

Junio 2010

### TÍTULO

**Eurocódigo 5: Proyecto de estructuras de madera**

**Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación**

*Eurocode 5: Design of timber structures. Part 1-1: General. Common rules and rules for buildings.*

*Eurocode 5: Conception et calcul des structures en bois. Partie 1-1: Généralités. Règles communes et règles pour les bâtiments.*

### CORRESPONDENCIA

Esta 1ª modificación es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 1995-1-1:2004/A1:2008.

### OBSERVACIONES

Esta 1ª modificación complementa y modifica a la Norma UNE-EN 1995-1-1:2006.

### ANTECEDENTES

Esta modificación ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 140 *Eurocódigos estructurales* cuya Secretaría desempeña SEOPAN.

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 26360:2010

© AENOR 2010  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR**

Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Génova, 6  
28004 MADRID-España

info@aenor.es  
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032

20 Páginas

**Grupo 14**



Versión en español

**Eurocódigo 5: Proyecto de estructuras de madera  
Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación**

**Eurocode 5: Design of timber structures.  
Part 1-1: General. Common rules and  
rules for buildings.**

**Eurocode 5: Conception et calcul des  
structures en bois. Partie 1-1: Généralités.  
Règles communes et règles pour les  
bâtiments.**

**Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion  
von Holzbauten. Teil 1-1: Allgemeines.  
Allgemeine Regeln und Regeln für den  
Hochbau.**

Esta modificación A1 a la Norma Europea EN 1995-1-1:2004 ha sido aprobada por CEN el 2008-04-10.

Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional. Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN, o a través de sus miembros.

Esta modificación existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

**CEN**  
**COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN**  
European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung  
**CENTRO DE GESTIÓN: Avenue Marnix, 17-1000 Bruxelles**

## PRÓLOGO

Esta Norma EN 1995-1-1:2004/A1:2008 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 250 *Eurocódigos estructurales*, cuya Secretaría desempeña BSI.

Esta Modificación a la Norma Europea EN 1995-1-1:2004 debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación antes de finales de diciembre de 2008, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de marzo de 2010.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

## PRÓLOGO

### Anexo nacional de la Norma EN 1995-1-1

*Se añade la siguiente referencia a la lista de apartados:*

6.1.7(2) Cortante

### 1.2 Normas para consulta

*Se elimina el punto (1) y se sustituye por el siguiente:*

(1) Esta norma europea incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Para las referencias con fecha, no son aplicables las revisiones o modificaciones posteriores de ninguna de las publicaciones. Para las referencias sin fecha, se aplica la edición en vigor del documento normativo al que se haga referencia (incluyendo sus modificaciones).

Normas ISO:

ISO 2081 *Recubrimientos metálicos y otros recubrimientos inorgánicos. Recubrimientos electrolíticos de cinc con tratamientos suplementarios sobre hierro o acero.*

ISO 2631-2:1989 *Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero. Parte 2: Vibraciones continuas e inducidas por impactos en edificios.*

Normas europeas:

EN 300 *Tableros de virutas orientadas (OSB). Definiciones, clasificación y especificaciones.*

EN 301 *Adhesivos fenólicos y aminoplásticos para estructuras de madera bajo carga. Clasificación y requisitos de comportamiento.*

EN 312 *Tableros de partículas. Especificaciones.*

EN 335-1 *Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Definición de las clases de uso. Parte 1: Generalidades.*

EN 335-2 *Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Definición de las clases de uso. Parte 2: Aplicación a la madera maciza.*

EN 335-3 *Durabilidad de la madera y de sus productos derivados. Definición de las clases de riesgo de ataque biológico. Parte 3: Aplicación a los tableros derivados de la madera.*

EN 350-2 *Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Parte 2: Guía de la durabilidad natural y de la impregnabilidad de especies de madera seleccionadas por su importancia en Europa.*

EN 351-1 *Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Madera maciza tratada con productos protectores. Parte 1: Clasificación de las penetraciones y retenciones de los productos protectores.*

EN 383 *Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Determinación de la resistencia al aplastamiento y del módulo de aplastamiento para los elementos de fijación tipo clavija.*

EN 385 *Empalmes por unión dentada en madera estructural. Especificaciones y requisitos mínimos de fabricación.*

EN 387 *Madera laminada encolada. Empalmes mediante uniones dentadas de grandes dimensiones. Especificaciones y requisitos mínimos de fabricación.*

EN 409 *Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Determinación del momento plástico de los elementos de fijación tipo clavija.*

EN 460 *Durabilidad de la madera y de los materiales derivados de la madera. Durabilidad natural de la madera maciza. Guía de especificaciones de durabilidad natural de la madera para su utilización según las clases de riesgo.*

EN 594 *Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Método de ensayo para la determinación de la resistencia y rigidez al descuadre de los paneles de muro entramado.*

EN 622-2 *Tableros de fibras. Especificaciones. Parte 2: Especificaciones para los tableros de fibras duros.*

EN 622-3 *Tableros de fibras. Especificaciones. Parte 3: Especificaciones para los tableros de fibras semiduros.*

EN 622-4 *Tableros de fibras. Especificaciones. Parte 4: Requisitos para tableros de baja densidad.*

EN 622-5 *Tableros de fibras. Especificaciones. Parte 5: Requisitos de los tableros de fibras fabricados por proceso seco (MDF).*

EN 636 *Tableros contrachapados. Especificaciones.*

EN 912 *Conectores para madera. Especificaciones de los conectores para madera.*

EN 1075 *Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Uniones realizadas con conectores metálicos de placa dentada.*

EN 1380 *Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Uniones estructurales con clavos, tornillos, clavijas y pernos.*

EN 1381 *Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Uniones estructurales grapadas.*

EN 1382 *Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Resistencia al arranque de los elementos de fijación en la madera.*

EN 1383 *Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Resistencia a la incrustación en la madera de la cabeza de los elementos de fijación.*

EN 1990:2002 *Eurocódigos. Bases de cálculo de estructuras.*

EN 1991-1-1 *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-1: Acciones generales. Pesos específicos, pesos propios, y sobrecargas de uso en edificios.*

EN 1991-1-3 *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-3: Acciones generales. Cargas de nieve.*

EN 1991-1-4 *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-4: Acciones generales. Acciones de viento.*

EN 1991-1-5 *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-5: Acciones generales. Acciones térmicas.*

EN 1991-1-6 *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-6: Acciones generales. Acciones durante la ejecución.*

EN 1991-1-7 *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-7: Acciones generales. Acciones accidentales.*

EN 10147 *Bandas (chapas y bobinas) de acero de construcción galvanizadas en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro.*

EN 13271 *Conectores para la madera. Valores característicos de resistencia y del módulo de deslizamiento de uniones con conectores.*

EN 13986 *Tableros derivados de la madera para utilización en la construcción. Características, evaluación de la conformidad y marcado.*

EN 14080 *Estructuras de madera. Madera laminada encolada. Requisitos.*

EN 14081-1 *Estructuras de madera. Madera estructural con sección transversal rectangular clasificada por su resistencia. Parte 1: Requisitos generales.*

EN 14250 *Estructuras de madera. Requisitos de producto para elementos estructurales prefabricados que utilizan conectores metálicos de placa dentada.*

EN 14279 *Madera microlaminada (LVL). Definiciones, clasificación y especificaciones.*

EN 14358 *Estructuras de madera. Cálculo del valor característico del percentil del 5% y criterio de aceptación para una muestra.*

EN 14374 *Estructuras de madera. Madera microlaminada (LVL). Requisitos.*

EN 14545 *Estructuras de madera. Conectores. Requisitos.*

EN 14592 *Estructuras de madera. Elementos de fijación tipo clavija. Requisitos.*

EN 26891 *Estructuras de madera. Uniones realizadas con elementos de fijación mecánicos. Principios generales para la determinación de las características de resistencia y deslizamiento.*

EN 28970 *Estructuras de madera. Ensayo de uniones realizadas con elementos de fijación mecánicos. Requisitos para la densidad de la madera.*

## 1.6 Símbolos empleados en la Norma EN 1995-1-1

*Se añaden los símbolos siguientes en los lugares que proceda:*

*Letras latinas minúsculas*

$a_{1,CG}$  Distancia a la testa desde el centro de gravedad de la parte roscada del tirafondo en la pieza

$a_{2,CG}$  Distancia al borde desde el centro de gravedad de la parte roscada del tirafondo en la pieza

$d$  Diámetro; Diámetro exterior de la parte roscada

$d_h$  Diámetro de la cabeza del tirafondo

$d_i$  Diámetro interior de la parte roscada

$f_{ax,k}$  Valor característico de la resistencia al arranque de punta para los clavos; valor característico de la resistencia al arranque

$k_{cr}$  Factor de fendado para la resistencia a cortante

*Letras latinas mayúsculas*

$A_{ef}$  Área eficaz de la superficie total de contacto entre una placa clavo metálica y la madera; Área eficaz de contacto en compresión perpendicular a la fibra

$F_{t,Rk}$  Valor característico de la resistencia a tracción de la conexión

*Letras griegas minúsculas*

$\rho_a$  Densidad asociada

### **2.1.3 Vida útil y durabilidad**

*Se sustituye el párrafo (1) por el siguiente:*

(1) Se aplican los apartados 2.3 y 2.4 de la Norma EN 1990:2002.

### **2.2.2 Estados límite últimos**

*En el párrafo (2) se elimina:*

"donde  $K_{ser}$  es el módulo de deslizamiento, véase el párrafo (3) del apartado 2.2.3"

*y se sustituye por:*

"donde  $K_{ser}$  es el módulo de deslizamiento, véase el párrafo (1) del apartado 7.1"

### **2.2.3 Estados límite de servicio**

*En el párrafo (5) se sustituye la expresión (2.2) por la siguiente:*

$$u_{fin} = u_{fin,G} + u_{fin,Q_1} + \sum u_{fin,Q_i}$$

## **3.2 Madera maciza**

*Se elimina el párrafo (1)P y se sustituye por:*

(1)P Las piezas de madera deben cumplir con la Norma EN 14081-1.

NOTA Las clases resistentes de la madera se indican en la Norma EN 338.

### **3.1.3 Factor de modificación para la clase de servicio y la clase de duración de la carga**

*Se elimina la tabla 3.1 se sustituye por la siguiente:*



Tabla 3.1 – Valores de  $k_{mod}$ 

Material	Norma	Clase de servicio	Clase de duración de la carga				
			Acción permanente	Acción de larga duración	Acción de media duración	Acción de corta duración	Acción instantánea
Madera maciza	EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Madera laminada encolada	EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Madera microlaminada. LVL	EN 14374, EN 14279	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Tablero contrachapado	EN 636						
	Tipo EN 636-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
	Tipo EN 636-2	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
	Tipo EN 636-3	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Tablero de virutas orientadas. OSB	EN 300						
	OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	OSB/3, OSB/4	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
	OSB/3, OSB/4	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Tablero de partículas	EN 312						
	Tipo P4, Tipo P5	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	Tipo P5	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
	Tipo P6, Tipo P7	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
	Tipo P7	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Tablero de fibras, duro	EN 622-2						
	HB.LA, HB.HLA 1 o 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	HB.HLA1 o 2	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Tablero de fibras, semiduro	EN 622-3						
	MBH.LA1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MBH.HLS1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MBH.HLS1 o 2	2	—	—	—	0,45	0,80
Tablero de fibras, de densidad media. MDF	EN 622-5						
	MDF.LA, MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MDF.HLS	2	—	—	—	0,45	0,80

### 3.1.4 Factor de modificación de la deformación para la clase de servicio

Se elimina la tabla 3.2 y se sustituye por la siguiente:

**Tabla 3.2 – Valores de  $k_{\text{def}}$  para la madera y los productos derivados de la madera**

Material	Norma	Clase de servicio		
		1	2	3
Madera maciza	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
Madera laminada encolada	EN 14080	0,60	0,80	2,00
Madera microlaminada LVL	EN 14374, EN 14279	0,60	0,80	2,00
Tablero contrachapado	EN 636			
	Tipo EN 636-1	0,80	–	–
	Tipo EN 636-2	0,80	1,00	–
	Tipo EN 636-3	0,80	1,00	2,50
Tablero de virutas orientadas. OSB	EN 300			
	OSB/2	2,25	–	–
	OSB/3, OSB/4	1,50	2,25	–
Tablero de partículas	EN 312			
	Tipo P4	2,25	–	–
	Tipo P5	2,25	3,00	–
	Tipo P6	1,50	–	–
	Tipo P7	1,50	2,25	–
Tablero de fibras, duro	EN 622-2			
	HB.LA	2,25	–	–
	HB.HLA1, HB.HLA2	2,25	3,00	–
Tablero de fibras, semiduro	EN 622-3			
	MBH.LA1, MBH.LA2	3,00	–	–
	MBH.HLS1, MBH.HLS2	3,00	4,00	–
Tablero de fibras de densidad media, MDF	EN 622-5			
	MDF.LA	2,25	–	–
	MDF.HLS	2,25	3,00	–

### 3.3 Madera laminada encolada

Se sustituye el párrafo (4)P por el siguiente:

Las uniones entre piezas mediante dentado múltiple de gran tamaño que cumplan con las especificaciones de la Norma EN 387 no deben utilizarse en productos que se instalen con clase de servicio 3, cuando la dirección de la fibra cambia en la unión.

### 3.4 Madera microlaminada (LVL)

*Se sustituye el párrafo (6)P por el siguiente:*

Las uniones entre piezas mediante dentado múltiple de gran tamaño que cumplan con las especificaciones de la Norma EN 387 no deben utilizarse en productos que se instalen con clase de servicio 3, cuando la dirección de la fibra cambia en la unión.

#### 6.1.5 Compresión perpendicular a la fibra

*Se sustituyen los párrafos (1) a (7) por los siguientes, desapareciendo los párrafos (5) a (7), las figuras 6.3 y 6.4 y las expresiones (6.5) a (6.10):*

(1)P Se debe cumplir la siguiente expresión:

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} f_{c,90,d} \quad (6.3)$$

con

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} \quad (6.4)$$

donde

$\sigma_{c,90,d}$  es el valor de cálculo de la tensión de compresión en el área de contacto eficaz perpendicular a la fibra;

$F_{c,90,d}$  es el valor de cálculo de la carga a compresión perpendicular a la fibra;

$A_{ef}$  es el área de contacto eficaz en compresión perpendicular a la fibra;

$f_{c,90,d}$  es el valor de cálculo de la resistencia a compresión perpendicular a la fibra;

$k_{c,90}$  es un factor que tiene en cuenta la configuración de la carga, la posibilidad de fendado y el grado de deformación por compresión.

El área de contacto eficaz perpendicular a la fibra,  $A_{ef}$ , debería determinarse considerando una longitud de contacto eficaz paralela a la fibra, donde la longitud de contacto real,  $\ell$ , a cada lado se incrementa en 30 mm, pero no más que  $a$ ,  $\ell$  o  $\ell_1/2$ , véase la figura 6.2.

(2) El valor de  $k_{c,90}$  debería tomarse igual a 1,0 salvo que sean de aplicación las condiciones definidas en los párrafos siguientes. En estos casos, puede tomarse el valor mayor de  $k_{c,90}$  que se especifica, con un límite de  $k_{c,90} = 1,75$ .

(3) En el caso de piezas sobre apoyo continuo, siempre que  $\ell_1 \geq 2h$ , véase la figura 6.2a, el valor de  $k_{c,90}$  debería tomarse como:

- $k_{c,90} = 1,25$  para madera maciza de coníferas;
- $k_{c,90} = 1,5$  para madera laminada encolada de coníferas;

donde  $h$  es el canto de la pieza y  $\ell$  es la longitud de contacto.

(4) En el caso de piezas sobre apoyos aislados, siempre que  $\ell_1 \geq 2h$ , véase la figura 6.2b, el valor de  $k_{c,90}$  debería tomarse como:

- $k_{c,90} = 1,5$  para madera maciza de coníferas;
- $k_{c,90} = 1,75$  para madera laminada encolada de coníferas siempre que  $\ell \leq 400$  mm;

donde  $h$  es el canto de la pieza y  $\ell$  es la longitud de contacto.

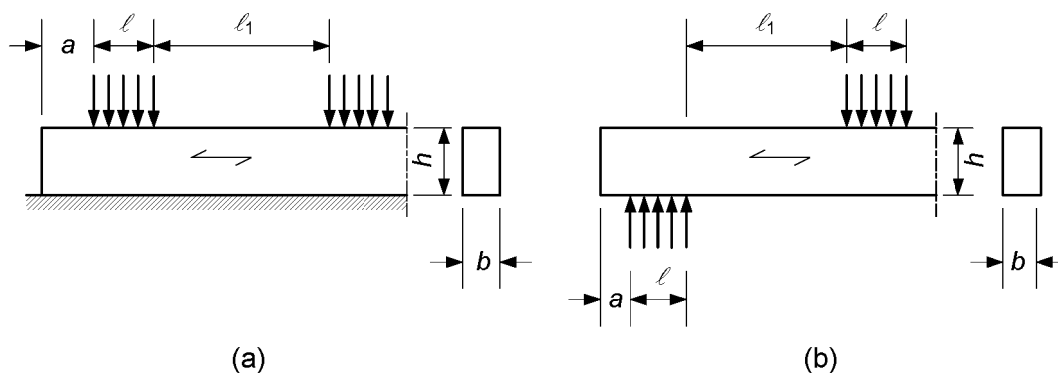


Figura 6.2 – Pieza (a) sobre apoyo en continuo y (b) sobre apoyos aislados

### 6.1.7 Cortante

Se sustituyen los párrafos (1)P y (2) por los siguientes:

(1)P Se debe cumplir la siguiente expresión tanto para el caso de cortante con una componente de la tensión paralela a la fibra, véase la figura 6.5(a), como para el caso de cortante con ambas componentes de la tensión perpendiculares a la fibra, véase la figura 6.5(b):

$$\tau_d \leq f_{v,d} \quad (6.13)$$

donde

$\tau_d$  es el valor de cálculo de la tensión de cortante;

$f_{v,d}$  es el valor de cálculo de la resistencia a cortante para la condición existente.

NOTA La resistencia a cortante por rodadura es aproximadamente igual a dos veces la resistencia a tracción perpendicular a la fibra.

(2) Para la comprobación de cortante de piezas en flexión, debería tenerse en cuenta la influencia de las fendas utilizando una anchura eficaz de la pieza definida en la siguiente expresión:

$$b_{ef} = k_{cr} b \quad (6.13a)$$

donde  $b$  es la anchura de la sección correspondiente de la pieza.

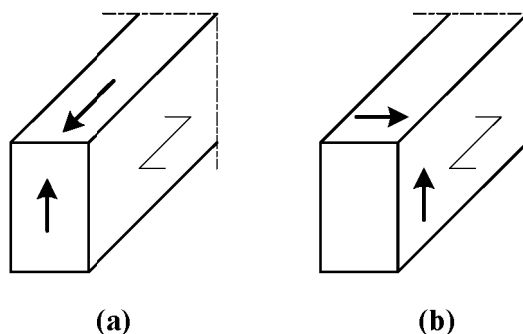
NOTA A continuación se recoge el valor recomendado para  $k_{cr}$

$k_{cr} = 0,67$  para la madera maciza

$k_{cr} = 0,67$  para la madera laminada encolada

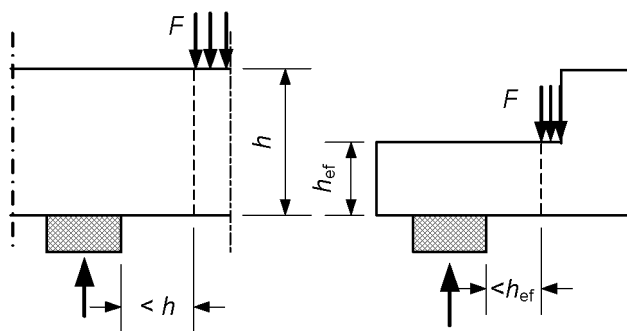
$k_{cr} = 1,0$  para otros productos derivados de la madera de acuerdo con las Normas EN 13986 y EN 14374.

En el anexo nacional puede encontrarse información sobre la opción nacional.



**Figura 6.5 – (a) Pieza con una componente de la tensión de cortante paralela a la fibra  
(b) Pieza con ambas componentes de la tensión perpendiculares a la fibra (cortante de rodadura)**

(3) En los apoyos, la contribución al cortante total de una carga concentrada  $F$  que actúa sobre la cara superior de la viga y se encuentra dentro de una distancia  $h$  o  $h_{ef}$  desde el borde del apoyo puede despreciarse (véase la figura 6.6). En vigas con una entalladura en el apoyo, esta reducción se aplica únicamente cuando la entalladura está en la cara opuesta a la del apoyo.



**Figura 6.6 – Condiciones en un apoyo, en las cuales la carga concentrada  $F$  puede despreciarse en el cálculo del cortante**

### 6.3.3 Vigas sometidas a flexión o a una combinación de flexión y compresión

*Se sustituye el párrafo (6) por el siguiente:*

(6) En el caso de una combinación de un momento flector  $M_y$  respecto al eje fuerte  $y$  y un esfuerzo axial  $N_c$ , las tensiones deberían cumplir la siguiente condición:

$$\left( \frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} \leq 1 \quad (6.35)$$

donde

$\sigma_{m,d}$  es el valor de cálculo de la tensión de flexión;

$\sigma_{c,0,d}$  es el valor de cálculo de la tensión de compresión paralela a la fibra;

$f_{c,0,d}$  es el valor de cálculo de la resistencia a compresión paralela a la fibra;

$k_{c,z}$  viene dada por la expresión (6.26).

### 6.4.3 Vigas a dos aguas, curvas y a dos aguas curvadas

En el párrafo (7) se elimina

"En el caso de una combinación de tensión de tracción perpendicular a la fibra y cortante debe cumplirse la siguiente condición:"

y se sustituye por:

"En el caso de una combinación de tensión de tracción perpendicular a la fibra y cortante debería cumplirse la siguiente condición:"

### 8.1.3 Uniones con múltiples planos de cortadura

Se sustituye el párrafo (2) por el siguiente:

Para combinar la resistencia de los planos individuales de cortadura en una unión con múltiples planos de cortadura, el modo crítico de fallo de los medios de fijación en los respectivos planos de cortadura debería ser compatible con cada uno de los otros y no debería consistir en una combinación de los modos de fallo (a), (b), (g) y (h) de la figura 8.2 o de los modos (c), (f) y (j/l) de la figura 8.3 con los otros modos de fallo.

### 8.2.3 Uniones acero-madera

En el párrafo (3), se sustituye la expresión (8.10), por la siguiente:

$$F_{v,Rk} = \min. \begin{cases} f_{h,k} t_1 d & (c) \\ f_{h,k} t_1 d \left[ \sqrt{2 + \frac{4M_{y,Rk}}{f_{h,k} d t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & (d) \\ 2,3 \sqrt{M_{y,Rk} f_{h,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & (e) \end{cases} \quad (8.10)$$

### 8.3.1 Clavos con carga lateral

#### 8.3.1.1 Generalidades

Se sustituye el párrafo (2) por el siguiente:

(2) Se debería realizar un pretaladro en la madera cuando:

- el valor característico de la densidad de la madera sea mayor que 500 kg/m<sup>3</sup>;
- el diámetro  $d$  del clavo sea mayor que 6 mm.

#### 8.3.2 Clavos con carga axial

Se sustituye el párrafo (1)P por el siguiente:

(1)P Los clavos utilizados para resistir cargas axiales permanentes o de larga duración deben ser corrugados.

NOTA En la Norma EN 14592 se recoge la siguiente definición de clavos corrugados: Clavo que tiene su fuste perfilado o deformado en al menos una parte de su longitud igual a 4,5  $d$  (4,5 veces el diámetro nominal) y que tiene un parámetro de arranque característico  $f_{ax,k}$  mayor o igual a 6 N/mm<sup>2</sup> cuando se mide con una madera con una densidad característica de 350 kg/m<sup>3</sup> acondicionada a masa constante a 20 °C y 65% de humedad relativa.

*Se sustituye el párrafo (10) por el siguiente:*

(10) En los clavos oblicuos, la distancia a la testa cargada debería ser de al menos  $10d$  (véase la figura 8.8(b)). Deberían existir, al menos, dos clavos oblicuos en una unión.

#### 8.4 Uniones grapadas

*Se sustituye el párrafo (1) por el siguiente:*

Las reglas definidas en el apartado 8.3, excepto las indicadas en los párrafos (4) y (6) de apartado 8.3.1.1, y en el párrafo (7) del apartado 8.3.1.2, son aplicables a las grapas redondas o casi redondas o a grapas rectangulares con patas con puntas biseladas o simétricas y agudas.

##### 8.5.1.1 Generalidades y uniones con pernos entre madera y madera

*En la tabla 8.4, tercera columna, quinta fila, se elimina:*

máx. $[(1 + 6 \operatorname{sen} \alpha) d; 4d]$
$4 d$
máx. $[(1 + 6 \operatorname{sen} \alpha) d; 4d]$

y se sustituye por:

$(1 + 6 \operatorname{sen} \alpha) d$
$4 d$
$(1 + 6  \operatorname{sen} \alpha ) d$

##### 8.7.2 Tirafondos con carga axial

*Se sustituyen los párrafos (1) a (7) por los siguientes:*

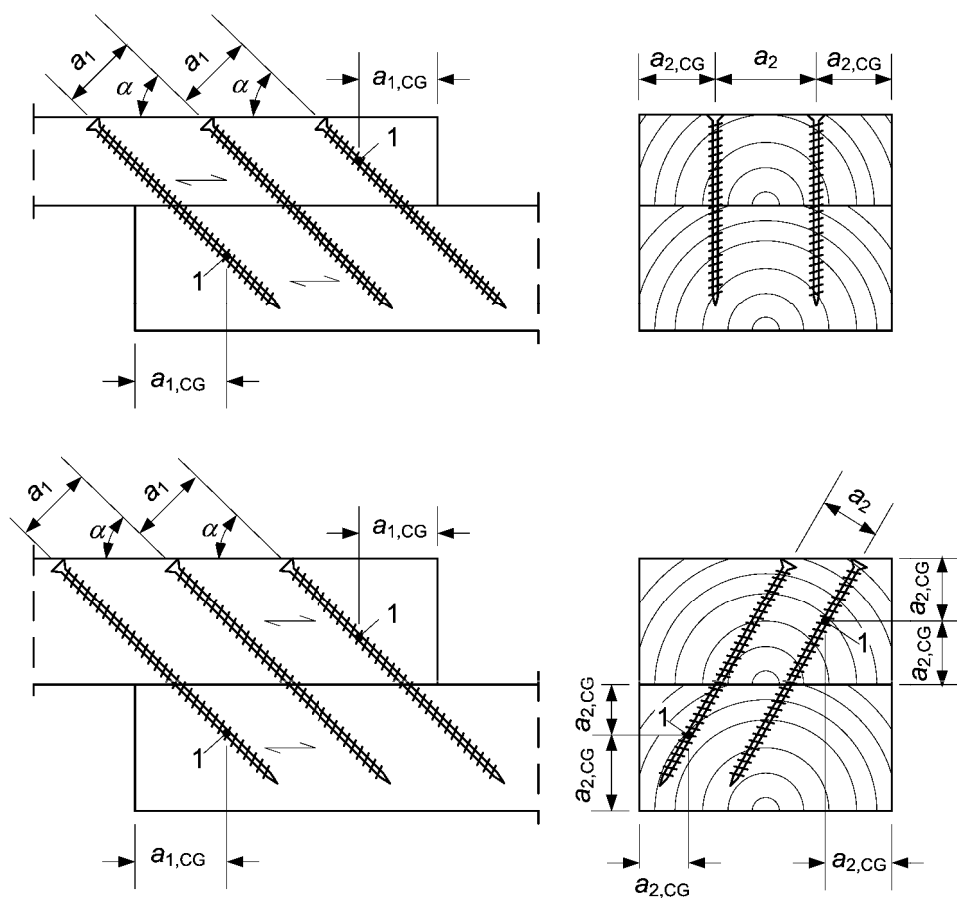
(1)P Para la comprobación de la resistencia a carga axial de los tirafondos deben considerarse los siguientes modos de fallo:

- fallo por arranque de la parte roscada del tirafondo;
- fallo de arranque de la cabeza del tirafondo utilizado en combinación con placas de acero, la resistencia al arranque de la cabeza del tirafondo debería ser mayor que la resistencia a tracción del tirafondo;
- fallo por punzonamiento de la cabeza del tirafondo;
- fallo por tracción del tirafondo;
- fallo por pandeo del tirafondo cuando está cargado en compresión;
- fallo según una circunferencia de un grupo de tirafondos utilizados junto con placas metálicas (fallo de cortante o desgarro en bloque);

(2) Las separaciones y las distancias a la testa y a los bordes mínimas en tirafondos con carga axial, véase la figura 8.11a, deberían tomarse de la tabla 8.6, siempre que el espesor de la madera  $t \geq 12d$ .

Tabla 8.6 – Separaciones y distancias a la testa y a los bordes mínimas en tirafondos con carga axial

Separación mínima entre tirafondos en un plano paralelo a la fibra	Separación mínima entre tirafondos en dirección perpendicular a un plano paralelo a la fibra	Distancia mínima a la testa desde el centro de gravedad de la parte roscada del tirafondo en la pieza	Distancia mínima al borde desde el centro de gravedad de la parte roscada del tirafondo en la pieza
$a_1$	$a_2$	$a_{1,CG}$	$a_{2,CG}$
$7d$	$5d$	$10d$	$4d$



Leyenda

1 Centro de gravedad de la parte roscada del tirafondo en la pieza

Figura 8.11a – Separaciones y distancias a la testa y a los bordes

- (3) La penetración mínima en la pieza de punta de la parte roscada debería ser  $6d$ .
- (4) En uniones con tirafondos de acuerdo con la Norma EN 14592, con
- $6 \text{ mm} \leq d \leq 12 \text{ mm}$
  - $0,6 \leq d_1/d \leq 0,75$



donde

$d$  es el diámetro exterior de la parte roscada;

$d_i$  es el diámetro interior de la parte roscada.

la capacidad de resistencia al arranque característica debería tomarse de la siguiente expresión:

$$F_{ax,k,Rk} = \frac{n_{ef} f_{ax,k} d \ell_{ef} k_d}{1,2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \quad (8.38)$$

donde

$$f_{ax,k} = 0,52 d^{-0,5} \ell_{ef}^{-0,1} \rho_k^{0,8} \quad (8.39)$$

$$k_d = \min. \left\{ \frac{d}{8} \right. \quad (8.40)$$

$F_{ax,\alpha,Rk}$  es el valor característico de la capacidad de carga al arranque de la unión con un ángulo  $\alpha$  respecto a la fibra, en N;

$f_{ax,k}$  es el valor característico de la resistencia al arranque perpendicular a la fibra, en N/mm<sup>2</sup>;

$n_{ef}$  es el número eficaz de tirafondos, véase el párrafo (8) del apartado 8.7.2;

$\ell_{ef}$  es la longitud de penetración en la pieza de punta de la parte roscada, en mm;

$\rho_k$  es la densidad característica, en kg/m<sup>3</sup>;

$\alpha$  es el ángulo entre el eje del tirafondo y la dirección de la fibra, con  $\alpha \geq 30^\circ$ .

NOTA Los modos de fallo en el acero o en la madera alrededor del tirafondo son frágiles, es decir, con una deformación última pequeña, y tienen por tanto una posibilidad limitada para la redistribución de tensiones.

(5) Cuando no se satisfagan los requisitos respecto al diámetro exterior e interior de la parte roscada dados en el párrafo (4), la capacidad característica al arranque  $F_{ax,\alpha,Rk}$ , debería tomarse de la siguiente expresión:

$$F_{ax,\alpha,Rk} = \frac{n_{ef} f_{ax,k} d \ell_{ef}}{1,2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} \quad (8.40a)$$

donde

$f_{ax,k}$  es el valor característico del parámetro de arranque perpendicular a la fibra, determinado de acuerdo con la Norma EN 14592 para la densidad asociada  $\rho_a$ ;

$\rho_a$  es la densidad asociada para  $f_{ax,k}$ , en kg/m<sup>3</sup>.

y los restantes símbolos se explican en el párrafo (4).

(6) El valor característico de la resistencia a punzonamiento de las conexiones con tirafondos con carga axial debería tomarse de la siguiente expresión:

$$F_{ax,\alpha,Rk} = n_{ef} f_{head,k} d_h^2 \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} \quad (8.40b)$$

donde

$F_{ax,\alpha,Rk}$  es el valor característico de la capacidad de punzonamiento de la conexión con un ángulo  $\alpha$  con respecto a la fibra en N, con  $\alpha \geq 30^\circ$ ;

$f_{head,k}$  es el valor característico del parámetro de punzonamiento del tirafondo determinado de acuerdo con la Norma EN 14592, para la densidad asociada  $\rho_a$ ;

$d_h$  es el diámetro de la cabeza del tirafondo en mm;

y los restantes símbolos se explican en el párrafo (4).

(7) El valor característico de la resistencia a tracción de la conexión (arranque de la cabeza del tirafondo o capacidad de tracción del fuste),  $F_{t,Rk}$ , debería tomarse de la siguiente expresión:

$$F_{t,Rk} = n_{ef} f_{tens,k} \quad (8.40c)$$

donde

$f_{tens,k}$  es el valor característico de la capacidad a tracción del tirafondos determinado de acuerdo con la Norma EN 14592;

$n_{ef}$  es el número eficaz de tirafondos, véase 8.7.2(8).

(8) Para una unión con un grupo de tirafondos cargados con una componente de la fuerza paralela a la caña, el número eficaz de tirafondos se define mediante la siguiente expresión:

$$n_{ef} = n^{0,9} \quad (8.41)$$

donde

$n_{ef}$  es el número eficaz de tirafondos;

$n$  es el número de tirafondos que trabajan en conjunto en una unión.

### 8.8.5.2 Capacidad de la placa

En el párrafo (2), se sustituye la expresión (8.58) por la siguiente:

$$f_{n,0,k} = \begin{cases} f_{t,0,k} & \text{para } F_{x,Ed} > 0 \\ f_{c,0,k} & \text{para } F_{x,Ed} \leq 0 \end{cases} \quad (8.58)$$

## 8.10 Conectores dentados

En el párrafo (2), se sustituye la expresión (8.72) por la siguiente:

$$F_{v,Rk} = \begin{cases} 18 k_1 k_2 k_3 d_c^{1,5} & \text{para tipos C1 a C9} \\ 25 k_1 k_2 k_3 d_c^{1,5} & \text{para tipos C10 y C11} \end{cases} \quad (8.72)$$

*En el párrafo (4) se elimina*

$h_e$  es la penetración de los dientes en mm.

*y se sustituye por:*

$h_e$  es la penetración de los dientes.

#### **9.2.4.2 Análisis simplificado de diafragmas de muros. Método A**

*En el párrafo (3) se elimina*

donde  $F_{i,v,Rd}$  es el valor de cálculo de la capacidad de carga al descuadre del panel de muro de acuerdo con los párrafos (3) y (5) del apartado 9.2.4.2.

*y se sustituye por:*

donde  $F_{i,v,Rd}$  es el valor de cálculo de la capacidad de carga al descuadre del panel de muro de acuerdo con los párrafos (4) y (5) del apartado 9.2.4.2.

#### **9.2.4.3.2 Procedimiento de cálculo**

*En el párrafo (3) se elimina*

$s_0$  es la separación básica de los elementos de fijación, véase el párrafo (4) a continuación;

$k_d$  es el factor de tamaño del panel, véase el párrafo (4) a continuación;

*y se sustituye por:*

$s_0$  es la separación básica de los elementos de fijación, en m, véase el párrafo (4) a continuación;

$k_d$  es el factor de tamaño del muro, véase el párrafo (4) a continuación;

*En el párrafo (4) se elimina*

$$s_0 = \frac{9\,700\,d}{\rho_k} \quad (9.26)$$

donde

$d$  es el diámetro del elemento de fijación, en mm;

$\rho_k$  es el valor característico de la densidad de la madera del entramado;

*y se sustituye por:*

$$s_0 = \frac{9,7\,d}{\rho_k} \quad (9.26)$$

donde

$s_0$  es la separación básica de los elementos de fijación, en m;

$d$  es el diámetro del elemento de fijación, en mm;

$\rho_k$  es el valor característico de la densidad de la madera del entramado, en kg/m<sup>3</sup>.

### 10.4.5 Tirafondos

Se sustituyen los párrafos (1) a (2) por los siguientes, creando un nuevo párrafo (3):

(1) Para los tirafondos con pretaladro en coníferas con un diámetro de la caña  $d \leq 6$  mm, no se requiere pretaladro. Para todos los tirafondos en frondosas y para los tirafondos con pretaladro en coníferas con un diámetro  $d > 6$  mm, se requiere pretaladro, con los siguientes requisitos:

- El agujero guía de la caña debería tener el mismo diámetro que la caña, y la misma profundidad que la longitud de la caña.
- El agujero guía de la parte roscada (cuerda) debería tener un diámetro de aproximadamente el 70% del diámetro de la caña.

(2) En maderas con densidades mayores que  $500 \text{ kg/m}^3$ , el diámetro del pretaladro debería determinarse mediante ensayos.

(3)P Cuando el pretaladro se aplica en tirafondos autotaladrantes, el diámetro del agujero guía no debe ser mayor que el diámetro interior de la parte roscada  $d_1$ .

### ANEXO A (Informativo) FALLO DE CORTANTE EN BLOQUE Y POR DESGARRO EN UNIONES ACERO-MADERA CON VARIOS ELEMENTOS DE FIJACIÓN DE TIPO CLAVIJA

En el párrafo (1) su sustituyen las expresiones (A.3) y (A.7) por las siguientes:

$$A_{\text{net},v} = \begin{cases} L_{\text{net},v} t_1 & \text{modos de fallo (c, f, j/l, k, m)} \\ \frac{L_{\text{net},v}}{2} (L_{\text{net},t} + 2t_{\text{ef}}) & \text{restantes modos de fallo} \end{cases} \quad (\text{A.3})$$

$$t_{\text{ef}} = \begin{cases} 2 \sqrt{\frac{M_{y,Rk}}{f_{h,k} d}} & (\text{e})(\text{h}) \\ t_1 \left[ \sqrt{2 + \frac{M_{y,Rk}}{f_{h,k} d t_1^2}} - 1 \right] & (\text{d})(\text{g}) \end{cases} \quad (\text{A.7})$$

### C.3.1 Hipótesis

En el párrafo (2) se modifica el quinto punto para quedar como sigue:

- las uniones, tacos y presillas se calculan de acuerdo con el apartado C.3.3.

### C.3.2 Capacidad de carga axial

Se sustituye el párrafo (1) por el siguiente:

(1) Para la deformación de la columna en la dirección del eje y (véase la figura C.1), la capacidad de carga debería tomarse como la suma de las capacidades de carga de las piezas individuales.



---

---

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Génova, 6  
28004 MADRID-España

[info@aenor.es](mailto:info@aenor.es)  
[www.aenor.es](http://www.aenor.es)

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032