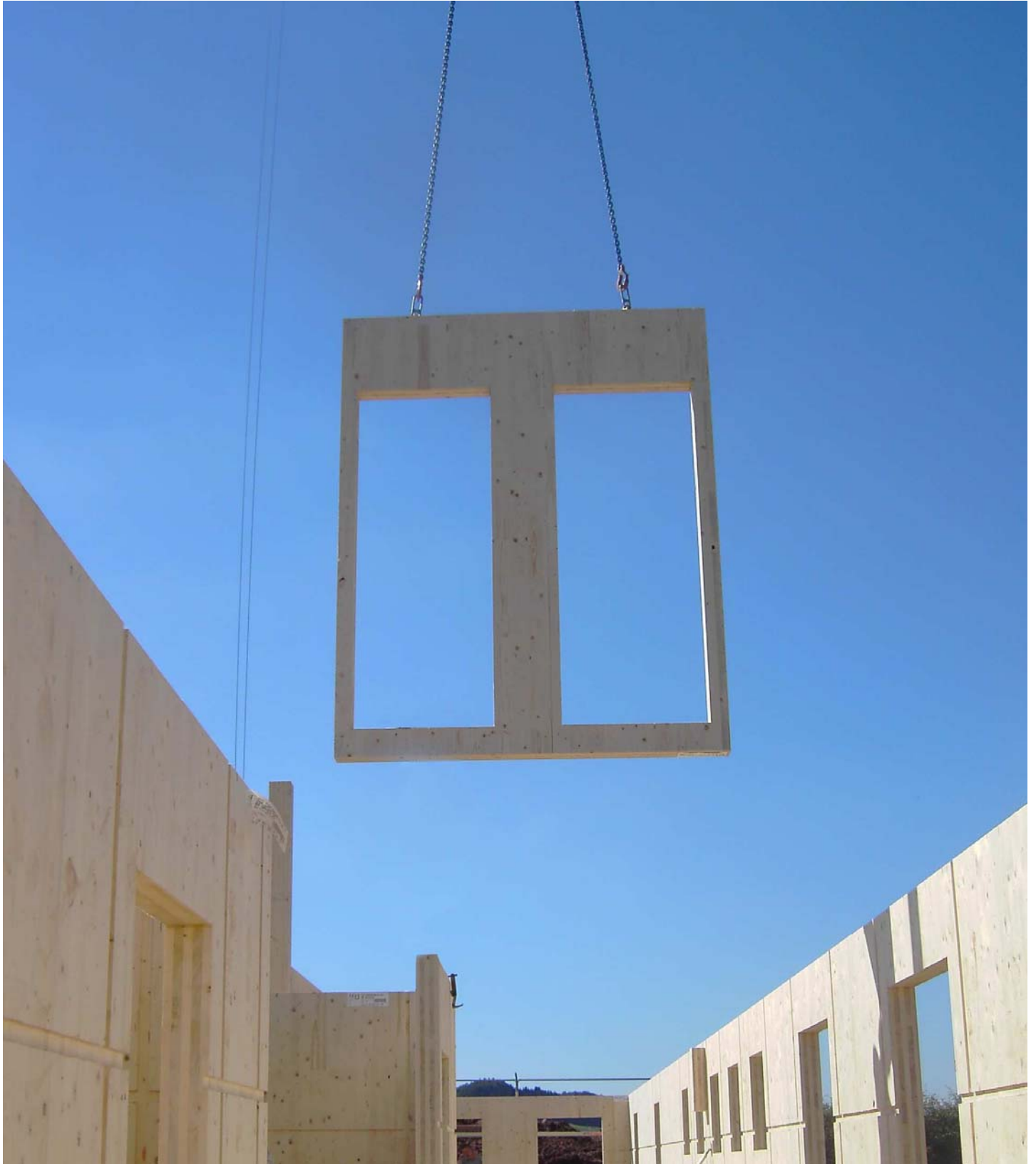


# CLT - Madera contralaminada

Building innovation. Building life.



# CLT la madera contralaminada

Hay muchos motivos para decidirse por los elementos de madera contralaminada CLT de Stora Enso. Déjese convencer por la innovación y la calidad:

## Sencillo y de gran calidad

- Elementos de gran tamaño hasta 2,95 m x 16 m
- Todas las juntas están encoladas a la estructura de tableros
- Prefabricados de una capa
- Fácil procesamiento en la obra
- Tiempos mínimos de construcción y montaje
- Construcción en seco con elementos prefabricados

## Natural y duradero

- Adhesivos sin formaldehído
- Clima ambiental saludable: la madera maciza actúa como regulador de la humedad del ambiente y absorbe las sustancias nocivas del aire
- Fabricado según criterios sostenibles, ofrece un óptimo balance energético y de CO2

## Combinable

- Prácticamente sin asentamiento
- Perfectamente compatible con materiales de construcción convencionales (anexos, ampliaciones, etc.)
- La mayoría de las veces no se necesita freno o barrera de vapor o contravapor: poro abierto a la difusión, sin láminas y sin cintas adhesivas
- Mayor masa de almacenamiento en comparación con las construcciones con entramado ligero de madera
- Superficie lijada de los elementos en calidad tanto visible como oculta

## Innovador y seguro

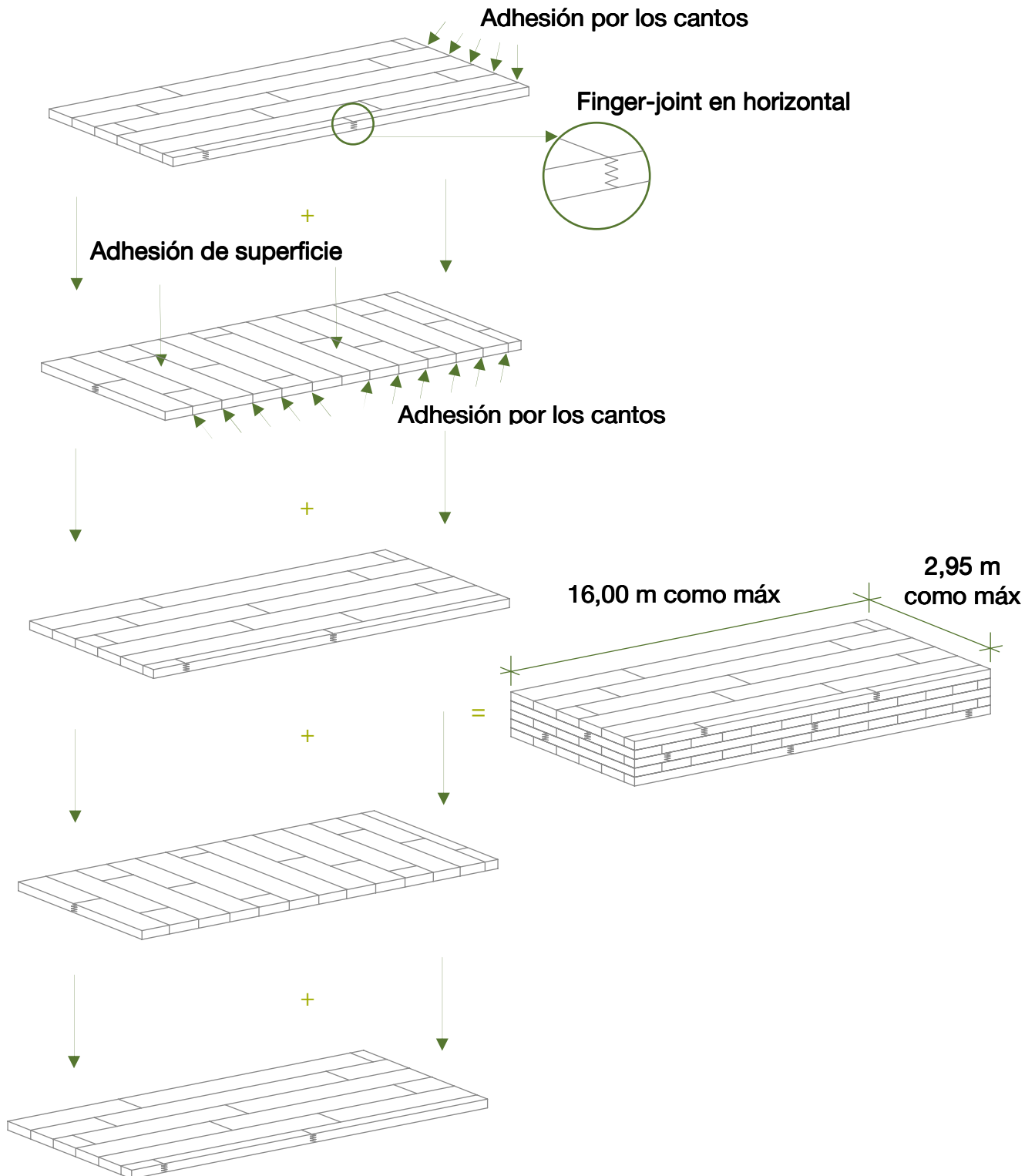
- Impermeabilidad al aire y al viento
- Predestinado para zonas sísmicas
- Clara separación del elemento de carga respecto a la capa aislante.



# Estructura de CLT

Nuestra madera contralaminada CLT esta formado de paneles monocapa encolados de forma entrecruzada.

La anchura máx. de producción es de 2,95 m y la longitud máxima en que se pueden producir es de 16,00 m.



Ejemplo: Estructura de madera contralaminada CLT de 5 capas

# CLT – Madera contralaminada

## Datos característicos generales del CLT




<b>Aplicación</b>	Principalmente como elementos de pared, para forjados y cubiertas en viviendas y todo tipo de edificios
<b>Anchura máxima</b>	2,95 m
<b>Longitud máxima</b>	16,00 m
<b>Grosor máximo</b>	40 cm
<b>Estructura capa</b>	Paneles monocapa encolados en cruz
<b>Tipos de madera</b>	Abeto rojo (Picea Abies) (pino o alerce previa petición))
<b>Tipo de clasificación</b>	C24 (otros clases resistentes previa petición)
<b>Humedad de la madera</b>	12% ± 2%
<b>Adhesivo</b>	Adhesivos sin formaldehído para el encolado de cantos, finger-joint y encolado de superficie
<b>Calidad óptica</b>	Calidad visual y industrial; la superficie está lijada en ambos casos
<b>Peso propio</b>	5,0 kN/m <sup>3</sup> según DIN 1055-1:2002, para los cálculos de estática; para determinar el peso de transporte: aprox. 470 kg/m <sup>3</sup>

## Datos característicos especiales del CLT

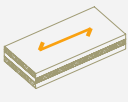



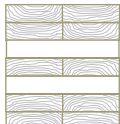
<b>Deformaciones por cambios de la humedad</b>	En el plano del panel: 0,02 % de la modificación de longitud por cada 1 % de cambio de humedad de la madera Perpendicular al plano del panel: 0,24 % de la modificación de longitud por cada 1 % de cambio de humedad de la madera
<b>Clase de reacción al fuego</b>	Según la resolución de la Comisión 2003/43/CE: D-s2, d0
<b>Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua <math>\mu</math></b>	Según EN 12524 → 20 a 50
<b>Conductividad térmica <math>\lambda</math></b>	Según el peritaje de SP Suecia del 10.07.2009 → 0,11 W/(mK)
<b>Capacidad térmica específica <math>c_p</math></b>	Según EN 12524 → 1600 j/(kgK)
<b>Hermeticidad al aire</b>	Según EN 12 114
<b>Clases de uso/ aplicabilidad</b>	Según EN 1995-1-1 es utilizable en las clases de uso 1 y 2.

# Estructuras estándar de CLT

## ESTRUCTURAS DE PARED

Grosor nominal [mm]	Denominación	Capas [-]	Estructura de láminas [mm]						Anchos de tablero estándar [cm]	Longitud de tablero máximo [cm]		
			C	L	C	L	C	L				C
57	3s	3	19	19	19				245; 275; 295	1600		
83	3s	3	27	28	27				245; 275; 295	1600		
97	3s	3	35	27	35				245; 275; 295	1600		
95	5s	5	19	19	19	19	19		245; 275; 295	1600		
138	5s	5	27	27	28	27	27		245; 275; 295	1600		
161	5s	5	35	28	35	28	35		245; 275; 295	1600		

## ESTRUCTURAS DE FORJADO

Grosor nominal [mm]	Denominación	Capas [-]	Estructura de láminas [mm]						Anchos de tablero estándar [cm]	Longitud de tablero máximo [cm]			
			L	C	L	C	L	C				L	
57	3s	3	19	19	19				245; 275; 295	1600			
74	3s	3	27	19	27				245; 275; 295	1600			
83	3s	3	27	28	27				245; 275; 295	1600			
97	3s	3	27	42	27				245; 275; 295	1600			
103	3s	3	42	19	42				245; 275; 295	1600			
112	3s	3	42	28	42				245; 275; 295	1600			
119	3s	3	42	35	42				245; 275; 295	1600			
126	3s	3	42	42	42				245; 275; 295	1600			
95	5s	5	19	19	19	19	19		245; 275; 295	1600			
121	5s	5	27	19	28	19	27		245; 275; 295	1600			
138	5s	5	27	27	28	27	27		245; 275; 295	1600			
150	5s	5	42	19	28	19	42		245; 275; 295	1600			
165	5s	5	42	19	43	19	42		245; 275; 295	1600			
182	5s	5	42	27	43	27	42		245; 275; 295	1600			
196	5s	5	42	35	42	35	42		245; 275; 295	1600			
211	5s	5	42	42	43	42	42		245; 275; 295	1600			
194	7s	7	27	27	28	28	28	27	27	245; 275; 295		1600	
216	7s	7	27	35	28	35	28	35	27	245; 275; 295		1600	
237	7s	7	27	42	28	42	28	42	27	245; 275; 295	1600		
209	7s-2	7*	55	35	28	35	55			245; 275; 295	1600		
223	7s-2	7*	55	42	28	42	55			245; 275; 295	1600		
249	7s-2	7*	84	19	43	19	84			245; 275; 295	1600		
267	7s-2	7*	84	28	43	28	84			245; 275; 295	1600		
296	7s-2	7*	84	43	42	43	84			245; 275; 295	1600		

\* 7 capas, las capas exteriores están formadas por 2 estratos longitudinales

Fecha de redacción: 04/2010

Denominación de los tableros: por ej.: CLT 97 C3s, CLT 165 L5s o CLT 249 L7s-2  
(L: capa superior longitudinal, C: capa superior de través)

# Utilización en

locales comerciales u oficinas



Tipo de construcción    Guardería  
Localización            Graz (Austria)  
Cantidad utilizada de CLT    aprox. 175 m<sup>3</sup>

# Analysis estructural

## Aspectos generales en la planificación de la estructura portante con CLT

Los tableros monocapa con un encolado superpuesto y entrecruzado permiten una distribución de la carga en dos ejes, lo que, hasta ahora, estaba reservado a las construcciones con hormigón armado.

En la planificación, las ventajas aportadas son un diseño más flexible de los interiores, construcciones más simples y techos en bruto de menor altura.

Aunque las construcciones salientes en esquina o de apoyo puntual requieren una planificación más compleja, se las pueden realizar sin problemas.

Los elementos de CLT tienen una gran resistencia de carga, porque la anchura portante del elemento suele abarcar la anchura total del elemento gracias a las capas transversales.

La elevada rigidez intrínseca del CLT tiene un efecto positivo también sobre el arriostramiento del edificio.

## Método de cálculo de CLT

La diferencia de la forma de medir la madera maciza o la madera laminada encolada es el esfuerzo de las capas transversales.

En un elemento de CLT, una carga recta con respecto al nivel del tablero (como por ej. la carga de nieve en una cubierta plana) genera en las capas transversales un esfuerzo cortante en sentido vertical a la dirección de la fibra.

Este esfuerzo cortante se llama cortante por rodamiento de fibra porque las fibras de la madera, al romperse, « ruedan » transversalmente.

La baja rigidez o esfuerzo cortante del plano transversal (carga perpendicular a la fibra) condiciona que no se puedan ignorar las tensiones o deformaciones actuantes.

El cálculo puede realizarse según la teoría de la unión sin tener en cuenta las deformaciones de cortante.

En general, hay diferentes aproximaciones para caracterizar matemáticamente la madera contralaminada. Una de ellas es la « Teoría de las capas unidas entre sí de forma elástica » (también conocida como el « Método Gamma »). El « Método Gamma » es el más corriente y está descrito también en la homologación ETA-08/0271

## Medios de fijación

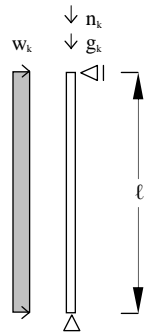
La comprobación de los medios de unión se describe y regula en las homologaciones.

## Tablas de predimensionado para CLT

Las tablas de las páginas siguientes han sido elaboradas por Stora Enso según su leal saber y entender, pero no pueden sustituir los cálculos de estática para el caso concreto. La información que contiene se corresponde al nivel actual de la técnica, no obstante no se excluye la posibilidad de que incurra en errores.

Por esta razón, Stora Enso no asume ninguna responsabilidad por este concepto y recomienda expresamente al usuario de esta tabla de predimensionamiento que compruebe a su arbitrio que los resultados sean correctos.

# Paredes exteriores



Según la homologación Z 9.1-559  
DIN 1052 (2008) y EN1995-1-1 (2006)

Carga permanente $g_k^{(1)}$ [KN/m]	Carga de uso $n_k$ [KN/m]	ALTURA (Longitud libre de pandeo $\ell$ )											
		2,45 m				2,75 m				2,95 m			
		R 0	R 30	R 60	R 90	R 0	R 30	R 60	R 90	R 0	R 30	R 60	R 90
10,00	10,00		83 C3s	83 C3s	97 C3s			97 C3s	97 C3s			97 C3s	97 C3s
	20,00	57 C3s		97 C3s		57 C3s		97 C3s		57 C3s		97 C3s	
	30,00		97 C3s				97 C3s			97 C3s			
	40,00			95 C5s	138 C5s			95 C5s	138 C5s			95 C5s	138 C5s
	50,00	83 C3s				83 C3s				83 C3s			
	60,00												
20,00	10,00			97 C3s	97 C3s			97 C3s	97 C3s			97 C3s	97 C3s
	20,00	57 C3s		97 C3s		57 C3s		97 C3s		57 C3s		97 C3s	
	30,00		97 C3s				97 C3s			97 C3s			
	40,00			95 C5s	138 C5s			95 C5s	138 C5s			95 C5s	138 C5s
	50,00	83 C3s				83 C3s				83 C3s			
	60,00												
30,00	10,00			97 C3s	97 C3s			97 C3s	97 C3s			97 C3s	97 C3s
	20,00	57 C3s		97 C3s		57 C3s		97 C3s		57 C3s		97 C3s	
	30,00		97 C3s				97 C3s			97 C3s			
	40,00			95 C5s	138 C5s			95 C5s	138 C5s			95 C5s	138 C5s
	50,00	83 C3s				83 C3s				83 C3s			
	60,00												
40,00	10,00			97 C3s	97 C3s			97 C3s	97 C3s			97 C3s	97 C3s
	20,00	57 C3s		97 C3s		57 C3s		97 C3s		57 C3s		97 C3s	
	30,00		97 C3s				97 C3s			97 C3s			
	40,00			95 C5s	138 C5s			95 C5s	138 C5s			95 C5s	138 C5s
	50,00	83 C3s				83 C3s				83 C3s			
	60,00							138 C5s				138 C5s	
50,00	10,00			97 C3s	97 C3s			97 C3s	97 C3s			97 C3s	97 C3s
	20,00	57 C3s		97 C3s		57 C3s		97 C3s		57 C3s		97 C3s	
	30,00		97 C3s				97 C3s			97 C3s			
	40,00			95 C5s	138 C5s			95 C5s	138 C5s			95 C5s	138 C5s
	50,00	83 C3s				83 C3s				83 C3s			
	60,00							138 C5s				138 C5s	
60,00	10,00			97 C3s	97 C3s			97 C3s	97 C3s			97 C3s	97 C3s
	20,00			95 C5s	138 C5s			95 C5s	138 C5s			95 C5s	138 C5s
	30,00	83 C3s				83 C3s				83 C3s			
	40,00		97 C3s				97 C3s			97 C3s			
	50,00												
	60,00				138 C5s			138 C5s				138 C5s	

\* El peso propio del CLT ya se ha contemplado en la tabla con el valor  $\rho=500\text{kg/m}^3$ .  
Presión del viento:  $w_k = 0,80 \text{ kN/m}^2$

Resistencia al fuego:  
 $\beta=0,65\text{mm/min}$

Clase de servicio 1, categoría de carga útil A ( $\psi_0=0,7$ ;  $\psi_1=0,5$ ;  $\psi_2=0,3$ )

Estado limite último:

a) Comprobación como barra sometida a pandeo (presión y flexión según el método de barra equivalente)

b) Esfuerzo cortante

$k_{mod}=0,8$

R0
R30
R60
R90

Esta tabla tiene como único objetivo proporcionar unas medidas de predimensionado y no sustituye el cálculo estructural del proyecto.



# Paredes interiores



Según la homologación Z 9.1-559  
DIN 1052 (2008) y EN1995-1-1 (2006)

Carga permanente $g_k^{*)}$ [KN/m]	Carga de uso $n_k$ [KN/m]	ALTURA (Longitud libre de pandeo $l$ )											
		2,45 m				2,75 m				2,95 m			
		R 0	R 30	R 60	R 90	R 0	R 30	R 60	R 90	R 0	R 30	R 60	R 90
10,00	10,00		83 C3s	83 C3s	97 C3s		83 C3s	83 C3s	97 C3s			97 C3s	97 C3s
	20,00									57 C3s		97 C3s	97 C3s
	30,00	57 C3s				57 C3s							
	40,00		97 C3s								97 C3s		
	50,00			95 C5s								95 C5s	138 C5s
	60,00	83 C3s				83 C3s		95 C5s	138 C5s				
20,00	10,00				97 C3s				97 C3s			97 C3s	97 C3s
	20,00									57 C3s		97 C3s	97 C3s
	30,00	57 C3s				57 C3s							
	40,00		97 C3s								97 C3s		
	50,00			95 C5s								95 C5s	138 C5s
	60,00	83 C3s				83 C3s		95 C5s	138 C5s				
30,00	10,00				97 C3s				97 C3s			97 C3s	97 C3s
	20,00									57 C3s		97 C3s	97 C3s
	30,00	57 C3s				57 C3s							
	40,00		97 C3s								97 C3s		
	50,00			95 C5s								95 C5s	138 C5s
	60,00	83 C3s				83 C3s		95 C5s	138 C5s			138 C5s	
40,00	10,00				97 C3s				97 C3s			97 C3s	97 C3s
	20,00									57 C3s		97 C3s	97 C3s
	30,00	57 C3s				57 C3s							
	40,00		97 C3s								97 C3s		
	50,00			95 C5s								95 C5s	138 C5s
	60,00	83 C3s				83 C3s		95 C5s	138 C5s			138 C5s	
50,00	10,00				97 C3s				97 C3s			97 C3s	97 C3s
	20,00									57 C3s		97 C3s	97 C3s
	30,00	57 C3s				57 C3s							
	40,00		97 C3s								97 C3s		
	50,00			95 C5s								95 C5s	138 C5s
	60,00	83 C3s				83 C3s		95 C5s	138 C5s			138 C5s	
60,00	10,00				97 C3s				97 C3s			97 C3s	97 C3s
	20,00									57 C3s		97 C3s	97 C3s
	30,00	83 C3s				83 C3s							
	40,00		97 C3s								97 C3s		
	50,00			95 C5s								95 C5s	138 C5s
	60,00	83 C3s				83 C3s		95 C5s	138 C5s			138 C5s	

\* El peso propio del CLT ya se ha contemplado en la tabla con el valor  $\rho=500\text{kg/m}^3$ .  
Sin presión del viento

Resistencia al fuego:  
 $\beta=0,65\text{mm/min}$

Clase de servicio 1, categoría de carga útil A ( $\psi_0=0,7$ ;  $\psi_1=0,5$ ;  $\psi_2=0,3$ )

Estado límite último:

a) Comprobación como barra sometida a pandeo (presión y flexión según el método de barra equivalente)

b) Esfuerzo cortante

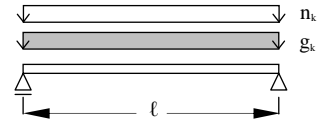
$k_{mod}=0,8$

R0
R30
R60
R90

Esta tabla tiene como único objetivo proporcionar unas medidas de predimensionado y no sustituye el cálculo estructural del proyecto.

# Viga de un vano

## Vibración



Según la homologación Z 9.1-559; DIN 1052 (2008) y EN1995-1-1 (2006)

Carga permanente g <sub>k</sub> <sup>*</sup>	Carga de uso n <sub>k</sub>	LUZ ENTRE DOS APOYOS ℓ								
		3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m	5,50 m	6,00 m	6,50 m	7,00 m
1,00	1,00		83 L3s	103 L3s	103 L3s	112 L3s	150 L5s	165 L5s	182 L5s	211 L5s
	2,00	74 L3s	97 L3s	97 L3s	112 L3s	126 L3s			196 L5s	209 L7s-2
	2,80		97 L3s	103 L3s		126 L3s	182 L5s	211 L5s	223 L7s-2	
	3,50	83 L3s		119 L3s	138 L5s					
	4,00	83 L3s	112 L3s	126 L3s	150 L5s	165 L5s	196 L5s	209 L7s-2		
	5,00	97 L3s	103 L3s	119 L3s					150 L5s	
1,50	1,00	74 L3s	97 L3s	103 L3s	112 L3s	126 L3s	150 L5s	182 L5s	196 L5s	223 L7s-2
	2,00		97 L3s	103 L3s	119 L3s	150 L5s			165 L5s	211 L5s
	2,80	83 L3s					112 L3s	126 L3s		196 L5s
	3,50	83 L3s	103 L3s	119 L3s	150 L5s					
	4,00	83 L3s	103 L3s	119 L3s	150 L5s	182 L5s	211 L5s	211 L5s	223 L7s-2	
	5,00	97 L3s	103 L3s	119 L3s	150 L5s					
2,00	1,00	83 L3s	97 L3s	103 L3s	119 L3s	150 L5s	165 L5s	182 L5s	209 L7s-2	249 L7s-2
	2,00		97 L3s	112 L3s	126 L3s					
	2,80	83 L3s		103 L3s	119 L3s	150 L5s				
	3,50	97 L3s	103 L3s	119 L3s	150 L5s	165 L5s	196 L5s	209 L7s-2	249 L7s-2	
	4,00	97 L3s	103 L3s	119 L3s	150 L5s					
	5,00	97 L3s	103 L3s	119 L3s	150 L5s					
2,50	1,00	83 L3s	103 L3s	112 L3s	138 L5s	150 L5s	165 L5s	196 L5s	223 L7s-2	209 L7s-2
	2,00		103 L3s	119 L3s	150 L5s					
	2,80			119 L3s		165 L5s	196 L5s	211 L5s	209 L7s-2	249 L7s-2
	3,50	97 L3s	103 L3s	126 L3s	150 L5s					
	4,00	97 L3s	112 L3s	126 L3s		150 L5s				
	5,00	97 L3s	112 L3s	126 L3s	150 L5s					
3,00	1,00		103 L3s	119 L3s	150 L5s	150 L5s	182 L5s	211 L5s	211 L5s	223 L7s-2
	2,00		103 L3s	126 L3s						
	2,80	97 L3s		112 L3s	126 L3s	150 L5s	165 L5s	196 L5s	211 L5s	223 L7s-2
	3,50	97 L3s	112 L3s	126 L3s	150 L5s					
	4,00	97 L3s	112 L3s	126 L3s	150 L5s					
	5,00	103 L3s	112 L3s	138 L5s	150 L5s					

\* El peso propio del CLT ya se ha contemplado en la tabla con el valor  $p=500\text{kg/m}^3$ .

Clase de servicio 1, categoría de carga útil A ( $\psi_0=0,7$ ;  $\psi_1=0,5$ ;  $\psi_2=0,3$ )

a) Comprobación de las tensiones de flexión

b) Comprobación de las tensiones de flexión

$k_{\text{mod}}=0,8$

Aptitud de uso:

a) Situación de medición casi permanente:  $w_{\text{fin}} \leq l/250$

b) Situación de medición poco frecuente:  $w_{\text{Q,inst}} \leq l/300$ ;  $w_{\text{fin}} - w_{\text{G,inst}} \leq l/200$ ;

c) Vibraciones (según EN 1995-1-1 y Kreuzinger & Mohr) :

( $f_1 > 8\text{Hz}$  o  $f_1 > 4\text{Hz}$  con  $a=0,45\text{m/s}_-$ ,  $v > v_{\text{lim}}$ ,  $w_{\text{EF}} > 1\text{mm}$ )  $D=2\%$ , 5cm de suelo de cemento,  $b=1,2 \_ \ell$ ;  $k_{\text{def}}=0,6$

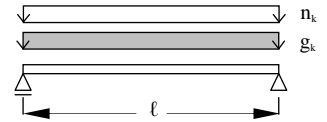
Resistencia al fuego:  
 $\beta=0,65\text{mm/min}$

R0
R30
R60
R90

*La vibración no depende del vano sino de la masa y por eso puede resultar un forjado más grueso aunque el vano sea menor. Esta tabla expone los grosores necesarios para la medición en fiło (R0). El fondo de colores representa el periodo de resistencia al fuego que también se alcanza con este grosor. Si requiere una resistencia al fuego más prolongada, deberá realizar sus propios cálculos. Esta tabla tiene como único objetivo proporcionar unas medidas de predimensionado y no sustituye el cálculo estructural del proyecto.*

# Viga de un vano

## Deformación



Según la homologación Z 9.1-559; DIN 1052 (2008) y EN1995-1-1 (2006)

Carga permanente g <sub>k</sub> <sup>*</sup> ) [KN/m]	Carga de uso n <sub>k</sub> [KN/m]	LUZ ENTRE DOS APOYOS ℓ									
		3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m	5,50 m	6,00 m	6,50 m	7,00 m	
1,00	1,00				103 L3s	112 L3s	138 L5s		150 L5s	165 L5s	182 L5s
	2,00	74 L3s	83 L3s			126 L3s					
	2,80			103 L3s		126 L3s		150 L5s			196 L5s
	3,50	83 L3s	97 L3s		119 L3s	138 L5s			165 L5s	182 L5s	
	4,00	83 L3s		112 L3s	126 L3s		150 L5s				211 L5s
	5,00	97 L3s	103 L3s	119 L3s	150 L5s		165 L5s	182 L5s	211 L5s	209 L7s-2	
1,50	1,00	74 L3s	97 L3s	103 L3s	112 L3s	126 L3s		150 L5s	165 L5s	182 L5s	196 L5s
	2,00	83 L3s									211 L5s
	2,80		97 L3s		119 L3s		150 L5s				
	3,50	83 L3s		112 L3s	126 L3s	150 L5s		165 L5s	182 L5s	196 L5s	209 L7s-2
	4,00		103 L3s								211 L5s
	5,00	97 L3s	103 L3s	119 L3s	150 L5s				211 L5s	223 L7s-2	
2,00	1,00	83 L3s	97 L3s	103 L3s	119 L3s		150 L5s	165 L5s	182 L5s	196 L5s	211 L5s
	2,00	83 L3s			126 L3s						209 L7s-2
	2,80			112 L3s		138 L5s					
	3,50		103 L3s		119 L3s		150 L5s	165 L5s		211 L5s	223 L7s-2
	4,00	97 L3s		119 L3s		150 L5s		196 L5s			
	5,00		103 L3s				165 L5s	182 L5s	209 L7s-2	249 L7s-2	
2,50	1,00	83 L3s		112 L3s	138 L5s		150 L5s	165 L5s	182 L5s	211 L5s	223 L7s-2
	2,00		103 L3s		119 L3s						
	2,80			119 L3s				196 L5s			
	3,50	97 L3s	103 L3s			150 L5s			209 L7s-2		249 L7s-2
	4,00			126 L3s			165 L5s	182 L5s	211 L5s		
	5,00		112 L3s						223 L7s-2		
3,00	1,00		103 L3s	119 L3s		150 L5s		196 L5s	211 L5s	223 L7s-2	
	2,00			126 L3s					209 L7s-2		
	2,80	97 L3s			126 L3s		182 L5s				
	3,50		112 L3s			150 L5s		211 L5s	223 L7s-2	249 L7s-2	
	4,00			138 L5s							
	5,00	103 L3s	112 L3s				196 L5s	209 L7s-2	249 L7s-2		

\* El peso propio del CLT ya se ha contemplado en la tabla con el valor  $p=500\text{kg/m}^3$ .

Clase de servicio 1, categoría de carga útil A ( $\psi_0=0,7$ ;  $\psi_1=0,5$ ;  $\psi_2=0,3$ )

a) Comprobación de las tensiones de flexión

b) Comprobación de las tensiones de flexión

$k_{\text{mod}}=0,8$

Aptitud de uso:

a) Situación de medición casi permanente:  $w_{\text{fin}} \leq l/250$

b) Situación de medición poco frecuente:  $w_{Q,\text{inst}} \leq l/300$ ;  $w_{\text{fin}} - w_{G,\text{inst}} \leq l/200$ ;

$k_{\text{def}}=0,6$

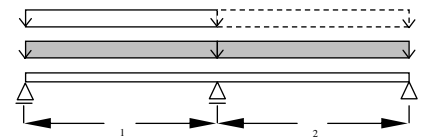
Resistencia al fuego:  
 $\beta=0,65\text{mm/min}$

R0
R30
R60
R90

Esta tabla expone los grosores necesarios para la medición en frío (R0). El fondo de colores representa el periodo de resistencia al fuego que también se alcanza con este grosor. Si requiere una resistencia a la combustión más prolongada, deberá realizar sus propios cálculos. Esta tabla tiene como único objetivo proporcionar unas medidas de predimensionado y no sustituye el cálculo estructural del proyecto.

# Viga de dos vanos

## Vibración



Según la homologación Z 9.1-559; DIN 1052 (2008) y EN1995-1-1 (2006)

Carga permanente gk*)	Carga de uso nk	LUZ ENTRE TRES APOYOS $l_1$					$l_2 = 0,8 \cdot l_1$ bis $1,0 \cdot l_1$				
		3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m	5,50 m	6,00 m	6,50 m	7,00 m	
1,00	1,00	74 L3s	83 L3s	74 L3s	97 L3s	112 L3s	150 L5s	165 L5s	182 L5s	211 L5s	
	2,00		74 L3s	83 L3s	103 L3s	119 L3s		196 L5s	196 L5s	223 L7s-2	
	2,80		74 L3s	97 L3s	103 L3s	126 L3s		182 L5s	211 L5s	249 L7s-2	
	3,50		83 L3s	103 L3s	112 L3s	138 L5s			209 L7s-2		
	4,00		97 L3s	103 L3s	112 L3s	150 L5s		196 L5s	223 L7s-2	211 L5s	
	5,00		83 L3s	103 L3s	119 L3s	150 L5s		196 L5s	223 L7s-2	211 L5s	
1,50	1,00	74 L3s	74 L3s	97 L3s	103 L3s	126 L3s	150 L5s	165 L5s	182 L5s	211 L5s	
	2,00		74 L3s	97 L3s	112 L3s	165 L5s		196 L5s	209 L7s-2	196 L5s	
	2,80		74 L3s	83 L3s	103 L3s			119 L3s	182 L5s	211 L5s	223 L7s-2
	3,50		74 L3s	83 L3s	103 L3s	119 L3s		196 L5s	211 L5s	223 L7s-2	211 L5s
	4,00		97 L3s	103 L3s	126 L3s	182 L5s		211 L5s	196 L5s	209 L7s-2	
	5,00		83 L3s	103 L3s	126 L3s			211 L5s	196 L5s	209 L7s-2	
2,00	1,00	74 L3s	74 L3s	97 L3s	112 L3s	150 L5s	165 L5s	196 L5s	209 L7s-2	196 L7s-2	
	2,00		74 L3s	103 L3s	119 L3s		182 L5s	211 L5s	223 L7s-2	211 L5s	
	2,80		83 L3s	103 L3s	126 L3s			211 L5s	182 L5s	196 L5s	209 L7s-2
	3,50		74 L3s	97 L3s	103 L3s		138 L5s	165 L5s	196 L5s	211 L5s	223 L7s-2
	4,00		97 L3s	103 L3s	112 L3s		150 L5s	196 L5s	182 L5s	211 L5s	223 L7s-2
	5,00		83 L3s	112 L3s	150 L5s		165 L5s	196 L5s	182 L5s	211 L5s	223 L7s-2
2,50	1,00	74 L3s	83 L3s	103 L3s	126 L3s	150 L5s	182 L5s	211 L5s	182 L5s	211 L5s	
	2,00		83 L3s	103 L3s	126 L3s		165 L5s	211 L5s	196 L5s	209 L7s-2	
	2,80		74 L3s	112 L3s	138 L5s			196 L5s	165 L5s	211 L5s	223 L7s-2
	3,50		97 L3s	112 L3s	150 L5s		150 L5s	182 L5s	211 L5s	223 L7s-2	
	4,00		97 L3s	119 L3s	150 L5s		165 L5s	182 L5s	211 L5s	249 L7s-2	
	5,00		83 L3s	119 L3s	150 L5s		165 L5s	182 L5s	211 L5s	249 L7s-2	
3,00	1,00	74 L3s	97 L3s	112 L3s	138 L5s	165 L5s	182 L5s	165 L5s	196 L5s	223 L7s-2	
	2,00		97 L3s	112 L3s	150 L5s		196 L5s	182 L5s	211 L5s	249 L7s-2	
	2,80		97 L3s	112 L3s			165 L5s	182 L5s	211 L5s		
	3,50		83 L3s	119 L3s	150 L5s		165 L5s	182 L5s	211 L5s	249 L7s-2	
	4,00		83 L3s	119 L3s	150 L5s		165 L5s	182 L5s	211 L5s	249 L7s-2	
	5,00		103 L3s	119 L3s	150 L5s		182 L5s	196 L5s	209 L7s-2	249 L7s-2	

\* El peso propio del CLT ya se ha contemplado en la tabla con el valor  $p=500\text{kg/m}^2$ .

Clase de servicio 1, categoría de carga útil A ( $\psi_0=0,7$ ;  $\psi_1=0,5$ ;  $\psi_2=0,3$ )

a) Comprobación de las tensiones de flexión

b) Comprobación de esfuerzo cortante

$k_{mod}=0,8$

Aptitud de uso:

a) Situación de medición casi permanente:  $w_{fin} \leq l/250$

b) Situación de medición poco frecuente:  $w_{Q,inst} \leq l/300$ ;  $w_{fin} - w_{G,inst} \leq l/200$ ;

c) Vibraciones (según EN 1995-1-1 y Kreuzinger & Mohr) :

( $f_1 > 8\text{Hz}$  o  $f_1 > 4\text{Hz}$  con  $a=0,4\text{ m/s}^2$ ,  $v < v_{lim}$ ,  $w_{EF} < 1\text{mm}$ )  $D=2\%$ , 5cm de suelo de cemento,  $b=1,2 \cdot l$ ;  $k_{def}=0,6$

La vibración no depende del vano, sino de la masa y por eso puede resultar un forjado más grueso aunque el vano sea menor. El cálculo se ha realizado con la carga útil sobre un vano. Si hay carga útil sobre los dos vanos, puede reducirse en algunos casos el grosor necesario del forjado.

Esta tabla expone los grosores necesarios para la medición en frío (R0). El fondo de colores representa el periodo de resistencia al fuego que también se alcanza con este grosor. Si requiere una resistencia a la combustión más prolongada, deberá realizar sus propios cálculos.

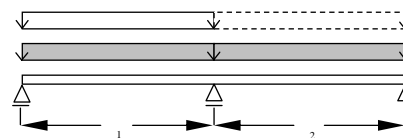
Esta tabla tiene como único objetivo proporcionar unas medidas de predimensionado y no sustituye el cálculo estructural del proyecto.

Resistencia al fuego:  
 $\beta=0,65\text{mm/min}$

R0
R30
R60
R90

# Viga de dos vanos

## Deformación



Según la homologación Z 9.1-559; DIN 1052 (2008) y EN1995-1-1 (2006)

Carga permanente gk*) [KN/m]	Carga de uso nk [KN/m]	LUZ ENTRE TRES APOYOS $l_1$					$l_2 = 0,8 \cdot l_1$ bis $1,0 \cdot l_1$				
		3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m	5,50 m	6,00 m	6,50 m	7,00 m	
1,00	1,00			74 L3s	83 L3s	97 L3s	103 L3s	112 L3s	126 L3s	150 L5s	
	2,00	57 L3s	74 L3s		83 L3s	97 L3s	103 L3s	112 L3s	119 L3s		
	2,80		74 L3s				112 L3s	119 L3s	138 L5s		
	3,50	74 L3s		83 L3s		103 L3s		126 L3s	150 L5s		
	4,00			97 L3s	103 L3s	112 L3s			150 L5s		
	5,00	83 L3s			103 L3s	119 L3s	138 L5s	150 L5s	165 L5s		182 L5s
1,50	1,00		74 L3s		83 L3s	97 L3s	103 L3s	112 L3s	126 L3s	150 L5s	
	2,00	74 L3s					103 L3s	119 L3s	138 L5s	150 L5s	
	2,80		74 L3s					126 L3s	150 L5s		
	3,50	74 L3s		83 L3s		97 L3s	103 L3s		119 L3s		
	4,00			97 L3s	103 L3s	112 L3s			150 L5s		
	5,00	83 L3s			103 L3s	119 L3s	138 L5s	150 L5s	165 L5s		182 L5s
2,00	1,00		74 L3s			97 L3s	103 L3s	112 L3s	119 L3s		138 L5s
	2,00	74 L3s						103 L3s	126 L3s	150 L5s	150 L5s
	2,80			83 L3s					138 L5s	150 L5s	
	3,50	74 L3s					103 L3s		119 L3s	138 L5s	
	4,00			97 L3s	103 L3s	112 L3s			150 L5s	165 L5s	
	5,00	83 L3s			103 L3s	119 L3s	138 L5s	150 L5s	165 L5s	182 L5s	
2,50	1,00		74 L3s			97 L3s	103 L3s	112 L3s	126 L3s	150 L5s	
	2,00	74 L3s						103 L3s	119 L3s	138 L5s	150 L5s
	2,80			83 L3s					138 L5s	150 L5s	
	3,50	74 L3s					103 L3s		112 L3s	126 L3s	
	4,00			97 L3s	103 L3s	112 L3s			150 L5s	165 L5s	
	5,00	83 L3s			103 L3s	119 L3s	138 L5s	150 L5s	165 L5s	182 L5s	
3,00	1,00			83 L3s	97 L3s	103 L3s	119 L3s			150 L5s	
	2,00	74 L3s						103 L3s	112 L3s	126 L3s	150 L5s
	2,80								138 L5s	150 L5s	
	3,50			97 L3s	103 L3s				150 L5s	165 L5s	
	4,00	83 L3s				119 L3s	138 L5s			182 L5s	
	5,00					150 L5s			165 L5s	182 L5s	
										211 L5s	

\* El peso propio del CLT ya se ha contemplado en la tabla con el valor  $p=500\text{kg/m}^2$ .

Clase de servicio 1, categoría de carga útil A ( $\psi_0=0,7$ ;  $\psi_1=0,5$ ;  $\psi_2=0,3$ )

a) Comprobación de las tensiones de flexión

b) Comprobación de esfuerzo cortante

$k_{mod}=0,8$

Aptitud de uso:

a) Situación de medición casi permanente:  $w_{fin} \leq l/250$

b) Situación de medición poco frecuente:  $w_{Q,inst} \leq l/300$ ;  $w_{fin} - w_{G,inst} \leq l/200$ ;

$K_{def}=0,6$

Resistencia al fuego:  
 $\beta=0,65\text{mm/min}$

R0
R30
R60
R90

*El cálculo se ha realizado con la carga útil sobre un vano. Si hay carga útil sobre los dos vanos, puede reducirse en algunos casos el grosor necesario del forjado.*

*Esta tabla expone los grosores necesarios para la medición en frío (R0). El fondo de colores representa el periodo de resistencia al fuego que también se alcanza con este grosor. Si requiere una resistencia a la combustión más prolongada, deberá realizar sus propios cálculos.*

*Esta tabla tiene como único objetivo proporcionar unas medidas de predimensionado y no sustituye el cálculo estructural del proyecto.*

