XEPOX

VIDEO

CE
EN 1504-4

ADESIVO EPOSSIDICO BICOMPONENTE

AFFIDABILE
La sua durabilità è testimoniata dai 30 anni di utilizzo nell'edilizia in legno.

PERFORMANTE
Adesivo epossidico bicomponente ad elevate prestazioni. La resistenza dei giunti dipende esclusivamente dal materiale legno grazie alla sovra-resistenza dell'adesivo.

VERSATILE
In cartuccia per utilizzi pratici e veloci, nei formati 3 litri e 5 litri per giunzioni di volume maggiore.

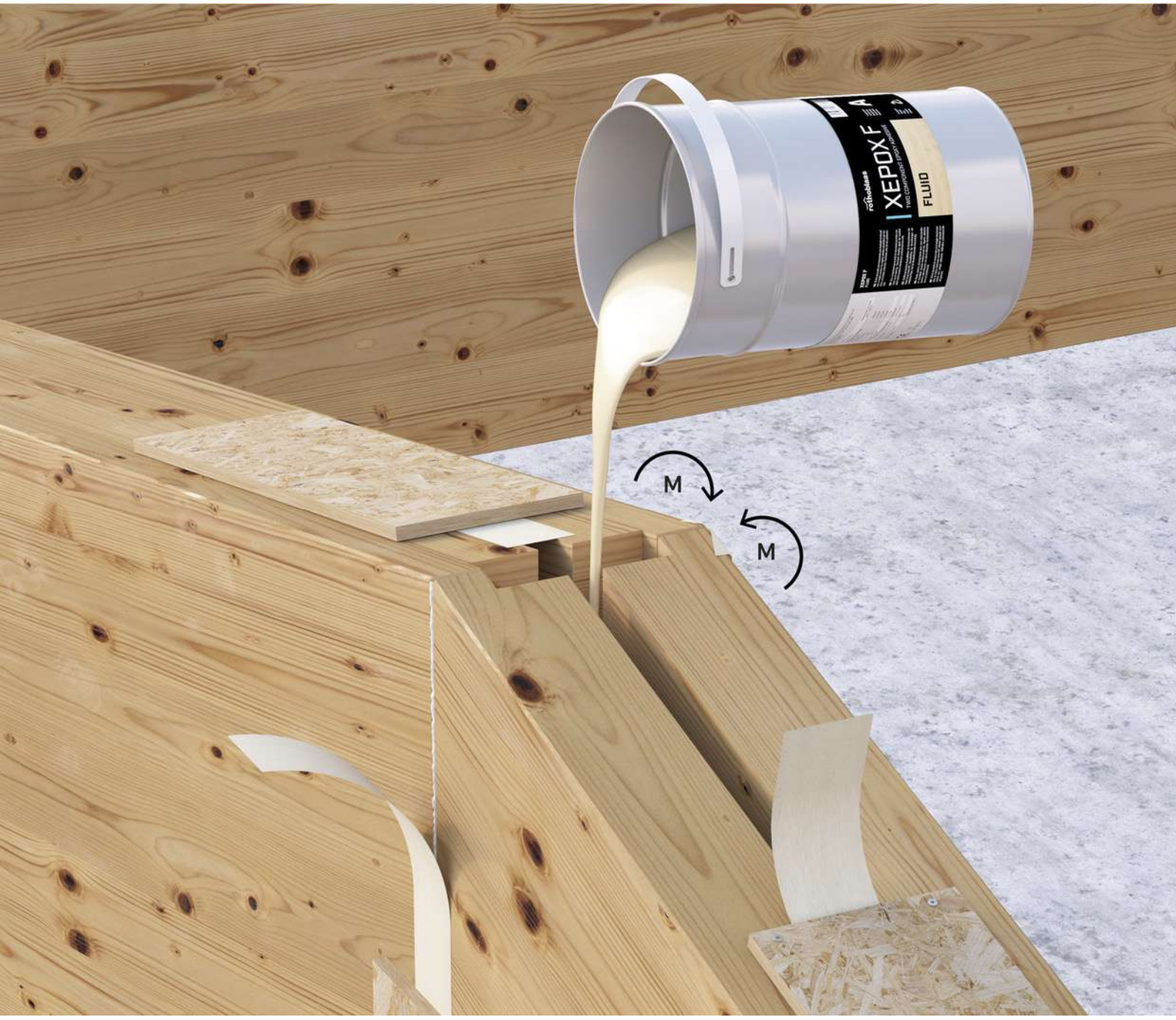
CARATTERISTICHE

FOCUS	incollaggi strutturali
TIPOLOGIE	giunzioni con barre, giunzioni con piastre forate o sabbiate
GAMMA	5 prodotti per adattarsi a tutte le esigenze di posa
APPLICAZIONE	applicabile a spruzzo, con pennello, per percolazione o a spatola in funzione della viscosità

VIDEO
Scansiona il QR Code e vedi il video sul nostro canale YouTube

MATERIALE
Adesivo epossidico bicomponente.

CAMPI DI IMPIEGO
Giunzioni a taglio, azione assiale e momento realizzabili su
- legno massiccio e lamellare
- X-LAM
- calcestruzzo



STRUTTURALE

Ottimo per la realizzazione di giunti rigidi pluridirezionali.

CONSOLIDAMENTO STATICO

Utilizzabile per la ricostruzione della materia lignea in combinazione con barre metalliche e altri materiali.

CODICI E DIMENSIONI

FUSTINI

CODICE	descrizione	contenuto [ml]	pz.
XEPOXP3000	P - primer	A + B = 3000	1
XEPOXL3000	L - liquido	A + B = 3000	1
XEPOXL5000		A + B = 5000	1
XEPOXF3000	F - fluido	A + B = 3000	1
XEPOXF5000		A + B = 5000	1
XEPOXG3000	G - gel	A + B = 3000	1

CARTUCCE

CODICE	descrizione	contenuto [ml]	pz.
XEPOXF400	F - fluido	400	1
XEPOXD400	D - denso	400	1

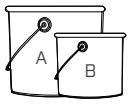
PRODOTTI ADDIZIONALI - ACCESSORI

CODICE	descrizione	pz.
MAMDB	pistola per cartucce doppie	1
STINGXP	beccuccio miscelatore	1

APPLICAZIONI

XEPOX P - primer

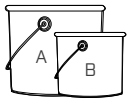
Adesivo epossidico bicomponente a bassissima viscosità ed elevato potere bagnante per rinforzi strutturali con nastri/tessuti di carbonio o vetro. Utile anche per la protezione di lamiere sabbiate SA2,5/SA3 (ISO 8501) e per la costruzione di inserti FRP (Fiber Reinforced Polymers). Applicabile a rullo, a spruzzo e a pennello.
Conservabile 36 mesi negli imballi originali chiusi, a temperature comprese tra +5°C e +30°C.



Classificazione componente A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. Classificazione componente B: Acute Tox. 4; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1;Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

XEPOX L - liquido

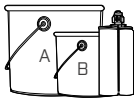
Adesivo epossidico bicomponente per impieghi strutturali, molto fluido, applicabile per colatura in fori verticali molto profondi e per grandi giunti con inserti a scomparsa in fresate molto estese, oppure con interspazi molto esigui (1 mm o superiori), sempre previa accuratissima sigillatura delle fughe.
Colabile ed iniettabile. Conservabile 36 mesi negli imballi originali chiusi, a temperature comprese trai +5°C e +30°C.



Classificazione componente A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. Classificazione componente B: Acute Tox. 4; STOT RE 2; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

XEPOX F - fluido

Adesivo epossidico bicomponente fluido per impieghi strutturali, applicabile per iniezioni in fori ed in fresate previa sigillatura delle fughe. Preferibile per la solidarizzazione al legno dei connettori piegati (sistema Turrini-Piazza) nei solai collaboranti in legno-calcestruzzo, con travi sia nuove che esistenti; interspazio tra il metallo ed il legno di circa 2 mm o superiore. Percolazione nei fori verticali nelle fresate dopo l'inserimento di inserti metallici a piastra o a barra. Colabile ed iniettabile con cartuccia. Conservabile 36 mesi negli imballi originali chiusi, a temperature comprese tra +5°C e 30°C.



Classificazione componente A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. Classificazione componente B: STOT RE 2; Skin Corr. 1A; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

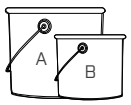
XEPOX D - denso

Adesivo epossidico bicomponente tixotropico (denso) per impieghi strutturali, applicabile per iniezioni soprattutto in fori orizzontali o verticali nelle travi in legno lamellare, legno massiccio, nelle murature e nel calcestruzzo armato.
Iniettabile con cartuccia.
Conservabile 36 mesi negli imballi originali chiusi, a temperature comprese tra +5°C e +30°C.

Classificazione componente A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. Classificazione componente B: Repr. 1A; Acute Tox. 4; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

XEPOX G - gel

Adesivo epossidico bicomponente gel per impieghi strutturali, applicabile a spatola anche su superfici verticali e nella formazione di spessori consistenti o irregolari. Idoneo per sovrapposizioni lignee molto estese e all'incollaggio di rinforzi strutturali con l'utilizzo di tessuti in fibre di vetro o carbonio e per placcaggi (riporti) in legno o metallo.
Spatolabile. Conservabile 36 mesi negli imballi originali chiusi, a temperature comprese tra +5°C e +30°C.



Classificazione componente A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. Classificazione componente B: Acute Tox. 4; Skin Corr. 1A; Eye Dam. 1; STOT SE 3; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Proprietà	Normativa		XEPOX P	XEPOX L	XEPOX F	XEPOX D	XEPOX G
Peso specifico	**ASTM D 792-66**		≈ 1,10	≈ 1,40	≈ 1,45	≈ 2,00	≈ 1,90
Rapporto stechiometrico in volume (A/B) [1]	-		100 : 50 [2]	100 : 50	100 : 50	100 : 50	100 : 50
Pot life 23 ± 2° 150 cc	**ERL 13-70**	[min]	-	50 ÷ 60	50 ÷ 60	50 ÷ 60	60 ÷ 70
Tempo di lavorabilità della miscela	**ERL 13-70**	[min]	25 ÷ 30	25 ÷ 30	25 ÷ 30	25 ÷ 30	-
Temperatura di applicazione (umidità relativa max 90%)	-	[°C]	10 ÷ 35	10 ÷ 35	10 ÷ 35	5 ÷ 40	5 ÷ 40
Spessore suggerito	-	[mm]	0,1 ÷ 2	1 ÷ 2	2 ÷ 4	2 ÷ 6	1 ÷ 10
Tensione normale di aderenza σ	**EN 12188**	[N/mm^2]	21	27	25	19	23
Resistenza a taglio inclinato σ_0 50°	**EN 12188**	[N/mm^2]	94	70	93	55	102
Resistenza a taglio inclinato σ_0 60°	**EN 12188**	[N/mm^2]	106	88	101	80	109
Resistenza a taglio inclinato σ_0 70°	**EN 12188**	[N/mm^2]	121	103	115	95	116
Resistenza a taglio-aderenza τ	**EN 12188**	[N/mm^2]	39	27	36	27	37
Carico unitario di rottura per compressione [3]	**EN 13412**	[N/mm^2]	83	88	85	84	94
Modulo elastico medio in compressione	**EN 13412**	[N/mm^2]	3438	3098	3937	3824	5764
Coefficiente di dilatazione termica (nel range -20°C/+40°C)	**EN 177**	[m/m·°C]	7,0 x 10^{-5}	7,0 x 10^{-5}	6,0 x 10^{-5}	6,0 x 10^{-5}	7,0 x 10^{-5}
Carico unitario di rottura a trazione[4]	**ASTM D638**	[N/mm^2]	40	36	30	28	30
Modulo elastico medio in trazione[4]	**ASTM D638**	[N/mm^2]	3300	4600	4600	6600	7900
Carico unitario di rottura a flessione[4]	**ASTM D790**	[N/mm^2]	86	64	38	46	46
Modulo elastico medio in flessione[4]	**ASTM D790**	[N/mm^2]	2400	3700	2600	5400	5400
Carico unitario di rottura a taglio (punch tool)[4]	**ASTM D732**	[N/mm^2]	28	28	28	19	25
Viscosità	-	[mPa·s]	A = 1100 B = 250	A = 2300 B = 800	A = 14000 B = 11500	A = 300000 B = 300000	A = 450000 B = 13000

NOTE:

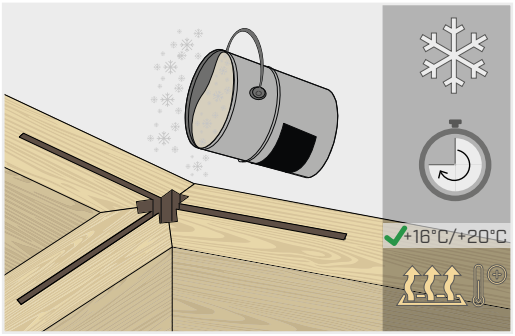
[1] I componenti sono confezionati in quantità predosate, pronte all'uso. Il rapporto è in volume (non in peso).

[2] Risulta conveniente utilizzare non più di un litro di prodotto miscelato alla volta. Il rapporto tra componenti A:B in peso è circa 100:44,4.

[3] Valore medio al termine dei cicli di carico/scarico.

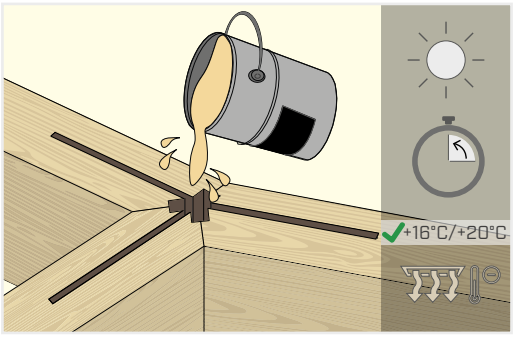
[4] Valori da test campagna di ricerca "Collegamenti innovativi per elementi strutturali lignei" - Politecnico di Milano.

TEMPERATURE DI APPLICAZIONE E CONSERVAZIONE



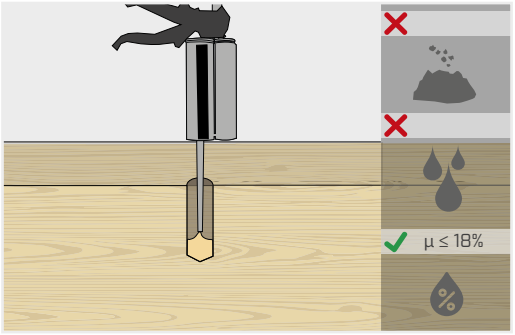
CONSERVAZIONE ADESIVI

Gli adesivi epossidici devono essere conservati a temperatura moderata (intorno ai +16°C/+20°C) sia in inverno che in estate sino all'immediato momento del loro utilizzo. Non conservare le confezioni al freddo, poiché ciò aumenta la viscosità degli adesivi e rende difficoltosa la percolazione dai fustini e l'estrusione delle cartucce. Non lasciare le confezioni esposte al sole, il prodotto acquisirebbe tempi di polimerizzazione ridotti.



APPLICAZIONE ADESIVI

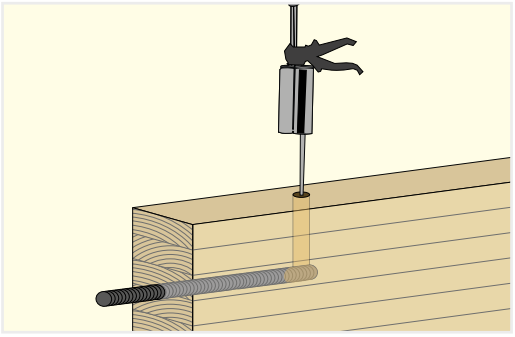
La temperatura ambientale di applicazione consigliata è > +10 °C. Qualora la temperatura ambientale fosse troppo rigida, è fatto obbligo riscaldare le confezioni almeno un'ora prima del loro impiego, oppure riscaldare le sedi applicative e gli inserti metallici prima della percolazione del prodotto. Se le temperature dovessero essere troppo elevate, viceversa, è doveroso effettuare le percolazioni di adesivo al fresco, evitando le ore più calde della giornata.



TRATTAMENTO FORI E FRESATE

Prima della percolazione o iniezione dell'adesivo, i fori e gli incavi praticati nel legno devono essere protetti dall'acqua meteorica o dall'elevata umidità atmosferica e ripuliti con aria compressa. Qualora le parti da resinare fossero bagnate o altamente umide, è obbligatorio renderle asciutte. L'utilizzo degli adesivi XEPOX è indicato per legno adeguatamente essiccato, con un grado di umidità del legno approssimativamente inferiore al 18%.

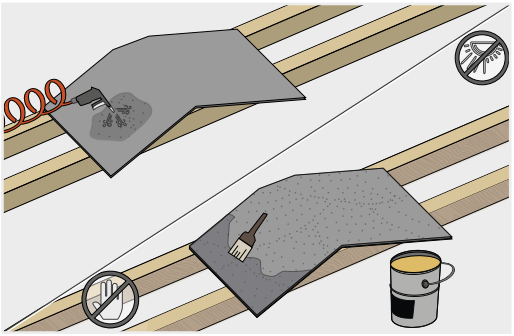
GIUNZIONI CON BARRE INCOLLATE



RESINATURA

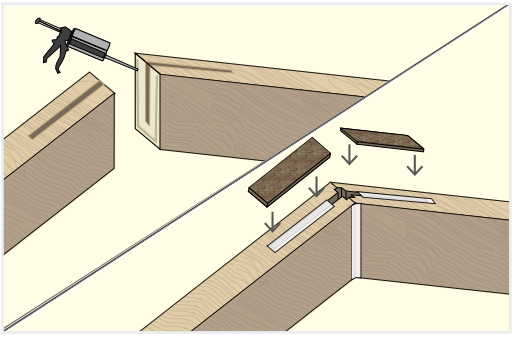
Le giunzioni con barre sono adatte ad essere eseguite con estrusione con cartucce biassiali, date le quantità ridotte di resina. Per variare la quantità di adesivo da iniettare, tagliare l'estremità del beccuccio. Per incollaggi di barre lunghe, si consiglia di realizzare dei fori di riempimento in direzione ortogonale alla barra.

GIUNZIONI A MOMENTO CON PIASTRE



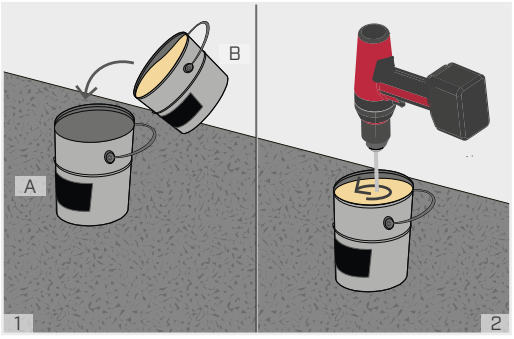
PREPARAZIONE DEL SUPPORTO METALLICO

Gli inserti metallici di armatura dei giunti devono essere ripuliti e sgrassati. Le lamiere lisce possono essere forate oppure devono essere trattate con un processo di sabbiatura di grado SA2,5/SA3 e poi protette con mano di XEPOX P al fine di evitare la loro ossidazione. Soprattutto nei mesi caldi è necessario proteggere le superfici metalliche dall'irraggiamento diretto del sole.



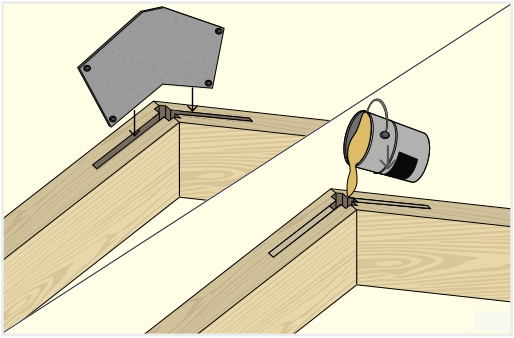
PREPARAZIONE DEL SUPPORTO DI LEGNO

In prossimità degli spigoli verticali applicare delle strisce continue di nastro adesivo in carta posizionandole a circa 2÷3 mm dallo spigolo. Successivamente applicare un cordone continuo di silicone acetico e praticare pressione in modo da farlo aderire anche alle superfici protette dal nastro. Le fresate estradossali degli elementi in pendenza devono essere sigillate con listelli o tavole in legno, lasciando scoperta solo la parte terminale delle fresate nel punto più alto da cui percolare l'adesivo.



PREPARAZIONE DEL PRODOTTO

Per utilizzare il prodotto in fustini, riversare l'indurente (componente B) nel fustino contenente la resina epossidica (componente A). Mescolare energicamente i due componenti di differente colore. Si consiglia un idoneo miscelatore con doppia elica montato su elettroutensile (in alternativa può essere utilizzata una frusta metallica), sino all'ottenimento di una miscela dalla colorazione omogenea. Versare quindi il composto ottenuto.
Per la distribuzione in fessure aventi lunghezza apprezzabile versare direttamente dal fustino di miscelazione nel caso di colatura oppure prelevare il prodotto e distenderlo con spatola.



RESINATURA

È consigliabile prevedere un cuscinetto "utile" di adesivo da realizzarsi con apposita fresata sulla zona di testa degli elementi strutturali in legno come ulteriore garanzia della funzionalità del sistema di contatto. Si suggerisce uno spessore degli interstizi tra inserti metallici e legno di 2÷3 mm per lato. Al fine di garantire la corretta posizione degli inserti all'interno degli intagli si consiglia di apporre delle rondelline distanziatrici sugli inserti applicate in fase di polimerizzazione della protezione con XEPOX P.

ADESIVI EPOSSIDICI XEPOX

UNA STORICA FAMIGLIA DI PRODOTTI PER GIUNZIONI TRA ELEMENTI IN LEGNO, IN GRADO DI GARANTIRE UN OTTIMO RIPRISTINO DELLA RESISTENZA E DELLA RIGIDEZZA

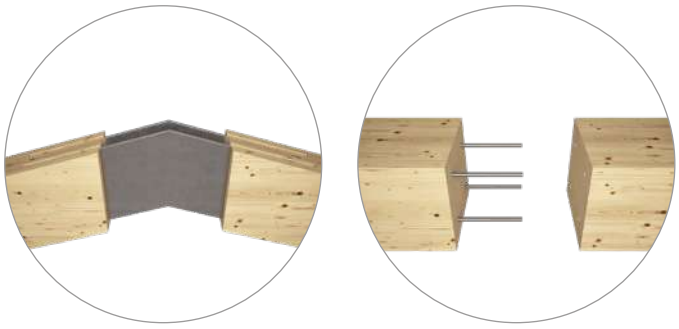
Gli adesivi epossidici XEPOX sono resine bicomponenti formulate specificatamente per penetrare la microstruttura del legno ed aderirvi con grande efficacia, e per ridurre la cristallizzazione tipica delle resine.

La miscela dei componenti A e B provoca una reazione esotermica (sviluppo di calore) e, una volta indurita, forma una struttura tridimensionale dalle eccezionali proprietà, quali: durabilità nel tempo, interazione con l'umidità assente, ottima stabilità termica, grande rigidezza e resistenza.
Ciascun elemento chimico o minerale della formulazione ha un ruolo specifico e tutti insieme concorrono al raggiungimento delle caratteristiche prestazionali dell'adesivo.

CAMPI D'IMPIEGO

Le diverse viscosità dei prodotti XEPOX garantiscono utilizzi versatili per diverse tipologie di giunzioni, sia per le nuove costruzioni che per i recuperi strutturali. L'utilizzo in accoppiamento all'acciaio, in particolare piastre, sabbiate o forate, e barre, permette di fornire alte resistenze in spessori limitati.

1. GIUNZIONE DI CONTINUITÀ A MOMENTO



2. COLLEGAMENTI A DUE O TRE VIE

3. GIUNZIONE MEZZO LEGNO

4. RIABILITAZIONE DI PARTI AMMALORATE

MIGLIORAMENTI ESTETICI

Il formato in cartuccia ne permette anche l'utilizzo per sistemazioni estetiche e incollaggi in piccole quantita.

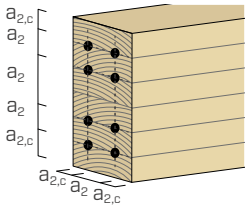
GIUNZIONI CON BARRE INCOLLATE

Si riportano le indicazioni contenute nella DIN 1052:2008 e nelle norme italiane CNR DT 207:2018.

DISTANZE MINIME PER BARRE

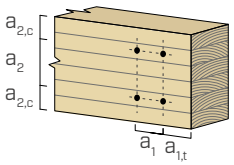
TRAZIONE
Barre incollate // alla fibra

a_2	5d
$a_{2,c}$	2,5d



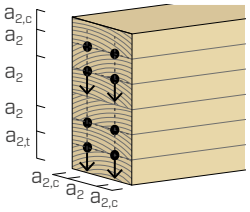
TRAZIONE
Barre incollate ⊥ alla fibra

a_1	4d
a_2	4d
$a_{1,t}$	2,5d
$a_{2,c}$	2,5d



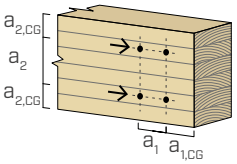
TAGLIO
Barre incollate // alla fibra

a_2	5d
$a_{2,c}$	2,5d
$a_{2,t}$	4d



TAGLIO
Barre incollate ⊥ alla fibra

a_1	7d
a_2	5d
$a_{1,CG}$	10d
$a_{2,CG}$	4d



La lunghezza minima di inserimento è pari a:

$$l_{min} = max \left\{ \begin{matrix} 0{,}5\ d^2 \\ 10\ d \end{matrix} \right\}$$

MODALITÀ DI CALCOLO

RESISTENZA A TRAZIONE

La resistenza a trazione di una barra di diametro d è pari a:

$$R_{ax,d} = min \begin{cases} f_{yd} \cdot A_{res} & \text{rottura dell'acciaio} \\ \pi \cdot d \cdot l \cdot f_{v,d} & \text{rottura del legno a taglio} \\ f_{t,0,d} \cdot A_{eff} & \text{rottura del legno a trazione} \end{cases}$$

L'area efficace considera un quadrato di legno di lato massimo pari a 6d; l'area viene ridotta per minori distanze tra gli elementi o dal bordo.

f_{yd} = resistenza dell'acciaio di progetto

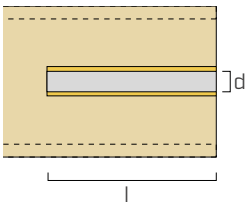
$f_{t,0,d}$ = resistenza a trazione di progetto del legno

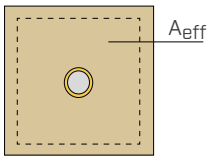
La resistenza a taglio dell'incollaggio $f_{v,k}$ dipende dalla lunghezza di inserimento

l [mm]	$f_{v,k}$ [MPa]
≤ 250	4
250 < l ≤ 500	5,25 - 0,005 x l
500 < l ≤ 1000	3,5 - 0,0015 x l

per angolo α di inclinazione rispetto alla fibra si ha:

$$f_{v,\alpha,k} = f_{v,k} \cdot (1{,}5 \cdot sin^2\alpha + cos^2\alpha)$$



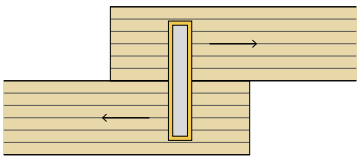


RESISTENZA A TAGLIO

La resistenza a taglio di una barra si può calcolare con le note formule di Johansen per bulloni con i seguenti accorgimenti.

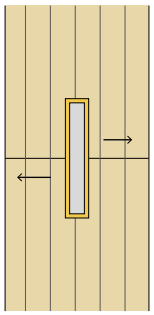
Per barre incollate perpendicolarmente alla fibra, la resistenza a rifollamento può essere incrementata fino al 25%.

$f_{h,k} = f_{h,k} + 25\%$



La resistenza a rifollamento per barre incollate parallelamente alla fibra è pari al 10% del valore perpendicolare alla fibra.

$f_{h,k,//} = 10\% \ f_{h,k,}$



L'effetto cavo si valuta come la resistenza data dall'incollaggio ad estrazione (rottura b).
Per ottenere la resistenza di una barra incollata ad un angolo α di incollaggio, è consentito interpolare linearmente tra i valori resistenti per α a 0° e 90°.

SPERIMENTAZIONE

Viene riportato il calcolo ad estrazione di una barra incollata con XEPOX, confrontando il risultato con le prove effettuate presso l'Università di Biel, misurando il fattore di sovraresistenza tra la prova ed il calcolo. Questo dimostra il margine di sicurezza esistente: si ricorda però che il valore derivante dalla prova non è un valore caratteristico e non è da intendersi come valore di utilizzo nel progetto.

DATI GEOMETRICI

Lato del provino	80	mm
A_{eff}	6400	mm
d	16	mm
l	160	mm
f_{yk}	900	MPa
$f_{t,0,k}$	27	MPa
γ_{M0}	1	
k_{mod}	1,1	
γ_M	1,3	

Rottura dell'acciaio	162,9	kN
Rottura del legno a taglio	29,0	kN
Rottura del legno a trazione	146,2	kN
$R_{ax,d}$ = azione assiale resistente di progetto	29,0	kN
$R_{ax,m}$ = azione assiale resistente media sperimentale	96,3	kN
f = fattore di sovraresistenza	3,3	

NOTE:

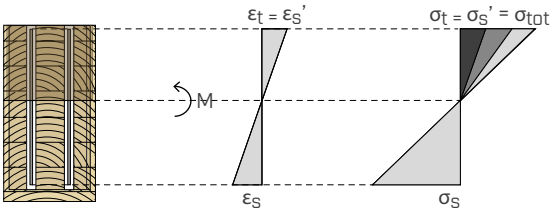
La resistenza a trazione è stata desunta dalla densità media dei provini utilizzati per le prove.

I calcoli sono stati effettuati tenendo in considerazione i valori di k_{mod} e γ_M secondo EN 1995 1-1, e γ_{M0} secondo EN 1993 1-1.

GIUNZIONI A MOMENTO CON PIASTRE

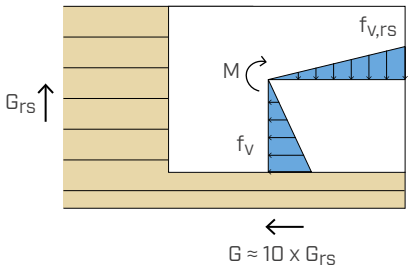
MODALITÀ DI CALCOLO | SEZIONE DI TESTA

Gli sforzi dovuti al momento ed alla azione assiale si determinano omogeneizzando i materiali della sezione, nell'ipotesi di conservazione delle sezioni piane. La sollecitazione di taglio viene assorbita dalle sole piastre. È necessario verificare anche le sollecitazioni agenti sulla sezione di legno al netto delle fresate.



MODALITÀ DI CALCOLO | DISTRIBUZIONE DEL MOMENTO SULL'INTERFACCIA ACCIAIO-ADESIVO-LEGNO

Il momento viene ripartito sul numero di superfici di interfaccia e poi scomposto in sforzi, considerando sia l'inerzia polare attorno al baricentro sia le diverse rigidezze del legno. Si ottengono così le massime tensioni tangenziali in direzione ortogonale e parallela alla fibratura, da verificare anche nella loro interazione.



Momento di inerzia polare di metà inserto rispetto al baricentro, pesato sui moduli di taglio del legno:

$$J_P^* = \frac{l_i \cdot h^3}{12} \cdot G + \frac{l_i^3 \cdot h}{12} \cdot G_{rs}$$

Calcolo degli sforzi tangenziali e verifica combinata:

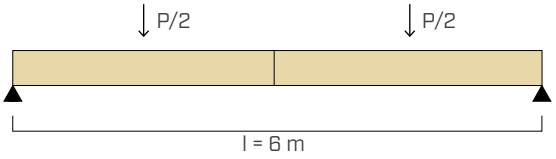
$$\tau_{max,hor} = \frac{(M_d + M_{T,Ed})}{2 \cdot n_i \cdot J_P^*} \cdot \frac{h}{2} \cdot G + \frac{N_d}{2\ n_i\ A_i}$$

$$\tau_{max,vert} = \frac{(M_d + M_{T,Ed}) \cdot e}{2 \cdot n_i \cdot J_P^*} \cdot G_{rs} + \frac{V_d}{2\ n_i\ A_i}$$

$$\sqrt{\left(\frac{\tau_{max,hor}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max,vert}}{f_{v,rs,d}}\right)^2} \leq 1$$

SPERIMENTAZIONE

Viene riportato il calcolo di due giunti a momento realizzati con XEPOX, confrontando il risultato con le prove di flessione a 4 punti effettuate presso il Politecnico di Milano. Si determina il **fattore di sovraresistenza** tra la prova ed il calcolo, che dimostra il buon margine di sicurezza esistente nel calcolo dei giunti. Il valore derivante dalla prova **non è un valore caratteristico e non è da intendersi come valore di utilizzo nel progetto**.



LEGENDA:

B	base della trave
H	altezza della trave
α_1	angolo di inclinazione delle travi
n_i	numero di inserti
S_i	spessore degli inserti metallici
h_i	altezza degli inserti metallici
l_i	lunghezza di inserimento degli inserti metallici
A_i	superficie di metà inserto
e	eccentricità tra il baricentro della piastra e la giunzione di testa
B_n	larghezza della trave a meno delle fresate

σ_t	massima tensione di compressione nel legno
σ_s'	massima tensione di compressione nell'acciaio
σ_s	massima tensione di trazione nell'acciaio
σ_{tm}	sforzo flessionale massimo nel legno
$\tau_{max,hor}$	massimo sforzo tangenziale orizzontale
$\tau_{max,vert}$	massimo sforzo tangenziale verticale
$f_{v,d}$	resistenza a taglio parallelo alla fibra
$f_{v,rs,d}$	resistenza a taglio perpendicolare alla fibra
$k_{c,90}$	parametro da EC 1995 1-1

ESEMPIO 1 | GIUNZIONE DI CONTINUITÀ

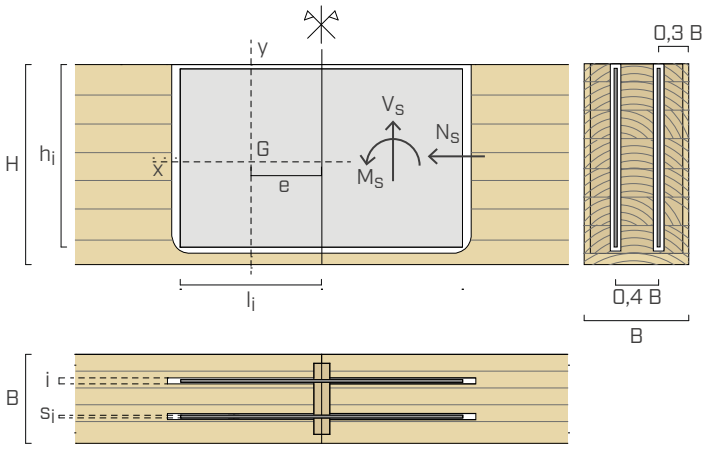
GEOMETRIA DEL NODO: TRAVE E PIASTRE

n_i	2	mm	**B**	200	mm
S_i	5	mm	**H**	360	mm
h_i	320	mm	B_n	182	mm
l_i	400	mm			
e	200	mm			

MATERIALI E DATI DI PROGETTO

Classe di acciaio	**S275**
γ_{M0}	1
Classe del legno	**GL24h**
k_{mod}	1,1
$\gamma_{M\ timber}$	1,3

Inserti metallici sabbiati ad un grado SA2,5/SA3 (ISO8501).



UTILIZZO DI XEPOX

Protezione degli inserti dall'ossidazione con **XEPOX P**. Utilizzo di adesivo **XEPOX F** o **XEPOX L**.

VERIFICHE

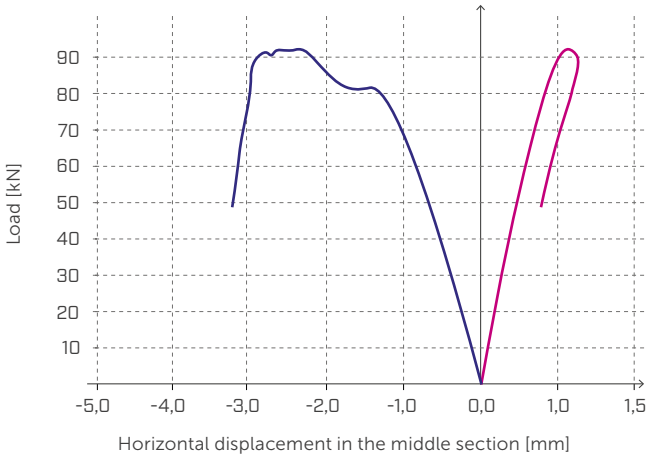
M_d	momento di progetto applicato		**54,3 kNm**
VERIFICA DELLA GIUNZIONE DI TESTA[1], [2]			
			% di verifica
σ_t		10,6 MPa	53 %
$\sigma_{s'}$		185,8 MPa	68 %
σ_s		274,9 MPa	100 %
VERIFICA DELLA SEZIONE DI LEGNO A MENO DELLE FRESATE			
			% di verifica
σ_{tm}		14,1 MPa	70 %
VERIFICA DELLA TENSIONE TANGENZIALE MASSIMA SULLE SUPERFICI DI INTERFACCIA[3], [4]			
			% di verifica
J_p*		$8{,}56*10^{11}$ Nmm^2	
$\tau_{max,hor}$(3)		1,7 MPa	57 %
$\tau_{max,vert}$(3)		0,2 MPa	20 %
verifica combinata			60 %

$M_d = M_{Rd}$	momento applicato = momento resistente di progetto	**54,3 kNm**
M_{TEST}	momento resistente da test	**94,1 kNm**
f	fattore di sovraresistenza	**1,7**

GRAFICO FORZA - SPOSTAMENTO

Spostamento orizzontale delle fibre tese e compresse in mezzeria.

Il grafico mostra lo spostamento maggiore delle fibre tese, validando l'ipotesi di calcolo secondo cui il legno reagisce a compressione insieme agli inserti metallici, spostando l'asse neutro verso l'alto.

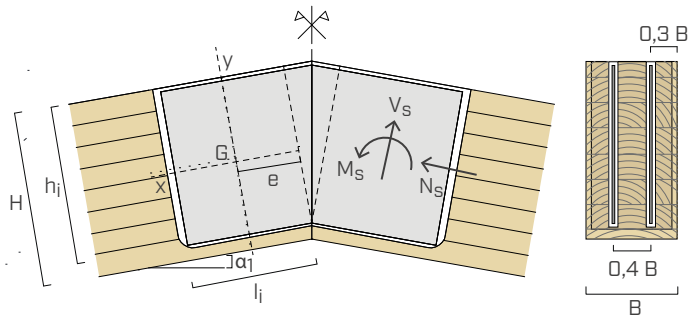


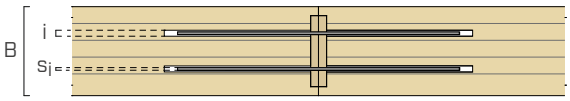
LEMBO SUPERIORE
LEMBO INFERIORE

ESEMPIO 2: GIUNZIONE A GINOCCHIO

GEOMETRIA DEL NODO: TRAVE E PIASTRE

n_i	2	mm	**B**	200	mm
S_i	6	mm	**H**	360	mm
h_i	300	mm	B_n	176	mm
l_i	568	mm	α_1	21,8	°
e	332	mm			





MATERIALI E DATI DI PROGETTO

Classe di acciaio	**S275**
γ_{M0}	1
Classe del legno	**GL32c**
k_{mod}	1,1
$\gamma_{M\ timber}$	1,3

Inserti metallici sabbiati ad un grado SA2,5/SA3 (ISO8501).

UTILIZZO DI XEPOX

Protezione degli inserti dall'ossidazione con **XEPOX P**. Utilizzo di adesivo **XEPOX F** o **XEPOX L**.

VERIFICHE

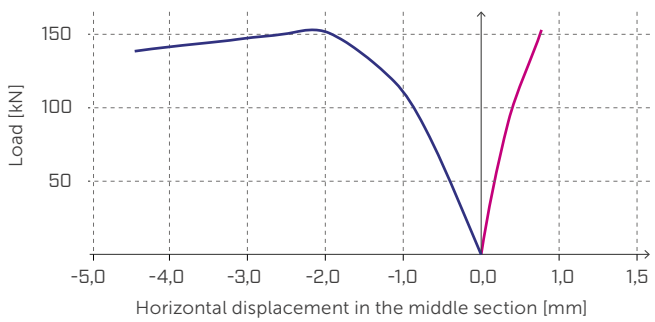
M_d	momento di progetto applicato		**63,5 kNm**
VERIFICA DELLA GIUNZIONE DI TESTA[1], [2]			
			% di verifica
$k_{c,90}$(A)		1,75	
σ_c		12,7 MPa	100 %
$\sigma_{s'}$		180,7 MPa	66 %
σ_s		262,0 MPa	95 %
VERIFICA DELLA SEZIONE DI LEGNO A MENO DELLE FRESATE			
			% di verifica
σ_t		16,7 MPa	62 %
VERIFICA DELLA TENSIONE TANGENZIALE MASSIMA SULLE SUPERFICI DI INTERFACCIA[3], [4]			
			% di verifica
J_P*		$1{,}52*10^{12}$ Nmm^2	
$\tau_{max,hor}$(3)		1,1 MPa	38 %
$\tau_{max,vert}$(3)		0,2 MPa	21 %
verifica combinata			43 %

$M_d = M_{Rd}$	momento applicato = momento resistente di progetto	**63,5 kNm**
M_{TEST}	momento resistente da test	**131,8 kNm**
f	fattore di sovraresistenza	**2,1**

GRAFICO FORZA - SPOSTAMENTO

Spostamento orizzontale delle fibre tese e compresse in mezzeria.

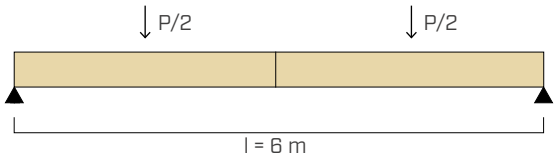
Il grafico mostra lo spostamento maggiore delle fibre tese, validando l'ipotesi di calcolo secondo cui il legno reagisce a compressione insieme agli inserti metallici, spostando l'asse neutro verso l'alto.



LEMBO SUPERIORE
LEMBO INFERIORE

RIGIDEZZA DELLE GIUNZIONI

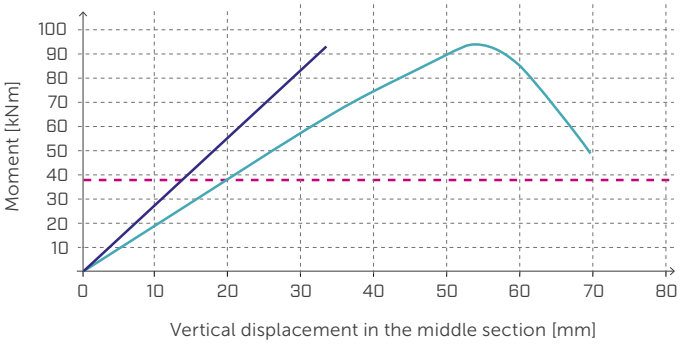
Le giunzioni a momento realizzate con gli adesivi XEPOX garantiscono un'ottima rigidezza agli elementi raccordati. A sostegno di ciò, si confrontano i valori di freccia ottenuti da calcoli analitici per una trave non giuntata di egual luce, sezione e carico, con i dati sperimentali dell'esempio di calcolo 1.



Per ottenere un valore di riferimento della freccia dai dati sperimentali a disposizione, è necessario determinare un carico d'esercizio. Per ottenerlo, è possibile considerare il momento resistente di 54,5 kNm calcolato per la trave dell'esempio di calcolo 1, che idealmente corrisponde alla massima sollecitazione accettabile allo Stato Limite Ultimo. Partendo da questo dato, ed assegnando una distribuzione di carichi realistica sulla trave, è possibile determinare un momento massimo sollecitante in esercizio avvalendosi dei coefficienti di amplificazione dei carichi secondo la normativa di riferimento.
Ipotizzando quindi di dimensionare una copertura piana in legno non calpestabile, si definiscono i seguenti carichi.
$p = 1{,}5\ kN/m^2$; $q = 1{,}5\ kN/m^2$
In questa ipotesi, il carico totale, nella combinazione piu severa d'esercizio, è circa pari al 70% del carico allo Stato Limite Ultimo.
Di conseguenza il momento agente massimo in esercizio è pari a 54,3 x 0,7 = 38 kNm, che causa una freccia istantanea, per la trave non giuntata, di circa 13 mm, mentre la freccia misurata sperimentalmente è pari a 19 mm. L'incremento di spostamento verticale in esercizio si attesta dunque a: l/1050.

GRAFICO MOMENTO - SPOSTAMENTO

TRAVE CON GIUNTO XEPOX
TRAVE CONTINUA
MOMENTO MASSIMO IN ESERCIZIO



NOTE:

(A) $k_{c,90}$ è un fattore che modula la resistenza a compressione del legno in rapporto all'angolo forza-fibra nella formula di Hankinson (EC 1995-1-1, punto 6.1.5). Tuttavia, la formula non considera la stabilizzazione delle fibre di legno offerta dalla resina, che riempie i vuoti del legno; è facoltà del progettista la possibilità di aumentare questo fattore.

(1) Il calcolo della sezione è stato effettuato considerando legami elastico-lineari per tutti i materiali. Si fa presente che, in caso di carichi assiali e di taglio, sia necessario verificare la combinazione di questi sforzi.

(2) In questo calcolo si considera che il cuscinetto di resina consenta un contatto pieno della sezione di interfaccia, e che quindi il legno possa reagire a compressione. In caso di non esecuzione del cuscinetto, si consiglia di verificare il solo inserto metallico come reagente, applicando con i parametri geometrici dell'inserto la formula:

$$f_{yd} \le \frac{M_d}{\frac{B \cdot h^2}{6}}$$

(3) Va precisato che gli adesivi XEPOX sono contraddistinti da resistenze caratteristiche a trazione e a taglio nettamente superiori alle resistenze offerte dal materiale legno e che restano immutate nel tempo. Per tale motivo la verifica della resistenza torsionale delle interfacce viene eseguita valutando il solo lato legno, considerando soddisfatta la medesima verifica per l'adesivo.

(4) La tensione di taglio "τ" dell'interfaccia legno-adesivo-acciaio, trasferita al legno, viene calcolata nel suo valore massimo nel caso di inclinazione parallela o perpendicolare alle fibre del legno. Tali tensioni vengono confrontate per la resistenza a taglio del legno e per la resistenza a "rolling shear", rispettivamente. Il calcolo qui effettuato dovrebbe considerare anche l'entità del momento di trasporto $M_{T,Ed}$ derivante dalla sollecitazione di taglio, qualora fosse presente.

Si precisa che i calcoli sono stati effettuati tenendo in considerazione i valori di k_{mod} e γ_M secondo EN 1995 1-1, e γ_{M0} secondo EN 1993 1-1.