



## Oggetto: calcolo della sezione residua di aste in legno massiccio o lamellare

La presente guida ha lo scopo di illustrare la metodologia per calcolare la sezione residua di aste in legno, esposte al fuoco secondo curva d'incendio ISO 834. I calcoli sono effettuati secondo i parametri dettati dalla norma EN 1995-1-2, opportunamente corretti secondo i coefficienti " $k_{\beta}$ " presenti nel rapporto di classificazione FIRES CR-059-13-Ed4 al fine di calcolare la sezione residua di un'asta protetta con il ciclo Aithon PV33 e finitura F3.

- *Dati necessari al calcolo della sezione residua*

Per prima cosa è necessario individuare la tipologia di legname con cui stiamo lavorando. La prima scelta è da effettuare è tra legno lamellare e legno massiccio, e nel caso di legno massiccio bisogna stabilire se siamo in presenza di essenze dure o tenere.

A seconda della tipologia di legname la EN 1995-1-2 ci fornisce la velocità naturale di carbonizzazione per eseguire i calcoli.

**Tab. 3.1 Valori di carbonizzazione  $\beta_0$  e  $\beta_n$  di: legno, LVL, pannelli in legno e pannelli a base legno**

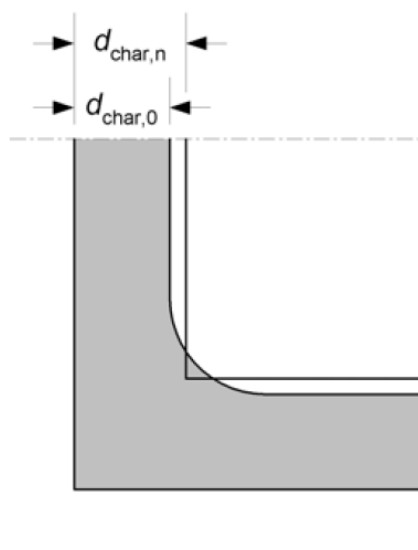
Tipologia di legno	$\beta_0$ mm/min	$\beta_n$ mm/min
<b>a) legni teneri</b>		
legno lamellare con caratteristiche di densità $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0.65	0.70
legno massiccio con caratteristiche di densità $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0.65	0.80
<b>b) legni duri</b>		
legno lamellare con caratteristiche di densità $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0.65	0.70
legno massiccio con caratteristiche di densità $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0.50	0.55
<b>c) LVL</b>		
con caratteristiche di densità $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0.65	0.70
<b>d) pannelli</b>		
Pannelli di legno	0.90*	-
Pannelli in compensato	1.00*	-
Pannelli a base legno	0.90*	-
*Questi valori sono applicabili a pannelli di almeno 2 cm di spessore aventi densità pari ad almeno $450 \text{ kg/m}^3$		

calcolo della sezione residua di aste in legno massiccio o lamellare

Per i pannelli in legno è ovviamente disponibile il solo dato di carbonizzazione monodimensionale  $\beta_0$ . Per le aste è invece disponibile anche il dato di carbonizzazione  $\beta_n$ , che considera un'aggressione del fuoco su più lati e pondera già l'effetto d'arrotondamento degli spigoli.



**Figura 1: carbonizzazione monodimensionale su pannelli in legno.**



**Figura 2: effetto della carbonizzazione su travi/pilastrini, con effetto arrotondamento spigoli.**

La norma tecnica EN 1995-1-2 impone che oltre allo spessore di legno carbonizzato sia decurtato un ulteriore spessore di legno, non ancora carbonizzato, ma per il quale si ritengono perdute le caratteristiche di resistenza meccanica.

Tale spessore supplementare è pari a 7 mm per ogni lato esposto al fuoco, per esposizioni all'incendio pari o superiori a 20 minuti.

- *Calcolo della sezione residua di un'asta priva di protezione*

Immaginiamo di avere un pilastro in legno massiccio di abete, avente sezione pari a 22 x 22 cm. Si calcoli la sezione residua reagente dopo 30 e dopo 60 minuti di esposizione al fuoco.

Il pilastro è integralmente esposto all'incendio.

Dopo 30 minuti di incendio la sezione residua reagente è pari a:  
 $220 \text{ mm} - (0,8 \text{ mm/min} * 30 \text{ min} + 7 \text{ mm}) * 2 \text{ lati esposti} = 158 \text{ mm}$

La sezione del pilastro dopo 30 minuti di incendio si riduce a 15,8 x 15,8 cm

calcolo della sezione residua di aste in legno massiccio o lamellare

Dopo 60 minuti di incendio la sezione residua reagente è pari a:  
 $220 \text{ mm} - (0,8 \text{ mm/min} * 60 \text{ min} + 7 \text{ mm}) * 2 \text{ lati esposti} = 110 \text{ mm}$

La sezione del pilastro dopo 30 minuti di incendio si riduce a 11 x 11 cm

- *Prestazioni del ciclo verniciante PV33 + finitura F3*

Le prestazioni su travi e pilastri del ciclo verniciante PV33 sono riassunte nella seguente tabella.

parameter	thickness [g/m <sup>2</sup> ]	R15	R30	R45	R60
$\beta'$ [mm/min]	0	0,635	0,667	0,698	0,730
$\beta''_{\min}$ [mm/min]	300	0,313	0,450	0,496	0,519
$\beta''_{\max}$ [mm/min]	1150	0,047	0,331	0,426	0,474
$k_{\beta \min}$	300	0,492	0,676	0,711	0,712
$k_{\beta \max}$	1150	0,074	0,497	0,610	0,649
$t_{pr \min}$ [min]	7,63				
$t_{pr \max}$ [min]	15,40				

$\beta'$ : valore di carbonizzazione, espresso in mm/min registrato nel corso della prova in forno, su una trave in legno senza protezione. La trave in legno è stata costruita secondo le specifiche dettate dalla norma tecnica di prova ENV 13381-7.

$\beta''_{\min}$ : valore di carbonizzazione, espresso in mm/min registrato nel corso della prova in forno, su una trave in legno protetta con il minimo quantitativo di PV33 fondo e finitura. La trave in legno è stata costruita secondo le specifiche dettate dalla norma tecnica di prova ENV 13381-7.

$\beta''_{\max}$ : valore di carbonizzazione, espresso in mm/min registrato nel corso della prova in forno, su una trave in legno protetta con il massimo quantitativo di PV33 fondo e finitura. La trave in legno è stata costruita secondo le specifiche dettate dalla norma tecnica di prova ENV 13381-7.

$k_{\beta \min}$ : è il rapporto  $\beta''_{\min} / \beta'$  e ci fornisce un valore adimensionale che ci permette di calcolare la velocità di carbonizzazione di qualsiasi tipologia di legno protetta con il con il minimo quantitativo di PV33 fondo e finitura.

$k_{\beta \max}$ : è il rapporto  $\beta''_{\max} / \beta'$  e ci fornisce un valore adimensionale che ci permette di calcolare la velocità di carbonizzazione di qualsiasi tipologia di legno protetta con il con il massimo quantitativo di PV33 fondo e finitura.

$k_{\beta \text{intermedi}}$ : per interpolazione lineare si possono calcolare valori intermedi corrispondenti ad applicazioni di PV33 compresi tra 300 g/mq e 1.150 g/mq

calcolo della sezione residua di aste in legno massiccio o lamellare

- *Calcolo della sezione residua di un'asta protetta con il massimo quantitativo di PV33 fondo e finitura.*

Riprendiamo l'esempio precedente del pilastro non protetto.

Applicando 1.150 g/mq di PV33 fondo e 70 g/mq di finitura F3 possiamo usare i seguenti coefficienti:

$$K\beta_{\max 30 \text{ minuti}} = 0,497$$

$$K\beta_{\max 60 \text{ minuti}} = 0,649$$

Di conseguenza le velocità di carbonizzazione del legno protetto saranno le seguenti:

$$\beta_n 30 \text{ minuti}: 0,8 \text{ mm/min} * 0,497 = 0,40 \text{ mm/min}$$

$$\beta_n 60 \text{ minuti}: 0,8 \text{ mm/min} * 0,649 = 0,52 \text{ mm/min}$$

Dopo 30 minuti di incendio la sezione residua reagente è pari a:

$$220 \text{ mm} - (0,4 \text{ mm/min} * 30 \text{ min} + 7 \text{ mm}) * 2 \text{ lati esposti} = 182 \text{ mm}$$

La sezione del pilastro dopo 30 minuti di incendio si riduce a 18,2 x 18,2 cm

Dopo 60 minuti di incendio la sezione residua reagente è pari a:

$$220 \text{ mm} - (0,52 \text{ mm/min} * 60 \text{ min} + 7 \text{ mm}) * 2 \text{ lati esposti} = 144 \text{ mm}$$

La sezione del pilastro dopo 60 minuti di incendio si riduce a 14,4 x 14,4 cm

Allo stesso modo si possono calcolare gli spessori residui di pannelli e perlinati in legno, adottando i coefficienti  $K\beta$  riportati nella tabella muri e solette del rapporto di classificazione FIRES CR-059-13-Ed4.