

Smartbook
AVVITATURA


rothoblaas

Solutions for Building Technology

TEORIA

da pag. **5**

La vite giusta in base al contesto

Per garantire la vita utile attesa delle connessioni e assicurare adeguate resistenza e durabilità, la scelta della vite deve avvenire prendendo in considerazione la sua **resistenza alla corrosione**, l'incidenza delle **deformazioni del legno** sulla sua resistenza meccanica, il suo comportamento in **condizioni di incendio** ed il **supporto** su cui viene installata.

CORROSIONE

da pag. **6**

RITIRO e RIGONFIAMENTO

da pag. **24**

FUOCO

da pag. **32**

APPLICAZIONI e CONNETTORI

da pag. **46**

MATERIALI

da pag. **55**



PRATICA

da pag. **57**

Come installare correttamente?

Dopo aver scelto la vite, è necessario **installarla in maniera corretta**, conformemente alla tipologia di giunzione in cui verrà impiegata, tenendo conto dei **materiali presenti** ed utilizzando l'**attrezzatura idonea** per il tipo di applicazione.

DISTANZE MINIME e PREFORO

da pag. **58**

MOMENTO di INSERIMENTO

da pag. **60**

LEGNO-LEGNO

da pag. **62**

METALLO-LEGNO

da pag. **63**

AVVITATORI

da pag. **70**

La vite giusta in base
al contesto





TEORIA

CORROSIONE

CLASSI DI CORROSIVITÀ ATMOSFERICHE



FATTORI DI INFLUENZA

La corrosione causata dall'atmosfera dipende dall'umidità relativa, dall'inquinamento atmosferico, dal contenuto di cloruri e dal fatto che il collegamento sia interno, esterno protetto o esterno. L'esposizione è descritta dalla categoria C_E che si basa sulla categoria C come definita nella norma EN ISO 9223.

La corrosività atmosferica agisce solo sulla parte esposta del connettore.



presenza di cloruri



inquinamento

CLASSI DI SERVIZIO



FATTORI DI INFLUENZA

Le classi di servizio sono legate alle condizioni termoigrometriche dell'ambiente in cui è inserito un elemento strutturale in legno. Collegano la temperatura e l'umidità dell'ambiente circostante al contenuto di acqua all'interno del materiale.



esposizione



livello di umidità

CLASSI DI CORROSIVITÀ DEL LEGNO



FATTORI DI INFLUENZA

La corrosione causata dal legno dipende dalle specie legnose, dal trattamento del legno e dal contenuto di umidità. L'esposizione è definita dalla categoria T_E come indicato.

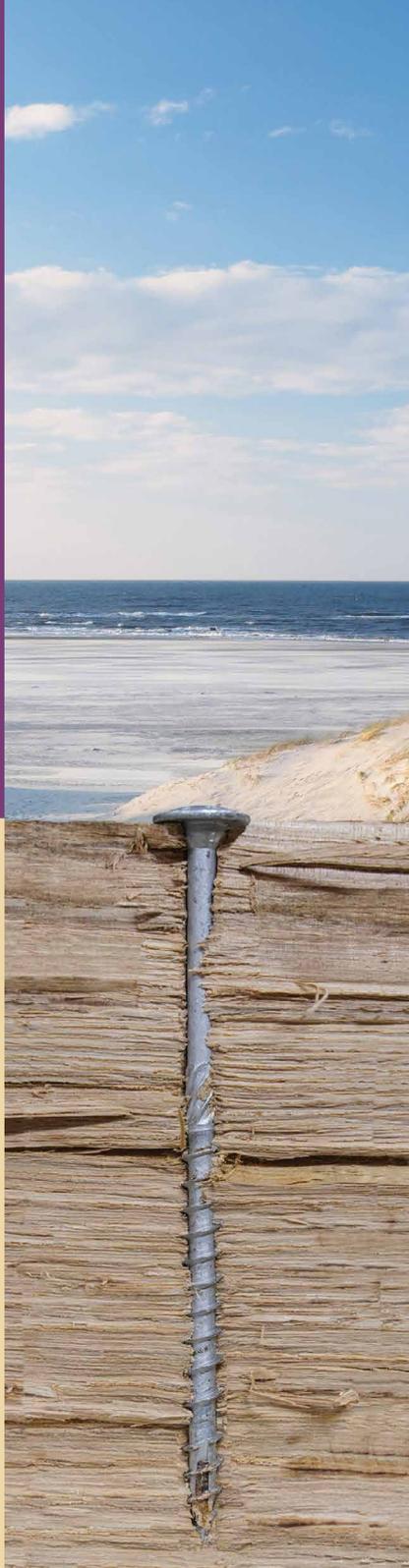
La corrosività del legno agisce solo sulla parte di connettore inserita nell'elemento ligneo.



pH del legno



umidità del legno



CLASSI DI SERVIZIO - SC

[Definite secondo la nuova generazione di Eurocodice 5 (prEN 1995-1-1)⁽⁶⁾]

SC1



SC2



SC3



SC4



ESPOSIZIONE

casi più comuni



UMIDITÀ ATMOSFERICA E UMIDITÀ DEL LEGNO

Media annuale⁽²⁾

umidità atmosferica relativa dell'aria circostante



50%

75%

85%

(3)

umidità del legno corrispondente⁽⁴⁾⁽⁵⁾



(10%)

(16%)

(18%)

saturo

Massimo⁽¹⁾

umidità atmosferica relativa dell'aria circostante



65%

85%

95%

(3)

umidità del legno corrispondente⁽⁴⁾⁽⁵⁾



(12%)

(20%)

(24%)

saturo

⁽¹⁾ Il limite superiore dell'umidità relativa non deve essere superato per più di un periodo di alcune settimane consecutive all'anno.

⁽²⁾ L'umidità relativa media annuale su un periodo di dieci anni viene utilizzata per assegnare gli elementi in legno alle categorie di corrosività per gli elementi a gambo cilindrico in acciaio.

⁽³⁾ Il contenuto di umidità degli elementi in SC4 (per lo più completamente saturi) è influenzato dall'elemento circostante (es. suolo o acqua).

⁽⁴⁾ Il contenuto di umidità potrebbe non applicarsi all'LVL o ai prodotti in pannelli a base di legno.

⁽⁵⁾ Umidità rappresentativa corrispondente di SWB (Solid Wood Based - elementi a base di legno massiccio).

⁽⁶⁾ prEN 1995-1-1 (n.d.) Basis of design and materials - Final draft (22.01.2021) - Project team SC5.T3 & SC5/WG10, CEN.

CLASSI DI CORROSIVITÀ ATMOSFERICHE - C

[Definite secondo la EN 14592:2022 in base alla EN ISO 9223]

AMBIENTE

C1



C2



UMIDITÀ



condensa rara



condensa rara

ESPOSIZIONE AI CLORURI

tasso di deposito di cloruro
[mg/m²d]

> 10 km
dalla costa

≤ 3



ESPOSIZIONE AGLI AGENTI INQUINANTI

livello di inquinamento
contenuto di anidride solforosa
[μg/m³]

molto bassa

circa 0

bassa

< 5



deserti, artico centrale/antartide



aree rurali poco inquinate, piccoli centri

C3



C4



C5



condensa occasionale



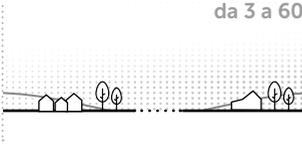
condensa frequente



condensa permanente

da 10 a 3 km
dalla costa

da 3 a 60



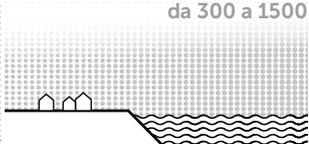
da 3 a 0,25 km
dalla costa

da 60 a 300



< 0,25 km
dalla costa

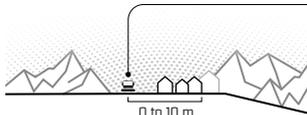
da 300 a 1500



da 10 a 100 m



da 0 a 10 m
dalla strada con sali antigelo



media
da 5 a 30



aree urbane e industriali a medio inquinamento

alta
da 30 a 90



zona urbana e industriale altamente inquinata

molto alta
da 90 a 250



ambiente con elevatissimo inquinamento industriale

CLASSI DI CORROSIVITÀ DEL LEGNO - T

[Definite secondo EN 14592:2022]

T1

T2

VALORE pH SPECIE LEGNOSE

Il legno contiene un estere dell'acido acetico che agisce come agente corrosivo per diversi metalli a contatto con il legno. La presenza di acido acetico determina il pH della specie legnosa



qualunque



qualunque

TRATTAMENTO DEL LEGNO

Il trattamento del legname comprende il trattamento con cloruri, rame e ritardanti di fiamma. In caso di legno trattato termicamente, il livello di pH è determinante



legno non trattato e trattato



legno non trattato e trattato

CONTENUTO DI UMIDITÀ

Ciascuna categoria di esposizione del legname corrisponde, per il legno massiccio, al contenuto medio annuo di umidità nella classe di servizio indicata (come definito a pag. 7)



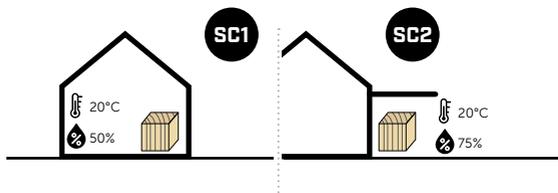
≤ 10%



10% < ≤ 16%

CLASSE DI SERVIZIO

Dell'ambiente in cui è inserito l'elemento ligneo



T3



pH > 4
legni "standard"
acidità bassa

T4



pH ≤ 4
legni "aggressivi"
acidità alta

T5



qualunque



solo legno
non trattato



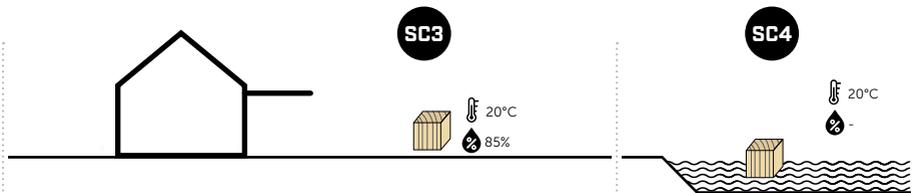
legno non trattato e
trattato



legno non trattato e
trattato

16% <  ≤ 20%

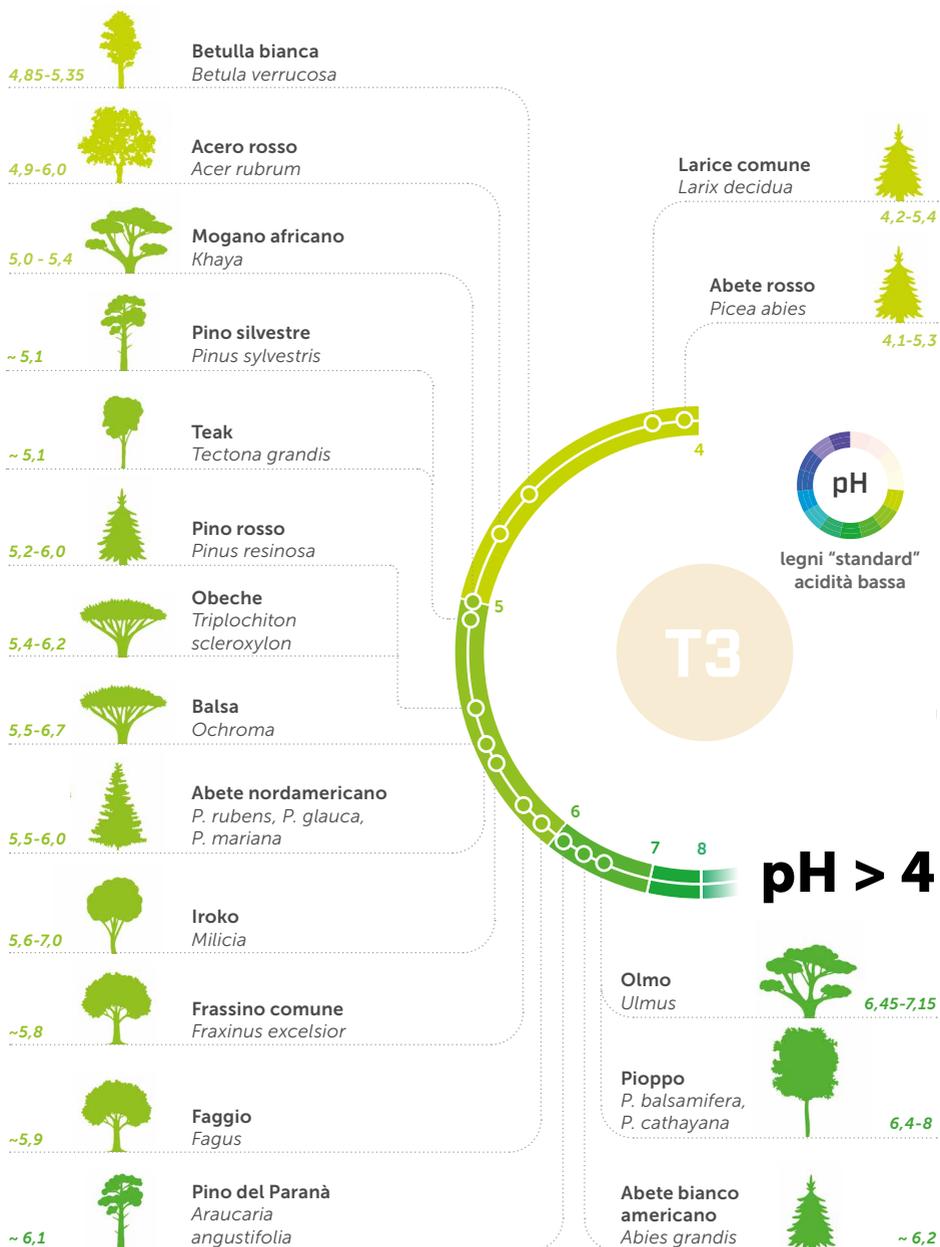
 > 20%



SPECIE LEGNOSE e pH per T3 e T4

[Definite secondo Wagenführ R; Wagenführ A. 2022. Holzatlas e Coatings for Display and Storage in Museums January 1999
 Publisher: Canadian Conservation Institute Jean Tetreault]

La presenza di acido acetico è particolarmente cruciale quando l'elemento si trova nella condizione esposta (SC3). Sapere quindi quale specie legnosa è più acida è determinante.



Quali sono i legni più aggressivi?
Dipende dal pH!

3,3 - 5,8

Abete di Douglas
Pseudotsuga menziesii

3,1-4,4

Abete di Douglas blu
Pseudotsuga taxifolia

3-3,7

Jarrah
Eucalyptus marginata

2,5-3,5

Cedro rosso occidentale
Thuja plicata

Quercia o farnia europea
Quercus robur 3,4-4,2


Castagno europeo
Castanea sativa 3,4-3,7


Faggio termotreatato
 ~ 3,4


Ginepro africano
Juniperus procera ~ 3,5


Idigbo
Terminalia ivorensis 3,5-4,1


Padouk africano
Pterocarpus soyauxii 3,7-5,6


Pino marittimo
Pinus pinaster ~ 3,8


Quercia rossa
Quercus rubra 3,8-4,2


Quercia bianca
Quercus alba 3,8-4,2


Quercia nera
Quercus nigra ~ 3,9


Rovere
Quercus petraea ~ 3,9




legni "aggressivi"
acidità alta

T4

pH ≤ 4

~ 3,9

Ciliegio nero americano
Prunus serotina

TANNINI e pH

Protezione
o corrosione?

I tannini sono una sostanza chimica presente negli estratti vegetali, appartenente alla famiglia dei polifenoli, comune nelle piante e negli alberi. Il loro ruolo biologico è quello di difesa, sono molecole dotate di proprietà antiossidanti.

Il loro effetto sul metallo, però, è contrario a quello che ci si aspetta. I tannini infatti, appena inizia il processo corrosivo, aderiscono alla superficie del connettore e formano uno **strato protettivo** che lo rallenta. In sostanza, **più tannini sono presenti in un legno, più lenta è la corrosione del connettore una volta innescata**.

EFFETTO DEI TANNINI

connettore:	vite filetto totale
coating:	zincatura galvanica ($\approx 10\mu\text{m}$)
legno:	quercia verde
tempo di esposizione:	6 mesi
classe di servizio [SC]:	SC3
classe di corrosività atmosferica [C]:	C2
classe di corrosività del legno [T]:	T4

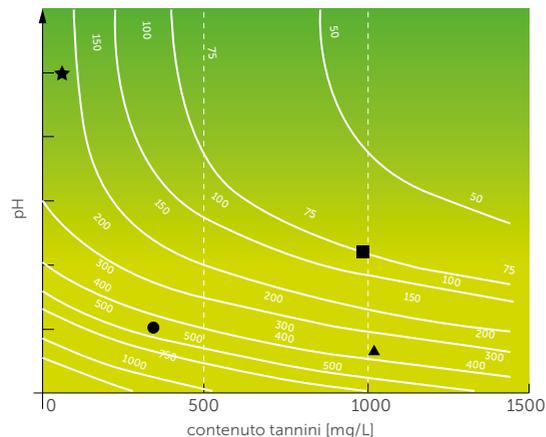


I test effettuati da R&D Rothoblaas hanno messo in luce come in soli due mesi l'effetto dei tannini sia evidente:

- 1 Sulla parte del connettore inserito in profondità nell'elemento ligneo si nota la presenza di uno strato nero protettivo consistente.
- 2 Nella zona di interfaccia il connettore si è corroso (ruggine rossa) perché lo strato protettivo è stato dilavato dall'acqua.

VELOCITÀ DI CORROSIONE

Tasso di corrosione in estratti di legno [$\mu\text{m}/\text{anno}$]
in funzione del pH e del contenuto di tannini⁽¹⁾



Il fattore più importante da considerare nel processo corrosivo è la classe di corrosività del legno (T) legata a pH e umidità del legno. A parità di pH la presenza di tannini rallenta il fenomeno corrosivo.

Solitamente si tende ad associare i tannini alla corrosione perché tanti legni tanninici sono anche acidi ($\text{pH} < 4$). Ci sono comunque delle eccezioni, come il *pino marittimo* e l'*abete di Douglas* che sono classificati T4, pur non essendo tanninici.

- ▲ quercia
- acacia
- pino
- ★ olmo

⁽¹⁾ Basato sulla ricerca di S. Zelinka, *Corrosion in Wood Products*. 2014. (Ed.), ISBN: 978-953-51-1223-5, InTech, DOI: 10.5772/57296.

CAMPAGNA SPERIMENTALE

Presso il nostro laboratorio è stata condotta una campagna sperimentale volta a valutare l'andamento della corrosione dei connettori nel tempo.

Durante i test sono state analizzate:

- circa **350 configurazioni**
- ottenute combinando **6 diverse tipologie** di viti
- per un lasso di tempo di **1 anno**

I provini sono stati collocati in ambienti con **classi di servizio differenti**.

Le viti sono state analizzate con **cadenza mensile** per valutare il tasso di corrosione e l'influenza delle diverse variabili in gioco.



SET-UP

legno:	quercia
tempo di esposizione:	12 mesi
classe di servizio [SC]:	SC3
classe di corrosività atmosferica [C]:	C2
classe di corrosività del legno [T]:	T4



RISULTATI:



dopo 1 mese



lievi segni di tannini,
nessuna presenza di
ruggine

nessuna presenza di
ruggine

nessuna presenza di
ruggine

nessuna presenza di
ruggine



dopo 10 mesi



forte presenza tannini,
forti segni di ruggine
rossa

presenza di tannini,
nessuna presenza di
ruggine

forte presenza tannini,
segni di ruggine

nessuna presenza di
ruggine

ACCIAI E RIVESTIMENTI

Il miglior compromesso tra resistenza alla corrosione e resistenza meccanica



*Esigenze estetiche e progettuali:
tutti i connettori di gamma*



HCR	A4 AISI316	A2 AISI304	C4 EVO		Zn ELECTRO PLATED	
HBS HCR	SCI A4	SCI A2	HBS EVO	VGS EVO	HBS	VGS
						



A2 AISI304	AISI410		C4 EVO	ORGANIC	Zn ELECTRO PLATED	
KKZ A2	KKA AISI410		VGZ EVO	KKAN	VGZ	
						



AISI410	A4 AISI316		C4 EVO		Zn ELECTRO PLATED	
KKF AISI410	HBS PLATE A4		HBS PLATE EVO		HBS PLATE	
						



A2 AISI304	AISI410	Zn ELECTRO PLATED		C4 EVO		Zn
SHS	SHS AISI410	HBS HARDWOOD		TBS EVO		TBS
						

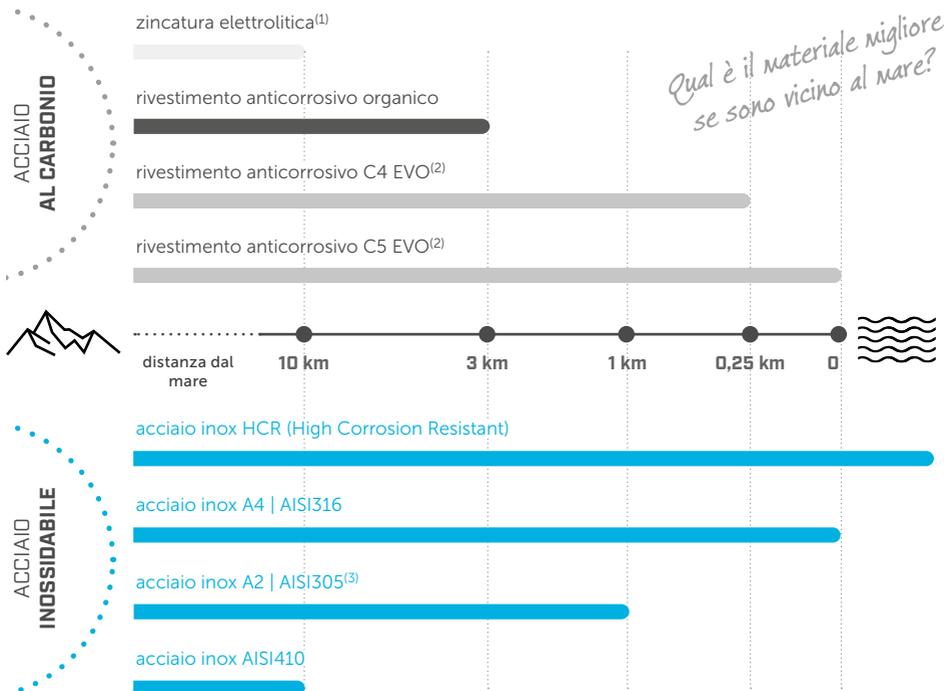


A4 AISI316		ORGANIC				A2 AISI304	AISI410
KKT A4		KKT				EWS A2	EWS AISI410
							

DISTANZA DAL MARE

RESISTENZA ALL'ESPOSIZIONE AI CLORURI

Confronto di resistenza alla corrosione atmosferica tra diversi tipi di rivestimento a base di zinco e diversi tipi di acciai inossidabili utilizzati nelle viti per legno, considerando solo l'influenza dei cloruri (salsedine) e senza un regime di pulizia (in base a EN 14592:2022 e EN 1993-1-4:2014).



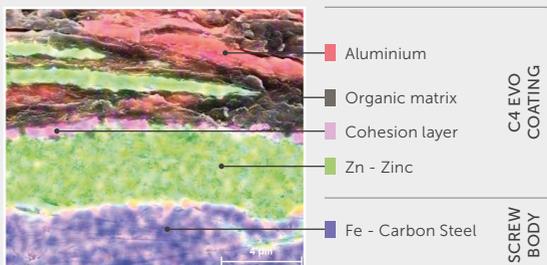
⁽¹⁾ Solo per condizioni di esposizione all'aperto protette.

⁽²⁾ EN 14592:2022 attualmente limita la vita utile dei rivestimenti alternativi a 15 anni.

⁽³⁾ A2 AISI304: considerando il metallo completamente esposto alla pioggia.

C4 EVO è un rivestimento multistrato composto da:

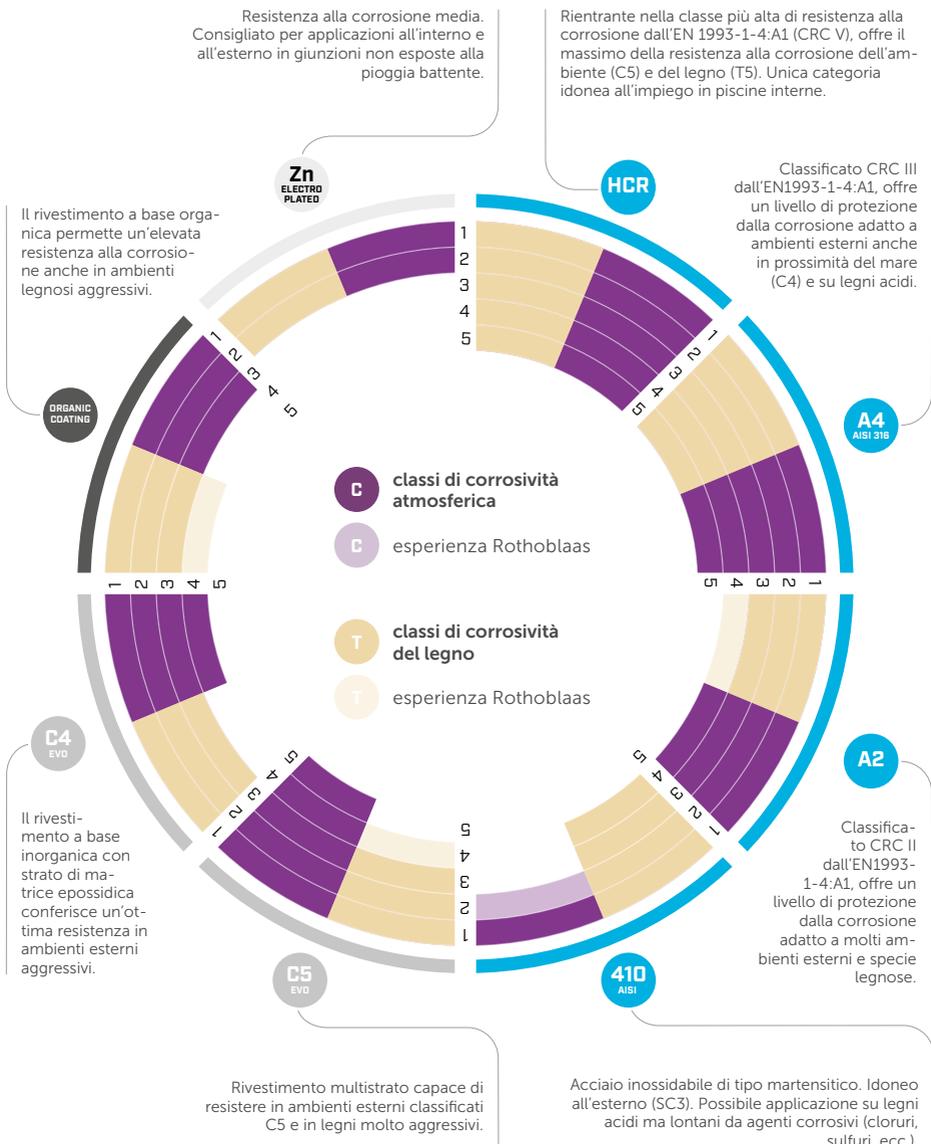
- Uno strato funzionale esterno di circa 15-20 μm a matrice epossidica con cariche di flakes di alluminio, che conferisce al rivestimento un'ottima resistenza agli stress meccanici e termici. I flakes di alluminio inoltre, fungono all'occorrenza da elemento sacrificale catodico per il metallo base della vite.
- Uno strato di adesione centrale per lo strato funzionale esterno.
- Uno strato interno di circa 4 μm di zinco con funzione di ulteriore strato di resistenza alla corrosione.



SCelta DEL MATERIALE E DEL RIVESTIMENTO

RESISTENZA ALLA CORROSIONE T-C

Valutazione del comportamento alla corrosione di materiale e rivestimenti in funzione della classe di corrosività dell'ambiente⁽¹⁾ e della classe di corrosività del legno (in base a EN 14592:2022 e EN 1993-1-4:2014).



⁽¹⁾ Per l'acciaio inossidabile si è determinata una classe equivalente di corrosività atmosferica considerando solo l'influenza dei cloruri (salsedine) e senza un regime di pulizia.

COMBINAZIONE CON PIASTRE

Come fare la scelta giusta?

Le viti sono spesso utilizzate in combinazione con piastre metalliche. In questi casi bisogna garantire che entrambi i componenti della connessione siano abbastanza resistenti all'ambiente atmosferico e alla corrosività dell'elemento ligneo.

Start

3 semplici passi per trovare la soluzione più adatta



scelta di materiale e rivestimento della piastra metallica **2**

LOCK T EVO
CONNETTORE A SCOMPARSA AD AGGANCIAMENTO LEGNO-LEGNO PER ESTERNO

LOCK EVO

scelta di materiale e rivestimento del fissaggio in base alla compatibilità con l'ambiente e con la piastra **3**

HBS PLATE EVO
VITE A TESTA TRONCOCONICA

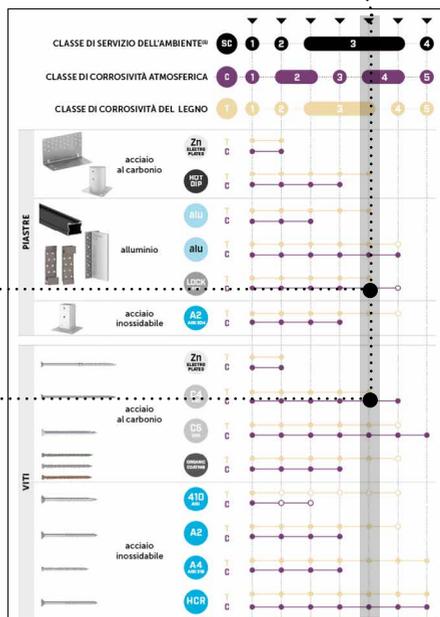
C4 EVO

1 determinazione delle varie classi (corrosività atmosferica, di servizio e di corrosività del legno) in base all'ambiente



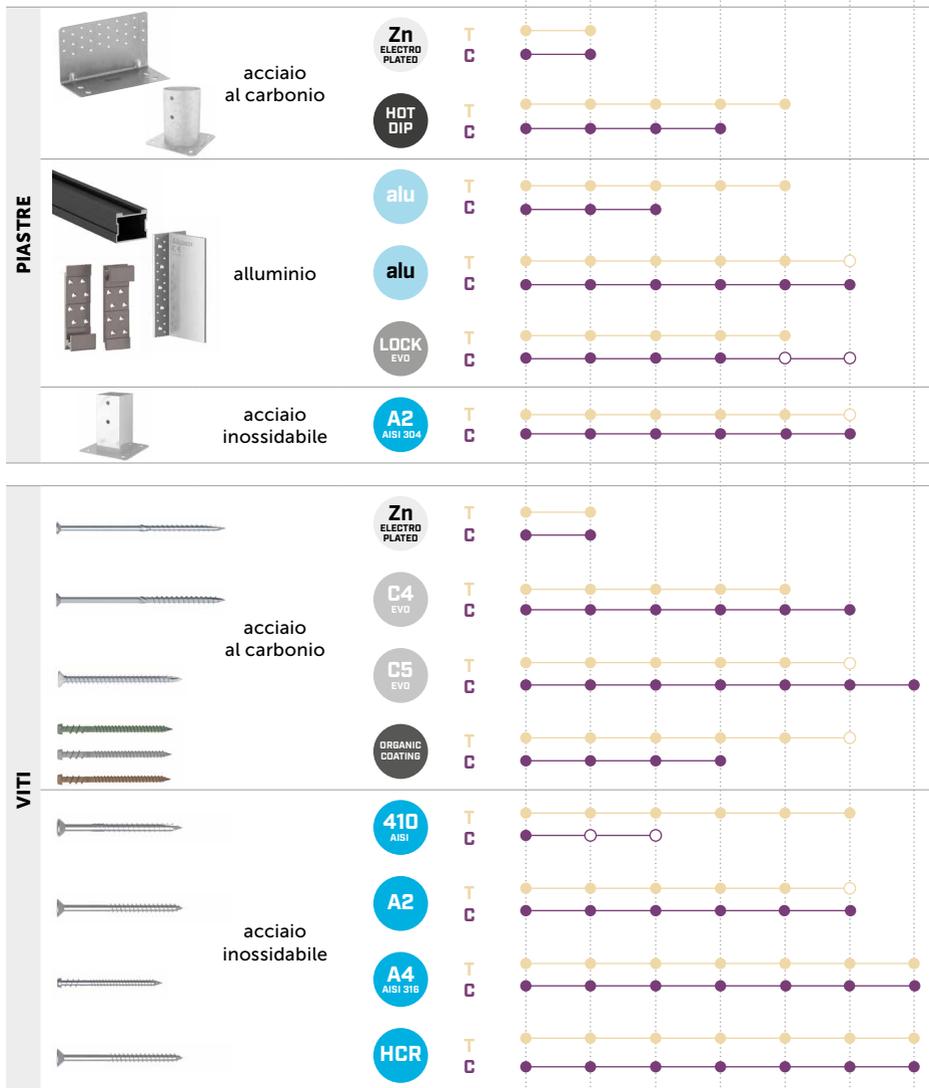
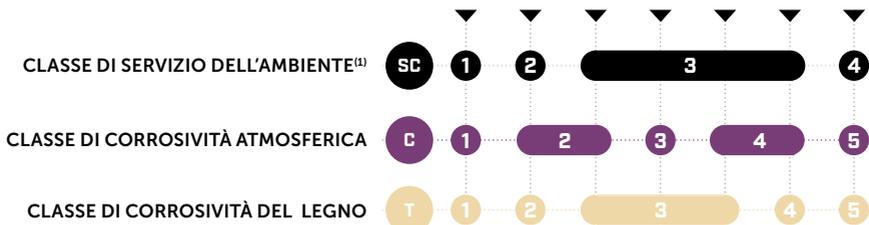
ESEMPIO:
elementi in legno direttamente esposti alle intemperie in ambiente vicino al mare

SC3 C4 T3



LEGENDA:

- utilizzo previsto da normativa
- esperienza Rothoblaas



La combinazione tra metalli diversi in ambienti esterni richiede inoltre la valutazione del rischio di corrosione per accoppiamento galvanico.

⁽¹⁾ La corrispondenza tra le classi di corrosività C e T con le classi di servizio SC è una rappresentazione approssimativa di casi comuni. Ci possono essere casi particolari che non trovano corrispondenza in questa tabella.

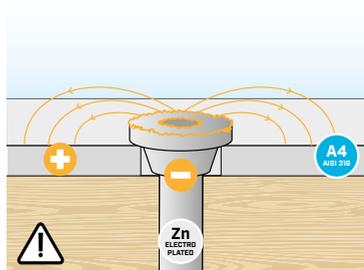
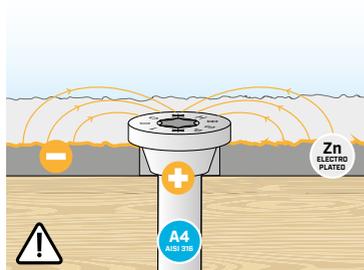
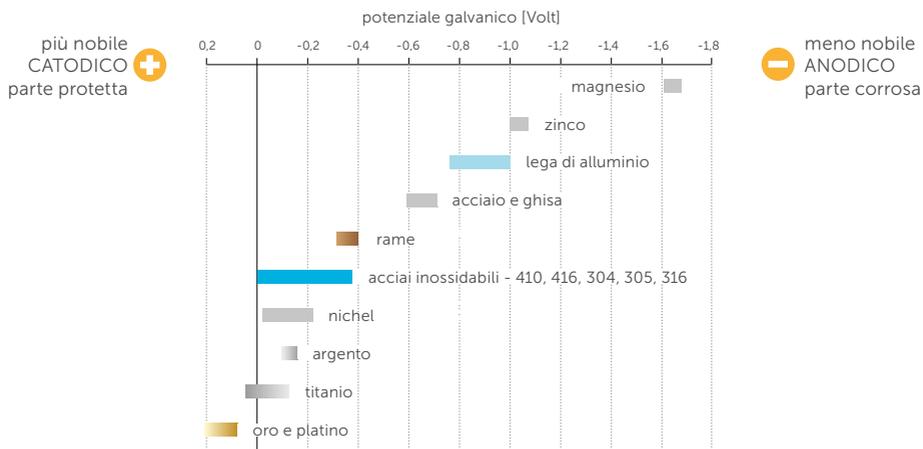
ACCOPIAMENTO GALVANICO

La combinazione tra metalli diversi in ambienti esterni o umidi richiede la valutazione del rischio di corrosione per accoppiamento galvanico. Affinché si verifichi la corrosione per accoppiamento galvanico, le seguenti 3 condizioni devono essere soddisfatte contemporaneamente:



Più dissimili sono i metalli (maggiore differenza di potenziale), maggiore è il rischio di corrosione. Il potenziale di corrosione galvanica tra i metalli è dettato da quanto sono distanti sulla "serie galvanica di metalli". In modo approssimativo, una differenza di potenziale maggiore di 0.4-0.5 V potrebbe considerarsi significativa/critica.

Serie galvanica dei metalli: potenziale di corrosione di vari metalli in acqua di mare

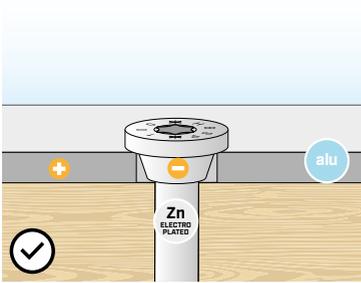


In questi casi, il metallo meno nobile (Zn) viene dissolto (dissoluzione anodica), mentre la parte più nobile (A4) non viene attaccata dalla corrosione (fungendo da catodo).

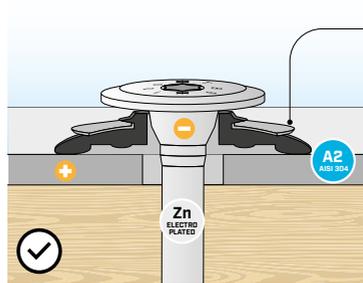
Come si evita
la corrosione nelle
connessioni?

PREVENZIONE

Per prevenire o ridurre al minimo il rischio di corrosione galvanica si possono adottare le seguenti misure:

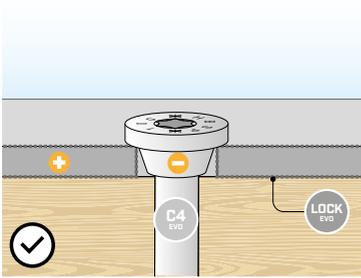


Usare materiali simili o con una piccola differenza di potenziale.

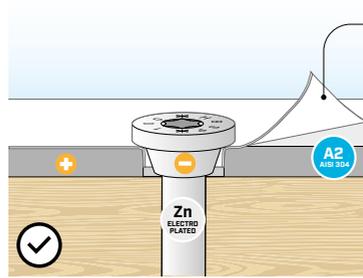


Disconnettere l'accoppiamento galvanico tra i due materiali.

WBAZ
RONDELLA
INOSSIDABILE CON
GUARNIZIONE DI
TENUTA



Rivestire l'anodo o il catodo per evitare il collegamento elettrico.



Prevenire che l'umidità entri in contatto con entrambi i metalli.

NAIL BAND
NASTRO
SIGILLANTE PUNTO
CHIEDO BUTILICO



METALLI DISSIMILI

A volte non possiamo evitare l'uso di metalli dissimili. In questo caso dobbiamo assicurarci che gli elementi di fissaggio (ad es. le viti o i chiodi) siano di un materiale più nobile rispetto a quello della connessione, come succede con i connettori LOCK (alluminio) quando vengono usati con le viti KKF (acciaio inox AISI410) in un contesto all'esterno.



LEGNO E ACCOPPIAMENTO GALVANICO

Quando parliamo di legno e accoppiamento galvanico, dobbiamo considerare la distinzione tra **acqua libera** e **acqua legata**.

Potenzialmente, l'acqua libera potrebbe agire come un elettrolita, ma il rischio di accoppiamento galvanico associato è molto basso e si verifica solo se l'elettrolita tocca entrambi i materiali dissimili. Anche in questo caso, l'acqua libera non defluisce in modo abbondante dalle cellule del legno.

L'acqua legata non può agire come un elettrolita perché è legata all'interno delle cellule del legno.

Dato che l'umidità di equilibrio del legno è vicina al 12% e che non c'è acqua libera in un legno con contenuto di umidità inferiore a 20%, **il legno che circonda la connessione può proteggere la connessione dalla corrosione galvanica** assorbendo l'umidità in eccesso e previene un accumulo di acqua.

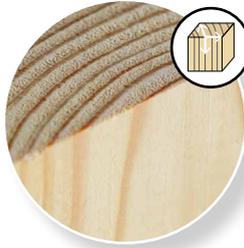
RITIRO E RIGONFIAMENTO

Il comportamento del materiale legno



IGROSCOPICO

Il legno è un materiale vivo, poroso e igroscopico, ciò significa che per sua natura può acquisire o perdere umidità a seconda delle condizioni ambientali in cui si trova.



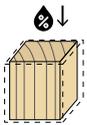
ANISOTROPO

Le prestazioni meccaniche e le deformazioni nell'elemento in legno sono differenti a seconda della direzione anatomica (longitudinale e radiale/tangenziale).

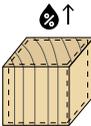


NON UNIFORME

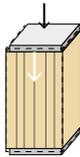
Nel mondo esistono molteplici specie legnose con caratteristiche e densità differenti e specifiche.



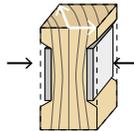
$\Delta u < 0\%$
riduzione di umidità
ritiro



$\Delta u > 0\%$
incremento di umidità
rigonfiamento



direzione
longitudinale



direzione
trasversale



a seconda della specie legnosa
densità differenti



VARIAZIONI DIMENSIONALI DIFFERENTI

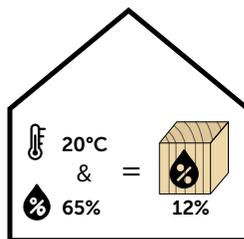
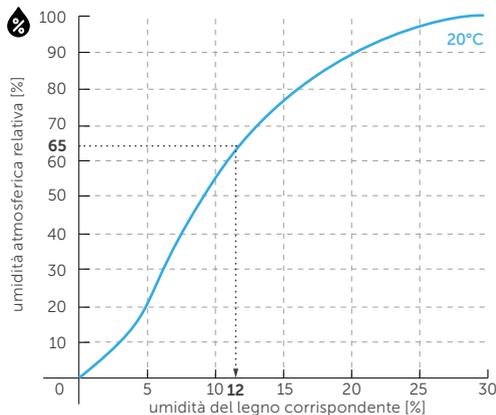
a seconda della variazione di umidità, della direzione rispetto alla fibratura e della specie legnosa

IGROSCOPIA

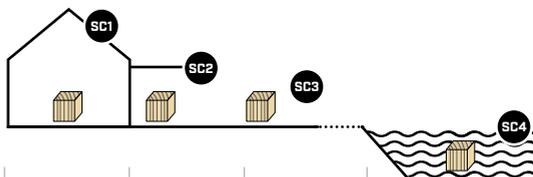
UMIDITÀ RESIDUA

Come l'umidità influenza il comportamento del legno

Il legno si mette in equilibrio igroscopico con l'ambiente in cui è collocato: rilascia o assorbe umidità, fino a trovare un punto di bilanciamento. In base alle condizioni climatiche dell'ambiente (temperatura e umidità relativa dall'aria), è possibile determinare il contenuto di umidità corrispondente all'interno del legno.



Un elemento in legno posizionato in un ambiente con **umidità relativa del 65%** e con una **temperatura di 20°C** avrà, in equilibrio, un valore di **umidità corrispondente pari al 12%**.



	SC1	SC2	SC3	SC4
umidità atmosferica relativa dell'aria circostante (limite superiore)	65%	85%	95%	100%
umidità del legno corrispondente	12%	20%	24%	

Il legno, di norma, dovrà essere fornito con un contenuto di umidità il più vicino possibile a quella appropriata alle condizioni ambientali in cui si troverà nell'opera finita, così da non essere soggetto a variazioni di umidità corrispondente e di conseguenza a fenomeni di ritiro o rigonfiamento.

RIDUZIONE DI RESISTENZA

La presenza di umidità nell'elemento in legno ne influenza la performance statica: a parità di sollecitazione, un elemento collocato in un ambiente con umidità elevata (es. SC3) possiede resistenza meccanica inferiore a quella esplicitata in SC1. A livello progettuale è necessario applicare opportuni coefficienti correttivi (k_{mod}) per tener conto di questo fenomeno.

Coefficienti di correzione per la durata del carico e per l'umidità $k_{mod}^{(1)}$

Legno massiccio EN 14081-1	Classe di durata del carico	SC1	SC2	SC3	SC4
	Permanente	0,60	0,60	0,55	0,50
Lunga	0,70	0,70	0,60	0,55	
Media	0,80	0,80	0,70	0,65	
Breve	0,90	0,90	0,80	0,70	
Istantanea	1,10	1,10	1,00	0,90	

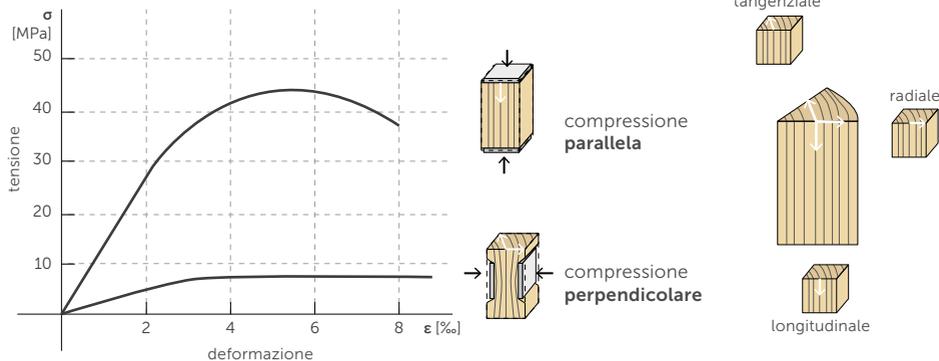
⁽¹⁾ Nuova generazione Eurocodici prEN 1995-1-2 (n.d.)

ANISOTROPIA E SPECIE LEGNOSE

L'organizzazione cellulare del legno influenza le sue prestazioni meccaniche e determina una notevole differenza in termini di resistenza e rigidezza a seconda della direzione rispetto alla fibratura. Nella progettazione si considerano due casistiche: parallela o perpendicolare (radiale/tangenziale).

Struttura cellulare: come influenza il comportamento del legno

Curve tipiche tensione-deformazione



VARIAZIONI DIMENSIONALI IN FUNZIONE DELLA DIREZIONE

Anche i fenomeni di ritiro e rigonfiamento sono differenti a seconda della direzione anatomica considerata nell'elemento ligneo.

Le variazioni dimensionali lineari del legno sono proporzionali alla variazione di umidità:

$$L_{final} = L_{initial} [1 + k_{sh/sw} (u_{final} - u_{initial})]$$

dove:

- L_{final} è la dimensione relativa al contenuto di umidità finale
- $L_{initial}$ è la dimensione relativa al contenuto di umidità iniziale
- $k_{sh/sw}$ è il coefficiente di ritiro/rigonfiamento nella direzione anatomica considerata (vedi tabella sotto)
- $u_{initial}$ è il contenuto di umidità residua iniziale del legno [%]
- u_{final} è il contenuto di umidità residua finale del legno [%]

Coefficienti $k_{sh/sw}$ di ritiro/rigonfiamento⁽¹⁾

per una variazione dell'1% del contenuto di umidità residua in direzione:

	 direzione longitudinale	 direzione radiale	 direzione tangenziale
conifere, rovere, castagno, pioppo	0,0001	0,0012	0,0024
querchia cerro	0,0001	0,0020	0,0040
legno di conifera lamellare incollato	0,0001	0,0025	0,0025

Le variazioni dimensionali igroscopiche (ritiro e rigonfiamento) si hanno per umidità residua inferiore al punto di saturazione delle pareti cellulari (Fibre Saturation Point - FSP), corrispondente convenzionalmente ad un'umidità residua del 30%.

Per umidità superiori a FPS si hanno variazioni di massa ma non di volume.

⁽¹⁾ CNR-DT 206 R1/2018

RIGONFIAMENTO: VARIAZIONI DIMENSIONALI

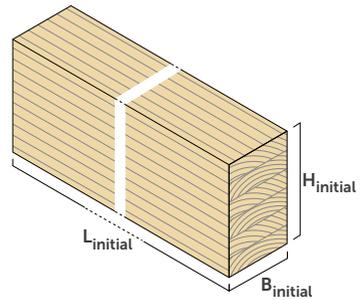
TRAVE IN LEGNO LAMELLARE

$L_{initial}$	lunghezza iniziale	4000 mm
$B_{initial}$	base iniziale	120 mm
$H_{initial}$	altezza iniziale	200 mm
$V_{initial}$	volume iniziale	0,096 m ³
materiale	legno GL24h ($\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$)	

$u_{initial}$	umidità iniziale	10%
u_{final}	umidità finale	20%
Δu	differenza di umidità	10%

	parallela	perpendicolare
$k_{sh/sw}^{(1)}$	0,0001	0,0025

L_{final}	lunghezza finale	4004 mm
B_{final}	base finale	123 mm
H_{final}	altezza finale	205 mm
V_{final}	volume finale	0,101 m ³



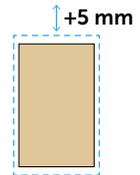
VARIAZIONI DIMENSIONALI

+4 mm	+0,1%
+3 mm	+2,5%
+5 mm	+2,5%
+0,005 m³	+5,2%

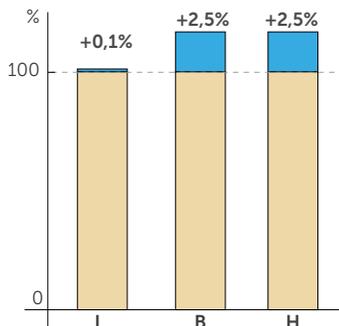
$\Delta u = 10\%$



+4 mm



+3 mm



Le variazioni dimensionali riscontrate, pur essendo simili in valore assoluto, risultano essere molto più marcate nella direzione trasversale rispetto alla direzione longitudinale.

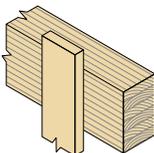
Solitamente, nelle strutture in legno, la tolleranza di costruzione è nell'ordine del millimetro; rigonfiamenti o ritiri non considerati e assestamenti generano **incrementi di sollecitazione** e fenomeni di rotture o fessurazioni localizzate.

⁽¹⁾ DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

RIGONFIAMENTO: INCREMENTI DI SOLLECITAZIONE

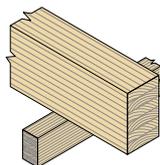
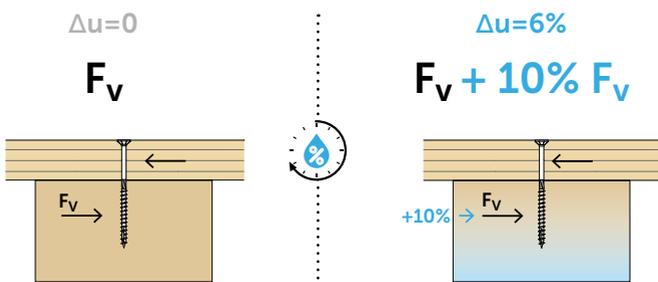
LEGNO-LEGNO

Una variazione di umidità all'interno dell'elemento in legno provoca una sollecitazione aggiuntiva sul connettore⁽¹⁾.



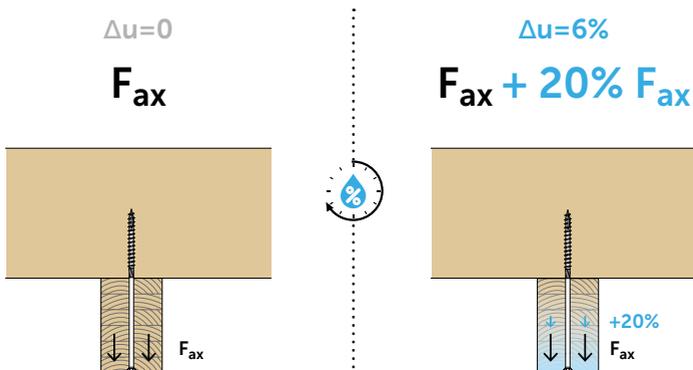
VITI CARICATE LATERALMENTE

Il connettore rappresenta un vincolo alla libera deformazione del legno: al rigonfiamento è associato un aumento dello sforzo di rifollamento sull'asse del connettore che si tramuta in un carico a taglio aggiuntivo.



VITI CARICATE ASSIALMENTE

Il rigonfiamento impedito comporta un carico concentrato in corrispondenza della testa della vite, che tende a penetrare all'interno dell'elemento in legno. Il connettore risulta soggetto ad un carico anche in assenza di sollecitazioni agenti sulla connessione.

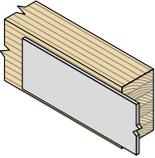


⁽¹⁾ DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 e DIN EN 1995-1-1:2010-12

Le variazioni di umidità influenzano la resistenza delle connessioni

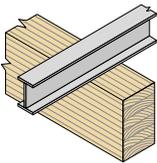
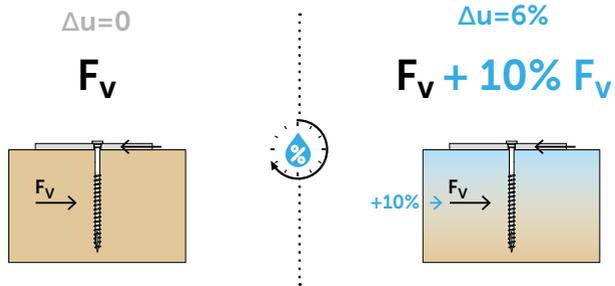
ACCIAIO-LEGNO

L'elemento metallico rappresenta un vincolo rigido di confinamento del legno e ne impedisce la deformazione indotta dalla variazione di umidità.



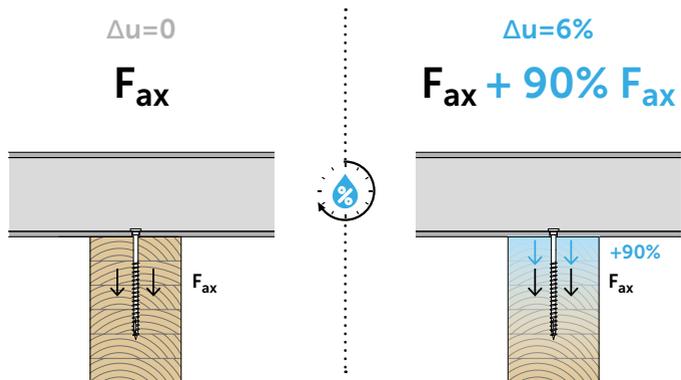
VITI CARICATE LATERALMENTE

In connessione con piastra metallica, il connettore ha meno capacità di assecondare le deformazioni del materiale. Il connettore risulta soggetto ad un carico anche in assenza di sollecitazioni agenti sulla connessione.



VITI CARICATE ASSIALMENTE

Il connettore viene sollecitato in maniera importante in direzione assiale, se è posizionato in maniera da non poter assecondare il movimento del legno.



RIGONFIAMENTO: ELEMENTI CONFINATI

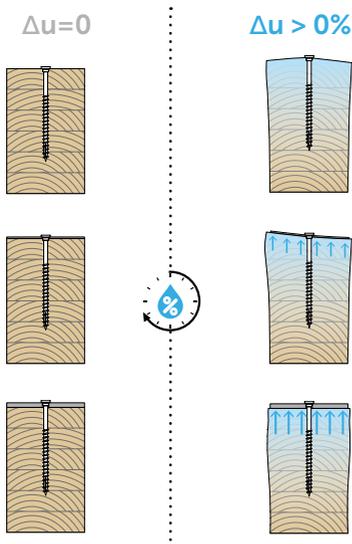
*Acciaio-legno:
attenzione alle
sollecitazioni*

L'elemento metallico rappresenta un vincolo rigido di confinamento del legno: in presenza di variazione di umidità, l'elemento non è libero di rigonfiare.

Rigonfiamento impedito genera forza di compressione sul legno.

L'elemento in legno mantiene la sua geometria e dimensione iniziale ma non il suo stato tensionale.

Quando si ha un elemento confinato, il connettore risulta soggetto ad un carico anche in assenza di sollecitazioni agenti sulla connessione se c'è variazione di umidità.



ELEMENTO LIBERO

Se l'elemento non è confinato, si può deformare liberamente.

I connettori al suo interno saranno comunque soggetti ad una sollecitazione aggiuntiva.

PIASTRA SOTTILE

Il vincolo non è sufficientemente rigido da impedire il rigonfiamento del legno; la piastra si deforma per assestare il movimento ma è vincolata dal connettore.

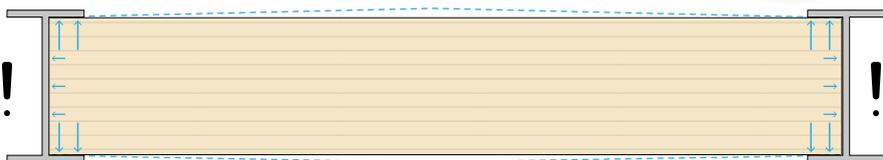
PIASTRA SPessa

L'elemento metallico non si deforma; la variazione dimensionale del legno avviene in maniera disomogenea e genera sollecitazioni aggiuntive importanti sul connettore.

BUONE REGOLE PROGETTUALI

Si dovrà verificare che i fenomeni di rigonfiamento e ritiro non siano dannosi per la struttura stessa e non generino sollecitazioni non compatibili con il materiale e con le sue prestazioni in termini di resistenza e deformazione.

La progettazione e l'installazione di viti autofilettanti parzialmente o completamente filettate devono tenere conto delle condizioni di umidità degli elementi in legno e delle fluttuazioni che possono verificarsi durante le fasi di trasporto, di montaggio, di cantiere e di esercizio. La progettazione deve considerare eventuali sollecitazioni aggiuntive legate a condizioni temporanee.



Per maggiori informazioni sull'installazione METALLO-LEGNO vedi pag.63.

CAMPAGNA SPERIMENTALE

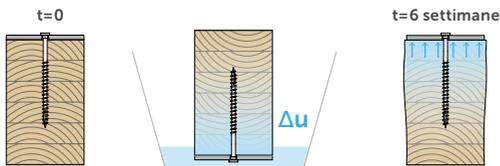
Presso il nostro laboratorio è stata condotta una campagna sperimentale volta a valutare l'incremento di sollecitazione sui connettori in seguito a variazione di umidità nel legno.

Durante i test sono state analizzate circa **20 configurazioni** ottenute combinando **3 diverse tipologie** di viti con differenti condizioni di installazione in connessione **acciaio-legno**.

I provini sono stati collocati in ambienti definiti in cui poter variare l'umidità degli elementi in legno in maniera controllata.

Le viti sono state analizzate con **cadenza giornaliera** per valutare l'influenza delle diverse variabili in gioco.

SET-UP



legno:	lamellare (softwood)
tempi di esposizione:	6 settimane
viti:	HBS PLATE
umidità iniziale:	11%
umidità finale:	40%



RISULTATI:



configurazione iniziale

piastra sottile



piastra spessa



piastra spessa + XYLOFON 35



piastra sottile



piastra spessa



piastra spessa + XYLOFON 35



dopo 6 settimane

FUOCO

Quanto è diverso il comportamento del legno rispetto all'acciaio?

COMPORTAMENTO AL FUOCO

Le strutture in legno, opportunamente progettate, garantiscono elevate prestazioni anche in condizioni di incendio.



LEGNO

Il legno è un materiale combustibile che brucia lentamente: in condizioni di incendio si ha una riduzione della sezione resistente mentre la parte non interessata dalla carbonizzazione conserva intatte le sue caratteristiche meccaniche (rigidezza e resistenza).

Velocità di carbonizzazione unidimensionale $\beta_0 \approx 0,65 \text{ mm/min}$



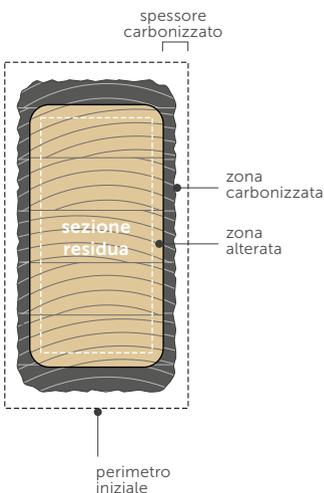
METALLO

L'acciaio, e in generale le connessioni metalliche, sono il punto debole delle strutture in legno in condizioni d'incendio.

Le parti metalliche conducono infatti le alte temperature all'interno della sezione. Inoltre, all'aumentare della temperatura, diminuiscono rapidamente le loro proprietà meccaniche.

Se non considerato, può causare un collasso non previsto della connessione.

PERCHÉ IL LEGNO RESISTE AL FUOCO?



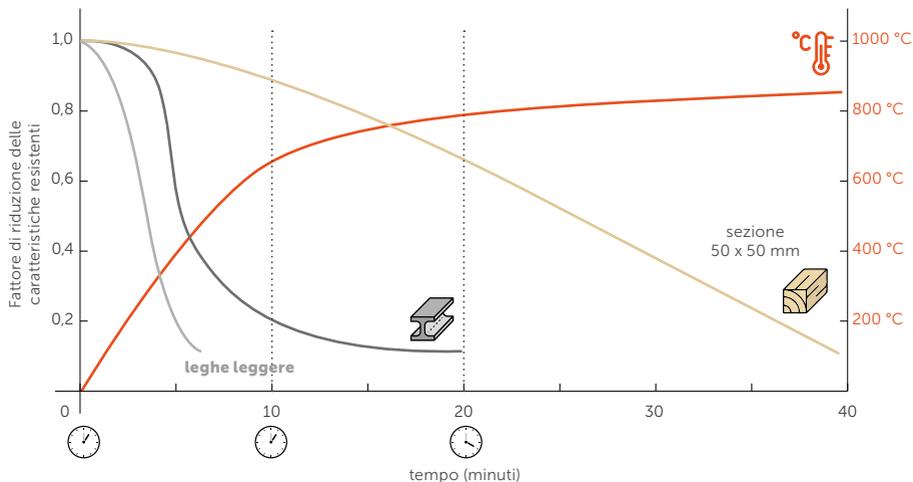
Il legno è un materiale combustibile che può essere completamente distrutto se esposto a sorgenti di calore esterne di durata e intensità elevate. Tuttavia:

- il legno è un materiale igroscopico contenente acqua, elemento che rallenta notevolmente la penetrazione del calore all'interno della sezione, anche a fronte di temperature esterne molto alte;
- lo strato carbonizzato funziona come uno schermo alla penetrazione del calore verso l'interno della sezione, in quanto i gas caldi prodotti durante la pirolisi rallentano l'incremento della temperatura nello strato stesso.

Se si osserva la sezione di un elemento in legno, dopo che è stato sottoposto ad un carico di incendio, si possono individuare 3 strati:

- una **zona carbonizzata** che corrisponde allo strato di legno ormai completamente interessato dal processo di combustione;
- una **zona alterata** non ancora carbonizzata ma che ha subito aumenti di temperatura oltre i 100°C , che si assume abbia resistenza residua pari a zero;
- una **sezione residua** che mantiene intatte le proprietà di resistenza e di rigidezza iniziali.

COLLASSO DI UN NODO



Istante t=0

entrambi i materiali hanno una resistenza pari al 100%

0 min

0°C



100%

$$R = R_{t_0}$$



100%

$$R = R_{t_0}$$

Istante t=10 min

per l'acciaio la resistenza si è ridotta al 20% mentre per il legno è ancora all'85%

10 min

~600°C



20%

$$R = 0,20 R_{t_0}$$



85%

$$R = 0,85 R_{t_0}$$

Istante t=20 min

l'acciaio è collassato e non ha più resistenza mentre per il legno è rimasto un 65%

20 min

~800°C



0%

$$R = 0$$



65%

$$R = 0,65 R_{t_0}$$



ACCIAIO e LEGHE LEGGERE:

andamento delle caratteristiche resistenti degli elementi metallici sottoposti ad incendio normalizzato (indipendentemente dalle dimensioni della sezione).



LEGNO:

andamento delle caratteristiche resistenti degli elementi in legno sottoposti ad incendio normalizzato (la curva varia al variare delle dimensioni della sezione).

— curva d'incendio standard ISO 834

CONNETTORI METALLICI

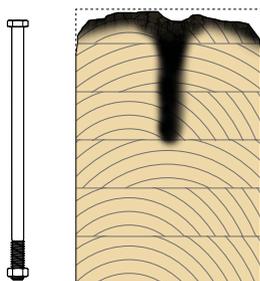
Cosa influenza il comportamento al fuoco di un connettore?

L'acciaio ha una conducibilità termica molto maggiore del legno: se esposto alla stessa fonte di calore, si scalderà molto più velocemente rispetto al legno e trasmetterà il calore anche all'interno della sezione, generando uno strato carbonizzato interno.

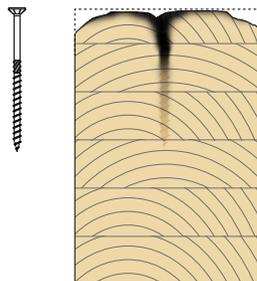
DIAMETRO

Maggiore è il diametro del connettore, maggiore sarà il calore che trasmetterà all'interno del legno

bullone Ø20 esposto ad una fonte di calore



vite Ø12 con testa esposta ad una fonte di calore



LUNGHEZZA

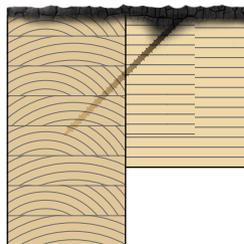
Anche la lunghezza, così come il diametro, il materiale e il tipo di testa della vite condiziona la trasmissione di calore.

Più la vite è lunga, più le temperature si abbassano perché la punta del connettore è distante dalla fonte di calore e si trova in una zona di legno più fredda.

punta della vite a 200°C



punta della vite a 200°C



MATERIALE

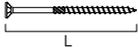
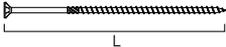
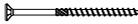
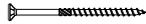
A parità di geometria, l'acciaio inox si comporta meglio rispetto all'acciaio al carbonio. Avendo un coefficiente di conducibilità minore, le temperature lungo la vite in acciaio inox sono più basse e la zona carbonizzata attorno ad essa è minore.

$\lambda \sim 17$ [W/(m·K)]



$\lambda \sim 54$ [W/(m·K)]



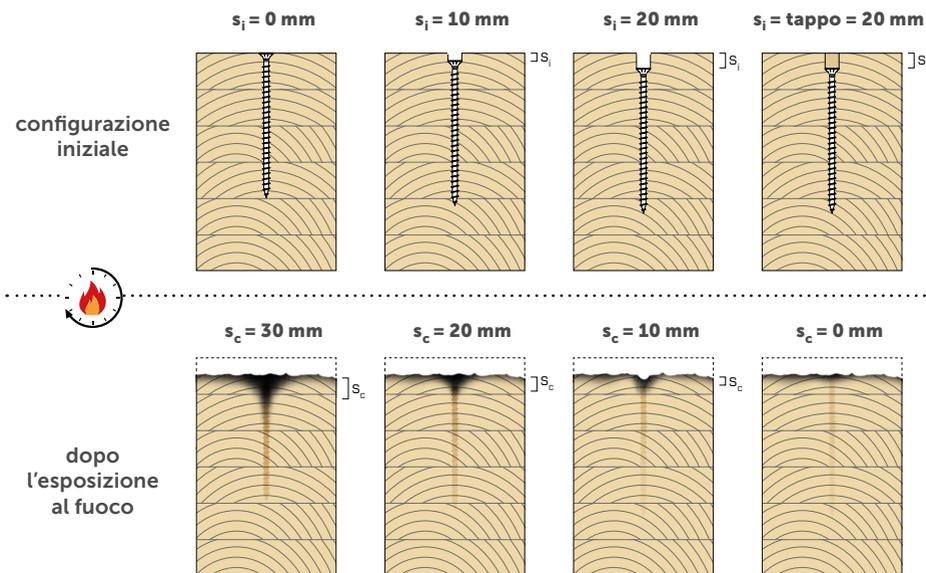
parametro	influenza sul comportamento al fuoco	peggior comportamento	miglior comportamento
LUNGHEZZA	significativa		
DIAMETRO	media		
MATERIALE	media	 Zn ELECTRO PLATED	 A4 A2-70
TIPO DI TESTA	bassa		

L'IMPORTANZA DELLA PROTEZIONE

Coprire la testa della vite o proteggere il metallo dall'esposizione diretta al fuoco porta notevoli benefici in termini di propagazione del calore e di profondità di carbonizzazione.

La profondità di carbonizzazione può essere infatti ridotta variando la profondità di infissione della testa nel legno: maggiore è l'infissione nel legno, minore sarà la profondità di carbonizzazione. Coprendo poi la testa con un tappo di legno, la carbonizzazione lungo la vite sarà nulla.

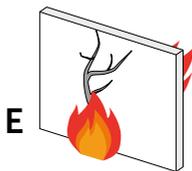
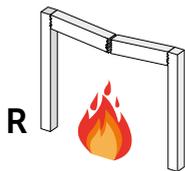
variabili: s_i : spessore di infissione delle testa nel legno
 s_c : spessore di carbonizzazione



Rif. N. Werther, M. Gräfe, V. Hofmann, S. Winter „Untersuchungen zum Brandverhalten von querkraft- beanspruchten Verbindungen bei Holzbaukonstruktionen, Neuentwicklung und Optimierung von Verbindungssystemen und allgemeinen Konstruktionsregeln, 2015“

RESISTENZA AL FUOCO

La resistenza al fuoco indica l'attitudine di un elemento costruttivo a mantenere la stabilità strutturale durante un incendio per un periodo determinato, conservando la capacità di compartimentazione dai fumi e gas caldi generati dalla combustione. Il fine primario della resistenza al fuoco è garantire la capacità portante della struttura in condizioni d'incendio. Le caratteristiche che devono essere mantenute durante l'azione del fuoco sono indicate da tre lettere:



- R** **capacità portante** attitudine dell'elemento da costruzione a mantenere la resistenza meccanica sotto l'azione del fuoco
- E** **tenuta** attitudine dell'elemento da costruzione a non lasciar passare fiamme, vapori e gas caldi verso il lato non esposto al fuoco
- I** **isolamento termico** attitudine dell'elemento da costruzione a limitare la trasmissione del calore verso il lato non esposto al fuoco

La sigla di resistenza al fuoco è seguita da numeri indicanti i minuti di stabilità in caso di incendio.

 **REI120** la **resistenza meccanica**, la **tenuta ai fumi** e l'**isolamento termico** dell'elemento sono mantenuti per 120 minuti (2h) dallo scoppio dell'incendio

 **R60** la **resistenza meccanica** dell'elemento è mantenuta per 60 minuti dallo scoppio dell'incendio

Agli elementi strutturali a sviluppo lineare come pilastri e travi è richiesta solo la capacità portante (R); a solai e pareti delimitanti un compartimento, sono richieste tutte e tre le caratteristiche (REI).

TEST IN SCALA REALE

In collaborazione con RISE - Research Institutes of Sweden abbiamo condotto dei test su scala reale per determinare il valore EI di alcuni tra i più diffusi giunti nell'edilizia in legno.



PROGETTI DI RICERCA

I nostri prossimi progetti di ricerca saranno incentrati sullo studio del comportamento al fuoco dei nodi più diffusi nel mondo delle costruzioni in legno. Il nostro obiettivo, infatti, è studiarli sotto ogni punto di vista considerando sia gli aspetti statici sia di tenuta e isolamento termico, per capire come cambia la risposta del giunto durante un incendio in relazione agli elementi presenti.

LA MIGLIOR DIFESA? È PASSIVA!



NON È TATTICA, È PREVENZIONE.

Gioca d'anticipo e gestisci i problemi derivanti dal fuoco con soluzioni di protezione passiva: progetta il tuo edificio integrando nastri, sigillanti e membrane Rothoblaas.



Chiedi informazioni al tuo agente di fiducia o scarica il catalogo prodotti sul nostro sito. www.rothoblaas.it

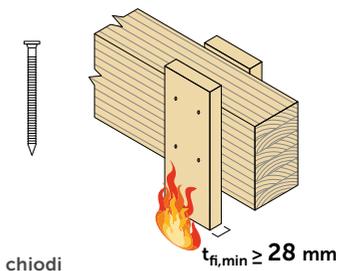
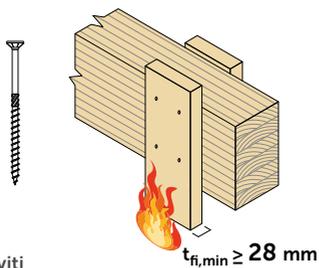
PROTEZIONE AL FUOCO

*Proteggiamo le
strutture in legno*

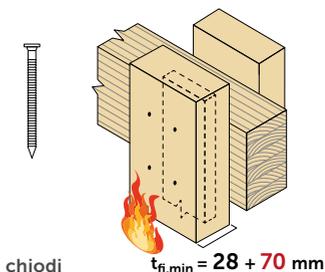
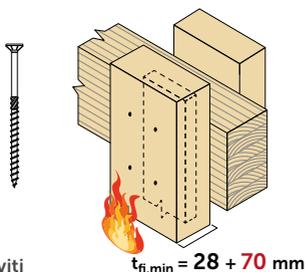
GIUNZIONI NON PROTETTE⁽¹⁾

LEGNO-LEGNO

R15



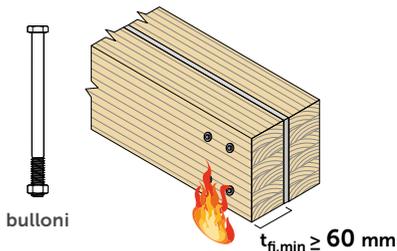
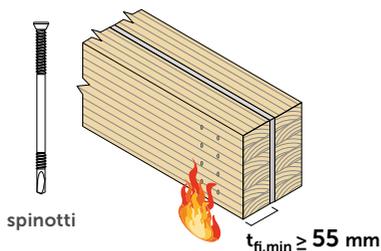
R60



Per le unioni con viti o chiodi è possibile incrementare la resistenza al fuoco (R_{fd}) fino a 60 minuti aumentando tutte le dimensioni degli elementi in legno.

LEGNO-ACCIAIO

R15



Si può implementare la resistenza al fuoco fino a 120 minuti aumentando le dimensioni degli elementi in legno (t_f) e le distanze dai bordi degli elementi metallici.

Per le giunzioni ACCIAIO-LEGNO con piastra esposta: si applicano le regole valide per le strutture in acciaio (EN 1993-1-2).

⁽¹⁾ Nuova generazione Eurocodici prEN 1995-1-2 (n.d.)

GIUNZIONI PROTETTE

Si possono incrementare le resistenze al fuoco progettando dei **sistemi di protezione al fuoco parziali o totali**. Questi sistemi di protezione possono essere rivestimenti in legno (es. tasselli in legno), pannelli di legno o cartongesso (tipo A, H o F).



PARZIALI

Il sistema parziale protegge la connessione solamente per una parte del tempo di resistenza al fuoco richiesto (es. richiesta una resistenza di 60 minuti, il pannello resisterà al fuoco per 45 minuti, gli altri 15 minuti dovranno essere garantiti dall'unione non protetta).



TOTALI

Il sistema totale protegge la connessione per tutto il tempo richiesto (es. richiesta una protezione di 60 minuti, il pannello resisterà al fuoco per 60 minuti).

ESEMPIO DI CALCOLO SPESSORE TAPPO IN LEGNO - PROTEZIONE PARZIALE

[cap. 6.2.1.2 EN 1995-1-2:2005]

La **profondità dei tasselli** ① e lo **spessore dei pannelli** ② devono essere calcolati in base alla resistenza al fuoco desiderata.

$$a_{fi} = \beta_n \cdot 1,5 \cdot (t_{req} - R_{td})$$

dove:

a_n = spessore pannello/tassello

R_{td} = resistenza al fuoco del connettore non protetto

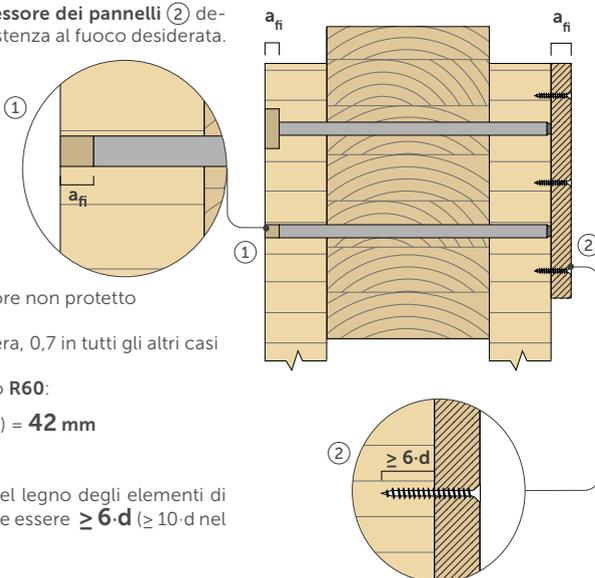
t_{req} = resistenza al fuoco desiderata

$\beta_n = 0,8$ per legno massiccio di conifera, $0,7$ in tutti gli altri casi

Protezione spinotti con tappi in legno **R60**:

$$a_{fi} = 0,7 \cdot 1,5 \cdot (60 - 20) = \mathbf{42 \text{ mm}}$$

N.B. La profondità di penetrazione nel legno degli elementi di fissaggio di pannelli di protezione deve essere $\geq \mathbf{6 \cdot d}$ ($\geq 10 \cdot d$ nel caso di cartongesso Tipo F).



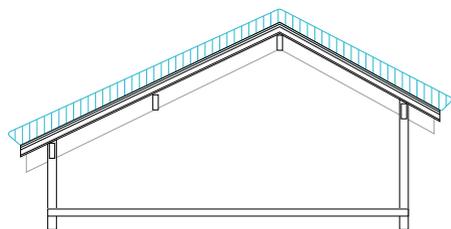
CARICHI IN CASO DI INCENDIO

Durante un evento eccezionale come un incendio, i carichi che agiscono sugli elementi strutturali risultano essere minori rispetto ai carichi utilizzati per la progettazione degli elementi strutturali agli stati limite ultimo (che vengono aumentati attraverso dei coefficienti)⁽¹⁾.

ESEMPIO

La neve su di una copertura durante un incendio tende a sciogliersi e quindi il peso che grava sulla struttura è minore; allo stesso modo, durante un incendio, le persone escono dai locali, tramite le vie di fuga, facendo diminuire il carico accidentale di categoria, agente sugli elementi strutturali.

SLU (STATO LIMITE ULTIMO)

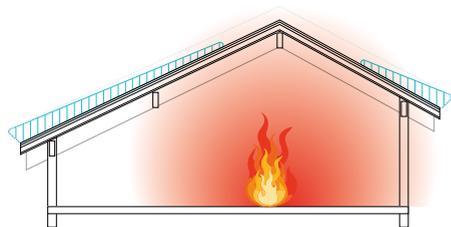


carico della neve in fase di progettazione

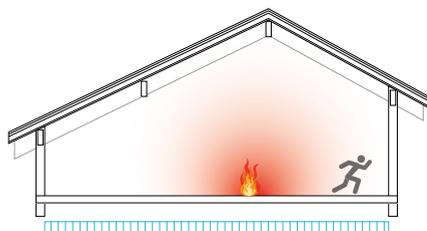


sovraccarico accidentale di categoria in fase di progettazione (stima del peso delle persone)

INCENDIO



carico della neve minore in condizioni di incendio



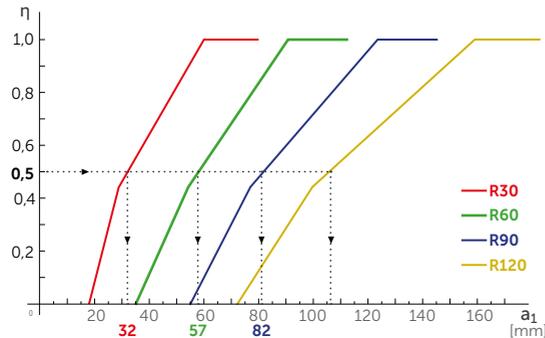
sovraccarico accidentale di categoria minore in condizioni di incendio

⁽¹⁾ Nella progettazione all'incendio questa differenza è considerata utilizzando dei coefficienti di combinazione dei carichi (determinati statisticamente) minori rispetto a quelli per la progettazione agli SLU.

VITI CARICATE ASSIALMENTE

COEFFICIENTE DI RIDUZIONE DELLA RESISTENZA

Essendo soggette ad un carico minore rispetto a quello utilizzato per progettare le connessioni in condizioni normali, è accettabile che anche la resistenza della connessione in condizioni d'incendio sia minore:



$$\eta_{k,fi} = R_{k,fi}/R_k$$

$\eta_{k,fi}$ coefficiente di riduzione della resistenza in condizioni d'incendio

R_k resistenza caratteristica della connessione in condizioni normali

$R_{k,fi}$ resistenza della connessione in condizioni di fuoco

a_1 distanza minima tra l'asse delle viti e il bordo della trave

Determinazione di a_1 a partire dal coefficiente η scelto e dalla resistenza al fuoco desiderata.

Per $\eta_{k,fi} = 0,5$

R30
 $a_1 = 32$ mm

R60
 $a_1 = 57$ mm

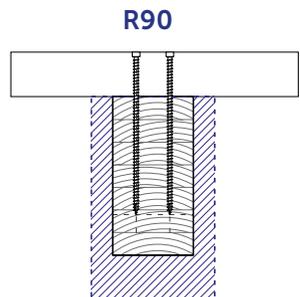
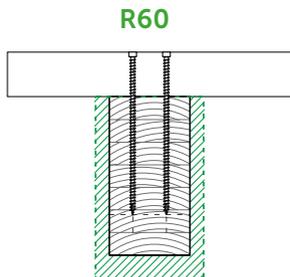
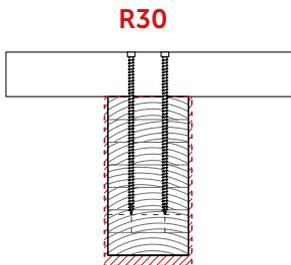
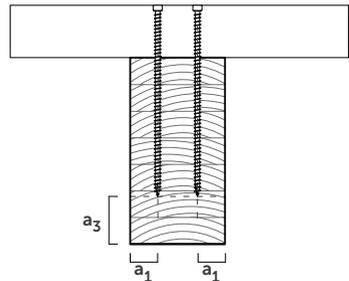
R90
 $a_1 = 82$ mm

DETERMINAZIONE DELLA SEZIONE IN CONDIZIONI DI INCENDIO⁽¹⁾

Dopo aver determinato a_1 è possibile calcolare la sezione minima in condizioni di incendio.

$$a_1 = a_{2,CG}$$

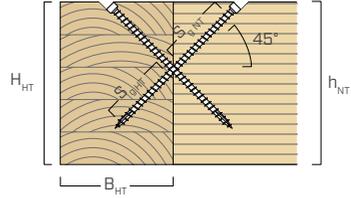
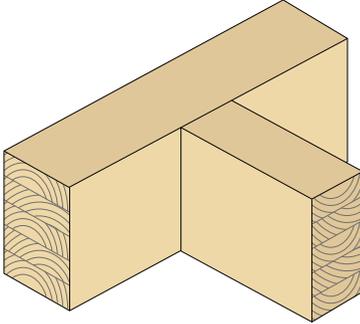
$$a_3 \geq a_1$$



⁽¹⁾ Nuova generazione Eurocodici prEN 1995-1-2 (n. d.)

ESEMPIO DI CALCOLO

DATI DI PROGETTO



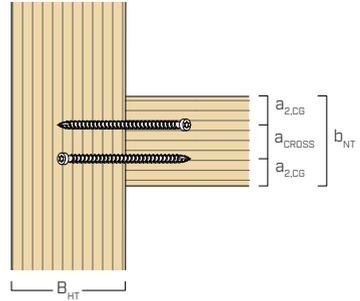
TRAVE PRINCIPALE

B_{HT}	base trave principale	126 mm
h_{HT}	altezza trave principale	245 mm
	legno GL24h ($\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$)	

TRAVE SECONDARIA

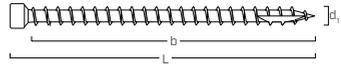
b_{NT}	base trave secondaria	105 mm
h_{NT}	altezza trave secondaria	245 mm
	legno GL24h ($\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$)	

Angolo nel piano verticale $\alpha = 0^\circ$
 Angolo nel piano orizzontale $\beta = 0^\circ$



CONNETTORE TUTTO FILETTO A TESTA CILINDRICA

L	lunghezza vite	300 mm
b	lunghezza filetto	290 mm
d_t	diametro nominale	11 mm



VERIFICA

Lunghezza filettata lato testa: $S_{g,HT} = 135 \text{ mm}$;
 Lunghezza filettata lato punta: $S_{g,NT} = 135 \text{ mm}$;

SCELTA COEFFICIENTE DI RIDUZIONE DELLA RESISTENZA

$\eta_{k,FI}$ scelto pari a **0,5**

RESISTENZA CARATTERISTICA DEL CONNETTORE IN CONDIZIONI STANDARD:

$F_{V,RK} = 26,52 \text{ kN}$

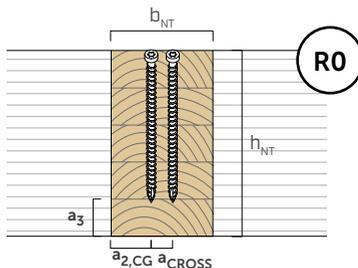
RESISTENZA CARATTERISTICA DEL CONNETTORE IN CONDIZIONI FUOCO:

$F_{V,RK,FI} = \eta_{k,fi} \cdot F_{V,RK} = 0,5 \cdot 26,52 \text{ kN} = 13,26 \text{ kN}$

GEOMETRIA "FREDDA" R0

b_{NT}	base trave secondaria	105 mm
h_{NT}	altezza trave secondaria	245 mm

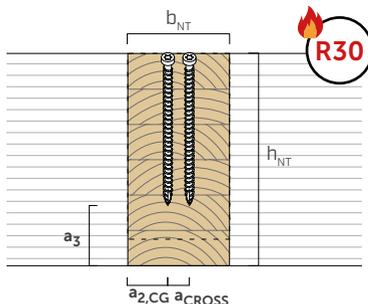
a_{CROSS}		17 mm
$a_{2,CG}$		44 mm
a_3		33 mm



RESISTENZA AL FUOCO R30

b_{NT}	base trave secondaria	+0 mm	105 mm
h_{NT}	altezza trave secondaria	+11 mm	256 mm

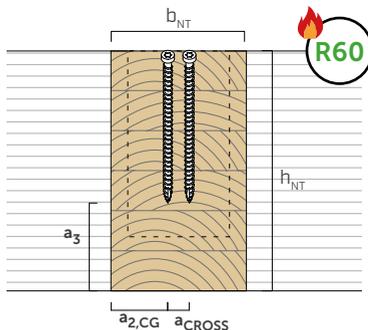
a_{CROSS}		17 mm
$a_{2,CG} = a_1$		44 mm
$a_3 \geq a_1$		44 mm



RESISTENZA AL FUOCO R60

b_{NT}	base trave secondaria	+26 mm	131 mm
h_{NT}	altezza trave secondaria	+24 mm	269 mm

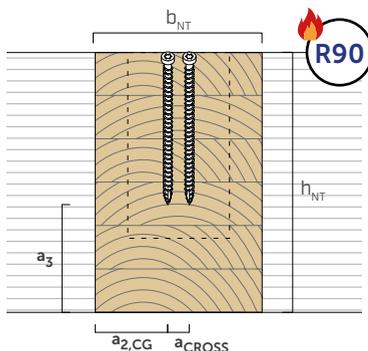
a_{CROSS}		17 mm
$a_{2,CG} = a_1$		57 mm
$a_3 \geq a_1$		57 mm



RESISTENZA AL FUOCO R90

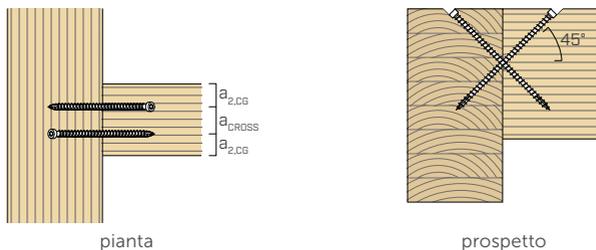
b_{NT}	base trave secondaria	+76 mm	181 mm
h_{NT}	altezza trave secondaria	+49 mm	294 mm

a_{CROSS}		17 mm
$a_{2,CG} = a_1$		82 mm
$a_3 \geq a_1$		82 mm



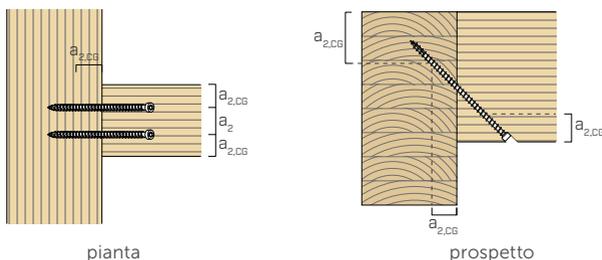
DISTANZE MINIME IN CASO DI INCENDIO

VITI INCROCIATE INSERITE CON UN ANGOLO α RISPETTO ALLA FIBRA⁽¹⁾



VITI INSERITE CON E SENZA PREFORO						
	d_1	[mm]		7	9	11
R0	$a_{2,CG}$	[mm]	4·d	21 ⁽²⁾	36	44
	a_{CROSS}	[mm]	1,5·d	11	14	17
R30	$a_{2,CG}$	[mm]	-	32	36	44
	a_{CROSS}	[mm]	1,5·d	11	14	17
R60	$a_{2,CG}$	[mm]	-	57	57	57
	a_{CROSS}	[mm]	1,5·d	11	14	17
R90	$a_{2,CG}$	[mm]	-	82	82	82
	a_{CROSS}	[mm]	1,5·d	11	14	17

VITI IN TRAZIONE INSERITE CON UN ANGOLO α RISPETTO ALLA FIBRA⁽¹⁾



VITI INSERITE CON E SENZA PREFORO						
	d_1	[mm]		7	9	11
R0	$a_{2,CG}$	[mm]	4·d	21 ⁽²⁾	36	44
	a_2	[mm]	5·d	35	45	55
R30	$a_{2,CG}$	[mm]	-	32	36	44
	a_2	[mm]	5·d	35	45	55
R60	$a_{2,CG}$	[mm]	-	57	57	57
	a_2	[mm]	5·d	35	45	55
R90	$a_{2,CG}$	[mm]	-	82	82	82
	a_2	[mm]	5·d	35	45	55

Valori calcolati utilizzando $n_{k,fi} = 0,5$ | $a_{2,CG} = a_1$ secondo EN 1995-1-2

⁽¹⁾ Nuova generazione Eurocodici prEN 1995-1-2 (n.d.)

⁽²⁾ Per giunzioni trave secondaria-trave principale con viti VGZ $d = 7$ mm inclinate o incrociate, inserite con angolo di 45° rispetto alla testa della trave secondaria, con un'altezza minima della trave secondaria pari a $18 \cdot d$, la distanza minima $a_{2,CG}$ può essere presa pari a $3 \cdot d_1$



ROTHOBLAAS LA SCUOLA PRATICA, LE GUIDE UTILI



Vuoi costruire in legno?

Possiamo darti la formazione più aggiornata,
le guide più smart, i prodotti più giusti.

www.rothoblaas.it



rothoblaas

Solutions for Building Technology

APPLICAZIONI E CONNETTORI

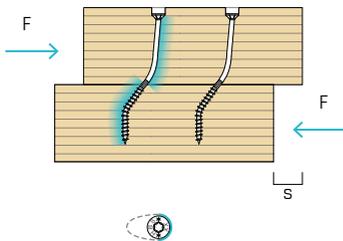
CONNETTORI A FILETTO PARZIALE

RESISTENZA

Concentrazione delle tensioni nell'area localizzata in direzione del carico. Resistenze legate al rifollamento delle pareti del foro nel legno ed al piegamento della vite.

VITI SOLLECITATE A TAGLIO

RESISTENZA PROPORZIONALE AL DIAMETRO



RIGIDEZZA

- spostamenti elevati
- bassa rigidezza
- elevata duttilità



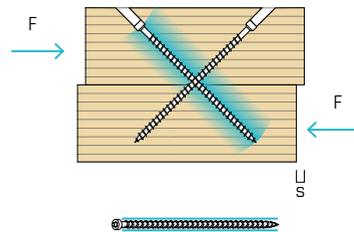
CONNETTORI A FILETTO TOTALE

RESISTENZA

Sollecitazioni distribuite lungo l'intera superficie filettata. Resistenze elevate legate al cilindro di legno interessato dalle tensioni tangenziali.

CONNETTORI SOLLECITATI ASSIALMENTE

RESISTENZA PROPORZIONALE ALLA LUNGHEZZA FILETTATA



RIGIDEZZA

- spostamenti limitati
- elevata rigidezza
- ridotta duttilità



CONNETTORI A CONFRONTO

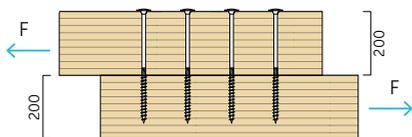
CONNESSIONE TRAVE-TRAVE

Connessione di due travi in legno lamellare (GL24h) di altezza $H = 200$ mm sollecitate da un carico parallelo alla fibra. Dimensionamento secondo EN 1995-1-1:2004/A2:2014.

SOLUZIONE A

Vite a filetto parziale TBS $\varnothing 8 \times 300$ mm

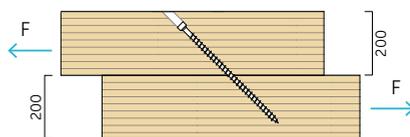
4 connettori



SOLUZIONE B

Vite a filetto totale VGZ $\varnothing 9 \times 400$ mm

1 connettore



RESISTENZA

$$R_{v,k} = 14,4 \text{ kN}$$

\approx

$$R_{v,k} = 14,9 \text{ kN}$$

Sono richiesti 4 connettori a filetto parziale per eguagliare la resistenza a scorrimento di 1 vite a filetto totale inclinata a 45° .

RIGIDEZZA

$$K_{ser} = 6,1 \text{ kN/mm}$$

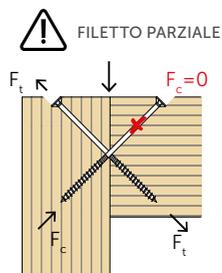
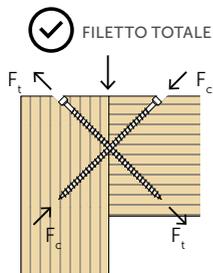
\ll

$$K_{ser} = 29,4 \text{ kN/mm}$$

La giunzione realizzata con connettori a filetto totale risulta molto rigida: a parità di sollecitazione, si avranno deformazioni inferiori a quelle del caso con connettori a filetto parziale.

CONNESSIONE CON CONNETTORI INCROCIATI

La forza di taglio verticale F va a ripartirsi sui connettori installati a 45° sollecitandoli assialmente.



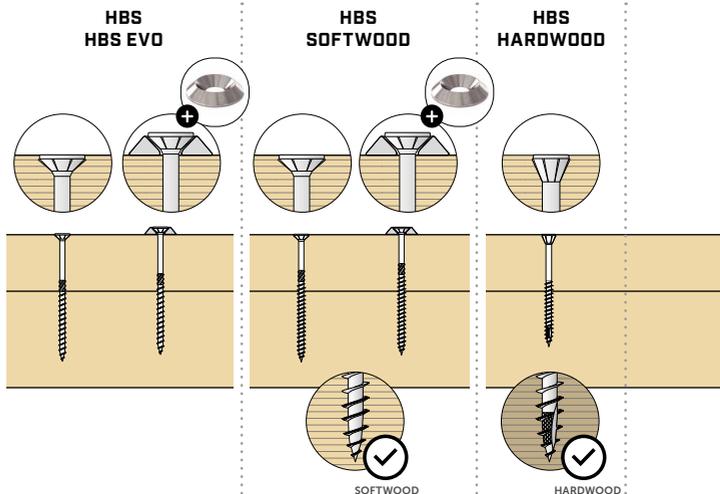
La porzione filettata garantisce ottime prestazioni sia a trazione che a compressione e consente di raggiungere una resistenza globale elevata.

La testa della vite non resiste a compressione (si sfilava dal legno) ed offre resistenza limitata a trazione (penetrazione < estrazione filetto).

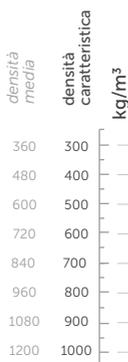
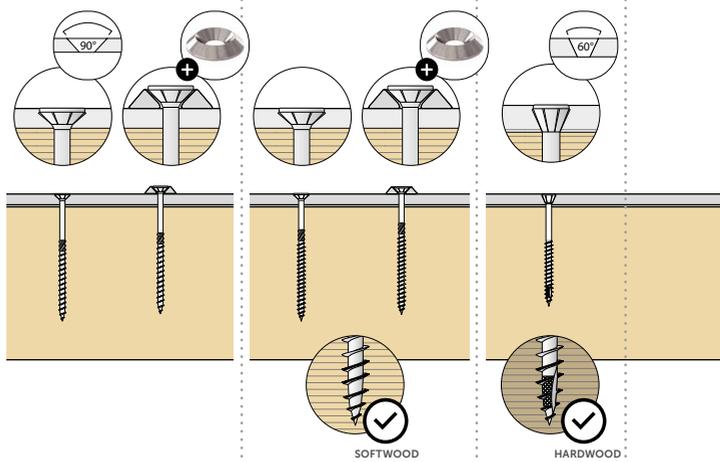
CONNETTORI A FILETTO PARZIALE

*Viti sollecitate a taglio:
resistenza proporzionale
al diametro*

CONNESSIONE LEGNO-LEGNO



CONNESSIONE METALLO-LEGNO



LEGENDA:

- inserimento senza preforo
- ⌒ inserimento con preforo

- applicazione non consigliata ma possibile con accorgimenti specifici

**HBS PLATE
HBS PLATE EVO**

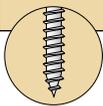
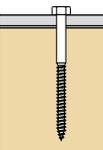
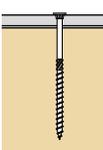
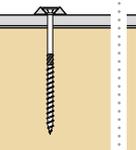
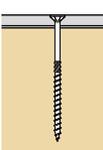
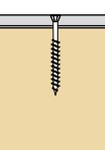
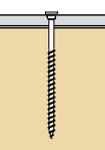
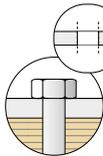
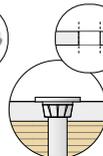
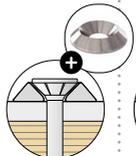
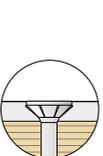
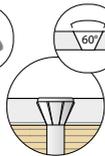
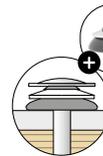
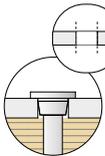
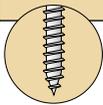
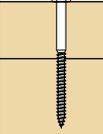
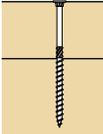
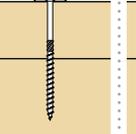
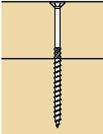
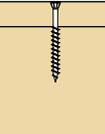
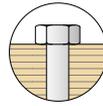
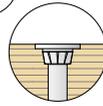
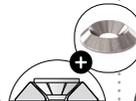
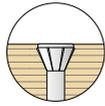
**TBS
TBS EVO
TBS MAX**

**SHS
SHS AISI 410**

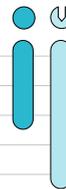
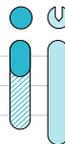
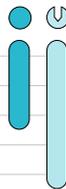
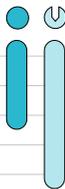
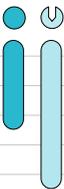
SCI

KKF

KOP



(X) no metallo-
legno senza
rondella

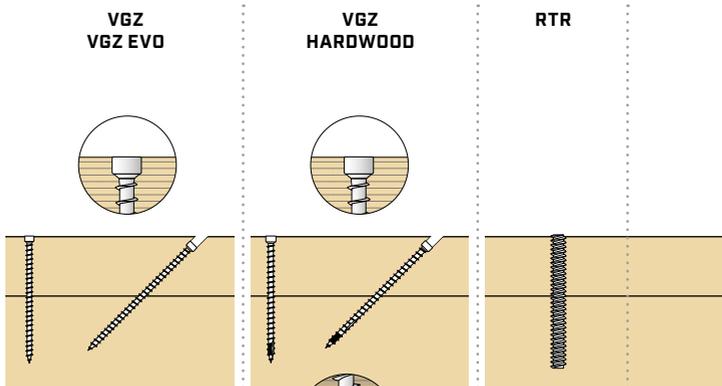


Si considerano viti strutturali ($\varnothing \geq 6\text{mm}$)

CONNETTORI A FILETTO TOTALE

Connettori sollecitati assialmente: resistenza proporzionale alla lunghezza

CONNESSIONE LEGNO-LEGNO

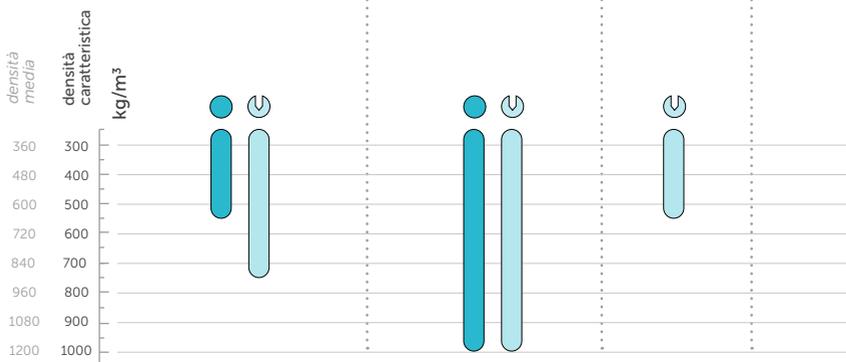
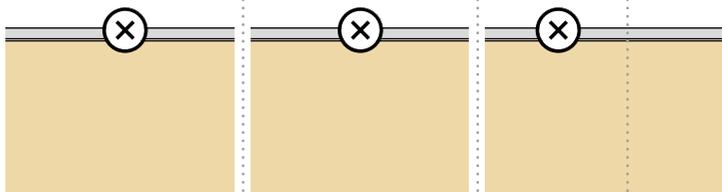


applicazione metallo-legno non consigliata

applicazione metallo-legno non consigliata

applicazione metallo-legno non consigliata

CONNESSIONE METALLO-LEGNO

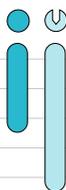
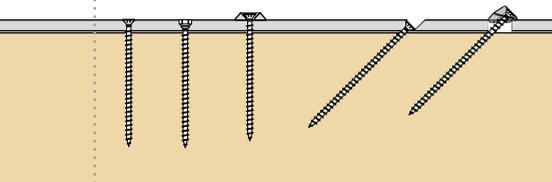
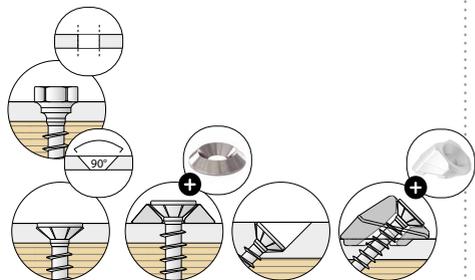
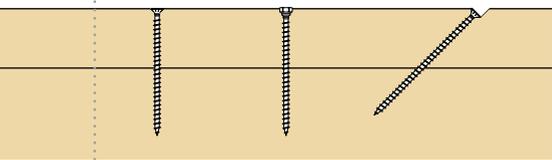
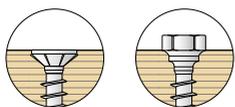


LEGENDA:

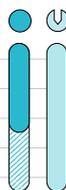
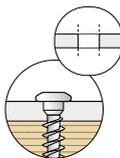
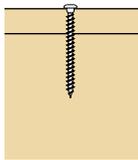
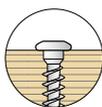
- inserimento senza preforo
- ⌋ inserimento con preforo

- ⊗ applicazione non consigliata ma possibile con accorgimenti specifici

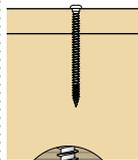
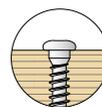
**VGS
VGS EVO**



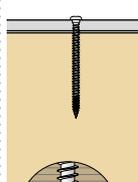
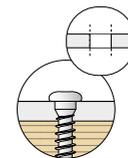
**LBS
LBS EVO**



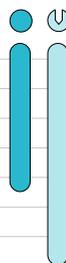
**LBS
HARDWOOD
LBS
HARDWOOD EVO**



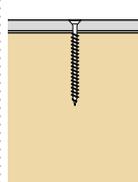
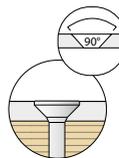
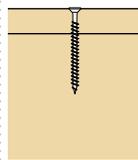
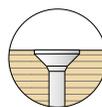
HARDWOOD



HARDWOOD



HTS

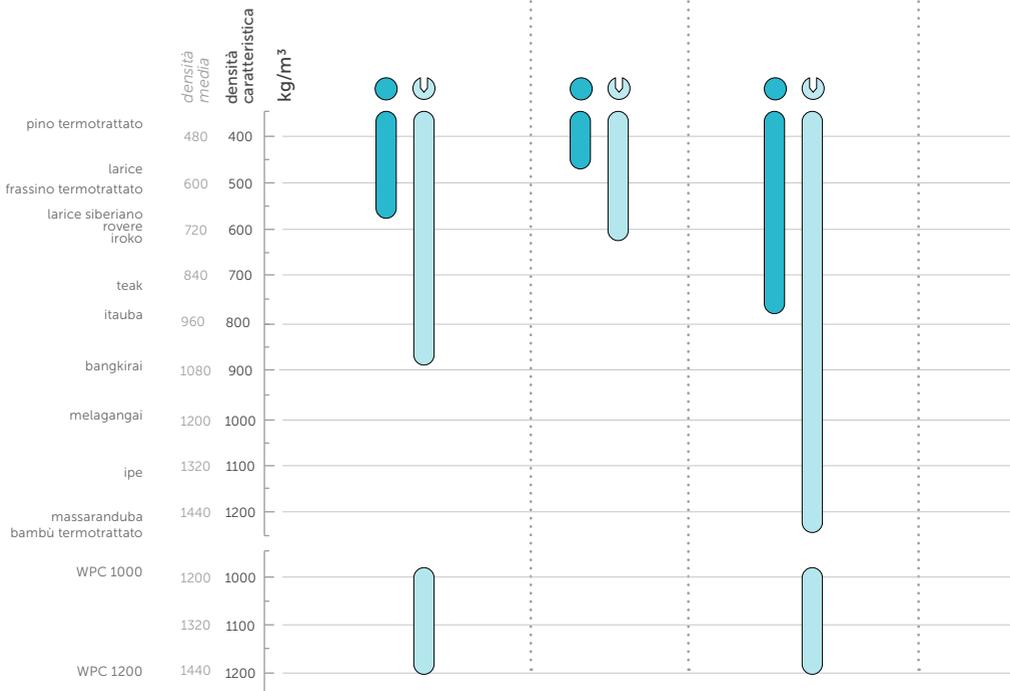
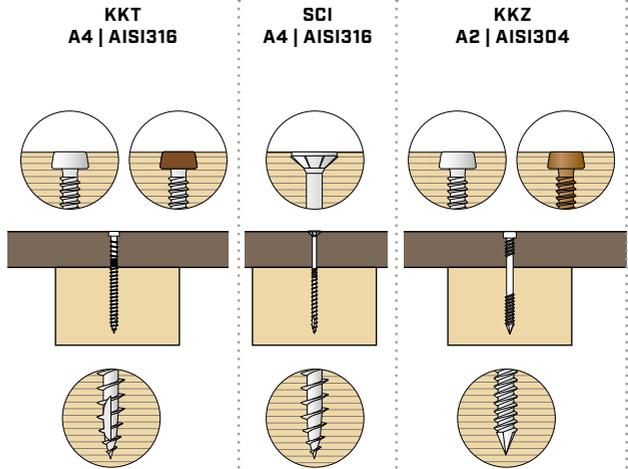


Si considerano viti strutturali ($\varnothing \geq 5$ mm)

VITI PER OUTDOOR

Soluzioni appropriate per numerose combinazioni di materiali e densità

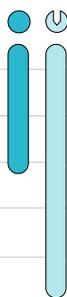
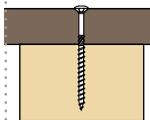
CONNESSIONE LEGNO-LEGNO



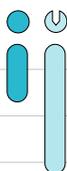
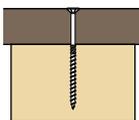
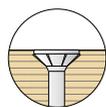
LEGENDA:

-  inserimento senza preforo
-  inserimento con preforo

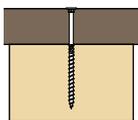
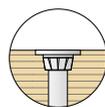
**EWS
A2 | AISI305**



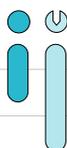
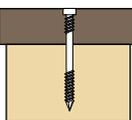
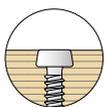
**SCI
A2 | AISI305**



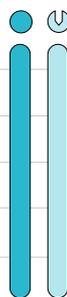
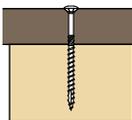
**KKF
AISI410**



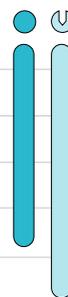
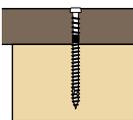
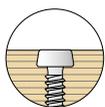
KKZ C5 EVO



**EWS
AISI410**



KKT COLOR



Si considerano viti per decking ($\varnothing \leq 6\text{mm}$)

CONNETTORI PER CONNESSIONI IBRIDE

RONDELLA E METALLO-LEGNO



HUS

VGU



Rondelle certificate per applicazione con vite a testa svasata.

CALCESTRUZZO-LEGNO



CTC



Connettore certificato, software di calcolo disponibile.

SOFTWOOD-HARDWOOD



HBS HARDWOOD

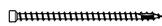


Vite certificata per connessioni ibride fra elementi in softwood e in BeechLVL.

SOFTWOOD-HARDWOOD

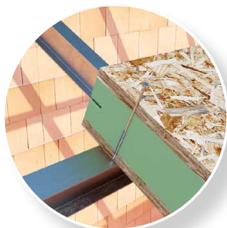


VGZ HARDWOOD



Vite certificata per connessioni ibride fra elementi in softwood e in BeechLVL.

LEGNO-METALLO



SBS-SPP



Consentono il fissaggio di elementi in legno a sottostrutture metalliche.

LEGNO-ISOLANTE-LEGNO



DGZ



Consente il fissaggio sia di isolante rigido che morbido.

LEGNO-METALLO-LEGNO



SBD - SBD EVO



Spinotto autoforante: consente di forare piastre fino a 10 mm di spessore.



SBS-SPP



Ideali per il fissaggio di sistemi di solaio composto legno-metallo-legno con lamiera grecata.

MATERIALI

Fino a 200 anni fa il legno era il materiale più utilizzato per le costruzioni; in seguito è stato sostituito da acciaio e calcestruzzo. Il legno come "materiale da costruzione" si è evoluto negli ultimi 100 anni, con l'introduzione di materiali incollati (GLT, CLT e LVL).

Si distinguono due macro categorie: legni di conifere (softwood) e legni di latifoglie (hardwood).

LEGGENDA:

SOFTWOOD
strutturale

HARDWOOD
strutturale

Solid timber



GLT

Glued Laminated Timber



CLT

Cross Laminated Timber



LVL

Laminated Veneer Lumber



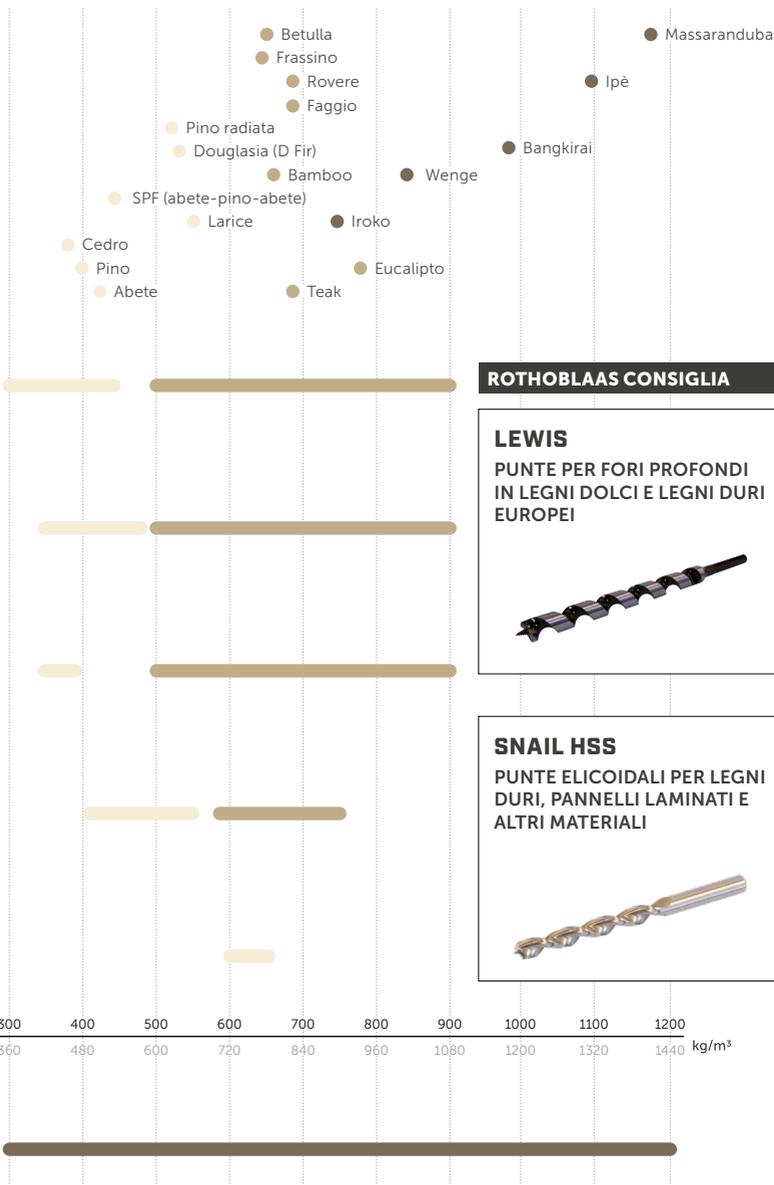
OSB

Oriented Strand Board



Decking

Decking boards



ROTHOBLAAS CONSIGLIA

LEWIS

PUNTE PER FORI PROFONDI
IN LEGNI DOLCI E LEGNI DURI
EUROPEI



SNAIL HSS

PUNTE ELICOIDALI PER LEGNI
DURI, PANNELLI LAMINATI E
ALTRI MATERIALI



COME INSTALLARE
CORRETTAMENTE?





PRATICA

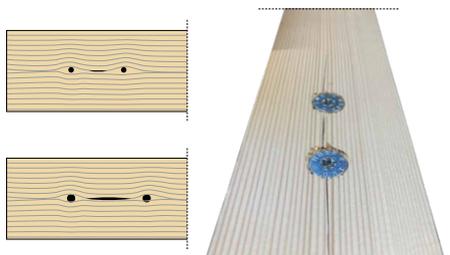
DISTANZE MINIME E PREFORO

DISTANZE E SPAZIATURE MINIME

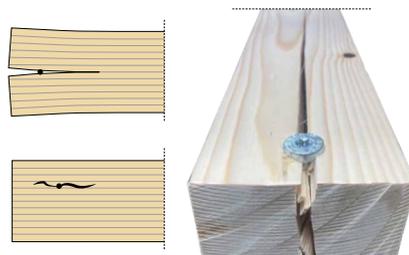
Il posizionamento delle viti all'interno dell'elemento in legno deve tener conto dell'interazione che si esplica fra i due elementi.

L'impiego di adeguate distanze e spaziature minime fra le viti evita fessurazioni dell'elemento ligneo e meccanismi di rotture fragili della connessione.

spaziatura fra le viti non sufficiente



distanze da bordi ed estremità non adeguate



INDICAZIONI SU DISTANZE E SPAZIATURE MINIME per le viti, con e senza preforo e su diversi supporti, disponibili sul catalogo "Viti e connettori per legno" www.rothoblaas.it



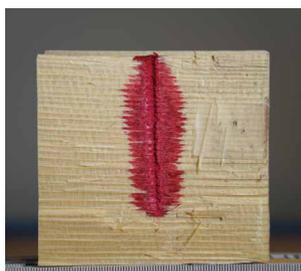
PREFORO E FORO PILOTA

Il **preforo** consente di inserire la vite con meno sforzo e minimizzare il danno nel legno.

Il preforo viene realizzato per l'intera lunghezza della vite.

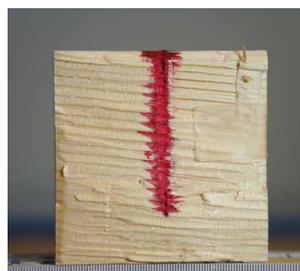
Generalmente l'inserimento con preforo consente di poter adottare spaziature e distanze minime ridotte

inserimento senza preforo



La porzione di legno interessata dall'inserimento della vite è maggiore nel caso in cui non venga effettuato il preforo.

inserimento con preforo



Le viti possono essere posizionate a distanza ridotta perché non risentono dell'interazione reciproca.

I **fori pilota** o fori guida vengono utilizzati per facilitare l'inserimento delle viti.

Hanno lunghezza limitata (solitamente 40-80 mm).

Vengono consigliati nell'installazione di viti lunghe o quando è necessario assicurare inclinazione molto precisa di inserimento.

DIAMETRO DEL PREFORO

La **dimensione del preforo** dipende dalla geometria della vite e dal tipo di legno su cui si installa (per indicazioni più specifiche sui materiali si veda pag. 55).

$d_{v,rec}$ il diametro consigliato del preforo

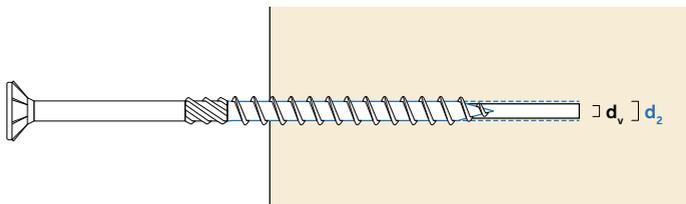
d_v il diametro del preforo

SOFTWOOD

d_2 il diametro del nocciolo

d_1 il diametro nominale

$$d_v \leq d_2$$



d_1	[mm]	3	3,5	4	4,5	5	5,3	5,6	6	7	8	9	10	11	12	13	16	20
$d_{v,rec}^{(1)}$	[mm]	2	2	2,5	2,5	3	3,5	3,5	4	4	5	5	6	6	7	8	13	16

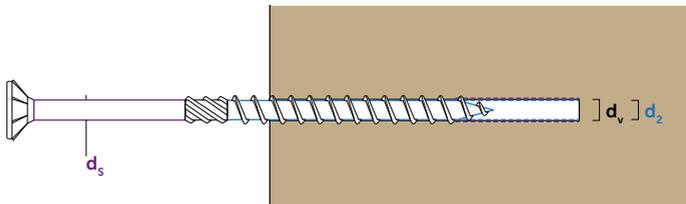
HARDWOOD

d_s il diametro del gambo

d_1 il diametro nominale

d_2 il diametro del nocciolo

$$d_s \geq d_v \geq d_2$$



d_1	[mm]	3	3,5	4	4,5	5	5,3	5,6	6	7	8	9	10	11	12	13	16	20
$d_{v,rec}^{(1)}$	[mm]	-	-	-	-	3,5	4	4	4	5	6	6	7	7	8	9	-	-

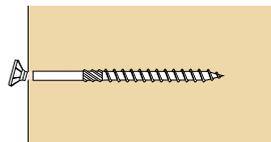
L'IMPORTANZA DEL CORRETTO PREFORO



$$d_v < d_{v,rec}$$

rottura

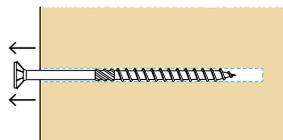
Lo sforzo sulla vite durante l'inserimento supera la resistenza torsionale della vite.



$$d_v > d_{v,rec}$$

$$F_{ax} \ll$$

Una porzione di filetto non è contatto con il legno; la resistenza ad estrazione diminuisce.



⁽¹⁾ ETA-11/0030.

MOMENTO DI INSERIMENTO

Per penetrare il legno, la vite deve vincere la sua forza di resistenza.

Lo sforzo durante l'avvitamento (momento d'inserimento - R_{tor}) è legato alla geometria del connettore ed al materiale del supporto. Per evitare rotture, è necessario che lo sforzo sulla vite non eguagli o superi la sua resistenza intrinseca a torsione (f_{tor}). Secondo la normativa⁽¹⁾ è necessario garantire un rapporto torsionale di avvitamento minimo pari a 1,50 ($f_{tor,k} / R_{tor,mean} \geq 1,5$).

Si riporta nei grafici sottostanti l'andamento del momento di inserimento per viti applicate in condizioni differenti, sia a livello di legno impiegato che di tipologia di preforo.

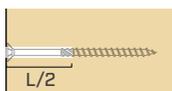
inserimento tipo A

SENZA preforo
(LV = 0 mm)



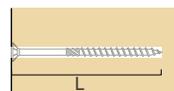
inserimento tipo B

CON preforo
di lunghezza LV = L/2

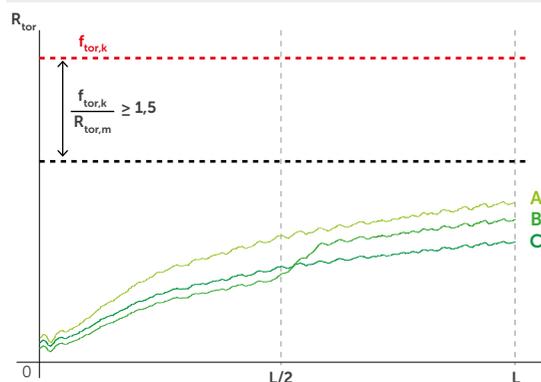


inserimento tipo C

CON preforo
di lunghezza LV = L



SOFTWOOD

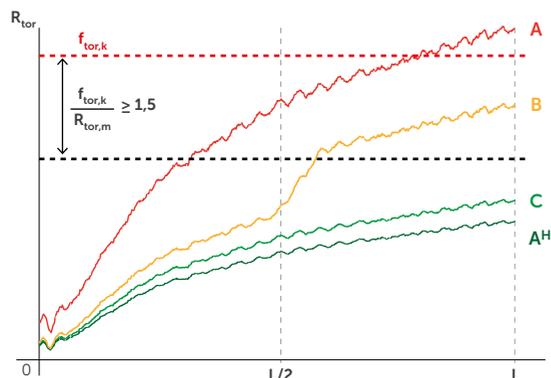


L'inserimento dei connettori su supporti con densità limitata può avvenire anche senza preforo.

Lo sforzo sulla vite, infatti, si mantiene sempre entro i limiti di sicurezza [A-B-C].

L'utilizzo di un foro pilota facilita l'inserimento e assicura alla vite la giusta direzione.

HARDWOOD



Le viti "standard" per poter essere inserite su legni duri necessitano di preforo [C]; in caso contrario, si rischia la rottura [A].

Una lunghezza limitata di preforo [B] consente di diminuire lo sforzo sulla vite ma non preclude la possibilità di rottura.

Le viti con geometria specifica per legni duri (viti HARDWOOD) possono essere applicate senza preforo [A^H].

⁽¹⁾ EN 14592:2022 | EAD 130118-01-0603

IMPULSE e IMPACT : YES or NO?

Rothoblaas ha condotto, in collaborazione con l'Università di Innsbruck, una campagna sperimentale con l'obiettivo di valutare l'influenza dell'utilizzo di differenti avvitatori sulle proprietà meccaniche delle viti (es. resistenza a trazione) e sul momento d'inserimento.

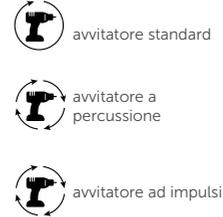
VITI TESTATE



MATERIALI



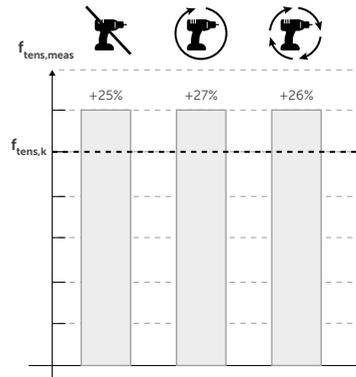
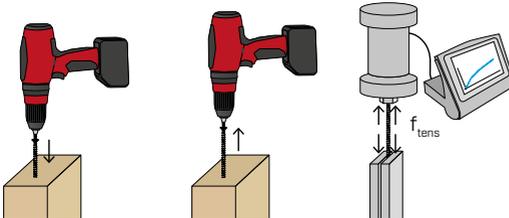
AVVITATORI



RESISTENZA A TRAZIONE

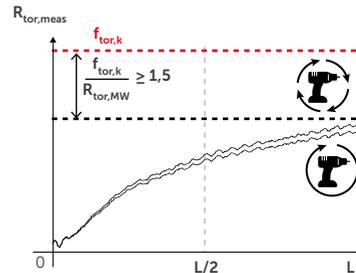
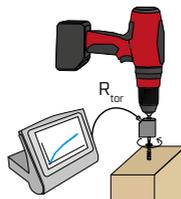
Si sono confrontate le resistenze a trazione di viti mai utilizzate (campioni di riferimento) con quelle di viti installate su elementi in legno (inserite e poi estratte con differenti avvitatori).

La resistenza a trazione non è legata al tipo di installazione: come riportato nel grafico a lato, le divergenze, inferiori al 2%, sono presumibilmente legate alla variabilità intrinseca degli elementi lignei utilizzati e non all'avvitatore impiegato.



MOMENTO DI INSERIMENTO

L'impiego di un avvitatore ad impulsi/a percussione non provoca variazioni sostanziali nella resistenza d'inserimento rispetto all'installazione con avvitatore "standard". Il rapporto caratteristico di torsione ($f_{tor,k} / R_{tor,MW}$) si mantiene sempre entro i limiti previsti dalla norma.



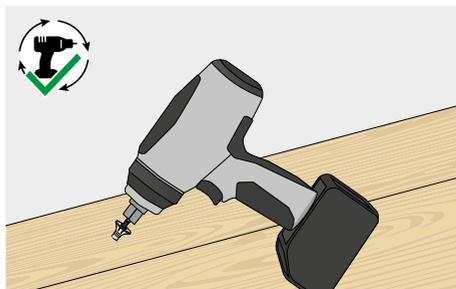
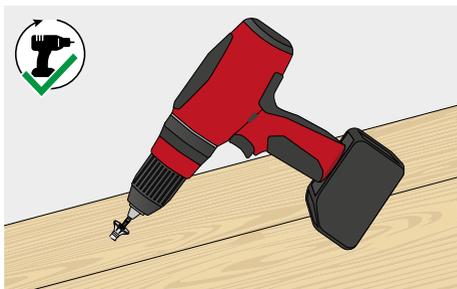
ACCREDITED TEST REPORT (202011-0088) "Influence on the tension strength of screws type HBS, TBS, VGS and VGZ by the use of different screw-in devices" disponibile sul sito www.rothoblaas.it



CONNESSIONE LEGNO-LEGNO



Nel caso di viti impiegate in connessioni strutturali legno-legno (softwood) è possibile adottare anche un avvitatore ad implusi/a percussione per l'installazione.

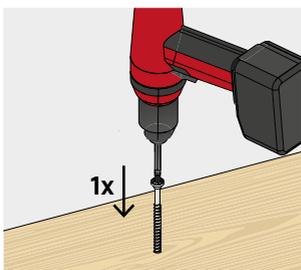


Una corretta installazione garantisce prestazioni strutturali e relative resistenze delle viti autoforanti parzialmente o completamente filettate nelle connessioni legno-legno e metallo-legno.

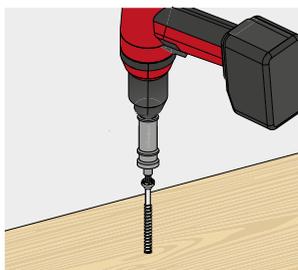


Non martellare le viti per inserire la punta nel legno.

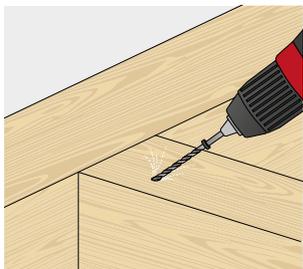
La vite non può essere riutilizzata.



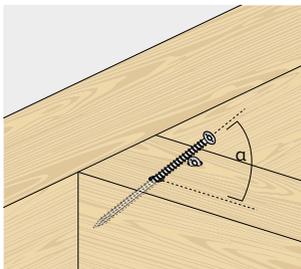
In generale si consiglia di inserire il connettore in un'unica operazione, senza effettuare arresti e ripartenze che potrebbero creare stati di sovrasollecitazioni nella vite.



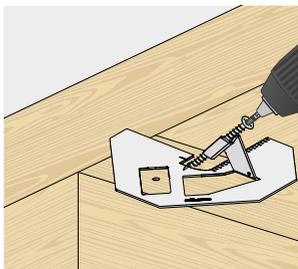
Selezionare la dimensione ed il tipo di inserto appropriato. Il supporto per viti CATCH o CATCHL di Rothblaus può essere utilizzato per garantire che l'inserto rimanga nella cava della testa della vite durante l'installazione.



Consigliabile foro pilota per garantire la corretta direzione di installazione.



Rispettare angolo inserimento.

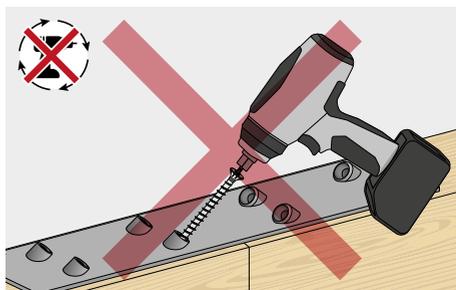
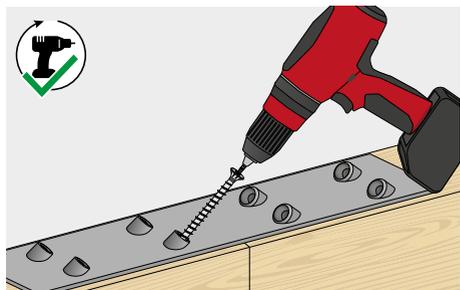


Consigliabile l'impiego della dima di installazione JIG VGZ 45°.

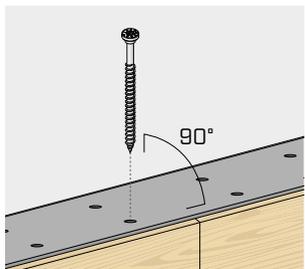
CONNESSIONE METALLO-LEGNO



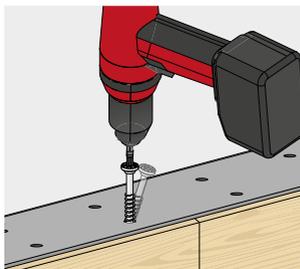
La vite non deve venire sollecitata in maniera estrema e quindi non deve entrare in contatto con la piastra in modo violento. Si verificano stati di sovratensione che possono portare a rotture anche successive all'installazione.



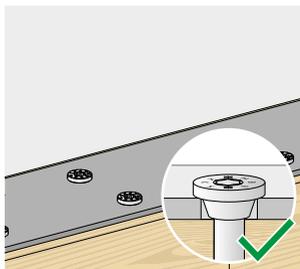
Con l'avvitatore ad impulsi/a percussione, determinare il punto preciso di arresto è complesso. La vite viene sollecitata in maniera non continuativa ed è per questo che l'impiego dell'avvitatore ad impulsi/percussione è sconsigliato.



Rispettare angolo inserimento.



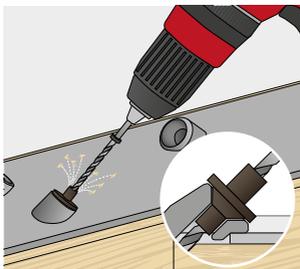
Evitare piegamento.



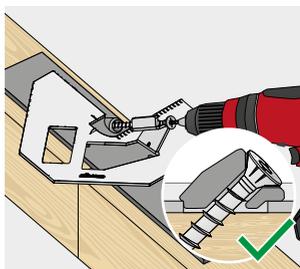
Assicurare il contatto completo tra l'intera superficie della testa della vite e l'elemento metallico.



Consigliabile foro pilota per garantire la corretta direzione di installazione.



Consigliabile l'impiego della dima JIG VGU in accoppiamento con rondella VGU.



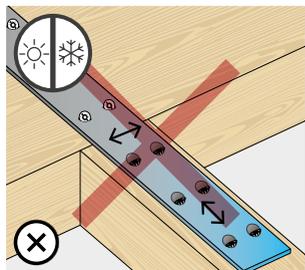
Consigliabile l'impiego della dima di installazione JIG VGZ 45°.

CONNESSIONE METALLO-LEGNO

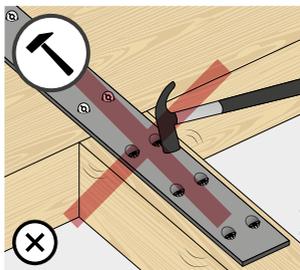


PRESCRIZIONI DI INSTALLAZIONE

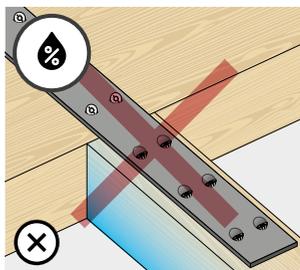
CONDIZIONI DI IMPIEGO



Evitare alterazioni dimensionali del metallo legate ad esempio a forti escursioni termiche.

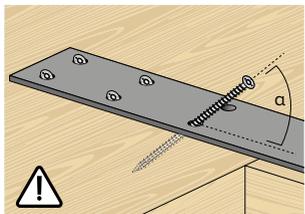


Evitare sollecitazioni accidentali in fase d'installazione.

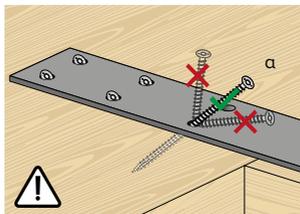


Evitare fenomeni di ritiro o rigonfiamento degli elementi in legno dovuti a variazioni di umidità.

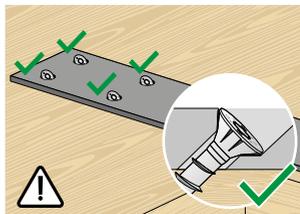
INSERIMENTO



Rispettare angolo inserimento.



Evitare piegamento.



Il montaggio deve essere effettuato in modo tale da garantire che le sollecitazioni siano uniformemente distribuite su tutte le viti installate

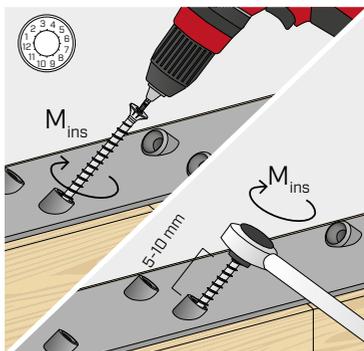
SERRAGGIO

Si consiglia di utilizzare avvitatori "standard" e di assicurare il corretto serraggio mediante l'impiego di chiave dinamometrica oppure di impiegare avvitatori "a controllo di coppia", così da evitare stati di tensioni puntuali e concentrate.

Valori della coppia di serraggio consigliati:

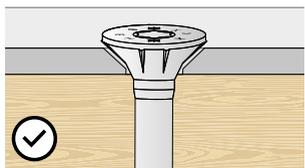
	VGS Ø9	VGS Ø11 L < 400 mm	VGS Ø11 L ≥ 400 mm	VGS Ø13
M_{ins} [Nm]	20	30	40	50

	HBSP Ø8	HBSP Ø10	HBSP Ø12
M_{ins} [Nm]	18	25	40

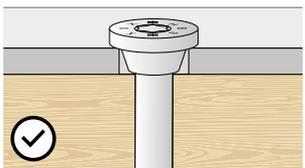


FINITURE

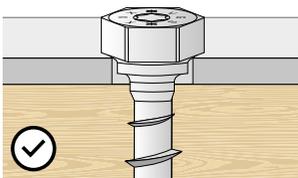
Garantire contatto pieno fra l'intera superficie della testa della vite e l'elemento metallico è buona regola costruttiva.



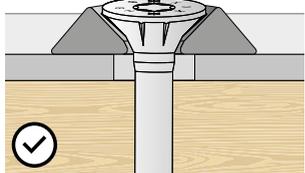
Foro svasato.



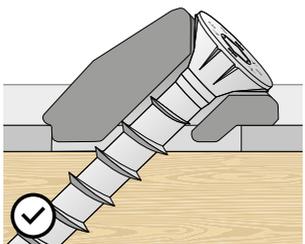
Foro cilindrico.



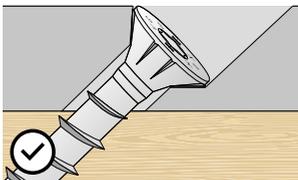
Foro cilindrico.



Rondella svasata.



Rondella VGU inclinata

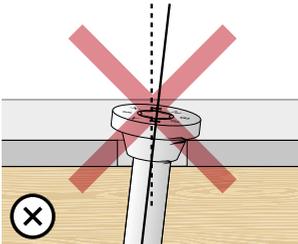
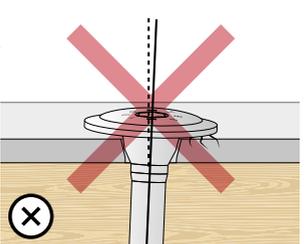


Foro svasato inclinato

DOVE PRESTARE PARTICOLARE ATTENZIONE

La testa larga rappresenta un elemento di criticità nell'applicazione metallo-legno e pertanto se ne sconsiglia l'utilizzo.

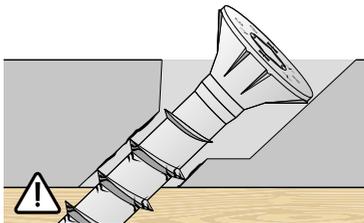
Una non perfetta complanarità fra la sede metallica e la testa della vite può comportare concentrazioni di sforzo puntuali con conseguenti fenomeni di rottura localizzati.



FORO NELLA PIASTRA

Il diametro del foro nella piastra deve essere sempre maggiore del diametro esterno della vite, per evitare che il filetto si danneggi in fase di inserimento ed il connettore non espliciti la resistenza ipotizzata.

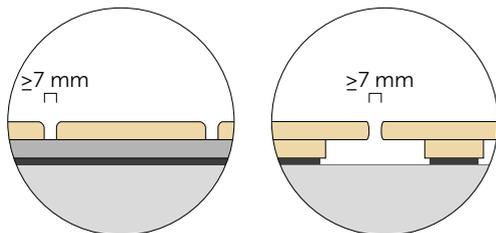
Assicurarsi che la vite non entri in contatto con l'elemento metallico durante l'inserimento.



PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE: DECKING

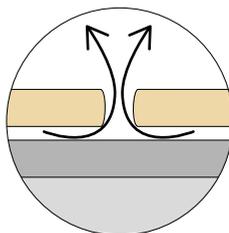
L'attenzione al particolare garantisce la durabilità, l'estetica e la stabilità del rivestimento. Consente inoltre di evitare problematiche di marcescenza, fessurazioni e deformazioni.

DISTANZA FRA LE TAVOLE



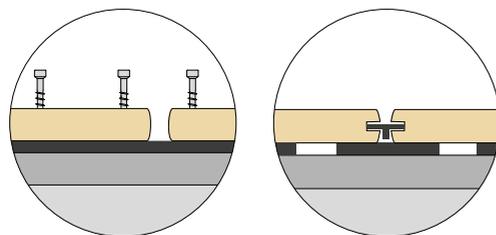
- consentire i movimenti del legno
- evitare accumulo di acqua e marcescenza sulla testa delle tavole
- evitare accumulo di sporcizia

VENTILAZIONE SOTTOTAVOLA



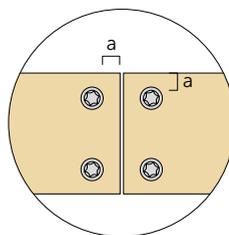
- evitare accumulo di acqua e umidità
- consentire i movimenti del legno
- evitare contatto diretto fra gli elementi

SCELTA DEI FISSAGGI



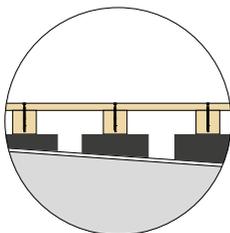
- garantire estetica
- fissaggio a vista oppure a scomparsa

POSIZIONAMENTO DEI FISSAGGI



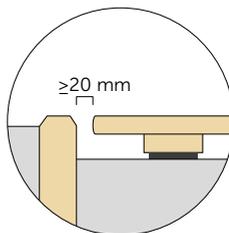
- evitare fessurazioni delle tavole
- garantire tenuta statica

RESISTENZA STATICA DEL RIVESTIMENTO



- garantire sicurezza e stabilità
- prevedere un opportuno interasse fra gli elementi della sottostruttura (40÷60 cm)
- verificare che vi sia un adeguato livellamento della sottostruttura
- adottare lo stesso materiale per il rivestimento e la sottostruttura

DISTANZA LATERALE



- consentire i movimenti del legno
- evitare ristagno d'acqua
- evitare aumento localizzato di umidità nel legno
- evitare accumulo di sporcizia

*Terrazze:
scegliere la vite
giusta e istruzioni
per il montaggio*

Selezionare correttamente la specie legnosa e la qualità della tavola, sulla base delle esigenze progettuali, evita che si verifichino ritiri, rigonfiamenti, deformazioni differenziali fra gli elementi e svergolamento. Tali fenomeni possono compromettere la corretta funzionalità del sistema di fissaggio.

MOMENTO DELLA COSTRUZIONE



3 ANNI DOPO



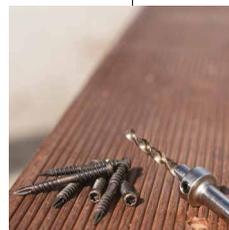
ROTHOBLAAS CONSIGLIA



DRILL STOP
SET DI PUNTE PER TRAPANO
E SVASATORE CON BATTUTA
DI PROFONDITÀ GIREVOLE



BROAD
PUNTA CON SVASATORE
PER KKT, KKZ, KKA



CRAB MAXI
STRETTOIO PER TAVOLE

- ▶ Maniglia girevole per regolazioni precise
- ▶ Per tendere in una sola volta da 5 a 7 tavole
- ▶ Apertura da 200 a 770 mm



STAR
STELLA PER DISTANZE

- ▶ 5 misure più comuni in un unico strumento
- ▶ Creazione di fughe uniformi
- ▶ Spessore da 4 a 8 mm



OUTDOOR, tutto ciò di cui hai bisogno per progettare e costruire ambienti esterni. Scopri la guida outdoor sul nostro sito o richiedi il catalogo al tuo agente di fiducia. www.rothoblaas.it



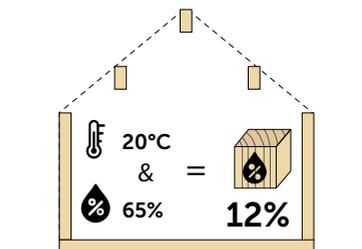
PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE: CANTIERE

*Cantiere:
best practice
per la prevenzione
dell'umidità*

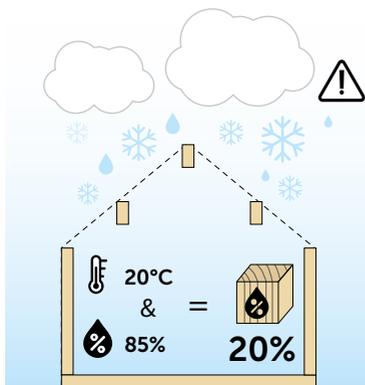
Durante il trasporto, lo stoccaggio e l'assemblaggio, gli elementi in legno dovrebbero essere protetti per ridurre al minimo le loro variazioni di umidità residua.

FASE DI CANTIERE: costruzione in corso

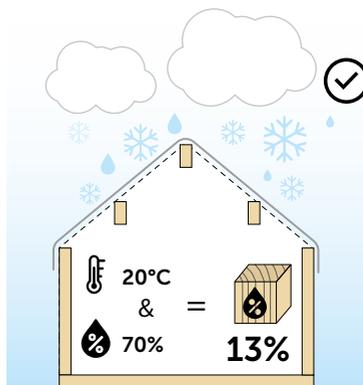
In fase di installazione gli elementi in legno presentano contenuti di umidità compatibili con quelli dello stabilimento in cui sono stati prodotti.



FASE INTERMEDIA: la costruzione esposta alle intemperie



senza i prodotti giusti



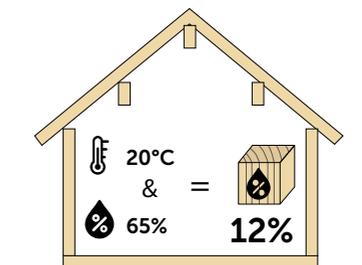
con i prodotti giusti

Se non viene correttamente protetta, in caso di pioggia, l'incremento di umidità dell'aria porta ad un notevole aumento di umidità residua degli elementi in legno.

OPERA FINITA: costruzione ultimata

Gli elementi sono in equilibrio con le condizioni ambientali finali.

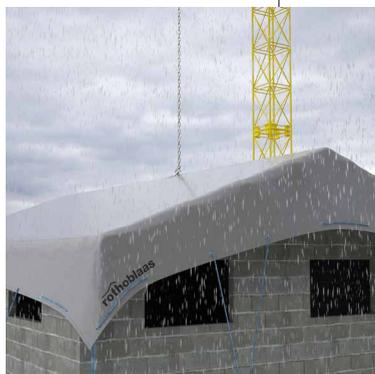
Proteggere la struttura dalle intemperie e garantire protezione, soprattutto delle giunzioni, durante la fase di costruzione, consente di non pregiudicare la resistenza dell'opera.



CAP TOP
TELONE DI COPERTURA



- ▶ Ogni misura è dotata di un gancio di sollevamento rinforzato per una posa più semplice.
- ▶ Grazie agli occhielli metallici di fissaggio ogni metro, è possibile fissare il telone sulla copertura.
- ▶ L'elevata grammatura e il tipo di materiale garantiscono elevata resistenza meccanica e durabilità nel tempo.
- ▶ Fissando il telone al tetto è importante che tutti gli occhielli siano sempre ancorati in modo che il carico del vento venga ripartito su più occhielli possibili.



TRASPIR ADHESIVE 260
MEMBRANA ALTAMENTE
TRASPIRANTE AUTOADESIVA



- ▶ **AUTOADESIVA**
Grazie al collante di nuova generazione, la membrana assicura una buona adesività anche su OSB ruvido.
- ▶ **SIGILLATURA SICURA**
La superficie adesiva evita la formazione di flussi d'aria dietro la membrana in caso di rotture accidentali o mancate sigillature.
- ▶ **TRASPIRANTE**
Grazie al collante brevettato, la membrana rimane perfettamente traspirante anche se completamente adesivizzata.



BYTUM SLATE 3500
MEMBRANA BITUMINOSA
AUTOADESIVA ARDESIATA



- ▶ **POSA FACILE**
La finitura in ardesia rende BYTUM SLATE 3500 utilizzabile su pendenze fino a 5° come sottotegola e compatibile con malta e schiuma.
- ▶ **AMPIA GAMMA**
Fornibile in 4 colorazioni, per soddisfare diversi campi applicativi e necessità estetiche.
- ▶ **FLESSIBILITÀ**
Flessibilità e lavorabilità garantisce anche a basse temperature grazie al compound bituminoso modificato con polimeri.



AVVITATORI

Qual è l'avvitatore più giusto per le mie viti?

La scelta dell'avvitatore è legata alla tipologia e alla dimensione della vite, all'applicazione e al tipo di materiale del supporto.

VITI PICCOLE | Ø3,5-Ø10



- Utilizzo universale per molteplici applicazioni
- Ideale per uso in cantiere grazie al sistema a batteria
- Funzione di percussione commutabile e regolazione del livello della forza di torsione massima per un lavoro preciso

ROTHOBLAAS CONSIGLIA

ASB 18

AVVITATORE A BATTERIA A 2 VELOCITÀ



VITI GRANDI | Ø8-Ø12



- Trapano avvitatore potente per viti strutturali
- In prima marcia consente l'inserimento di connettori, anche di lunghezza elevata
- In seconda marcia (alta velocità) permette di forare sia elementi in legno che in acciaio

ROTHOBLAAS CONSIGLIA

B 13 B

TRAPANO AVVITATORE A 2 VELOCITÀ



CONNETTORI | Ø11-Ø20



- Motore potente e robusto da 2000W con rotazione destra/sinistra per una potenza di coppia molto elevata in 1ª marcia (> 250 Nm)
- Con l'impiego di opportuni adattori consente l'installazione di barre filettate o viti molto lunghe nel legno

ROTHOBLAAS CONSIGLIA

D 38 RLE

TRAPANO AVVITATORE A 4 VELOCITÀ



MACCHINE E ATTREZZATURA, tutto ciò di cui hai bisogno per lavorare al meglio in cantiere. Scoprite nel nostro sito oppure richiedi il catalogo al tuo agente di fiducia. www.rothoblaas.it



Rotho Blaas Srl

Via dell'Adige N.2/1 | 39040, Cortaccia (BZ) | Italia
Tel: +39 0471 81 84 00 | Fax: +39 0471 81 84 84
info@rothoblaas.com | www.rothoblaas.com



Nessuna garanzia della conformità legale e/o al progetto dei dati e dei calcoli è fornita da Rotho Blaas Srl, che mette a disposizione strumenti indicativi quale servizio tecnico-commerciale nell'ambito dell'attività di vendita.

Rotho Blaas Srl segue una politica di continuo sviluppo dei propri prodotti, riservandosi pertanto il diritto di modificare le caratteristiche degli stessi, le specifiche tecniche ed altra documentazione senza preavviso.

È dovere dell'utilizzatore o del progettista responsabile verificare ad ogni utilizzo la conformità dei dati alla normativa vigente e al progetto. La responsabilità ultima della scelta del prodotto adeguato per una specifica applicazione spetta all'utilizzatore/progettista.

I valori derivanti dalle "indagini sperimentali" sono basati sui risultati effettivi dei test e validi esclusivamente per le condizioni di prova indicate.

Rotho Blaas Srl non garantisce e in nessun caso potrà essere ritenuta responsabile in merito a danni, perdite e costi o altre conseguenze, a qualsiasi titolo (garanzia per vizi, garanzia per malfunzionamento, responsabilità del prodotto o di legge, etc.) correlati all'utilizzo o all'impossibilità di utilizzare i prodotti per qualsiasi scopo; ad un uso non conforme del prodotto;

Rotho Blaas Srl è sollevata da ogni responsabilità per eventuali errori di stampa e/o battitura. In caso di divergenze di contenuti tra versioni del catalogo nelle varie lingue, il testo italiano è vincolante e prevalente rispetto alle traduzioni.

Le illustrazioni sono parzialmente completate con accessori non inclusi. Le immagini sono a scopo illustrativo. Le quantità di imballo possono variare.

Il presente catalogo è proprietà privata di Rotho Blaas Srl e non può essere copiato, riprodotto o pubblicato, anche per stralci, senza preventivo consenso scritto. Ogni violazione è perseguita a norma di legge.

Le condizioni generali di acquisto Rotho Blaas Srl sono reperibili sul sito www.rothoblaas.it.

Tutti i diritti sono riservati.

Copyright © 2023 by Rotho Blaas Srl

Tutti i render © Rotho Blaas Srl