,t,0,d (kPa) =	-18054,40

I,c,0 =	10%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k	31	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	75,7

Sigma,m,d (y2) =	12621,15
z3 (m) =	0,15
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	20966,40
---------------	----------

I,m =	60%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M3 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	-130,0

Sigma,m,d (z3) =	16250,54
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	20966,40
---------------	----------

I,m =	78%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,8	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,8	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	75,7	66,2442

Sigma,m,d2 (y) =	12621,15
Sigma,m,d3 (z) =	8280,53
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	20966,40
--------------	----------

I2,m =	60%
I3,m =	39%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	88%

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('kN*m)	M3 ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-28,7	-130,0043

Sigma,m,d2 (y) =	4789,92
Sigma,m,d3 (z) =	16250,54
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	20966,40
--------------	----------

I2,m =	23%
I3,m =	78%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	93%

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE P ('kN) M2conc ('kN*m) M3conc ('kN*m)

1.ELU.SCU.VY.B

55

-4

-49

Sigma,m,d2 (y) =	678,92
Sigma,m,d3 (z) =	6133,43
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	458,30
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,t,0,d (kPa) =	15142,40

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	35%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	27%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE Pconc ('kN) M2 ('kN*m) M3conc ('kN*m)

1.ELU.SCU.VY.A

-3

76

66

Sigma,m,d2 (y) =	12621,15
Sigma,m,d3 (z) =	8280,53
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	24,23
---------------------	-------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,t,0,d (kPa) =	15142,40

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-7	-29	-130

Sigma,m,d2 (y) =	4789,92
Sigma,m,d3 (z) =	16250,54
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	58,63
---------------------	-------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,t,0,d (kPa) =	15142,40

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➔	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.B	-211	-6	11

Sigma,m,d2 (y) =	991,58
Sigma,m,d3 (z) =	1319,74
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	1756,93
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	11%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	10%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➔	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-3	76	66

Sigma,m,d2 (y) =	12621,15
Sigma,m,d3 (z) =	8280,53
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	24,23
---------------------	-------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	82%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	88%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-7	-29	-130

Sigma,m,d2 (y) =	4789,92
Sigma,m,d3 (z) =	16250,54
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	58,63
---------------------	-------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	94%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	77%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	57,1	-37,9
Cortante de diseño =	68,5	KN
Tau,max (kPa) =	1278,83	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
hef =	0,4	1
bef =	0,201	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 2504,32

I,v = 51%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	8,032	-82,7
Cortante de diseño =	83,1	KN
Tau,max (kPa) =	1550,89	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
hef =	0,268	0,67
bef =	0,3	1
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 2504,32

I,v = 62%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2

7 Comprobación Torsión

TORSIÓN DESFAVORABLE		T ('KN*m)				$f_{v,g,k} = 4,3$ Mpa $k_h = 1,04$ ad $k_{vol} = 1$ ad $k_{mod} = 0,7$ ad $\gamma_{M,M} = 1,25$ ad	
1.ELU.SCU.VY.A		3,899					
Tau,max lado largo (kPa) =		703,28					
Tau,max lado corto (kPa) =		604,12					
*Función de la sección		h/b		h (canto) =		0,4 m	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		1,333333333		b (ancho) =		0,3 m	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)				A. sección =		0,64 m2	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				Coef.Red.Neta =		0% ad	
				Sección Neta =		0,64 m2	
				I2 ↗		0,03413 m4	
				I3 ↘		0,03413 m4	
alfa,1 =		0,231					
alfa,2 =		0,859					
k,shape * fv,d (kPa) =		3005,184					
k,shape =		1,2					
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:							
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} \text{ Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$							
Aprov. a torsión I,t1 =		23%					
Aprov. a torsión I,t2 =		20%					
Índice de aprovechamiento		CUMPLE					
				*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('KN*m)		
1.ELU.SCU.VY.A		-10	-37	4		
Cortante de diseño =		38,2	KN	fv,g,k = 4,3 Mpa		
Tau,max (kPa) =		712,30		kh = 1,04 ad		
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión		h/b		kvol = 1 ad		
					Kmod = 0,7 ad	
		1,333333333		Gama,M = 1,25 ad		
					h (canto) = 0,4 m	
				b (ancho) = 0,3 m		
				hef = 0,268 0,67		
				bef = 0,3 1		
				A. sección = 0,64 m2		
				Coef.Red.Neta = 0% ad		
				Sección Neta = 0,64 m2		
				I2▲ 0,03413 m4		
				I3► 0,03413 m4		
f,v,d (kPa) =		2504,32				
I,v =		28%		kcr = 0,67 ad		
Tau,max lado largo (kPa) =		703,28		*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
Tau,max lado corto (kPa) =		604,12		*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2		
*Función de la sección						
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada						
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)						
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2						
			0	fv,g,k = 4,3 Mpa		
alfa,1 = 0,231			1	h/b alfa,1 alfa,2		
alfa,2 = 0,859			1	1 0,208 1		
			1	1,5 0,231 0,859		
			1	1,75 0,239 0,82		
			1	2 0,246 0,795		
k,shape * fv,d (kPa) = 3005,184			1	2,5 0,256 0,766		
k,shape = 1,2			1	3 0,267 0,753		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			1	4 0,282 0,745		
$k_{forma} = \begin{cases} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$			1	6 0,299 0,743		
			1	8 0,307 0,742		
			1	10 0,313 0,742		
			1	Infinito 0,333 0,743		
					*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	
Aprov. a torsión I,t1 =		23%				
Aprov. a torsión I,t2 =		20%				
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante						
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2						
Aprov Combinación I,v,t =		31%				

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2		

	fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2	
1	0,208	1	
1,5	0,231	0,859	
1,75	0,239	0,82	
2	0,246	0,795	
2,5	0,256	0,766	
3	0,267	0,753	
4	0,282	0,745	
6	0,299	0,743	
8	0,307	0,742	
10	0,313	0,742	
Infinito	0,333	0,743	
*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	57	-38	0

Cortante de diseño =	68,5	KN	f_{v,g,k} =	4,3	Mpa
Tau,max (kPa) =	1278,83		kh =	1,04	ad

*Función de la sección		Kmod =	0,7	ad
*Tau máxima en centroide sección cuadrada		Gama,M =	1,25	ad
*Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.	h/b	h (canto) =	0,4	m
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN	1,333333333	b (ancho) =	0,3	m
		hef =	0,4	1
		bef =	0,201	0,67
		A. sección =	0,64	m2
		Coef.Red.Neta =	0%	ad
		Sección Neta =	0,64	m2
		I2 $\uparrow$	0,03413	m4
f,v,d (kPa) =	2504,32	I3 $\rightarrow$	0,03413	m4

l,v =	51%	kcr =	0,67	ad
Tau,max lado largo (kPa) =	73,09	*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
Tau,max lado corto (kPa) =	62,78	*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección		
*Función de la sección		(según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3		

Tau,max lado largo (kPa) =	73,09	*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que $V2 > V3$						
Tau,max lado corto (kPa) =	62,78							
*Función de la sección								
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada								
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)								
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2		<table border="1"> <tr> <td>f_{v,g,k} =</td> <td>4,3</td> <td>Mpa</td> </tr> <tr> <td>h/b</td> <td>alfa,1</td> <td>alfa,2</td> </tr> </table>	f_{v,g,k} =	4,3	Mpa	h/b	alfa,1	alfa,2
f_{v,g,k} =	4,3	Mpa						
h/b	alfa,1	alfa,2						

$\alpha_1 = 0,231$ $\alpha_2 = 0,859$	$\alpha_1 = 0,231$ $\alpha_2 = 0,859$	$\alpha_1 = 0,231$ $\alpha_2 = 0,859$	$\alpha_1 = 0,231$ $\alpha_2 = 0,859$
$k_{shape} \cdot f_{v,d} \text{ (kPa)} = 3005,184$ $k_{shape} = 1,2$	$k_{shape} \cdot f_{v,d} \text{ (kPa)} = 3005,184$ $k_{shape} = 1,2$	$k_{shape} \cdot f_{v,d} \text{ (kPa)} = 3005,184$ $k_{shape} = 1,2$	$k_{shape} \cdot f_{v,d} \text{ (kPa)} = 3005,184$ $k_{shape} = 1,2$
*Factor de forma de la sección k_{shape} es = al valor mínimo de dos expresiones:	$k_{forma} = \begin{cases} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ \begin{matrix} 1 + 0,15 \frac{h}{b} \\ 20 \end{matrix} \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$	$k_{forma} = \begin{cases} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ \begin{matrix} 1 + 0,15 \frac{h}{b} \\ 20 \end{matrix} \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$	$k_{forma} = \begin{cases} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ \begin{matrix} 1 + 0,15 \frac{h}{b} \\ 20 \end{matrix} \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$
	*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares		

Aprov. a torsión I,t1 =	2%
Aprov. a torsión I,t2 =	2%

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = $\tau_{tor,d}/(k_{shape} \cdot f_{v,d}) + (\tau_{v,d}/f_{v,d})^2$ Aprov Combinación I,v,t = 29%		
--	--	--

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE			
V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)	
1.ELU.SCU.VY.A	8	-83	0
Cortante de diseño =	83,1	KN	
Tau,max (kPa) =	1550,89		
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN		fv,g,k = 4,3 Mpa kh = 1,04 ad kvol = 1 ad Kmod = 0,7 ad Gama,M = 1,25 ad	
	h/b	h (canto) = 0,4 m b (ancho) = 0,3 m	
	1,333333333	hef = 0,268 0,67 bef = 0,3 1	
		A. sección = 0,64 m2 Coef.Red.Neta = 0% ad Sección Neta = 0,64 m2	
		I2▲ 0,03413 m4 I3➔ 0,03413 m4	
f,v,d (kPa) =	2504,32		
I,v =	62%		
Tau,max lado largo (kPa) =	26,30		
Tau,max lado corto (kPa) =	22,59		
*Función de la sección			
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada			
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			
alfa,1 =	0,231		
alfa,2 =	0,859		
k,shape * fv,d (kPa) =	3005,184		
k,shape =	1,2		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			
$k_{forma} = \begin{cases} 1,2 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$			
Aprov. a torsión I,t1 =	1%		
Aprov. a torsión I,t2 =	1%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2			
Aprov Combinación I,v,t =	39%		

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2		

	fv,g,k = 4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743
*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	2,1
Esbeltez mecánica y =	24,25
Esbeltez mecánica z =	18,19

Lambda,rel y =	0,3940
Lambda,rel z =	0,2955

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

Ky =	0,5823
Kz =	0,5434

h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m

$I_{2\uparrow}$ (z) =	0,0016	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ (y) =	0,0009	m ⁴

i_y =	0,08660254	m
i_z =	0,115470054	m

*radio de giro para sección rectangular

KC (2) (z) =	1,3308
KC (3) (y) =	1,3052

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

Beta =	1
Beta recomendada =	1

Carga axil (KN) =	211
-------------------	-----

L de pandeo =	2,1000	
Pcrit (2) (z) =	42611,62535	CUMPLE
Pcrit (3) (y) =	23969,03926	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1. ELU.SCU.VY.B	-211	-6	11

Sigma,m,d2 (y) =	991,58
Sigma,m,d3 (z) =	1319,74
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	1756,93
---------------------	---------

f,m,d (kPa) =	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40

Ic,0 =	10%
Im,y =	5%
Im,z =	6%

CONDICIÓN 1:	16%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	17%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad

h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m

A. sección =	0,12	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m ²

$I_{2\uparrow}$ =	0,00090	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ =	0,00160	m ⁴

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-3	76	66

Sigma,m,d2 (y) =	12621,15
Sigma,m,d3 (z) =	8280,53
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	24,23
---------------------	-------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40

Ic,0 =	0%
Im,y =	60%
Im,z =	39%

CONDICIÓN 1:	88%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	82%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-7	-29	-130

Sigma,m,d2 (y) =	4789,92
Sigma,m,d3 (z) =	16250,54
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	58,63
---------------------	-------

f,m,d (kPa)=	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40

Ic,0 =	0%
Im,y =	23%
Im,z =	78%

CONDICIÓN 1:	77%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	94%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2↑	0,00090	m4
I3➡	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

fm,0,k (Mpa) =	36
E,0,g,05 (Mpa) =	11900
G,0,g,05 (Mpa) =	910
Longitud de la barra (m) =	2,1
Beta,v =	0,4
L,ef =	0,84
Sigma m,crit (Mpa) =	2011,22

*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular

h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
I2 (z)	0,0016	m4
I3 (y)	0,0009	m4

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,1338		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,459657884	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	55,86708516	0

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-7	-29	-130

Sigma,m,d2 (y) =	4789,92
Sigma,m,d3 (z) =	16250,54
z3 (m) =	0,15
y2 (m) =	0,20
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	58,63
---------------------	-------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	78%
	CUMPLE
f,m,d (kPa)=	20966,40
f,c,0,d (kPa) =	18054,40

Ic,0 =	0%
Im,y =	23%
Im,z =	78%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1,04	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,4	m
b (ancho) =	0,3	m
A. sección =	0,12	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,12	m2

I2 (z)	0,00090	m4
I3 (y)	0,00160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	2,1
Esbeltez mecánica y =	24,25
Esbeltez mecánica z =	18,19

iy =	0,08660254	m
iz =	0,115470054	m
*radio de giro para sección rectangular		

Lambda,rel y =	0,3940
Lambda,rel z =	0,2955

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

KC (2) (z) =	1,3308
KC (3) (y) =	1,3052

Ky =	0,5823
Kz =	0,5434

CONDICIÓN 1:	77%
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	94%
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5	
Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA									
INTEGRIDAD ESTRUCTURAL									
Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles									
La comprobación por confort no es necesaria.									
La comprobación por apariencia es necesaria.									
Longitud de la viga		L (m)=		2,1		L (m)=		2,1	
Flecha activa		<=		l/300					
La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes									
ELS característico						Nudo adyacente			
359		2.ELS.VY.A		U3 =		-0,08899		-0,088	
168		2.ELS.VY.B		U3 =		0,115418		0,107	
Flecha activa =		0,00099		m		Aprov. 7% Aprov. 60%			
Restricción max =		0,01400		m					
CUMPLE									
Flecha activa =		0,00842		m					
Restricción max =		0,01400		m					
CUMPLE									
APARIENCIA ESTRUCTURAL									
Longitud de la viga		L (m)=		2		L (m)=		2	
Flecha neta		<=		l/300					
La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes									
ELS quasi permanente						Nudo adyacente			
180		3.ELS.QP		U3 =		-0,045303		-0,0443	
250		3.ELS.QP		U3 =		-0,000127		-0,0009	
Flecha neta =		0,00100		m		Aprov. 8% Aprov. 12%			
Restricción max =		0,01333		m					
CUMPLE									
Restricción max =		0,00667		m					
COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES									
INTEGRIDAD ESTRUCTURAL									
Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles									
La comprobación por confort no es necesaria.									
La comprobación por apariencia es inevitable.									
Altura total		ht (m) =		20					
Altura de piso		hp (m) =		16					
Desplome total		<=		ht/500					
Desplome de piso		<=		hp/250					
				Combinación:		U1		U2	
16		133		2.ELS.VX.B		-0,040597		0,011232	
16		168		1.ELS.SCU.VX.B		0,000112		0,007865	
Desplome 1 =		0,04060		m		Apro. Desplome 63%			
Restricción max =		0,06400		m					
CUMPLE									
Desplome piso =		0,00787		m					
Restricción max =		0,06400		m					
CUMPLE									
APARIENCIA ESTRUCTURAL									
Altura de piso		hp (m) =		16					
Desplome de piso		<=		hp/250					
*Considerar Peso Propio y Carga muerta				Combinación					
¿Nudo total o de piso?		184		3.ELS.QP					
		281		3.ELS.QP		0,005736		-0,001729	
Desplome piso =		0,00574		m		Apro. Desplome 9%			
Desplome piso =		0,00574		m					
Restricción max =		0,06400		m					
CUMPLE									

Cruces de San Andrés

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-637,49	0,436	-0,005643	0,0391	-4,099E-16	1,818E-15	1138-1
2.ELU.VY.B	686,71	-0,328	-0,0019	0,0052	0	0	1129-1
CORTANTE2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	81,57	-1,56	0,02	-0,04	0,00	0,00	1141-1
2.ELU.VY.A	80,86	1,56	-0,02	0,05	0,00	0,00	1144-1
CORTANTE3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.B	100,87	-0,01	-0,03	0,06	-0,14	3,23	1142-1
2.ELU.VY.B	100,16	-1,53	0,03	-0,06	0,00	0,00	1143-1
TORSIÓN DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	80,81	-1,53	0,03	-0,06	0,00	0,00	1143-1
2.ELU.VY.A	81,52	-0,01	-0,03	0,06	-0,13	3,23	1142-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.B	100,16	0,01	0,03	-0,06	-0,14	3,23	1143-1
2.ELU.VY.B	684,42	-0,53	0,01	0,01	0,04	0,12	1130-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	593,03	-0,80	0,01	0,01	0,04	-1,45	1130-1
2.ELU.VY.A	81,57	-0,01	0,02	-0,04	-0,08	3,34	1141-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Sección	
h	0,3
b	0,2

MADERA	GL36h
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3 ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO			
1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra			
AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	ft,0,k	26 Mpa
2.ELU.VY.B	686,7	kh =	1 ad
		kvol =	1 ad
		Kmod =	0,9 ad
		Gama,M =	1,25 ad
Sigma,t,0,d (kPa) =	11445,17	h (canto) =	0,3 m
f,t,0,d (kPa) =	18720,00	b (ancho) =	0,2 m
I,t,0 =	61%	A. sección =	0,06 m2
Índice de aprovechamiento	CUMPLE	Coef.Red.Neta =	0% ad
		Sección Neta =	0,06 m2

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra					
AXIL DESFAVORABLE		P ('kN)			
2.ELU.VY.A		-637,5			
Sigma,c,0,d (kPa) =		-10624,80			
f,t,0,d (kPa) =		-22320,00			
I,c,0 =		48%			
Índice de aprovechamiento		CUMPLE			
			fc,0,k	31	Mpa
			kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,9	ad
			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	0,3	m
			b (ancho) =	0,2	m
			A. sección =	0,06	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,06	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple					
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE		M2 ('kN)			
2.ELU.VY.B		-0,1			
Sigma,m,d (y2) =		70,30			
z3 (m) =		0,10			
*Función de la sección y el Momento					
*Buscar donde sigma es máximo					
f,m,d (kPa) =		25920,00			
I,m =		0%			
Índice de aprovechamiento		CUMPLE			
			fm,g,k	36	Mpa
			kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,9	ad
			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	0,3	m
			b (ancho) =	0,2	m
			A. sección =	0,06	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,06	m2
			I2↑	0,00020	m4
			I3→	0,00045	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple					
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE		M3 ('kN)			
2.ELU.VY.A		3,3			
Sigma,m,d (z3) =		1111,87			
y2 (m) =		0,15			
*Función de la sección y el Momento					
*Buscar donde sigma es máximo					
f,m,d (kPa) =		25920,00			
I,m =		4%			
Índice de aprovechamiento		CUMPLE			
			fm,g,k	36	Mpa
			kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,9	ad
			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	0,3	m
			b (ancho) =	0,2	m
			A. sección =	0,8	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,8	m2
			I2↑	0,00020	m4
			I3→	0,00045	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)		
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)
2.ELU.VY.B	-0,1	3,2284
Sigma,m,d2 (y) =	70,30	
Sigma,m,d3 (z) =	1076,13	
z3 (m) =	0,10	
y2 (m) =	0,15	
*Función de la sección y el Momento		
*Buscar donde sigma es máximo		
f _r ,m,d (kPa)=	25920,00	
I2,m =	0%	
I3,m =	4%	
Índice de aprovechamiento	CUMPLE	
I _m =	4%	
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$		
$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$		

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,3	m
b (ancho) =	0,2	m
A. sección =	0,06	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,06	m2

I2⬆	0,00020	m4
I3 ➡	0,00045	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-0,1	3,3356

Sigma,m,d2 (y) =	38,95
Sigma,m,d3 (z) =	1111,87
z3 (m) =	0,10
y2 (m) =	0,15
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

$f_{m,d}$ (kPa)=	25920,00
------------------	----------

12,m =	0%
13,m =	4%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
1,m =	4%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,3	m
b (ancho) =	0,2	m
A. sección =	0,06	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,06	m2

12↑	0,00020	m4
13→	0,00045	m4

km = 0,7 ad

*Para madera laminada encolada

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	687	0	0

Sigma,m,d2 (y) =	0,00
Sigma,m,d3 (z) =	0,00
z3 (m) =	0,10
y2 (m) =	0,15
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	11445,17
---------------------	----------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$ l,t,0 + l,m,y^* \text{ (km)} + l,m,z =$	61%
$ l,t,0 + l,m,y + l,m,z^* \text{ (km)} =$	61%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,3	m
b (ancho) =	0,2	m
A. sección =	0,06	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,06	m2

12↑	0,00020	m4
13→	0,00045	m4

km = 0,7 ad

*Para madera laminada encolada

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	100	0	3

Sigma,m,d2 (y) =	70,30
Sigma,m,d3 (z) =	1076,13
z3 (m) =	0,10
y2 (m) =	0,15
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	1669,33
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	13%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	12%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,3	m
b (ancho) =	0,2	m
A. sección =	0,06	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,06	m2

I2↑	0,00020	m4
I3➡	0,00045	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.A	82	0	3

Sigma,m,d2 (y) =	38,95
Sigma,m,d3 (z) =	1111,87
z3 (m) =	0,10
y2 (m) =	0,15
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	1359,50
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	12%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	10%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,3	m
b (ancho) =	0,2	m
A. sección =	0,06	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,06	m2

I2↑	0,00020	m4
I3➡	0,00045	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-637	0	0

Sigma,m,d2 (y) =	0,00
Sigma,m,d3 (z) =	0,00
z3 (m) =	0,10
y2 (m) =	0,15
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	10624,80
---------------------	----------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	23%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	23%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,3	m
b (ancho) =	0,2	m
A. sección =	0,06	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,06	m2

I2↑	0,00020	m4
I3➡	0,00045	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	100	0	3

Sigma,m,d2 (y) =	70,30
Sigma,m,d3 (z) =	1076,13
z3 (m) =	0,10
y2 (m) =	0,15
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	1669,33
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	0%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,3	m
b (ancho) =	0,2	m
A. sección =	0,06	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,06	m2

I2↑	0,00020	m4
I3➡	0,00045	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.A	82	0	3

Sigma,m,d2 (y) =	38,95
Sigma,m,d3 (z) =	1111,87
z3 (m) =	0,10
y2 (m) =	0,15
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	1359,50
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	0%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,3	m
b (ancho) =	0,2	m
A. sección =	0,06	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,06	m2

I2↑	0,00020	m4
I3➡	0,00045	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)
2.ELU.VY.A	-1,6	0,0
Cortante de diseño =	1,6	KN
Tau,max (kPa) =	58,18	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

f,v,d (kPa) =	3096
---------------	------

I,v =	2%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,3	m
b (ancho) =	0,2	m
hef =	0,3	1
bef =	0,134	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3		

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	fr,g,k =	4,3	Mpa
2.ELU.VY.B	-1,534	0,0	kh =	1	ad
Cortante de diseño =	1,5	KN	kvol =	1	ad
Tau,max (kPa) =	57,25		Kmod =	0,9	ad
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante PARALELO a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	0,3	m
			b (ancho) =	0,2	m
			hef =	0,3	1
			bef =	0,134	0,67
			A. sección =	0,64	m2
		Coef.Red.Neta =	0%	ad	
		Sección Neta =	0,64	m2	
		I2↗	0,03413	m4	
		I3↘	0,03413	m4	

f,v,d (kPa) = 3096

I,v = 2%
Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

7 Comprobación Torsión

TORSIÓN DESFAVORABLE	T ('KN*m)	fv,g,k =	4,3	Mpa
2.ELU.VY.A	-0,0603	kh =	1	ad
Tau,max lado largo (kPa) =	32,63	kvol =	1	ad
	28,03	Kmod =	0,9	ad
*Función de la sección	h/b	Gama,M =	1,25	ad
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada	1,5	h (canto) =	0,3	m
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)		b (ancho) =	0,2	m
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2		A. sección =	0,64	m2
		Coef.Red.Neta =	0%	ad
		Sección Neta =	0,64	m2
		I2↑	0,03413	m4
		I3➔	0,03413	m4
alfa,1 =	0,231			
alfa,2 =	0,859			
k,shape * fv,d (kPa) =	3792,6			
k,shape =	1,225			
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:				
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b} \right\} \text{ Sección rectangular (h > b)} \\ 20 \end{array} \right\}$				
Aprov. a torsión I,t1 =	1%	h/b	alfa,1	alfa,2
Aprov. a torsión I,t2 =	1%	1	0,208	1
Índice de aprovechamiento	CUMPLE	1	1,5	0,231
		1	1,75	0,239
		1	2	0,246
		1	2,5	0,256
		1	3	0,267
		1	4	0,282
		1	6	0,299
		1	8	0,307
		1	10	0,313
		1	Infinito	0,333
		*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares		

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	
2.ELU.VY.A		-2	0	0	
Cortante de diseño =	1,5	KN		fv,g,k =	4,3 Mpa
Tau,max (kPa) =	57,25			kh =	1 ad
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión				kvol =	1 ad
				Kmod =	0,9 ad
				Gama,M =	1,25 ad
			h/b	h (canto) =	0,3 m
			1,5	b (ancho) =	0,2 m
				hef =	0,3 1
				bef =	0,134 0,67
				A. sección =	0,64 m2
				Coef.Red.Neta =	0% ad
				Sección Neta =	0,64 m2
f,v,d (kPa) = 3096				I2 $\uparrow$	0,03413 m4
				I3 $\rightarrow$	0,03413 m4
I,v =		2%	kcr = 0,67 ad *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3		
Tau,max lado largo (kPa) = 32,63				fv,g,k =	4,3 Mpa
Tau,max lado corto (kPa) = 28,03				h/b	alfa,1 alfa,2
*Función de la sección			0	1	1
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada			1	1,5	0,208 1
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			1	1,75	0,231 0,859
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			1	2	0,239 0,82
alfa,1 = 0,231 alfa,2 = 0,859			1	2,5	0,246 0,795
			1	3	0,256 0,766
			1	4	0,267 0,753
			1	6	0,282 0,745
			1	8	0,299 0,743
k,shape * fv,d (kPa) = 3792,6			1	10	0,307 0,742
k,shape = 1,225			1	Infinito	0,313 0,742
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:					0,333 0,743
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{ll} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ \begin{array}{l} 1 + 0,15 \frac{h}{b} \\ 2,0 \end{array} \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$			*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares		
Aprov. a torsión I,t1 = 1%					
Aprov. a torsión I,t2 = 1%					
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2 Aprov Combinación I,v,t = 1%					

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-2	0	0
Cortante de diseño =	1,6	KN	
Tau,max (kPa) =	58,18		
*Función de la sección			
*Tau máxima en centroide sección cuadrada			
*Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.	h/b		
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN	1,5		
f,v,d (kPa) =	3096		
I,v =	2%		
Tau,max lado largo (kPa) =	24,19		
Tau,max lado corto (kPa) =	20,78		
*Función de la sección			
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada			
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			
alfa,1 =	0,231		
alfa,2 =	0,859		
k,shape * fv,d (kPa) =	3792,6		
k,shape =	1,225		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			
$k_{forma} = \begin{cases} 1,2 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$			
Aprov. a torsión I,t1 =	1%		
Aprov. a torsión I,t2 =	1%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante			
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2			
Aprov Combinación I,v,t =	1%		

fv,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,3	m
b (ancho) =	0,2	m
hef =	0,3	1
bef =	0,134	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2▲	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que	V2>V3	

fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-2	0	0

Cortante de diseño =	1,5	KN
Tau,max (kPa) =	57,25	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN

h/b
1,5

fv,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,3	m
b (ancho) =	0,2	m
hef =	0,3	1
bef =	0,134	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2 ▲	0,03413	m4
I3 ➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) =	3096
---------------	------

I,v =	2%
-------	----

Tau,max lado largo (kPa) =	31,93
Tau,max lado corto (kPa) =	27,42
*Función de la sección	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2	

alfa,1 =	0,231
alfa,2 =	0,859

k,shape * fv,d (kPa) =	3792,6
k,shape =	1,225

*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:

$$k_{forma} = \begin{cases} 1,2 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$$

Aprov. a torsión I,t1 =	1%
Aprov. a torsión I,t2 =	1%

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante
 = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2
Aprov Combinación I,v,t = 1%

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	4,3
Esbeltez mecánica y =	74,48
Esbeltez mecánica z =	49,65

$\lambda_{rel,y}$ =	1,2100
$\lambda_{rel,z}$ =	0,8067

$\beta_{c,c}$ =	0,1
*Para madera laminada encolada	

K_y =	1,2776
K_z =	0,8507

h (canto) =	0,3	m
b (ancho) =	0,2	m

$I_{2\uparrow}$ (z)	0,00045	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ (y)	0,0002	m ⁴

i_y =	0,057735027	m
i_z =	0,08660254	m

*radio de giro para sección rectangular

$K_C(2)$ (z) =	1,0827
$K_C(3)$ (y) =	0,6918

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

β =	1
β recomendada =	1

Carga axil (kN) =	637
-------------------	-----

L de pandeo =	4,3000	
$P_{crit}(2)$ (z) =	2858,395434	CUMPLE
$P_{crit}(3)$ (y) =	1270,397971	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-637	0	0

$\sigma_{m,d2}$ (y) =	0,00
$\sigma_{m,d3}$ (z) =	0,00
z_3 (m) =	0,10
y_2 (m) =	0,15
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

$\sigma_{c,0,d}$ (kPa) =	10624,80
--------------------------	----------

$f_{m,d}$ (kPa) =	25920,00
$f_{c,0,d}$ (kPa) =	22320,00

$I_{c,0}$ =	48%
$I_{m,y}$ =	0%
$I_{m,z}$ =	0%

CONDICIÓN 1:	44%
$I_{c,0}/K_C(2) + I_{m,y} + I_{m,z} \cdot K_m$	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	69%
$I_{c,0}/K_C(3) + I_{m,z} + I_{m,y} \cdot K_m$	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1	ad
k_{vol} =	1	ad
K_{mod} =	0,9	ad
$G_{ama,M}$ =	1,25	ad

h (canto) =	0,3	m
b (ancho) =	0,2	m

A. sección =	0,06	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,06	m ²

$I_{2\uparrow}$	0,00020	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$	0,00045	m ⁴

k_m =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	100	0	3

Sigma,m,d2 (y) =	70,30
Sigma,m,d3 (z) =	1076,13
z3 (m) =	0,10
y2 (m) =	0,15
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	1669,33
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	7%
Im,y =	0%
Im,z =	4%

CONDICIÓN 1:	0%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	0%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,3	m
b (ancho) =	0,2	m
A. sección =	0,06	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,06	m2

I2↑	0,00020	m4
I3➔	0,00045	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.A	82	0	3

Sigma,m,d2 (y) =	38,95
Sigma,m,d3 (z) =	1111,87
z3 (m) =	0,10
y2 (m) =	0,15
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	1359,50
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	6%
Im,y =	0%
Im,z =	4%

CONDICIÓN 1:	0%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	0%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,3	m
b (ancho) =	0,2	m
A. sección =	0,06	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,06	m2

I2↑	0,00020	m4
I3➔	0,00045	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

fm,0,k (Mpa) =	36			h (canto) =	0,3	m
E,0,g,05 (Mpa) =	11900			b (ancho) =	0,2	m
G,0,g,05 (Mpa) =	910			I2 [⬆] (z)	0,00045	m ⁴
Longitud de la barra (m) =	5,8			I3 [➡] (y)	0,0002	m ⁴
Beta,v =	0,28					
L,ef =	1,624					
Sigma m,crit (Mpa) =	646,41					
*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular						

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,2360		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,383006574	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	17,95594462	0

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2. ELU. VY. A	82	0	3

Sigma,m,d2 (y) =	38,95
Sigma,m,d3 (z) =	1111,87
z3 (m) =	0,10
y2 (m) =	0,15
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	1359,50
---------------------	---------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	4%
	CUMPLE
f,m,d (kPa) =	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	6%
Im,y =	0%
Im,z =	4%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,3	m
b (ancho) =	0,2	m
A. sección =	0,06	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,06	m ²

I2 [⬆]	0,00020	m ⁴
I3 [➡]	0,00045	m ⁴

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	5,8
Esbeltez mecánica y =	100,46
Esbeltez mecánica z =	66,97

iy =	0,057735027	m
iz =	0,08660254	m
*radio de giro para sección rectangular		

Lambda,rel y =	1,6321
Lambda,rel z =	1,0881

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

KC (2) (z) =	0,8147
KC (3) (y) =	0,3522

Ky =	1,8985
Kz =	1,1313

CONDICIÓN 1:	11%
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	22%
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5	
Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga	L (m)=	4,3	L (m)=	4,3
---------------------	--------	-----	--------	-----

Flecha activa	<=	l/300
---------------	----	-------

La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes

ELS característico

15	2.ELS.VY.A	U3 =	-0,003271	m	1.Comprob
14	2.ELS.VY.B	U3 =	0,00521	m	2.Comprob

Flecha activa =	0,00327	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,01433	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

Flecha activa =	0,00521	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,01433	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

Aprov.	Aprov.
23%	36%

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Longitud de la viga	L (m)=	4,3	L (m)=	4,3
---------------------	--------	-----	--------	-----

Flecha neta	<=	l/300
-------------	----	-------

La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes

ELS quasi permanente

585	3.ELS.QP	U3 =	-0,003699	m	1.Comprob
2	3.ELS.QP	U3 =	-0,000731	m	2.Comprob

Flecha neta =	0,00370	m
---------------	---------	---

Restricción max =	0,02867	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

Restricción max =	0,01433	m
-------------------	---------	---

Aprov.	Aprov.
13%	5%

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20		
Altura de piso	hp (m) =	10		
Desplome total	<=	ht/500	0,04	
Desplome de piso	<=	hp/250	0,04	
	Combinación:	U1	U2	
20	13	2.ELS.VX.B	-0,034812	0,007051 m
10	8	1.ELS.SCU.VX.B	-0,004918	0,001815 m

Desplome 1 =	0,03481	m
--------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

Apro. Desplome
87%

Desplome piso =	0,00492	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso	hp (m) =	10		
Desplome de piso	<=	hp/250	0,04	
*Considerar Peso Propio y Carga muerta	Combinación	U1	U2	
¿Nudo total o de piso?	13	3.ELS.QP	-0,000182	-0,000142 m
	14	3.ELS.QP	0,000182	-0,000142 m
Desplome piso =	0,00018	m		
Desplome piso =	0,00018	m		
Restricción max =	0,04000	m		
	CUMPLE			

Apro. Desplome
0%

Pilares

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-3884,29	-71,04	34,94	-1,06	194,09	-447,80	3-1
2.ELU.VY.B	1315,05	-78,14	21,91	-0,58	-107,09	319,70	2-1
CORTANTE2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	1159,58	-101,32	43,65	-0,63	-230,23	452,62	2-1
3.ELU.SISMO	-760,96	5,12	3,83	0,02	-25,90	-34,59	1-1
CORTANTE3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VX.B	759,69	-32,66	-11,85	-0,53	-51,70	-229,07	2-1
2.ELU.VY.A	-3642,98	-75,74	64,19	-0,76	293,61	-471,39	1-1
TORSIÓN DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-3884,29	-71,04	34,94	-1,06	194,09	-447,80	3-1
2.ELU.VY.B	-1595,63	-5,36	9,06	0,19	-34,40	45,77	5-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-3604,10	-75,74	57,11	-0,76	-312,89	285,96	1-1
2.ELU.VY.A	-3642,98	-75,74	64,19	-0,76	293,61	-471,39	1-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)	Frame
2.ELU.VY.B	-3487,51	-98,91	42,46	-0,81	199,43	-570,24	1-1
2.FLU.VY.A	1159,58	-101,32	43,65	-0,63	-230,23	452,62	2-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Sección	
h	0,8
b	0,8

MADERA	GL36h	
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa	fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa	ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa	ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa	fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa	fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa	fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa	fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa	E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa	E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa	E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa	G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3	ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3	

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO			
1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra			
AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)		
2.ELU.VY.B	1315,1		
Sigma,t,0,d (kPa) =	2054,77		
f,t,0,d (kPa) =	18720,00		
I,t,0 =	11%		
Índice de aprovechamiento	CUMPLE		

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
2.ELU.VY.A	-3884,3

Sigma,c,0,d (kPa) =	-6069,21
f,t,0,d (kPa) =	-22320,00

I,c,0 =	27%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k	31	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('kN)
2.ELU.VY.A	-312,9

Sigma,m,d (y2) =	3666,74
z3 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	25920,00
---------------	----------

I,m =	14%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2▲	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M3 ('kN)
2.ELU.VY.B	-570,2

Sigma,m,d (z3) =	6682,47
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	25920,00
---------------	----------

I,m =	26%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,8	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,8	m2

I2▲	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)
2.ELU.VY.A	-312,9	285,9565

Sigma,m,d2 (y) =	3666,74
Sigma,m,d3 (z) =	3351,05
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	14%
I3,m =	13%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	23%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2▲	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('KN*m)	M3 ('KN*m)
2.ELU.VY.B	199,4	-570,2372

Sigma,m,d2 (y) =	2337,02
Sigma,m,d3 (z) =	6682,47
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	9%
I3,m =	26%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	32%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2▲	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	1315	-107	320

Sigma,m,d2 (y) =	1254,91
Sigma,m,d3 (z) =	3746,50
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	2054,77
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	29%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	26%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-3604	-313	286

Sigma,m,d2 (y) =	3666,74
Sigma,m,d3 (z) =	3351,05
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	5631,41
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-3488	199	-570

Sigma,m,d2 (y) =	2337,02
Sigma,m,d3 (z) =	6682,47
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	5449,24
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2 ↗	0,03413	m4
I3 ➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-3884	194	-448

Sigma,m,d2 (y) =	2274,43
Sigma,m,d3 (z) =	5247,66
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	6069,21
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	34%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	30%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2 ↗	0,03413	m4
I3 ➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-3604	-313	286

Sigma,m,d2 (y) =	3666,74
Sigma,m,d3 (z) =	3351,05
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5631,41
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	29%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	30%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-3488	199	-570

Sigma,m,d2 (y) =	2337,02
Sigma,m,d3 (z) =	6682,47
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5449,24
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	38%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	33%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)
2.ELU.VY.A	-101,3	43,6
Cortante de diseño =	110,3	KN
Tau,max (kPa) =	385,91	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PERPENDICULAR** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por **rodadura**

fr,g,k =	1,2	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
hef =	0,8	1
bef =	0,536	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 864

I,v = 45%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)
2.ELU.VY.A	-75,735	64,2
Cortante de diseño =	99,3	KN
Tau,max (kPa) =	347,30	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PERPENDICULAR** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por **rodadura**

fr,g,k =	1,2	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
hef =	0,8	1
bef =	0,536	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 864

I,v = 40%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

7 Comprobación Torsión				
TORSIÓN DESFAVORABLE	T ('KN*m)		fv,g,k =	4,3 Mpa
2.ELU.VY.A	-1,0576		kh =	1 ad
			kvol =	1 ad
			Kmod =	0,9 ad
			Gama,M =	1,25 ad
Tau,max lado largo (kPa) =	14,90		h (canto) =	0,8 m
Tau,max lado corto (kPa) =	14,90		b (ancho) =	0,8 m
*Función de la sección		h/b	A. sección =	0,64 m2
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		1	Coef.Red.Neta =	0% ad
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			Sección Neta =	0,64 m2
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				
	alfa,1 = 0,208		I2↑	0,03413 m4
	alfa,2 = 1		I3➔	0,03413 m4
k,shape * fv,d (kPa) =	3560,4		h/b	alfa,1 alfa,2
k,shape =	1,15	1	1	0,208 1
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:		1	1,5	0,231 0,859
		1	1,75	0,239 0,82
		1	2	0,246 0,795
		1	2,5	0,256 0,766
		1	3	0,267 0,753
		1	4	0,282 0,745
		1	6	0,299 0,743
		1	8	0,307 0,742
Aprov. a torsión I,t1 =	0%	1	10	0,313 0,742
Aprov. a torsión I,t2 =	0%	1	Infinito	0,333 0,743
Índice de aprovechamiento	CUMPLE	1	*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	
2.ELU.VY.A		-71	35	-1	
Cortante de diseño =		79,2	KN	fv,g,k = 4,3 Mpa	
Tau,max (kPa) =		276,92		kh = 1 ad	
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión		h/b	1	kvol = 1 ad	
				Kmod = 0,9 ad	
		Gama,M = 1,25 ad			
		h (canto) = 0,8 m			
		b (ancho) = 0,8 m			
		hef = 0,8 1			
		bef = 0,536 0,67			
		A. sección = 0,64 m2			
		Coef.Red.Neta = 0% ad			
		Sección Neta = 0,64 m2			
I2⬆		0,03413	m4		
I3 ➡		0,03413	m4		
f,v,d (kPa) =		3096			
I,v =		9%		kcr = 0,67 ad	
Tau,max lado largo (kPa) =		14,90		*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras	
Tau,max lado corto (kPa) =		14,90		*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3	
*Función de la sección					
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada					
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)					
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2					
			1	fv,g,k = 4,3 Mpa	
alfa,1 = 0,208			1	h/b alfa,1 alfa,2	
alfa,2 = 1			1	1 0,208 1	
			1	1,5 0,231 0,859	
			1	1,75 0,239 0,82	
			1	2 0,246 0,795	
k,shape * fv,d (kPa) =		3560,4	1	2,5 0,256 0,766	
k,shape =		1,15	1	3 0,267 0,753	
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			1	4 0,282 0,745	
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{ll} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$			1	6 0,299 0,743	
			1	8 0,307 0,742	
			1	10 0,313 0,742	
			1	Infinito 0,333 0,743	
		*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares			
		Aprov. a torsión I,t1 =		0%	
		Aprov. a torsión I,t2 =		0%	
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2					
Aprov Combinación I,v,t =		1%			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE		V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)
2.ELU.VY.A		-101	44	-1
Cortante de diseño =	110,3	KN		fv,g,k = 4,3 Mpa
Tau,max (kPa) =	385,91			kh = 1 ad
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN				kvol = 1 ad
				Kmod = 0,9 ad
				Gama,M = 1,25 ad
			h/b	h (canto) = 0,8 m
			1	b (ancho) = 0,8 m
				hef = 0,8 1
				bef = 0,536 0,67
				A. sección = 0,64 m2
				Coef.Red.Neta = 0% ad
				Sección Neta = 0,64 m2
f,v,d (kPa) =	3096			I2⬆ 0,03413 m4
				I3➡ 0,03413 m4
I,v =	12%			kcr = 0,67 ad
Tau,max lado largo (kPa) = 8,89 Tau,max lado corto (kPa) = 8,89 *Función de la sección *Tau,max en cada lado de seccion cuadrada *Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2) *Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2 alfa,1 = 0,208 alfa,2 = 1 k,shape * fv,d (kPa) = 3560,4 k,shape = 1,15 *Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones: $k_{forma} = \left\{ \begin{array}{ll} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$				*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
				*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3
				fv,g,k = 4,3 Mpa
				h/b alfa,1 alfa,2
			1	1 0,208 1
			1	1,5 0,231 0,859
			1	1,75 0,239 0,82
			1	2 0,246 0,795
			1	2,5 0,256 0,766
			1	3 0,267 0,753
1	4 0,282 0,745			
1	6 0,299 0,743			
1	8 0,307 0,742			
1	10 0,313 0,742			
1	Infinito 0,333 0,743			
Aprov. a torsión I,t1 = 0% Aprov. a torsión I,t2 = 0%			*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2 Aprov Combinación I,v,t = 2%				

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE			
V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)	
2.ELU.VY.A	-76	64	-1
Cortante de diseño =	99,3	KN	
Tau,max (kPa) =	347,30		
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN		h/b	1
		h (canto) =	0,8 m
		b (ancho) =	0,8 m
		hef =	0,8
		bef =	0,536
		A. sección =	0,64 m2
		Coef.Red.Neta =	0% ad
		Sección Neta =	0,64 m2
		I2▲	0,03413 m4
		I3➔	0,03413 m4
f,v,d (kPa) =	3096		
I,v =	11%		
Tau,max lado largo (kPa) =	10,65		
Tau,max lado corto (kPa) =	10,65		
*Función de la sección			
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada			
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			
alfa,1 =	0,208		
alfa,2 =	1		
k,shape * fv,d (kPa) =	3560,4		
k,shape =	1,15		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			
$k_{forma} = \begin{cases} 1,2 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$			
Aprov. a torsión I,t1 =	0%		
Aprov. a torsión I,t2 =	0%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante			
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2			
Aprov Combinación I,v,t =	2%		

fv,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
hef =	0,8	1
bef =	0,536	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2▲	0,03413	m4
I3➔	0,03413	m4
kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3		

fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743
*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	10
Esbeltez mecánica y =	43,30
Esbeltez mecánica z =	43,30

Lambda,rel y =	0,7035
Lambda,rel z =	0,7035

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

Ky =	0,7676
Kz =	0,7676

h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m

$I_{2\uparrow}$ (z) =	0,034133333	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ (y) =	0,034133333	m ⁴

I_y =	0,230940108	m
I_z =	0,230940108	m

*radio de giro para sección rectangular

KC (2) (z) =	1,1601
KC (3) (y) =	1,1601

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

Beta =	0,7
Beta recomendada =	0,85

Carga axil (KN) =	3884
-------------------	------

L de pandeo =	8,5000	
Pcrit (2) (z) =	55486,5289	CUMPLE
Pcrit (3) (y) =	55486,5289	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-3884	194	-448

Sigma,m,d2 (y) =	2274,43
Sigma,m,d3 (z) =	5247,66
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	6069,21
---------------------	---------

f,m,d (kPa) =	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	27%
Im,y =	9%
Im,z =	20%

CONDICIÓN 1:	46%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	50%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad

h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m

A. sección =	0,64	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m ²

$I_{2\uparrow}$ =	0,03413	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ =	0,03413	m ⁴

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-3604	-313	286

Sigma,m,d2 (y) =	3666,74
Sigma,m,d3 (z) =	3351,05
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5631,41
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	25%
Im,y =	14%
Im,z =	13%

CONDICIÓN 1:	45%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	45%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-3488	199	-570

Sigma,m,d2 (y) =	2337,02
Sigma,m,d3 (z) =	6682,47
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5449,24
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	24%
Im,y =	9%
Im,z =	26%

CONDICIÓN 1:	48%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	53%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

fm,0,k (Mpa) =	36			h (canto) =	0,8	m
E,0,g,05 (Mpa) =	11900			b (ancho) =	0,8	m
G,0,g,05 (Mpa) =	910			I2 [⬆] (z)	0,034133333	m4
Longitud de la barra (m) =	10			I3 [➡] (y)	0,034133333	m4
Beta,v =	0,43					
L,ef =	4,3					
Sigma m,crit (Mpa) =	1169,95					
*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular						

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,1754		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,428438356	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	32,49854685	0

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2. ELU. VY. B	-3488	199	-570

Sigma,m,d2 (y) =	2337,02
Sigma,m,d3 (z) =	6682,47
z3 (m) =	0,40
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	5449,24
---------------------	---------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	26%
	CUMPLE
f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	24%
Im,y =	9%
Im,z =	26%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,8	m
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

I2 [⬆]	0,03413	m4
I3 [➡]	0,03413	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	10
Esbeltez mecánica y =	43,30
Esbeltez mecánica z =	43,30

iy =	0,230940108	m
iz =	0,230940108	m
*radio de giro para sección rectangular		

Lambda,rel y =	0,7035
Lambda,rel z =	0,7035

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

KC (2) (z) =	1,1601
KC (3) (y) =	1,1601

Ky =	0,7676
Kz =	0,7676

CONDICIÓN 1:	48%
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	53%
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5	
Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga	L (m)=	20	L (m)=	20				
Flecha activa	<=	l/300						
La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes								
ELS característico								
15	2. ELS.VY.A	U3 =	-0,003271 m	1.Comprob				
14	2. ELS.VY.B	U3 =	0,00521 m	2.Comprob				
Flecha activa =	0,00327	m	<table><tr><td>Aprov.</td><td>Aprov.</td></tr><tr><td>5%</td><td>8%</td></tr></table>		Aprov.	Aprov.	5%	8%
Aprov.	Aprov.							
5%	8%							
Restricción max =	0,06667	m						
CUMPLE								
Flecha activa =	0,00521	m						
Restricción max =	0,06667	m						
CUMPLE								

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Longitud de la viga	L (m)=	20	L (m)=	10
Flecha neta	<= l/300			
La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes				
ELS quasi permanente				
13	3.ELS.QP	U3 =	-0,00089 m	1.Comprob
1	3.ELS.QP	U3 =	0 m	2.Comprob
Flecha neta =	0,00089	m	Aprov. Aprov.	
Restricción max =	0,06667	m		
CUMPLE				
Restricción max =	0,03333	m		
			1%	0%

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20		
Altura de piso	hp (m) =	10		
Desplome total	<= ht/500		0,04	
Desplome de piso	<= hp/250		0,04	
		Combinación:	U1	U2
20	13	2.ELS.VX.B	-0,034812	0,007051 m
10	1	1.ELS.SCU.VX.A	0	0 m

Desplome 1 =	0,03481	m
Restricción max =	0,04000	m
CUMPLE		

Apro. Desplome
87%

Desplome piso =	0,00000	m
Restricción max =	0,04000	m
CUMPLE		

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso	hp (m) =	20		
Desplome de piso	<= hp/250		0,08	
*Considerar Peso Propio y Carga muerta		Combinación	U1	U2
¿Nudo total o de piso?	13	3.ELS.QP	-0,000182	-0,000142 m
	14	3.ELS.QP	0,000182	-0,000142
Desplome piso =	0,00018	m		
Desplome piso =	0,00018	m		
Restricción max =	0,08000	m		
CUMPLE			Apro. Desplome	0%

Vigas de borde

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.B	-531,54	-80,233	-57,34	47,2366	-108,7109	65,5356	114-1
1.ELU.SCU.VY.B	1128,21	-46,063	0,6	-0,4943	1,6766	-65,8302	10-1
CORTANTE2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	86,76	-99,31	16,34	41,18	62,37	-392,51	143-1
1.ELU.SCU.VY.A	128,88	118,14	-10,16	-36,32	45,04	-509,29	122-1
CORTANTE3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.B	-97,20	-10,38	-123,40	-49,41	-111,02	36,54	152-1
1.ELU.SCU.VY.B	-93,87	6,26	121,05	55,29	86,02	55,93	133-1
TORSIÓN DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-9,76	-7,60	3,05	-59,85	101,41	59,02	93-1
1.ELU.SCU.VY.A	-11,90	-7,71	-1,51	59,65	-98,24	58,80	113-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-176,55	-39,90	-116,75	53,14	-153,50	47,90	134-1
1.ELU.SCU.VY.A	-262,91	-59,63	84,68	-53,53	133,28	73,88	94-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	153,57	117,03	16,17	35,94	-58,26	-511,61	102-1
1.ELU.SCU.VY.B	-452,17	28,51	-23,19	-17,74	-1,01	417,12	118-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Sección	
h	0,8
b	0,6

MADERA	GL36h
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3 ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO			
1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra			
AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	ft,0,k	26 Mpa
1.ELU.SCU.VY.B	1128,2	kh =	1 ad
		kvol =	1 ad
		Kmod =	0,7 ad
		Gama,M =	1,25 ad
		h (canto) =	0,8 m
		b (ancho) =	0,6 m
		A. sección =	0,48 m2
		Coef.Red.Neta =	0% ad
		Sección Neta =	0,48 m2

I,t,0 =	16%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra					
AXIL DESFAVORABLE		P ('kN)			
1.ELU.SCU.VY.B		-531,5			
Sigma,c,0,d (kPa) =		-1107,38			
f,t,0,d (kPa) =		-17360,00			
I,c,0 =		6%			
Índice de aprovechamiento		CUMPLE			
			fc,0,k	31	Mpa
			kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,7	ad
			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	0,8	m
			b (ancho) =	0,6	m
			A. sección =	0,48	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,48	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple					
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE		M2 ('kN)			
1.ELU.SCU.VY.A		-153,5			
Sigma,m,d (y2) =		3197,86			
z3 (m) =		0,30			
*Función de la sección y el Momento					
*Buscar donde sigma es máximo					
f,m,d (kPa) =		20160,00			
I,m =		16%			
Índice de aprovechamiento		CUMPLE			
			fm,g,k	36	Mpa
			kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,7	ad
			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	0,8	m
			b (ancho) =	0,6	m
			A. sección =	0,48	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,48	m2
			I2↑	0,01440	m4
			I3→	0,02560	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple					
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE		M3 ('kN)			
1.ELU.SCU.VY.A		-511,6			
Sigma,m,d (z3) =		7993,95			
y2 (m) =		0,40			
*Función de la sección y el Momento					
*Buscar donde sigma es máximo					
f,m,d (kPa) =		20160,00			
I,m =		40%			
Índice de aprovechamiento		CUMPLE			
			fm,g,k	36	Mpa
			kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,7	ad
			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	0,8	m
			b (ancho) =	0,6	m
			A. sección =	0,8	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,8	m2
			I2↑	0,01440	m4
			I3→	0,02560	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)		
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-153,5	47,9003
Sigma,m,d2 (y) =	3197,86	
Sigma,m,d3 (z) =	748,44	
z3 (m) =	0,30	
y2 (m) =	0,40	
*Función de la sección y el Momento		
*Buscar donde sigma es máximo		
f,m,d (kPa)=	20160,00	
I2,m =	16%	
I3,m =	4%	
Índice de aprovechamiento	CUMPLE	
I,m =	18%	
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$		
$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$		

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,48	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,48	m2

I2⬆	0,01440	m4
I3 ➡	0,02560	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-58,3	-511,6125

Sigma,m,d2 (y) =	1213,69
Sigma,m,d3 (z) =	7993,95
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	20160,00
--------------	----------

I2,m =	6%
I3,m =	40%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	44%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,48	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,48	m2

I2▲	0,01440	m4
I3 ➡	0,02560	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.B	1128	2	-66

Sigma,m,d2 (y) =	34,93
Sigma,m,d3 (z) =	1028,60
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	2350,43
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,t,0,d (kPa) =	14560,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	21%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	20%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,48	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,48	m2

I2▲	0,01440	m4
I3 ➡	0,02560	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-177	-153	48

Sigma,m,d2 (y) =	3197,86
Sigma,m,d3 (z) =	748,44
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	367,81
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,t,0,d (kPa) =	14560,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	0%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	0%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,48	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,48	m2

I2↑	0,01440	m4
I3➡	0,02560	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	154	-58	-512

Sigma,m,d2 (y) =	1213,69
Sigma,m,d3 (z) =	7993,95
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	319,94
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,t,0,d (kPa) =	14560,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	46%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	36%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,48	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,48	m2

I2↑	0,01440	m4
I3➡	0,02560	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.B	-532	-109	66

Sigma,m,d2 (y) =	2264,81
Sigma,m,d3 (z) =	1023,99
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	1107,38
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	13%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	15%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,48	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,48	m2

I2↑	0,01440	m4
I3➡	0,02560	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-177	-153	48

Sigma,m,d2 (y) =	3197,86
Sigma,m,d3 (z) =	748,44
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	367,81
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	15%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	19%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,48	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,48	m2

I2↑	0,01440	m4
I3➡	0,02560	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	fr,g,k =	4,3	Mpa
1.ELU.SCU.VY.A	118,1	-10,2	kh =	1	ad
Cortante de diseño =	118,6	KN	kvol =	1	ad
Tau,max (kPa) =	553,07		Kmod =	0,7	ad
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante PARALELO a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	0,8	m
			b (ancho) =	0,6	m
			hef =	0,8	1
			bef =	0,402	0,67
			A. sección =	0,64	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,64	m2
			I2↑	0,03413	m4
			I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 2408

I,v = 23%
Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	fr,g,k =	4,3	Mpa
2.ELU.VY.B	-10,382	-123,4	kh =	1	ad
Cortante de diseño =	123,8	KN	kvol =	1	ad
Tau,max (kPa) =	577,58		Kmod =	0,9	ad
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante PARALELO a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	0,8	m
			b (ancho) =	0,6	m
			hef =	0,536	0,67
			bef =	0,6	1
			A. sección =	0,64	m2
			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,64	m2
			I2↑	0,03413	m4
			I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 3096

I,v = 19%
Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V3>V2

7 Comprobación Torsión

TORSIÓN DESFAVORABLE		T ('KN*m)				fv,g,k = 4,3 Mpa kh = 1 ad kvol = 1 ad Kmod = 0,7 ad Gama,M = 1,25 ad	
1.ELU.SCU.VY.A		-59,8514					
Tau,max lado largo (kPa) =		1349,46					
Tau,max lado corto (kPa) =		1159,19					
*Función de la sección		h/b		h (canto) =		0,8 m	
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		1,333333333		b (ancho) =		0,6 m	
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)				A. sección =		0,64 m2	
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				Coef.Red.Neta =		0% ad	
				Sección Neta =		0,64 m2	
alfa,1 =		0,231		I2▲		0,03413 m4	
alfa,2 =		0,859		I3►		0,03413 m4	
k,shape * fv,d (kPa) =		2889,6					
k,shape =		1,2					
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:							
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} \text{ Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$							
Aprov. a torsión I,t1 =		47%					
Aprov. a torsión I,t2 =		40%					
Índice de aprovechamiento		CUMPLE					
				*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE		V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('KN*m)		
1.ELU.SCU.VY.A		-8	3	-60		
Cortante de diseño =		8,2	KN			
Tau,max (kPa) =		38,20				
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión		h/b	fv,g,k =	4,3 Mpa		
			kh =	1 ad		
		1,333333333	kvol =	1 ad		
			Kmod =	0,7 ad		
			Gama,M =	1,25 ad		
			h (canto) =	0,8 m		
			b (ancho) =	0,6 m		
			hef =	0,8 1		
			bef =	0,402 0,67		
			A. sección =	0,64 m2		
		Coef.Red.Neta =	0% ad			
		Sección Neta =	0,64 m2			
f,v,d (kPa) =		2408				
I,v =		2%				
Tau,max lado largo (kPa) =		1349,46				
Tau,max lado corto (kPa) =		1159,19				
*Función de la sección *Tau,max en cada lado de seccion cuadrada *Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2) *Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			0	fv,g,k =	4,3 Mpa	
				h/b	alfa,1 alfa,2	
				1	0,208 1	
alfa,1 =		0,231	1	1,5	0,231 0,859	
alfa,2 =		0,859	1	1,75	0,239 0,82	
			1	2	0,246 0,795	
k,shape * fv,d (kPa) =		2889,6	1	2,5	0,256 0,766	
k,shape =		1,2	1	3	0,267 0,753	
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones: $k_{forma} = \left\{ \begin{array}{ll} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$				1	4	0,282 0,745
				1	6	0,299 0,743
				1	8	0,307 0,742
				1	10	0,313 0,742
				1	Infinito	0,333 0,743
				*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares		
Aprov. a torsión I,t1 =		47%				
Aprov. a torsión I,t2 =		40%				
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2 Aprov Combinación I,v,t = 47%						

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE		V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	
1.ELU.SCU.VY.A		118	-10	-36	
Cortante de diseño =	118,6	KN		fv,g,k = 4,3 Mpa	
Tau,max (kPa) =	553,07			kh = 1 ad	
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN				kvol = 1 ad	
					Kmod = 0,7 ad
					Gama,M = 1,25 ad
			h/b		h (canto) = 0,8 m
			1,333333333		b (ancho) = 0,6 m
				hef = 0,8 1	
				bef = 0,402 0,67	
				A. sección = 0,64 m2	
				Coef.Red.Neta = 0% ad	
				Sección Neta = 0,64 m2	
			I2⬆	0,03413 m4	
			I3 ➡	0,03413 m4	
f,v,d (kPa) =		2408			
I,v =		23%			
Tau,max lado largo (kPa) =		819,00			
Tau,max lado corto (kPa) =		703,52			
*Función de la sección					
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada					
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)					
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2					
alfa,1 =		0,231	0		
alfa,2 =		0,859	1		
			1		
			1		
k,shape * fv,d (kPa) =		2889,6	1		
k,shape =		1,2	1		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			1		
$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} \text{ Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$			1		
			1		
			1		
			1		
			1		
Aprov. a torsión I,t1 =		28%			
Aprov. a torsión I,t2 =		24%			
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante					
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2					
Aprov Combinación I,v,t =		34%			

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-10	-123	-49

Cortante de diseño =	123,8	KN	f_{v,g,k} =	4,3	Mpa
Tau,max (kPa) =	577,58		kh =	1	ad

- *Función de la sección
- *Tau máxima en centroide sección cuadrada
- *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.
- *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN

h/b	h (canto) =	0,8	m
1,333333333	b (ancho) =	0,6	m

	hef =	0,536	<i>0,67</i>
	bef =	0,6	<i>1</i>

A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2

12	0,03413	m4
13	0,03413	m4

$f_{v,d}$ (kPa) =	3096
-------------------	------

$I, v =$	19%
----------	-----

kcr =	0,67	ad
-------	------	----

*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras

*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que $V3 > V2$

Tau,max lado largo (kPa) =	1114,04
----------------------------	---------

Tau,max lado corto (kPa) =	956,96
----------------------------	--------

*Función de la sección

*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada

$$\tau_{max} = Torsor / (\alpha_1 \cdot h \cdot b^2)$$
$$\tau_{\text{lado corto}} = \tau_{\text{max}} \cdot \alpha^2$$

alfa,1 =	0,231
alfa,2 =	0,859

$f_{v,g,k} =$	4,3	Mpa
---------------	-----	-----

h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

$k_{shape} \cdot f_{v,d} \text{ (kPa)} =$	3715,2
---	--------

k,shape =	1,2
-----------	-----

*Factor de forma de la sección k,shape es =
al valor mínimo de dos expresiones:

$$k_{\text{forma}} = \left\{ \begin{array}{ll} 12 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ \begin{array}{l} 1 + 0,15 \frac{h}{b} \\ 2,0 \end{array} \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$$

Aprov. a torsión I,t1 =	30%
-------------------------	-----

Aprov. a torsión I,t2 =	26%
-------------------------	-----

*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante

$$= \tau_{tor,d} / (K_{shape} \cdot f_{v,d}) + (\tau_{v,d} / f_{v,d})^2$$

Aprov Combinación I,v,t =	33%
---------------------------	-----

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	21
Esbeltez mecánica y =	121,24
Esbeltez mecánica z =	90,93

Lambda,rel y =	1,9698
Lambda,rel z =	1,4773

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

Ky =	2,5235
Kz =	1,6501

h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,6	m

$I_2 \uparrow$ (z)	0,0256	m ⁴
$I_3 \rightarrow$ (y)	0,0144	m ⁴

i_y =	0,173205081	m
i_z =	0,230940108	m

*radio de giro para sección rectangular

KC (2) (z) =	0,4565
KC (3) (y) =	0,1995

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

Beta =	1
Beta recomendada =	1

Carga axil (KN) =	532
-------------------	-----

L de pandeo =	21,0000	
Pcrit (2) (z) =	6817,860056	CUMPLE
Pcrit (3) (y) =	3835,046282	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.B	-532	-109	66

Sigma,m,d2 (y) =	2264,81
Sigma,m,d3 (z) =	1023,99
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	1107,38
---------------------	---------

f,m,d (kPa) =	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

$I_{c,0}$ =	6%
$I_{m,y}$ =	11%
$I_{m,z}$ =	5%

CONDICIÓN 1:	29%
$I_{c,0}/KC(2) + I_{m,y} + I_{m,z} * K_m$	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	45%
$I_{c,0}/KC(3) + I_{m,z} + I_{m,y} * K_m$	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad

h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,6	m

A. sección =	0,48	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,48	m ²

$I_2 \uparrow$	0,01440	m ⁴
$I_3 \rightarrow$	0,02560	m ⁴

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-177	-153	48

Sigma,m,d2 (y) =	3197,86
Sigma,m,d3 (z) =	748,44
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	367,81
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	2%
Im,y =	16%
Im,z =	4%

CONDICIÓN 1:	23%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	25%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,48	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,48	m2

I2↑	0,01440	m4
I3➔	0,02560	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	154	-58	-512

Sigma,m,d2 (y) =	1213,69
Sigma,m,d3 (z) =	7993,95
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	319,94
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	2%
Im,y =	6%
Im,z =	40%

CONDICIÓN 1:	0%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	0%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,48	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,48	m2

I2↑	0,01440	m4
I3➔	0,02560	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

fm,0,k (Mpa) =	36
E,0,g,05 (Mpa) =	11900
G,0,g,05 (Mpa) =	910
Longitud de la barra (m) =	21
Beta,v =	0,43
L,ef =	9,03
Sigma m,crit (Mpa) =	374,18

*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular

h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,6	m
I2 (z)	0,0256	m4
I3 (y)	0,0144	m4

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,3102		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,327366373	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	10,39387631	0

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	154	-58	-512

Sigma,m,d2 (y) =	1213,69
Sigma,m,d3 (z) =	7993,95
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,40
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	319,94
---------------------	--------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	40%
	CUMPLE
f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	2%
Im,y =	6%
Im,z =	40%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	0,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,48	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,48	m2

I2 (z)	0,01440	m4
I3 (y)	0,02560	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	21
Esbeltez mecánica y =	121,24
Esbeltez mecánica z =	90,93

iy =	0,173205081	m
iz =	0,230940108	m
*radio de giro para sección rectangular		

Lambda,rel y =	1,9698
Lambda,rel z =	1,4773

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

KC (2) (z) =	0,4565
KC (3) (y) =	0,1995

Ky =	2,5235
Kz =	1,6501

CONDICIÓN 1:	38%
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	53%
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5	
Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga	L (m)=	21	L (m)=	21
---------------------	--------	----	--------	----

Flecha activa	<=	l/300
---------------	----	-------

La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes

ELS característico

21	2.ELS.VY.A	U3 =	-0,075418	m	1.Comprob
24	2.ELS.VY.B	U3 =	0,121837	m	2.Comprob

Flecha activa =	0,07542	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,14000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

Flecha activa =	0,12184	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,14000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

Aprov.	Aprov.
54%	87%

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Longitud de la viga	L (m)=	21	L (m)=	6
---------------------	--------	----	--------	---

Flecha neta	<=	l/300
-------------	----	-------

La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes

ELS quasi permanente

22	3.ELS.QP	U3 =	-0,041407	m	1.Comprob
13	3.ELS.QP	U3 =	-0,00089	m	2.Comprob

Flecha neta =	0,04141	m
---------------	---------	---

Restricción max =	0,14000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

Restricción max =	0,02000	m
-------------------	---------	---

Aprov.	Aprov.
30%	4%

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20		
Altura de piso	hp (m) =	16		
Desplome total	<=	ht/500	0,04	
Desplome de piso	<=	hp/250	0,064	
	Combinación:	U1	U2	
16	21	2.ELS.VX.B	-0,041505	0,011361 m
16	24	1.ELS.SCU.VX.B	0,000905	0,008698 m

Desplome 1 =	0,04151	m
--------------	---------	---

Restricción max =	0,06400	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

Apro. Desplome
65%

Desplome piso =	0,00870	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,06400	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE	
--	--------	--

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso	hp (m) =	16		
Desplome de piso	<=	hp/250	0,064	
*Considerar Peso Propio y Carga muerta	Combinación	U1	U2	
¿Nudo total o de piso?	141	3.ELS.QP	-0,004242	-0,000009366 m
	159	3.ELS.QP	0,004242	-0,000009366
Desplome piso =	0,00424	m		
Desplome piso =	0,00424	m		
Restricción max =	0,06400	m		
	CUMPLE			

Apro. Desplome
7%

Vigas interiores

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-824,33	-420,488	58,93	1,65	68,1837	-3179,8061	356-1
2.ELU.VY.B	-133,48	39,618	-22,987	-1,1358	-40,3189	273,9863	362-1
CORTANTE2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-620,79	-667,33	-50,74	-6,48	-65,85	-3397,01	353-1
2.ELU.VY.A	-734,78	111,33	-62,39	12,01	89,15	-1784,51	361-1
CORTANTE3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-784,32	74,76	-73,59	13,18	-39,28	-1681,84	361-1
1.ELU.SCU.VX.A	-749,79	-41,81	70,05	-12,74	99,71	-1640,49	359-1
TORSIÓN DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-608,88	-601,56	31,65	-18,67	28,28	-825,74	355-1
2.ELU.VY.A	-611,08	-597,05	-28,24	18,73	-32,85	-852,76	358-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-442,58	78,00	57,90	-7,28	-94,35	-1146,70	364-1
1.ELU.SCU.VY.A	-784,32	90,25	-73,46	13,18	107,76	-1846,84	361-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('KN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('KN*m)	Frame
2.ELU.VY.A	-622,87	-661,46	44,42	7,07	51,96	-3401,80	356-1
2.ELU.VY.B	-511,21	-590,44	26,22	-15,34	-29,26	969,77	355-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Sección	
h	1,8
b	0,6

MADERA	GL36h
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3 ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO			
1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra			
AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	ft,0,k	26 Mpa
2.ELU.VY.B	-133,5	kh =	1 ad
		kvol =	1 ad
		Kmod =	0,9 ad
		Gama,M =	1,25 ad
		h (canto) =	1,8 m
		b (ancho) =	0,6 m
		A. sección =	1,08 m2
		Coef.Red.Neta =	0% ad
		Sección Neta =	1,08 m2

I,t,0 =	-1%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra			
AXIL DESFAVORABLE		P ('kN)	
1.ELU.SCU.VY.A		-824,3	
Sigma,c,0,d (kPa) =		-763,27	
f,t,0,d (kPa) =		-17360,00	
I,c,0 =		4%	
Índice de aprovechamiento		CUMPLE	
	fc,0,k	31	Mpa
	kh =	1	ad
	kvol =	1	ad
	Kmod =	0,7	ad
	Gama,M =	1,25	ad
	h (canto) =	1,8	m
	b (ancho) =	0,6	m
	A. sección =	1,08	m2
	Coef.Red.Neta =	0%	ad
	Sección Neta =	1,08	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple		
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('kN)	
1.ELU.SCU.VY.A	107,8	
Sigma,m,d (y2) = 997,82		
z3 (m) = 0,30		
*Función de la sección y el Momento		
*Buscar donde sigma es máximo		
f,m,d (kPa) =	20160,00	
I,m =	5%	
Índice de aprovechamiento	CUMPLE	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kv0l =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,08	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m2

I2⬆	0,03240	m4
I3 ➡	0,29160	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple			
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M3 ('kN)		
2.ELU.VY.A	-3401,8		
Sigma,m,d (z3) =		10499,37	
y2 (m) =		0,90	
*Función de la sección y el Momento			
*Buscar donde sigma es máximo			
f,m,d (kPa) =		25920,00	
I,m =		41%	
Índice de aprovechamiento		CUMPLE	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kv0l =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,8	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,8	m2

I2⬆	0,03240	m4
I3 ➡	0,29160	m4

3.3 Comparación Flexión Esviada (1)					
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)	f_{m,g,k}	36	Mpa
1.ELU.SCU.VY.A	107,8	-1846,8441	k_h =	1	ad
			k_{vot} =	1	ad
			Kmod =	0,7	ad
			Gama,M =	1,25	ad
			h (canto) =	1,8	m
			b (ancho) =	0,6	m
*Función de la sección y el Momento			A. sección =	1,08	m2
*Buscar donde sigma es máximo			Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	1,08	m2
f_{m,d} (kPa)=					
		20160,00			
I2,m =	5%		I2⬆	0,03240	m4
I3,m =	28%		I3➡	0,29160	m4
Índice de aprovechamiento	CUMPLE				
I,m =	32%				
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$			km = 0,7 ad		
			*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.A	52,0	-3401,796

Sigma,m,d2 (y) =	481,16
Sigma,m,d3 (z) =	10499,37
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	25920,00
--------------	----------

I2,m =	2%
I3,m =	41%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	42%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,08	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m2

I2▲	0,03240	m4
I3 ➡	0,29160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-133	-40	274

Sigma,m,d2 (y) =	373,32
Sigma,m,d3 (z) =	845,64
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	-123,59
---------------------	---------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	4%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	3%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,08	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m2

I2▲	0,03240	m4
I3 ➡	0,29160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-824	68	-3180

Sigma,m,d2 (y) =	631,33
Sigma,m,d3 (z) =	9814,22
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	763,27
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	40%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	29%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,08	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m2

I2↑	0,03240	m4
I3➡	0,29160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-784	108	-1847

Sigma,m,d2 (y) =	997,82
Sigma,m,d3 (z) =	5700,14
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	726,22
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	32%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	25%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,08	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m2

I2↑	0,03240	m4
I3➡	0,29160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE

Pconc ('kN)

M2conc ('kN*m)

M3 ('kN*m)

2.ELU.VY.A

-623

52

-3402

Sigma,m,d2 (y) =	481,16
Sigma,m,d3 (z) =	10499,37
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	576,73
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	42%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	30%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,08	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m2

I2↑	0,03240	m4
I3➡	0,29160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE

V2 ('kN)

V3conc ('kN)

2.ELU.VY.A

-667,3

-50,7

Cortante de diseño =

669,3

KN

Tau,max (kPa) =

1387,34

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

f,v,d (kPa) =	3096
---------------	------

I,v =	45%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	1,8	1
bef =	0,402	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2↑	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que		
	V2>V3	

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE			V2conc ('kN)	V3 ('kN)	fr,g,k =	4,3	Mpa
1.ELU.SCU.VY.A			74,764	-73,6	kh =	1	ad
Cortante de diseño =	104,9	KN			kvol =	1	ad
Tau,max (kPa) =	217,46				Kmod =	0,7	ad
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante PARALELO a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión					Gama,M =	1,25	ad
					h (canto) =	1,8	m
					b (ancho) =	0,6	m
					hef =	1,8	1
					bef =	0,402	0,67
					A. sección =	0,64	m2
					Coef.Red.Neta =	0%	ad
					Sección Neta =	0,64	m2
					I2↑	0,03413	m4
					I3➔	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 2408

I,v = 9%
Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3

7 Comprobación Torsión

TORSIÓN DESFAVORABLE			T ('KN*m)	fv,g,k =	4,3	Mpa
2.ELU.VY.A			18,7257	kh =	1	ad
Tau,max lado largo (kPa) =	162,35			kvol =	1	ad
Tau,max lado corto (kPa) =	122,25			Kmod =	0,9	ad
*Función de la sección		h/b		Gama,M =	1,25	ad
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada		3		h (canto) =	1,8	m
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)				b (ancho) =	0,6	m
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2				A. sección =	0,64	m2
				Coef.Red.Neta =	0%	ad
				Sección Neta =	0,64	m2
				I2↑	0,03413	m4
				I3➔	0,03413	m4

k,shape * fv,d (kPa) = 4489,2

k,shape = 1,45

*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:

$$k_{forma} = \left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 20 \right\} \text{ Sección rectangular (h > b)} \end{array} \right\}$$

Aprov. a torsión I,t1 = 4%

Aprov. a torsión I,t2 = 3%

Índice de aprovechamiento CUMPLE

h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE			
2.ELU.VY.A	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('KN*m)
	-597	-28	19
Cortante de diseño =	597,7	KN	
Tau,max (kPa) =	1239,05		
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión		h/b	fv,g,k = 4,3 Mpa kh = 1 ad kvol = 1 ad Kmod = 0,9 ad Gama,M = 1,25 ad h (canto) = 1,8 m b (ancho) = 0,6 m
		3	hef = 1,8 $\frac{1}{0,67}$ bef = 0,402
			A. sección = 0,64 m2 Coef.Red.Neta = 0% ad Sección Neta = 0,64 m2
			I2▲ 0,03413 m4 I3➔ 0,03413 m4
			fv,g,k = 4,3 Mpa h/b alfa,1 alfa,2 1 0,208 1 1,5 0,231 0,859 1,75 0,239 0,82 2 0,246 0,795 2,5 0,256 0,766 3 0,267 0,753 4 0,282 0,745 6 0,299 0,743 8 0,307 0,742 10 0,313 0,742 Infinito 0,333 0,743
			*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares
f,v,d (kPa) =	3096		
I,v =	40%		kcr = 0,67 ad *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3
Tau,max lado largo (kPa) =	162,35		
Tau,max lado corto (kPa) =	122,25		
*Función de la sección *Tau,max en cada lado de seccion cuadrada *Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2) *Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			
alfa,1 =	0,267		
alfa,2 =	0,753		
k,shape * fv,d (kPa) =	4489,2		
k,shape =	1,45		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones: $k_{forma} = \begin{cases} 1,2 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$			
Aprov. a torsión I,t1 =	4%		
Aprov. a torsión I,t2 =	3%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante = Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2			
Aprov Combinación I,v,t =	20%		

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-667	-51	-6
Cortante de diseño =	669,3	KN	
Tau,max (kPa) =	1387,34		
*Función de la sección			
*Tau máxima en centroide sección cuadrada			
*Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.	h/b		
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN	3		
f,v,d (kPa) =	3096		
I,v =	45%		
Tau,max lado largo (kPa) =	56,15		
Tau,max lado corto (kPa) =	42,28		
*Función de la sección			
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada			
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			
alfa,1 =	0,267		
alfa,2 =	0,753		
k,shape * fv,d (kPa) =	4489,2		
k,shape =	1,45		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			
$k_{forma} = \begin{cases} 1,2 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$			
Aprov. a torsión I,t1 =	1%		
Aprov. a torsión I,t2 =	1%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante			
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2			
Aprov Combinación I,v,t =	21%		

fv,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	1,8	1
bef =	0,402	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2▲	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que	V2>V3	

fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743
*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares		

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE				V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A				75	-74	13
Cortante de diseño =				104,9	KN	
Tau,max (kPa) =				217,46		
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN						fv,g,k = 4,3 Mpa kh = 1 ad kvol = 1 ad Kmod = 0,7 ad Gama,M = 1,25 ad
				h/b		h (canto) = 1,8 m b (ancho) = 0,6 m
				3		hef = 1,8 $\frac{1}{0,67}$ bef = 0,402
						A. sección = 0,64 m2 Coef.Red.Neta = 0% ad Sección Neta = 0,64 m2
						I2 0,03413 m4 I3 0,03413 m4
f,v,d (kPa) =				2408		
I,v =				9%		
Tau,max lado largo (kPa) =				114,26		
Tau,max lado corto (kPa) =				86,03		
*Función de la sección						
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada						
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)						
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2						
alfa,1 =				0,267		
alfa,2 =				0,753		
k,shape * fv,d (kPa) =				3491,6		
k,shape =				1,45		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:						
$k_{forma} = \begin{cases} 1,2 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$						
Aprov. a torsión I,t1 =				3%		
Aprov. a torsión I,t2 =				2%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante						
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2						
Aprov Combinación I,v,t =				4%		

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3		

	fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2	
1	0,208	1	
1,5	0,231	0,859	
1,75	0,239	0,82	
2	0,246	0,795	
2,5	0,256	0,766	
3	0,267	0,753	
4	0,282	0,745	
6	0,299	0,743	
8	0,307	0,742	
10	0,313	0,742	
Infinito	0,333	0,743	
*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares			

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	6
Esbeltez mecánica y =	34,64
Esbeltez mecánica z =	11,55

Lambda,rel y =	0,5628
Lambda,rel z =	0,1876

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

Ky =	0,6715
Kz =	0,5120

h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m

$I_2 \uparrow$ (z)	0,2916	m ⁴
$I_3 \rightarrow$ (y)	0,0324	m ⁴

i_y =	0,173205081	m
i_z =	0,519615242	m

*radio de giro para sección rectangular

KC (2) (z) =	1,3534
KC (3) (y) =	1,2412

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

Beta =	1
Beta recomendada =	1

Carga axil (KN) =	824
-------------------	-----

L de pandeo =	6,0000	
Pcrit (2) (z) =	951331,1682	CUMPLE
Pcrit (3) (y) =	105703,4631	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-824	68	-3180

Sigma,m,d2 (y) =	631,33
Sigma,m,d3 (z) =	9814,22
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	763,27
---------------------	--------

f,m,d (kPa) =	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

$I_{c,0}$ =	4%
$I_{m,y}$ =	3%
$I_{m,z}$ =	49%

CONDICIÓN 1:	40%
$I_{c,0}/KC(2) + I_{m,y} + I_{m,z} * K_m$	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	54%
$I_{c,0}/KC(3) + I_{m,z} + I_{m,y} * K_m$	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad

h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m

A. sección =	1,08	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m ²

$I_2 \uparrow$	0,03240	m ⁴
$I_3 \rightarrow$	0,29160	m ⁴

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-784	108	-1847

Sigma,m,d2 (y) =	997,82
Sigma,m,d3 (z) =	5700,14
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	726,22
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	4%
Im,y =	5%
Im,z =	28%

CONDICIÓN 1:	28%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	35%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,08	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m2

I2↑	0,03240	m4
I3➔	0,29160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
2.ELU.VY.A	-623	52	-3402

Sigma,m,d2 (y) =	481,16
Sigma,m,d3 (z) =	10499,37
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	576,73
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00

Ic,0 =	3%
Im,y =	2%
Im,z =	41%

CONDICIÓN 1:	32%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	44%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,08	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m2

I2↑	0,03240	m4
I3➔	0,29160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

$f_{m,0,k}$ (Mpa) =	36
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900
$G_{0,g,05}$ (Mpa) =	910
Longitud de la barra (m) =	6
β_{v} =	0,53
L_{ef} =	3,18
$\sigma_{m,crit}$ (Mpa) =	577,91

*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular

h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
$I_{2\uparrow}$ (z)	0,2916	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ (y)	0,0324	m ⁴

Comprobación de secciones

$\lambda_{rel,flexión}$ =	0,2496		
$\lambda_{rel,f} \leq 0,75$	K_{cri} =	1	1
$0,75 < \lambda_{rel,f} \leq 1,4$	K_{cri} =	1,372810158	0
$\lambda_{rel,f} > 1,4$	K_{cri} =	16,05306522	0

K_{crit} =	1
--------------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (λ_{rel} menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	P_{conc} ('kN)	M_{2conc} ('kN*m)	M_3 ('kN*m)
2. ELU. VY. A	-623	52	-3402

$\sigma_{m,d2}$ (y) =	481,16
$\sigma_{m,d3}$ (z) =	10499,37
z_3 (m) =	0,30
y_2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

$\sigma_{c,0,d}$ (kPa) =	576,73
--------------------------	--------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

$\sigma_{m,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,d}) < 1$	41%
	CUMPLE
$f_{m,d}$ (kPa) =	25920,00
$f_{c,0,d}$ (kPa) =	22320,00

$I_{c,0}$ =	3%
$I_{m,y}$ =	2%
$I_{m,z}$ =	41%

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1	ad
k_{vol} =	1	ad
K_{mod} =	0,9	ad
$G_{ama,M}$ =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,08	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m ²

$I_{2\uparrow}$	0,03240	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$	0,29160	m ⁴

k_m =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	6
Esbeltez mecánica y =	34,64
Esbeltez mecánica z =	11,55

i_y =	0,173205081	m
i_z =	0,519615242	m
*radio de giro para sección rectangular		

$\lambda_{rel,y}$ =	0,5628
$\lambda_{rel,z}$ =	0,1876

β_{c} =	0,1
*Para madera laminada encolada	

$K_C(2)(z)$ =	1,3534
$K_C(3)(y)$ =	1,2412

K_y =	0,6715
K_z =	0,5120

CONDICIÓN 1:	32%
$I_{c,0}/K_C(2) + I_{m,y}/K_{crit} + I_{m,z} \cdot K_m$	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	44%
$I_{c,0}/K_C(3) + I_{m,z}/K_{crit} + I_{m,y} \cdot K_m$	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5 Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga	L (m)=	6	L (m)=	6
---------------------	--------	---	--------	---

Flecha activa	<=	l/300
---------------	----	-------

La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes

ELS característico

6	2.ELS.VY.A	U3 =	-0,002762	m	1.Comprob
4	2.ELS.VY.B	U3 =	0,004881	m	2.Comprob

Flecha activa =	0,00276	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

Flecha activa =	0,00488	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

Aprov.	Aprov.
7%	12%

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Longitud de la viga	L (m)=	6	L (m)=	6
---------------------	--------	---	--------	---

Flecha neta	<=	l/300
-------------	----	-------

La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes

ELS quasi permanente

2	3.ELS.QP	U3 =	-0,000731	m	1.Comprob
250	3.ELS.QP	U3 =	-0,000127	m	2.Comprob

Flecha neta =	0,00073	m
---------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

Restricción max =	0,02000	m
-------------------	---------	---

Aprov.	Aprov.
2%	1%

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20		
Altura de piso	hp (m) =	10		
Desplome total	<=	ht/500	0,04	
Desplome de piso	<=	hp/250	0,04	
		Combinación:	U1	U2
10	2	2.ELS.VX.B	-0,019337	0,006637
10	8	1.ELS.SCU.VX.B	-0,004918	0,001815

Desplome 1 =	0,01934	m
--------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

Apro. Desplome
48%

Desplome piso =	0,00492	m
-----------------	---------	---

Restricción max =	0,04000	m
-------------------	---------	---

	CUMPLE
--	--------

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso		hp (m) =	10		
Desplome de piso		<=	hp/250	0,04	
*Considerar Peso Propio y Carga muerta		Combinación		U1	U2
¿Nudo total o de piso?	256	3.ELS.QP		-0,000153	0,000015
	254	3.ELS.QP		0,000153	0,000015
Desplome piso =		0,00015	m		
Desplome piso =		0,00015	m		
Restricción max =		0,04000	m		
		CUMPLE			

Apro. Desplome
0%

Vigas principales

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-1028,29	-535,381	-70,03	72,0394	-139,2399	-3356,1304	51-1
2.ELU.VY.B	-31,04	-5,365	-8,213	-5,7727	-11,0996	278,3547	63-1
CORTANTE2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-1028,288	-535,38	-70,03	72,0394	-139,2399	-3356,1304	51-1
1.ELU.SCU.VY.B	-548,373	178,89	-24,36	-32,7948	50,0137	37,1628	60-1
CORTANTE3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-883,503	-407,417	-103,61	68,4397	-6,9349	-1361,3702	91-1
1.ELU.SCU.VX.A	-838,952	-405,547	101,44	-67,3583	188,5527	-2012,5707	81-1
TORSIÓN DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-971,467	-455,482	31,806	-76,03	32,9902	-2206,1261	22-1
1.ELU.SCU.VY.A	-976,739	-457,958	-23,408	75,37	-20,3922	-2213,765	52-1
FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-888,354	-421,662	-103,526	68,4397	-191,21	-2098,8835	91-1
1.ELU.SCU.VX.A	-838,952	-405,547	101,437	-67,3583	188,55	-2012,5707	81-1
FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)	Frame
1.ELU.SCU.VY.A	-1028,288	-535,381	-70,03	72,0394	-139,2399	-3356,13	51-1
1.ELU.SCU.VY.B	-641,182	-58,829	-15,259	-0,3139	11,2603	866,02	56-1

VALOR DE Kmod	
Madera laminada encolada	C3
Duración corta (SCU, Nieve <1000msnm,...)	0,7
Duración instantánea (Viento)	0,9
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	Gama
Madera laminada encolada	1,25
Uniones	1,3
Combinación accidental	1

Kh =	1
Sección	
h	1,8
b	0,6

MADERA	GL36h	
RESISTENCIA A FLEXIÓN	36 Mpa	fm,g,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 0º	26 Mpa	ft,0,k
RESISTENCIA A TRACCIÓN 90º	0,6 Mpa	ft,90,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 0º	31 Mpa	fc,0,k
RESISTENCIA A COMPRESIÓN 90º	3,6 Mpa	fc,90,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Cortante y torsión)	4,3 Mpa	fv,g,k
RESISTENCIA A CORTANTE (Por rodadura)	1,2 Mpa	fr,g,k
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 0º	14700 Mpa	E,0,g,mean
MODULO DE ELASTICIDAD CARACTERÍSTICO 0º	11900 Mpa	E,0,g,05
MÓDULO DE ELASTICIDAD MEDIO 90º	490 Mpa	E,90,g,mean
MODULO DE CORTANTE MEDIO	910 Mpa	G,g,mean
DENSIDAD CARACTERÍSTICA (kg/m3)	450 KG/M3	ro,g,k
CLASE DE SERVICIO 3	CS3	

COMPROBACIONES DE ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

1. Comprobación Tracción Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	63-1	ft,0,k	26	Mpa
2.ELU.VY.B	-31,0		kh =	1	ad
			kvol =	1	ad
			Kmod =	0,9	ad
Sigma,t,0,d (kPa) =	-34,48		Gama,M =	1,25	ad
f,t,0,d (kPa) =	18720,00		h (canto) =	1,5	m
			b (ancho) =	0,6	m
l,t,0 =	0%		A. sección =	0,9	m2
Índice de aprovechamiento	CUMPLE		Coef.Red.Neta =	0%	ad
			Sección Neta =	0,9	m2

2. Comprobación Compresión Paralela a la Fibra

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	-1028,3

Sigma,c,0,d (kPa) =	-952,12
f,t,0,d (kPa) =	-17360,00

I,c,0 =	5%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k	31	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,08	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m2

3.1 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	-191,2

Sigma,m,d (y2) =	1770,43
z3 (m) =	0,30
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	20160,00
---------------	----------

I,m =	9%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,08	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m2

I2▲	0,03240	m4
I3➡	0,29160	m4

3.2 Comprobación Flexión Simple

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M3 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	-3356,1

Sigma,m,d (z3) =	10358,43
y2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa) =	20160,00
---------------	----------

I,m =	51%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,8	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,8	m2

I2▲	0,03240	m4
I3➡	0,29160	m4

3.3 Comprobación Flexión Esviada (1)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	M2 ('KN*m)	M3conc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-191,2	-2098,8835

Sigma,m,d2 (y) =	1770,43
Sigma,m,d3 (z) =	6478,04
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	20160,00
--------------	----------

I2,m =	9%
I3,m =	32%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	38%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,08	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m2

I2▲	0,03240	m4
I3 ➡	0,29160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

3.3 Comprobación Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	M2conc ('kN*m)	M3 ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-139,2	-3356,1304

Sigma,m,d2 (y) =	1289,26
Sigma,m,d3 (z) =	10358,43
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

f,m,d (kPa)=	20160,00
--------------	----------

I2,m =	6%
I3,m =	51%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE
I,m =	56%
$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,08	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m2

I2▲	0,03240	m4
I3 ➡	0,29160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

4 Comprobación Tracción + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-31	-11	278

Sigma,m,d2 (y) =	123,33
Sigma,m,d3 (z) =	1237,13
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,75
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,t,0,d (kPa) =	-34,48
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,t,0,d (kPa) =	18720,00
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,t,0 + I,m,y * (km) + I,m,z =	5%
I,t,0 + I,m,y + I,m,z * (km) =	4%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

ft,0,k =	26	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,5	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	0,9	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,9	m2

I2↑	0,02700	m4
I3➔	0,16875	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
2.ELU.VY.B	-1028	-139	-3356

Sigma,m,d2 (y) =	1289,26
Sigma,m,d3 (z) =	10358,43
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	952,12
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	25920,00
f,c,0,d (kPa) =	22320,00
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	44%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	33%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,9	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,08	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m2

I2↑	0,03240	m4
I3➔	0,29160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-888	-191	-2099

Sigma,m,d2 (y) =	1770,43
Sigma,m,d3 (z) =	6478,04
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	822,55
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	39%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	31%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,08	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m2

I2↑	0,03240	m4
I3➔	0,29160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

5 Comprobación Compresión + Flexión Esviada (2)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-1028	-139	-3356

Sigma,m,d2 (y) =	1289,26
Sigma,m,d3 (z) =	10358,43
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	952,12
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$	

I,c,0^2 + I,m,y*(km) + I,m,z =	56%
I,c,0^2 + I,m,y + I,m,z*(km) =	43%
Índice de aprovechamiento	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,08	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m2

I2↑	0,03240	m4
I3➔	0,29160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

6 Comprobación Cortante (1)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	-535,4	-70,0
Cortante de diseño =	539,9	KN
Tau,max (kPa) =	1119,28	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	1,8	1
bef =	0,402	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2 $\uparrow$	0,03413	m4
I3 $\rightarrow$	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 2408

I,v = 46%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que $V2 > V3$

6 Comprobación Cortante (2)

CORTANTE3 DESFAVORABLE	V2conc ('kN)	V3 ('kN)
1.ELU.SCU.VY.A	-407,417	-103,6
Cortante de diseño =	420,4	KN
Tau,max (kPa) =	871,45	

*Función de la sección
 *Tau máxima en centroide sección cuadrada
 *Comprobación de piezas sometidas a cortante **PARALELO** a sus fibras.
 *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión

fr,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	1,8	1
bef =	0,402	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2 $\uparrow$	0,03413	m4
I3 $\rightarrow$	0,03413	m4

f,v,d (kPa) = 2408

I,v = 36%
 Índice de aprovechamiento CUMPLE

kcr = 0,67 ad
 *Reductor de anchura por deslizamiento de fibras
 *Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que $V2 > V3$

7 Comprobación Torsión			
TORSIÓN DESFAVORABLE	T ('KN*m)		
1.ELU.SCU.VY.A	-76,0311		
		fv,g,k =	4,3 Mpa
		kh =	1 ad
		kvol =	1 ad
		Kmod =	0,7 ad
		Gama,M =	1,25 ad
Tau,max lado largo (kPa) =	697,94	h (canto) =	1,7 m
Tau,max lado corto (kPa) =	525,55	b (ancho) =	0,6 m
*Función de la sección		A. sección =	0,64 m2
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada	h/b 2,833333333	Coef.Red.Neta =	0% ad
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)		Sección Neta =	0,64 m2
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2		I2↑	0,03413 m4
		I3➔	0,03413 m4
alfa,1 =	0,267		
alfa,2 =	0,753		
k,shape * fv,d (kPa) =	3431,4	h/b	alfa,1
k,shape =	1,425	1	0,208
*Factor de forma de la sección k,shape es igual al valor mínimo entre estas dos expresiones:		1,5	0,231
		1,75	0,239
		2	0,246
		2,5	0,256
		3	0,267
		4	0,282
		6	0,299
		8	0,307
		10	0,313
		Infinito	0,333
Aprov. a torsión I,t1 =	20%		
Aprov. a torsión I,t2 =	15%		
Índice de aprovechamiento	CUMPLE		
		*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares	

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (1)

TORSIÓN DESFAVORABLE			
1.ELU.SCU.VY.A	V2conc ('kN)	V3conc ('kN)	T ('KN*m)
	-455	32	-76
Cortante de diseño =	456,6	KN	
Tau,max (kPa) =	1002,18		
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por flexión			fv,g,k = 4,3 Mpa kh = 1 ad kvol = 1 ad Kmod = 0,7 ad Gama,M = 1,25 ad
	h/b		h (canto) = 1,7 m b (ancho) = 0,6 m
	2,833333333		hef = 1,7 $\frac{1}{0,67}$ bef = 0,402
			A. sección = 0,64 m ² Coef.Red.Neta = 0% ad Sección Neta = 0,64 m ²
			I2 $\uparrow$ 0,03413 m ⁴ I3 $\rightarrow$ 0,03413 m ⁴
			fv,g,k = 4,3 Mpa h/b alfa,1 alfa,2 1 0,208 1 1,5 0,231 0,859 1,75 0,239 0,82 2 0,246 0,795 2,5 0,256 0,766 3 0,267 0,753 4 0,282 0,745 6 0,299 0,743 8 0,307 0,742 10 0,313 0,742 Infinito 0,333 0,743
			*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares
f,v,d (kPa) =	2408		
I,v =	42%		
Tau,max lado largo (kPa) =	697,94		
Tau,max lado corto (kPa) =	525,55		
*Función de la sección			
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada			
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			
alfa,1 =	0,267		
alfa,2 =	0,753		
k,shape * fv,d (kPa) =	3431,4		
k,shape =	1,425		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			
$k_{forma} = \begin{cases} 1,2 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$			
Aprov. a torsión I,t1 =	20%		
Aprov. a torsión I,t2 =	15%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante			
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2			
Aprov Combinación I,v,t =	38%		

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (2)

CORTANTE2 DESFAVORABLE	V2 ('kN)	V3conc ('kN)	Tconc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-535	-70	72
Cortante de diseño =	539,9	KN	
Tau,max (kPa) =	1119,28		
*Función de la sección			
*Tau máxima en centroide sección cuadrada			
*Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras.	h/b		
*La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN	3		
f,v,d (kPa) =	2408		
I,v =	46%		
Tau,max lado largo (kPa) =	624,56		
Tau,max lado corto (kPa) =	470,29		
*Función de la sección			
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada			
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)			
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2			
alfa,1 =	0,267		
alfa,2 =	0,753		
k,shape * fv,d (kPa) =	3491,6		
k,shape =	1,45		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:			
$k_{forma} = \begin{cases} 1,2 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$			
Aprov. a torsión I,t1 =	18%		
Aprov. a torsión I,t2 =	13%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante			
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2			
Aprov Combinación I,v,t =	39%		

fv,g,k =	4,3	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
hef =	1,8	1
bef =	0,402	0,67
A. sección =	0,64	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	0,64	m2
I2▲	0,03413	m4
I3➡	0,03413	m4

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que	V2>V3	

fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2
1	0,208	1
1,5	0,231	0,859
1,75	0,239	0,82
2	0,246	0,795
2,5	0,256	0,766
3	0,267	0,753
4	0,282	0,745
6	0,299	0,743
8	0,307	0,742
10	0,313	0,742
Infinito	0,333	0,743

*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares

8 Comprobación Torsión + Cortante combinados (3)

CORTANTE3 DESFAVORABLE				V2conc ('kN)	V3 ('kN)	Tconc ('KN*m)
1.ELU.SCU.VY.A				-407	-104	68
Cortante de diseño =				420,4	KN	
Tau,max (kPa) =				871,45		
*Función de la sección *Tau máxima en centroide sección cuadrada *Comprobación de piezas sometidas a cortante paralelo a sus fibras. *La resistencia de cortante en estos casos corresponde a la la resistencia por FLEXIÓN						fv,g,k = 4,3 Mpa kh = 1 ad kvol = 1 ad Kmod = 0,7 ad Gama,M = 1,25 ad
				h/b		h (canto) = 1,8 m b (ancho) = 0,6 m
				3		hef = 1,8 $\frac{1}{0,67}$ bef = 0,402
						A. sección = 0,64 m2 Coef.Red.Neta = 0% ad Sección Neta = 0,64 m2
						I2 0,03413 m4 I3 0,03413 m4
f,v,d (kPa) =				2408		
I,v =				36%		
Tau,max lado largo (kPa) =				593,35		
Tau,max lado corto (kPa) =				446,79		
*Función de la sección						
*Tau,max en cada lado de seccion cuadrada						
*Tau,max = Torsor / (alfa,1 * h * b^2)						
*Tau, lado corto = Tau,max * alfa,2						
alfa,1 =				0,267		
alfa,2 =				0,753		
k,shape * fv,d (kPa) =				3491,6		
k,shape =				1,45		
*Factor de forma de la sección k,shape es = al valor mínimo de dos expresiones:						
$k_{forma} = \begin{cases} 1,2 & \text{Sección circular} \\ \min \left\{ 1 + 0,15 \frac{h}{b}, 2,0 \right\} & \text{Sección rectangular (h > b)} \end{cases}$						
Aprov. a torsión I,t1 =				17%		
Aprov. a torsión I,t2 =				13%		
*Aprovechamiento de la combinación Torsión-Cortante						
= Tau,tor,d/(Kshape*f,v,d) + (Tau,v,d/f,v,d)^2						
Aprov Combinación I,v,t =				30%		

kcr =	0,67	ad
*Reductor de anchura por deslizamiento de fibras		
*Coeficiente aplicado a ancho o canto de la sección (según la V predominante) Reducimos el ancho ya que V2>V3		

	fv,g,k =	4,3	Mpa
h/b	alfa,1	alfa,2	
1	0,208	1	
1,5	0,231	0,859	
1,75	0,239	0,82	
2	0,246	0,795	
2,5	0,256	0,766	
3	0,267	0,753	
4	0,282	0,745	
6	0,299	0,743	
8	0,307	0,742	
10	0,313	0,742	
Infinito	0,333	0,743	
*Coeficientes aplicables a secciones rectangulares			

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: CARGA DE PANDEO

Estimación coeficiente de inestabilidad

$f_{c,0,k}$ (Mpa) =	31
$E_{0,g,05}$ (Mpa) =	11900

Longitud de la barra (m) =	21,8
Esbeltez mecánica y =	125,86
Esbeltez mecánica z =	41,95

Lambda,rel y =	2,0448
Lambda,rel z =	0,6816

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

Ky =	2,6779
Kz =	0,7514

h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m

$I_{2\uparrow}$ (z)	0,2916	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$ (y)	0,0324	m ⁴

i_y =	0,173205081	m
i_z =	0,519615242	m

*radio de giro para sección rectangular

KC (2) (z) =	1,1746
KC (3) (y) =	0,1764

Longitud de pandeo Y Carga de pandeo crítica

Beta =	1
Beta recomendada =	1,5

Carga axil (KN) =	1028
-------------------	------

L de pandeo =	32,7000	
Pcrit (2) (z) =	32028,65645	CUMPLE
Pcrit (3) (y) =	3558,739606	CUMPLE

Comprobación de secciones flexocomprimidas (1)

AXIL DESFAVORABLE	P ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-1028	-139	-3356

Sigma,m,d2 (y) =	1289,26
Sigma,m,d3 (z) =	10358,43
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	952,12
---------------------	--------

f,m,d (kPa) =	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

$I_{c,0}$ =	5%
$I_{m,y}$ =	6%
$I_{m,z}$ =	51%

CONDICIÓN 1:	47%
$I_{c,0}/KC(2) + I_{m,y} + I_{m,z}*K_m$	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	87%
$I_{c,0}/KC(3) + I_{m,z} + I_{m,y}*K_m$	CUMPLE

$f_{c,0,k}$ =	31	Mpa
$f_{m,g,k}$ =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad

h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m

A. sección =	1,08	m ²
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m ²

$I_{2\uparrow}$	0,03240	m ⁴
$I_{3\rightarrow}$	0,29160	m ⁴

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (2)

FLEXIÓN 2 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2 ('kN*m)	M3conc ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-888	-191	-2099

Sigma,m,d2 (y) =	1770,43
Sigma,m,d3 (z) =	6478,04
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	822,55
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	5%
Im,y =	9%
Im,z =	32%

CONDICIÓN 1:	35%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	65%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,08	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m2

I2▲	0,03240	m4
I3➔	0,29160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

Comprobación de secciones flexocomprimidas (3)

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-1028	-139	-3356

Sigma,m,d2 (y) =	1289,26
Sigma,m,d3 (z) =	10358,43
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	952,12
---------------------	--------

f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	5%
Im,y =	6%
Im,z =	51%

CONDICIÓN 1:	47%
Ic,0/KC(2) + Im,y + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	87%
Ic,0/KC(3) + Im,z + Im,y*Km	CUMPLE

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,08	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m2

I2▲	0,03240	m4
I3➔	0,29160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIONES DE INESTABILIDAD: VUELCO ANTE FLEXIÓN

fm,0,k (Mpa) =	36
E,0,g,05 (Mpa) =	11900
G,0,g,05 (Mpa) =	910
Longitud de la barra (m) =	21,8
Beta,v =	0,57
L,ef =	12,426
Sigma m,crit (Mpa) =	147,90
*Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular	

h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
I2 (z)	0,2916	m4
I3 (y)	0,0324	m4

Comprobación de secciones

Lambda,rel,flexión =	0,4934		
Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,189972166	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	4,108220457	0

Kcrit =	1
---------	---

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75) el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

FLEXIÓN 3 DESFAVORABLE	Pconc ('kN)	M2conc ('kN*m)	M3 ('kN*m)
1.ELU.SCU.VY.A	-1028	-139	-3356

Sigma,m,d2 (y) =	1289,26
Sigma,m,d3 (z) =	10358,43
z3 (m) =	0,30
y2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	

Sigma,c,0,d (kPa) =	952,12
---------------------	--------

COMPROBACIÓN DE PANDEO LATERAL

Sigma,m,d/(kcrit*fm,d) < 1	51%
	CUMPLE
f,m,d (kPa)=	20160,00
f,c,0,d (kPa) =	17360,00

Ic,0 =	5%
Im,y =	6%
Im,z =	51%

fc,0,k =	31	Mpa
fm,g,k =	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
A. sección =	1,08	m2
Coef.Red.Neta =	0%	ad
Sección Neta =	1,08	m2

I2 (z)	0,03240	m4
I3 (y)	0,29160	m4

km =	0,7	ad
*Para madera laminada encolada		

COMPROBACIÓN PANDEO LATERAL COMPRESIÓN + FLEXIÓN

Longitud de la barra (m) =	21,8
Esbeltez mecánica y =	125,86
Esbeltez mecánica z =	41,95

iy =	0,173205081	m
iz =	0,519615242	m
*radio de giro para sección rectangular		

Lambda,rel y =	2,0448
Lambda,rel z =	0,6816

Beta,c =	0,1
*Para madera laminada encolada	

KC (2) (z) =	1,1746
KC (3) (y) =	0,1764

Ky =	2,6779
Kz =	0,7514

CONDICIÓN 1:	47%
Ic,0/KC(2) + Im,y/Kcrit + Im,z*Km	CUMPLE
CONDICIÓN 2:	87%
Ic,0/KC(3) + Im,z/Kcrit + Im,y*Km	CUMPLE
*Comprobación conservadora del EuroCodigo5	
Incluye compresión y flexión esviada	

COMPROBACIONES DE FLECHA**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es necesaria.

Longitud de la viga		L (m)=		21,8		L (m)=		21,8					
Flecha activa		<=		l/300									
La flecha activa no considera la deformación instantánea de cargas permanentes													
ELS característico							Flecha de nudo adyacente						
11		2. ELS.VY.A		U3 =		-0,056621		0 1.Comprob					
10		2. ELS.VY.B		U3 =		0,069963		0 2.Comprob					
Flecha activa =		0,05662		m		<table><tr><td>Aprov.</td><td>Aprov.</td></tr><tr><td>39%</td><td>48%</td></tr></table>				Aprov.	Aprov.	39%	48%
Aprov.	Aprov.												
39%	48%												
Restricción max =		0,14533		m									
CUMPLE													
Flecha activa =		0,06996		m									
Restricción max =		0,14533		m									
CUMPLE													

Aprov.	Aprov.
39%	48%

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Longitud de la viga	L (m)=	21,8	L (m)=	21,8				
Flecha neta	<=		l/300					
La flecha neta considera la deformación instantánea y diferida de cargas permanentes								
ELS quasi permanente			Flecha de nudo adyacente					
32	3.ELS.QP	U3 =	-0,018615	0 1.Comprob				
2	3.ELS.QP	U3 =	-0,000731	0 2.Comprob				
Flecha neta =	0,01862	m	<table><tr><td>Aprov.</td><td>Aprov.</td></tr><tr><td>13%</td><td>1%</td></tr></table>		Aprov.	Aprov.	13%	1%
Aprov.	Aprov.							
13%	1%							
Restricción max =	0,14533	m						
CUMPLE								
Restricción max =	0,14533	m						

Aprov.	Aprov.
13%	1%

COMPROBACIONES DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES**INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

Considerarla en casos de forjados y cubiertas con tabiques o pavimentos frágiles

La comprobación por confort no es necesaria.

La comprobación por apariencia es inevitable.

Altura total	ht (m) =	20		
Altura de piso	hp (m) =	16		
Desplome total	<= ht/500		0,04	
Desplome de piso	<= hp/250		0,064	
		Combinación:	U1	U2
16	9	2.ELS.VX.B	-0,036931	0,010082 m
16	57	1.ELS.SCU.VX.B	-0,002009	0,001239 m

Desplome 1 =	0,03693	m
Restricción max =	0,06400	m
CUMPLE		

Apro. Desplome
58%

Desplome piso =	0,00201	m
Restricción max =	0,06400	m
CUMPLE		

APARIENCIA ESTRUCTURAL

Altura de piso	hp (m) =	16		
Desplome de piso	<= hp/250		0,064	
*Considerar Peso Propio y Carga muerta		Combinación	U1	U2
¿Nudo total o de piso?	32	3.ELS.QP	-0,004657	0,000035 m
	41	3.ELS.QP	0,004657	0,000035
Desplome piso =	0,00466	m		
Desplome piso =	0,00466	m		
Restricción max =	0,06400	m		

Apro. Desplome
7%

COMPROBACIÓN PARA VIGAS PRINCIPALES
COMPROBACIONES SINGULARES: CANTO VARIABLE

FLEXIÓN MÁS DESFAVORABLE M3 ('kN)

1.ELU.SCU.VY.A -3356,1

Sigma,m,d (z2) =	10358,43
z2 (m) =	0,90
*Función de la sección y el Momento	
*Buscar donde sigma es máximo	
*No descuidar dirección de M ni h y b	

f,m,d (kPa) = 20160,00

km,alfa tracción = 0,968579961
 km,alfa compresión = 0,991965209

Im,alfa, tracción = 53%
 Im,alfa, compresión = 52%

Sigma m,crit (Mpa) = 147,90
 *Formula aplicable a vigas de Sec. rectangular
 Lambda,rel,flexión = 0,4934

Lambda,rel,f <= 0,75	Kcri =	1	1
0,75 < Lambda,rel,f <= 1,4	Kcri =	1,189972166	0
Lambda,rel,f > 1,4	Kcri =	4,108220457	0

Kcrit = 1

*Cuando la esbeltez de la pieza es muy reducida (Lambda,rel menor a 0,75)
 el fallo se produce por agotamiento de la sección a flexión

fm,g,k	36	Mpa
kh =	1	ad
kvol =	1	ad
Kmod =	0,7	ad
Gama,M =	1,25	ad
E,0,g,05 (Mpa) =	11900	
G,0,g,05 (Mpa) =	910	
L barra (m) =	21,8	
Beta,v =	0,57	
L,ef =	12,426	
Tg(Alfa) =	0,023	
fv,k =	4,3	Mpa
fc,90,k =	3,6	Mpa
fv,d =	2408,00	KPa
fc,90,d =	2016,00	KPa
h (canto) =	1,8	m
b (ancho) =	0,6	m
I2 (z)	0,0324	m4
I3 (y)	0,2916	m4
ft,90,k =	0,6	Mpa
ft,90,d =	336	Kpa

COMPROBACIONES SINGULARES: ADICIONAL AL CANTO VARIABLE (VUELCO LATERAL)

* Para tensión de flexión de compresión deberá verificarse además la condición para la estabilidad frente al vuelco

I,vuelco lateral = 52%

Sigma,m,alfa,d / (Kcrit * Km,alfa,compresión * fm,d)