

## Riferimenti

### **Eurocodice 0**

1990:2002 Basis of structural design, Eurocodice

UNI EN 1990 Eurocodice - Criteri generali di progettazione strutturale

### **Eurocodice 1**

EN 1991-1-1:2002 Actions on structures – general actions – Densities, self-weight and imposed loads.

UNI EN 1991-1-1:2002 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale – Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici

EN 1991-1-2:2002 Actions on structures – general actions – Actions on structures exposed to fire

UNI EN 1991-1-2:2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-2: Azioni in generale - Azioni sulle strutture esposte al fuoco

EN 1991-1-3:2003 Actions on structures – general actions – Snow loads

UNI EN 1991-1-3:2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve

EN 1991-1-4:2005 Actions on structures – general actions – Wind actions

Norme Tecniche GU n. 222 23/09/05

D.M.16/01/96 e Circolare 04/07/96 n.156 AA.GG/STC

NTC 2018

### **Eurocodice 5**

EN 1995-1-1:2004 Design of timber structures – General – Common rules and rules for buildings

UNI EN 1995-1-1:2009 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici

EN 1995-1-2:2004 Design of timber structures – General –Structural fire design

UNI EN 1995-1-2:2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio

EN 338:1995 Structural timber – strength classes

EN 338:2003 Structural timber – strength classes

UNI EN 338:1997 Legno strutturale- Classi di resistenza. (Legno Massiccio)

UNI 11035-2:2003 Legno strutturale- Regole per la classificazione e vista secondo la resistenza e valori caratteristici per tipi di legnam strutturale italiani.

UNI EN 1194:2000 Strutture di legno Legno lamellare incollato – Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici

1. STEP/Eurofortech, Timber Engineering, Centrum Hout, Netherlands, 1995 Werner, Holzbau Verlag GmbH, Dusseldorf 1991
2. W.M.C. McKenzie, Design of structural timber, Macmillan press Ltd. 2000.
3. Ozelton & J.A. Baird, Timber Designer Manual, Blackwell Science Ltd, 2000.
4. BMF Bygningsbeslag a/s, Danmark.
5. Timber Engineering Step 1, Centrum Hout, The Netherlands
6. Timber Engineering Step 2, Centrum Hout, The Netherlands
7. Atlante del Legno, Natterer Herzog Volz, UTET, 2003

Dopo l'installazione di **WOODexpress**, vari parametri debbono essere aggiustati ai requisiti locali.

L'applicazione di certi parametri degli Eurocodici può essere differente a livello nazionale. In ogni Paese membro del CEN, un Documento di Applicazione Nazionale (NAD) definisce tali parametri, i relativi riferimenti normativi e fornisce delle indicazioni utili per l'applicazione degli Eurocodici a livello nazionale.

La modifica dei settaggi predefiniti avviene attraverso il menu Parametri che consente di:

- Definire i valori delle azioni e delle caratteristiche dei materiali tipici della propria località, secondo quanto prescritto dalle normative applicabili;
- Selezionare i materiali a base di legno da usare come predefiniti (default);
- Impostare valori predefiniti per i carichi di neve, vento e peso proprio dei materiali;
- Selezionare gruppi di sezioni per le membrature.

Parametri

I parametri debbono essere definiti in maniera conforme alle prescrizioni in vigore a livello locale (leggi, Eurocodici 0, 1, 5; Documenti di Applicazione Nazionale).

Dal menu Parametri è possibile indicare come valori predefiniti:

- la classe di resistenza del legname, i coefficienti di combinazione ed i fattori modificativi per i materiali;
- i carichi, le sezioni preferibili degli elementi, i pesi dei materiali di copertura e le azioni.

Coefficienti parziali di sicurezza e fattori di combinazione dei carichi: I valori sono predefiniti come da normativa vigente, tuttavia è possibile modificarli, sbloccando le tabelle.

## Classi di servizio

Classe	Descrizione
1	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con ambiente a una temperatura di 20°C ed un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65% se non per poche settimane all'anno.
2	È caratterizzata da un'umidità dei materiali in equilibrio con ambiente a una temperatura di 20°C ed un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno. In questa classe, l'umidità media nella maggior parte dei legni di conifere non eccede il 20%.
3	Condizioni climatiche che prevedono umidità più elevate di quelle della classe di servizio 2. In questa classe rientrano tutti gli elementi strutturali a base di legno posti in condizioni climatiche che prevedono umidità più elevate di quelle della classe di servizio 2.

## Valori caratteristici di resistenza dei materiali

L'utente può scegliere tra 4 tabelle di valori caratteristici di resistenza meccanica, modulo di elasticità e densità dei materiali a base di legno: quelle della **UNI EN 338:2003**, **UNI EN 1194:2000** ed **UNI 11035:2003** non sono modificabili; due altre tabelle definite dall'utente sono modificabili.

## Carichi da Neve

Il carico di neve sulla struttura viene calcolato come da D.M.16/01/96 e Circolare 04/07/96 n.156 AA.GG/STC oppure da Norme Tecniche Norme Tecniche GU n. 222 23/09/05.

Si può scegliere il riferimento normativo dal menu Parametri/Normative applicabili.

Si può modificare il carico neve attraverso il menu Parametri/Carichi sulla copertura/Carico neve. Questa impostazione rimane come preferita all'apertura di ogni Oggetto della progettazione, ma è possibile cambiarla in ogni momento.

## Azioni del vento

Si può scegliere la normativa di riferimento per calcoli, tra "Eurocodice 5 + D.M.16/01/96" oppure o "Norme Tecniche

[www.eiseko.it](http://www.eiseko.it)

GU n. 222 23/09/05", dal menu Parametri/Normative applicabili.

Potete impostare il carico da vento ai valori desiderati attraverso il menu Parametri/Carichi sulla copertura/ Carico da vento.

Questa impostazione rimane come preferita all'apertura di ogni Oggetto della progettazione, ma è possibile cambiarla in ogni momento.

Viene specificato il carico da vento su una superficie verticale, in kN/m<sup>2</sup>.

Il carico da vento sulla struttura viene calcolato come da D.M.16/01/96 e Circolare 04/07/96 n.156 AA.GG/STC oppure secondo il Norme Tecniche GU n. 222, 23/09/05.

### **Progettazione sismica**

La progettazione sismica delle coperture in WOODexpress è svolta secondo Eurocodice 8, EN 1998-1.

I valori di riferimento per le verifiche sono selezionati attraverso il menu [Parametre/coefficienti sismici].

### **Unità di misura**

Le unità di misura utilizzate dal programma sono quelle del Sistema Internazionale (SI):

- lunghezza [m]
- forze [kN]
- momenti [kNm]
- tensioni [N/mm<sup>2</sup>] = [GPa]
- carichi concentrati [kN]
- carichi distribuiti [kN/m<sup>2</sup>]
- carichi lineari [kN/m]
- sezioni B[larghezza]xH[altezza] [mm]

Le unità impiegate sono evidenziate accanto ad ogni casella di inserimento dati.

Anche nella relazione di calcolo, tutte le unità di misura sono riportate.

Nel modulo CAD del programma è possibile specificare le unità che si desidera far apparire nel disegno.

## Parametri e ipotesi progettuali

Parametri ed ipotesi

Metodo di progettazione per le unioni

analisi elastica  analisi plastica

Stato limite di servizio (UNI EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Winst=L/f1 (f1=300~500) f1= 300.00

Wnet,fin=L/f2 (f2=250~350) f2= 250.00

Wfin=L/f2 (f2=150~300) f2= 150.00

Ipotesi per le unioni

Tensione di snervamento per l'acciaio della piastra 240 N/mm<sup>2</sup>

Resistenza a trazione dei bulloni fu,k (EN1995-1-1 § 8.5.1.1) 400 N/mm<sup>2</sup>

Resistenza a trazione del chiodo fu,k 600 N/mm<sup>2</sup>

Resistenza a trazione dei viti fu,k 400 N/mm<sup>2</sup>

Lunghezza del legno 5.00 m

Parte dello sforzo in compressione di progetto 50 %

OK Guida

In questa finestra è possibile fissare i valori di altri parametri, utili per la verifica delle unioni.

**Analisi elastica.** Gli sforzi sul mezzo di collegamento dovuti al momento applicato su di esso, sono considerati proporzionali alla distanza dal centro di rotazione.

**Analisi plastica.** Gli sforzi sul mezzo di collegamento dovuti al momento applicato su di esso, hanno tutti lo stesso valore.

Snervamento della piastra, in kN/mm<sup>2</sup>, usato nelle verifiche di resistenza delle piastre in acciaio. Il valore usuale è di 500 kN/mm<sup>2</sup>. L'area netta della piastra è considerata il 75% dell'area lorda (si assume un 25% di fori).

La resistenza a trazione di chiodi, viti e bulloni fu,k in kN/mm<sup>2</sup>, è usata per definire i valori caratteristici del momento di snervamento secondo EN 1995-1-1:2004, equazioni 8.14 e 8.30.

Il parametro lunghezza del legno viene impiegato per definire i giunti di continuità nelle travi dei tetti.

Parte dello sforzo di compressione di progetto. Quando un giunto è compresso, i connettori possono essere progettati anche per sopportare solo una parte del carico. Tale frazione può essere espressa in % in questa parte del programma. Ulteriori commenti su questo aspetto si trovano nella EN 1995-1-1:2004, paragrafo 8.8.5.1(3).

## Verifiche su singoli elementi

In questa sezione del programma è possibile eseguire verifiche su singoli elementi a sezione costante, come previsto dalla UNI EN 1995-1-1.

## Resistenza al fuoco

La verifica della resistenza al fuoco viene eseguita sui singoli elementi (non sulle unioni e su tetti e solai) secondo il

metodo delle sezioni ridotte indicato nell'Eurocodice 5 parte 1-2, se la relativa casella di attivazione è selezionata.

Occorre specificare:

- Il tempo di esposizione all'incendio in minuti
- La tipologia di esposizione della sezione (3 lati o 4 lati)
- La velocità di carbonizzazione, che viene comunque preimpostata dal programma in funzione della classe di resistenza del legno selezionata, secondo la tabella 3.1 dell'Eurodice 5 parte 1-2.
- La verifica della resistenza al fuoco viene svolta per ogni combinazione di carico. Selezionare la casella Progettazione contro l'incendio per includere questa funzione nei vostri calcoli.

Specificare:

1. Il tempo di esposizione all'incendio in minuti che si deve superare;
2. Il tipo di esposizione della sezione (su tutti i lati o su soli 3 lati);
3. La velocità di carbonizzazione  $\beta_n$ . Tale valore viene comunque suggerito dal programma in funzione della classe di legname impiegata, secondo la tabella 3.1 della EN 1995-1-2:2004.

Le verifiche svolte secondo EN 1995-1-2:2004, paragrafo 4.2 (metodo delle sezioni ridotte).

## Unioni



È possibile eseguire verifiche su unioni chiodate, con viti e con bulloni, come previsto dalla UNI EN 1995-1-1 paragrafi 8.1-8.3



## Solai

È possibile eseguire verifiche su:

- Solai a luce singola;
- Solaio a due campate
- Trave semplicemente appoggiata
- Trave a due campate
- Solai misti legno/cemento

[www.eiseko.it](http://www.eiseko.it)

### Solai su una o due campate

Vengono calcolate le azioni interne agli appoggi e in mezzeria delle travi, e le deformazioni elastiche in mezzeria, per le combinazioni di carico secondo Eurocodice 0, 1 e 5.

Tutte le verifiche secondo Eurocodice 5 sono effettuate agli stati limite ultimi. Le deformazioni sono calcolate agli stati limite di servizio secondo EN 1995-1-1 §7.2. Le prescrizioni di cui al §7.3.3 della stessa norma sono considerate per la verifica delle vibrazioni.

L'utente può selezionare la modalità con cui il momento d'inerzia delle travi viene valutato, per il calcolo di deformazioni e vibrazioni, con due alternative:

a. come sezione a T avente come flangia l'assito.

b. come sezione rettangolare (trave semplice).

### Travi appoggiate su una o due campate

Vengono calcolate travi appoggiate con carichi lineari. Come per i solai, vengono calcolate le azioni interne agli appoggi e in mezzeria delle travi, e le deformazioni elastiche in mezzeria, per le combinazioni di carico secondo Eurocodice 0, 1 e 5.

### Solai misti legno/cemento

In questo tipo di solai compositi la connessione resistente a taglio fa sì che il calcestruzzo sia considerato compresso ed il legno teso. La capacità portante e la rigidità del solaio sono maggiori rispetto a quelle di un solaio tradizionale, senza connessioni. La verifica della sezione composita è basata sulla EN 1995-2:2005 (relativa ai ponti), poiché tali indicazioni sono valide anche per gli edifici.

Il programma richiede di indicare i dati relativi alle caratteristiche dei materiali ed alla geometria distanza tra i connettori. Se tale valore viene indicato dall'utente come zero (0), allora il programma elabora la distanza ottimale.

Nel caso in cui lo spessore della soletta sia elevato, l'asse neutro può cadere entro lo spessore della soletta ed il programma dà un messaggio di errore: si può quindi ridurre lo spessore della soletta oppure aumentare lo spessore dell'assito ( $h_3$ ), in modo che la soletta risulti solo compressa.

## **Coperture**

È possibile eseguire verifiche su varie tipologie di strutture reticolari, come previsto dalla UNI EN 1995-1-1 paragrafi 9.2.1.

Gli sforzi in tutti gli elementi sono calcolati mediante analisi agli elementi finiti. L'utente può selezionare il grado di rigidità delle unioni (maggiore o minore). La struttura reticolare viene considerata come bidimensionale, ed il grado di rigidità viene modificato in funzione di quello scelto per le unioni.

Gli sforzi unitari sono calcolati per varie combinazioni di carico attraverso il calcolo dei carichi unitari e la combinazione di tali valori.

Tutte le combinazioni di carico definite da EC1 e EC5 sono considerate e le verifiche sono svolte nelle condizioni più

sfavorevoli, come previsto nelle norme. Le frequenze naturali di vibrazione delle travi sono computate con un'analisi dinamica.

L'Eurocodice 5 (EN 1995-1-1:2004 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici) definisce al paragrafo 7.2 questi limiti, come segue:  $L/300 \sim L/500$ ,  $L/250 \sim L/350$ ,  $L/150 \sim L/300$ .

I valori predefiniti nel programma sono  $L/300$ ,  $L/250$  e  $L/150$  per le travi appoggiate, mentre per le parti in aggetto sono considerati la metà di tali valori.

Nel menu [Parametri/Parametri e ipotesi] è possibile modificare queste impostazioni. I valori scelti dall'utente sono impiegati dal programma per le verifiche.

Le deformazioni massime vengono calcolate in funzione della luce di appoggio delle perline (distanza tra i travetti) oppure della luce dei travetti (distanza tra le travi), considerando tali elementi come segue:

1: Travi incastrate ad una estremità, quando la luce di appoggio è minore di metà della "lunghezza del legno" definita nel menu [Parametri/Parametri e ipotesi];

2: Trave semplicemente appoggiata, quando la luce di appoggio è maggiore di metà della "lunghezza del legno" definita nel menu [Parametri/Parametri e ipotesi].

Le unioni sono considerate come realizzate con chiodi, bulli o viti e piastre metalliche.

Viene generata una relazione di calcolo dettagliata con l'indicazione di tutti i passaggi, ipotesi di calcolo e riferimenti ai relativi paragrafi della norma. Una indicazione in colore rosso appare in caso di dimensionamento non sufficiente.

### **Carichi di neve e vento**

Il carico di neve sulla struttura viene calcolato come da D.M.16/01/96 e Circolare 04/07/96 n.156 AA.GG/STC oppure da Norme Tecniche Norme Tecniche GU n. 222 23/09/05.

Il carico da vento sulla struttura viene calcolato come da Eurocodice 5 + D.M.16/01/96 oppure da Norme Tecniche GU n. 222 23/09/05.

### **Collegamenti negli elementi**

Le unioni sono considerate con chiodi, viti o bulloni e con piastra metallica singola oppure doppia. Esse sono dimensionate secondo ENV 1995-1-1:1993 §6 oppure EN 1995-1-1:2004 §8.

### **Sezioni degli elementi**

Per gli elementi strutturali è possibile selezionare dimensioni standard oppure definirne di nuove. Le sezioni più frequentemente usate nei vari Paesi Europei (da EN 1313-1) sono predefinite.