



Aprile 2017

# MANUALE TECNICO VITI PER LEGNO







Aprile 2017

**MANUALE  
TECNICO  
VITI PER LEGNO**

## Sommario

Introduzione.....	4
Simbologia adottata.....	5
1 CALCOLO TEORICO SECONDO LA NORMATIVA .....	8
1.1 Sicurezza e prestazioni attese .....	8
1.1.1 Stati limite .....	8
1.1.2 Valutazione della sicurezza .....	9
1.1.3 Vita nominale .....	9
1.1.4 Azioni sulle costruzioni.....	9
1.1.5 Combinazioni delle azioni.....	10
1.2 Classi di durata del carico.....	11
1.3 Classi di servizio.....	12
1.4 Valori caratteristici delle proprietà del legno .....	12
1.4.1 Proprietà dei materiali .....	12
1.4.2 Materiali a base di legno di comune impiego.....	13
1.4.3 Effetto della dimensione dell'elemento sulla resistenza .....	13
1.5 Resistenza di calcolo .....	14
1.6 Durabilità.....	15
1.6.1 Resistenza agli organismi biologici.....	15
1.7 Connessioni con mezzi di unione metallici .....	16
1.7.1 Tipologie di connettori .....	16
1.7.2 Connessioni con mezzi di unione multipli.....	16
1.7.3 Capacità portante laterale di mezzi di unione metallici.....	17
1.8 Connessioni con viti .....	21
1.8.1 Caratteristiche dei materiali costituenti le viti secondo EN 14592:2009+A1:2012 .....	21
1.8.2 Caratteristiche geometriche delle viti secondo EN 14592:2009+A1:2012 .....	21
1.8.3 Caratteristiche meccaniche delle viti secondo EN 14592:2009+A1:2012 .....	21
1.8.4 Viti caricate lateralmente.....	23
1.8.5 Viti caricate assialmente.....	28
1.8.6 Viti caricate sia lateralmente che assialmente .....	30
1.8.7 Dettagli strutturali e controlli .....	30
1.8.8 Resistenza alla corrosione .....	30
1.8.9 Resistenza al fuoco .....	31

2	ESEMPI APPLICATIVI .....	34
2.1	Esempio 1: Rinforzo in zona di appoggio con viti a doppio filetto HECO Topix-CC 489A .....	34
2.2	Esempio 2: Rinforzo di una trave con intaglio con viti a tutto filetto HECO Topix 449A .....	39
2.3	Esempio 3: Dimensionamento di una connessione trave-pilastro con viti a filetto ridotto EFG PowerCut 249A .....	43
2.4	Esempio 4: Giunto tra trave principale e secondaria di un solaio interpiano con viti a doppio filetto HECO Topix-CC 489A .....	49
2.5	Esempio 5: Giunto tra trave principale e secondaria di un solaio interpiano con viti a doppio filetto HECO Topix-CC 489A o con viti a filetto ridotto EFG PowerCut 269A .....	54
2.6	Esempio 6: Giunto tra trave di colmo e trave secondaria di un solaio di copertura con viti a doppio filetto HECO Topix-CC 489A.....	63
2.7	Esempio 7: Giunto tra puntone di una capriata e arcareccio di un solaio di copertura con viti a doppio filetto HECO Topix-CC 489A.....	69
2.8	Esempio 8: Rinforzo di travetti di un solaio in legno per contenere le deformazioni con viti a tutto filetto HECO Topix 449A .....	77
3	DATI TECNICI E DIMENSIONALI .....	84
3.1	EFG Powercut a filetto ridotto.....	84
3.1.1	EFG Powercut mod. 249 a testa svasata piana Diametro 3,5 mm – 4,0 mm – 4,5 mm e 5,0 mm.....	84
3.1.2	EFG Powercut mod. 249 a testa svasata piana Diametro 6,0 mm – 8,0 mm – 10,0 mm e 12,0 mm.....	89
3.1.3	EFG Powercut mod. 249 a testa svasata piana e rondella svasata Diametro 6,0 mm – 8,0 mm – 10,0 mm e 12,0 mm.....	96
3.1.4	EFG Powercut mod. 269 a testa bombata.....	97
3.2	Viti HECO Topix .....	102
3.2.1	Viti a doppio filetto HECO Topix-CC mod. 489 CombiConnect .....	102
3.2.2	Viti a filetto totale HECO Topix mod. 449 .....	109
3.3	Viti a filetto totale EFG Powerbuild mod. 299.....	116

Gentile professionista, caro utilizzatore,

Il presente manuale è stato pensato e realizzato per essere uno strumento utile sia per il progettista alle primissime esperienze con il materiale legno, sia per un utente più evoluto e indipendente. Lo scopo è di essere un supporto nella fase di progettazione, ma anche un aiuto al carpentiere che potrebbe trovarsi nella necessità di realizzare un collegamento con sole viti.

Il manuale si compone di una prima parte di carattere generale in cui sono illustrate in modo conciso ma dettagliato i contenuti della normativa tecnica per quanto riguarda la valutazione delle azioni e delle resistenze di progetto. In particolare, si è fatto riferimento al Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" (NTC 2008 ) e successiva Circolare Ministeriale del 2 febbraio 2009, alla UNI EN 1995-1-1:2014 (Eurocodice 5 o EC5) e alla UNI EN 14592:2009+A1:2008+A1 2012

Nella seconda parte sono stati inseriti semplici esempi di progettazione. Questa raccolta, ovviamente non esaustiva, comprende connessioni realizzate con le viti più adatte per lo specifico scopo, ma anche dei confronti tra tipologie differenti.

Nell'ultimo capitolo sono presenti le caratteristiche geometriche e meccaniche dei prodotti HECO ITALIA EFG, sia sotto forma di valori caratteristici della vite stessa secondo la norma UNI EN 14592:2009+A1:2008+A1, sia valori di resistenza per sforzi "semplici" di taglio o trazione secondo la UNI EN 1995-1-1:2014.

Un sentito ringraziamento lo riserviamo all'ing. Mirko Capovilla per il fondamentale contributo senza il quale il presente manuale non avrebbe avuto vita.

Poiché la tecnologia nei sistemi di fissaggio e nelle applicazioni costruttive è in continua e rapida evoluzione, apprezzeremmo molto confrontarci e conoscere le Sue opinioni e commenti in merito. Siamo e saremo sempre a disposizione per rispondere a ogni dubbio o qualora desideri approfondire i contenuti di questo Manuale.

### **Note Legali**

Le quantità di pezzi per confezione e/o imballo possono variare.

Dal momento che Heco Italia EFG segue una politica di continuo sviluppo dei propri prodotti, l'azienda si riserva il diritto di apportare modifiche a specifiche o altre caratteristiche senza preavviso.

Il presente catalogo è proprietà esclusiva di Heco Italia EFG srl e non può essere copiato, riprodotto o pubblicato, anche per stralci, senza preventivo consenso scritto. Ogni violazione sarà perseguita a norma di legge.

Spetta all'utente utilizzare i dati forniti alla luce delle condizioni effettivamente esistenti presso il luogo di posa.

Nonostante Heco Italia EFG possa fornire indicazioni e consigli d'ordine generale, la natura specifica dei prodotti Heco Italia EFG implica necessariamente che la responsabilità ultima della scelta del prodotto corretto per una particolare applicazione ricada sul cliente.

Non si risponde per eventuali errori di stampa, dati tecnici e traduzioni.

### Simbologia adottata

d	diametro nominale della vite
d1	diametro del nucleo della filettatura
def	diametro efficace della vite
dh	diametro della testa della vite
Ed	effetto delle azioni di progetto
Fax,Ed	forza assiale sollecitante di progetto
Fax,Rd	forza assiale resistente di progetto
Fax,Rk	forza assiale resistente di caratteristica
Fv,Ed	forza di taglio sollecitante di progetto
Fv,Rd	forza di taglio resistente di progetto
Fv,Rk	forza di taglio resistente di caratteristica
fh,k	resistenza caratteristica a rifollamento
fax,k	resistenza caratteristica a estrazione della vite
fhead,k	resistenza caratteristica ad attraversamento dell'elemento in legno da parte della testa della vite
fu,k	resistenza ultima a trazione della vite
fm,k	resistenza caratteristica a flessione del legno
ft,0,k	resistenza caratteristica del legno a trazione parallela alle fibre
ft,90,k	resistenza caratteristica del legno a trazione ortogonale alle fibre
fc,0,k	resistenza caratteristica del legno a compressione parallela alle fibre
fc,90,k	resistenza caratteristica del legno a compressione ortogonale alle fibre
fv,k	resistenza caratteristica a taglio del legno
E0,mean	modulo elastico medio parallelo alle fibre del legno
E0,k	modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre del legno
E90,mean	modulo elastico medio ortogonale alle fibre del legno
E90,k	modulo elastico caratteristico ortogonale alle fibre del legno
Gmean	modulo di taglio medio parallelo alle fibre del legno
Gk	modulo di taglio caratteristico parallelo alle fibre del legno
kh	coefficiente correttivo per tener conto dell'effetto della dimensione dell'elemento sulla resistenza
kmod	coefficiente correttivo della resistenza, funzione della durata del carico e della classe di esposizione
l	lunghezza della vite
lt	lunghezza del tratto filettato della vite
lef	lunghezza di penetrazione del tratto filettato della vite nell'elemento
My,Rk	momento di snervamento caratteristico della vite
n	numero effettivo di connettori
nef	numero efficace di connettori
Rd	resistenza di progetto
ti	spessore del pezzo di legno i-esimo
pa	densità del legno con cui sono stati derivati fax,k e fhead,k.
$\alpha$	angolo compreso tra la forza applicata al connettore e la direzione della fibratura del legno
$\gamma_M$	coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza
$\gamma_F$	coefficiente parziale di sicurezza per le azioni
$\rho_k$	densità caratteristica del legno
$\rho_{mean}$	densità media del legno
$\psi$	coefficiente di combinazione delle azioni







# CALCOLO TEORICO SECONDO NORMATIVA

1

# 1 CALCOLO TEORICO SECONDO LA NORMATIVA

Nelle prime pagine di questo manuale, sono descritti brevemente i contenuti della normativa tecnica che guidano il progettista nelle fasi di calcolo delle sollecitazioni e delle resistenze di progetto ai fini di verificare il livello di sicurezza raggiunto.

Le norme prese in considerazione sono:

- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" [NTC 2008 ] e relativa Circolare Ministeriale del 2 febbraio 2009
- UNI EN 1995-1-1 (versione luglio 2014) [EC5] "Progettazione delle strutture in legno"
- UNI EN 14592:2009+A1:2008+A1 (versione gennaio 2012) "Elementi di collegamento di forma cilindrica"

## 1.1 Sicurezza e prestazioni attese

La normativa tecnica italiana [NTC 2008 cap. 2.1] prescrive che le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto.

La sicurezza e le prestazioni di un'opera, o di una parte di essa, devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale. Con stato limite si indica la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata.

Le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera;
- sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- robustezza nei confronti di azioni eccezionali: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause innescanti quali incendio, esplosioni, urti.

Il superamento di uno stato limite ultimo ha carattere irreversibile e si definisce collasso.

Il superamento di uno stato limite di esercizio può avere carattere reversibile o irreversibile.

La durabilità deve essere garantita attraverso una opportuna scelta dei materiali e un opportuno dimensionamento delle strutture, comprese le eventuali misure di protezione e manutenzione.

I materiali ed i prodotti, per poter essere utilizzati nelle opere previste dalle norme, devono essere sottoposti a procedure e prove sperimentali di accettazione.

### 1.1.1 Stati limite

I principali Stati Limite Ultimi (SLU) sono [NTC 2008 cap. 2.2]:

- perdita di equilibrio della struttura o di una sua parte;
- spostamenti o deformazioni eccessive;
- raggiungimento della massima capacità di resistenza di parti di strutture, collegamenti, fondazioni;
- raggiungimento della massima capacità di resistenza della struttura nel suo insieme;
- raggiungimento di meccanismi di collasso nei terreni;
- rottura di membrature e collegamenti per fatica;
- rottura di membrature e collegamenti per altri effetti dipendenti dal tempo;
- instabilità di parti della struttura o del suo insieme;
- stati limite ultimi prescritti in presenza di azioni sismiche

I principali Stati Limite di Esercizio (SLE) sono [NTC 2008 cap. 2.2]:

- danneggiamenti locali che possano ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto;
- spostamenti e deformazioni che possano limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto;
- spostamenti e deformazioni che possano compromettere l'efficienza e l'aspetto di elementi non strutturali, impianti, macchinari;
- vibrazioni che possano compromettere l'uso della costruzione;
- danni per fatica che possano compromettere la durabilità;
- corrosione e/o eccessivo degrado dei materiali in funzione dell'ambiente di esposizione;
- stati limite di esercizio prescritti in presenza di azioni sismiche

### 1.1.2 Valutazione della sicurezza

Le Norme Tecniche Nazionali sono basate sul metodo semiprobabilistico agli stati limite basati sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza.

In questo metodo, la sicurezza strutturale deve essere verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni. Per la sicurezza strutturale, la resistenza dei materiali e le azioni sono rappresentate dai valori caratteristici,  $R_{ki}$  e  $F_{ki}$ , definiti rispettivamente, come il frattile inferiore delle resistenze e il frattile (superiore o inferiore) delle azioni che minimizzano la sicurezza. I frattili sono assunti pari al 5%.

Ciò comporta che, per quanto riguarda la resistenza, vi sia una probabilità inferiore al 5% che la resistenza effettiva sia minore di quella di progetto mentre, per le azioni, vi sia una probabilità inferiore al 5% che l'effetto reale di queste sia maggiore di quanto stimato in fase di calcolo.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dall'equazione formale [NTC 2008 cap. 2.3]:

$$R_d \geq E_d$$

dove:

$R_d$  è la resistenza di progetto,  $R_{di} = R_{ki} / \gamma_{Mi}$

$E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni,  $F_{di} = \gamma_{Fi} \cdot F_{ki}$ .

I coefficienti parziali di sicurezza,  $\gamma_{Mi}$  e  $\gamma_{Fi}$ , associati rispettivamente al materiale i-esimo e all'azione j-esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e alla affidabilità del modello di calcolo.

### 1.1.3 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata [NTC 2008 cap. 2.4].

**Tabella 1.1: vita nominale in anni in funzione del tipo di costruzione**

TIPI DI COSTRUZIONE		$V_N$
1	Opere provvisorie - Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	< 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	>50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	>100

### 1.1.4 Azioni sulle costruzioni

La norma denomina azione ogni causa o insieme di cause capace di indurre stati limite in una struttura.

In base al modo di esplicarsi si hanno azioni [NTC 2008 cap. 2.5]:

- dirette (forze concentrate, carichi distribuiti, fissi o mobili)

- indirette (spostamenti impressi, variazioni di temperatura, ritiro...)
- di degrado

A seconda della risposta strutturale si possono poi avere azioni:

- statiche
- pseudo statiche (azioni dinamiche rappresentabili mediante un'azione statica equivalente)
- dinamiche

A seconda della variazione della loro intensità nel tempo si distinguono azioni:

- permanenti (G) che agiscono durante tutta la vita nominale della costruzione. Si tratta ad esempio del peso proprio degli elementi strutturali e non strutturali, la spinta idrostatica dell'acqua...
- variabili (Q) che agiscono sulla struttura con valori istantanei sensibilmente diversi nel tempo (si distinguono ulteriormente in azioni variabili di breve e lunga durata).
- eccezionali (A) che si verificano solo eccezionalmente nel corso della vita nominale. Si tratta ad esempio di incendi, esplosioni, urti...
- sismiche (E)

### 1.1.5 Combinazioni delle azioni

Nelle verifiche agli stati limite sono previste le seguenti combinazioni delle azioni [NTC 2008 cap. 2.5.3]:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU)  

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione caratteristica (rara), impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili  

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili  

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione quasi permanente (SLE), impiegata per gli effetti a lungo termine  

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio legati all'azione sismica E  

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione eccezionale impiegata per stati limite connessi ad azioni eccezionali di progetto Ad  

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- lo stato limite di equilibrio come corpo rigido EQU
- lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione STR
- lo stato limite di resistenza del terreno GEO

Di seguito sono proposte le tabelle contenenti i valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma$  e dei coefficienti di combinazione delle azioni  $\psi$ .

**Tabella 1.2: coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma$  per le azioni**

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	STR	GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali *	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

\* Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali siano compiutamente definiti, si potranno adottare per essi i coefficienti validi per le azioni permanenti

**Tabella 1.3: coefficienti di combinazione delle azioni  $\psi$**

Categoria/Azione variabile	$\psi_{0,j}$	$\psi_{1,j}$	$\psi_{2,j}$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

## 1.2 Classi di durata del carico

Le azioni di calcolo devono essere assegnate ad una delle classi di durata del carico elencate nella tabella qui proposta [NTC 2008 cap. 4.4.4]:

**Tabella 1.4: classi di durata del carico in funzione della durata del carico**

Classe di durata del carico	Durata del carico
Permanente	Più di 10 anni
Lunga durata	6 mesi - 10 anni
Media durata	1 settimana - 6 mesi
Breve durata	Meno di una settimana
Istantaneo	--

Le classi di durata del carico si riferiscono a un carico costante attivo per un certo periodo di tempo nella vita della struttura. Per un'azione variabile la classe appropriata deve essere determinata in funzione dell'interazione fra la variazione temporale tipica del carico nel tempo e le proprietà reologiche dei materiali.

Ai fini del calcolo in genere si può assumere quanto segue:

- il peso proprio e i carichi non rimovibili durante il normale esercizio della struttura, appartengono alla classe di durata permanente;
- i carichi permanenti suscettibili di cambiamenti durante il normale esercizio della struttura e i carichi variabili relativi a magazzini e depositi, appartengono alla classe di lunga durata;
- i carichi variabili degli edifici, ad eccezione di quelli relativi a magazzini e depositi, appartengono alla classe di media durata;
- il sovraccarico da neve riferito al suolo, calcolato in uno specifico sito ad una certa altitudine, è da considerare in relazione alle caratteristiche del sito;
- l'azione del vento e le azioni eccezionali in genere, appartengono alla classe di durata istantanea.

### 1.3 Classi di servizio

Le strutture (o parti di esse) devono essere assegnate ad una delle tre classi di servizio elencate nella tabella sottostante [NTC 2008 cap. 4.4.5]:

**Tabella 1.5: classi di servizio in funzione delle condizioni dell'ambiente**

Classe di servizio 1	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65%, se non per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 2	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 3	È caratterizzata da umidità più elevata di quella della classe di servizio 2.

### 1.4 Valori caratteristici delle proprietà del legno

Vista la varietà dei tipi di semilavorati realizzati in legno, in questo capitolo della trattazione ci si limiterà a definire quali sono le proprietà di resistenza, rigidità e densità che devono essere note al progettista per poter eseguire le verifiche.

Schematicamente verranno poi citati i principali prodotti di comune impiego e la normativa tecnica a cui fare riferimento per dedurre le caratteristiche necessarie alla progettazione.

#### 1.4.1 Proprietà dei materiali

Caratteristiche resistenziali:

- Resistenza caratteristica a flessione ( $f_{m,k}$ )
- Resistenza caratteristica a trazione parallela alla fibratura ( $f_{t,0,k}$ )
- Resistenza caratteristica a trazione perpendicolare alla fibratura ( $f_{t,90,k}$ )
- Resistenza caratteristica a compressione parallela alla fibratura ( $f_{c,0,k}$ )
- Resistenza caratteristica a compressione perpendicolare alla fibratura ( $f_{c,90,k}$ )
- Resistenza caratteristica a taglio ( $f_{v,k}$ )

Caratteristiche di rigidità:

- Modulo elastico medio parallelo alle fibre ( $E_{0,mean}$ )
- Modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre ( $E_{0,k}$ )

- Modulo elastico medio perpendicolare alle fibre ( $E_{90,mean}$ )
- Modulo elastico caratteristico perpendicolare alle fibre ( $E_{90,k}$ )
- Modulo di taglio medio ( $G_{mean}$ )
- Modulo di taglio caratteristico ( $G_k$ )

Densità:

- Densità caratteristica ( $\rho_k$ )
- Densità media ( $\rho_{mean}$ )

### 1.4.2 Materiali a base di legno di comune impiego

Nella tabella che segue sono elencati alcuni semilavorati a base di legno, con la relativa norma di riferimento per la valutazione delle proprietà resistenziali appena definite.

**Tabella 1.6: prodotti a base di legno e relativa norma di riferimento**

Materiale	Norma tecnica di riferimento
Legno massiccio	EN 14081-1
Legno lamellare	EN 14080
Compensato	EN 636
Pannelli di scaglie orientate OSB	EN 300
Pannelli di particelle (truciolare)	EN 312
Pannelli di fibre ad alta densità	EN 622-2
Pannelli di fibre a media densità (MDF)	EN 622-3 EN 622-5

### 1.4.3 Effetto della dimensione dell'elemento sulla resistenza

Per il legno massiccio e il legno lamellare, i valori caratteristici di resistenza, desunti da indagini sperimentali, sono riferiti a dimensioni standardizzate secondo le norme pertinenti; in particolare, per la determinazione della resistenza a flessione l'altezza della sezione trasversale del campione di prova è pari a 150 mm per il legno massiccio e 600 mm per il lamellare, mentre per la determinazione della resistenza a trazione parallela alla fibratura, il lato maggiore della sezione trasversale del campione di prova è pari rispettivamente a 150 e 600 mm. Pertanto, per elementi di legno sottoposti a flessione o a trazione parallela alla fibratura che presentino rispettivamente una altezza o il lato maggiore della sezione trasversale inferiore a quelli appena citati, i valori caratteristici  $f_{m,k}$  e  $f_{t,0,k}$  possono essere incrementati tramite il coefficiente moltiplicativo  $k_h$ , così definito [NTC 2008 cap. 11.7]:

Per il legno massiccio:

$$k_h = \min \left\{ \begin{array}{l} (150/h)^{0,2} \\ 1,3 \end{array} \right.$$

Per il legno lamellare:

$$k_h = \min \left\{ \begin{array}{l} (600/h)^{0,1} \\ 1,1 \end{array} \right.$$

essendo  $h$  l'altezza in millimetri della sezione trasversale dell'elemento inflesso oppure il lato maggiore della sezione trasversale dell'elemento sottoposto a trazione.

## 1.5 Resistenza di calcolo

La durata del carico e l'umidità del legno influiscono sulle proprietà resistenti del legno. I valori di calcolo per le proprietà del materiale a partire dai valori caratteristici si assegnano quindi con riferimento combinato alle classi di servizio e alle classi di durata del carico.

Il valore di calcolo  $X_d$  di una proprietà del materiale (o della resistenza di un collegamento) viene calcolato mediante la relazione [NTC 2008 cap. 4.4.6]:

$$X_d = \frac{k_{mod} \cdot X_k}{\gamma_M}$$

dove:

$X_k$  è il valore caratteristico della proprietà del materiale o della resistenza del collegamento.

$k_{mod}$  è un coefficiente correttivo che tiene conto dell'effetto, sui parametri di resistenza, sia della durata del carico sia dell'umidità della struttura. Se una combinazione di carico comprende azioni appartenenti a differenti classi di durata del carico si dovrà scegliere un valore di  $k_{mod}$  che corrisponde all'azione di minor durata.

$\gamma_M$  è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale

I valori dei coefficienti di sicurezza  $\gamma_M$  e dei coefficienti  $k_{mod}$  sono desumibili dalle tabelle 7 e 8 di seguito proposte [NTC 2008 cap. 4.4.6].

**Tabella 1.7: coefficienti di sicurezza  $\gamma$  relativi ai materiali**

Stati limite ultimi (SLU)	$\gamma_M$
<b>Combinazioni fondamentali</b>	
Legno massiccio	1,50
Legno lamellare	1,45
Pannelli di particelle o fibre	1,50
Compensato, pannelli di scaglie orientate	1,40
Unioni	1,50
<b>Combinazioni eccezionali</b>	1,00



Tabella 1.8: coefficienti  $k_{mod}$  in funzione dei materiali e delle classi di servizio e durata del carico

Materiale	Classe di servizio	Classe di durata del carico				
		Permanente	Lunga	Media	Breve	Istantanea
Legno massiccio Legno lamellare	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Compensato	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Pannello di scaglie orientate OSB	1	0,3	0,45	0,65	0,85	1,00
	1	0,4	0,5	0,7	0,9	1,00
	2	0,3	0,4	0,55	0,70	0,90
Pannello di particelle (truciolare)	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,00
	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,00
	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Pannello di fibre, alta densità	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,00
	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Pannello di fibre, media densità (MDF)	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
	2	-	-	-	0,45	0,80
	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
	2	-	-	-	0,45	0,80

## 1.6 Durabilità

La durabilità delle opere realizzate con prodotti in legno strutturali è ottenibile mediante un'accurata progettazione dei dettagli esecutivi.

Al fine di garantire alla struttura adeguata durabilità, si devono considerare i seguenti fattori tra loro correlati:

- la destinazione d'uso della struttura;
- le condizioni ambientali prevedibili;
- la composizione, le proprietà e le prestazioni dei materiali;
- la forma degli elementi strutturali ed i particolari costruttivi;
- la qualità dell'esecuzione ed il livello di controllo della stessa;
- le particolari misure di protezione;
- la probabile manutenzione durante la vita presunta.

### 1.6.1 Resistenza agli organismi biologici

Il legno e i materiali a base di legno devono possedere adeguata durabilità naturale in conformità alla EN 350-2 per la specifica classe di rischio (definita nelle EN 335-1, EN 335-2 e EN 335-3), o devono essere soggetti a trattamento preservante scelto in conformità alla EN 351-1 e EN 460.

## 1.7 Connessioni con mezzi di unione metallici

### 1.7.1 Tipologie di connettori

I connettori metallici più frequentemente usati per assemblare le membrature lignee sono quelli genericamente definiti a gambo cilindrico [EC-5 sez. 8] che devono essere conformi alla EN 14592:2008+A1:2012.

I più comuni sono quelli qui illustrati.

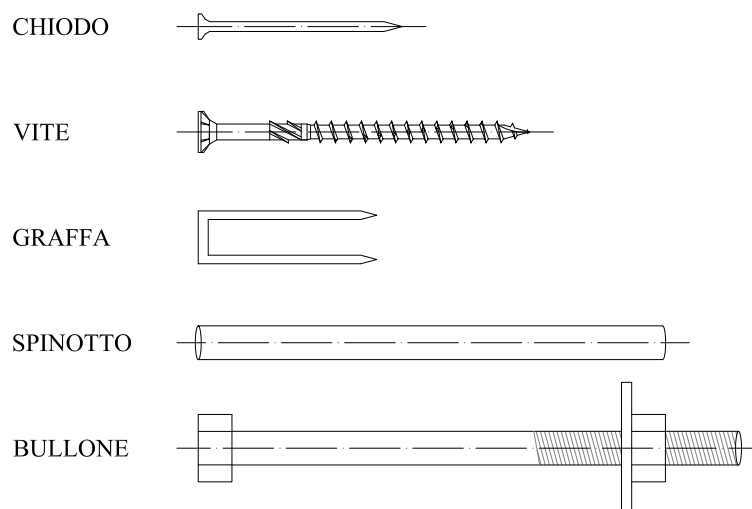


Figura 1-1

I tipi di sforzi per i quali viene dimensionata l'unione sono di due tipi, quelle che vedono il connettore sollecitato prevalentemente lungo il suo asse longitudinale (Figura 1-2a) e quelle che lo vedono sollecitato in direzione trasversale (Figura 1-2b). In alcuni casi è possibile che entrambe le sollecitazioni siano presenti.

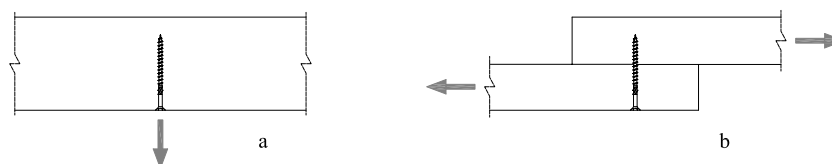


Figura 1-2

### 1.7.2 Connessioni con mezzi di unione multipli

L'EC-5 pone particolare attenzione alle connessioni che prevedano l'uso mezzi di unione multipli, in particolare se disposti lungo la direzione della fibratura del legno, in questo caso, infatti la capacità portante della connessione può essere più bassa della somma delle individuali capacità portanti di ciascun mezzo di unione.

A tale scopo, si raccomanda che la capacità portante caratteristica efficace in direzione parallela alla fila,  $F_{v,ef,Rk}$ , sia assunta come [EC-5 sez. 8.1.2]:

$$F_{v,ef,Rk} = n_{ef} \cdot F_{V,Rk}$$

Dove:

$F_{v,ef,Rk}$  è la capacità portante caratteristica efficace di una fila di mezzi di unione disposta parallelamente alla fibratura;

$n_{ef}$  è il numero efficace di mezzi di unione in linea, parallela alla fibratura;

$F_{V,Rk}$  è la capacità portante caratteristica di ciascun mezzo di unione, parallelamente alla fibratura.

Per una forza agente in direzione inclinata rispetto alla direzione della fila, si raccomanda che sia verificato che la componente della forza parallela alla fila sia minore o uguale alla capacità portante calcolata secondo l'espressione.

### 1.7.3 Capacità portante laterale di mezzi di unione metallici

Per calcolare la capacità portante caratteristica di una unione soggetta a sforzi di taglio, l'Eurocodice 5 riprende la formulazione proposta da Johansen che prevede la considerazione dei contributi dovuti alla resistenza a rifollamento dell'elemento ligneo, alla resistenza a snervamento del connettore, e alla resistenza all'estrazione di quest'ultimo [EC-5 sez 8.2]. Per la spiegazione nel dettaglio di queste proprietà meccaniche si rimanda al capitolo 1.8 del presente manuale.

#### 1.7.3.1 Conessioni legno-legno [EC-5 sez. 8.8.2]

La capacità portante caratteristica per chiodi, cambrette, viti, bulloni e spinotti, per singolo piano di taglio e per singolo mezzo di unione è calcolabile dalle seguenti relazioni:

- Per mezzi di unione a taglio singolo:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \quad (a) \\ f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d \quad (b) \\ \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \left[ \sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 \cdot \left[ 1 + \frac{t_2}{t_1} + \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \cdot \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \cdot \left( 1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (c) \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \left[ \sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (d) \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d}{1 + 2 \cdot \beta} \left[ \sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1 + 2 \cdot \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (e) \\ 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (f) \end{array} \right.$$

- Per mezzi di unione a taglio doppio:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \quad (g) \\ 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d \quad (h) \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \left[ \sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (j) \\ 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (k) \end{array} \right.$$

con:  $\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}}$

Dove:

$t_i$  è lo spessore del legno oppure la profondità di penetrazione del connettore (Figura 1-3 e Figura 1-4);

$f_{h,i,k}$  è la resistenza caratteristica a rifollamento nell'elemento ligneo i-esimo (cfr cap. 1.8.3);

$d$  è il diametro del mezzo di unione;

$M_{y,Rk}$  è il momento caratteristico di snervamento del mezzo di unione (cfr cap. 1.8.3);

$\beta$  è il rapporto tra le resistenze a rifollamento degli elementi;

$F_{Ax,Rk}$  è la capacità caratteristica a estrazione per il mezzo di unione (cfr cap. 1.8.5).

Il termine  $F_{Ax,Rk}/4$  presente nelle relazioni precedenti è detto "effetto cordata", mentre la parte rimanente è il contributo del connettore dovuto alle modalità studiate da Johansen.

L'Eurocodice 5 raccomanda che il contributo alla capacità portante dovuto all'effetto cordata sia limitato alle seguenti percentuali della parte Johansen:

- chiodi a gambo cilindrico 15%
- chiodi a gambo quadro e scanalato 25%
- altri chiodi 50%
- viti 100%
- bulloni 25%
- spinotti 0%

A ciascuna delle relazioni viste precedentemente sono associate le modalità di rottura illustrate di seguito:

- Taglio singolo:

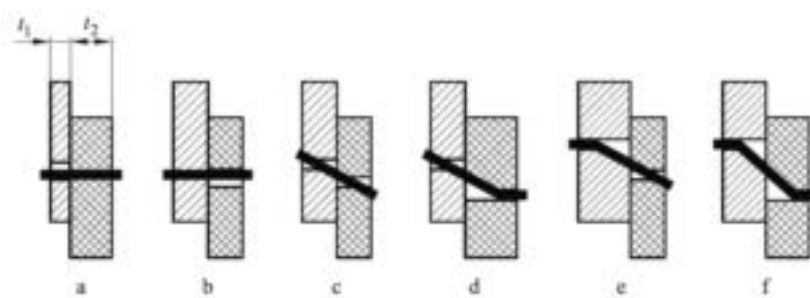


Figura 1-3

- Taglio doppio:

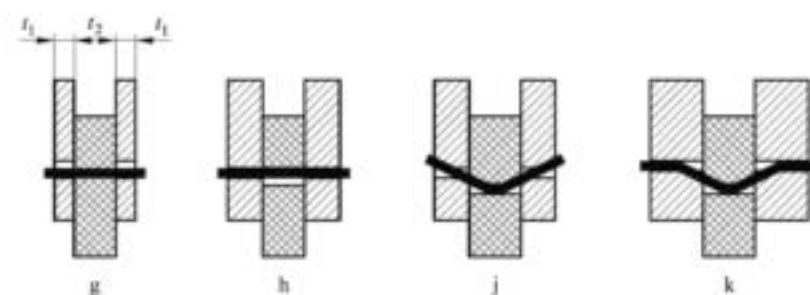


Figura 1-4

### 1.7.3.2 Connessioni acciaio-legno [EC-5 sez. 8.8.3]

La capacità portante caratteristica di una connessione acciaio-legno dipende dallo spessore delle piastre di acciaio. Piastre di acciaio aventi spessore minore o uguale a  $0,5 \cdot d$  sono classificate come piastre sottili, mentre le piastre di acciaio aventi spessore maggiore o uguale a  $d$  sono classificate come piastre spesse.

Nel caso di piastra di spessore intermedio l'Eurocodice 5 prescrive che la capacità portante caratteristica della connessione sia calcolata tramite interpolazione lineare tra i valori calcolati nei due casi appena citati.

La capacità portante caratteristica per chiodi, cambrette, viti, bulloni e spinotti, per singolo piano di taglio e per singolo mezzo di unione è calcolabile dalle seguenti relazioni:

- Per una piastra di acciaio sottile, a taglio singolo:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,4 \cdot f_{h,k} \cdot t_1 \cdot d \quad \text{(a)} \\ 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad \text{(b)} \end{array} \right.$$

- Per una piastra di acciaio spessa, a taglio singolo:

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

- Per una piastra di acciaio di qualsiasi spessore interposta come elemento centrale in una connessione a doppio taglio:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \quad \text{(f)} \\ f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \left[ \sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad \text{(g)} \\ 2,3 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad \text{(h)} \end{array} \right.$$

- Per piastre di acciaio sottili poste come elementi esterni di una connessione a doppio taglio:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d \quad \text{(j)} \\ 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,2,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad \text{(k)} \end{array} \right.$$

- Per piastre di acciaio spesse poste come elementi esterni di una connessione a doppio taglio:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d \quad \text{(l)} \\ 2,3 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,2,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad \text{(m)} \end{array} \right.$$

Dove:

- $t_1$  è il più piccolo degli spessori dell'elemento dal lato legno, oppure la profondità di penetrazione (Figura 1-5);
- $t_2$  è lo spessore dell'elemento ligneo centrale (Figura 1-5);
- $f_{h,k}$  è la resistenza caratteristica a rifollamento nell'elemento ligneo i-esimo (cfr cap. 1.8.3);
- $d$  è il diametro del mezzo di unione;

$M_{y,Rk}$  è il momento caratteristico di snervamento del mezzo di unione (cfr cap. 1.8.3);

$F_{Ax,Rk}$  è la capacità caratteristica a estrazione per il mezzo di unione (cfr cap. 1.8.5)..

Per la limitazione dell'effetto cordata si applicano le regole viste per le unioni legno-legno.

A ciascuna delle relazioni appena proposte precedentemente sono associate le modalità di rottura illustrate di seguito:

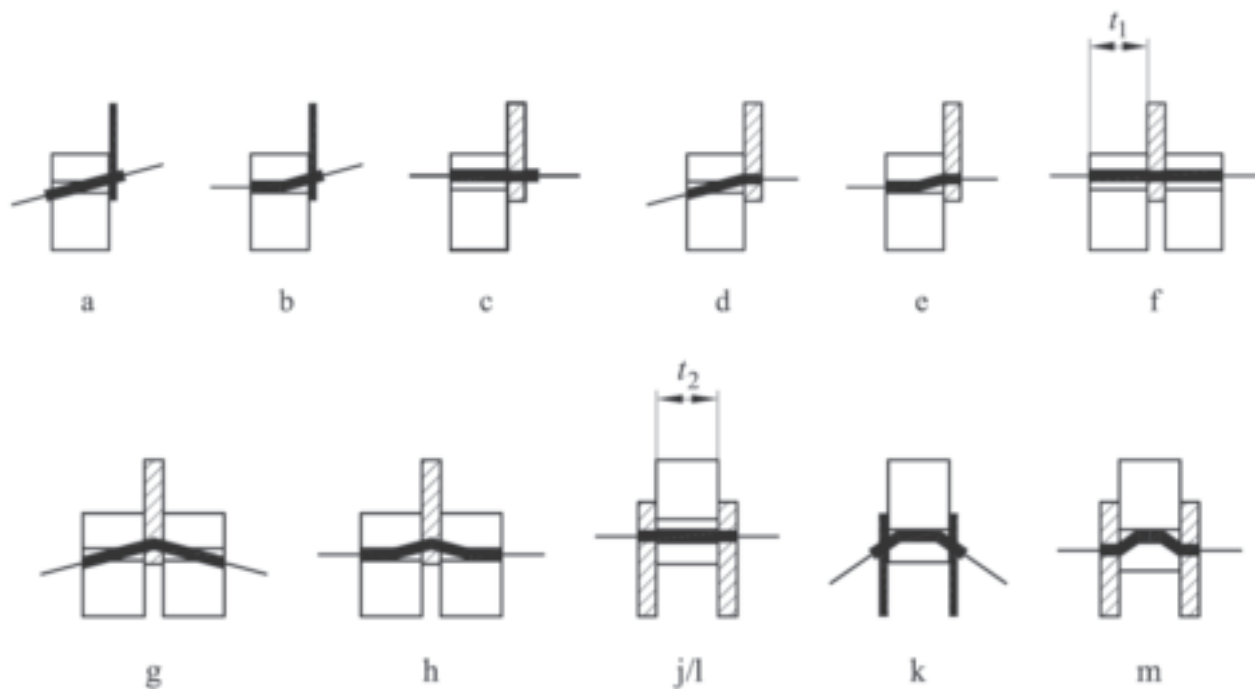


Figura 1-5

## 1.8 Connessioni con viti

La norma di riferimento è la EN 14592:2009+A1:2012 che specifica i requisiti e i metodi di prova per materiali, geometria, resistenza, rigidità e aspetti di durabilità degli elementi di collegamento di forma cilindrica da utilizzare nelle strutture di legno portanti. Il sistema di attestazione di conformità è un Sistema 3: i prodotti devono essere prima sottoposti a delle prove iniziali di tipo presso un laboratorio notificato, a seguito di questi test verrà rilasciato un Report ITT sulla base del quale il produttore emetterà la relativa Dichiarazione di Prestazione (DoP). La norma EN 14592:2009+A1:2009+A1 prescrive inoltre tutte le prove che il produttore dovrà implementare nel proprio controllo di produzione interno per mantenere valida la DoP emessa.

### 1.8.1 Caratteristiche dei materiali costituenti le viti secondo EN 14592:2009+A1:2012

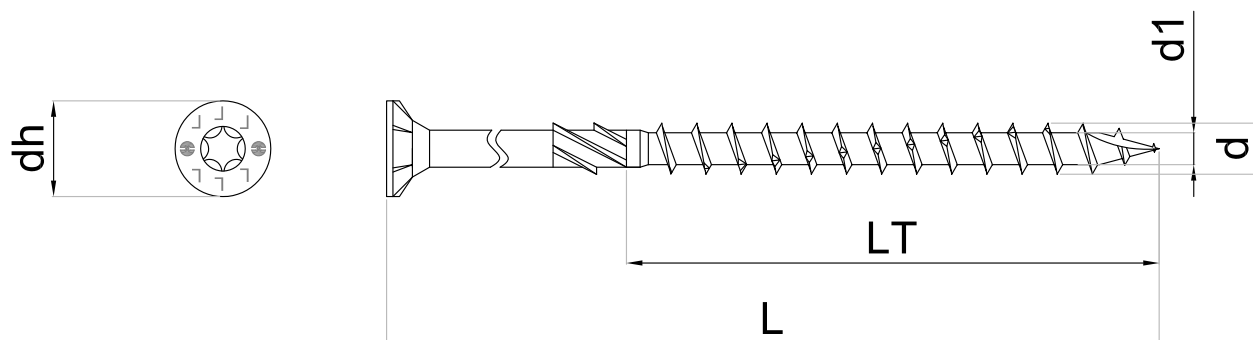
Le viti possono essere realizzate in acciaio o acciaio al carbonio, in conformità alla norma EN 10083-2 o EN 10016, o acciaio austenitico inossidabile in conformità alla norma EN 10083-1 o EN 10088-2.

E' possibile utilizzare altre qualità di acciaio a condizione che vengano testate e documentate nel report ITT le varie proprietà meccaniche e che queste siano almeno equivalenti alle qualità descritte nelle norme precedentemente elencate.

### 1.8.2 Caratteristiche geometriche delle viti secondo EN 14592:2009+A1:2012

Il diametro nominale  $d$  (diametro filettato) delle viti impiegate nel legno strutturale deve essere compreso tra 2,4 mm e 24 mm. Il diametro del nucleo della vite  $d_1$  deve essere compreso tra valori pari al 60% e 90% del diametro filettato. La porzione di gambo filettata  $l_t$  deve essere almeno pari a  $6 \cdot d$ .

Lunghezza della vite  $l$ , lunghezza della porzione filettata  $l_t$ , diametro nominale (filettato)  $d$  e diametro del nucleo  $d_1$  devono essere dichiarati dal produttore.



### 1.8.3 Caratteristiche meccaniche delle viti secondo EN 14592:2009+A1:2012

Di seguito sono elencate proprietà meccaniche e la relativa norma di riferimento per poter condurre i test di caratterizzazione.

- *Momento caratteristico di snervamento (Figura 1-6a)*

Il momento caratteristico di snervamento  $M_{y,k}$  della vite deve essere dichiarato e tale valore deve essere rilevato attraverso le prove descritte secondo EN-409 o calcolato secondo le relazioni indicate nell'Eurocodice 5.

- *Valore caratteristico di resistenza a trazione (Figura 1-6b)*

Per le viti, il valore caratteristico di resistenza a trazione  $f_{tens,k}$ , (rottura della testa o rottura del gambo) deve essere determinato tramite test in accordo con la EN-1383.

- *Valore caratteristico di resistenza all'attraversamento della testa (Figura 1-6c)*

Il valore caratteristico di resistenza all'attraversamento della testa  $f_{head,k}$  deve essere dichiarato e tale valore deve essere valutato mediante test secondo quanto prescritto nella EN-1383 per uno o più campioni in legno di diverse tipologie.

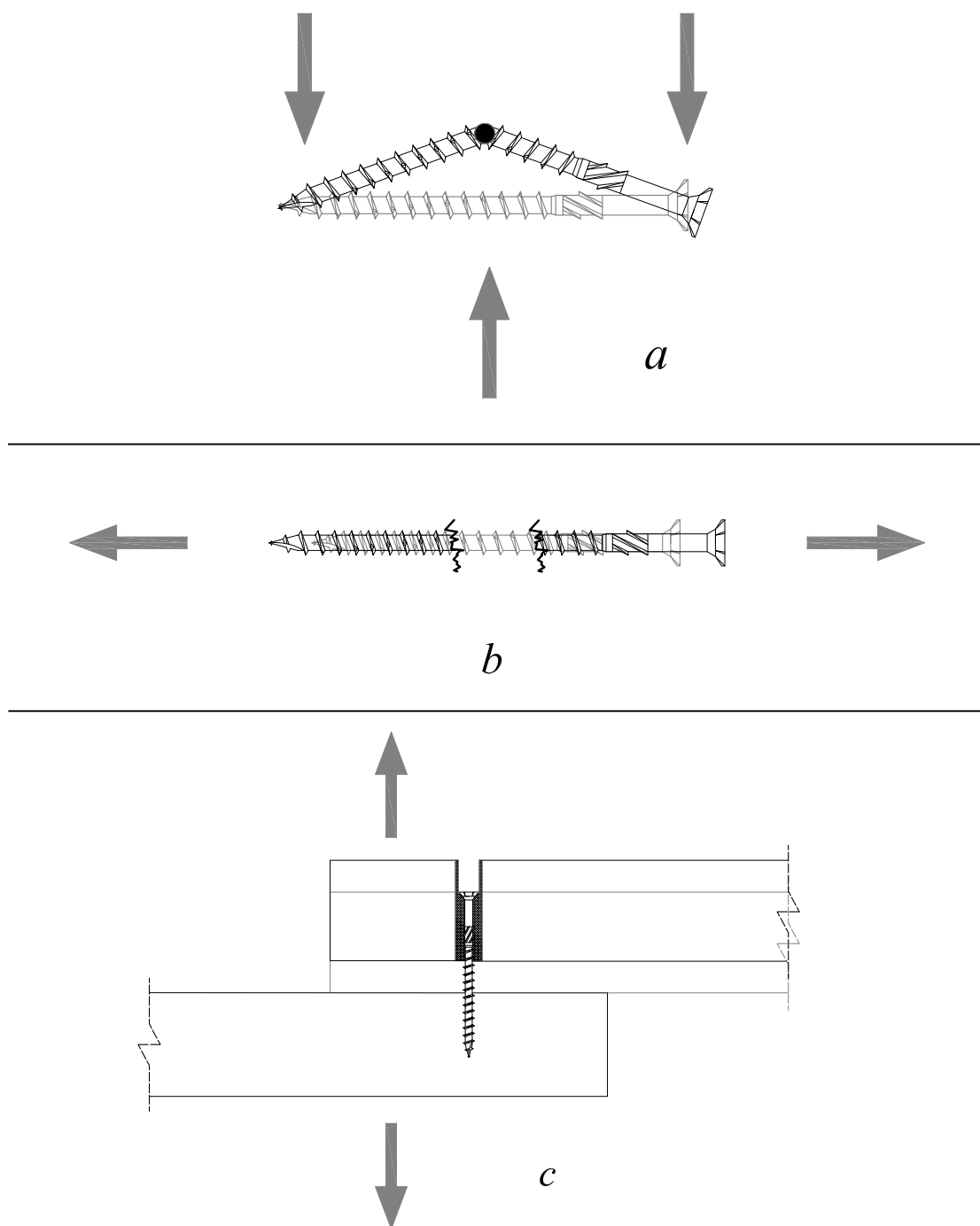
- *Valore caratteristico di resistenza all'estrazione dal lato della punta (Figura 1-6d)*

Per le viti, il valore caratteristico di resistenza all'estrazione dal lato della punta  $f_{ax,k}$ , deve essere dichiarato e tale valore deve essere valutato mediante test secondo quanto prescritto nella EN-1382 o calcolato secondo le relazioni indicate nell'Eurocodice 5.

- *Valore caratteristico del rapporto torsionale*

La resistenza torsionale caratteristica della vite  $f_{tor,k}$  e le resistenza torsionale all'inserimento nel legno  $R_{tor,k}$ , devono essere determinate in accordo rispettivamente con EN ISO-10666 e con l'allegato B della EN 14592:2008+A1:2012.

Le modalità di rottura per il raggiungimento del limite di ciascuna delle proprietà di resistenza meccanica appena descritte e la rottura per rifollamento del legno (Figura 1-6e) sono qui illustrate.





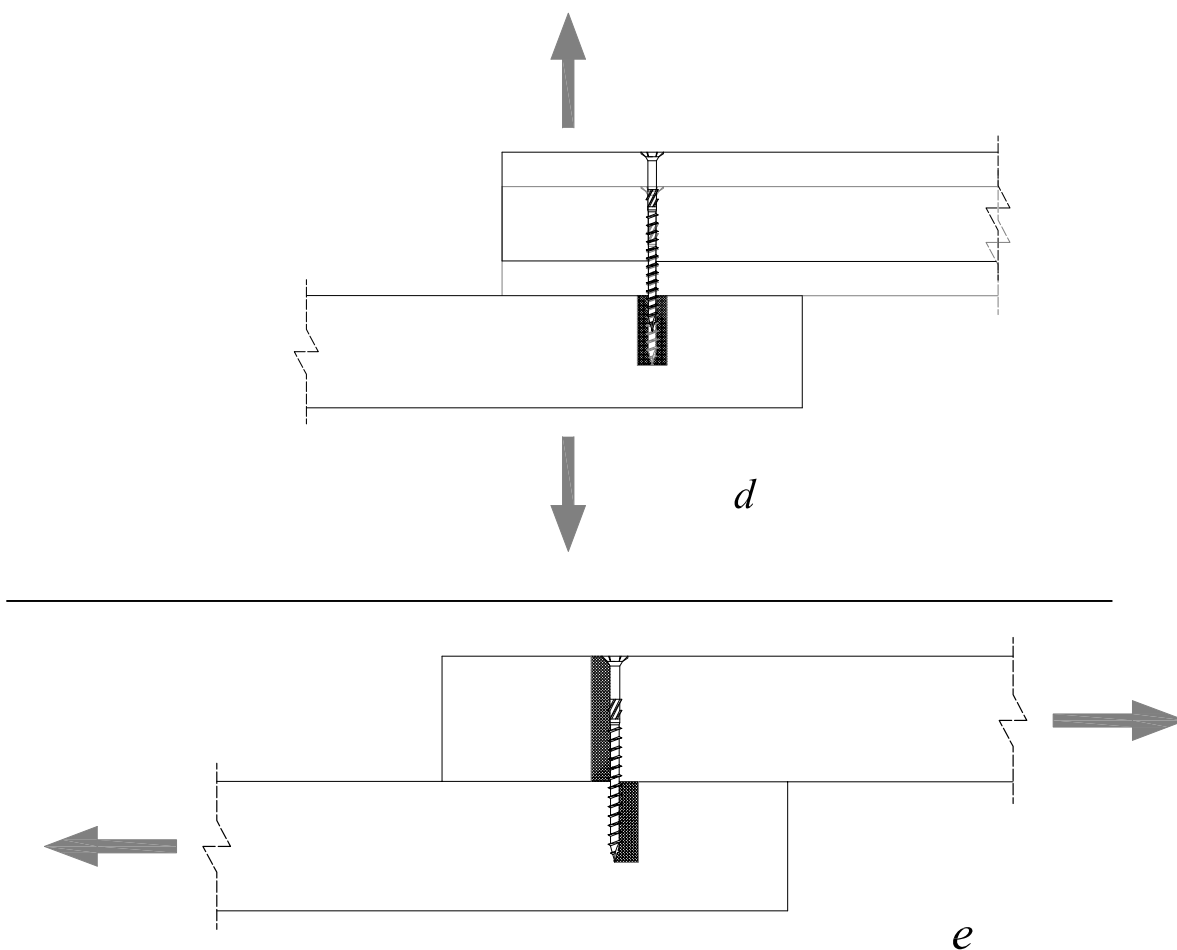


Figura 1-6

## 1.8.4 Viti caricate lateralmente

### 1.8.4.1 Premessa

L'Eurocodice 5 prescrive di tener conto dell'effetto della parte filettata (anche nel caso di sola sollecitazione a taglio della vite) tramite l'utilizzo di un diametro efficace  $d_{ef}$  [EC-5 sez. 8.7.1].

Per le viti a gambo liscio, dove il diametro esterno della filettatura è uguale al diametro del gambo, si applicano le relazioni viste precedentemente, purchè:

- Il diametro efficace  $d_{ef}$  sia assunto pari al diametro del gambo liscio.
- Il gambo liscio penetri nell'elemento contenente la punta della vite per non meno di  $4 \cdot d$ .

In caso contrario, si raccomanda che la capacità portante della vite sia calcolata utilizzando un diametro efficace  $d_{ef}$  pari a 1,1 volte il diametro del nucleo della filettatura  $d_1$ .

Il diametro efficace dovrà essere usato per il calcolo del momento di snervamento caratteristico e per il calcolo della resistenza caratteristica a rifollamento. Per quanto riguarda la definizione delle spaziature, delle distanze dai bordi e il calcolo del numero efficace, si dovrà utilizzare il diametro filettato.

I simboli per gli spessori nelle connessioni a taglio singolo e doppio sono definiti come segue:

$t_1$  è lo spessore dal lato della testa in una connessione a taglio singolo.

$t_2$  è il minimo tra lo spessore di legno dal lato della testa della vite e la penetrazione dal lato della punta in una connessione a taglio doppio.

$t_2$  è la penetrazione dal lato della punta in una connessione a taglio singolo.  
 è lo spessore dell'elemento centrale in una connessione a taglio doppio.

#### 1.8.4.2 Viti a gambo liscio aventi $d \leq 6$ mm

Per questa tipologia dimensionale di viti, la norma invita il progettista a far riferimento a quanto prescritto per la progettazione delle unioni chiodate alla sezione 8.3.1 dell'Eurocodice 5. Per le Connessioni legno-legno e acciaio legno è possibile usare le relazioni precedentemente esposte calcolando i parametri da inserire come di seguito specificato.

Qualora non fosse disponibile il valore fornito dal produttore, il momento di snervamento caratteristico della vite può essere stimato dalla relazione:

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6}$$

Dove:

$M_{y,Rk}$  è il valore caratteristico del momento di snervamento in N/mm

$f_{u,k}$  è la resistenza caratteristica a trazione in N/mm<sup>2</sup>

$d$  è il diametro della vite in mm (come definito al cap. 1.8.4.1)

A titolo di confronto, si riporta una tabella con i valori di momento di snervamento caratteristico forniti dal produttore (ricavati in conformità con EN 14592:2008+A1:2012) e calcolati con questa relazione:

**Tabella 1.9**

Vite	Diametro nominale	$M_{y,Rk}$ produttore	$M_{y,Rk}$ EC-5
HECO Topix-CC 489A	6mm	9,5 Nm	10,3 Nm

La resistenza caratteristica a rifollamento del legno e del LVL vale:

$$f_{h,k} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot d^{0,3}$$

Dove:

$f_{h,k}$  è la resistenza caratteristica a rifollamento in N/mm<sup>2</sup>

$\rho_k$  è la massa volumica caratteristica del legno in kg/m<sup>3</sup>

$d$  è il diametro della vite in mm (come definito al cap. 1.8.4.1)

I valori minimi di spaziatura e distanza da bordi ed estremità per connessioni legno-legno sono indicati qui di seguito, per connessioni legno-acciaio si adottano le medesime relazioni moltiplicate per un coefficiente 0,7.

Tabella 1.10: spaziature e distanze minime per viti con  $d \leq 6$  mm con i simboli adottati in figura 7

Spaziatura o distanza	Angolo $\alpha$	Valori minimi		
		Senza preforatura		Con preforatura
		$\rho_k \leq 420$ kg/m <sup>3</sup>	$420 < \rho_k \leq 500$ kg/m <sup>3</sup>	
a1 (parallela alla fibratura)	$0 \leq \alpha \leq 360^\circ$	d < 5mm: $(5 + 5 \cos \alpha )d$ d $\geq$ 5mm: $(5 + 7 \cos \alpha )d$	$(7 + 8 \cos \alpha )d$	$(4 +  \cos \alpha )d$
a2 (perpendic. alla fibratura)	$0 \leq \alpha \leq 360^\circ$	$5 \cdot d$	$7 \cdot d$	$(3 +  \sin \alpha )d$
a3,t (estremità caricata)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$(10 + 5 \cos \alpha)d$	$(15 + 5 \cos \alpha)d$	$(7 + 5 \cos \alpha)d$
a3,c (estremità non caricata)	$90^\circ \leq \alpha < 270^\circ$	$10 \cdot d$	$15 \cdot d$	$7 \cdot d$
a4,t (bordo caricato)	$0 \leq \alpha \leq 180^\circ$	d < 5mm: $(5 + 2 \sin \alpha)d$ d $\geq$ 5mm: $(5 + 5 \sin \alpha)d$	d < 5mm: $(7 + 2 \sin \alpha)d$ d $\geq$ 5mm: $(7 + 5 \sin \alpha)d$	d < 5mm: $(3 + 2 \sin \alpha)d$ d $\geq$ 5mm: $(3 + 4 \sin \alpha)d$
a4,c (bordo non caricato)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$5 \cdot d$	$7 \cdot d$	$3 \cdot d$

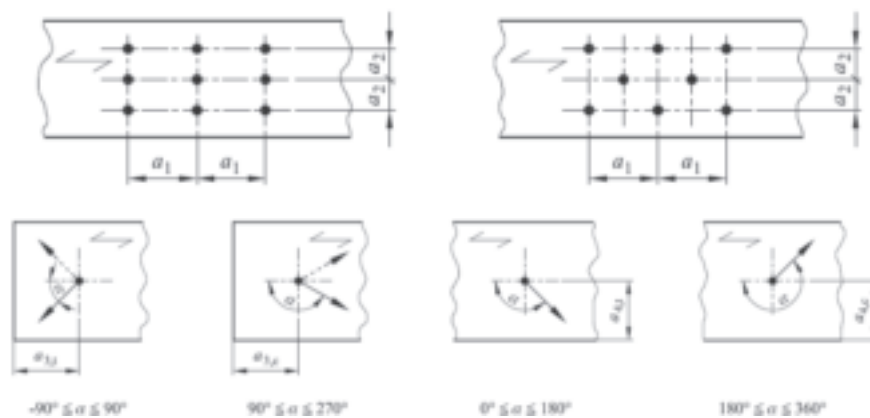


Figura 1-7

Per una fila di  $n$  viti disposte parallelamente alla fibratura, si raccomanda che la capacità portante parallela alla fibratura sia calcolata utilizzando il numero efficace di mezzi di unione  $n_{ef}$ .

$$n_{ef} = n^{k_{ef}}$$

Dove:

$n_{ef}$  è il numero efficace di viti nella fila

$n$  è il numero di viti in una fila

$k_{ef}$  è un coefficiente riduttivo fornito nella tabella seguente:

Tabella 1.11

Passo	kef	
	Senza preforo	Con preforo
a1 ≥ 14d	1,0	1,0
a1 = 10d	0,85	0,85
a1 = 7d	0,7	0,7
a1 = 4d	-	0,5

Per passi intermedi, è ammessa l'interpolazione lineare

Per carichi ortogonali alla fibratura è lecito assumere  $k_{ef} = n$ , mentre per angoli  $0 < \alpha < 90^\circ$  fra la direzione del carico e quella della fibratura è lecito stimare  $k_{ef}$  mediante interpolazione lineare.

### 1.8.4.3 Viti a gambo liscio aventi $d > 6$ mm

Per questa tipologia dimensionale di viti, la norma invita il progettista a far riferimento a quanto prescritto per la progettazione delle unioni bullonate alla sezione 8.5.1 dell'Eurocodice 5.

Per le connessioni legno-legno e acciaio legno è possibile usare le relazioni precedentemente esposte calcolando i parametri da inserire come di seguito specificato.

Qualora non fosse disponibile il valore fornito dal produttore, il momento di snervamento caratteristico della vite può essere stimato dalla relazione:

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6}$$

Dove:

$M_{y,Rk}$  è il valore caratteristico del momento di snervamento in N/mm

$f_{u,k}$  è la resistenza caratteristica a trazione in N/mm<sup>2</sup>

$d$  è il diametro della vite in mm (come definito al cap. 1.8.4.1)

La resistenza caratteristica a rifollamento del legno e del LVL, per un angolo  $\alpha$  rispetto alla fibratura vale:

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad \text{con } f_{h,0,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01d) \rho_k$$

A titolo di confronto, si riporta una tabella con i valori di momento di snervamento caratteristico forniti dal produttore (ricavati in conformità con EN 14592:2008+A1:2012) e calcolati con questa relazione:

Tabella 1.12

Vite	Diametro nominale	$M_{y,Rk}$ produttore	$M_{y,Rk}$ EC-5
EFG Powercut 269 a testa bombata	8mm	21,7 Nm	32,0 Nm
EFG Powercut 249 a testa svasata	10mm	33,6 Nm	49,0 Nm

Dove:

$f_{h,0,k}$  è la resistenza caratteristica a rifollamento parallelamente alla fibratura in N/mm<sup>2</sup>

$\rho_k$  è la massa volumica caratteristica del legno in kg/m<sup>3</sup>

$d$  è il diametro della vite in mm (come definito al cap. 1.8.4.1)

$\alpha$  è l'angolo formato tra la retta d'azione del carico e la direzione della fibratura

$k_{90}$  è un coefficiente che vale

1,35 + 0,015 ·  $d$  per legno di conifere

1,30 + 0,015 ·  $d$  per LVL

0,90 + 0,015 ·  $d$  per legno di latifoglie

I valori minimi di spaziatura e distanza da bordi ed estremità sono indicati qui di seguito:

**Tabella 1.13: spaziature e distanze minime per viti con  $d > 6$  mm con i simboli adottati in Figura 1-7**

Spaziature e distanze da estremità/bordi	Angolo rispetto alla fibratura	Valori minimi
a1 (parallela alla fibratura)	$0 \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(4 +  \cos \alpha )d$
a2 (perpendicolare alla fibratura)	$0 \leq \alpha \leq 360^\circ$	$4d$
a3,t (estremità caricata)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$\max[7d; 80mm]$
a3,c (estremità non caricata)	$90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$	$(1 + 6 \sin \alpha)d$
	$150^\circ \leq \alpha < 210^\circ$	$4d$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$(1 + 6 \sin \alpha )d$
a4,t (bordo caricato)	$0 \leq \alpha \leq 180^\circ$	$\max[(2 + 2 \sin \alpha)d; 3d]$
a4,c (bordo non caricato)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3d$

Per una fila di  $n$  viti parallela alla direzione della fibratura, si raccomanda che la capacità portante parallela alla fibratura, sia calcolata utilizzando il numero efficace  $n_{ef}$ .

$$n_{ef} = \min \left\{ \begin{array}{l} n \\ n^{0,9} \cdot \sqrt[4]{\frac{a_1}{13d}} \end{array} \right.$$

Dove:

$a_1$  è la spaziatura tra le viti in direzione alla fibratura

$d$  è il diametro della vite

$n$  è il numero di viti nella fila

Per carichi ortogonali alla fibratura è lecito assumere  $n_{ef}=n$ , mentre per angoli  $0 < \alpha < 90^\circ$  fra la direzione del carico e quella della fibratura è lecito stimare  $n_{ef}$  mediante interpolazione lineare.

### 1.8.5 Viti caricate assialmente

Per la verifica della resistenza delle viti caricate assialmente, l'Eurocodice 5 prescrive di tener conto dei seguenti modi di rottura [EC-5 sez. 8.7.2]:

- la rottura a estrazione della parte filettata della vite;
- la rottura allo strappo della testa della vite per viti utilizzate in combinazione con piastre di acciaio, si raccomanda che la resistenza allo strappo della testa della vite sia maggiore della resistenza a trazione della vite;
- la rottura all'attraversamento dell'elemento da parte della testa della vite;
- la rottura a trazione della vite;
- la rottura a instabilità della vite sottoposta a carico di compressione;
- la rottura lungo il perimetro di un gruppo di viti utilizzate in congiunzione con piastre di acciaio.

A patto che gli elementi in legno rispettino la condizione  $t \geq 12 * d$  (dove  $t$  è lo spessore del pezzo di legno e  $d$  è il diametro nominale della vite), per viti caricate assialmente i valori minimi per le distanze da bordi ed estremità sono illustrati di seguito. La lunghezza minima di penetrazione al lato della punta deve essere almeno pari a  $6 * d$ .

Viti con Benestare Tecnico Europeo ETA (come le viti Heco Topix-CC CombiConnect mod. 489), a seguito dei test necessari per la certificazione, possono avere valori di spaziatura e distanze minime minori.

Tabella 1.14: spaziature e distanze minime per viti caricate assialmente

Spaziatura minima della vite in un piano parallelo alla fibratura	Spaziatura minima della vite perpendicolare a un piano parallelo alla fibratura	Distanza minima dall'estremità del baricentro della parte filettata della vite nell'elemento	Distanza minima dal bordo del baricentro della parte filettata della vite nell'elemento
<b>a1</b>	<b>a2</b>	<b>a1,CG</b>	<b>a2CG</b>
$7 * d$	$5 * d$	$10 * d$	$4 * d$

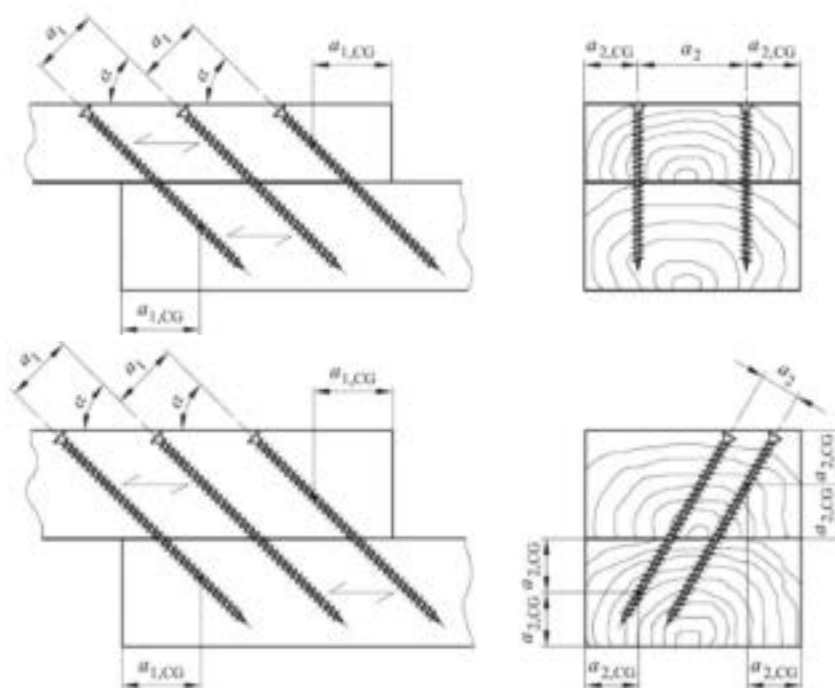


Figura 1-8

Per una connessione con un gruppo di viti caricate da una componente della forza parallela al loro gambo, il numero efficace di viti è valutabile in:

$$n_{ef} = n^{0,9}$$

dove n è il numero di viti presenti.

### 1.8.5.1 Capacità caratteristica a estrazione della vite [EC-5 sez. 8.7.2]

Per connessioni con viti conformi alla EN 14592:2008+A1:2012 con le seguenti caratteristiche:

- $6 \text{ mm} \leq d \leq 12 \text{ mm}$
- $0,6 \leq d_1/d \leq 0,75$  (con d diametro esterno e d1 diametro interno della filettatura).

è possibile calcolare la capacità caratteristica a estrazione della vite come:

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

Dove:

$F_{ax,\alpha,Rk}$  è la capacità caratteristica a estrazione della vite secondo un angolo  $\alpha$  rispetto alla direzione della fibratura in N;

$f_{ax,k}$  è la resistenza caratteristica a estrazione, perpendicolare rispetto alla direzione della fibratura, in N/mm<sup>2</sup>; tale valore, nel caso in cui non sia fornito dal produttore, può essere calcolato tramite la relazione

$$f_{ax,k} = 0,52 \cdot d^{-0,5} \cdot l_{ef}^{-0,1} \cdot \rho_k^{0,8}$$

$\rho_a$  è la massa volumica associata del legno per fax,k kg/m<sup>3</sup>;

$n_{ef}$  è il numero efficace di viti;

$l_{ef}$  è la lunghezza in mm della parte filettata;

$\rho_k$  è la massa volumica caratteristica del legno in kg/m<sup>3</sup>;

$\alpha$  è l'angolo tra l'asse della vite e la direzione della fibratura con  $\alpha \geq 30^\circ$ .

### 1.8.5.2 Capacità caratteristica all'attraversamento dell'elemento da parte della testa [EC-5 sez. 8.7.2]

La resistenza caratteristica all'attraversamento dell'elemento da parte delle connessioni con viti caricate assialmente può essere presa come:

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

Dove:

$F_{ax,head,Rk}$  è la capacità caratteristica all'attraversamento dell'elemento ligneo da parte della testa della vite in N

$f_{head,k}$  è il parametro caratteristico all'attraversamento dell'elemento da parte della vite determinato in conformità alla EN 14592:2009+A1 per la massa volumica  $\rho_a$  associata;

$d_h^2$  è il diametro della testa della vite in mm;

$\rho_k$  è la massa volumica caratteristica del legno in kg/m<sup>3</sup>;

$\rho_a$  è la massa volumica associata del legno per fhead,k kg/m<sup>3</sup>;

$n_{ef}$  è il numero efficace di viti.

### 1.8.5.3 Resistenza caratteristica a trazione della connessione [EC-5 sez. 8.7.2]

La resistenza caratteristica a trazione della connessione (strappo della testa o capacità a trazione del gambo) può essere valutata così:

$$F_{t,Rk} = n_{ef} \cdot f_{tens,k}$$

Dove:

$f_{tens,k}$  è la capacità caratteristica a trazione della vite determinata in conformità alla EN 14592:2009+A1;

$n_{ef}$  è il numero efficace di viti.

### 1.8.6 Viti caricate sia lateralmente che assialmente

Per le connessioni realizzate con viti, sottoposte a una combinazione di carico assiale e carico laterale, si raccomanda che sia soddisfatta l'espressione [EC-5 sez. 8.7.3]:

$$\left( \frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}} \right)^2 + \left( \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

Dove  $F_{ax,Rd}$  e  $F_{v,Rd}$  sono le capacità portanti di progetto della connessione caricata rispettivamente con carico assiale e laterale e  $F_{ax,Ed}$  e  $F_{v,Ed}$  sono le sollecitazioni di calcolo nelle medesime direzioni.

### 1.8.7 Dettagli strutturali e controlli

Per le viti in legno di conifere con diametro del gambo liscio  $d \leq 6$  mm, non è richiesta la preforatura. È richiesta la preforatura per tutte le viti in legno di latifoglie e per viti in legno di conifere aventi un diametro  $d > 6$  mm, rispettando i seguenti requisiti [EC-5 sez. 10.4.5]::

- Si raccomanda che il foro-guida per il gambo abbia lo stesso diametro del gambo stesso e profondità uguale alla lunghezza del gambo.
- Si raccomanda che il foro-guida per la porzione filettata abbia un diametro pari approssimativamente al 70% del diametro del gambo.

Per legno con massa volumica maggiore di 500 kg/m<sup>3</sup>, si raccomanda che il diametro di preforatura sia determinato tramite prove. Laddove la preforatura si applica a viti autopercoranti, il diametro del foro-guida non deve essere più grande del diametro del filetto interno  $d_1$ .

### 1.8.8 Resistenza alla corrosione

I mezzi di unione metallici e le altre connessioni strutturali devono, laddove necessario, essere intrinsecamente resistenti alla corrosione oppure devono essere protetti contro la corrosione.

Di seguito viene riproposta la tabella presente nell'Eurocodice 5 che prescrive il tipo di trattamento in funzione della classe di servizio [EC-5 sez. 4.1].



Tabella 1.15: trattamento anti corrosione previsto a seconda della classe di servizio

Mezzi di unione	Classe di servizio*		
	1	2	3
Chiodi e viti con $d \leq 4$ mm	Nessuna protezione	Fe/Zn 12c**	Fe/Zn 25c**
Bulloni, spinotti, chiodi e viti con $d > 4$ mm	Nessuna protezione	Nessuna protezione	Fe/Zn 25c**
Cambrette	Fe/Zn 12c**	Fe/Zn 12c**	Acciaio inossidabile
Mezzi di unione a piastra metallica punzonata e piastre di acciaio fino a 3 mm di spessore	Fe/Zn 12c**	Fe/Zn 12c**	Acciaio inossidabile
Piastre di acciaio da 3 mm fino a 5 mm di spessore	Nessuna protezione	Fe/Zn 12c**	Fe/Zn 25c**
Piastre di acciaio di spessore maggiore di 5 mm	Nessuna protezione	Nessuna protezione	Fe/Zn 25c**
* Se si utilizza la zincatura a caldo, si raccomanda che Fe/Zn 12c sia sostituito da Z275 e Fe/Zn 25c da Z350 in conformità alla EN 10147.			
** Per condizioni particolarmente corrosive, si raccomanda di prendere in considerazione una zincatura a caldo di maggiore spessore, oppure l'acciaio inossidabile.			

### 1.8.9 Resistenza al fuoco

I mezzi di unione metallici e le altre connessioni strutturali devono, laddove necessario, essere protette dall'azione diretta del fuoco.

Le viti EFG PowerCut a filetto ridotto, HECO Topix 449 e EFG PowerBuild a tutto filetto e le viti a doppio filetto HECO Topix-CC 489A Combi connect hanno una classificazione di resistenza al fuoco di classe A1 (prodotti incombustibili) secondo la norma EN 113501-1:2007 + A1:2009.

Ovviamente nella progettazione di una connessione soggetta al fuoco è necessario tenere in considerazione il meccanismo di degrado termico del legno. Tralasciando i metodi di verifica delle parti lignee (riportate nella sezione dell'Eurocodice 5 EN 1995-1-2), per le unioni vengono distinti fondamentalmente tre casi: unioni non protette con piastre esterne di acciaio, unioni non protette con elementi laterali in legno e unioni protette (con tappi protettivi o pannelli di legno).

La prima tipologia prevede il raggiungimento di una resistenza al fuoco massima di R30 a condizione che:

- tali piastre siano esposte al fuoco solo su un lato;
- le stesse piastre abbiano uno spessore minimo di 6 mm;
- il rapporto tra carico e capacità portante nella progettazione a temperatura ordinaria non superi il valore  $\eta_{30} = 0,45$ .

Per le altre tipologie se le connessioni soddisfano i requisiti di resistenza strutturale previsti dalla normativa EN 1995-1-1 si considera implicitamente soddisfatta una resistenza al fuoco R15 pari a 15 minuti. Per ottenere valori di resistenza R maggiori è necessario aumentare lo spessore dell'elemento ligneo e la distanza dai bordi del valore:

$$a_{fi} = \beta_0 * (t_{fi,req} - 15)$$

Dove:

$\beta_0$  è la velocità di carbonizzazione tabellata

$t_{fi,req}$  è il tempo di resistenza richiesto

Per ulteriori prescrizioni circa le sezioni minime dei pannelli in caso di unioni non protette con pannelli in legno e unioni protette si rimanda alla norma già citata EN 1995-1-2.



2



## ESEMPI APPLICATIVI

## 2 ESEMPI APPLICATIVI

### 2.1 Esempio 1: Rinforzo in zona di appoggio

In questo esempio è proposto il dimensionamento del rinforzo in zona di appoggio di una trave in legno lamellare di conifera. Come si vedrà nella procedura di calcolo, la trave non soddisfa la verifica a compressione ortogonale alle fibre (schiacciamento).

Il problema è stato risolto inserendo tre viti HECO Topix-CC CombiConnect 489A.

Le sole verifiche effettuate saranno quelle strettamente riguardanti il rinforzo.

#### 2.1.1 Dati di progetto

##### 2.1.1.1 Caratteristiche geometriche

- Sezione della trave:  $b=160\text{mm}$   $h=480\text{mm}$
- Dimensioni della piastra di appoggio:  $b_p=200\text{mm}$   $l_p=200\text{mm}$   $s_p=20\text{mm}$
- Larghezza dell'appoggio: 200mm

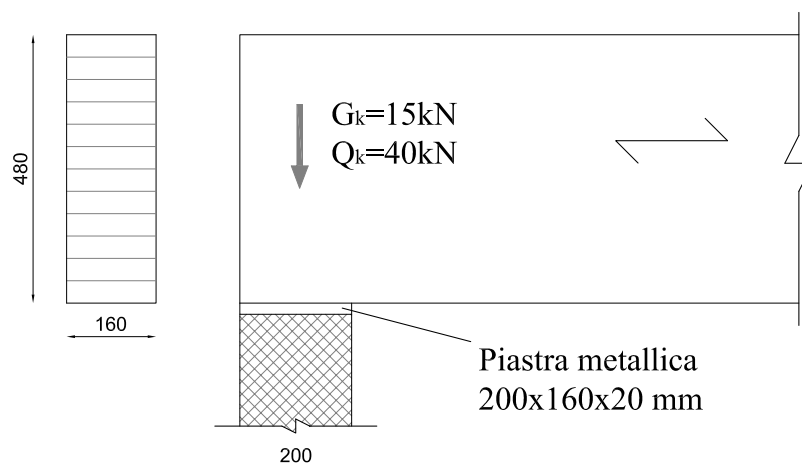


Figura 2-1

##### 2.1.1.2 Carichi e coefficienti di sicurezza

- Carico permanente (comprensivo degli elementi strutturali):  $G_k=15\text{kN}$
- Classe di durata del carico permanente (durata permanente):  $k_{mod}=0,6$
- Carico d'uso categoria A:  $Q_k=40\text{kN}$
- Classe di durata del carico d'uso (media durata):  $k_{mod}=0,8$
- Classe di servizio per la struttura: 1
- Coefficiente di sicurezza per le azioni permanenti:  $\gamma_G=1,3$
- Coefficiente di sicurezza per il carico d'uso:  $\gamma_Q=1,5$
- Coefficiente di sicurezza per la resistenza (unioni):  $\gamma_M=1,5$
- Coefficiente di sicurezza per la resistenza (legno lamellare):  $\gamma_M=1,45$

##### 2.1.1.3 Materiali

- La trave è realizzata in legno lamellare omogeneo GL24h (secondo EN 14080:2005), le caratteristiche di resistenza meccanica e le proprietà necessarie per le verifiche che si andranno ad eseguire sono qui riportate.

Tabella 2.1

Proprietà	Simbolo	GL24h
Resistenza caratteristica a compressione ortogonale alle fibre	$f_{c,90,k}$	2,5 N/mm <sup>2</sup>
Densità caratteristica	$\rho_k$	385 kg/m <sup>3</sup>

- Le viti con le quali è stata studiata la connessione sono le HECO Topix-CC 489A. le caratteristiche di resistenza meccanica e le proprietà necessarie per le verifiche che si andranno ad eseguire sono qui riportate.

Tabella 2.2

Proprietà	Simbolo	HECO Topix-CC 489A
Diametro nominale	d	8 mm
Diametro del nucleo filettato	d1	4,85 mm
Lunghezza della vite	lef	215 mm
Resistenza caratteristica a estrazione *	$f_{ax,k}$	12,5 N/mm <sup>2</sup>
* $\rho_a=350\text{kg/m}^3$		

## 2.1.2 Verifica agli stati limite ultimi

### 2.1.2.1 Combinazione di carico

A causa della variabilità della durata dei carichi presenti (permanente e media durata) si dovrebbero verificare due condizioni agli stati limite ultimi.

In questa trattazione si verificherà solo la combinazione che considera l'effetto simultaneo dei due carichi che sicuramente è anche la peggiore. È possibile rendersene conto effettuando il seguente rapporto:

$$\frac{\gamma_G \cdot G_k}{k_{\text{mod-permanente}}} < \frac{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k}{k_{\text{mod-media.durata}}} \rightarrow 32,5\text{kN} < 99,4\text{kN}$$

La forza di schiacciamento che sollecita la trave in corrispondenza dell'appoggio vale:

$$F_{c,90,d} = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k = 79,5\text{kN}$$

Dove:

$$\gamma_G = 1,3 \quad \gamma_Q = 1,5 \quad G_k = 15\text{kN} \quad Q_k = 40\text{kN}$$

### 2.1.2.2 Verifica a compressione ortogonale alle fibre senza il rinforzo

Secondo l'EC-5 la verifica da soddisfare nei confronti dello schiacciamento per compressione ortogonale alle fibre è [EC-5 sez. 86.1.5]:

$$\sigma_{c,90,d} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}$$

Con:

$\sigma_{c,90,d}$  pressione di schiacciamento di progetto

$f_{c,90,d}$  resistenza di progetto a compressione ortogonale alle fibre:  $f_{c,90,d} = (f_{c,90k} \cdot k_{\text{mod}}) / \gamma_M = 1,38\text{N} / \text{mm}^2$

$k_{c,90}$  coefficiente amplificativo della resistenza dipendente dalla distribuzione del carico. A favore di sicurezza, questo coefficiente viene considerato unitario ( $k_{c,90}=1$ ).

La pressione di schiacciamento di progetto si calcola come:

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{b \cdot l_{ef,1}} = 2,16N / mm^2$$

Dove:

$$F_{c,90,d} = 79,5kN \quad b = 160mm$$

$$l_{ef,1} = 100 + 30 = 230mm \text{ [EC-5 sez 6.1.5].}$$

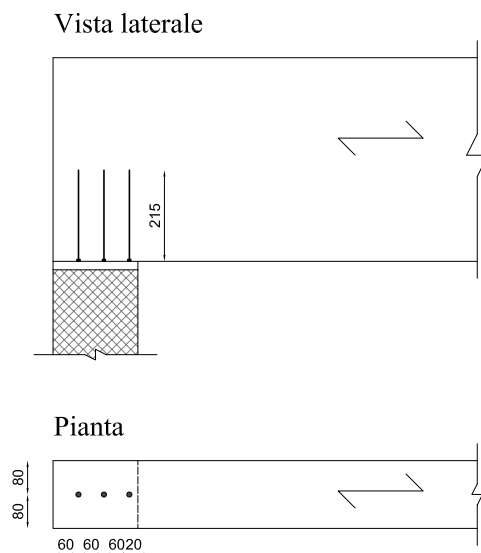
La verifica da esito negativo:

$$\sigma_{c,90,d} > k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} \rightarrow 2,16N / mm^2 > 1,38N / mm^2$$

**Verifica non soddisfatta**

### 2.1.2.3 Verifica a compressione ortogonale alle fibre con l'applicazione del rinforzo

Il rinforzo prevede l'inserimento in zona d'appoggio di 3 viti HECO Topix-CC 489A come rappresentato in figura.



**Figura 2-2**

La norma di prodotto relativa alla vite HECO Topix-CC 489A dedica una sezione al calcolo di questo tipo di rinforzo e ne propone la seguente formula di verifica [ETA-11/0284 sez. 2]:

$$R_{c,90,d} = \min \left\{ \begin{array}{l} R_{c,90,A} = k_{c,90} \cdot b \cdot l_{ef,1} \cdot f_{c,90,d} + n \cdot \min \{ R_{ax,d}; k_c \cdot N_{pl,d} \} \\ R_{c,90,B} = b \cdot l_{ef,2} \cdot f_{c,90,d} \end{array} \right.$$

Si analizza il contenuto della prima relazione:

$$R_{c,90,A} = k_{c,90} \cdot b \cdot l_{ef,1} \cdot f_{c,90,d} + n \cdot \min \{ R_{ax,d}; k_c \cdot N_{pl,d} \}$$

Dove:

$$k_{c,90} = 1 \quad b = 160mm \quad l_{ef,1} = 230m \quad f_{c,90,d} = 1,38N / mm^2 \text{ come visto in precedenza.}$$

$n = 3$  è il numero di viti.

$R_{ax,d}$  è la forza di progetto di estrazione/infissione della vite [EC-5 sez. 8.7.2]:

$$R_{ax,\alpha,Rk} = \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} = 23,2kN$$

$$R_{ax,\alpha,Rd} = \frac{R_{ax,\alpha,Rk}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = 12,3kN$$

Con:

$$\alpha = 90^\circ \quad d = 8mm \quad l_{ef} = 215mm \quad \rho_k = 385kg/m^3 \quad k_{mod} = 0,8 \quad \gamma_M = 1,5$$

$N_{pl,d}$  è la forza plastica di trazione di progetto relativa alla sezione del nucleo della vite.

$$N_{pl,k} = \pi \cdot \frac{d_1^2}{4} \cdot f_{y,k} = 16,6kN$$

$$N_{pl,d} = \frac{N_{pl,k}}{\gamma_{M1}} = 15,1kN$$

Con:

$$d_1 = 4,85mm \quad f_{y,k} = 900N/mm^2 \quad \gamma_{M1} = 1,10$$

$k_c$  è un coefficiente che tiene conto della possibilità della crisi per instabilità della vite nel legno

$$k_c = 1 \quad \text{se } \bar{\lambda}_k^2 \leq 0,2$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \bar{\lambda}_k^2}}, \quad \text{con } k = 0,5 \cdot \left[ 1 + 0,49 \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + \bar{\lambda}_k^2 \right] \quad \text{se } \bar{\lambda}_k^2 > 0,2$$

Dove:

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{N_{pl,k}}{N_{ki,k}}} \quad \text{è la snellezza relativa}$$

Con  $N_{ki,k}$  calcolabile secondo la trattazione di Bejtka (2003) dalla seguente relazione:

$$N_{ki,k} = \sqrt{c_h \cdot E_s \cdot I_s}$$

Dove:

$$c_h = (0,19 + 0,012 \cdot d) \cdot \rho_k \cdot \left( \frac{90^\circ + \alpha}{180} \right) = 110,1N/mm^2 \quad \text{con: } d = 8mm \quad \alpha = 90^\circ \quad \rho_k = 385kg/m^3$$

$$E_s = 210000MPa$$

$$I_s = (\pi \cdot d_1^4) / 64 = 27,2mm^4 \quad \text{con: } d_1 = 4,85mm$$

Applicando le relazioni si ottiene:

$$N_{ki,k} = 25,1kN \rightarrow \bar{\lambda}_k = 0,81 \rightarrow k = 0,98 \rightarrow k_c = 0,65$$

È dunque possibile ottenere, per la prima delle due relazioni da analizzare:

$$R_{c,90,A} = k_{c,90} \cdot b \cdot l_{ef,1} \cdot f_{c,90,d} + n \cdot \min \{ R_{ax,d}; k_c \cdot N_{pl,d} \} = 80,0kN$$

Per quanto riguarda la seconda relazione si ha:

$$R_{c,90,B} = b \cdot l_{ef,2} \cdot f_{c,90,d} = 87,2kN$$

Dove:

$$b = 160mm \quad f_{c,90,d} = 1,38MPa$$

$$l_{ef,2} = l_{ef} + (n-1) \cdot a_1 + \min(l_{ef}; a_{1,CG}) = 395mm$$

Con:

$$n = 3 \quad l_{ef} = 215mm$$

$a_1 = 60mm$   $a_{1,CG} = 60mm$  sono le spaziatura e la distanza dal bordo (cfr Figura 2-2).

A questo punto è possibile calcolare la massima forza che può sopportare la trave dopo il rinforzo e effettuare la verifica:

$$R_{c,90,d} = \min\{R_{c,90,A}; R_{c,90,B}\} = 80,0kN$$

$$R_{c,90,d} > F_{c,90,d} \rightarrow 80,0kN > 79,5kN$$

**Verifica soddisfatta**

#### 2.1.2.4 Spaziature e distanze

Si riporta, schematicamente, una tabella con le distanze dai bordi e le spaziature adottate (cfr Figura 2-2) e quelle minime previste dalla norma di prodotto ETA-11/0284 (cfr Figura 1-8).

**Tabella 2.3**

	Valore adottato	Valore minimo ETA-11/0284
a1	60 mm	5 * d=40 mm
a1,CG	60 mm	5 * d=40 mm
a2,CG	80 mm	4 * d=32 mm



## 2.2 Esempio 2: Rinforzo di una trave con intaglio

In questo esempio è proposto il dimensionamento del rinforzo di una trave in legno lamellare di conifera avente un intaglio in prossimità dell'appoggio. Come si vedrà nella procedura di calcolo, la trave non soddisfa la verifica a taglio.

Il problema è stato risolto inserendo due viti Heco Topix 449.

Le sole verifiche effettuate saranno quelle strettamente riguardanti il rinforzo.

### 2.2.1 Dati di progetto

#### 2.2.1.1 Caratteristiche geometriche

- Sezione della trave:  $b=120\text{mm}$   $h=320\text{mm}$
- Dimensioni della base di appoggio:  $b_a=150\text{mm}$   $l_a=160\text{mm}$
- Altezza utile in corrispondenza dell'appoggio:  $h_{ef}=170\text{mm}$

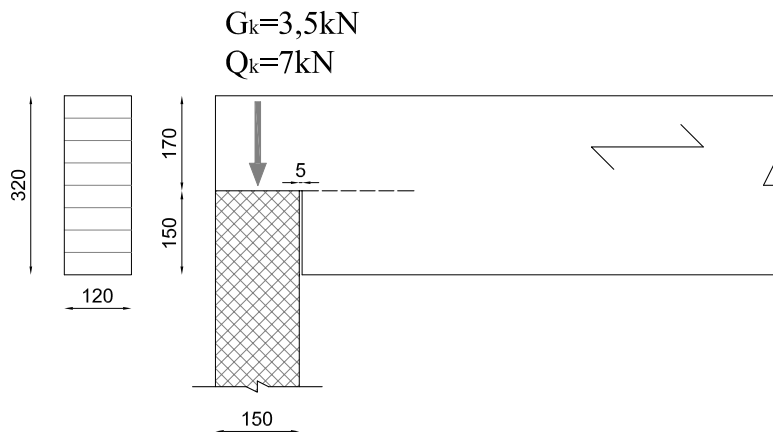


Figura 2-3

#### 2.2.1.2 Carichi e coefficienti di sicurezza

- Carico permanente (comprensivo degli elementi strutturali):  $G_k=3,5\text{kN}$
- Classe di durata del carico permanente (durata permanente):  $k_{mod}=0,6$
- Carico d'uso categoria A:  $Q_k=7\text{kN}$
- Classe di durata del carico d'uso (media durata):  $k_{mod}=0,8$
- Classe di servizio per la struttura: 1
- Coefficiente di sicurezza per le azioni permanenti:  $\gamma_G=1,3$
- Coefficiente di sicurezza per il carico d'uso:  $\gamma_Q=1,5$
- Coefficiente di sicurezza per la resistenza (unioni):  $\gamma_M=1,5$
- Coefficiente di sicurezza per la resistenza (legno lamellare):  $\gamma_M=1,45$

#### 2.2.1.3 Materiali

- La trave è realizzata in legno lamellare omogeneo GL24h (secondo EN 14080:2005), le caratteristiche di resistenza meccanica e le proprietà necessarie per le verifiche che si andranno ad eseguire sono qui riportate.

Tabella 2.4

Proprietà	Simbolo	GL24h
Resistenza caratteristica a taglio	$f_{v,d}$	3,5 MPa
Densità caratteristica	$\rho_k$	385 kg/m <sup>3</sup>

- Le viti con le quali è stata studiata la connessione sono le Heco Topix T 449. le caratteristiche di resistenza meccanica e le proprietà necessarie per le verifiche che si andranno ad eseguire sono qui riportate.

Tabella 2.5

Proprietà	Simbolo	Heco Topix 449
Diametro nominale	d	8 mm
Lunghezza della vite	lef	240 mm
Resistenza caratteristica a estrazione *	f <sub>ax,k</sub>	11,8 N/mm <sup>2</sup>
*ρ <sub>a</sub> =350kg/m <sup>3</sup>		

## 2.2.2 Verifica agli stati limite ultimi

### 2.2.2.1 Combinazione di carico

A causa della variabilità della durata dei carichi presenti (permanente e media durata) si dovrebbero verificare due condizioni agli stati limite ultimi.

In questa trattazione si verificherà solo la combinazione che considera l'effetto simultaneo dei due carichi che sicuramente è anche la peggiore. È possibile rendersene conto effettuando il seguente rapporto:

$$\frac{\gamma_G \cdot G_k}{k_{\text{mod-permanente}}} < \frac{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k}{k_{\text{mod-media.durata}}} \rightarrow 7,5kN < 18,8kN$$

La forza di taglio che sollecita la trave in corrispondenza dell'intaglio vale:

$$F_d = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k = 15,1kN$$

Dove:

$$\gamma_G = 1,3 \quad \gamma_Q = 1,5 \quad G_k = 3,5kN \quad Q_k = 7kN$$

### 2.2.2.2 Verifica a taglio senza il rinforzo [EC-5 6.1.7].

Secondo l'EC-5 la verifica da soddisfare nei confronti della crisi per taglio in prossimità dell'intaglio è:

$$\tau_{c,90,d} < k_v \cdot f_{v,d}$$

Con:

$$f_{c,90,d} \text{ è la resistenza di progetto del legno a taglio: } f_{v,d} = (f_{v,k} \cdot k_{\text{mod}}) / \gamma_M = 1,93N / mm^2$$

$\tau_{c,90,d}$  è l'azione tagliante di progetto, valutabile come:

$$\tau_d = \frac{1,5 \cdot F_d}{b_{ef} \cdot h_{ef}} = 1,65N / mm^2$$

Dove:

$$F_d = 15,1kN \quad h_{ef} = 170mm$$

$$b_{ef} = b \cdot k_{cr} = 80,4mm \text{ con } k_{cr} = 0,67 \text{ per legno lamellare incollato}$$

$k_v$  coefficiente riduttivo per tener conto della presenza dell'intaglio, valutabile come [EC-5 6.5.2]:

$$k_v = \min \left\{ \frac{1}{\sqrt{h} \cdot \left( \sqrt{\alpha_h(1-\alpha)} + 0,8 \cdot \frac{x}{h} \cdot \sqrt{\frac{1}{\alpha_h} - \alpha_h^2} \right)} \right\} = 0,48$$

Dove:

$k_n$  è un coefficiente che vale 6,5 per legno lamellare incollato

$\alpha_h = 0,53$  è il rapporto tra hef e h

$x = 80mm$  è la distanza il baricentro dell'appoggio e il bordo dell'intaglio.

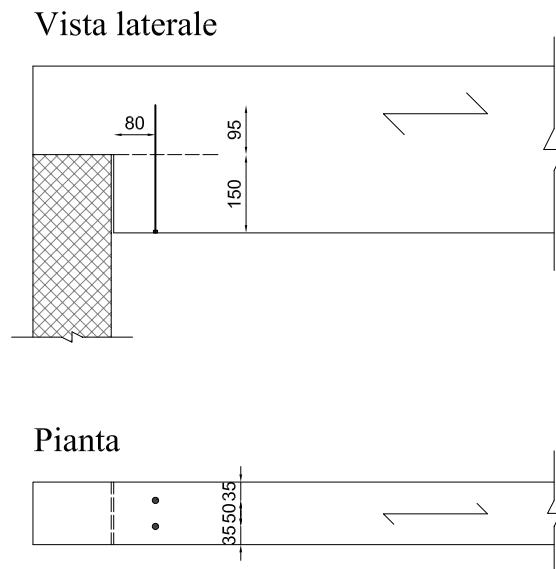
La verifica da esito negativo:

$$\tau_{c,90,d} > k_v \cdot f_{v,d} \rightarrow 1,65N/mm^2 > 0,93N/mm^2$$

**Verifica non soddisfatta**

### 2.2.2.3 Verifica a taglio con l'applicazione del rinforzo

Il rinforzo prevede l'inserimento di 2 viti Heco Topix 449 come rappresentato in figura.



**Figura 2-4**

Il rinforzo viene progettato per assorbire l'intera aliquota di sforzo tagliante. La forza di trazione a cui esso è sollecitato è calcolabile dalla seguente relazione contenuta nella norma di prodotto ETA 11/0284.

$$F_{t,90,d} = 1,3 \cdot F_d \cdot \left( 3 \cdot (1 - \alpha_h)^2 - 2 \cdot (1 - \alpha_h)^3 \right) = 8,9kN$$

Dove:

$$F_d = 15,1kN \quad \alpha_h = 0,53$$

La massima forza di progetto di trazione a cui può essere sollecitata la connessione si calcola come:

$$R_{ax,d,tot} = n_{ef} \cdot R_{ax,d}$$

Dove:

$n_{ef}$  è il numero efficace di viti, con n numero di viti [EC-5 sez 8.7.2]:  $n_{ef} = n^{0,9} = 1,87$

$R_{ax,d}$  è la massima forza di trazione di progetto per la singola vite [EC-5 sez. 8.7.2]:

$$R_{ax,\alpha,Rk} = \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} = 9,2kN$$

$$F_{ax,\alpha,Rd} = \frac{R_{ax,\alpha,Rk}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = 5,0kN$$

$$\alpha = 90^\circ \quad d = 8mm \quad f_{ax,k} = 11,8N/mm^2 \quad \rho_k = 385kg/m^3 \quad \rho_a = 350kg/m^3 \quad k_{mod} = 0,8 \quad \gamma_M = 1,5$$

$$l_{ef} = 90mm$$

A questo punto è possibile calcolare la massima forza che può sopportare la trave dopo il rinforzo e effettuare la verifica:

$$R_{ax,d,tot} = n_{ef} \cdot R_{ax,d} = 9,1kN$$

$$R_{ax,d,tot} > F_{t,90,d} \rightarrow 9,1kN > 8,9kN$$

**Verifica soddisfatta**

#### 2.2.2.4 Spaziature e distanze

Si riporta, schematicamente, una tabella con le distanze dai bordi e le spaziature adottate (cfr Figura 2-4 e) e quelle minime previste dall'Eurocodice 5 (cfr. Figura 1-8).

**Tabella 2.6**

	Valore adottato	Valore minimo EC-5 sez. 8.7.2
a2	50 mm	5 * d=40 mm
a1,CG	80 mm	10 * d=80 mm
a2,CG	35 mm	4 * d=32 mm

## 2.3 Esempio 3: Dimensionamento di una connessione trave-pilastro

In questo esempio è proposto il dimensionamento del giunto tra la trave e il pilastro di un telaio in legno lamellare di conifera. Il telaio è formato da due montanti (costituiti ciascuno da una coppia di elementi) e un traverso (costituito da un unico elemento). Si è ipotizzato che i pilastri siano collegati a terra mediante un vincolo del tipo a cerniera e che le forze orizzontali possano essere integralmente assorbite dal sistema di controvento schematizzato dal carrello (cfr Figura 2-5).

Il collegamento oggetto di studio è realizzato con viti EFG Powercut 249 A (cfr Figura 2-7).

Le sole verifiche effettuate saranno quelle strettamente riguardanti la connessione.

### 2.3.1 Dati di progetto

#### 2.3.1.1 Caratteristiche geometriche

- Luce della trave:  $l=5,00\text{m}$
- Altezza dei pilastri:  $h=3,00\text{m}$
- Interasse tra i telai:  $i=3,30\text{m}$
- Sezione della trave:  $b_t=120\text{mm}$   $h_t=320\text{mm}$
- Sezione del pilastro:  $b_p=100\text{mm}$   $h_p=160\text{mm}$

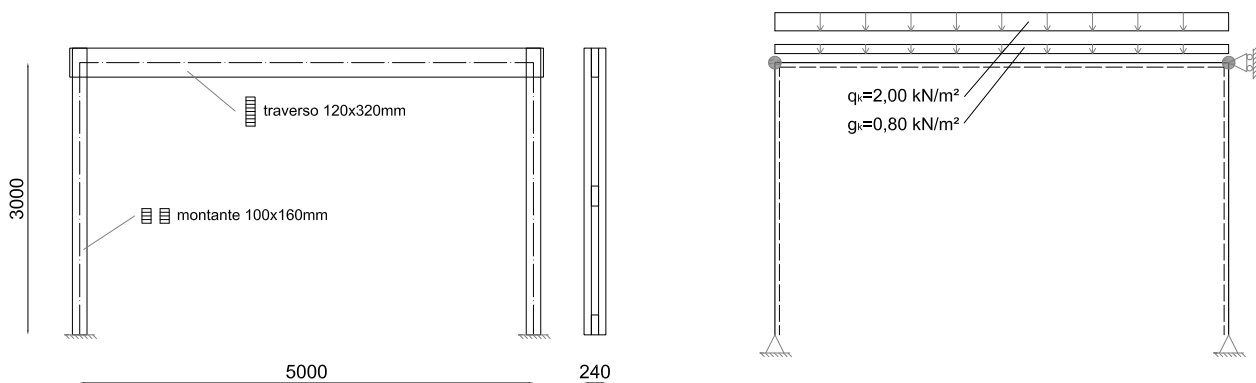


Figura 2-5

#### 2.3.1.2 Carichi e coefficienti di sicurezza

- Carico permanente (comprensivo degli elementi strutturali):  $g_k=0,8\text{kN/m}^2$
- Classe di durata del carico permanente (durata permanente):  $k_{mod}=0,6$
- Carico d'uso categoria A:  $q_k=2,0\text{kN/m}^2$
- Classe di durata del carico d'uso (media durata):  $k_{mod}=0,8$
- Classe di servizio per la struttura: 1
- Coefficiente di sicurezza per le azioni permanenti:  $\gamma_G=1,3$
- Coefficiente di sicurezza per il carico d'uso:  $\gamma_Q=1,5$
- Coefficiente di sicurezza per la resistenza (unioni):  $\gamma_M=1,5$

#### 2.3.1.3 Materiali

- La struttura è realizzata in legno lamellare omogeneo GL24h (secondo EN 14080:2005), le caratteristiche di resistenza meccanica e le proprietà necessarie per le verifiche che si andranno ad eseguire sono qui riportate.

Tabella 2.7

Proprietà	Simbolo	GL24h
Densità caratteristica	$\rho_k$	385 kg/m <sup>3</sup>

- Le viti con le quali è stata studiata la connessione sono le EFG Powercut 249, le caratteristiche di resistenza meccanica e le proprietà necessarie per le verifiche che si andranno ad eseguire sono qui riportate.

Tabella 2.8

Proprietà	Simbolo	EFG Powercut 249 TSP
Diametro nominale	d	10 mm
Diametro del nucleo filettato	d1	6 mm
Lunghezza della vite	l	300 mm
Lunghezza della parte filettata	lef	80 mm
Diametro della testa	dh	17,4 mm
Resistenza caratteristica a estrazione *	fax,k	13,4 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a estrazione da parte della testa *	fhead,k	18,4 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione	ftens,k	34,3 kN
Momento di snervamento caratteristico	My,k	33,6 Nm
*pa=450kg/m <sup>3</sup>		

### 2.3.2 Verifica agli stati limite ultimi

#### 2.3.2.1 Combinazione di carico

A causa della variabilità della durata dei carichi presenti (permanente e media durata) si dovrebbero verificare due condizioni agli stati limite ultimi.

In questa trattazione si verificherà solo la combinazione che considera l'effetto simultaneo dei due carichi che sicuramente è anche la peggiore. È possibile rendersene conto effettuando il seguente rapporto:

$$\frac{\gamma_G \cdot G_k}{k_{\text{mod-permanente}}} < \frac{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k}{k_{\text{mod-media.durata}}} \rightarrow 1,73 \text{ kN} / \text{m}^2 < 5,05 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Il carico di progetto derivato tenendo conto dei coefficienti di sicurezza vale QEd=13,3kN/m. Risolvendo la struttura si ottengono i seguenti diagrammi delle azioni.

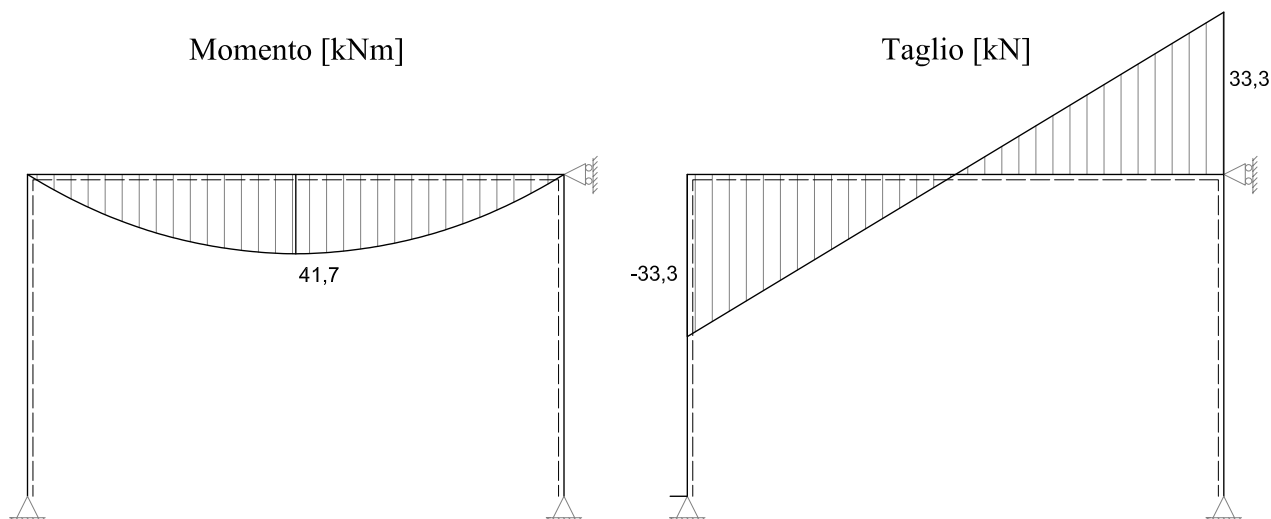


Figura 2-6

#### 2.3.2.2 Verifica a taglio della connessione

Visto lo schema statico che si è deciso di adottare, il tipo di connessione che si andrà a dimensionare, sarà progettato per resistere alla sola sollecitazione tagliante.

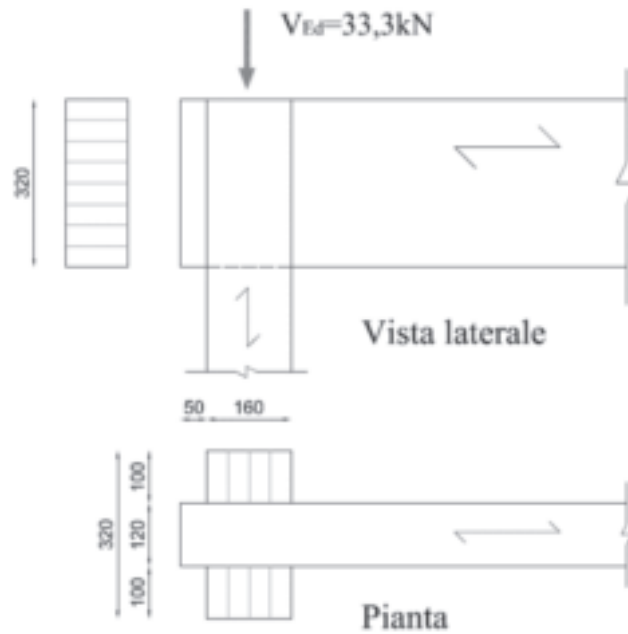


Figura 2-7

L'unione oggetto di studio è realizzata mediante viti EFG Powercut 249, inserite tutte dallo stesso lato e con ciascuna vite che è infissa in tutti e tre gli elementi (la coppia di montanti e il traverso), come indicato in figura.

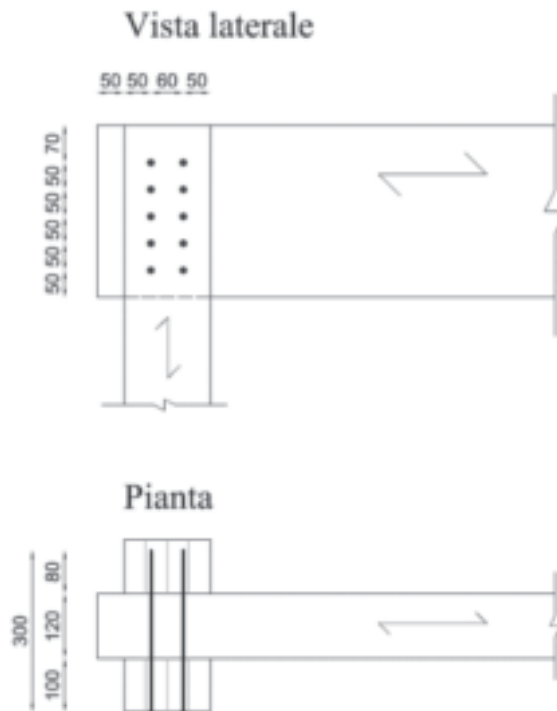


Figura 2-8

Si tratta quindi di una unione legno-legno a due piani di taglio. Il contributo caratteristico per ciascun connettore, per ciascun piano di taglio è valutabile mediante le formule di Johansen [EC-5 sez. 8.2.2] che, come già precisato nella parte di teoria, prevedono un'aliquota di puro taglio e una legata all'effetto cordata.

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \\ 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \left[ \sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{cases}$$

La vite ha un diametro nominale pari a 10mm. In entrambi i piani di taglio, il diametro presente sarebbe quello non filettato, però al lato della punta (cfr Figura 2-8), il gambo liscio penetra per meno di  $4 \cdot d$ , quindi, nelle relazioni appena viste, si deve considerare un diametro efficace pari a  $1,1 \cdot d_1$  [EC-5 sez. 8.7.1].

$$d_{ef} = 1,1 \cdot d_1 = 6,6mm$$

Osservando la figura e tenendo conto di quanto già detto al capitolo 1.8.4 le dimensioni di  $t_1$  e  $t_2$  dei due pezzi di legno sono:

$$t_1 = 80mm \quad t_2 = 120mm$$

Le resistenze a rifollamento vanno calcolate con le relazioni indicate per i bulloni, in quando  $def > 6mm$  [EC-5 sez 8.5.1].

Per i montanti, la direzione di applicazione del carico è parallela alle fibre, quindi  $\alpha = 0^\circ$ .

$$f_{h,1,0,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d_{ef}) \rho_k = 29,5N / mm^2$$

Per quanto riguarda il traverso, l'angolo tra la direzione delle fibre e la direzione del carico è pari a  $90^\circ$ :

$$f_{h,2,0,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d_{ef}) \rho_k = 29,5N / mm^2$$

$$f_{h,2,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = 19,6N / mm^2$$

Con  $k_{90} = 1,5$

Il rapporto tra le resistenze a rifollamento  $\beta$  vale:

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = 0,66$$

Il momento di snervamento fornito dal produttore vale:

$$M_{y,Rk} = 33,6Nm$$

Si noti che se tale valore fosse stato calcolato con la relazione fornita dall'EC-5, si sarebbe ottenuto:

$$f_{u,k} = \frac{4 \cdot f_{tens,k}}{d_1^2 \cdot \pi} = 1213N / mm^2 \quad M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d_{ef}^{2,6} = 49Nm$$

È bene quindi usare i valori forniti dal produttore che sono il risultato di adeguate campagne di test eseguiti secondo EN 14592:2009+A1.

Il contributo dovuto all'effetto cordata, per quanto riguarda le viti, dovrà essere stimato a partire dal valore minimo tra la resistenza caratteristica a estrazione dal lato della punta e la resistenza caratteristica all'attraversamento dell'elemento da parte della testa.

Per quanto riguarda la resistenza a estrazione, la relazione da usare è [EC-5 sez 8.7.2]:

$$F_{ax,\alpha,Rk} = \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} = 9,4kN$$



Dove:

$$\alpha = 90^\circ \quad d = 10\text{mm} \quad \rho_k = 385\text{kg/m}^3 \quad l_{ef} = 80\text{mm} \quad f_{ax,k} = 13,4\text{N/mm}^2 \quad \rho_a = 450\text{kg/m}^3$$

Per quanto riguarda la resistenza all'attraversamento dell'elemento da parte della testa, la relazione da usare è [EC-5 sez. 8.7.2]:

$$F_{ax,head,Rk} = f_{head,k} \cdot d_h^2 \cdot \left(\frac{\rho_k}{\rho_a}\right)^{0,8} = 4,9\text{kN}$$

Con:

$$d_{head} = 17,4\text{mm} \quad \rho_k = 385\text{kg/m}^3 \quad f_{head,k} = 18,4\text{N/mm}^2 \quad \rho_a = 450\text{kg/m}^3$$

La crisi viene quindi raggiunta per attraversamento dell'elemento da parte della testa.

$$F_{ax,k} = 4,9\text{kN}$$

Il contributo massimo dovuto all'effetto cordata ( $F_{ax,k}/4$ ), per le viti, dovrà essere inferiore al 100% dell'aliquota dovuta a Johansen [EC-5 sez. 8.2.2]. A questo punto si hanno tutti gli elementi necessari per calcolare la resistenza per la singola vite e per il singolo piano di taglio:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d = 15,5\text{kN} \\ 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d = 7,76\text{kN} \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \left[ \sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} = 5,4 + 1,22 = 6,62\text{kN} \\ 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} = 3,72 + 1,22 = 4,94\text{kN} \end{array} \right.$$

Il valore minimo è quello dell'ultima relazione. Si noti che il valore dell'effetto cordata è minore di quello di Johansen ( $1,22 < 3,65$ ), quindi può essere preso integralmente.

Non rimane che calcolare il numero efficace di connettori per ciascuna fila parallela alla fibratura, a tale scopo si usa la relazione [EC-5 sez. 8.5.1]:

$$n_{ef} = \min \left\{ \begin{array}{l} n \\ n^{0,9} \cdot \sqrt[4]{\frac{a_1}{13d}} \end{array} \right\} = 3,35$$

Dove:

$$n = 5 \text{ viti} \quad d = 10\text{mm} \quad a_1 = 50\text{mm}$$

A questo punto è possibile calcolare la massima forza che può sopportare la connessione e effettuare la verifica:

$$F_{v,Rk,tot} = n_{ef} \cdot F_{v,Rk} \cdot n_f \cdot n_{PT} = 66,2\text{kN}$$

$$F_{v,Rd,tot} = \frac{F_{v,Rd,tot}}{\gamma_M} k_{mod} = 35,3\text{kN}$$

Dove:

$n_f = 2$  è il numero di file e  $n_{PT} = 2$  è il numero di piani di taglio.

$$F_{v,Rd,tot} > V_{Ed} \rightarrow 35,3\text{kN} > 33,3\text{kN}$$

**Verifica soddisfatta**

### 2.3.2.3 Spaziature e distanze

Si riporta, schematicamente, una tabella con le distanze dai bordi e le spaziature adottate (cfr Figura 2-8) e quelle minime previste dall'Eurocodice 5 (cfr Figura 1-7).

**Tabella 2.9 Spaziature minime al lato della traverso ( $\alpha=90^\circ$ )**

	Valore adottato	Valore minimo EC-5 sez. 8.5.1
a1	60 mm	4 * d=40 mm
a2	50 mm	4 * d=40 mm
a3,c	100 mm	7 * d=70 mm
a4,t	70 mm	4 * d=40 mm
a4,c	50 mm	3 * d=30 mm

**Tabella 2.10 Spaziature minime al lato del montante ( $\alpha=0^\circ$ )**

	Valore adottato	Valore minimo EC-5 sez. 8.5.1
a1	50 mm	5 * d=50 mm
a2	60 mm	4 * d=40 mm
a3,c	70 mm	4 * d=40 mm
a4,c	50 mm	3 * d=30 mm

## 2.4 Esempio 4: Giunto tra trave principale e secondaria di un solaio interpiano

In questo esempio è proposto il dimensionamento di un giunto a T tra una trave e un travetto, entrambi in legno lamellare di conifera. Il collegamento oggetto di studio è realizzato con viti HECO Topix-CC 489A inclinate a 45° (cfr Figura 2-9).

Le sole verifiche effettuate saranno quelle strettamente riguardanti la connessione.

### 2.4.1 Dati di progetto

#### 2.4.1.1 Caratteristiche geometriche

- Sezione della trave:  $b_1=160\text{mm}$   $h_1=400\text{mm}$
- Sezione del travetto:  $b_2=120$   $h_2=200\text{mm}$

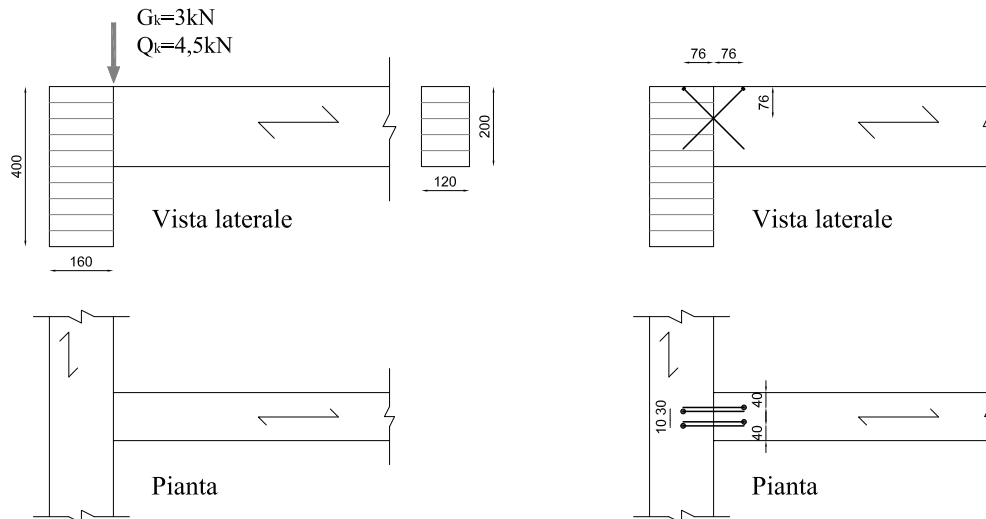


Figura 2-9

#### 2.4.1.2 Carichi e coefficienti di sicurezza

- Carico permanente (comprensivo degli elementi strutturali):  $G_k=3\text{kN}$
- Classe di durata del carico permanente (durata permanente):  $k_{mod}=0,6$
- Carico d'uso categoria A:  $Q_k=4,5\text{kN}$
- Classe di durata del carico d'uso (media durata):  $k_{mod}=0,8$
- Classe di servizio per la struttura: 1
- Coefficiente di sicurezza per le azioni permanenti:  $\gamma_G=1,3$
- Coefficiente di sicurezza per il carico d'uso:  $\gamma_Q=1,5$
- Coefficiente di sicurezza per la resistenza (unioni):  $\gamma_M=1,5$

#### 2.4.1.3 Materiali

- La struttura è realizzata in legno lamellare omogeneo GL24h (secondo EN 14080:2005), le caratteristiche di resistenza meccanica e le proprietà necessarie per le verifiche che si andranno ad eseguire sono qui riportate.

Tabella 2.11

Proprietà	Simbolo	GL24h
Densità caratteristica	$\rho_k$	385 kg/m <sup>3</sup>

- Le viti con le quali è stata studiata la connessione sono le HECO Topix-CC 489A. le caratteristiche di resistenza meccanica e le proprietà necessarie per le verifiche che si andranno ad eseguire sono qui riportate.

Tabella 2.12

Proprietà	Simbolo	HECO Topix-CC 489A
Diametro nominale	d	6 mm
Diametro del nucleo filettato	d1	3,45 mm
Lunghezza della vite	lef	215 mm
Resistenza caratteristica a estrazione *	fax,k	12,5 N/mm <sup>2</sup>
*ρa=350kg/m <sup>3</sup>		

## 2.4.2 Verifica agli stati limite ultimi

### 2.4.2.1 Combinazione di carico

A causa della variabilità della durata dei carichi presenti (permanente e media durata) si dovrebbero verificare due condizioni agli stati limite ultimi.

In questa trattazione si verificherà solo la combinazione che considera l'effetto simultaneo dei due carichi che sicuramente è anche la peggiore. È possibile rendersene conto effettuando il seguente rapporto

$$\frac{\gamma_G \cdot G_k}{k_{\text{mod-permanente}}} < \frac{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k}{k_{\text{mod-media.durata}}} \rightarrow 6,5kN < 13,3kN$$

La forza di taglio che sollecita la trave in corrispondenza dell'appoggio vale:

$$V_{Ed} = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k = 10,7kN$$

Dove:

$$\gamma_G = 1,3 \quad \gamma_Q = 1,5 \quad G_k = 3kN \quad Q_k = 4,5kN$$

### 2.4.2.2 Verifica a taglio al lato della trave

Come è possibile dedurre dalla figura, la trave è sollecitata da una forza che mette in trazione il tratto di vite superiore e in compressione il tratto di vite inferiore.

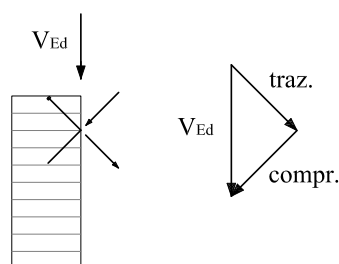


Figura 2-10

Si calcola ora la massima forza che può sopportare ciascun tratto di vite:

- Vite in trazione

La relazione da usare è [EC-5 SEZ. 8.7.2]:

$$R_{ax,T,\alpha,Rk} = \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} = 8,7kN$$

$$R_{ax,T,\alpha,Rd} = \frac{R_{ax,\alpha,Rk}}{\gamma_M} \cdot k_{\text{mod}} = 4,6kN$$

Dove:

$$d = 6\text{mm} \quad f_{ak,k} = 12,5\text{N/mm}^2 \quad \alpha = 90^\circ \quad \rho_k = 385\text{kg/m}^3 \quad \rho_a = 350\text{kg/m}^3 \quad k_{\text{mod}} = 0,8 \quad \gamma_M = 1,5$$

- Vite in compressione

La relazione da usare è la stessa usata per la vite in trazione, con il medesimo risultato, vista la disposizione delle viti.

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = 4,6\text{kN}$$

In questo caso, bisogna anche considerare la possibilità di crisi per instabilità della vite, calcolabile secondo la norma di prodotto ETA-11/0284 dalla relazione:

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = k_c \cdot N_{pl,d}$$

Dove:

$N_{pl,d}$  è la forza plastica di trazione di progetto relativa alla sezione del nucleo della vite.

$$N_{pl,k} = \pi \cdot \frac{d_1^2}{4} \cdot f_{y,k} = 8,4\text{kN}$$

$$N_{pl,d} = \frac{N_{pl,k}}{\gamma_{M1}} = 7,6\text{N}$$

Con:

$$d_1 = 3,45\text{mm} \quad f_{y,k} = 900\text{N/mm}^2 \quad \gamma_{M1} = 1,10$$

$k_c$  è un coefficiente che tiene conto della possibilità della crisi per instabilità della vite nel legno

$$k_c = 1 \quad \text{se } \bar{\lambda}_k^2 \leq 0,2$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \bar{\lambda}_k^2}}, \quad \text{con } k = 0,5 \cdot \left[ 1 + 0,49 \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + \bar{\lambda}_k^2 \right] \quad \text{se } \bar{\lambda}_k^2 > 0,2$$

Dove:

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{N_{pl,k}}{N_{ki,k}}} \quad \text{è la snellezza relativa}$$

Con  $N_{ki,k}$  calcolabile secondo la trattazione di Bejtka (2003) dalla seguente relazione:

$$N_{ki,k} = \sqrt{c_h \cdot E_s \cdot I_s}$$

Dove:

$$c_h = (0,19 + 0,012 \cdot d) \cdot \rho_k \cdot \left( \frac{90^\circ + \alpha}{180} \right) = 101\text{N/mm}^2 \quad \text{con: } d = 6\text{mm} \quad \alpha = 90^\circ \quad \rho_k = 385\text{kg/m}^3$$

$$E_s = 210000\text{MPa}$$

$$I_s = (\pi \cdot d_1^4) / 64 = 6,95\text{mm}^4 \quad \text{con: } d_1 = 3,45\text{mm}$$

Applicando le relazioni si ottiene:

$$N_{ki,k} = 12,1\text{kN} \rightarrow \bar{\lambda}_k = 0,83 \rightarrow k = 1 \rightarrow k_c = 0,64$$

È dunque possibile ottenere dalla relazione iniziale:

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = k_c \cdot N_{pl,d} = 4,86kN$$

La vite compressa non va in crisi per instabilità, quindi:

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = 4,6kN$$

Proiettando le forze calcolate nella direzione della forza di taglio sollecitante, tenendo conto che vi sono due coppie di viti, è possibile calcolare il taglio resistente ed effettuare la verifica:

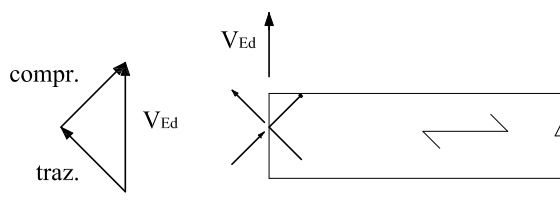
$$V_{Rd} = (2 \cdot R_{ax,T,\alpha,Rd} + 2 \cdot R_{ax,C,\alpha,Rd}) \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 13,1kN$$

$$V_{Rd} > V_{Ed} \rightarrow 13,1kN > 10,7kN$$

**Verifica soddisfatta**

### 2.4.2.3 Verifica a taglio al lato del travetto

Come è possibile dedurre dalla figura, il travetto è sollecitato da una forza che mette in compressione il tratto di vite superiore e in trazione il tratto di vite inferiore.



**Figura 2-11**

Si calcola ora la massima forza che può sopportare ciascun tratto di vite:

- Vite in trazione

La relazione da usare è [EC-5 SEZ. 8.7.2]:

$$R_{ax,T,\alpha,Rk} = \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} = 7,9kN$$

$$R_{ax,T,\alpha,Rd} = \frac{F_{ax,\alpha,Rk}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = 4,2kN$$

Dove:

$$d = 6mm \quad f_{ax,k} = 12,5N/mm^2 \quad \alpha = 45^\circ \quad \rho_k = 385kg/m^3 \quad \rho_a = 350kg/m^3 \quad k_{mod} = 0,8 \quad \gamma_M = 1,5$$

- Vite in compressione

La relazione da usare è la stessa usata per la vite in trazione, con il medesimo risultato, vista la disposizione delle viti.

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = 4,2kN$$

In questo caso, bisogna anche considerare la possibilità di crisi per instabilità della vite, calcolabile, come visto per la trave principale, secondo la norma di prodotto ETA-11/0284 dalla relazione:

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = k_c \cdot N_{pl,d} = 4,6kN$$

Dove:

$$N_{pl,k} = \pi \cdot \frac{d_1^2}{4} \cdot f_{y,k} = 8,4kN \quad N_{pl,d} = \frac{N_{pl,k}}{\gamma_{M1}} = 7,6N$$

$$c_h = (0,19 + 0,012 \cdot d) \cdot \rho_k \cdot \left( \frac{90^\circ + \alpha}{180} \right) = 75,6 N / mm^2 \text{ con: } \alpha = 45^\circ$$

$$E_s = 210000 MPa \quad I_s = (\pi \cdot d_1^4) / 64 = 6,95 mm^4$$

$$N_{ki,k} = 10,5 kN \rightarrow \bar{\lambda}_k = 0,89 \rightarrow k = 1,06 \rightarrow k_c = 0,61$$

La vite compressa non va in crisi per instabilità, quindi:

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = 4,2 kN$$

Si calcola ora il numero efficace di viti, tenendo conto che vi sono due coppie di viti, [EC-5 sez. 8.7.2]:

$$n_{ef} = n^{0,9} = 2^{0,9} = 1,87$$

Proiettando le forze calcolate nella direzione della forza di taglio sollecitante, è possibile calcolare il taglio resistente ed effettuare la verifica:

$$V_{Rd} = 1,87 \cdot (R_{ax,T,\alpha,Rd} + R_{ax,C,\alpha,Rd}) \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 11,1 kN$$

$$V_{Rd} > V_{Ed} \rightarrow 11,1 kN > 10,7 kN$$

**Verifica soddisfatta**

#### 2.4.2.4 Spaziature e distanze

Si riporta, schematicamente, una tabella con le distanze dai bordi e le spaziature adottate (cfr Figura 2-9) e quelle minime previste dalla norma di prodotto ETA-11/0284 (cfr Figura 1-8).

**Tabella 2.13 Spaziature minime al lato del travetto**

	Valore adottato	Valore minimo ETA-11/0284
a2	30 mm	2,5 * d=15 mm
a1,CG	38 mm	5 * d=30 mm
a2,CG	40 mm	4 * d=24 mm

**Tabella 2.14 Spaziature minime al lato della trave**

	Valore adottato	Valore minimo ETA-11/0284
a2	30 mm	2,5 * d=15 mm
a1,CG	38 mm	5 * d=30 mm

## 2.5 Esempio 5: Giunto tra trave principale e secondaria di un solaio interpiano

In questo esempio è proposto il dimensionamento di un giunto a T tra una trave e un travetto tra loro inclinati di un angolo di  $45^\circ$ , entrambi in legno lamellare di conifera.

Nel dimensionare il collegamento, si sono fatte due scelte progettuali tra loro indipendenti. Nel primo caso, il giunto è stato pensato con viti HECO Topix-CC 489A inclinate a  $45^\circ$ ; nel secondo caso, è stato pensato con viti EFG Powercut 269 a testa bombata. Le modalità di sollecitazione e l'efficienza dei due sistemi di fissaggio, come si vedrà nella trattazione, sono diverse.

Le sole verifiche effettuate saranno quelle strettamente riguardanti la connessione.

### 2.5.1 Dati di progetto

#### 2.5.1.1 Caratteristiche geometriche

- Sezione della trave:  $b_1=160\text{mm}$   $h_1=400\text{mm}$
- Sezione del travetto:  $b_2=140$   $h_2=240\text{mm}$

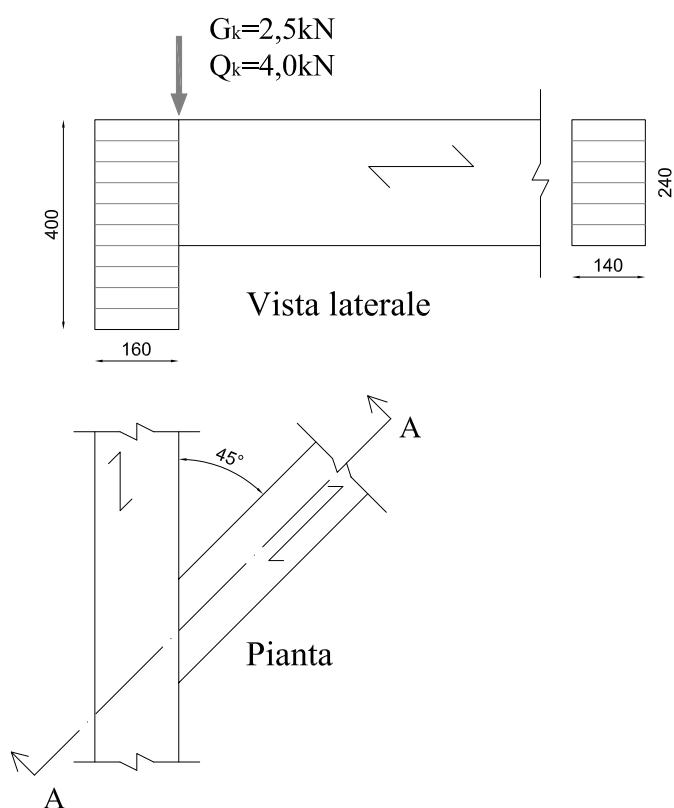


Figura 2-12

#### 2.5.1.2 Carichi e coefficienti di sicurezza

- Carico permanente (comprensivo degli elementi strutturali):  $G_k=2,5\text{kN}$
- Classe di durata del carico permanente (durata permanente):  $k_{mod}=0,6$
- Carico d'uso categoria A:  $Q_k=4,0\text{kN}$
- Classe di durata del carico d'uso (media durata):  $k_{mod}=0,8$
- Classe di servizio per la struttura: 1
- Coefficiente di sicurezza per le azioni permanenti:  $\gamma_G=1,3$
- Coefficiente di sicurezza per il carico d'uso:  $\gamma_Q=1,5$
- Coefficiente di sicurezza per la resistenza (unioni):  $\gamma_M=1,5$



### 2.5.1.3 Materiali

- La struttura è realizzata in legno lamellare omogeneo GL24h (secondo EN 14080:2005), le caratteristiche di resistenza meccanica e le proprietà necessarie per le verifiche che si andranno ad eseguire sono qui riportate.

Tabella 2.15

Proprietà	Simbolo	GL24h
Densità caratteristica	$\rho_k$	385 kg/m <sup>3</sup>

- Le viti con le quali è stata studiata la connessione sono le HECO Topix-CC 489A, in un caso e le EFG Powercut 269 a testa bombata nell'altro. Le caratteristiche di resistenza meccanica e le proprietà necessarie per le verifiche che si andranno ad eseguire sono qui riportate.

Tabella 2.16

Proprietà	Simbolo	HECO Topix-CC 489A
Diametro nominale	d	8 mm
Diametro del nucleo filettato	d1	4,85 mm
Lunghezza della vite	lef	270 mm
Resistenza caratteristica a estrazione *	fax,k	12,5 N/mm <sup>2</sup>
*pa=350kg/m <sup>3</sup>		

Tabella 2.17

Proprietà	Simbolo	EFG Powercut 269 TB
Diametro nominale	d	8 mm
Diametro del nucleo filettato	d1	5,1 mm
Lunghezza della vite	l	220 mm
Lunghezza della parte filettata	lef	80 mm
Diametro della testa	dh	22 mm
Resistenza caratteristica a estrazione *	fax,k	14,0 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a estrazione da parte della testa *	fhead,k	28,2 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione	ftens,k	24,7 kN
Momento di snervamento caratteristico	My,k	21,7 Nm
*pa=450kg/m <sup>3</sup>		

## 2.5.2 Verifica agli stati limite ultimi impiegando viti HECO Topix-CC 489A

### 2.5.2.1 Combinazione di carico

A causa della variabilità della durata dei carichi presenti (permanente e media durata) si dovrebbero verificare due condizioni agli stati limite ultimi.

In questa trattazione si verificherà solo la combinazione che considera l'effetto simultaneo dei due carichi che sicuramente è anche la peggiore. È possibile rendersene conto effettuando il seguente rapporto:

$$\frac{\gamma_G \cdot G_k}{k_{\text{mod-permanente}}} < \frac{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k}{k_{\text{mod-media.durata}}} \rightarrow 5,4 \text{ kN} < 6,0 \text{ kN}$$

La forza di taglio che sollecita la trave in corrispondenza dell'appoggio vale:

$$V_{Ed} = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k = 9,25kN$$

Dove:

$$\gamma_G = 1,3 \quad \gamma_Q = 1,5 \quad G_k = 2,5kN \quad Q_k = 4,0kN$$

### 2.5.2.2 Configurazione del giunto

La soluzione progettuale (cfr Figura 2-13) vede le viti sollecitate prevalentemente in direzione longitudinale.

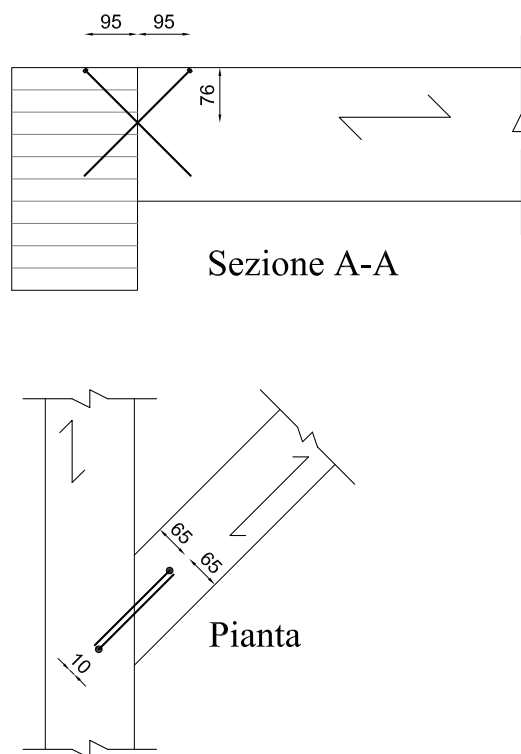


Figura 2-13

### 2.5.2.3 Verifica a taglio al lato della trave

Come è possibile dedurre dalla figura, la trave è sollecitata da una forza che mette in trazione il tratto di vite superiore e in compressione il tratto di vite inferiore.

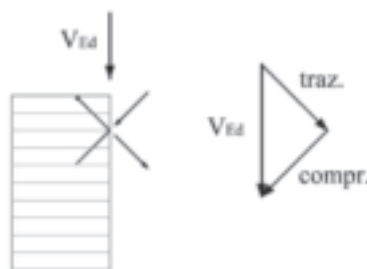


Figura 2-14

Si calcola ora la massima forza che può sopportare ciascun tratto di vite:

- Vite in trazione

La relazione da usare è quella proposta al paragrafo [EC-5 sez. 8.7.2]:

$$R_{ax,T,\alpha,Rk} = \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} = 13,2kN$$

$$R_{ax,T,\alpha,Rd} = \frac{R_{ax,\alpha,Rk}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = 7,1kN$$

Dove:

$$d = 8mm \quad f_{ak,k} = 12,5N/mm^2 \quad \alpha = 45^\circ \quad \rho_k = 385kg/m^3 \quad \rho_a = 350kg/m^3 \quad k_{mod} = 0,8 \quad \gamma_M = 1,5$$

- Vite in compressione

La relazione da usare è la stessa usata per la vite in trazione, con il medesimo risultato, vista la disposizione delle viti.

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = 7,1kN$$

In questo caso, bisogna anche considerare la possibilità di crisi per instabilità della vite, calcolabile secondo la norma di prodotto ETA-11/0284 dalla relazione:

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = k_c \cdot N_{pl,d}$$

Dove:

$N_{pl,d}$  è la forza plastica di trazione di progetto relativa alla sezione del nucleo della vite.

$$N_{pl,k} = \pi \cdot \frac{d_1^2}{4} \cdot f_{y,k} = 16,6kN$$

$$N_{pl,d} = \frac{N_{pl,k}}{\gamma_{M1}} = 15,1N$$

Con:

$$d_1 = 4,85mm \quad f_{y,k} = 900N/mm^2 \quad \gamma_{M1} = 1,10$$

$k_c$  è un coefficiente che tiene conto della possibilità della crisi per instabilità della vite nel legno

$$k_c = 1 \quad \text{se } \bar{\lambda}_k^2 \leq 0,2$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 + \bar{\lambda}_k^2}}, \quad \text{con } k = 0,5 \cdot \left[ 1 + 0,49 \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + \bar{\lambda}_k^2 \right] \quad \text{se } \bar{\lambda}_k^2 > 0,2$$

Dove:

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{N_{pl,k}}{N_{ki,k}}} \quad \text{è la snellezza relativa}$$

Con  $N_{ki,k}$  calcolabile secondo la trattazione di Bejtka (2003) dalla seguente relazione:

$$N_{ki,k} = \sqrt{c_h \cdot E_s \cdot I_s}$$

Dove:

$$c_h = (0,19 + 0,012 \cdot d) \cdot \rho_k \cdot \left( \frac{90^\circ + \alpha}{180} \right) = 82,6N/mm^2 \quad \text{con: } d = 8mm \quad \alpha = 45^\circ \quad \rho_k = 385kg/m^3$$

$$E_s = 210000MPa$$

$$I_s = (\pi \cdot d_1^4) / 64 = 27,2mm^4 \quad \text{con: } d_1 = 4,85mm$$

Applicando le relazioni si ottiene:

$$N_{ki,k} = 21,7kN \rightarrow \bar{\lambda}_k = 0,87 \rightarrow k = 1,04 \rightarrow k_c = 0,62$$

È dunque possibile ottenere dalla relazione iniziale:

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = k_c \cdot N_{pl,d} = 9,4kN$$

La vite compressa non va in crisi per instabilità, quindi:

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = 7,1kN$$

Proiettando la forza calcolate nella direzione della forza di taglio sollecitante è possibile calcolare il taglio resistente ed effettuare la verifica:

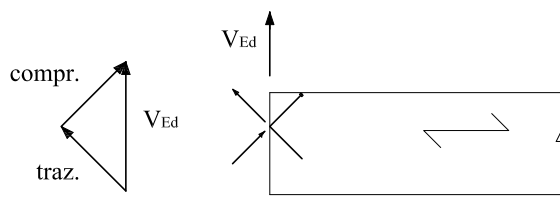
$$V_{Rd} = (R_{ax,T,\alpha,Rd} + R_{ax,C,\alpha,Rd}) \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 10,0kN$$

$$V_{Rd} > V_{Ed} \rightarrow 10,0kN > 9,25kN$$

**Verifica soddisfatta**

#### 2.5.2.4 Verifica a taglio al lato del travetto

Come è possibile dedurre dalla figura, il travetto è sollecitato da una forza che mette in compressione il tratto di vite superiore e in trazione il tratto di vite inferiore.



**Figura 2-15**

In questo caso, i risultati sono identici a quelli visti per la trave, visto che anche in questo caso l'angolo tra la direzione delle fibre e quella delle viti è di 45°, quindi:

- Vite in trazione

$$R_{ax,T,\alpha,Rd} = 7,1kN$$

- Vite in compressione

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = 7,1kN$$

Proiettando la forza calcolate nella direzione della forza di taglio sollecitante è possibile calcolare il taglio resistente ed effettuare la verifica:

$$V_{Rd} = (R_{ax,T,\alpha,Rd} + R_{ax,C,\alpha,Rd}) \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 10,0kN$$

$$V_{Rd} > V_{Ed} \rightarrow 10,0kN > 9,25kN$$

**Verifica soddisfatta**

#### 2.5.2.5 Spaziature e distanze

Si riporta, schematicamente, una tabella con le distanze dai bordi e le spaziature adottate (cfr Figura 2-9) e quelle minime previste dalla norma di prodotto ETA-11/0284 (cfr Figura 1-8).

Tabella 2.18 Spaziature minime al lato del travetto

	Valore adottato	Valore minimo ETA-11/0284
a1,CG	47 mm	5 * d=40 mm
a2,CG	65 mm	4 * d=32 mm

Tabella 2.19 Spaziature minime al lato della trave

	Valore adottato	Valore minimo ETA-11/0284
a1,CG	47 mm	5 * d=40 mm

## 2.5.3 Verifica agli stati limite ultimi impiegando viti EFG Powercut 269A testa bombata

### 2.5.3.1 Combinazione di carico

Il valore della forza di taglio già calcolata in precedenza vale:

$$V_{Ed} = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k = 9,25kN$$

### 2.5.3.2 Configurazione del giunto

La soluzione progettuale (cfr Figura 2-16) vede le viti sollecitate prevalentemente in direzione trasversale.

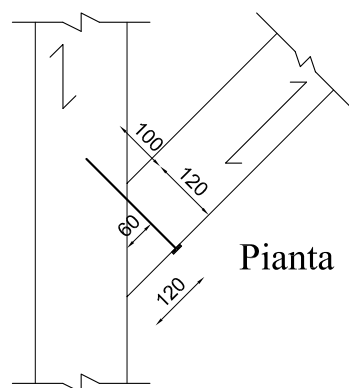
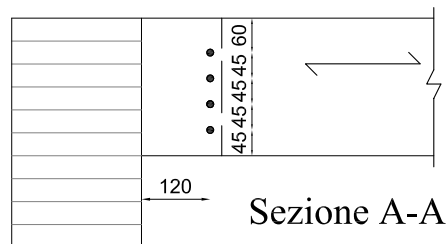


Figura 2-16

### 2.5.3.3 Verifica a taglio della connessione

Il tipo di connessione che si andrà a dimensionare, sarà progettato per resistere alla sola sollecitazione tagliante.

Si tratta quindi di una unione legno-legno a un piano di taglio. Il contributo caratteristico per ciascun connettore, è valutabile mediante le formule di Johansen [EC-5 sez. 8.2.1] che, come già precisato nella parte di teoria, prevedono un'aliquota di puro taglio e una legata all'effetto cordata.

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \\ f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d \\ \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \left[ \sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 \cdot \left[ 1 + \frac{t_2}{t_1} + \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \cdot \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \cdot \left( 1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \left[ \sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d}{1 + 2 \cdot \beta} \left[ \sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1 + 2 \cdot \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right.$$

La vite ha un diametro nominale pari a 8mm. Il diametro presente in corrispondenza del piano di taglio, sarebbe quello non filettato, però al lato della punta (cfr Figura 2-16), il gambo liscio penetra per meno di  $4 \cdot d$ , quindi, nelle relazioni appena viste, si deve considerare un diametro efficace pari a  $1,1 \cdot d_1$ .

$$d_{ef} = 1,1 \cdot d_1 = 5,6 \text{ mm}$$

Osservando la Figura 2-16 e tenendo conto di quanto già detto al capitolo 1.8.4 le dimensioni di  $t_1$  e  $t_2$  dei due pezzi di legno sono:

$$t_1 = 120 \text{ mm} \quad t_2 = 100 \text{ mm}$$

Le resistenze a rifollamento vanno calcolate con le relazioni indicate per i chiodi, in quando  $d_{ef} < 6 \text{ mm}$  (cfr).

$$f_{h,1,0,k} = f_{h,2,0,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d_{ef}) \rho_k^2 = 29,8 \text{ N/mm}^2$$

Il rapporto tra le resistenze a rifollamento  $\beta$  vale:

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = 1$$

Il momento di snervamento fornito dal produttore vale:

$$M_{y,Rk} = 21,7 \text{ Nm}$$

Si noti che se tale valore fosse stato calcolato con la relazione fornita dall'EC-5, si sarebbe ottenuto:

$$f_{u,k} = \frac{4 \cdot f_{tens,k}}{d_1^2 \cdot \pi} = 1210 \text{ N/mm}^2 \quad M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d_{ef}^{2,6} = 32 \text{ Nm}$$

È bene quindi usare i valori forniti dal produttore che sono il risultato di adeguate campagne di test eseguiti secondo EN 14592:2009+A1.

Il contributo dovuto all'effetto cordata, per quanto riguarda le viti, dovrà essere stimato a partire dal valore minimo tra la resistenza caratteristica a estrazione dal lato della punta e la resistenza caratteristica all'attraversamento dell'elemento da parte della testa.

Per quanto riguarda la resistenza a estrazione, tenendo in considerazione che il tratto filettato si trova nella trave principale ed è inclinato rispetto a questa di un angolo di  $45^\circ$ , la relazione da usare è [EC-5 sez. 8.7.2]:

$$F_{ax,\alpha,Rk} = \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} = 7,2 \text{ kN}$$

Dove:

$$\alpha = 45^\circ \quad d = 8\text{mm} \quad \rho_k = 385\text{kg/m}^3 \quad l_{ef} = 80\text{mm} \quad f_{ax,k} = 14,0\text{N/mm}^2 \quad \rho_a = 450\text{kg/m}^3$$

Per quanto riguarda la resistenza all'attraversamento dell'elemento da parte della testa, la relazione da usare è quella descritta al paragrafo (cfr):

$$F_{ax,head,Rk} = f_{head,k} \cdot d_h^2 \cdot \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} = 12,0\text{kN}$$

Con:

$$d_{head} = 22\text{mm} \quad \rho_k = 385\text{kg/m}^3 \quad f_{head,k} = 28,2\text{N/mm}^2 \quad \rho_a = 450\text{kg/m}^3$$

La crisi viene quindi raggiunta per estrazione dell'elemento dalla parte della punta.

$$F_{ax,k} = 7,2\text{kN}$$

Il contributo massimo dovuto all'effetto cordata,  $F_{ax,k}/4$  (cfr), per le viti, dovrà essere inferiore al 100% dell'aliquota dovuta a Johansen [EC-5 sez. 8.2.2].

A questo punto si hanno tutti gli elementi necessari per calcolare la resistenza per la singola vite e per il singolo piano di taglio:

$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d = 20,0\text{kN} \\ f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d = 16,7\text{kN} \\ \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1+\beta} \left[ \sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 \cdot \left[ 1 + \frac{t_2}{t_1} + \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \cdot \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \cdot \left( 1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} = 7,6 + 1,8 = 9,4\text{kN} \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2+\beta} \left[ \sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1+\beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2+\beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} = 7,2 + 1,8 = 9,0\text{kN} \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d}{1+2 \cdot \beta} \left[ \sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1+\beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1+2 \cdot \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} = 6,1 + 1,8 = 7,9\text{kN} \\ 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1+\beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} = 3,1 + 1,8 = 4,9\text{kN} \end{cases}$$

Il valore minimo è quello dell'ultima relazione. Si noti che il valore dell'effetto cordata è minore di quello di Johansen ( $3,1 < 1,8$ ), quindi può essere preso integralmente.

Il numero efficace di connettori è pari al numero di viti, poiché il carico è ortogonale alle fibre di entrambi gli elementi.

$$n_{ef} = 4$$

A questo punto è possibile calcolare la massima forza che può sopportare la connessione e effettuare la verifica:

$$F_{v,Rk,tot} = n_{ef} \cdot F_{v,Rk} \cdot n_f \cdot n_{PT} = 19,6\text{kN}$$

$$F_{v,Rd,tot} = \frac{F_{v,Rd,tot}}{\gamma_M} k_{mod} = 10,4\text{kN}$$

Dove:

$n_f = 1$  è il numero di file e  $n_{PT} = 1$  è il numero di piani di taglio.

$$F_{v,Rd,tot} > V_{Ed} \rightarrow 10,4\text{kN} > 9,25\text{kN}$$

**Verifica soddisfatta**

### 2.5.3.4 Spaziature e distanze

Si riporta, schematicamente, una tabella con le distanze dai bordi e le spaziature adottate (cfr Figura 2-16) e quelle minime previste dall'Eurocodice 5 (cfr Figura 1-7).

**Tabella 2.20 Spaziature minime al lato del travetto**

	Valore adottato	Valore minimo EC-5 sez. 8.3.1
a2	45 mm	4 * d=32 mm
a3,t	60 mm	7 * d=56 mm
a4,c	45 mm	3 * d=24 mm
a4,c	60 mm	7 * d=56 mm

**Tabella 2.21 Spaziature minime al lato della trave**

	Valore adottato	Valore minimo EC-5 sez. 8.3.1
a2	50 mm	4 * d=32 mm
a4,c	45 mm	3 * d=24 mm

### 2.5.4 Considerazioni tra le due scelte progettuali

È evidente che il migliore risultato si ha nel primo caso, in quanto le viti riescono ad essere più efficienti perché sono caricate assialmente. Nel secondo caso servono il doppio dei connettori perché le viti sono sollecitate in direzione trasversale e ad andare in crisi sono proprio quest'ultime poiché viene raggiunto il modo di rottura di tipo f (cfr Figura 1-3) con formazione di doppia cerniera plastica nel connettore.



## 2.6 Esempio 6: Giunto tra trave di colmo e trave secondaria di un solaio di copertura

In questo esempio è proposto il dimensionamento di un giunto a T tra una trave e un travetto di una copertura, entrambi in legno lamellare di conifera. Il collegamento oggetto di studio è realizzato con viti HECO Topix-CC 489A inclinate a 45° (cfr Figura 2-17).

Le sole verifiche effettuate saranno quelle strettamente riguardanti la connessione.

### 2.6.1 Dati di progetto

#### 2.6.1.1 Caratteristiche geometriche

- Sezione della trave:  $b_1=160\text{mm}$   $h_1=400\text{mm}$
- Sezione del travetto:  $b_2=120$   $h_2=200\text{mm}$
- Angolo di inclinazione del travetto:  $\theta=15^\circ$

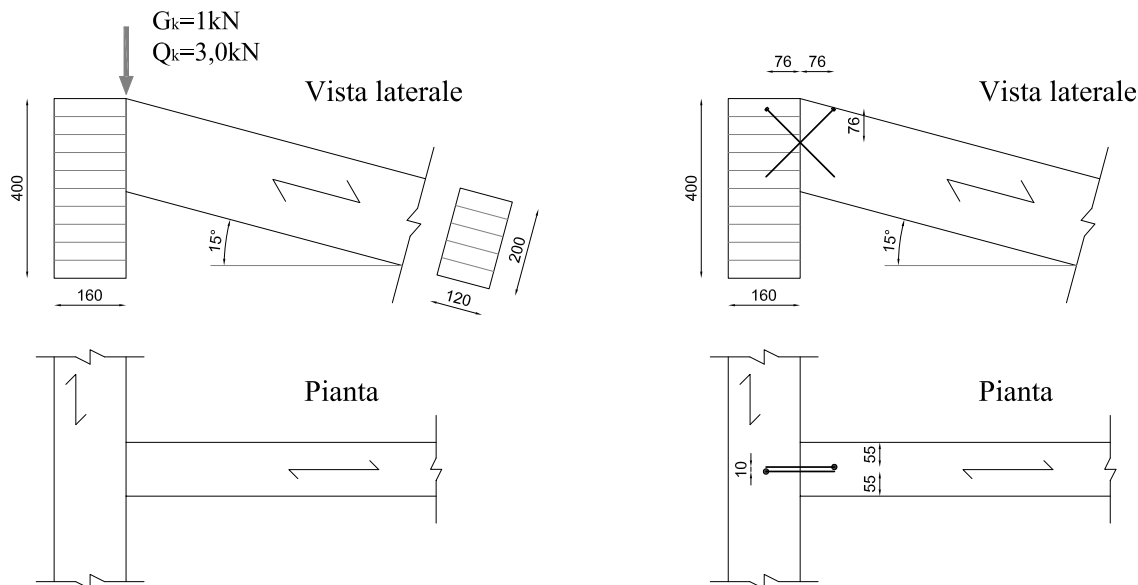


Figura 2-17

#### 2.6.1.2 Carichi e coefficienti di sicurezza

- Carico permanente (comprensivo degli elementi strutturali):  $G_k=1\text{kN}$
- Classe di durata del carico permanente (durata permanente):  $k_{mod}=0,6$
- Carico neve:  $Q_k=3\text{kN}$
- Classe di durata del carico neve (breve durata):  $k_{mod}=0,9$
- Classe di servizio per la struttura: 1
- Coefficiente di sicurezza per le azioni permanenti:  $\gamma_G=1,3$
- Coefficiente di sicurezza per il carico d'uso:  $\gamma_Q=1,5$
- Coefficiente di sicurezza per la resistenza (unioni):  $\gamma_M=1,5$

#### 2.6.1.3 Materiali

- La struttura è realizzata in legno lamellare omogeneo GL24h (secondo EN 14080:2005), le caratteristiche di resistenza meccanica e le proprietà necessarie per le verifiche che si andranno ad eseguire sono qui riportate.

Tabella 2.22

Proprietà	Simbolo	GL24h
Densità caratteristica	$\rho_k$	385 kg/m <sup>3</sup>

- Le viti con le quali è stata studiata la connessione sono le HECO Topix-CC 489A, le caratteristiche di resistenza meccanica e le proprietà necessarie per le verifiche che si andranno ad eseguire sono qui riportate.

Tabella 2.23

Proprietà	Simbolo	HECO Topix-CC 489A
Diametro nominale	d	6 mm
Diametro del nucleo filettato	d1	3,45 mm
Lunghezza della vite	lef	215 mm
Resistenza caratteristica a estrazione *	f <sub>ax,k</sub>	12,5 MPa
* $\rho_a=350\text{kg/m}^3$		

## 2.6.2 Verifica agli stati limite ultimi

### 2.6.2.1 Combinazione di carico

A causa della variabilità della durata dei carichi presenti (permanente e breve durata) si dovrebbero verificare due condizioni agli stati limite ultimi.

In questa trattazione si verificherà solo la combinazione che considera l'effetto simultaneo dei due carichi che sicuramente è anche la peggiore. È possibile rendersene conto effettuando il seguente rapporto:

$$\frac{\gamma_G \cdot G_k}{k_{\text{mod-permanente}}} < \frac{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k}{k_{\text{mod-media.durata}}} \rightarrow 2,17\text{kN} < 6,4\text{kN}$$

La forza di taglio che sollecita la trave in corrispondenza dell'appoggio vale:

$$V_{Ed} = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k = 5,8\text{kN}$$

Dove:

$$\gamma_G = 1,3 \quad \gamma_Q = 1,5 \quad G_k = 1\text{kN} \quad Q_k = 3\text{kN}$$

### 2.6.2.2 Verifica a taglio al lato della trave

Come è possibile dedurre dalla figura, la trave è sollecitata da una forza che mette in trazione il tratto di vite superiore e in compressione il tratto di vite inferiore.

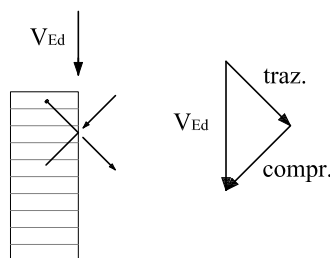


Figura 2-18

Si calcola ora la massima forza che può sopportare ciascun tratto di vite:

- Vite in trazione

La relazione da usare è [EC-5 sez. 8.7.2]:

$$R_{ax,T,\alpha,Rk} = \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} = 8,7kN$$

$$R_{ax,T,\alpha,Rd} = \frac{R_{ax,\alpha,Rk}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = 5,2kN$$

Dove:

$$d = 6mm \quad f_{ak,k} = 12,5N/mm^2 \quad \alpha = 90^\circ \quad \rho_k = 385kg/m^3 \quad \rho_a = 350kg/m^3 \quad k_{mod} = 0,9 \quad \gamma_M = 1,5$$

- Vite in compressione

La relazione da usare è la stessa usata per la vite in trazione, con il medesimo risultato, vista la disposizione delle viti.

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = 5,2kN$$

In questo caso, bisogna anche considerare la possibilità di crisi per instabilità della vite, calcolabile secondo la norma di prodotto ETA-11/0284 dalla relazione:

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = k_c \cdot N_{pl,d}$$

Dove:

$N_{pl,d}$  è la forza plastica di trazione di progetto relativa alla sezione del nucleo della vite.

$$N_{pl,k} = \pi \cdot \frac{d_1^2}{4} \cdot f_{y,k} = 8,4kN$$

$$N_{pl,d} = \frac{N_{pl,k}}{\gamma_{M1}} = 7,6N$$

Con:

$$d_1 = 3,45mm \quad f_{y,k} = 900N/mm^2 \quad \gamma_{M1} = 1,10$$

$k_c$  è un coefficiente che tiene conto della possibilità della crisi per instabilità della vite nel legno

$$k_c = 1 \text{ se } \bar{\lambda}_k^2 \leq 0,2$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \bar{\lambda}_k^2}}, \text{ con } k = 0,5 \cdot \left[ 1 + 0,49 \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + \bar{\lambda}_k^2 \right] \text{ se } \bar{\lambda}_k^2 > 0,2$$

Dove:

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{N_{pl,k}}{N_{ki,k}}} \text{ è la snellezza relativa}$$

Con  $N_{ki,k}$  calcolabile secondo la trattazione di Bejtka (2003) dalla seguente relazione:

$$N_{ki,k} = \sqrt{c_h \cdot E_s \cdot I_s}$$

Dove:

$$c_h = (0,19 + 0,012 \cdot d) \cdot \rho_k \cdot \left( \frac{90^\circ + \alpha}{180} \right) = 101N/mm^2 \text{ con: } d = 6mm \quad \alpha = 90^\circ \quad \rho_k = 385kg/m^3$$

$$E_s = 210000MPa$$

$$I_s = (\pi \cdot d_1^4) / 64 = 6,95 \text{ mm}^4 \text{ con: } d_1 = 3,45 \text{ mm}$$

Applicando le relazioni si ottiene:

$$N_{ki,k} = 12,1 \text{ kN} \rightarrow \bar{\lambda}_k = 0,83 \rightarrow k = 1 \rightarrow k_c = 0,64$$

È dunque possibile ottenere dalla relazione iniziale:

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = k_c \cdot N_{pl,d} = 4,9 \text{ kN}$$

La vite compressa va in crisi per instabilità, quindi:

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = 4,9 \text{ kN}$$

Tale valore è quindi il massimo raggiungibile anche dalla vite tesa, poiché una crisi della vite compressa porterebbe a collasso l'intera connessione.

$$R_{ax,T,\alpha,Rd} = 4,9 \text{ kN}$$

Proiettando le forze calcolate nella direzione della forza di taglio sollecitante, è possibile calcolare il taglio resistente ed effettuare la verifica:

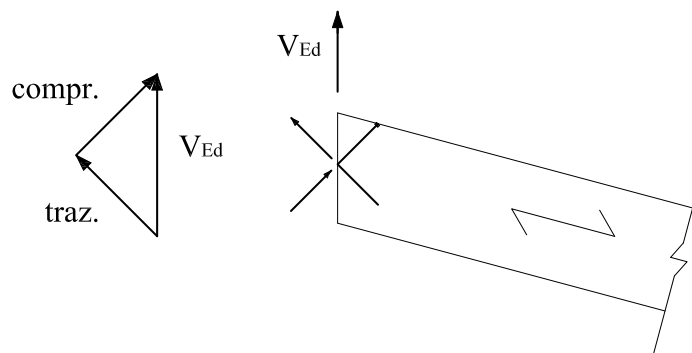
$$V_{Rd} = (R_{ax,T,\alpha,Rd} + R_{ax,C,\alpha,Rd}) \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 6,9 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} > V_{Ed} \rightarrow 6,9 \text{ kN} > 5,8 \text{ kN}$$

**Verifica soddisfatta**

### 2.6.2.3 Verifica a taglio al lato del travetto

Come è possibile dedurre dalla figura, il travetto è sollecitato da una forza che mette in compressione il tratto di vite superiore e in trazione il tratto di vite inferiore.



**Figura 2-19**

Si calcola ora la massima forza che può sopportare ciascun tratto di vite:

- Vite in trazione

La relazione da usare è quella proposta al paragrafo [EC-5 sez. 8.7.2]:

$$R_{ax,T,\alpha,Rk} = \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} = 7,5 \text{ kN}$$

$$R_{ax,T,\alpha,Rd} = \frac{F_{ax,\alpha,Rk}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = 4,5 \text{ kN}$$

Dove:

$$d = 6\text{mm} \quad f_{ak,k} = 12,5\text{N/mm}^2 \quad \alpha = 45 - 15 = 30^\circ \quad \rho_k = 385\text{kg/m}^3 \quad \rho_a = 350\text{kg/m}^3 \quad k_{\text{mod}} = 0,9$$

$$\gamma_M = 1,5$$

- Vite in compressione

La relazione da usare è la stessa usata per la vite in trazione:

$$R_{ax,C,\alpha,Rk} = \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} = 8,2\text{kN}$$

$$R_{ax,T,\alpha,Rd} = \frac{F_{ax,\alpha,Rk}}{\gamma_M} \cdot k_{\text{mod}} = 4,9\text{kN}$$

Dove:

$$d = 6\text{mm} \quad f_{ak,k} = 12,5\text{N/mm}^2 \quad \alpha = 45 + 15 = 60^\circ \quad \rho_k = 385\text{kg/m}^3 \quad \rho_a = 350\text{kg/m}^3 \quad k_{\text{mod}} = 0,9$$

$$\gamma_M = 1,5$$

In questo caso, bisogna anche considerare la possibilità di crisi per instabilità della vite, calcolabile, come visto per la trave principale, secondo la norma di prodotto ETA-11/0284 dalla relazione:

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = k_c \cdot N_{pl,d} = 4,7\text{kN}$$

Dove:

$$N_{pl,k} = \pi \cdot \frac{d_1^2}{4} \cdot f_{y,k} = 8,4\text{kN} \quad N_{pl,d} = \frac{N_{pl,k}}{\gamma_{M1}} = 7,6\text{kN}$$

$$c_h = (0,19 + 0,012 \cdot d) \cdot \rho_k \cdot \left( \frac{90^\circ + \alpha}{180} \right) = 84,1\text{N/mm}^2 \quad \text{con: } \alpha = 45 + 15 = 60^\circ$$

$$E_s = 210000\text{MPa} \quad I_s = (\pi \cdot d_1^4) / 64 = 6,95\text{mm}^4$$

$$N_{ki,k} = 11,1\text{kN} \rightarrow \bar{\lambda}_k = 0,87 \rightarrow k = 1,04 \rightarrow k_c = 0,62$$

La vite compressa va in crisi per instabilità, quindi:

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = 4,7\text{kN}$$

La prima vite ad andare in crisi, questa volta è quella tesa, poiché ha un angolo molto ridotto con la fibratura, tale valore va adottato anche per l'altra vite per lo stesso motivo già spiegato per la trave principale.

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = 4,5\text{kN}$$

$$V_{Rd} = (R_{ax,T,\alpha,Rd} + R_{ax,C,\alpha,Rd}) \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 6,4\text{kN}$$

$$V_{Rd} > V_{Ed} \rightarrow 6,4\text{kN} > 5,8\text{kN}$$

**Verifica soddisfatta**

#### 2.6.2.4 Spaziature e distanze

Si riporta, schematicamente, una tabella con le distanze dai bordi e le spaziature adottate (cfr Figura 2-17) e quelle minime previste dalla norma di prodotto ETA-11/0284 (cfr Figura 1-8).

**Tabella 2.24 Spaziature minime al lato del travetto**

	Valore adottato	Valore minimo ETA-11/0284
a1,CG	38 mm	5 * d=30 mm
a2,CG	55 mm	4 * d=24 mm

**Tabella 2.25 Spaziature minime al lato della trave**

	Valore adottato	Valore minimo ETA-11/0284
a1,CG	38 mm	5 * d=30 mm

## 2.7 Esempio 7: Giunto tra puntone di una capriata e arcareccio di un solaio di copertura

In questo esempio è proposto il dimensionamento di un giunto a T tra una trave inclinata (ad esempio il puntone di una capriata) e un travetto di una copertura, entrambi in legno lamellare di conifera. Il collegamento oggetto di studio è realizzato con viti HECO Topix-CC 489A inclinate a 45° (cfr Figura 2-21).

Le sole verifiche effettuate saranno quelle strettamente riguardanti la connessione.

### 2.7.1 Dati di progetto

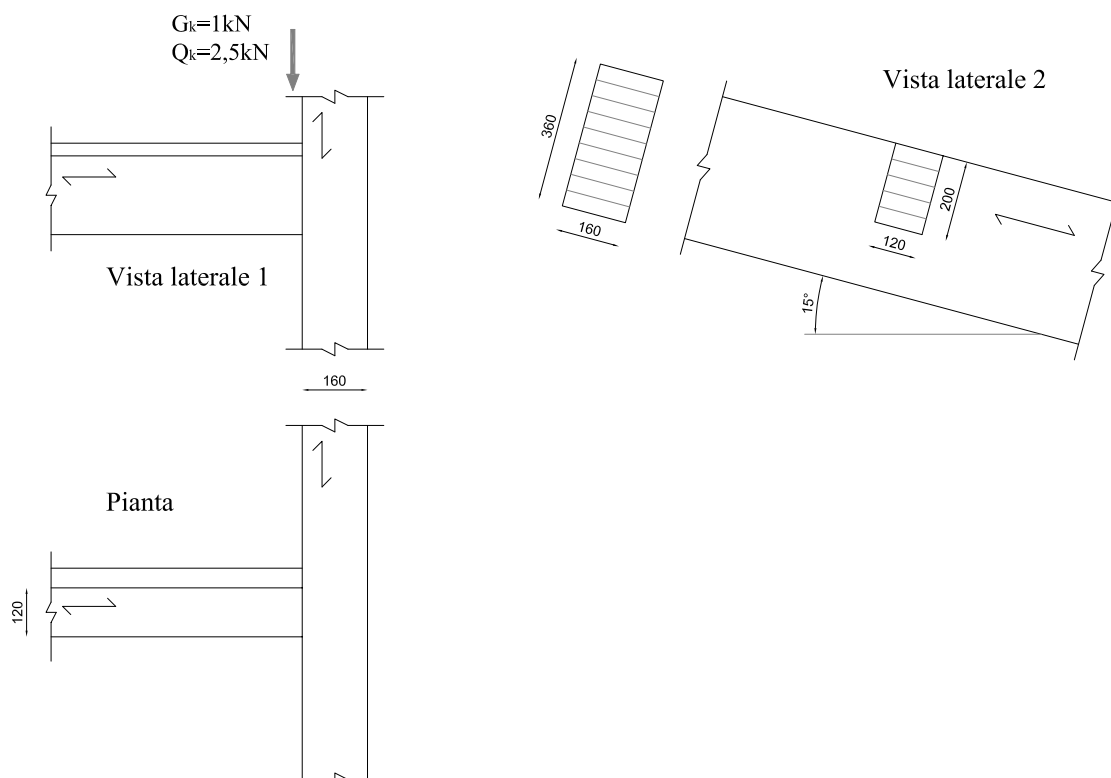
#### 2.7.1.1 Caratteristiche geometriche

- Sezione del puntone:  $b_1=160\text{mm}$   $h_1=360\text{mm}$
- Sezione dell'arcareccio:  $b_2=120$   $h_2=200\text{mm}$
- Angolo di inclinazione del puntone  $\theta=15^\circ$

Figura 2-20

#### 2.7.1.2 Carichi e coefficienti di sicurezza

- Carico permanente (comprensivo degli elementi strutturali):  $G_k=1,5\text{kN}$
- Classe di durata del carico permanente (durata permanente):  $k_{mod}=0,6$



- Carico neve:  $Q_k=2,5\text{kN}$
- Classe di durata del carico neve (breve durata):  $k_{mod}=0,9$
- Classe di servizio per la struttura: 1
- Coefficiente di sicurezza per le azioni permanenti:  $\gamma_G=1,3$
- Coefficiente di sicurezza per il carico d'uso:  $\gamma_Q=1,5$
- Coefficiente di sicurezza per la resistenza (unioni):  $\gamma_M=1,5$

#### 2.7.1.3 Materiali

- La trave è realizzati in legno lamellare omogeneo GL24h (secondo EN 14080:2005), le caratteristiche di resistenza meccanica e le proprietà necessarie per le verifiche che si andranno ad eseguire sono qui riportate.

Tabella 2.26

Proprietà	Simbolo	GL24h
Densità caratteristica	$\rho_k$	385 kg/m <sup>3</sup>

- Le viti con le quali è stata studiata la connessione sono le HECO Topix-CC 489A489. le caratteristiche di resistenza meccanica e le proprietà necessarie per le verifiche che si andranno ad eseguire sono qui riportate.

Tabella 2.27

Proprietà	Simbolo	HECO Topix-CC 489A
Diametro nominale	d	6 mm
Diametro del nucleo filettato	d1	3,45 mm
Lunghezza della vite	lef	215 mm
Resistenza caratteristica a estrazione *	f <sub>ax,k</sub>	12,5 MPa
Resistenza caratteristica a trazione	f <sub>tens,k</sub>	10,0 kN
* $\rho_a=350\text{kg/m}^3$		

Esempi applicativi

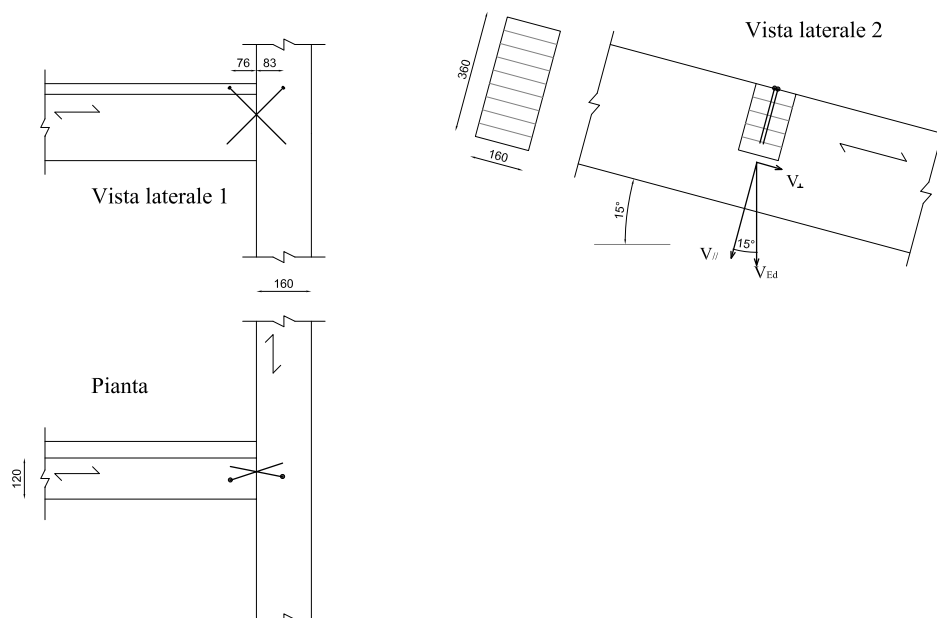


Figura 2-21

## 2.7.2 Verifica agli stati limite ultimi

### 2.7.2.1 Combinazione di carico

A causa della variabilità della durata dei carichi presenti (permanente e breve durata) si dovrebbero verificare due condizioni agli stati limite ultimi.

In questa trattazione si verificherà solo la combinazione che considera l'effetto simultaneo dei due carichi che sicuramente è anche la peggiore. È possibile rendersene conto effettuando il seguente rapporto:

$$\frac{\gamma_G \cdot G_k}{k_{\text{mod-permanente}}} < \frac{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k}{k_{\text{mod-media.durata}}} \rightarrow 3,25\text{kN} < 6,3\text{kN}$$



La forza di taglio che sollecita la trave in corrispondenza dell'appoggio vale:

$$V_{Ed} = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k = 5,7kN$$

Dove:

$$\gamma_G = 1,3 \quad \gamma_Q = 1,5 \quad G_k = 1,5kN \quad Q_k = 2,5kN$$

La direzione di questa forza è quella della gravità. Vista la disposizione delle viti, è bene quindi scindere i due contributi in una componente che sollecita le viti assialmente è una che le sollecita prevalentemente a taglio.

$$V_{//} = V_{Ed} \cdot \cos 9 = 5,5kN$$

$$V_{\perp} = V_{Ed} \cdot \sin 9 = 1,5kN$$

### 2.7.2.2 Calcolo del taglio resistente al lato della trave per la componente di taglio V//

Come è possibile dedurre dalla figura, la trave è sollecitata da una forza che mette in trazione il tratto di vite superiore e in compressione il tratto di vite inferiore.

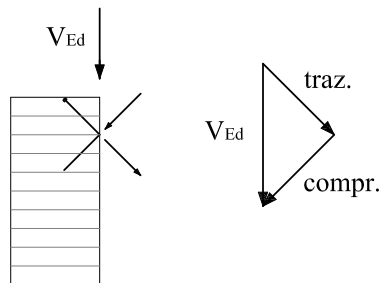


Figura 2-22

Si calcola ora la massima forza che può sopportare ciascun tratto di vite:

- Vite in trazione

La relazione da usare è quella proposta al paragrafo [EC-5 sez. 8.7.2]:

$$R_{ax,T,\alpha,Rk} = \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} = 8,7kN$$

$$R_{ax,T,\alpha,Rd} = \frac{R_{ax,\alpha,Rk}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = 5,2kN$$

Dove:

$$d = 6mm \quad f_{ak,k} = 12,5N/mm^2 \quad \alpha = 90^\circ \quad \rho_k = 385kg/m^3 \quad \rho_a = 350kg/m^3 \quad k_{mod} = 0,9 \quad \gamma_M = 1,5$$

- Vite in compressione

La relazione da usare è la stessa usata per la vite in trazione, con il medesimo risultato, vista la disposizione delle viti.

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = 5,2kN$$

In questo caso, bisogna anche considerare la possibilità di crisi per instabilità della vite, calcolabile secondo la norma di prodotto ETA-11/0284 dalla relazione:

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = k_c \cdot N_{pl,d}$$

Dove:

$N_{pl,d}$  è la forza plastica di trazione di progetto relativa alla sezione del nucleo della vite.

$$N_{pl,k} = \pi \cdot \frac{d_1^2}{4} \cdot f_{y,k} = 8,4kN$$

$$N_{pl,d} = \frac{N_{pl,k}}{\gamma_{M1}} = 7,6N$$

Con:

$$d_1 = 3,45mm \quad f_{y,k} = 900N/mm^2 \quad \gamma_{M1} = 1,10$$

$k_c$  è un coefficiente che tiene conto della possibilità della crisi per instabilità della vite nel legno

$$k_c = 1 \text{ se } \bar{\lambda}_k^2 \leq 0,2$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \bar{\lambda}_k^2}}, \text{ con } k = 0,5 \cdot \left[ 1 + 0,49 \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + \bar{\lambda}_k^2 \right] \text{ se } \bar{\lambda}_k^2 > 0,2$$

Dove:

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{N_{pl,k}}{N_{ki,k}}} \text{ è la snellezza relativa}$$

Con  $N_{ki,k}$  calcolabile secondo la trattazione di Bejtka (2003) dalla seguente relazione:

$$N_{ki,k} = \sqrt{c_h \cdot E_s \cdot I_s}$$

Dove:

$$c_h = (0,19 + 0,012 \cdot d) \cdot \rho_k \cdot \left( \frac{90^\circ + \alpha}{180} \right) = 101N/mm^2 \text{ con: } d = 6mm \quad \alpha = 90^\circ \quad \rho_k = 385kg/m^3$$

$$E_s = 210000MPa$$

$$I_s = (\pi \cdot d_1^4) / 64 = 6,95mm^4 \text{ con: } d_1 = 3,45mm$$

Applicando le relazioni si ottiene:

$$N_{ki,k} = 12,1kN \rightarrow \bar{\lambda}_k = 0,83 \rightarrow k = 1 \rightarrow k_c = 0,64$$

È dunque possibile ottenere dalla relazione iniziale:

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = k_c \cdot N_{pl,d} = 4,9kN$$

La vite compressa va in crisi per instabilità, quindi:

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = 4,9kN$$

Tale valore è quindi il massimo raggiungibile anche dalla vite tesa, poiché una crisi della vite compressa porterebbe a collasso l'intera connessione.

$$R_{ax,T,\alpha,Rd} = 4,9kN$$

Proiettando le forze calcolate nella direzione della forza di taglio sollecitante, è possibile calcolare il taglio resistente ed effettuare la verifica:

$$V_{Rd} = (R_{ax,T,\alpha,Rd} + R_{ax,C,\alpha,Rd}) \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 6,9kN$$

### 2.7.2.3 Calcolo del taglio resistente al lato del travetto per la componente di taglio V//

Come è possibile dedurre dalla figura, il travetto è sollecitato da una forza che mette in compressione il tratto di vite superiore e in trazione il tratto di vite inferiore.

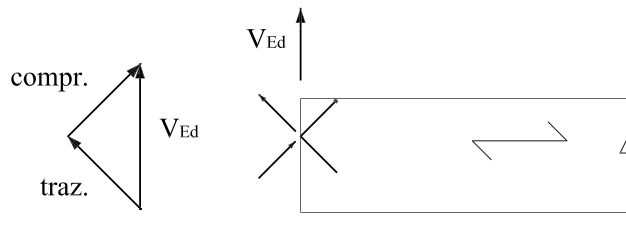


Figura 2-23

Si calcola ora la massima forza che può sopportare ciascun tratto di vite:

- Vite in trazione

La relazione da usare è quella proposta al paragrafo [EC-5 sez. 8.7.2]:

$$R_{ax,T,\alpha,Rd} = \frac{F_{ax,\alpha,Rk}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = 4,7kN$$

Dove:

$$d = 6mm \quad f_{ak,k} = 12,5N/mm^2 \quad \alpha = 45^\circ \quad \rho_k = 385kg/m^3 \quad \rho_a = 350kg/m^3 \quad k_{mod} = 0,9 \quad \gamma_M = 1,5$$

- Vite in compressione

La relazione da usare è la stessa usata per la vite in trazione:

$$R_{ax,T,\alpha,Rd} = 4,7kN$$

Dove:

$$d = 6mm \quad f_{ak,k} = 12,5N/mm^2 \quad \alpha = 45^\circ \quad \rho_k = 385kg/m^3 \quad \rho_a = 350kg/m^3 \quad k_{mod} = 0,9 \quad \gamma_M = 1,5$$

In questo caso, bisogna anche considerare la possibilità di crisi per instabilità della vite, calcolabile, come visto per la trave principale, secondo la norma di prodotto ETA-11/0284 dalla relazione:

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = k_c \cdot N_{pl,d} = 4,6kN$$

Dove:

$$N_{pl,k} = \pi \cdot \frac{d_1^2}{4} \cdot f_{y,k} = 8,4kN \quad N_{pl,d} = \frac{N_{pl,k}}{\gamma_{M1}} = 7,6N$$

$$c_h = (0,19 + 0,012 \cdot d) \cdot \rho_k \cdot \left( \frac{90^\circ + \alpha}{180} \right) = 75,6N/mm^2 \quad \text{con: } \alpha = 45^\circ$$

$$E_s = 210000MPa \quad I_s = (\pi \cdot d_1^4) / 64 = 6,95mm^4$$

$$N_{ki,k} = 10,5kN \rightarrow \bar{\lambda}_k = 0,89 \rightarrow k = 1,06 \rightarrow k_c = 0,61$$

La vite compressa va in crisi per instabilità, quindi:

$$R_{ax,C,\alpha,Rd} = 4,6kN$$

Tale valore è quindi il massimo raggiungibile anche dalla vite tesa, poiché una crisi della vite compressa porterebbe a collasso l'intera connessione.

$$R_{ax,T,\alpha,Rd} = 4,6kN$$

Proiettando le forze calcolate nella direzione della forza di taglio sollecitante, è possibile calcolare il taglio resistente ed effettuare la verifica:

$$V_{Rd} = (R_{ax,T,\alpha,Rd} + R_{ax,C,\alpha,Rd}) \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 6,5kN$$

#### 2.7.2.4 Calcolo del taglio resistente per la componente di taglio V $\perp$

Questa forza, sollecita la coppia di viti trasversalmente, si tratta quindi di dimensionare una unione legno-legno a un piano di taglio. Il contributo caratteristico per ciascun connettore, è valutabile mediante le formule di Johansen [EC-5 sez. 8.2.2] che, come già precisato nella parte di teoria, prevedono un'aliquota di puro taglio e una legata all'effetto cordata.

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \\ \frac{f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d}{1 + \beta} \\ \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \left[ \sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 \cdot \left[ 1 + \frac{t_2}{t_1} + \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \cdot \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \cdot \left( 1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \left[ \sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d}{1 + 2 \cdot \beta} \left[ \sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1 + 2 \cdot \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right.$$

Esempi applicativi

La vite ha un diametro nominale pari a 6mm. Il diametro presente in corrispondenza del piano di taglio, è quello filettato quindi, nelle relazioni appena viste, si deve considerare un diametro efficace pari a  $1,1 \cdot d_1$  [EC-5 sez. 8.7.1].

$$d_{ef} = 1,1 \cdot d_1 = 3,8mm$$

Osservando la Figura 2-20 e tenendo conto di quanto già detto al capitolo 1.8.4 le dimensioni di  $t_1$  e  $t_2$  dei due pezzi di legno sono:

$$t_1 = 107mm \quad t_2 = 107mm$$

Le resistenze a rifollamento vanno calcolate con le relazioni indicate per i chiodi, in quanto  $d \leq 6mm$  (cfr).

Sia per la trave principale che per quella secondaria, la direzione di applicazione del carico è perpendicolare alle fibre, quindi  $\alpha=90^\circ$ .

$$f_{h,1,0,k} = f_{h,2,0,k} = 0,082 \cdot \rho_k^2 \cdot d^{-0,3} = 18,4N/mm^2$$

Il rapporto tra le resistenze a rifollamento  $\beta$  vale:

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = 1$$

Il momento di snervamento fornito dal produttore vale:

$$M_{y,Rk} = 9,5Nm$$

Si noti che se tale valore fosse stato calcolato con la relazione fornita dall'EC-5, si sarebbe ottenuto:

$$f_{u,k} = \frac{4 \cdot f_{tens,k}}{d_1^2 \cdot \pi} = 1070 \text{ N/mm}^2 \quad M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d_{ef}^{2,6} = 10,3 \text{ Nm}$$

Il contributo dovuto all'effetto cordata, per quanto riguarda le viti, dovrà essere stimato a partire dal valore minimo tra la resistenza caratteristica a estrazione dal lato della punta e la resistenza caratteristica all'attraversamento dell'elemento da parte della testa. Per questo tipo di viti, il secondo valore è praticamente trascurabile. Quanto al primo, è già stato calcolato in precedenza e vale:

$$F_{ax,\alpha,Rk} = \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} = 7,9 \text{ kN}$$

Il contributo massimo dovuto all'effetto cordata,  $F_{ax,k/4}$ , per le viti, dovrà essere inferiore al 100% dell'aliquota dovuta a Johansen [EC-5 sez. 8.2.2]. A questo punto si hanno tutti gli elementi necessari per calcolare la resistenza per la singola vite e per il singolo piano di taglio:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d = 7,4 \text{ kN} \\ f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d = 7,4 \text{ kN} \\ \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1+\beta} \left[ \sqrt{\beta + 2 \cdot \beta^2 \cdot \left[ 1 + \frac{t_2}{t_1} + \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \cdot \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \cdot \left( 1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} = 3,1 + 2,0 = 5,1 \text{ kN} \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2+\beta} \left[ \sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1+\beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2+\beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} = 2,7 + 2,0 = 4,7 \text{ kN} \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d}{1+2 \cdot \beta} \left[ \sqrt{2 \cdot \beta^2 \cdot (1+\beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (1+2 \cdot \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} = 2,7 + 2,0 = 4,7 \text{ kN} \\ 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1+\beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} = 1,3 + 2,0 = 3,3 \text{ kN} \end{array} \right.$$

Il valore minimo è quello dell'ultima relazione. Si noti che il valore dell'effetto cordata è maggiore di quello di Johansen ( $2 > 1,3$ ), quindi non può essere preso integralmente.

$$F_{v,Rk} = 1,3 + 1,3 = 2,6 \text{ kN}$$

Il numero efficace di connettori è pari al numero di viti. Infatti, anche se il carico è parallelo alla fibratura e le viti si trovino ravvicinate, ciò accade solo localmente in quanto sono incrociate.

$$n_{ef} = 2$$

A questo punto è possibile calcolare la massima forza che può sopportare la connessione e effettuare la verifica:

$$F_{v,Rk,tot} = n_{ef} \cdot F_{v,Rk} \cdot n_{PT} = 5,2 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd,tot} = \frac{F_{v,Rd,tot}}{\gamma_M} k_{mod} = 3,1 \text{ kN}$$

### 2.7.2.5 Verifica finale

A questo punto è possibile eseguire la verifica. Poiché le viti sono sollecitate sia da azione assiale che da taglio, è necessario soddisfare la relazione (cfr):

$$\left( \frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}} \right)^2 + \left( \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

$$\left( \frac{5,5}{6,5} \right)^2 + \left( \frac{1,5}{3,1} \right)^2 = 0,95 < 1$$

**Verifica soddisfatta**

### 2.7.2.6 Spaziature e distanze

Si riporta, schematicamente, una tabella con le distanze dai bordi e le spaziature adottate (cfr Figura 2-21) e quelle minime previste dalla norma di prodotto ETA-11/0284 (cfr Figura 1-8).

*Tabella 2.28 Spaziature minime al lato del travetto*

	Valore adottato	Valore minimo ETA-11/0284
a1,CG	38 mm	5 * d=30 mm
a2,CG	55 mm	4 * d=24 mm

*Tabella 2.29 Spaziature minime al lato della trave*

	Valore adottato	Valore minimo ETA-11/0284
a1,CG	38 mm	5 * d=30 mm

## 2.8 Esempio 8: Rinforzo di travetti di un solaio in legno per contenere le deformazioni

In questo esempio è proposto il caso di un solaio in legno che, a causa della variazione di destinazione d'uso, non è in grado di soddisfare i requisiti richiesti per quanto riguarda la deformabilità. Allo scopo di contenerne la freccia è stato studiato un rinforzo costituito da un elemento in legno lamellare, posto sopra il tavolato del solaio e fissato ai travetti per mezzo di viti inclinate (cfr Figura 2-24).

La connessione è realizzata con viti Heco Topix 449.

Le sole verifiche effettuate saranno quelle strettamente riguardanti la connessione e la deformazione flessionale.

### 2.8.1 Dati di progetto

#### 2.8.1.1 Caratteristiche geometriche

- Sezione del rinforzo:  $b_1=200\text{mm}$   $h_1=80\text{mm}$
- Sezione del travetto:  $b=160\text{mm}$   $h_2=200\text{mm}$
- Spessore del tavolato:  $t=20\text{mm}$
- Interasse tra i travetti:  $i=0,50\text{m}$
- Luce dei travetti:  $l=5,0\text{m}$

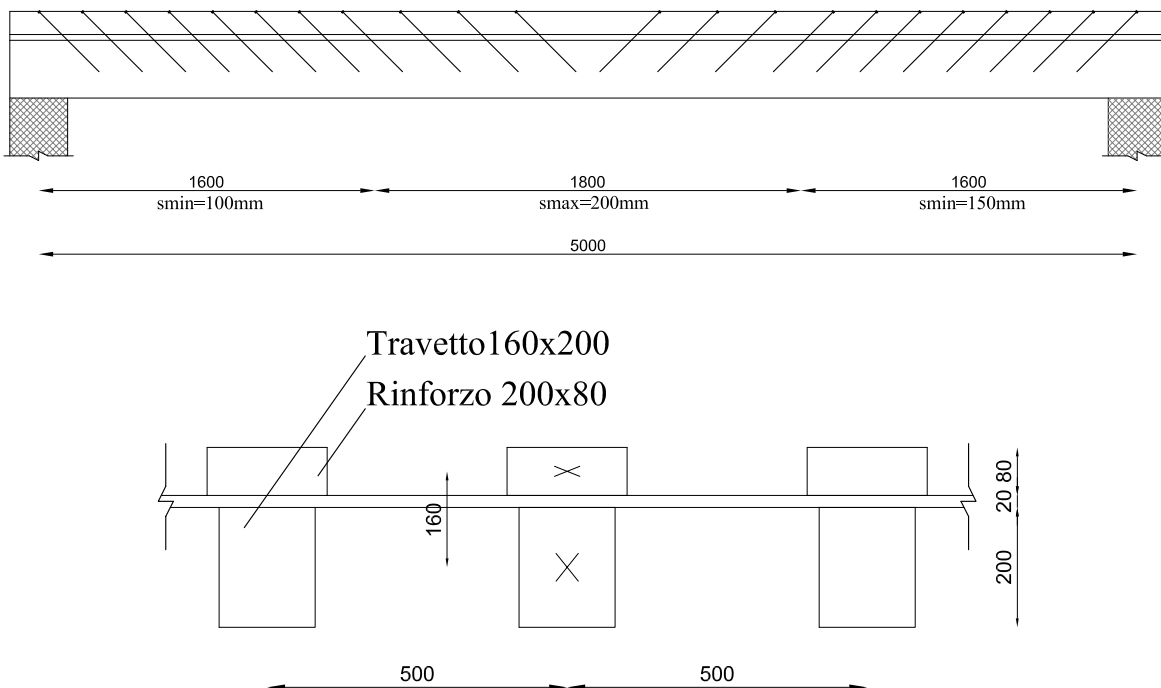


Figura 2-24

#### 2.8.1.2 Carichi e coefficienti di sicurezza

- Carico permanente (comprensivo degli elementi strutturali):  $g_k=1,2\text{kN/m}^2$
- Classe di durata del carico permanente (durata permanente):  $k_{mod}=0,6$
- Carico d'uso categoria B:  $q_k=3\text{ kN/m}^2$
- Classe di durata del carico d'uso (media durata):  $k_{mod}=0,8$
- Classe di servizio per la struttura: 2
- Coefficiente di sicurezza per le azioni permanenti:  $\gamma_G=1,3$
- Coefficiente di sicurezza per il carico d'uso:  $\gamma_Q=1,5$
- Coefficiente di sicurezza per la resistenza (unioni):  $\gamma_M=1,5$
- Coefficiente di sicurezza per la resistenza (legno lamellare):  $\gamma_M=1,45$

### 2.8.1.3 Materiali

- Il rinforzo è realizzato in legno lamellare omogeneo di conifera GL28h (secondo EN 14080:2005), le caratteristiche di resistenza meccanica e le proprietà necessarie per le verifiche che si andranno ad eseguire sono qui riportate.

Tabella 2.30

Proprietà	Simbolo	GL24h
Modulo elastico medio parallelo alle fibre	E1,mean	12600 N/mm <sup>2</sup>
Densità caratteristica	ρk	425 kg/m <sup>3</sup>

- Il travetto è realizzato in legno massiccio di conifera C20, le caratteristiche di resistenza meccanica e le proprietà necessarie per le verifiche che si andranno ad eseguire sono qui riportate.

Tabella 2.31

Proprietà	Simbolo	GL24h
Modulo elastico medio parallelo alle fibre	E2,mean	9500 N/mm <sup>2</sup>
Densità caratteristica	ρk	330 kg/m <sup>3</sup>

- Le viti con le quali è stata studiata la connessione sono le EFG Powerbuild 289, le caratteristiche di resistenza meccanica e le proprietà necessarie per le verifiche che si andranno ad eseguire sono qui riportate.

Tabella 2.32

Proprietà	Simbolo	Heco Topix 449
Diametro nominale	d	8 mm
Lunghezza della vite	lef	300 mm
Resistenza caratteristica a estrazione *	f <sub>ax,k</sub>	11,8 N/mm <sup>2</sup>
*ρ <sub>a</sub> =350kg/m <sup>3</sup>		

## 2.8.2 Verifica agli stati limite ultimi

### 2.8.2.1 Combinazione di carico

A causa della variabilità della durata dei carichi presenti (permanente e media durata) si dovrebbero verificare due condizioni agli stati limite ultimi.

In questa trattazione si verificherà solo la combinazione che considera l'effetto simultaneo dei due carichi che sicuramente è anche la peggiore. È possibile rendersene conto effettuando il seguente rapporto

$$\frac{\gamma_G \cdot g_k}{k_{\text{mod-permanente}}} < \frac{\gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot q_k}{k_{\text{mod-media.durata}}} \rightarrow 2,6 \text{ kN/m}^2 < 7,6 \text{ kN/m}^2$$

Il carico che sollecita la trave vale:

$$P_d = (\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k) \cdot i = 3,03 \text{ kN}$$

Dove:

$$\gamma_G = 1,3 \quad \gamma_Q = 1,5 \quad g_k = 1,2 \text{ kN/m}^2 \quad q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2 \quad i = 0,50 \text{ m}$$



Le sollecitazioni massime di momento e taglio sono:

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot P_d \cdot l^2 = 9,5 kNm \quad V_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot P_d \cdot l = 7,6 kN$$

### 2.8.2.2 Calcolo della rigidità efficace del sistema travetto-rinforzo

I calcoli che sono di seguito proposti, seguono la procedura indicata nell'EC-5 (Appendice B "Travi giuntate meccanicamente"), per il calcolo della rigidità raggiunta dal sistema travetto-rinforzo. Vale la pena sottolineare che il tavolato non dà alcun apporto in termini di resistenza al sistema, anche se, del suo spessore, è opportuno tener conto nel calcolo dei momenti d'inerzia di trasporto del travetto e del rinforzo.

Di seguito, sono riportate le caratteristiche geometriche e meccaniche relative ai due elementi lignei considerati separatamente (cfr Figura 2-25):

#### Rinforzo:

- $E1=12600 \text{ N/mm}^2$
- $A1=1,60 \cdot 10^4 \text{ mm}^2$
- $J1=8,53 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
- $(EA)1=2,02 \cdot 10^8 \text{ N}$
- $(EJ)1=1,08 \cdot 10^{11} \text{ Nmm}^2$

#### Travetto:

- $E2=9500 \text{ N/mm}^2$
- $A2=3,20 \cdot 10^4 \text{ mm}^2$
- $J2=8,53 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
- $(EA)2=1,07 \cdot 10^8 \text{ N}$
- $(EJ)2=1,01 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$

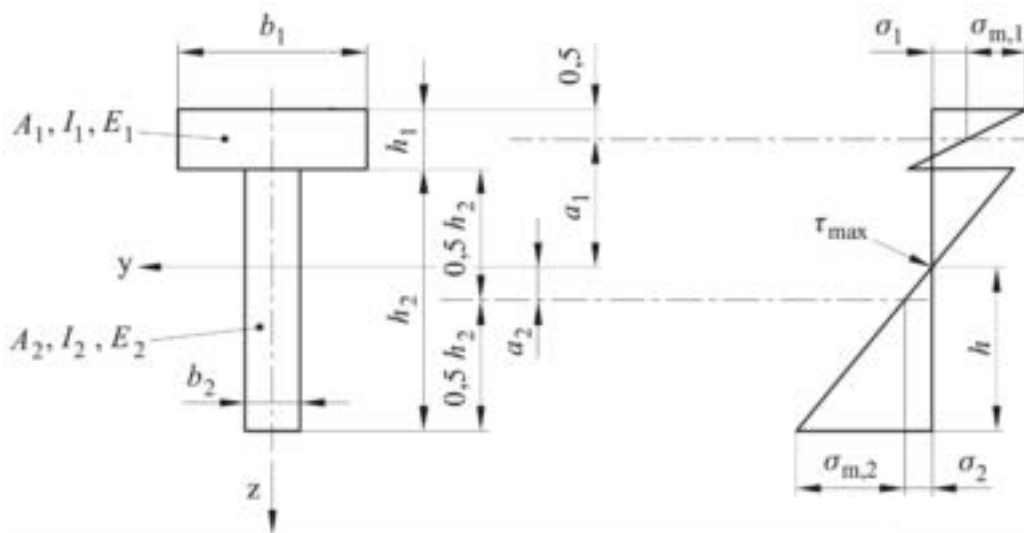


Figura 2-25

Si calcola ora la rigidità in condizioni di servizio raggiunta da una connessione che impiega viti caricate assialmente, reperibile nella norma di prodotto della vite impiegata [ETA 11/0024]:

$$K_{ser} = 780 \cdot d^{0,2} \cdot l_{ef}^{0,4} = 7837 \text{ N / mm}$$

Dove:

$d = 8 \text{ mm}$  è il diametro nominale della vite

$l_{ef} = 113 \text{ mm}$  è la profondità di penetrazione minima tra i due elementi

La rigidità da impiegare per le verifiche agli stati limite ultimi vale (cfr):

$$K_u = \frac{2}{3} \cdot K_{ser} = 5225 \text{ N / mm}$$

Il valore efficace della spaziatura tra le viti è calcolabile come:

$$s = 0,75 \cdot s_{min} + 0,25 \cdot s_{max} = 162,5 \text{ mm}$$

A questo punto è possibile calcolare i due coefficienti  $\gamma_1$  e  $\gamma_2$  che rappresentano il "peso" che ha la rigidità assiale di ciascuno dei due componenti nella rigidità del sistema composto [EC-5 Appendice B].

$$\gamma_1 = \left[ 1 + \frac{\pi^2 \cdot (EA)_1 \cdot s}{K_u \cdot l^2} \right]^{-1} = 0,288$$

$$\gamma_2 = 1$$

Le distanze  $a$ ,  $a_1$  e  $a_2$  con i significati illustrati in figura (cfr Figura 2-25), si calcolano dalle relazioni [EC-5 Appendice B]:

$$a = \frac{h_1}{2} + \frac{h_2}{2} + t = 160 \text{ mm}$$

$$a_2 = \frac{\gamma_1 \cdot (EA)_1 \cdot a}{\gamma_1 \cdot (EA)_1 + \gamma_2 \cdot (EA)_2} = 25,6 \text{ mm}$$

$$a_1 = a - a_2 = 134,4 \text{ mm}$$

È ora possibile calcolare la rigidità raggiunta dal sistema composto dalla relazione [EC-5 Appendice B]:

$$(EJ)_{ef} = (EJ)_1 + (EJ)_2 + \gamma_1 \cdot (EA)_1 \cdot a_1^2 + \gamma_2 \cdot (EA)_2 \cdot a_2^2 = 2,37 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$$

### 2.8.2.3 Verifica della connessione travetto-rinforzo

La forza di taglio che sollecita ciascuna vite è calcolabile dalla formula [EC-5 Appendice B]:

$$F_{Ed} = \frac{\gamma_1 \cdot (EA)_1 \cdot a_1 \cdot s_1}{(EJ)_{ef}} \cdot V_{Ed} = 4,05 \text{ kN}$$

La massima forza di trazione a cui può essere sollecitata ciascuna vite, è pari al valore minimo tra quello di estrazione al lato della punta e quello di attraversamento al lato della testa. Poiché si tratta di viti a tutto filetto e con dimensioni della testa ridotte, il secondo valore è praticamente trascurabile; quanto al primo, si dovrà considerare che le lunghezze di penetrazione nei due elementi sono diverse, così come le densità dei due legni:

- Al lato del rinforzo:

$$R_{ax,1,T,\alpha,Rk} = \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} = 10,96 \text{ kN}$$

$$R_{ax,1,T,\alpha,Rd} = \frac{F_{ax,\alpha,Rk}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = 5,8 \text{ kN}$$

Dove:

$$d = 8 \text{ mm} \quad f_{ax,k} = 11,4 \text{ N/mm}^2 \quad l_{ef} = 113 \text{ mm} \quad \alpha = 45^\circ \quad \rho_k = 425 \text{ kg/m}^3 \quad \rho_a = 350 \text{ kg/m}^3 \quad k_{mod} = 0,8 \quad \gamma_M = 1,5$$

- Al lato del travetto:

$$R_{ax,2,T,\alpha,Rk} = \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} = 11,05 \text{ kN}$$

$$R_{ax,2,T,\alpha,Rd} = \frac{F_{ax,\alpha,Rk}}{\gamma_M} \cdot k_{mod} = 5,9 \text{ kN}$$

Dove:

$$d = 8\text{mm} \quad f_{ak,k} = 11,4\text{N/mm}^2 \quad f_{ak,k} = 140\text{mm} \quad \alpha = 45^\circ \quad \rho_k = 330\text{kg/m}^3 \quad \rho_a = 350\text{kg/m}^3 \quad k_{\text{mod}} = 0,8 \quad \gamma_M = 1,5$$

Il valore di progetto della forza massima di trazione imponibile per la connessione è quindi:

$$F_{\alpha,Rd} = 5,8\text{kN}$$

A questo punto, proiettando tale forza, è possibile effettuare la verifica:

$$F_{Rd} = F_{\alpha,Rd} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 4,10\text{kN}$$

$$F_{Rd} \geq F_{Ed} \rightarrow 4,10 > 4,05$$

**Verifica soddisfatta**

A complemento dell'esempio, si riportano, senza i calcoli, i valori delle deformazioni  $\delta$ , raggiunte in condizioni di esercizio per lo stato di fatto (soltanto il travetto) e per il sistema composto (travetto e rinforzo):

Stato di fatto

- Freccia istantanea in mezzeria dovuta ai soli carichi variabili:

$$\delta_{max} = 12\text{mm} \approx 1/400$$

- Freccia finale in mezzeria, tenendo conto anche degli effetti viscosi:

$$\delta_{max} = 23,5\text{mm} \approx 1/200$$

Sistema composto

- Freccia istantanea in mezzeria dovuta ai soli carichi variabili:

$$\delta_{max} = 4,6\text{mm} \approx 1/1000$$

- Freccia finale in mezzeria, tenendo conto anche degli effetti viscosi:

$$\delta_{max} = 8,9\text{mm} \approx 1/500$$

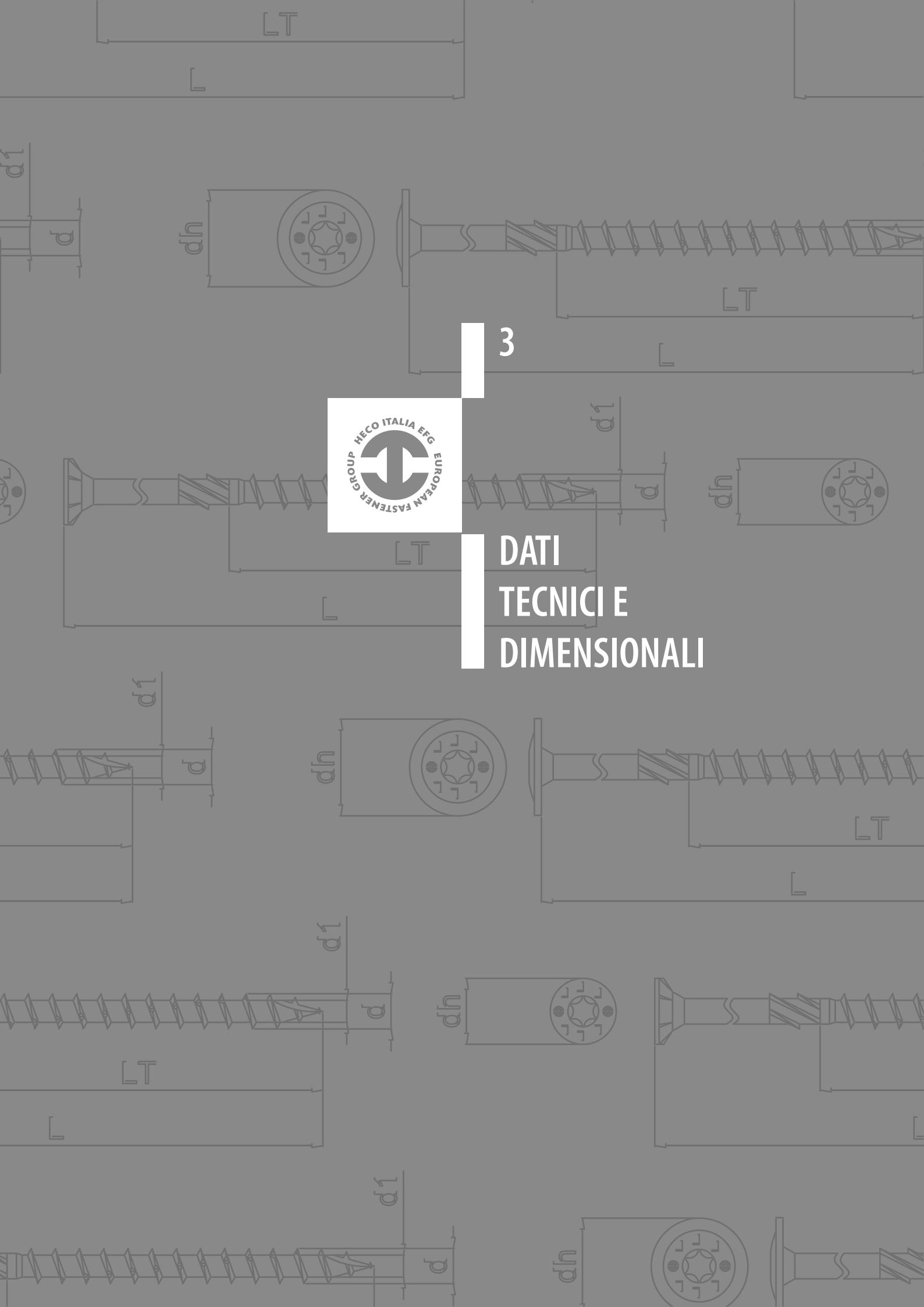
I limiti imposti dall'Eurocodice 5 (cfr), valgono  $1/300 \div 1/500$  per la freccia istantanea e  $1/250 \div 1/350$  per la freccia finale. È interessante notare che con il sistema composto si riescano a contenere le deformazioni entro i limiti imposti senza intervenire in modo invasivo sul solaio esistente.





3

# DATI TECNICI E DIMENSIONALI



### 3 DATI TECNICI E DIMENSIONALI

#### 3.1 EFG Powercut a filetto ridotto

##### 3.1.1 EFG Powercut mod. 249 a testa svasata piana Diametro 3,5 mm – 4,0 mm – 4,5 mm e 5,0 mm

La vite EFG Powercut mod. 249 a testa svasata piana autosvasante è una vite a mezzo filetto da legno con nervatura svasante, punta "Cut" e inserto Torx. Il materiale costitutivo è acciaio non legato.

Di seguito sono illustrate le proprietà geometriche e meccaniche (per un maggiore dettaglio, si domanda alla corrispondente scheda tecnica del prodotto).

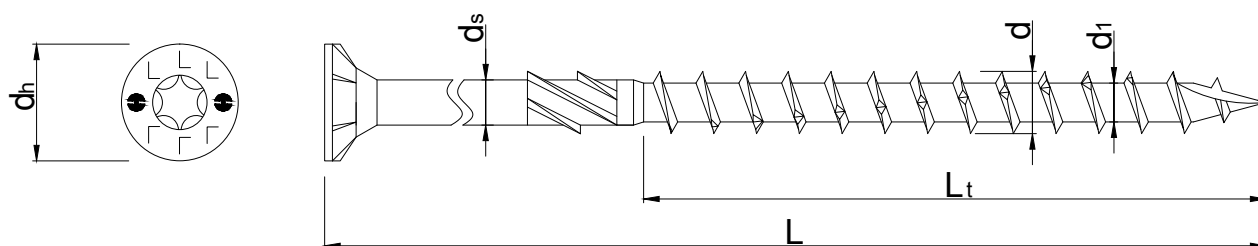


Tabella 3.1: proprietà geometriche

Ø	L	Lt	tfix	dh min	ds	d1	Inserto	Conf	Imb	Cod.
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		[pz]	[pz]	
3,5	35	17	18	6,6	2,45	2,05	T 15	1.000	10.000	H71379
	40	20	20	6,6	2,45	2,05	T 15	500	5.000	H71380
4,0	35	20	15	7,6	2,75	2,3	T 20	500	5.000	H71381
	40	25	15	7,6	2,75	2,3	T 20	500	5.000	H71382
	45	30	15	7,6	2,75	2,3	T 20	500	5.000	H71383
	50	30	20	7,6	2,75	2,3	T 20	500	5.000	H71384
	60	35	25	7,6	2,75	2,3	T 20	200	2.000	H71385
4,5	70	42	28	7,6	2,75	2,3	T 20	200	2.000	H71386
	40	20	20	8,5	3,10	2,55	T 25	200	2.000	H71218
	45	30	15	8,5	3,10	2,55	T 25	200	2.000	H71387
	50	30	20	8,5	3,10	2,55	T 25	200	2.000	H71214
	60	35	25	8,5	3,10	2,55	T 25	200	2.000	H71215
	70	42	28	8,5	3,10	2,55	T 25	200	2.000	H71216
5,0	80	48	32	8,5	3,10	2,55	T 25	200	2.000	H71217
	40	20	20	9,2	3,45	3,00	T 25	200	2.000	H71388
	45	30	15	9,2	3,45	3,00	T 25	200	2.000	H71389
	50	30	20	9,2	3,45	3,00	T 25	200	2.000	H71219
	60	35	25	9,2	3,45	3,00	T 25	200	2.000	H71220
	70	42	28	9,2	3,45	3,00	T 25	200	2.000	H71221
	80	48	32	9,2	3,45	3,00	T 25	200	2.000	H71222
	90	60	30	9,2	3,45	3,00	T 25	200	2.000	H71223
100	60	40	9,2	3,45	3,00	T 25	200	2.000	H71224	
	120	60	60	9,2	3,45	3,00	T 25	100	1.000	H71225

Tabella 3.2: spaziature e distanze minime per viti con  $d \leq 6 \text{ mm}$  con i simboli adottati in Figura 3-1

Spaziatura o distanza	Angolo $\alpha$	Valori minimi		
		Senza preforatura		Con preforatura
		$\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$	$420 < \rho_k \leq 500 \text{ kg/m}^3$	
a1 (parallela alla fibratura)	$0 \leq \alpha \leq 360^\circ$	d < 5mm: $(5 + 5 \cos \alpha )d$ d $\geq$ 5mm: $(5 + 7 \cos \alpha )d$	$(7 + 8 \cos \alpha )d$	$(4 +  \cos \alpha )d$
a2 (perpendic. alla fibratura)	$0 \leq \alpha \leq 360^\circ$	$5 \cdot d$	$7 \cdot d$	$(3 +  \sin \alpha )d$
a3,t (estremità caricata)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$(10 + 5 \cos \alpha)d$	$(15 + 5 \cos \alpha)d$	$(7 + 5 \cos \alpha)d$
a3,c (estremità non caricata)	$90^\circ \leq \alpha < 270^\circ$	$10 \cdot d$	$15 \cdot d$	$7 \cdot d$
a4,t (bordo caricato)	$0 \leq \alpha \leq 180^\circ$	d < 5mm: $(5 + 2 \sin \alpha)d$ d $\geq$ 5mm: $(5 + 5 \sin \alpha)d$	d < 5mm: $(7 + 2 \sin \alpha)d$ d $\geq$ 5mm: $(7 + 5 \sin \alpha)d$	d < 5mm: $(3 + 2 \sin \alpha)d$ d $\geq$ 5mm: $(3 + 4 \sin \alpha)d$
a4,c (bordo non caricato)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$5 \cdot d$	$7 \cdot d$	$3 \cdot d$

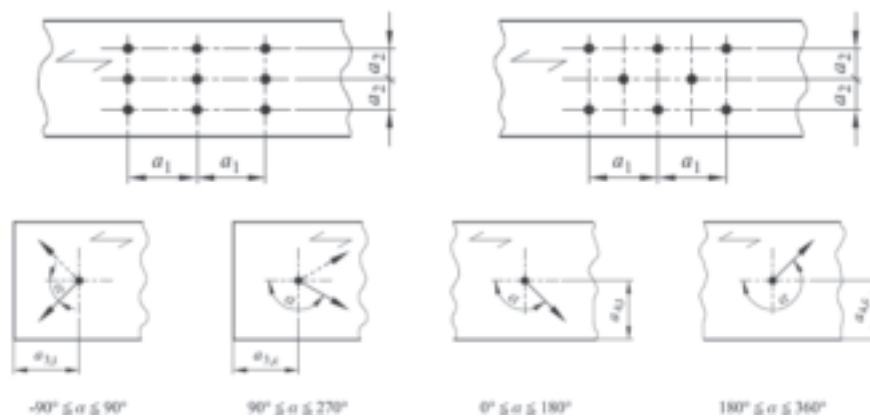


Figura 3-1

Tabella 3.3: distanze minime in mm – viti caricate lateralmente –  
Senza preforo –  $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$  –

	$\alpha = 0^\circ$				$\alpha = 90^\circ$			
d	3,5	4,0	4,5	5,0	3,5	4,0	4,5	5,0
a1	10*d			12*d	5*d			
a2	5*d				5*d			
a3,t	15*d				10*d			
a3,c	10*d				7*d			
a4,t	5*d			7*d			10*d	
a4,c	5*d				3*d			

	$\alpha = 0^\circ$				$\alpha = 90^\circ$			
d	3,5	4,0	4,5	5,0	3,5	4,0	4,5	5,0
a1	35	40	45	60	17,5	20	22,5	25
a2	17,5	20	22,5	25	17,5	20	22,5	25
a3,t	52,5	60	67,5	75	35	40	45	50
a3,c	35	40	45	50	24,5	28	31,5	35
a4,t	17,5	20	22,5	25	24,5	28	31,5	50
a4,c	17,5	20	22,5	25	10,5	12	13,5	15

Tabella 3.4: distanze minime in mm – viti caricate lateralmente –  
Senza preforo –  $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$  –

	$\alpha = 0^\circ$				$\alpha = 90^\circ$			
d	3,5	4,0	4,5	5,0	3,5	4,0	4,5	5,0
a1	5*d				4*d			
a2	3*d				4*d			
a3,t	12*d				7*d			
a3,c	7*d				7*d			
a4,t	3*d			5*d			7*d	
a4,c	5*d				3*d			

	$\alpha = 0^\circ$				$\alpha = 90^\circ$			
d	3,5	4,0	4,5	5,0	3,5	4,0	4,5	5,0
a1	17,5	20	22,5	25	14	16	18	20
a2	10,5	12	13,5	15	14	16	18	20
a3,t	42	48	54	60	24,5	28	31,5	35
a3,c	24,5	28	31,5	35	24,5	28	31,5	35
a4,t	10,5	12	13,5	15	17,5	20	22,5	35
a4,c	17,5	20	22,5	25	10,5	12	13,5	15



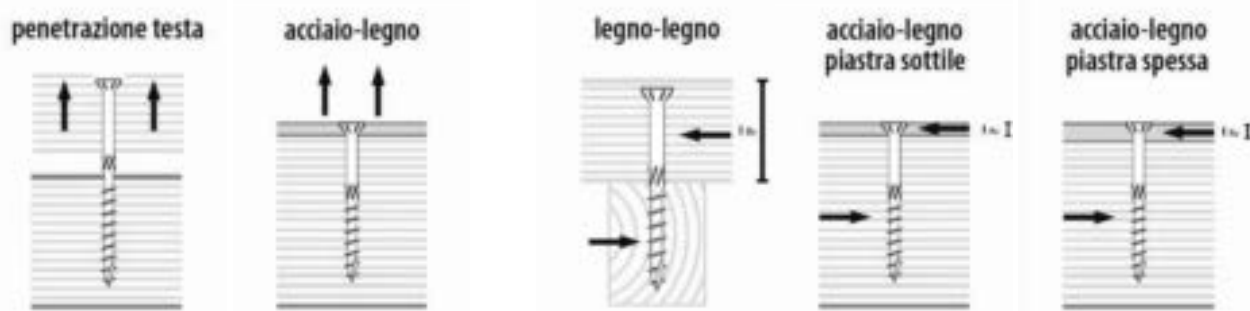
Tabella 3.5: proprietà meccaniche secondo EN 14592:2009+AI:2012

Ø	L	Lt	tfix	dh min	ds	d1	My,k	fax,k	fhead,k	ftens,k
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[Nm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[kN]
<b>3,5</b>	35	17	18	6,6	2,45	2,05	2,3	13,3	12,0	3,8
	40	20	20	6,6	2,45	2,05	2,3	13,3	12,0	3,8
<b>4,0</b>	35	20	15	7,6	2,75	2,3	3,3	12,9	12,0	5,0
	40	25	15	7,6	2,75	2,3	3,3	12,9	12,0	5,0
	45	30	15	7,6	2,75	2,3	3,3	12,9	12,0	5,0
	50	30	20	7,6	2,75	2,3	3,3	12,9	12,0	5,0
	60	35	25	7,6	2,75	2,3	3,3	12,9	12,0	5,0
	70	42	28	7,6	2,75	2,3	3,3	12,9	12,0	5,0
<b>4,5</b>	40	20	20	8,5	3,10	2,55	4,5	12,5	12,0	6,4
	45	30	15	8,5	3,10	2,55	4,5	12,5	12,0	6,4
	50	30	20	8,5	3,10	2,55	4,5	12,5	12,0	6,4
	60	35	25	8,5	3,10	2,55	4,5	12,5	12,0	6,4
	70	42	28	8,5	3,10	2,55	4,5	12,5	12,0	6,4
	80	48	32	8,5	3,10	2,55	4,5	12,5	12,0	6,4
<b>5,0</b>	40	20	20	9,2	3,45	3,00	5,9	12,1	12,0	7,9
	45	30	15	9,2	3,45	3,00	5,9	12,1	12,0	7,9
	50	30	20	9,2	3,45	3,00	5,9	12,1	12,0	7,9
	60	35	25	9,2	3,45	3,00	5,9	12,1	12,0	7,9
	70	42	28	9,2	3,45	3,00	5,9	12,1	12,0	7,9
	80	48	32	9,2	3,45	3,00	5,9	12,1	12,0	7,9
	90	60	30	9,2	3,45	3,00	5,9	12,1	12,0	7,9
	100	60	40	9,2	3,45	3,00	5,9	12,1	12,0	7,9
	120	60	60	9,2	3,45	3,00	5,9	12,1	12,0	7,9

I valori di fax,k e fhead,k sono relativi a test su campioni lignei aventi  $\rho_a = 450 \text{ kg/m}^3$

Tabella 3.6: Resistenze caratteristiche  
Viti inserite senza preforo -  $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$  (es. GL24h)

Dimensioni			Trazione			Taglio (unione a un piano di taglio)				
			legno - legno		acciaio - legno	legno - legno	acciaio sottile - legno		acciaio spesso - legno	
$\emptyset$	L	Lt	$t_{\text{fix}}$	$R_{\text{head,k}}$	$R_{\text{ax,k}}$	$F_{\text{v,k}}$	$t_{\text{fix}}$	$F_{\text{v,k}}$	$t_{\text{fix}}$	$F_{\text{v,k}}$
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]
3,5	35	17	18	0,46	0,69	0,51	1,5	0,69	3,5	0,95
	40	20	20	0,46	0,81	0,57	1,5	0,76	3,5	0,99
4,0	35	20	15	0,61	0,77	0,59	2,0	0,79	4,0	1,11
	40	25	15	0,61	0,90	0,67	2,0	0,85	4,0	1,24
	45	30	15	0,61	1,35	0,67	2,0	1,03	4,0	1,36
	50	30	20	0,61	1,35	0,73	2,0	1,04	4,0	1,36
	60	35	25	0,61	1,58	0,81	2,0	1,09	4,0	1,38
	70	42	28	0,61	1,89	0,86	2,0	1,17	4,0	1,46
4,5	40	20	20	0,76	0,98	0,72	2,0	0,97	4,5	1,36
	45	30	15	0,76	1,47	0,79	2,0	1,10	4,5	1,60
	50	30	20	0,76	1,47	0,85	2,0	1,23	4,5	1,60
	60	35	25	0,76	1,72	0,93	2,0	1,28	4,5	1,63
	70	42	28	0,76	2,06	0,98	2,0	1,36	4,5	1,71
	80	48	32	0,76	2,36	1,05	2,0	1,44	4,5	1,79
	90	54	36	0,76	2,66	1,13	2,0	1,52	4,5	1,87
5,0	40	20	20	0,89	1,06	0,82	2,5	1,08	5,0	1,54
	45	30	15	0,89	1,59	0,94	2,5	1,22	5,0	1,79
	50	30	20	0,89	1,59	0,99	2,5	1,37	5,0	1,90
	60	35	25	0,89	1,85	1,08	2,5	1,49	5,0	1,96
	70	42	28	0,89	2,22	1,13	2,5	1,58	5,0	2,00
	80	48	32	0,89	2,54	1,21	2,5	1,66	5,0	2,09
	90	54	36	0,89	2,86	1,27	2,5	1,74	5,0	2,18
	100	60	40	0,89	3,17	1,28	2,5	1,82	5,0	2,24
120	60	60	0,89	3,17	1,28	2,5	1,82	5,0	2,24	



Trazione

Taglio

### 3.1.2 EFG Powercut mod. 249 a testa svasata piana Diametro 6,0 mm – 8,0 mm – 10,0 mm e 12,0 mm

La vite EFG Powercut mod. 249 a testa svasata piana autosvasante è una vite a mezzo filetto da legno con nervatura svasante, punta "Cut" e inserto Torx. Il materiale costitutivo è acciaio non legato con caratteristiche meccaniche uguali o superiori alle prescrizioni della normativa EN 14592:2009+A1:2012.

Di seguito sono illustrate le proprietà geometriche e meccaniche (per un maggiore dettaglio, si demanda alla corrispondente Dichiarazione di Prestazione DoP del prodotto).

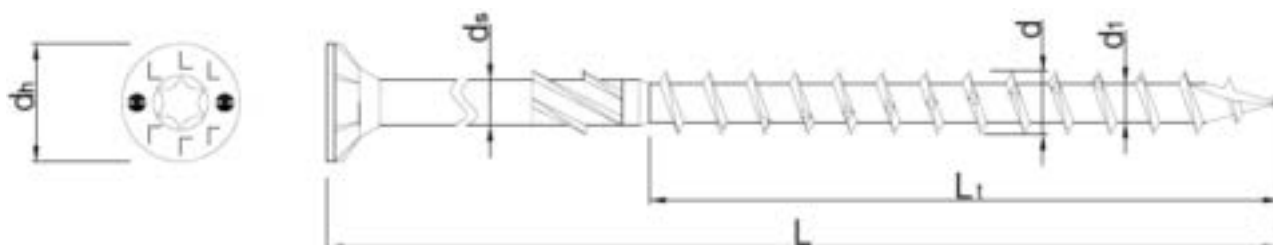


Tabella 3.7: proprietà geometriche

Ø	L	Lt	tfix	dh min	ds	d1	Inserto	Conf	Imb	Cod.
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		[pz]	[pz]	
<b>6,0</b>	60	32	28	11,5	4,15	3,80	T 30	200	2.400	<b>H71376</b>
	70	32	38	11,5	4,15	3,80	T 30	200	2.400	<b>H71377</b>
	80	50	30	11,5	4,15	3,80	T 30	200	1.200	<b>H70058</b>
	90	50	40	11,5	4,15	3,80	T 30	100	1.200	<b>H70380</b>
	100	50	50	11,5	4,15	3,80	T 30	100	1.200	<b>H70059</b>
	120	50	70	11,5	4,15	3,80	T 30	100	1.000	<b>H70060</b>
	140	70	70	11,5	4,15	3,80	T 30	100	800	<b>H70061</b>
	160	70	90	11,5	4,15	3,80	T 30	100	800	<b>H70062</b>
	180	70	110	11,5	4,15	3,80	T 30	100	800	<b>H70063</b>
	200	70	130	11,5	4,15	3,80	T 30	100	800	<b>H70064</b>
	220	70	150	11,5	4,15	3,80	T 30	100	400	<b>H70065</b>
	240	70	170	11,5	4,15	3,80	T 30	100	400	<b>H70066</b>
	260	70	190	11,5	4,15	3,80	T 30	100	400	<b>H70067</b>
	280	70	210	11,5	4,15	3,80	T 30	100	400	<b>H70068</b>
300	70	230	11,5	4,15	3,80	T 30	100	400	<b>H70069</b>	
<b>8,0</b>	80	50	30	14,5	5,65	5,10	T 40	100	1.200	<b>H70070</b>
	100	50	50	14,5	5,65	5,10	T 40	100	1.000	<b>H70071</b>
	120	50	70	14,5	5,65	5,10	T 40	100	800	<b>H70072</b>
	140	80	60	14,5	5,65	5,10	T 40	100	800	<b>H70073</b>
	160	80	80	14,5	5,65	5,10	T 40	100	600	<b>H70074</b>
	180	80	100	14,5	5,65	5,10	T 40	100	500	<b>H70075</b>
	200	80	120	14,5	5,65	5,10	T 40	100	500	<b>H70076</b>
	220	80	140	14,5	5,65	5,10	T 40	100	400	<b>H70077</b>
	240	80	160	14,5	5,65	5,10	T 40	100	400	<b>H70078</b>
	260	80	180	14,5	5,65	5,10	T 40	100	400	<b>H70079</b>
280	80	200	14,5	5,65	5,10	T 40	100	300	<b>H70080</b>	

Ø	L	Lt	tfix	dh min	ds	d1	Inserto	Conf	Imb	Cod.
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		[pz]	[pz]	
<b>8,0</b>	300	80	220	14,5	5,65	5,10	T 40	100	300	<b>H70081</b>
	320	80	240	14,5	5,65	5,10	T 40	100	300	<b>H70082</b>
	340	80	260	14,5	5,65	5,10	T 40	100	300	<b>H70083</b>
	360	80	280	14,5	5,65	5,10	T 40	100	150	<b>H70084</b>
	380	80	300	14,5	5,65	5,10	T 40	100	150	<b>H70085</b>
	400	80	320	14,5	5,65	5,10	T 40	100	150	<b>H70086</b>
<b>10,0</b>	80	50	30	17,5	6,90	6,00	T 40	50	600	<b>H70383</b>
	100	50	50	17,5	6,90	6,00	T 40	50	600	<b>H70384</b>
	120	50	70	17,5	6,90	6,00	T 40	50	550	<b>H70087</b>
	140	80	60	17,5	6,90	6,00	T 40	50	400	<b>H70088</b>
	160	80	80	17,5	6,90	6,00	T 40	50	400	<b>H70089</b>
	180	80	100	17,5	6,90	6,00	T 40	50	350	<b>H70090</b>
	200	80	120	17,5	6,90	6,00	T 40	50	350	<b>H70091</b>
	220	80	140	17,5	6,90	6,00	T 40	50	200	<b>H70092</b>
	240	80	160	17,5	6,90	6,00	T 40	50	200	<b>H70093</b>
	260	80	180	17,5	6,90	6,00	T 40	50	200	<b>H70094</b>
	280	80	200	17,5	6,90	6,00	T 40	50	200	<b>H70095</b>
	300	80	220	17,5	6,90	6,00	T 40	50	200	<b>H70096</b>
	320	80	240	17,5	6,90	6,00	T 40	50	200	<b>H70097</b>
	340	80	260	17,5	6,90	6,00	T 40	50	200	<b>H70098</b>
	360	80	280	17,5	6,90	6,00	T 40	50	150	<b>H70099</b>
	380	80	300	17,5	6,90	6,00	T 40	50	150	<b>H70100</b>
	400	80	320	17,5	6,90	6,00	T 40	50	150	<b>H70101</b>
<b>12,0</b>	100	70	30	21	7,80	6,55	T 40	25	-	<b>H71863</b>
	120	84	36	21	7,80	6,55	T 40	25	-	<b>H71806</b>
	140	100	40	21	7,80	6,55	T 40	25	-	<b>H71864</b>
	160	100	60	21	7,80	6,55	T 40	25	-	<b>H71705</b>
	180	125	55	21	7,80	6,55	T 40	25	-	<b>H71865</b>
	200	125	75	21	7,80	6,55	T 40	25	-	<b>H71742</b>
	220	144	76	21	7,80	6,55	T 40	25	-	<b>H71857</b>
	240	144	96	21	7,80	6,55	T 40	25	-	<b>H71743</b>
	260	144	116	21	7,80	6,55	T 40	25	-	<b>H71796</b>
	280	144	136	21	7,80	6,55	T 40	25	-	<b>H71744</b>
	300	144	156	21	7,80	6,55	T 40	25	-	<b>H71797</b>
	320	144	176	21	7,80	6,55	T 40	25	-	<b>H71811</b>
	340	144	196	21	7,80	6,55	T 40	25	-	<b>H71798</b>
	360	144	216	21	7,80	6,55	T 40	25	-	<b>H71799</b>
	380	144	236	21	7,80	6,55	T 40	25	-	<b>H71821</b>
	400	144	256	21	7,80	6,55	T 40	25	-	<b>H71729</b>
	450	144	306	21	7,80	6,55	T 40	25	-	<b>H71730</b>
	500	144	356	21	7,80	6,55	T 40	25	-	<b>H71804</b>
	600	144	456	21	7,80	6,55	T 40	25	-	<b>H71805</b>

Tabella 3.8: distanze minime – viti caricate lateralmente– diametro  $d > 6\text{mm}$  con i simboli adottati in Figura 3-2

Spaziature e distanze da estremità/bordi	Angolo rispetto alla fibratura	Valori minimi
a1 (parallela alla fibratura)	$0 \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(4 +  \cos \alpha )d$
a2 (perpendicolare alla fibratura)	$0 \leq \alpha \leq 360^\circ$	$4d$
a3,t (estremità caricata)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$\max[7d; 80\text{mm}]$
a3,c (estremità non caricata)	$90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$	$(1 + 6 \sin \alpha)d$
	$150^\circ \leq \alpha < 210^\circ$	$4d$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$(1 + 6 \sin \alpha )d$
a4,t (bordo caricato)	$0 \leq \alpha \leq 180^\circ$	$\max[(2 + 2 \sin \alpha)d; 3d]$
a4,c (bordo non caricato)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3d$

Tabella 3.9: distanze minime in mm – viti caricate lateralmente –

d	$\alpha = 0^\circ$				$\alpha = 90^\circ$				$\alpha = 180^\circ$				$\alpha = 270^\circ$			
	6,0*	8,0	10,0	12,0	6,0*	8,0	10,0	12,0	6,0*	8,0	10,0	12,0	6,0*	8,0	10,0	12,0
a1	72	40	50	60	30	32	40	48	72	40	50	60	30	32	40	48
a2	30	32	40	48	30	32	40	48	30	32	40	48	30	32	40	48
a3,t	90	80	80	84	60	80	80	84	-	-	-	-	60	80	80	84
a3,c	-	-	-	-	60	56	70	84	60	32	40	48	60	56	70	84
a4,t	30	24	30	36	60	32	40	48	30	32	40	48	-	-	-	-
a4,c	30	24	30	36	-	-	-	-	30	24	30	36	30	24	30	36

\* per le viti con  $d=6\text{mm}$  si fa riferimento alla Tabella 3.2 con le ipotesi di non effettuare il preforo e con  $p_k < 420\text{kg/m}^3$

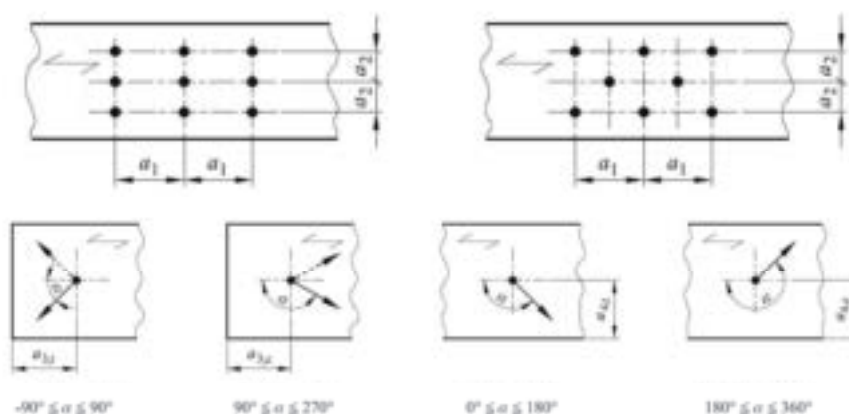


Figura 3-2

Tabella 3.10: proprietà meccaniche secondo EN 14592:2008+A1:2012

Ø	L	Lt	dh min	ds	d1	My,k	fax,k	fhead,k	ftens,k
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[Nm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[kN]
<b>6,0</b>	60	32	11,5	4,15	3,80	9,9	12,4	17,9	13,4
	70	32	11,5	4,15	3,80	9,9	12,4	17,9	13,4
	80	50	11,5	4,15	3,80	9,9	15,6	17,9	13,4
	90	50	11,5	4,15	3,80	9,9	15,6	17,9	13,4
	100	50	11,5	4,15	3,80	9,9	15,6	17,9	13,4
	120	50	11,5	4,15	3,80	9,9	15,6	17,9	13,4
	140	70	11,5	4,15	3,80	9,9	15,4	17,9	13,4
	160	70	11,5	4,15	3,80	9,9	15,4	17,9	13,4
	180	70	11,5	4,15	3,80	9,9	15,4	17,9	13,4
	200	70	11,5	4,15	3,80	9,9	15,4	17,9	13,4
	220	70	11,5	4,15	3,80	9,9	15,4	17,9	13,4
	240	70	11,5	4,15	3,80	9,9	15,4	17,9	13,4
	260	70	11,5	4,15	3,80	9,9	15,4	17,9	13,4
	280	70	11,5	4,15	3,80	9,9	15,4	17,9	13,4
300	70	11,5	4,15	3,80	9,9	15,4	17,9	13,4	
<b>8,0</b>	80	50	14,5	5,65	5,10	21,7	11,3	17,9	24,7
	100	50	14,5	5,65	5,10	21,7	11,3	17,9	24,7
	120	50	14,5	5,65	5,10	21,7	11,3	17,9	24,7
	140	80	14,5	5,65	5,10	21,7	14	17,9	24,7
	160	80	14,5	5,65	5,10	21,7	14,0	17,9	24,7
	180	80	14,5	5,65	5,10	21,7	14,0	17,9	24,7
	200	80	14,5	5,65	5,10	21,7	14,0	17,9	24,7
	220	80	14,5	5,65	5,10	21,7	14,0	17,9	24,7
	240	80	14,5	5,65	5,10	21,7	14,0	17,9	24,7
	260	80	14,5	5,65	5,10	21,7	14,0	17,9	24,7
	280	80	14,5	5,65	5,10	21,7	14,0	17,9	24,7
	300	80	14,5	5,65	5,10	21,7	14,0	17,9	24,7
	320	80	14,5	5,65	5,10	21,7	14,0	17,9	24,7
	340	80	14,5	5,65	5,10	21,7	14,0	17,9	24,7
360	80	14,5	5,65	5,10	21,7	14,0	17,9	24,7	
380	80	14,5	5,65	5,10	21,7	14,0	17,9	24,7	
400	80	14,5	5,65	5,10	21,7	14,0	17,9	24,7	
<b>10,0</b>	80	50	17,5	6,90	6,00	33,6	10,5	18,4	34,3
	100	50	17,5	6,90	6,00	33,6	10,5	18,4	34,3
	120	50	17,5	6,90	6,00	33,6	10,5	18,4	34,3
	140	80	17,5	6,90	6,00	33,6	13,4	18,4	34,3
	160	80	17,5	6,90	6,00	33,6	13,4	18,4	34,3
	180	80	17,5	6,90	6,00	33,6	13,4	18,4	34,3

I valori di fax,k e fhead,k sono relativi a test su campioni lignei aventi  
 $\rho_a = 450 \text{ kg/m}^3$  per  $\Phi=6,8,10 \text{ mm}$  e  $\rho_a = 350 \text{ kg/m}^3$  per  $\Phi = 12 \text{ mm}$

$\emptyset$	L	Lt	dh min	ds	d1	My,k	f <sub>ax,k</sub>	f <sub>head,k</sub>	f <sub>tens,k</sub>
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[Nm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[kN]
<b>10,0</b>	200	80	17,5	6,90	6,00	33,6	13,4	18,4	34,3
	220	80	17,5	6,90	6,00	33,6	13,4	18,4	34,3
	240	80	17,5	6,90	6,00	33,6	13,4	18,4	34,3
	260	80	17,5	6,90	6,00	33,6	13,4	18,4	34,3
	280	80	17,5	6,90	6,00	33,6	13,4	18,4	34,3
	300	80	17,5	6,90	6,00	33,6	13,4	18,4	34,3
	320	80	17,5	6,90	6,00	33,6	13,4	18,4	34,3
	340	80	17,5	6,90	6,00	33,6	13,4	18,4	34,3
	360	80	17,5	6,90	6,00	33,6	13,4	18,4	34,3
	380	80	17,5	6,90	6,00	33,6	13,4	18,4	34,3
	400	80	17,5	6,90	6,00	33,6	13,4	18,4	34,3
	<b>12,0</b>	100	70	21	7,80	6,55	46,8	9,8	12,2
120		84	21	7,80	6,55	46,8	9,8	12,2	54,6
140		100	21	7,80	6,55	46,8	9,8	12,2	54,6
160		100	21	7,80	6,55	46,8	9,8	12,2	54,6
180		125	21	7,80	6,55	46,8	9,8	12,2	54,6
200		125	21	7,80	6,55	46,8	9,8	12,2	54,6
220		144	21	7,80	6,55	46,8	9,8	12,2	54,6
240		144	21	7,80	6,55	46,8	9,8	12,2	54,6
260		144	21	7,80	6,55	46,8	9,8	12,2	54,6
280		144	21	7,80	6,55	46,8	9,8	12,2	54,6
300		144	21	7,80	6,55	46,8	9,8	12,2	54,6
320		144	21	7,80	6,55	46,8	9,8	12,2	54,6
340		144	21	7,80	6,55	46,8	9,8	12,2	54,6
360		144	21	7,80	6,55	46,8	9,8	12,2	54,6
380		144	21	7,80	6,55	46,8	9,8	12,2	54,6
400		144	21	7,80	6,55	46,8	9,8	12,2	54,6
450		144	21	7,80	6,55	46,8	9,8	12,2	54,6
500		144	21	7,80	6,55	46,8	9,8	12,2	54,6
600	144	21	7,80	6,55	46,8	9,8	12,2	54,6	

I valori di f<sub>ax,k</sub> e f<sub>head,k</sub> sono relativi a test su campioni lignei aventi  
 $\rho_a = 450 \text{ kg/m}^3$  per  $\Phi=6,8,10 \text{ mm}$  e  $\rho_a = 350 \text{ kg/m}^3$  per  $\Phi = 12 \text{ mm}$

Tabella 3.11 Resistenze caratteristiche

Viti  $\varnothing=6$  mm e  $\varnothing=8$  mm inserite senza preforo -  $\rho_k = 380$  kg/m<sup>3</sup> (es. GL24h)

Dimensioni			Trazione			Taglio (unione a un piano di taglio)				
			legno - legno		acciaio - legno	legno - legno	acciaio sottile - legno		acciaio spesso - legno	
$\varnothing$	L	Lt	t <sub>fix</sub>	R <sub>head,k</sub>	R <sub>ax,k</sub>	F <sub>v,k</sub>	t <sub>fix</sub>	F <sub>v,k</sub>	t <sub>fix</sub>	F <sub>v,k</sub>
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]
<b>6,0</b>	60	32	28	2,25	1,79	1,51	3,0	1,95	6,0	2,55
	70	32	38	2,25	1,79	1,68	3,0	1,95	6,0	2,57
	80	50	30	2,25	3,51	1,77	3,0	2,38	6,0	2,98
	90	50	40	2,25	3,51	2,00	3,0	2,38	6,0	3,00
	100	50	50	2,25	3,51	2,05	3,0	2,38	6,0	3,00
	120	50	70	2,25	3,51	2,05	3,0	2,38	6,0	3,00
	140	70	70	2,25	4,85	2,05	3,0	2,71	6,0	3,33
	160	70	90	2,25	4,85	2,05	3,0	2,71	6,0	3,33
	180	70	110	2,25	4,85	2,05	3,0	2,71	6,0	3,33
	200	70	130	2,25	4,85	2,05	3,0	2,71	6,0	3,33
	220	70	150	2,25	4,85	2,05	3,0	2,71	6,0	3,33
	240	70	170	2,25	4,85	2,05	3,0	2,71	6,0	3,33
	260	70	190	2,25	4,85	2,05	3,0	2,71	6,0	3,33
	280	70	210	2,25	4,85	2,05	3,0	2,71	6,0	3,33
	300	70	230	2,25	4,85	2,05	3,0	2,71	6,0	3,33
<b>8,0</b>	80	50	30	3,52	3,95	2,63	4,0	3,17	8,0	4,46
	100	50	50	3,52	3,95	3,04	4,0	3,46	8,0	4,48
	120	50	70	3,52	3,95	3,13	4,0	3,46	8,0	4,48
	140	80	60	3,52	7,83	3,33	4,0	4,43	8,0	5,45
	160	80	80	3,52	7,83	3,33	4,0	4,43	8,0	5,45
	180	80	100	3,52	7,83	3,33	4,0	4,43	8,0	5,45
	200	80	120	3,52	7,83	3,33	4,0	4,43	8,0	5,45
	220	80	140	3,52	7,83	3,33	4,0	4,43	8,0	5,45
	240	80	160	3,52	7,83	3,33	4,0	4,43	8,0	5,45
	260	80	180	3,52	7,83	3,33	4,0	4,43	8,0	5,45
	280	80	200	3,52	7,83	3,33	4,0	4,43	8,0	5,45
	300	80	220	3,52	7,83	3,33	4,0	4,43	8,0	5,45
	320	80	240	3,52	7,83	3,33	4,0	4,43	8,0	5,45
	340	80	260	3,52	7,83	3,33	4,0	4,43	8,0	5,45
	360	80	280	3,52	7,83	3,33	4,0	4,43	8,0	5,45
380	80	300	3,52	7,83	3,33	4,0	4,43	8,0	5,45	
400	80	320	3,52	7,83	3,33	4,0	4,43	8,0	5,45	
<b>10,0</b>	80	50	30	5,21	4,59	3,54	5,0	3,98	10,0	5,65
	100	50	50	5,21	4,59	4,13	5,0	4,67	10,0	6,00
	120	50	70	5,21	4,59	4,13	5,0	4,67	10,0	6,13
	140	80	60	5,21	9,36	4,65	5,0	5,86	10,0	7,32
	160	80	80	5,21	9,36	4,73	5,0	5,86	10,0	7,32
180	80	100	5,21	9,36	4,73	5,0	5,86	10,0	7,32	

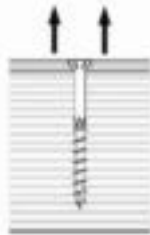


Dimensioni			Trazione			Taglio (unione a un piano di taglio)				
			legno - legno		acciaio - legno	legno - legno	acciaio sottile - legno		acciaio spesso - legno	
Ø	L	Lt	t <sub>fix</sub>	R <sub>head,k</sub>	R <sub>ax,k</sub>	F <sub>v,k</sub>	t <sub>fix</sub>	F <sub>v,k</sub>	t <sub>fix</sub>	F <sub>v,k</sub>
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]
<b>10,0</b>	200	80	120	5,21	9,36	4,73	5,0	5,86	10,0	7,32
	220	80	140	5,21	9,36	4,73	5,0	5,86	10,0	7,32
	240	80	160	5,21	9,36	4,73	5,0	5,86	10,0	7,32
	260	80	180	5,21	9,36	4,73	5,0	5,86	10,0	7,32
	280	80	200	5,21	9,36	4,73	5,0	5,86	10,0	7,32
	300	80	220	5,21	9,36	4,73	5,0	5,86	10,0	7,32
	320	80	240	5,21	9,36	4,73	5,0	5,86	10,0	7,32
	340	80	260	5,21	9,36	4,73	5,0	5,86	10,0	7,32
	360	80	280	5,21	9,36	4,73	5,0	5,86	10,0	7,32
	380	80	300	5,21	9,36	4,73	5,0	5,86	10,0	7,32
400	80	320	5,21	9,36	4,73	5,0	5,86	10,0	7,32	
<b>12,0</b>	100	70	30	5,21	8,79	4,14	6,0	5,37	12,0	8,14
	120	84	36	5,21	10,55	4,28	6,0	6,52	12,0	8,59
	140	100	40	5,21	12,56	4,38	6,0	7,35	12,0	9,09
	160	100	60	5,21	12,56	4,88	6,0	7,58	12,0	9,09
	180	125	55	5,21	15,70	5,07	6,0	8,36	12,0	9,87
	200	125	75	5,21	15,70	5,07	6,0	8,36	12,0	10,20
	220	144	76	5,21	18,09	5,51	6,0	8,88	12,0	10,80
	240	144	96	5,21	18,09	5,51	6,0	8,88	12,0	10,80
	260	144	116	5,21	18,09	5,51	6,0	8,88	12,0	10,80
	280	144	136	5,21	18,09	5,51	6,0	8,88	12,0	10,80
	300	144	156	5,21	18,09	5,51	6,0	8,88	12,0	10,80
	320	144	176	5,21	18,09	5,51	6,0	8,88	12,0	10,80
	340	144	196	5,21	18,09	5,51	6,0	8,88	12,0	10,80
	360	144	216	5,21	18,09	5,51	6,0	8,88	12,0	10,80
	380	144	236	5,21	18,09	5,51	6,0	8,88	12,0	10,80
	400	144	256	5,21	18,09	5,51	6,0	8,88	12,0	10,80
450	144	306	5,21	18,09	5,51	6,0	8,88	12,0	10,80	
500	144	356	5,21	18,09	5,51	6,0	8,88	12,0	10,80	
600	144	456	5,21	18,09	5,51	6,0	8,88	12,0	10,80	

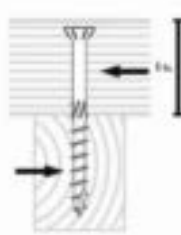
penetrazione testa



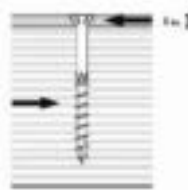
acciaio-legno



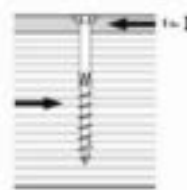
legno-legno



acciaio-legno  
piastra sottile



acciaio-legno  
piastra spessa



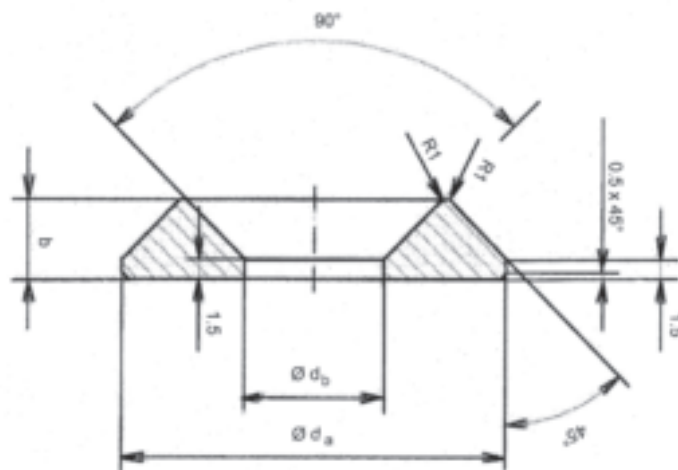
Trazione

Taglio

**3.1.3 EFG Powercut mod. 249 a testa svasata piana e rondella svasata**  
**Diametro 6,0 mm – 8,0 mm – 10,0 mm e 12,0 mm**

Per la vite EFG Powercut mod. 249 a testa svasata piana, nei diametri 6,0 – 8,0 – 10,0 e 12,0 mm sono disponibili anche delle specifiche rondelle svasate. L'utilizzo di questa rondella, oltre che per fini estetici, è legato anche all'aumento delle resistenze.

Di seguito sono illustrate le proprietà geometriche e meccaniche (per un maggiore dettaglio, si demanda alla corrispondente Dichiarazione di Prestazione DoP del prodotto).



**Tabella 3.12: proprietà geometriche**

<b>d</b>	<b>6,0</b>	<b>8,0</b>	<b>10,0</b>	<b>12,0</b>
<b>da</b>	19,5	25,0	32,0	39,0
<b>db</b>	8,0	9,0	12,0	14,0
<b>b</b>	4,5	5,5	6,5	7,5

**Tabella 3.13: Resistenze caratteristiche**

$\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3 \text{ (GL24h)}$

	<b>6,0</b>	<b>8,0</b>	<b>10,0</b>	<b>12,0</b>
<b>Rhead,k [kN]</b>	4,49	7,38	9,62	12,10

### 3.1.4 EFG Powercut mod. 269 a testa bombata

La vite EFG-Powercut mod. 269 a testa bombata è una vite a mezzo filetto da legno con nervatura svasante, punta "Cut" e inserto Torx. Il materiale costitutivo è acciaio non legato con caratteristiche meccaniche uguali o superiori alle prescrizioni della normativa EN 14592:2009+A1:2012.

Di seguito sono illustrate le proprietà geometriche e meccaniche (per un maggiore dettaglio, si domanda alla corrispondente Dichiarazione di Prestazione DoP del prodotto).

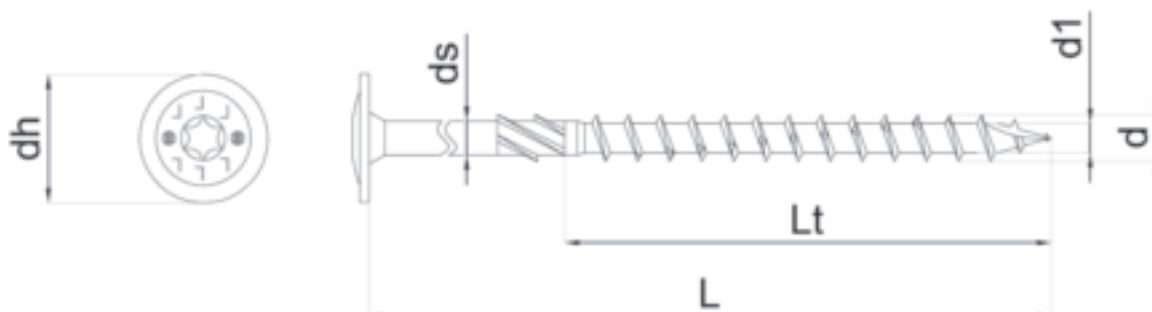


Tabella 3.14: proprietà geometriche

Ø	L	Lt	tfix	dh min	ds	d1	Inserto	Conf	Imb	Cod.
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		[pz]	[pz]	
<b>6,0</b>	60	32	28	14,0	4,15	3,80	T 30	-	-	su richiesta
	70	32	38	14,0	4,15	3,80	T 30	-	-	su richiesta
	80	50	30	14,0	4,15	3,80	T 30	-	-	su richiesta
	90	50	40	14,0	4,15	3,80	T 30	-	-	su richiesta
	100	50	50	14,0	4,15	3,80	T 30	-	-	su richiesta
	120	50	70	14,0	4,15	3,80	T 30	-	-	su richiesta
	140	70	70	14,0	4,15	3,80	T 30	-	-	su richiesta
	160	70	90	14,0	4,15	3,80	T 30	-	-	su richiesta
	180	70	110	14,0	4,15	3,80	T 30	-	-	su richiesta
	200	70	130	14,0	4,15	3,80	T 30	-	-	su richiesta
	220	70	150	14,0	4,15	3,80	T 30	-	-	su richiesta
	240	70	170	14,0	4,15	3,80	T 30	-	-	su richiesta
	260	70	190	14,0	4,15	3,80	T 30	-	-	su richiesta
280	70	210	14,0	4,15	3,80	T 30	-	-	su richiesta	
300	70	230	14,0	4,15	3,80	T 30	-	-	su richiesta	
<b>8,0</b>	80	50	30	22,0	5,65	5,10	T 40	-	-	su richiesta
	100	50	50	22,0	5,65	5,10	T 40	-	-	su richiesta
	120	50	70	22,0	5,65	5,10	T 40	100	800	<b>H71292</b>
	140	80	60	22,0	5,65	5,10	T 40	100	800	<b>H71293</b>
	160	80	80	22,0	5,65	5,10	T 40	100	600	<b>H71294</b>
	180	80	100	22,0	5,65	5,10	T 40	100	500	<b>H71295</b>
	200	80	120	22,0	5,65	5,10	T 40	100	500	<b>H71296</b>
	220	80	140	22,0	5,65	5,10	T 40	100	400	<b>H71297</b>
	240	80	160	22,0	5,65	5,10	T 40	100	400	<b>H71298</b>
260	80	180	22,0	5,65	5,10	T 40	100	400	<b>H71299</b>	

Ø	L	Lt	tfix	dh min	ds	d1	Inserto	Conf	Imb	Cod.
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		[pz]	[pz]	
<b>8,0</b>	280	80	200	22,0	5,65	5,10	T 40	100	300	<b>H71300</b>
	300	80	220	22,0	5,65	5,10	T 40	100	300	<b>H71301</b>
	320	80	240	22,0	5,65	5,10	T 40	50	200	<b>H71302</b>
	340	80	260	22,0	5,65	5,10	T 40	-	-	su richiesta
	360	80	280	22,0	5,65	5,10	T 40	50	150	<b>H71304</b>
	380	80	300	22,0	5,65	5,10	T 40	50	150	su richiesta
	400	80	320	22,0	5,65	5,10	T 40	50	150	<b>H71306</b>
<b>10,0</b>	80	50	30	25,0	6,90	6,00	T 40	-	-	su richiesta
	100	50	50	25,0	6,90	6,00	T 40	-	-	su richiesta
	120	50	70	25,0	6,90	6,00	T 40	-	-	su richiesta
	140	80	60	25,0	6,90	6,00	T 40	-	-	su richiesta
	160	80	80	25,0	6,90	6,00	T 40	-	-	su richiesta
	180	80	100	25,0	6,90	6,00	T 40	-	-	su richiesta
	200	80	120	25,0	6,90	6,00	T 40	-	-	su richiesta
	220	80	140	25,0	6,90	6,00	T 40	-	-	su richiesta
	240	80	160	25,0	6,90	6,00	T 40	-	-	su richiesta
	260	80	180	25,0	6,90	6,00	T 40	-	-	su richiesta
	280	80	200	25,0	6,90	6,00	T 40	-	-	su richiesta
	300	80	220	25,0	6,90	6,00	T 40	-	-	su richiesta
	320	80	240	25,0	6,90	6,00	T 40	-	-	su richiesta
	340	80	260	25,0	6,90	6,00	T 40	-	-	su richiesta
	360	80	280	25,0	6,90	6,00	T 40	-	-	su richiesta
	380	80	300	25,0	6,90	6,00	T 40	-	-	su richiesta
	400	80	320	25,0	6,90	6,00	T 40	-	-	su richiesta

Tabella 3.15: proprietà meccaniche secondo EN 14592:2009+A1:2012

Ø	L	Lt	dh min	ds	d1	My,k	fax,k	fhead,k	ftens,k
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[Nm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[kN]
<b>6,0</b>	60	32	14,0	4,15	3,80	9,9	12,4	25,8	13,4
	70	32	14,0	4,15	3,80	9,9	12,4	25,8	13,4
	80	50	14,0	4,15	3,80	9,9	15,6	25,8	13,4
	90	50	14,0	4,15	3,80	9,9	15,6	25,8	13,4
	100	50	14,0	4,15	3,80	9,9	15,6	25,8	13,4
	120	50	14,0	4,15	3,80	9,9	15,6	25,8	13,4
	140	70	14,0	4,15	3,80	9,9	15,4	25,8	13,4
	160	70	14,0	4,15	3,80	9,9	15,4	25,8	13,4
	180	70	14,0	4,15	3,80	9,9	15,4	25,8	13,4
	200	70	14,0	4,15	3,80	9,9	15,4	25,8	13,4
	220	70	14,0	4,15	3,80	9,9	15,4	25,8	13,4
	240	70	14,0	4,15	3,80	9,9	15,4	25,8	13,4
	260	70	14,0	4,15	3,80	9,9	15,4	25,8	13,4
	280	70	14,0	4,15	3,80	9,9	15,4	25,8	13,4
	300	70	14,0	4,15	3,80	9,9	15,4	25,8	13,4
<b>8,0</b>	80	50	22,0	5,65	5,10	21,7	11,3	28,2	24,7
	100	50	22,0	5,65	5,10	21,7	11,3	28,2	24,7
	120	50	22,0	5,65	5,10	21,7	11,3	28,2	24,7
	140	80	22,0	5,65	5,10	21,7	14	28,2	24,7
	160	80	22,0	5,65	5,10	21,7	14,0	28,2	24,7
	180	80	22,0	5,65	5,10	21,7	14,0	28,2	24,7
	200	80	22,0	5,65	5,10	21,7	14,0	28,2	24,7
	220	80	22,0	5,65	5,10	21,7	14,0	28,2	24,7
	240	80	22,0	5,65	5,10	21,7	14,0	28,2	24,7
	260	80	22,0	5,65	5,10	21,7	14,0	28,2	24,7
	280	80	22,0	5,65	5,10	21,7	14,0	28,2	24,7
	300	80	22,0	5,65	5,10	21,7	14,0	28,2	24,7
	320	80	22,0	5,65	5,10	21,7	14,0	28,2	24,7
	340	80	22,0	5,65	5,10	21,7	14,0	28,2	24,7
	360	80	22,0	5,65	5,10	21,7	14,0	28,2	24,7
	380	80	22,0	5,65	5,10	21,7	14,0	28,2	24,7
	400	80	22,0	5,65	5,10	21,7	14,0	28,2	24,7
<b>10,0</b>	80	50	25,0	6,90	6,00	33,6	10,5	25,0	34,3
	100	50	25,0	6,90	6,00	33,6	10,5	25	34,3
	120	50	25,0	6,90	6,00	33,6	10,5	25	34,3
	140	80	25,0	6,90	6,00	33,6	13,4	25	34,3
	160	80	25,0	6,90	6,00	33,6	13,4	25	34,3
	180	80	25,0	6,90	6,00	33,6	13,4	25	34,3
	200	80	25,0	6,90	6,00	33,6	13,4	25	34,3
	220	80	25,0	6,90	6,00	33,6	13,4	25	34,3

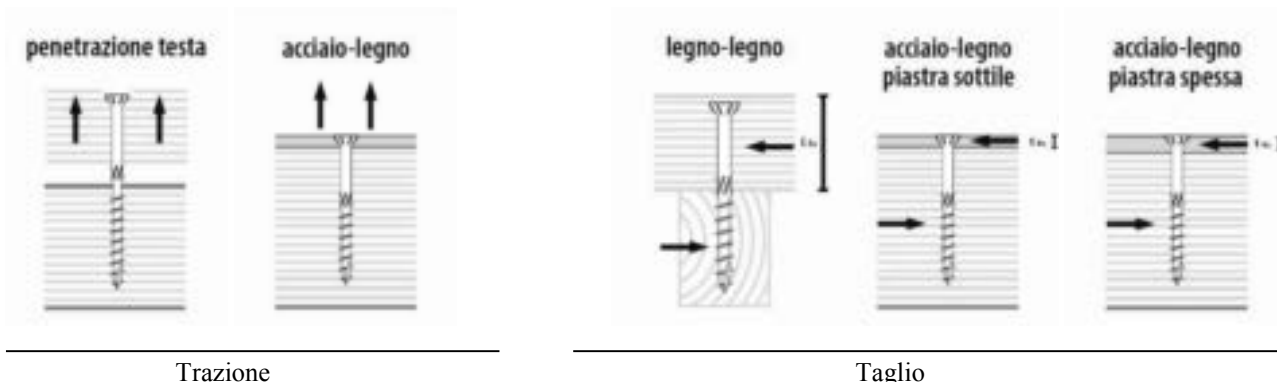
$\emptyset$	L	Lt	dh min	ds	d1	My,k	f <sub>ax,k</sub>	f <sub>head,k</sub>	f <sub>tens,k</sub>
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[Nm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[kN]
<b>10,0</b>	240	80	25,0	6,90	6,00	33,6	13,4	25	34,3
	260	80	25,0	6,90	6,00	33,6	13,4	25	34,3
	280	80	25,0	6,90	6,00	33,6	13,4	25	34,3
	300	80	25,0	6,90	6,00	33,6	13,4	25	34,3
	320	80	25,0	6,90	6,00	33,6	13,4	25	34,3
	340	80	25,0	6,90	6,00	33,6	13,4	25	34,3
	360	80	25,0	6,90	6,00	33,6	13,4	25	34,3
	380	80	25,0	6,90	6,00	33,6	13,4	25	34,3
	400	80	25,0	6,90	6,00	33,6	13,4	25	34,3

Tabella 3.16: Resistenze caratteristiche

Viti  $\emptyset=6$  mm e  $\emptyset=8$  mm inserite senza preforo -  $\rho_k = 380$  kg/m<sup>3</sup> (es. GL24h)

Dimensioni			Trazione			Taglio (unione a un piano di taglio)				
			legno - legno		acciaio - legno	legno - legno	acciaio sottile - legno		acciaio spesso - legno	
$\emptyset$	L	Lt	t <sub>fix</sub>	R <sub>head,k</sub>	R <sub>ax,k</sub>	F <sub>v,k</sub>	t <sub>fix</sub>	F <sub>v,k</sub>	t <sub>fix</sub>	F <sub>v,k</sub>
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]
<b>6,0</b>	60	32	28	4,42	1,79	1,51	3,0	1,95	6,0	2,55
	70	32	38	4,42	1,79	1,70	3,0	1,95	6,0	2,57
	80	50	30	4,42	3,51	2,09	3,0	2,38	6,0	2,98
	90	50	40	4,42	3,51	2,31	3,0	2,38	6,0	3,00
	100	50	50	4,42	3,51	2,37	3,0	2,38	6,0	3,00
	120	50	70	4,42	3,51	2,37	3,0	2,38	6,0	3,00
	140	70	70	4,42	4,85	2,60	3,0	2,71	6,0	3,33
	160	70	90	4,42	4,85	2,60	3,0	2,71	6,0	3,33
	180	70	110	4,42	4,85	2,60	3,0	2,71	6,0	3,33
	200	70	130	4,42	4,85	2,60	3,0	2,71	6,0	3,33
	220	70	150	4,42	4,85	2,60	3,0	2,71	6,0	3,33
	240	70	170	4,42	4,85	2,60	3,0	2,71	6,0	3,33
	260	70	190	4,42	4,85	2,60	3,0	2,71	6,0	3,33
	280	70	210	4,42	4,85	2,60	3,0	2,71	6,0	3,33
	300	70	230	4,42	4,85	2,60	3,0	2,71	6,0	3,33
<b>8,0</b>	80	50	30	11,92	2,74	2,74	4,0	3,17	8,0	4,45
	100	50	50	11,92	3,15	3,15	4,0	3,46	8,0	4,48
	120	50	70	11,92	3,24	3,24	4,0	3,46	8,0	4,48
	140	80	60	11,92	4,40	4,40	4,0	4,43	8,0	5,45
	160	80	80	11,92	4,40	4,40	4,0	4,43	8,0	5,45
	180	80	100	11,92	4,40	4,40	4,0	4,43	8,0	5,45
	200	80	120	11,92	4,40	4,40	4,0	4,43	8,0	5,45
	220	80	140	11,92	4,40	4,40	4,0	4,43	8,0	5,45
	240	80	160	11,92	4,40	4,40	4,0	4,43	8,0	5,45

Dimensioni			Trazione			Taglio (unione a un piano di taglio)				
			legno - legno		acciaio - legno	legno - legno	acciaio sottile - legno		acciaio spesso - legno	
Ø	L	Lt	t <sub>fix</sub>	R <sub>head,k</sub>	R <sub>ax,k</sub>	F <sub>v,k</sub>	t <sub>fix</sub>	F <sub>v,k</sub>	t <sub>fix</sub>	F <sub>v,k</sub>
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]
<b>8,0</b>	260	80	180	11,92	4,40	4,40	4,0	4,43	8,0	5,45
	280	80	200	11,92	4,40	4,40	4,0	4,43	8,0	5,45
	300	80	220	11,92	4,40	4,40	4,0	4,43	8,0	5,45
	320	80	240	11,92	4,40	4,40	4,0	4,43	8,0	5,45
	340	80	260	11,92	4,40	4,40	4,0	4,43	8,0	5,45
	360	80	280	11,92	4,40	4,40	4,0	4,43	8,0	5,45
	380	80	300	11,92	4,40	4,40	4,0	4,43	8,0	5,45
	400	80	320	11,92	4,40	4,40	4,0	4,43	8,0	5,45
<b>10,0</b>	80	50	30	13,65	4,59	3,46	5,0	3,98	10,0	5,65
	100	50	50	13,65	4,59	3,89	5,0	4,67	10,0	6,00
	120	50	70	13,65	4,59	4,13	5,0	4,67	10,0	6,13
	140	80	60	13,65	9,36	5,68	5,0	5,86	10,0	7,32
	160	80	80	13,65	9,36	5,68	5,0	5,86	10,0	7,32
	180	80	100	13,65	9,36	5,68	5,0	5,86	10,0	7,32
	200	80	120	13,65	9,36	5,68	5,0	5,86	10,0	7,32
	220	80	140	13,65	9,36	5,68	5,0	5,86	10,0	7,32
	240	80	160	13,65	9,36	5,68	5,0	5,86	10,0	7,32
	260	80	180	13,65	9,36	5,68	5,0	5,86	10,0	7,32
	280	80	200	13,65	9,36	5,68	5,0	5,86	10,0	7,32
	300	80	220	13,65	9,36	5,68	5,0	5,86	10,0	7,32
	320	80	240	13,65	9,36	5,68	5,0	5,86	10,0	7,32
	340	80	260	13,65	9,36	5,68	5,0	5,86	10,0	7,32
	360	80	280	13,65	9,36	5,68	5,0	5,86	10,0	7,32
	380	80	300	13,65	9,36	5,68	5,0	5,86	10,0	7,32
400	80	320	13,65	9,36	5,68	5,0	5,86	10,0	7,32	



Trazione

Taglio

## 3.2 Viti HECO Topix

### 3.2.1 Viti a doppio filetto HECO Topix-CC mod. 489 CombiConnect

La vite HECO Topix-CC 489A CombiConnect è una vite da legno a doppio filetto, autoforante e inserto Torx. Il materiale costitutivo è acciaio non legato.

Di seguito sono illustrate le proprietà geometriche e meccaniche (per un maggiore dettaglio, si demanda alla corrispondente Dichiarazione di Prestazione DoP del prodotto).

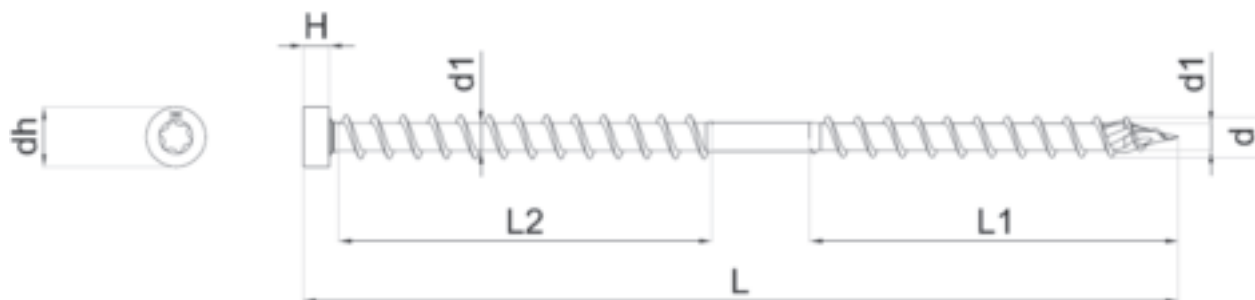


Tabella 3.17: proprietà geometriche

Ø <sub>nom</sub>	Ø	L	L <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>	dh min	H	Inserto	Conf	Imb	Cod.
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		[pz.]	[pz.]	
<b>6,5</b>	<b>6,0</b>	100	45	3,65	45	3,45	8,8	3,80	T30	200	1.000	<b>48280</b>
		130	60	3,65	60	3,45	8,8	3,80	T30	200	1.000	<b>48282</b>
		150	70	3,65	70	3,45	8,8	3,80	T30	100	400	<b>48284</b>
		190	90	3,65	90	3,45	8,8	3,80	T30	100	400	<b>48286</b>
		215	100	3,65	100	3,45	8,8	3,80	T30	100	400	<b>48288</b>
<b>8,5</b>	<b>8,0</b>	100	45	5,15	45	4,85	11,8	5,10	T40	100	400	<b>48290</b>
		150	70	5,15	70	4,85	11,8	5,10	T40	100	400	<b>48292</b>
		190	90	5,15	90	4,85	11,8	5,10	T40	100	400	<b>48294</b>
		215	100	5,15	100	4,85	11,8	5,10	T40	50	200	<b>48296</b>
		250	110	5,15	110	4,85	11,8	5,10	T40	50	200	<b>48298</b>
		270	122	5,15	122	4,85	11,8	5,10	T40	50	200	<b>48300</b>
		300	138	5,15	138	4,85	11,8	5,10	T40	50	200	<b>48302</b>
		350	158	5,15	158	4,85	11,8	5,10	T40	50	200	<b>48304</b>
		400*	182	5,15	182	4,85	11,8	5,10	T40	50	200	<b>48306</b>

\* Non compresa nel certificato ETA



Tabella 3.18: distanze minime secondo ETA 11/0284– viti caricate assialmente

Spaziatura minima della vite in un piano parallelo alla fibratura	Spaziatura minima della vite perpendicolare a un piano parallelo alla fibratura	Distanza minima dall'estremità del baricentro della parte filettata della vite nell'elemento	Distanza minima dal bordo del baricentro della parte filettata della vite nell'elemento
a1	a2	a1,CG	a2CG
5*d	2,5*d	5*d	4*d

d	6,0	8,0
	[mm]	[mm]
a1	30	40
a2	15	20
a1,CG	30	40
a2,CG	24	32

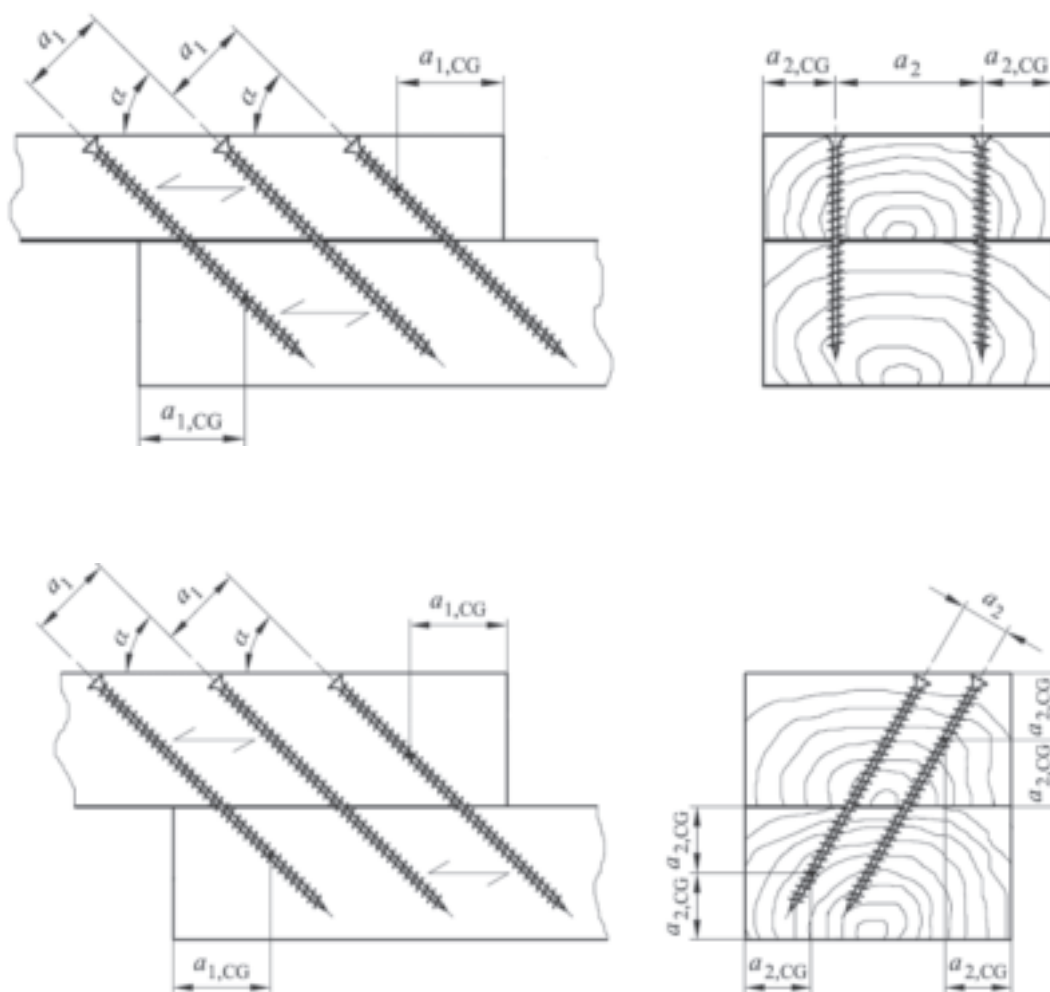


Figura 3-3

Tabella 3.19: Proprietà meccaniche secondo ETA 11/0284

$\varnothing_{nom}$	$\varnothing$	L	L1	d1	L2	d2	$M_{y,k}$	$f_{ax,k}$	$f_{head,k}$	$f_{tens,k}$
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[Nm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[kN]
<b>6,5</b>	<b>6,0</b>	100	45	3,65	45	3,45	9,5	12,5	-	10,0
		130	60	3,65	60	3,45	9,5	12,5	-	10,0
		150	70	3,65	70	3,45	9,5	12,5	-	10,0
		190	90	3,65	90	3,45	9,5	12,5	-	10,0
		215	100	3,65	100	3,45	9,5	12,5	-	10,0
<b>8,5</b>	<b>8,0</b>	100	45	5,15	45	4,85	20,0	12,5	-	18,0
		150	70	5,15	70	4,85	20,0	12,5	-	18,0
		190	90	5,15	90	4,85	20,0	12,5	-	18,0
		215	100	5,15	100	4,85	20,0	12,5	-	18,0
		250	110	5,15	110	4,85	20,0	12,5	-	18,0
		270	122	5,15	122	4,85	20,0	12,5	-	18,0
		300	138	5,15	138	4,85	20,0	12,5	-	18,0
		350	158	5,15	158	4,85	20,0	12,5	-	18,0
		400	182	5,15	182	4,85	20,0	12,5	-	18,0

I valori di  $f_{ax,k}$  e sono relativi a test su campioni lignei aventi  $\rho_a = 350 \text{ kg/m}^3$

Tabella 3.20 Resistenze caratteristiche giunzione a "T" in piano

singola coppia di viti Heco-Topix-CC

Viti inserite con preforo -  $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$  (es. GL24h)

$\varnothing_{nom}$	$\varnothing$	L	Trave secondario		Trave principale		$R_{ax,k}$	
			b2	h2	b1	h1	Trave secondario	Trave principale
[mm]	[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[kN]	[kN]
6,5	6,0	190	60	140	80	140	9,8	10,8
		215	60	160	80	160	11,1	12,2
8,5	8,0	250	75	185	100	185	17,2	18,9
		270	75	200	110	200	18,5	20,4
		300	75	220	120	220	20,6	22,7
		350	75	260	135	260	24,0	26,1
		400	75	290	150	290	24,6	26,1

Spaziature e distanze derivate. (I valori tra parentesi sono i minimi secondo ETA 11/0284)

$\varnothing_{nom}$	$\varnothing$	L	Trave secondario			Trave principale		a2	k
			a2,CG	a1,CG	m	a1,CG	m		
[mm]	[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	
6,5	6,0	190	26 (24)	34 (30)	68	34 (30)	68	-	9 (9)
		215	26 (24)	38 (30)	76	38 (30)	76	-	9 (9)
8,5	8,0	250	32 (32)	44 (40)	88	44 (40)	88	-	12 (12)
		270	32 (32)	48 (40)	96	48 (40)	96	-	12 (12)
		300	32 (32)	53 (40)	106	53 (40)	106	-	12 (12)
		350	32 (32)	62 (40)	124	62 (40)	124	-	12 (12)
		400	32 (32)	71 (40)	142	71 (40)	142	-	12 (12)

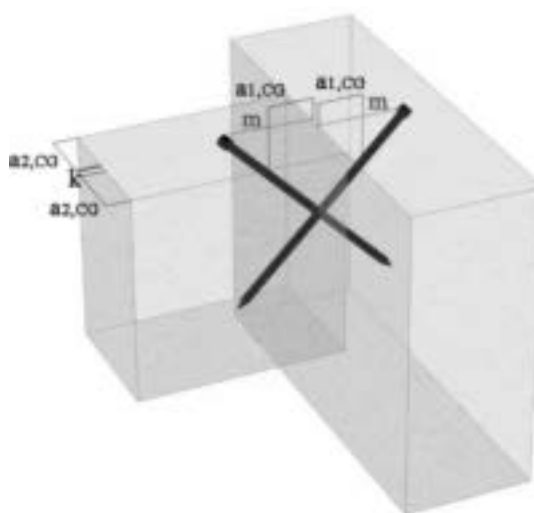
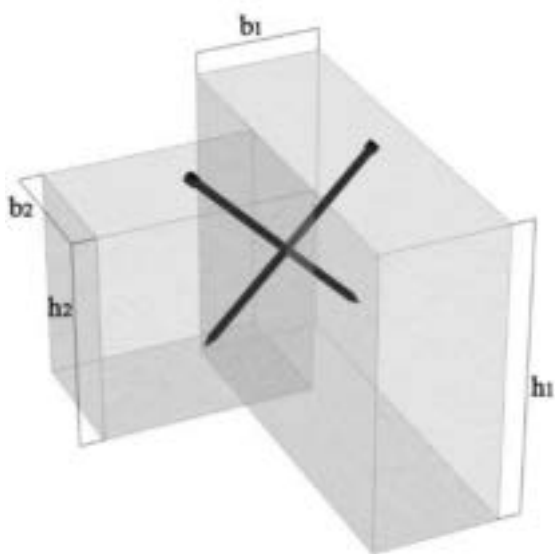


Tabella 3.21 Resistenze caratteristiche giunzione a "T" in piano  
due coppie di viti Heco-Topix-CC  
Viti inserite con preforo -  $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$  (es. GL24h)

$\varnothing_{nom}$	$\varnothing$	L	Trave secondario		Trave principale		$R_{ax,k}$	
			b2	h2	b1	h1	Trave secondario	Trave principale
[mm]	[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[kN]	[kN]
6,5	6,0	190	95	140	80	140	18,3	20,1
		215	95	160	80	160	20,7	22,7
8,5	8,0	250	130	185	100	185	30,2	35,2
		270	130	200	110	200	34,6	38,0
		300	130	220	120	220	38,4	42,3
		350	130	260	135	260	44,8	48,7
		400	130	290	150	290	45,9	48,7

Spaziature e distanze derivate. (I valori tra parentesi sono i minimi secondo ETA 11/0284)

$\varnothing_{nom}$	$\varnothing$	L	Trave secondario			Trave principale		a2	k
			a2,CG	a1,CG	m	a1,CG	m		
[mm]	[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	
6,5	6,0	190	24 (24)	34 (30)	68	34 (30)	68	30 (30)	9 (9)
		215	24 (24)	38 (30)	76	38 (30)	76	30 (30)	9 (9)
8,5	8,0	250	33 (32)	44 (40)	88	44 (40)	88	40 (40)	12 (12)
		270	33 (32)	48 (40)	96	48 (40)	96	40 (40)	12 (12)
		300	33 (32)	53 (40)	106	53 (40)	106	40 (40)	12 (12)
		350	33 (32)	62 (40)	124	62 (40)	124	40 (40)	12 (12)
		400	33 (32)	71 (40)	142	71 (40)	142	40 (40)	12 (12)

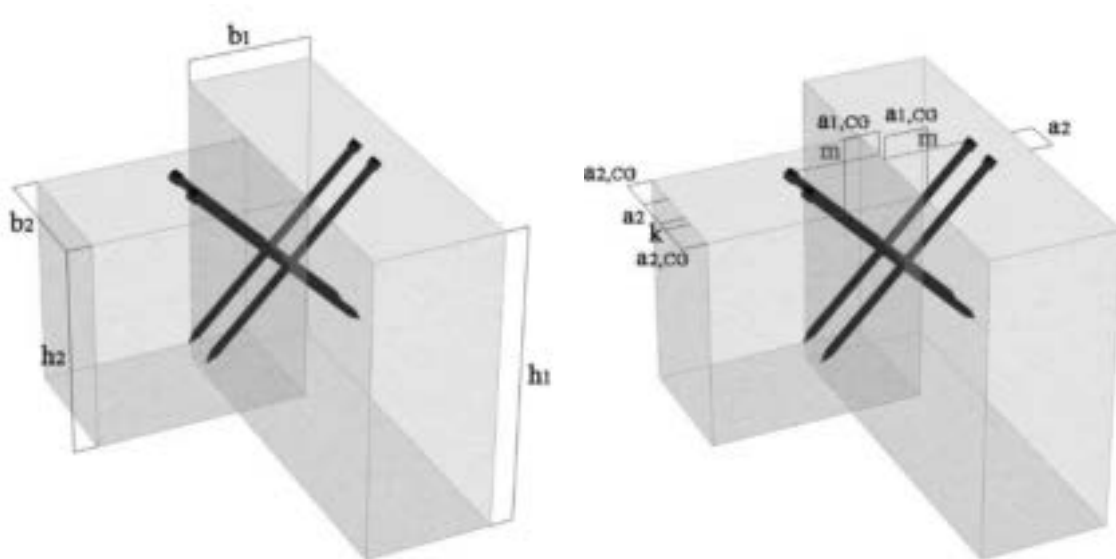


Tabella 3.22: *Resistenze caratteristiche giunzione a "T" inclinata di 15°  
singola coppia di viti Heco-Topix-CC  
Viti inserite con preforo -  $\rho k = 380 \text{ kg/m}^3$  (es. GL24h)*

Ø <sub>nom</sub>	Ø	L	Trave secondario		Trave principale		R <sub>ax,k</sub>	
			b <sub>2</sub>	h <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	Trave secondario	Trave principale
[mm]	[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[kN]	[kN]
6,5	6,0	190	60	170	95	180	9,4	10,8
		215	60	200	110	210	10,6	12,2
8,5	8,0	250	75	230	125	240	16,4	18,9
		270	75	240	135	250	17,7	21,4
		300	75	270	150	290	19,7	22,7
		350	75	310	180	330	23,0	26,1
		400	75	360	220	400	25,2	26,1

*Spaziature e distanze derivate. (I valori tra parentesi sono i minimi secondo ETA 11/0284)*

Ø <sub>nom</sub>	Ø	L	Trave secondario			Trave principale		a <sub>2</sub>	k
			a <sub>2,CG</sub>	a <sub>1,CG</sub>	m	a <sub>1,CG</sub>	m		
[mm]	[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	
6,5	6,0	190	26 (24)	34 (30)	70	34 (30)	68	-	9 (9)
		215	26 (24)	38 (30)	79	38 (30)	76	-	9 (9)
8,5	8,0	250	32 (32)	44 (40)	91	44 (40)	88	-	12 (12)
		270	32 (32)	48 (40)	99	48 (40)	96	-	12 (12)
		300	32 (32)	53 (40)	110	53 (40)	106	-	12 (12)
		350	32 (32)	62 (40)	128	62 (40)	124	-	12 (12)
		400	32 (32)	71 (40)	147	71 (40)	142	-	12 (12)

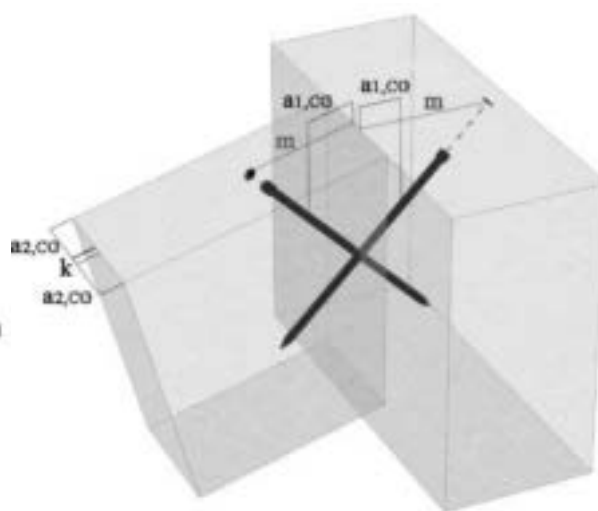
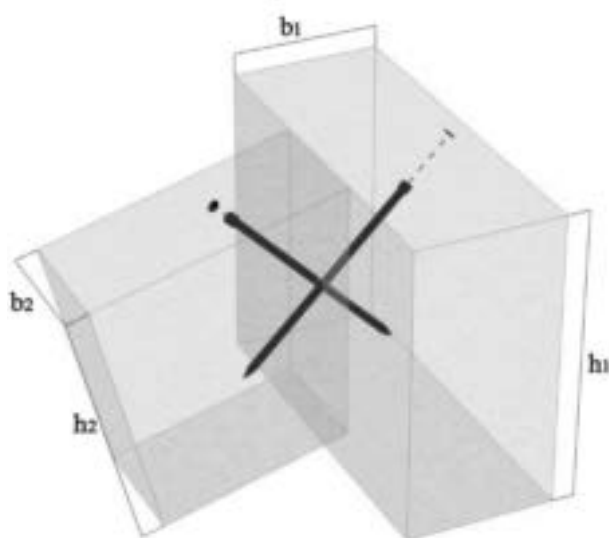
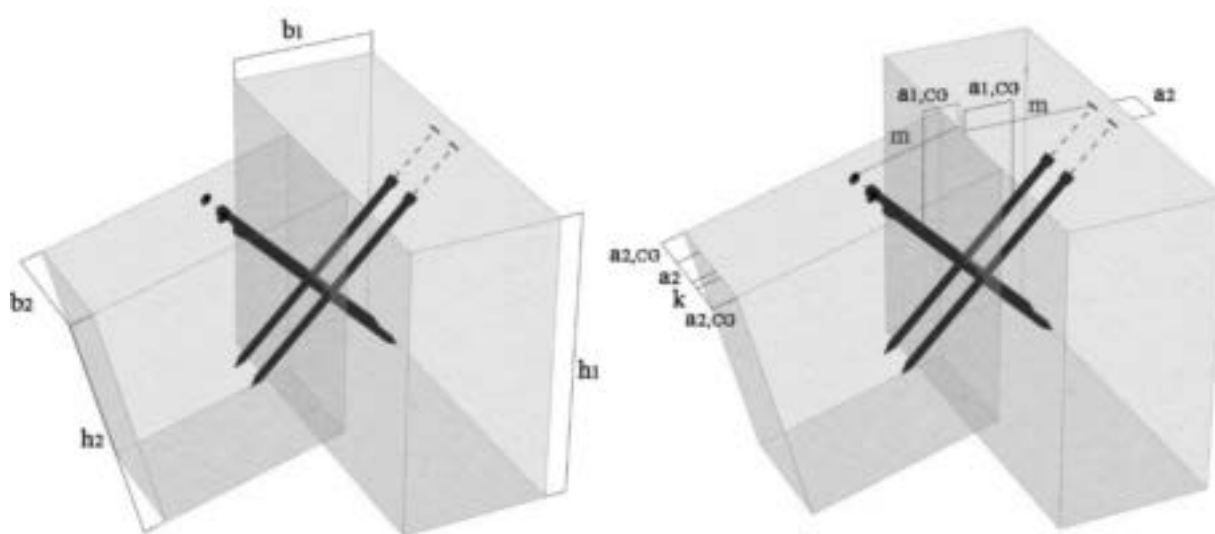


Tabella 3.23: Resistenze caratteristiche giunzione a "T" inclinata di 15°  
due coppie di viti Heco-Topix-CC  
Viti inserite con preforo -  $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$  (es. GL24h)

			Trave secondario		Trave principale		Rax,k	
$\varnothing_{nom}$	$\varnothing$	L	b2	h2	b1	h1	Trave secondario	Trave principale
[mm]	[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[kN]	[kN]
6,5	6,0	190	95	170	95	180	17,5	20,1
		215	95	200	110	210	19,8	22,7
8,5	8,0	250	130	230	130	240	30,6	35,2
		270	130	240	135	250	33,1	38,0
		300	130	270	150	290	36,8	42,3
		350	130	310	180	330	42,9	48,7
		400	130	360	220	400	46,9	48,7

Spaziature e distanze derivate. (I valori tra parentesi sono i minimi secondo ETA 11/0284)

			Trave secondario			Trave principale			
$\varnothing_{nom}$	$\varnothing$	L	a2,CG	a1,CG	m	a1,CG	m	a2	k
[mm]	[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]
6,5	6,0	190	24 (24)	34 (30)	70	34 (30)	68	30 (30)	9 (9)
		215	24 (24)	38 (30)	79	38 (30)	76	30 (30)	9 (9)
8,5	8,0	250	33 (32)	44 (40)	91	44 (40)	88	40 (40)	12 (12)
		270	33 (32)	48 (40)	99	48 (40)	96	40 (40)	12 (12)
		300	33 (32)	53 (40)	110	53 (40)	106	40 (40)	12 (12)
		350	33 (32)	62 (40)	128	62 (40)	124	40 (40)	12 (12)
		400	33 (32)	71 (40)	147	71 (40)	142	40 (40)	12 (12)



### 3.2.2 Viti a filetto totale HECO Topix mod. 449

La vite HECO Topix 449 è una vite da legno a tutto filetto, autoforante e inserto Torx. Il materiale costitutivo è acciaio non legato.

Di seguito sono illustrate le proprietà geometriche e meccaniche (per un maggiore dettaglio, si demanda alla corrispondente Dichiarazione di Prestazione DoP del prodotto).

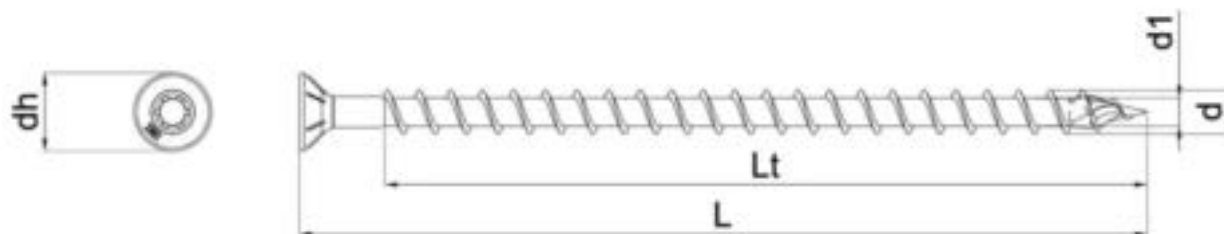


Tabella 3.24: proprietà geometriche

$\varnothing$	L	Lt	dh min	d1	Inserto	Conf	Imb	Cod.
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		[pz]	[pz]	
<b>8,0</b>	120	112	14,3	5,05	T-40	100	400	<b>47577</b>
	160	152	14,3	5,05	T-40	100	400	<b>47579</b>
	180	172	14,3	5,05	T-40	100	400	<b>47581</b>
	200	192	14,3	5,05	T-40	100	400	<b>48069</b>
	220	212	14,3	5,05	T-40	50	200	<b>49248</b>
	240	232	14,3	5,05	T-40	50	200	<b>49250</b>
	260	252	14,3	5,05	T-40	50	200	<b>49252</b>
	280	272	14,3	5,05	T-40	50	200	<b>49254</b>
	300	292	14,3	5,05	T-40	50	200	<b>49256</b>
	340	332	14,3	5,05	T-40	50	200	<b>49638</b>
	380	372	14,3	5,05	T-40	50	200	<b>49640</b>
<b>10,0</b>	120	110	18,5	6,20	T-40	50	200	<b>47416</b>
	160	150	18,5	6,20	T-40	50	200	<b>47418</b>
	200	190	18,5	6,20	T-40	50	200	<b>49258</b>
	220	210	18,5	6,20	T-40	50	200	<b>49260</b>
	240	230	18,5	6,20	T-40	50	200	<b>49262</b>
	260	250	18,5	6,20	T-40	50	200	<b>49264</b>
	280	270	18,5	6,20	T-40	50	200	<b>49266</b>
	300	290	18,5	6,20	T-40	50	200	<b>49268</b>
	340	330	18,5	6,20	T-40	50	200	<b>49642</b>
	380	370	18,5	6,20	T-40	50	200	<b>49644</b>

Tabella 3.25: distanze minime secondo ETA 11/0284– viti caricate assialmente

Spaziatura minima della vite in un piano parallelo alla fibratura	Spaziatura minima della vite perpendicolare a un piano parallelo alla fibratura	Distanza minima dall'estremità del baricentro della parte filettata della vite nell'elemento	Distanza minima dal bordo del baricentro della parte filettata della vite nell'elemento
<b>a1</b>	<b>a2</b>	<b>a1,CG</b>	<b>a2CG</b>
5*d	2,5*d	5*d	4*d

d	8,0	10,0
	[mm]	[mm]
<b>a1</b>	40	50
<b>a2</b>	20	25
<b>a1,CG</b>	40	50
<b>a2,CG</b>	32	40

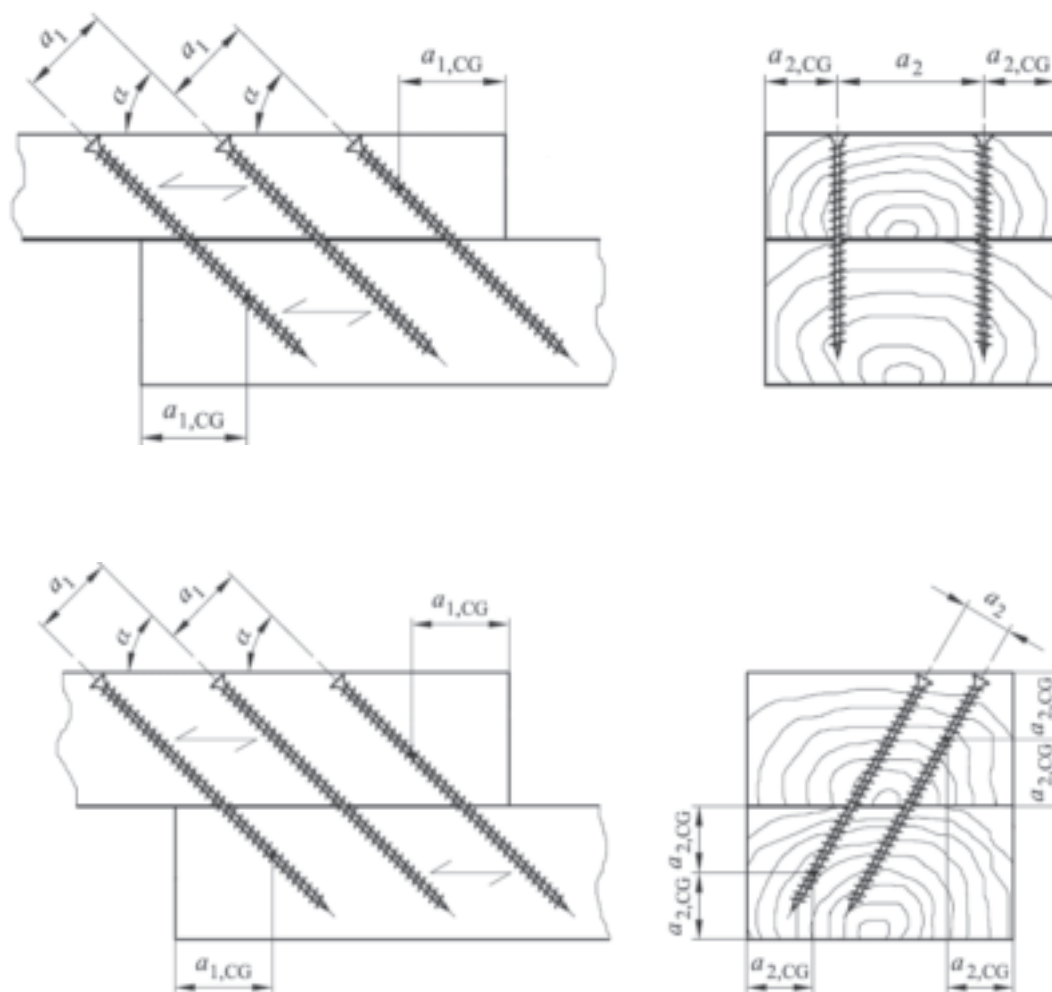


Figura 3-4



Tabella 3.26: Proprietà meccaniche secondo ETA 11/0284

$\emptyset$	L	L <sub>t</sub>	d <sub>h min</sub>	d <sub>1</sub>	M <sub>y,k</sub>	f <sub>ax,k</sub>	f <sub>head,k</sub>	f <sub>tens,k</sub>
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[Nm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[kN]
<b>8,0</b>	120	112	14,3	5,05	20,0	11,8	-	20,0
	160	152	14,3	5,05	20,0	11,8	-	20,0
	180	172	14,3	5,05	20,0	11,8	-	20,0
	200	192	14,3	5,05	20,0	11,8	-	20,0
	220	212	14,3	5,05	20,0	11,8	-	20,0
	240	232	14,3	5,05	20,0	11,8	-	20,0
	260	252	14,3	5,05	20,0	11,8	-	20,0
	280	272	14,3	5,05	20,0	11,8	-	20,0
	300	292	14,3	5,05	20,0	11,8	-	20,0
	340	332	14,3	5,05	20,0	11,8	-	20,0
	380	372	14,3	5,05	20,0	11,8	-	20,0
<b>10,0</b>	120	110	18,5	6,20	36,0	11,8	-	30,0
	160	150	18,5	6,20	36,0	11,8	-	30,0
	200	190	18,5	6,20	36,0	11,8	-	30,0
	220	210	18,5	6,20	36,0	11,8	-	30,0
	240	230	18,5	6,20	36,0	11,8	-	30,0
	260	250	18,5	6,20	36,0	11,8	-	30,0
	280	270	18,5	6,20	36,0	11,8	-	30,0
	300	290	18,5	6,20	36,0	11,8	-	30,0
	340	330	18,5	6,20	36,0	11,8	-	30,0
	380	370	18,5	6,20	36,0	11,8	-	30,0

I valori di f<sub>ax,k</sub> e sono relativi a test su campioni lignei aventi ρ<sub>a</sub> = 350 kg/m<sup>3</sup>

Tabella 3.27 Resistenze caratteristiche giunzione a "T" in piano

singola coppia di viti HECO Topix 449

Viti inserite con preforo -  $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$  (es. GL24h)

Ø	L	Trave secondario		Trave principale		Rax,k	
		b2	h2	b1	h1	Trave secondario	Trave principale
[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[kN]	[kN]
8,0	240	75	180	100	180	15,6	17,1
	280	75	200	110	200	18,1	20,0
	320	75	230	120	230	20,7	22,8
10,0	360	95	260	130	260	29,2	32,1
	400	95	290	150	290	32,4	35,6
	440	95	320	160	320	35,6	39,2
	480	95	340	180	340	38,9	42,8

Spaziature e distanze derivate. (I valori tra parentesi sono i minimi secondo ETA 11/0284)

Ø	L	Trave secondario			Trave principale		a2	k
		a2,CG	a1,CG	m	a1,CG	m		
[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	
8,0	240	32 (32)	42 (40)	84	42 (40)	84	-	12 (12)
	280	32 (32)	49 (40)	108	49 (40)	108	-	12 (12)
	320	32 (32)	57 (40)	114	57 (40)	114	-	12 (12)
10,0	360	40 (40)	64 (50)	128	64 (50)	128	-	15 (15)
	400	40 (40)	71 (50)	142	71 (50)	142	-	15 (15)
	440	40 (40)	78 (50)	146	78 (50)	146	-	15 (15)
	480	40 (40)	85 (50)	170	85 (50)	170	-	15 (15)

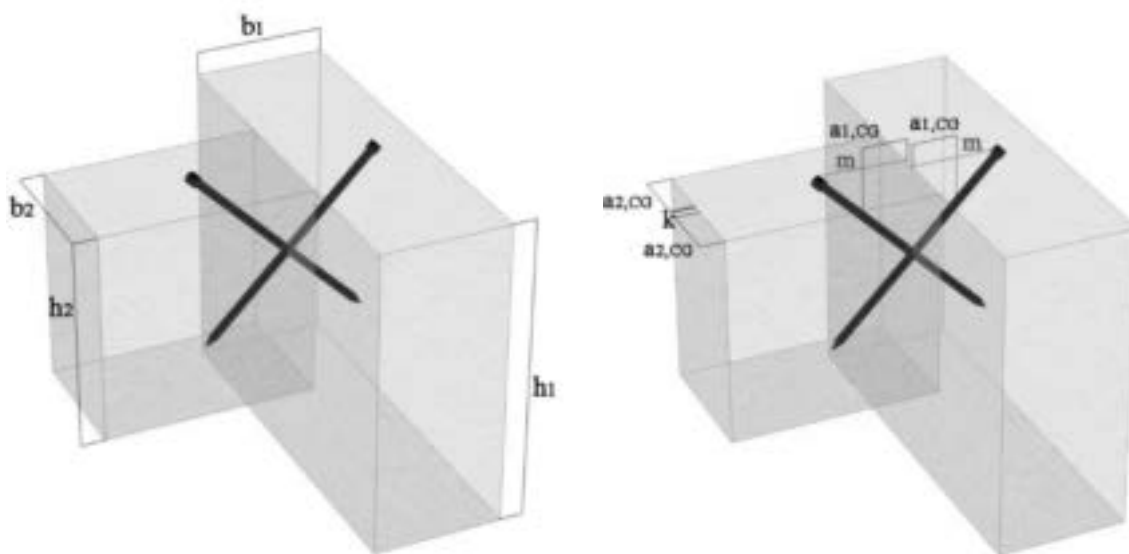


Tabella 3.28 Resistenze caratteristiche giunzione a "T" in piano

due coppie di viti HECO Topix 449

Viti inserite con preforo -  $\rho k = 380 \text{ kg/m}^3$  (es. GL24h)

Ø	L	Trave secondario		Trave principale		R <sub>ax,k</sub>	
		b <sub>2</sub>	h <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	Trave secondario	Trave principale
[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[kN]	[kN]
8,0	240	130	180	130	180	29,0	31,9
	280	130	200	130	200	33,9	37,2
	320	130	230	130	230	38,7	42,6
10,0	360	160	260	160	260	54,4	59,9
	400	160	290	160	290	60,5	66,5
	440	160	320	160	320	66,5	73,2
	480	160	340	180	340	72,6	79,8

Spaziature e distanze derivate. (I valori tra parentesi sono i minimi secondo ETA 11/0284)

Ø	L	Trave secondario			Trave principale		a <sub>2</sub>	k
		a <sub>2,CG</sub>	a <sub>1,CG</sub>	m	a <sub>1,CG</sub>	m		
[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	
8,0	240	33 (32)	42 (40)	84	42 (40)	84	40 (40)	12 (12)
	280	33 (32)	49 (40)	108	49 (40)	108	40 (40)	12 (12)
	320	33 (32)	57 (40)	114	57 (40)	114	40 (40)	12 (12)
10,0	360	40 (40)	64 (50)	128	64 (50)	128	50 (50)	15 (15)
	400	40 (40)	71 (50)	142	71 (50)	142	50 (50)	15 (15)
	440	40 (40)	78 (50)	146	78 (50)	146	50 (50)	15 (15)
	480	40 (40)	85 (50)	170	85 (50)	170	50 (50)	15 (15)

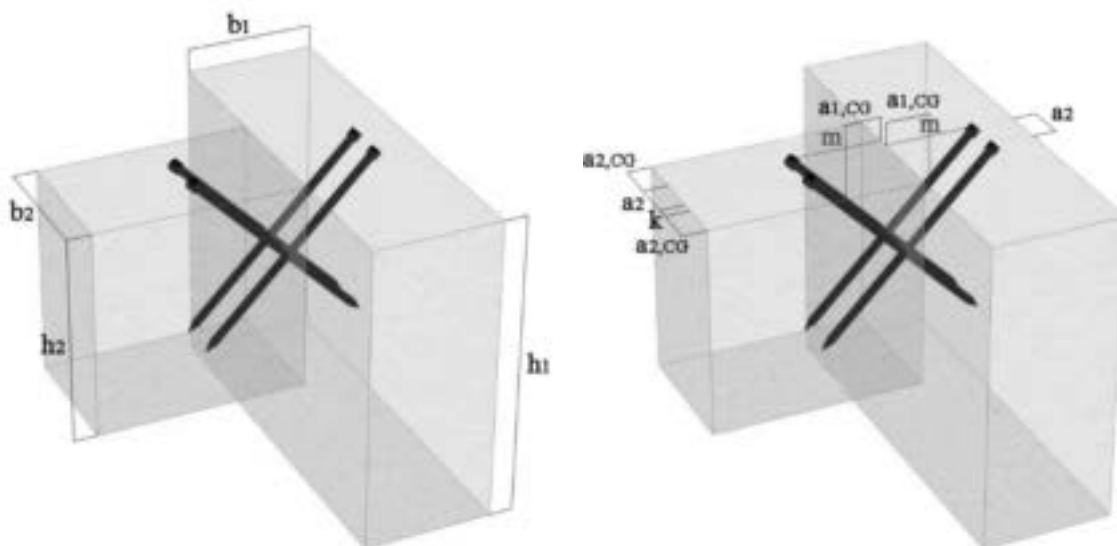
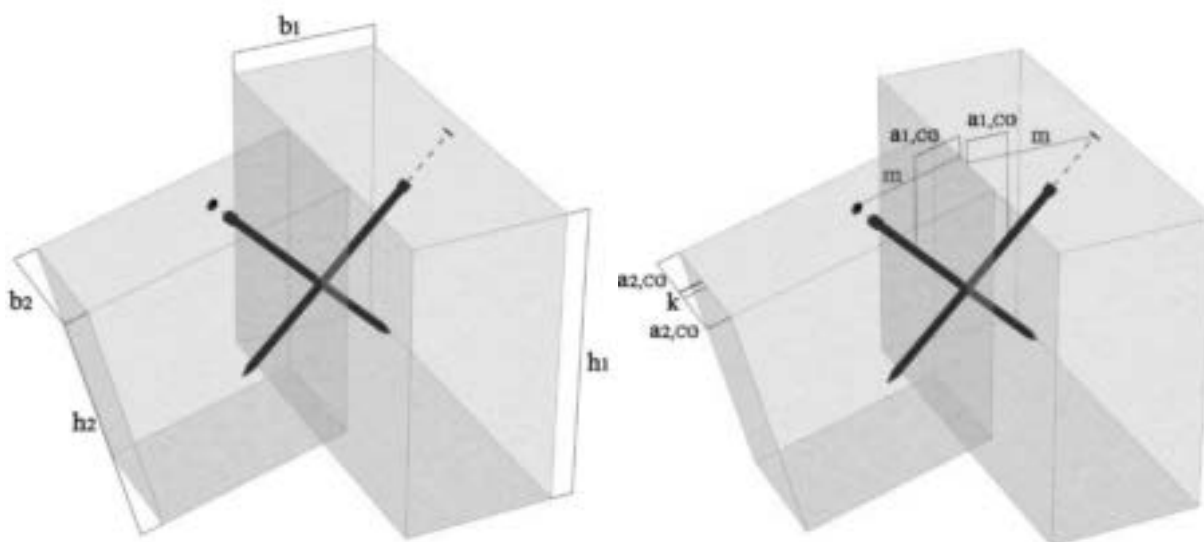


Tabella 3.29: Resistenze caratteristiche giunzione a "T" inclinata di 15°  
singola coppia di viti HECO Topix 449  
Viti inserite con preforo -  $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$  (es. GL24h)

Ø	L	Trave secondario		Trave principale		R <sub>ax,k</sub>	
		b <sub>2</sub>	h <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	Trave secondario	Trave principale
[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[kN]	[kN]
8,0	240	75	230	125	240	14,9	17,1
	280	75	240	135	250	17,4	20,0
	320	75	250	145	260	19,8	22,8
10,0	360	95	260	150	280	27,9	32,1
	400	95	290	160	320	31,0	35,6
	440	95	320	170	340	34,1	38,5
	480	95	340	180	360	37,2	38,5

Spaziature e distanze derivate. (I valori tra parentesi sono i minimi secondo ETA 11/0284)

Ø	L	Trave secondario			Trave principale		a <sub>2</sub>	k
		a <sub>2,CG</sub>	a <sub>1,CG</sub>	m	a <sub>1,CG</sub>	m		
[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	
8,0	240	32 (32)	42 (40)	87	42 (40)	84	-	12 (12)
	280	32 (32)	49 (40)	112	49 (40)	108	-	12 (12)
	320	32 (32)	57 (40)	118	57 (40)	114	-	12 (12)
10,0	360	40 (40)	64 (50)	133	64 (50)	128	-	15 (15)
	400	40 (40)	71 (50)	147	71 (50)	142	-	15 (15)
	440	40 (40)	78 (50)	151	78 (50)	146	-	15 (15)
	480	40 (40)	85 (50)	176	85 (50)	170	-	15 (15)

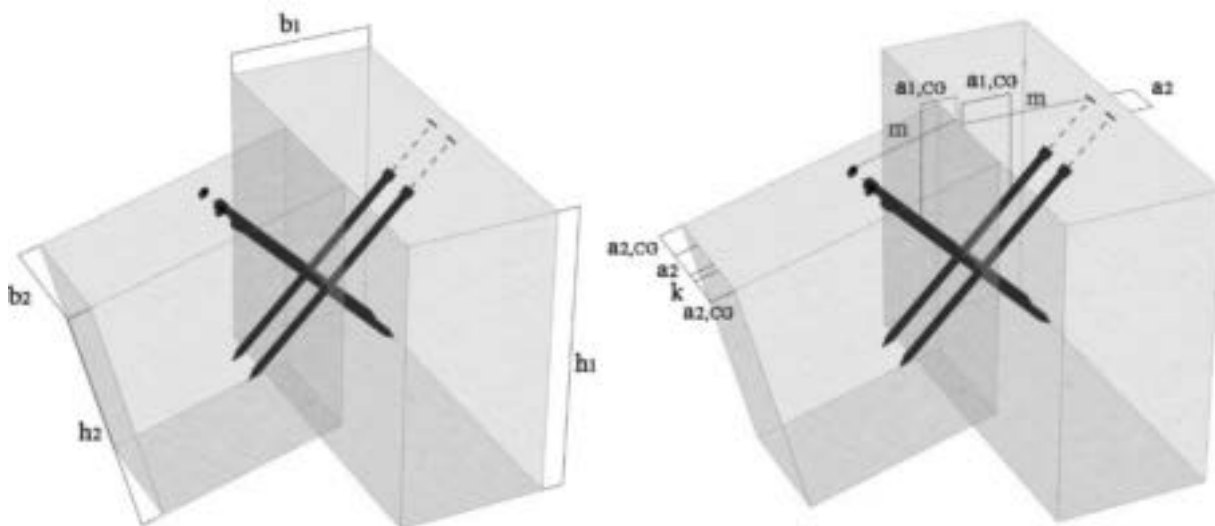


**Tabella 3.30: Resistenze caratteristiche giunzione a "T" inclinata di 15°  
due coppie di viti HECO Topix 449  
Viti inserite con preforo -  $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$  (es. GL24h)**

Ø	L	Trave secondario		Trave principale		R <sub>ax,k</sub>	
		b <sub>2</sub>	h <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	Trave secondario	Trave principale
[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[kN]	[kN]
8,0	240	130	230	125	240	27,8	31,9
	280	130	240	135	250	32,4	37,2
	320	130	250	145	260	37,0	42,6
10,0	360	160	260	150	280	52,1	59,9
	400	160	290	160	320	57,8	66,5
	440	160	320	170	340	63,6	71,9
	480	160	340	180	360	69,3	71,9

Spaziature e distanze derivate. (I valori tra parentesi sono i minimi secondo ETA 11/0284)

Ø	L	Trave secondario			Trave principale		a <sub>2</sub>	k
		a <sub>2,CG</sub>	a <sub>1,CG</sub>	m	a <sub>1,CG</sub>	m		
[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	
8,0	240	33 (32)	42 (40)	87	42 (40)	84	40 (40)	
	280	33 (32)	49 (40)	112	49 (40)	108	40 (40)	
	320	33 (32)	57 (40)	118	57 (40)	114	40 (40)	
10,0	360	40 (40)	64 (50)	133	64 (50)	128	50 (50)	
	400	40 (40)	71 (50)	147	71 (50)	142	50 (50)	
	440	40 (40)	78 (50)	151	78 (50)	146	50 (50)	
	480	40 (40)	85 (50)	176	85 (50)	170	50 (50)	



### 3.3 Viti a filetto totale EFG Powerbuild mod. 299

La vite è una vite da legno a tutto filetto e inserto Torx. Il materiale costitutivo è acciaio non legato con caratteristiche meccaniche uguali o superiori alle prescrizioni della normativa EN 14592:2009+A1:2012.

Di seguito sono illustrate le proprietà geometriche e meccaniche (per un maggiore dettaglio, si domanda alla corrispondente Dichiarazione di Prestazione DoP del prodotto).

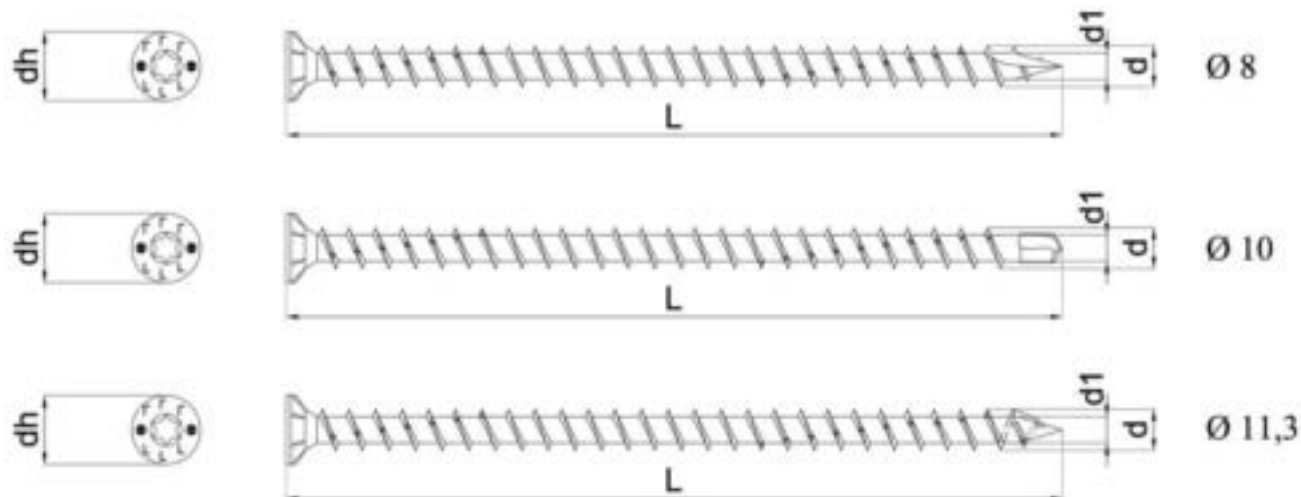


Tabella 3.31: proprietà geometriche

Ø	L	dh min	d1	Inserto	Conf	Imb	Cod.
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		[pz]	[pz]	
<b>8,0</b>	195	14,5	5,35	T40	50	-	<b>H72237</b>
	245	14,5	5,35	T40	50	-	<b>H72238</b>
	330	14,5	5,35	T40	50	-	<b>H72240</b>
<b>10,0</b>	125	12,5	5,7	T50	25	-	<b>H73146</b>
	155	12,5	5,7	T50	25	-	<b>H73147</b>
	195	12,5	5,7	T50	25	-	<b>H73148</b>
	220	12,5	5,7	T50	25	-	<b>H73149</b>
	245	12,5	5,7	T50	25	-	<b>H73150</b>
	270	12,5	5,7	T50	25	-	<b>H73151</b>
	300	12,5	5,7	T50	25	-	<b>H73152</b>
	330	12,5	5,7	T50	25	-	<b>H73153</b>
	360	12,5	5,7	T50	25	-	<b>H73154</b>
	400	12,5	5,7	T50	25	-	<b>H73155</b>
	450	12,5	5,7	T50	25	-	<b>H73156</b>
	500	12,5	5,7	T50	25	-	<b>H73157</b>
550	12,5	5,7	T50	25	-	<b>H73158</b>	
600	12,5	5,7	T50	25	-	<b>H73159</b>	
<b>11,3</b>	300	12,5	7,7	T50	25	-	<b>H73160</b>
	340	12,5	7,7	T50	25	-	<b>H73161</b>
	380	12,5	7,7	T50	25	-	<b>H73162</b>
	420	12,5	7,7	T50	25	-	<b>H73163</b>
	460	12,5	7,7	T50	25	-	<b>H73164</b>
	500	12,5	7,7	T50	25	-	<b>H73165</b>
	580	12,5	7,7	T50	25	-	<b>H73166</b>
620	12,5	7,7	T50	25	-	<b>H73167</b>	

Ø	L	dh min	d1	Inserto	Conf	Imb	Cod.
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		[pz]	[pz]	
11,3	660	12,5	7,7	T50	25	-	H73168
	700	12,5	7,7	T50	25	-	H73169
	750	12,5	7,7	T50	25	-	H73170
	800	12,5	7,7	T50	25	-	H73171
	850	12,5	7,7	T50	25	-	H73172
	900	12,5	7,7	T50	25	-	H73173
	1000	12,5	7,7	T50	25	-	H73174

Tabella 3.32: distanze minime secondo ETA 11/0024– viti caricate assialmente

Spaziatura minima della vite in un piano parallelo alla fibratura	Spaziatura minima della vite perpendicolare a un piano parallelo alla fibratura	Distanza minima dall'estremità del baricentro della parte filettata della vite nell'elemento	Distanza minima dal bordo del baricentro della parte filettata della vite nell'elemento
a1	a2	a1,CG	a2CG
5*d	5*d	5*d	4*d

d	8,0	10,0	11,3
	[mm]	[mm]	[mm]
a1	40	50	57
a2	40	50	57
a1,CG	40	50	57
a2,CG	32	40	45

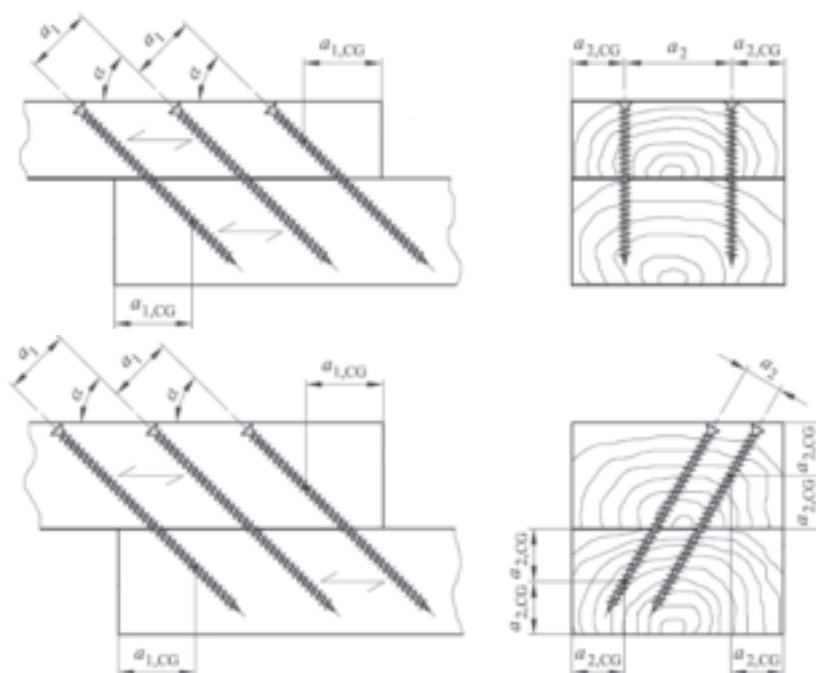


Figura 3-5

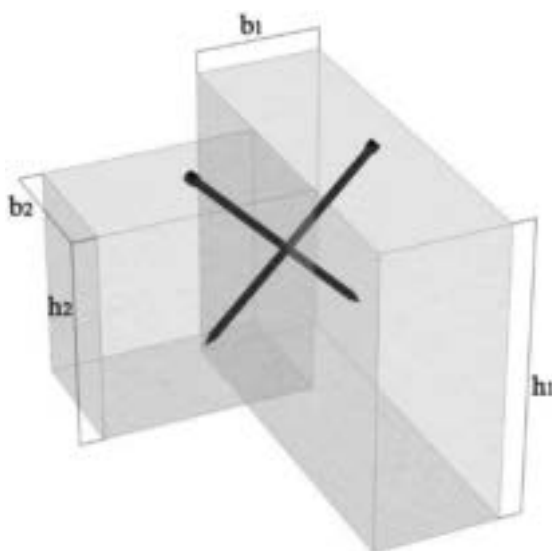
Tabella 3.33: Proprietà meccaniche secondo ETA 11/0024

Ø	L	dh min	d1	My,k	fax,k	fhead,k	ftens,k
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[Nm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[kN]
<b>8,0</b>	195	14,5	5,35	25,0	11,1	-	20,0
	245	14,5	5,35	25,0	11,1	-	20,0
	330	14,5	5,35	25,0	11,1	-	20,0
<b>10,0</b>	125	12,5	5,7	40,0	10,8	-	33,0
	155	12,5	5,7	40,0	10,8	-	33,0
	195	12,5	5,7	40,0	10,8	-	33,0
	220	12,5	5,7	40,0	10,8	-	33,0
	245	12,5	5,7	40,0	10,8	-	33,0
	270	12,5	5,7	40,0	10,8	-	33,0
	300	12,5	5,7	40,0	10,8	-	33,0
	330	12,5	5,7	40,0	10,8	-	33,0
	360	12,5	5,7	40,0	10,8	-	33,0
	400	12,5	5,7	40,0	10,8	-	33,0
	450	12,5	5,7	40,0	10,8	-	33,0
	500	12,5	5,7	40,0	10,8	-	33,0
	550	12,5	5,7	40,0	10,8	-	33,0
	600	12,5	5,7	40,0	10,8	-	33,0
	<b>11,3</b>	300	12,5	7,7	70,0	10,8	-
340		12,5	7,7	70,0	10,8	-	50,0
380		12,5	7,7	70,0	10,8	-	50,0
420		12,5	7,7	70,0	10,8	-	50,0
460		12,5	7,7	70,0	10,8	-	50,0
500		12,5	7,7	70,0	10,8	-	50,0
580		12,5	7,7	70,0	10,8	-	50,0
620		12,5	7,7	70,0	10,8	-	50,0
660		12,5	7,7	70,0	10,8	-	50,0
700		12,5	7,7	70,0	10,8	-	50,0
750		12,5	7,7	70,0	10,8	-	50,0
800		12,5	7,7	70,0	10,8	-	50,0
850		12,5	7,7	70,0	10,8	-	50,0
900		12,5	7,7	70,0	10,8	-	50,0
1000		12,5	7,7	70,0	10,8	-	50,0
I valori di fax,k e sono relativi a test su campioni lignei aventi pa = 350 kg/m <sup>3</sup>							



Tabella 3.34 Resistenze caratteristiche giunzione a "T" in piano  
singola coppia di viti EFG Powerbuild 299  
Viti inserite con preforo -  $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$  (es. GL24h)

Ø	L	Trave secondario		Trave principale		R <sub>ax,k</sub>	
		b <sub>2</sub>	h <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	Trave secondario	Trave principale
[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[kN]	[kN]
<b>8,0</b>	245	75	180	100	180	14,9	16,4
	330	75	240	120	240	20,1	22,1
<b>10,0</b>	300	95	220	120	220	22,2	24,5
	330	95	240	120	240	24,5	26,9
	360	95	260	135	260	26,7	29,4
	400	95	300	150	300	29,7	32,6
	450	95	320	160	320	33,4	36,6
	500	95	360	180	360	34,6	36,6
	550	95	400	200	400	34,6	36,6
	600	95	440	220	440	34,6	36,6
<b>11,3</b>	340	110	260	130	260	28,5	31,3
	380	110	280	140	280	31,8	35,0
	420	110	300	160	300	35,2	38,7
	460	110	340	180	340	38,5	42,4
	500	110	360	180	360	41,9	46,1
	580	110	420	220	420	48,6	53,5
	620	110	440	220	440	51,9	57,1
	660	110	460	240	460	55,3	60,8
	700	110	500	260	500	58,6	64,5
	750	110	540	280	540	62,8	67,5
	800	110	600	300	600	63,7	67,5
	850	110	620	320	620	63,7	67,5
	900	110	640	340	640	63,7	67,5
	1000	110	720	360	720	63,7	67,5



Spaziature e distanze derivate. (I valori tra parentesi sono i minimi secondo ETA 11/0024)

		Trave secondario			Trave principale			
Ø	L	a2,CG	a1,CG	m	a1,CG	m	a2	k
[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]
<b>8,0</b>	245	32 (32)	43 (40)	86	43 (40)	86	-	12 (12)
	330	32 (32)	58 (40)	116	58 (40)	116	-	12 (12)
<b>10,0</b>	300	40 (40)	53 (50)	106	53 (50)	106	-	15 (15)
	330	40 (40)	58 (50)	116	58 (50)	116	-	15 (15)
	360	40 (40)	64 (50)	128	64 (50)	128	-	15 (15)
	400	40 (40)	71 (50)	142	71 (50)	142	-	15 (15)
	450	40 (40)	80 (50)	160	80 (50)	160	-	15 (15)
	500	40 (40)	88 (50)	176	88 (50)	176	-	15 (15)
	550	40 (40)	97 (50)	194	97 (50)	194	-	15 (15)
	600	40 (40)	106 (50)	212	106 (50)	212	-	15 (15)
<b>11,3</b>	340	47 (45)	60 (57)	120	60 (57)	120	-	17 (17)
	380	47 (45)	67 (57)	134	67 (57)	134	-	17 (17)
	420	47 (45)	74 (57)	148	74 (57)	148	-	17 (17)
	460	47 (45)	81 (57)	162	81 (57)	162	-	17 (17)
	500	47 (45)	88 (57)	176	88 (57)	176	-	17 (17)
	580	47 (45)	102 (57)	204	102 (57)	204	-	17 (17)
	620	47 (45)	110 (57)	220	110 (57)	220	-	17 (17)
	660	47 (45)	117 (57)	234	117 (57)	234	-	17 (17)
	700	47 (45)	124 (57)	248	124 (57)	248	-	17 (17)
	750	47 (45)	133 (57)	266	133 (57)	266	-	17 (17)
	800	47 (45)	141 (57)	282	141 (57)	282	-	17 (17)
	850	47 (45)	150 (57)	300	150 (57)	300	-	17 (17)
900	47 (45)	159 (57)	318	159 (57)	318	-	17 (17)	
1000	47 (45)	177 (57)	354	177 (57)	354	-	17 (17)	

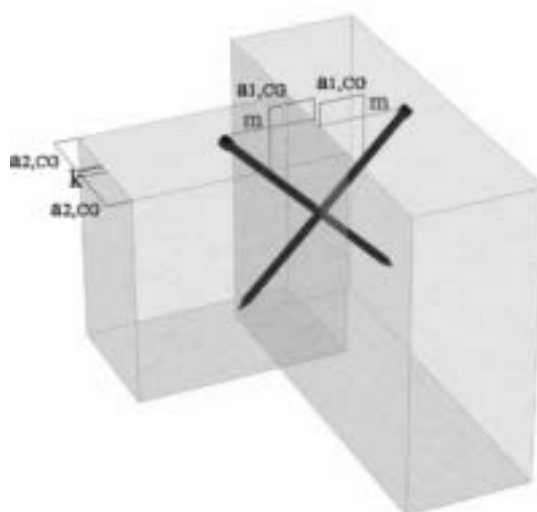
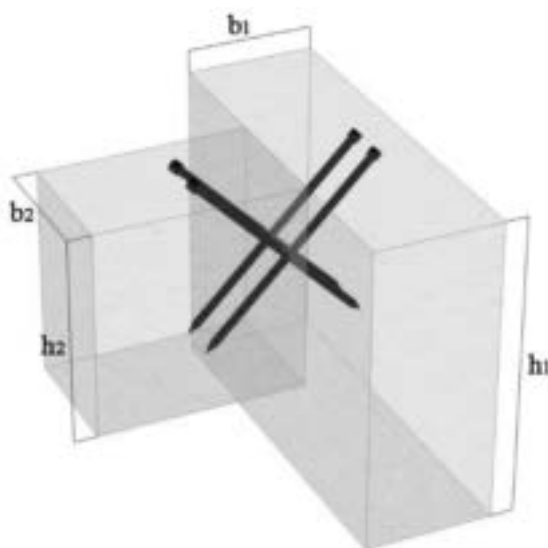


Tabella 3.35 Resistenze caratteristiche giunzione a "T" in piano

due coppie di viti EFG Powerbuild 299

Viti inserite con preforo -  $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$  (es. GL24h)

Ø	L	Trave secondario		Trave principale		R <sub>ax,k</sub>	
		b <sub>2</sub>	h <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	Trave secondario	Trave principale
[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[kN]	[kN]
<b>8,0</b>	245	130	240	120	240	27,9	30,7
	330	130	240	120	240	37,5	41,3
<b>10,0</b>	300	160	220	120	220	41,5	45,7
	330	160	240	120	240	45,7	50,2
	360	160	260	135	260	49,8	54,8
	400	160	300	150	300	55,3	60,9
	450	160	320	160	320	62,3	68,3
	500	160	360	180	360	64,5	68,3
	550	160	400	200	400	64,5	68,3
	600	160	440	220	440	64,5	68,3
<b>11,3</b>	340	180	260	130	260	53,2	58,5
	380	180	280	140	280	59,4	65,4
	420	180	300	160	300	65,7	72,2
	460	180	340	180	340	71,9	79,1
	500	180	360	180	360	78,2	86,0
	580	180	420	220	420	90,7	99,8
	620	180	440	220	440	96,9	106,6
	660	180	460	240	460	103,2	113,5
	700	180	500	260	500	109,4	120,4
	750	180	540	280	540	117,3	125,9
800	180	600	300	600	118,9	125,9	
850	180	620	320	620	118,9	125,9	
900	180	640	340	640	118,9	125,9	
1000	180	720	360	720	118,9	125,9	



Spaziature e distanze derivate. (I valori tra parentesi sono i minimi secondo ETA 11/0024)

		Trave secondario			Trave principale				
Ø	L	a2,CG	a1,CG	m	a1,CG	m	a2	k	
[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	
<b>8,0</b>	245	33 (32)	43 (40)	86	43 (40)	86	40 (40)	12 (12)	
	330	33 (32)	58 (40)	116	58 (40)	116	40 (40)	12 (12)	
<b>10,0</b>	300	40 (40)	53 (50)	106	53 (50)	106	50 (50)	15 (15)	
	330	40 (40)	58 (50)	116	58 (50)	116	50 (50)	15 (15)	
	360	40 (40)	64 (50)	128	64 (50)	128	50 (50)	15 (15)	
	400	40 (40)	71 (50)	142	71 (50)	142	50 (50)	15 (15)	
	450	40 (40)	80 (50)	160	80 (50)	160	50 (50)	15 (15)	
	500	40 (40)	88 (50)	176	88 (50)	176	50 (50)	15 (15)	
	550	40 (40)	97 (50)	194	97 (50)	194	50 (50)	15 (15)	
	600	40 (40)	106 (50)	212	106 (50)	212	50 (50)	15 (15)	
	<b>11,3</b>	340	45 (45)	60 (57)	120	60 (57)	120	57 (57)	17 (17)
		380	45 (45)	67 (57)	134	67 (57)	134	57 (57)	17 (17)
420		45 (45)	74 (57)	148	74 (57)	148	57 (57)	17 (17)	
460		45 (45)	81 (57)	162	81 (57)	162	57 (57)	17 (17)	
500		45 (45)	88 (57)	176	88 (57)	176	57 (57)	17 (17)	
580		45 (45)	102 (57)	204	102 (57)	204	57 (57)	17 (17)	
620		45 (45)	110 (57)	220	110 (57)	220	57 (57)	17 (17)	
660		45 (45)	117 (57)	234	117 (57)	234	57 (57)	17 (17)	
700		45 (45)	124 (57)	248	124 (57)	248	57 (57)	17 (17)	
750		45 (45)	133 (57)	266	133 (57)	266	57 (57)	17 (17)	
800	45 (45)	141 (57)	282	141 (57)	282	57 (57)	17 (17)		
850	45 (45)	150 (57)	300	150 (57)	300	57 (57)	17 (17)		
900	45 (45)	159 (57)	318	159 (57)	318	57 (57)	17 (17)		
1000	45 (45)	177 (57)	354	177 (57)	354	57 (57)	17 (17)		

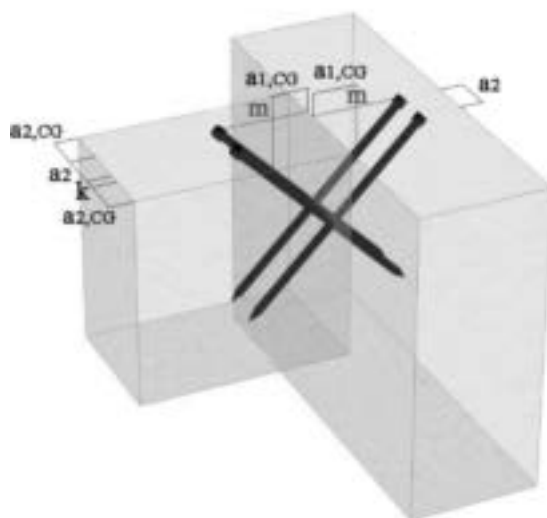
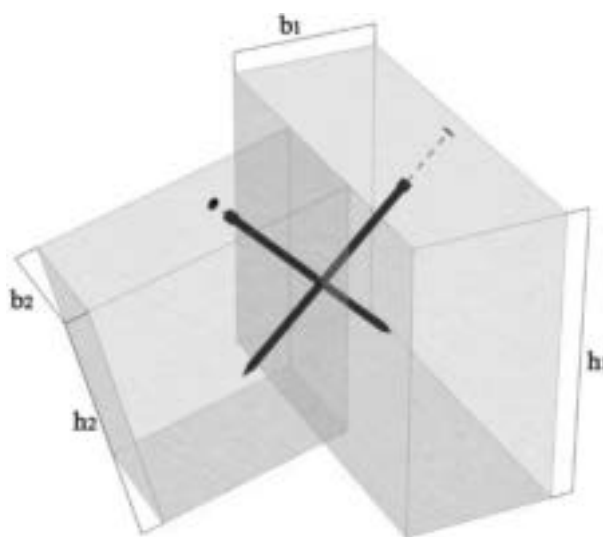


Tabella 3.36: Resistenze caratteristiche giunzione a "T" inclinata di 15°  
singola coppia di viti EFG Powerbuild 299  
Viti inserite con preforo -  $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$  (es. GL24h)

Ø	L	Trave secondario		Trave principale		R <sub>ax,k</sub>	
		b2	h2	b1	h1	Trave secondario	Trave principale
[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[kN]	[kN]
8,0	245	75	260	120	260	14,3	16,4
	330	75	260	120	260	19,2	22,1
10,0	300	95	240	120	240	21,3	24,5
	330	95	260	120	260	23,4	26,9
	360	95	280	135	280	25,5	29,4
	400	95	320	150	320	28,4	32,6
	450	95	340	160	340	31,9	36,6
	500	95	380	180	380	35,3	36,6
	550	95	420	200	420	35,3	36,6
	600	95	460	220	460	35,3	36,6
11,3	340	110	280	130	280	27,2	31,3
	380	110	300	140	300	30,5	35,0
	420	110	320	160	320	33,7	38,7
	460	110	360	180	360	36,9	42,4
	500	110	380	180	380	40,1	46,1
	580	110	440	220	440	46,5	53,5
	620	110	460	220	460	49,7	57,1
	660	110	480	240	480	52,9	60,8
	700	110	520	260	520	56,1	64,5
	750	110	560	280	560	60,1	67,5
	800	110	620	300	620	64,1	67,5
	850	110	640	320	640	65,1	67,5
900	110	660	340	660	65,1	67,5	
1000	110	740	360	740	65,1	67,5	



Spaziature e distanze derivate. (I valori tra parentesi sono i minimi secondo ETA 11/0024)

Ø	L	Trave secondario			Trave principale		a2	k	
		a2,CG	a1,CG	m	a1,CG	m			
[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]		
<b>8,0</b>	245	32 (32)	43 (40)	89	43 (40)	86	-	12 (12)	
	330	32 (32)	58 (40)	120	58 (40)	116	-	12 (12)	
<b>10,0</b>	300	40 (40)	53 (50)	109	53 (50)	106	-	15 (15)	
	330	40 (40)	58 (50)	120	58 (50)	116	-	15 (15)	
	360	40 (40)	64 (50)	132	64 (50)	128	-	15 (15)	
	400	40 (40)	71 (50)	147	71 (50)	142	-	15 (15)	
	450	40 (40)	80 (50)	165	80 (50)	160	-	15 (15)	
	500	40 (40)	88 (50)	182	88 (50)	176	-	15 (15)	
	550	40 (40)	97 (50)	200	97 (50)	194	-	15 (15)	
	600	40 (40)	106 (50)	219	106 (50)	212	-	15 (15)	
	<b>11,3</b>	340	47 (45)	60 (57)	124	60 (57)	120	-	17 (17)
		380	47 (45)	67 (57)	138	67 (57)	134	-	17 (17)
420		47 (45)	74 (57)	153	74 (57)	148	-	17 (17)	
460		47 (45)	81 (57)	167	81 (57)	162	-	17 (17)	
500		47 (45)	88 (57)	182	88 (57)	176	-	17 (17)	
580		47 (45)	102 (57)	211	102 (57)	204	-	17 (17)	
620		47 (45)	110 (57)	227	110 (57)	220	-	17 (17)	
660		47 (45)	117 (57)	242	117 (57)	234	-	17 (17)	
700		47 (45)	124 (57)	256	124 (57)	248	-	17 (17)	
750		47 (45)	133 (57)	275	133 (57)	266	-	17 (17)	
800	47 (45)	141 (57)	291	141 (57)	282	-	17 (17)		
850	47 (45)	150 (57)	310	150 (57)	300	-	17 (17)		
900	47 (45)	159 (57)	329	159 (57)	318	-	17 (17)		
1000	47 (45)	177 (57)	366	177 (57)	354	-	17 (17)		

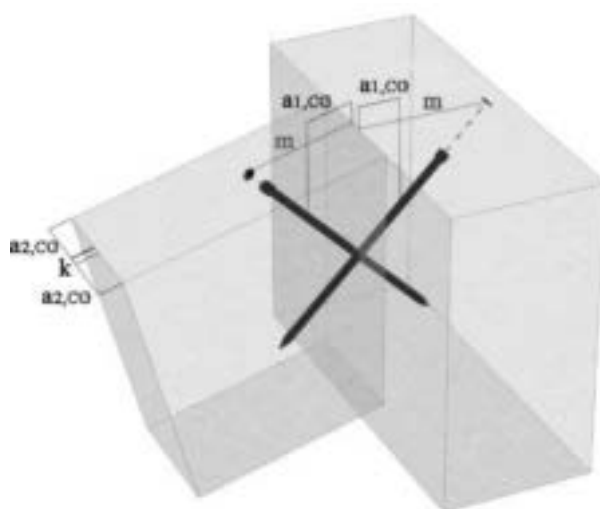
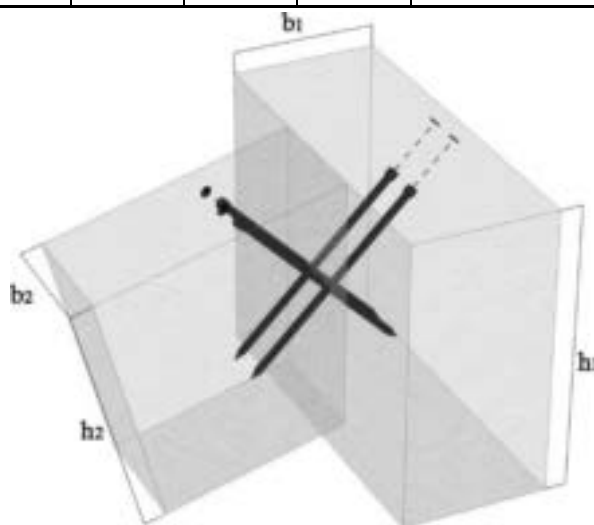


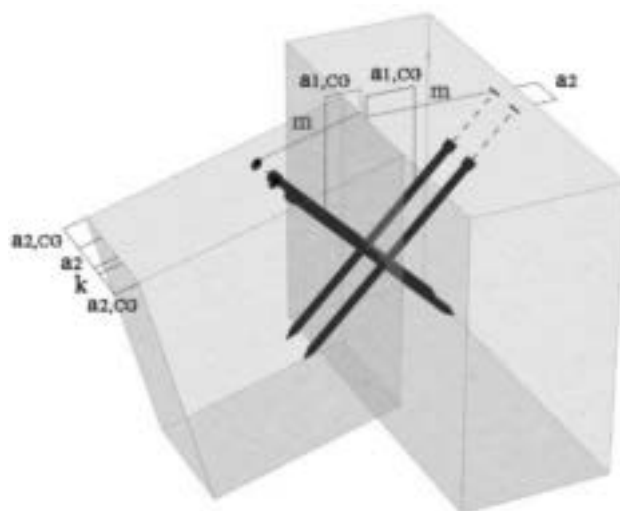
Tabella 3.37: Resistenze caratteristiche giunzione a "T" inclinata di 15°  
due coppie di viti EFG Powerbuild 299  
Viti inserite con preforo -  $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$  (es. GL24h)

Ø	L	Trave secondario		Trave principale		R <sub>ax,k</sub>	
		b2	h2	b1	h1	Trave secondario	Trave principale
[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[kN]	[kN]
<b>8,0</b>	245	130	260	120	260	26,7	30,7
	330	130	260	120	260	35,9	41,3
<b>10,0</b>	300	160	240	120	240	39,7	45,7
	330	160	260	120	260	43,7	50,2
	360	160	280	135	280	47,6	54,8
	400	160	320	150	320	52,9	60,9
	450	160	340	160	340	59,6	68,3
	500	160	380	180	380	65,9	68,3
	550	160	420	200	420	65,9	68,3
	600	160	460	220	460	65,9	68,3
<b>11,3</b>	340	180	280	130	280	50,8	58,5
	380	180	300	140	300	56,8	65,4
	420	180	320	160	320	62,8	72,2
	460	180	360	180	360	68,8	79,1
	500	180	380	180	380	74,8	86,0
	580	180	440	220	440	86,7	99,8
	620	180	460	220	460	92,7	106,6
	660	180	480	240	480	98,7	113,5
	700	180	520	260	520	104,7	120,4
	750	180	560	280	560	112,2	125,9
800	180	620	300	620	119,6	125,9	
850	180	640	320	640	121,5	125,9	
900	180	660	340	660	121,5	125,9	
1000	180	740	360	740	121,5	125,9	



Spaziature e distanze derivate. (I valori tra parentesi sono i minimi secondo ETA 11/0024)

Ø	L	Trave secondario			Trave principale		a2	k
		a2,CG	a1,CG	m	a1,CG	m		
[mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	[mm]	Min. [mm]	Min. [mm]
<b>8,0</b>	245	33 (32)	43 (40)	89	43 (40)	86	40 (40)	12 (12)
	330	33 (32)	58 (40)	120	58 (40)	116	40 (40)	12 (12)
<b>10,0</b>	300	40 (40)	53 (50)	109	53 (50)	106	50 (50)	15 (15)
	330	40 (40)	58 (50)	120	58 (50)	116	50 (50)	15 (15)
	360	40 (40)	64 (50)	132	64 (50)	128	50 (50)	15 (15)
	400	40 (40)	71 (50)	147	71 (50)	142	50 (50)	15 (15)
	450	40 (40)	80 (50)	165	80 (50)	160	50 (50)	15 (15)
	500	40 (40)	88 (50)	182	88 (50)	176	50 (50)	15 (15)
	550	40 (40)	97 (50)	200	97 (50)	194	50 (50)	15 (15)
	600	40 (40)	106 (50)	219	106 (50)	212	50 (50)	15 (15)
<b>11,3</b>	340	45 (45)	60 (57)	124	60 (57)	120	57 (57)	17 (17)
	380	45 (45)	67 (57)	138	67 (57)	134	57 (57)	17 (17)
	420	45 (45)	74 (57)	153	74 (57)	148	57 (57)	17 (17)
	460	45 (45)	81 (57)	167	81 (57)	162	57 (57)	17 (17)
	500	45 (45)	88 (57)	182	88 (57)	176	57 (57)	17 (17)
	580	45 (45)	102 (57)	211	102 (57)	204	57 (57)	17 (17)
	620	45 (45)	110 (57)	227	110 (57)	220	57 (57)	17 (17)
	660	45 (45)	117 (57)	242	117 (57)	234	57 (57)	17 (17)
	700	45 (45)	124 (57)	256	124 (57)	248	57 (57)	17 (17)
	750	45 (45)	133 (57)	275	133 (57)	266	57 (57)	17 (17)
	800	45 (45)	141 (57)	291	141 (57)	282	57 (57)	17 (17)
	850	45 (45)	150 (57)	310	150 (57)	300	57 (57)	17 (17)
900	45 (45)	159 (57)	329	159 (57)	318	57 (57)	17 (17)	
1000	45 (45)	177 (57)	366	177 (57)	354	57 (57)	17 (17)	

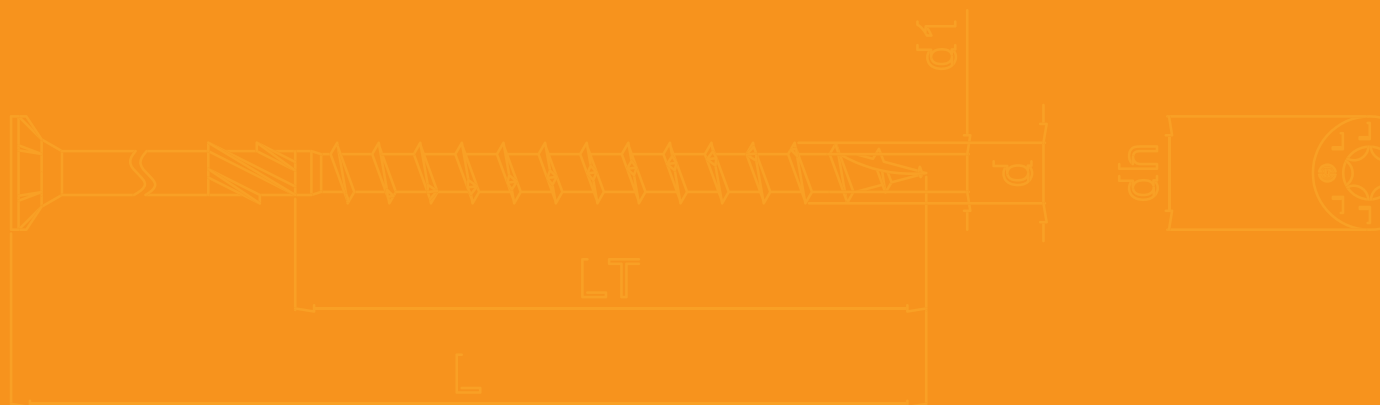












**HECO ITALIA EFG S.R.L.**

Sede operativa: via Marze, 30 C

36060 Romano d'Ezzelino (VI)

Telefono 0424-512111 • Fax 0424-512115

E-mail: [info@heco.it](mailto:info@heco.it) • <http://www.heco.it>

N° Reg. Imp. Di VI n. 02716960246

C.F. e P. IVA 02716960246 • REA n.VI-268939