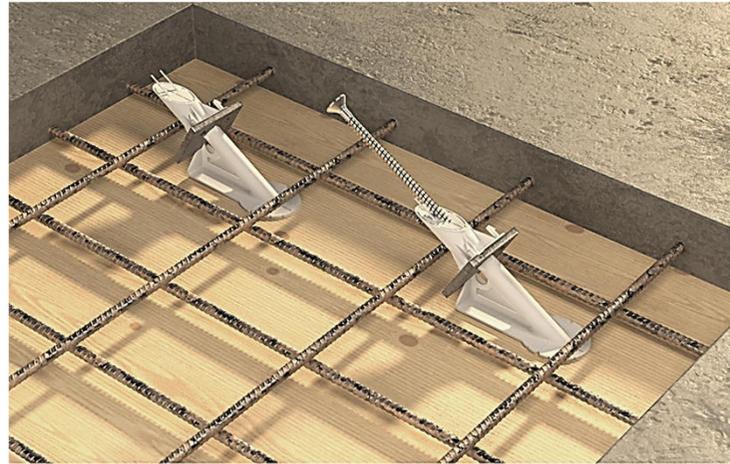


RINFORZO STATICO DEI SOLAI LIGNEI ESISTENTI: BASI DI CALCOLO E NORMATIVE

Data 16/09/ 2022 Ordine degli Ingegneri della provincia di Napoli

Ing. Carlo V. Iervolino - Würth Srl



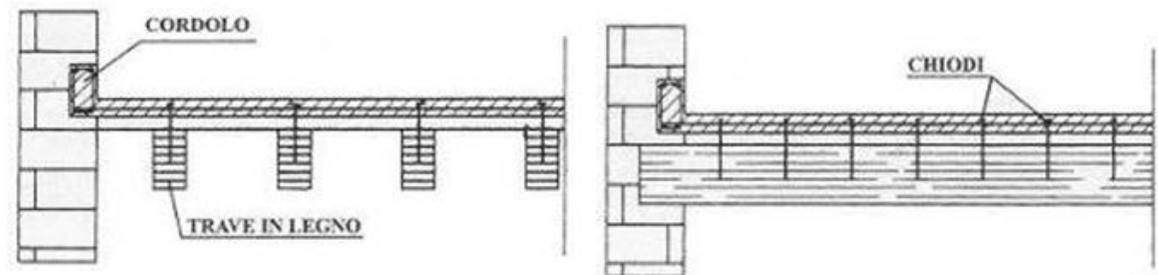
RINFORZO STATICO DEI SOLAI LIGNEI ESISTENTI

1. Introduzione al problema
2. Carichi e sollecitazioni
3. Calcolo della connessione
4. Esempio di calcolo
5. Prodotti in commercio e software di calcolo
6. Dettagli costruttivi
7. Casi limite

1. INTRODUZIONE AL PROBLEMA



I solai sono strutture piane che sopportano direttamente i carichi verticali e li trasferiscono ad altri elementi orizzontali (travi principali) o direttamente agli elementi portanti verticali, con un comportamento flessionale mono o bi-direzionale, a seconda della tipologia degli elementi strutturali utilizzati. Essi possono essere realizzati con elementi trave disposti prevalentemente in una direzione o in più direzioni (in genere ortogonali tra loro), a supporto di tavole o pannelli lignei (o a base di legno) o di elementi in laterizio o di getti di calcestruzzo o di combinazioni o accoppiamenti degli stessi, o con elementi bidimensionali (pannelli) a funzionamento prevalentemente a piastra. I solai fanno parte degli impalcati, che devono svolgere anche le fondamentali funzioni di collegamento nel piano orizzontale di tutti gli elementi portanti verticali, garantendone la stabilità fuori dal piano, e di distribuzione delle azioni orizzontali (mediante la propria rigidità nel piano orizzontale) tra gli elementi resistenti verticali.



1. INTRODUZIONE AL PROBLEMA

L'opportuno accoppiamento di più elementi resistenti, anche di diversa composizione, consente la realizzazione di componenti strutturali con elevata resistenza ed ingombro ridotto.

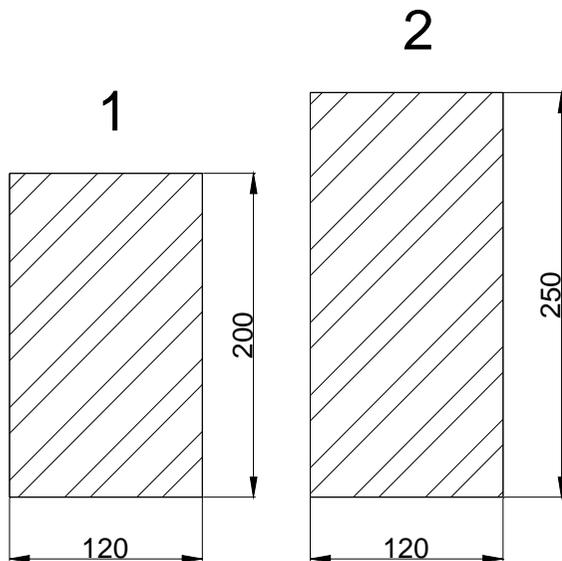


Questo risultato lo si può ottenere (sia per opere di recupero del patrimonio edilizio esistente che per nuove costruzioni) accoppiando alle travi in legno del solaio elementi in calcestruzzo o elementi in legno, attraverso l'impiego di connettori qualificati e opportunamente dimensionati.

1. INTRODUZIONE AL PROBLEMA

Un concetto basilare al quale dobbiamo fare riferimento nell'approccio alla trattazione analitica è che dobbiamo migliorare il comportamento di un elemento funzionante principalmente a flessione.

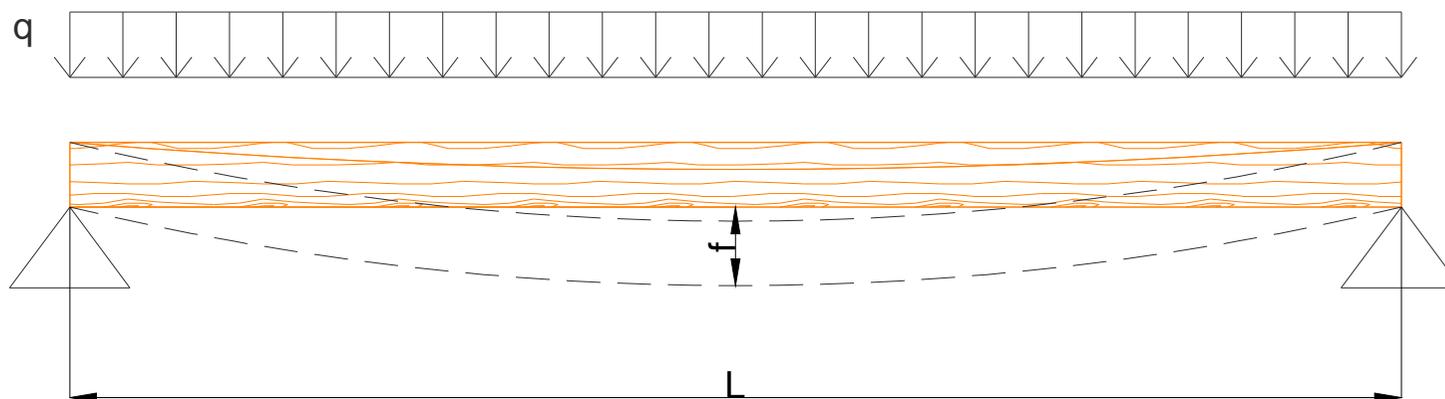
Generalizzando al massimo il problema, possiamo facilmente intuire come un piccolo aumento di altezza della sezione, a parità di caratteristiche meccaniche e delle altre caratteristiche geometriche, comporti un notevole aumento di resistenza.



Con un piccolo aumento dell'altezza della sezione si è ottenuto un aumento del 56,3% del momento al limite elastico.

1. INTRODUZIONE AL PROBLEMA

Analogamente si può dimostrare come si abbia anche una sostanziale riduzione della freccia della trave caricata:



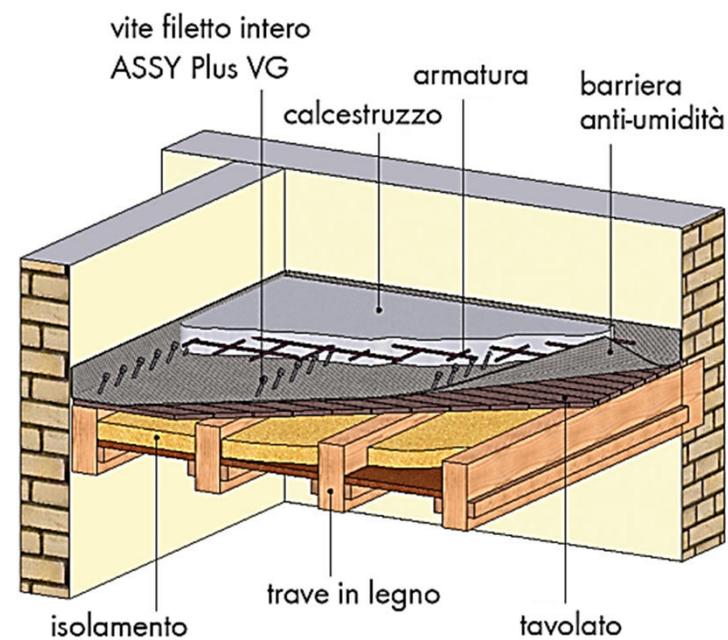
$$f(h_1) = \frac{5}{384} \frac{qL^4}{EI_1}$$

$$f(h_2) = \frac{5}{384} \frac{qL^4}{EI_2}$$

$$f(h_2) = 0,512 f(h_1)$$

1. INTRODUZIONE AL PROBLEMA

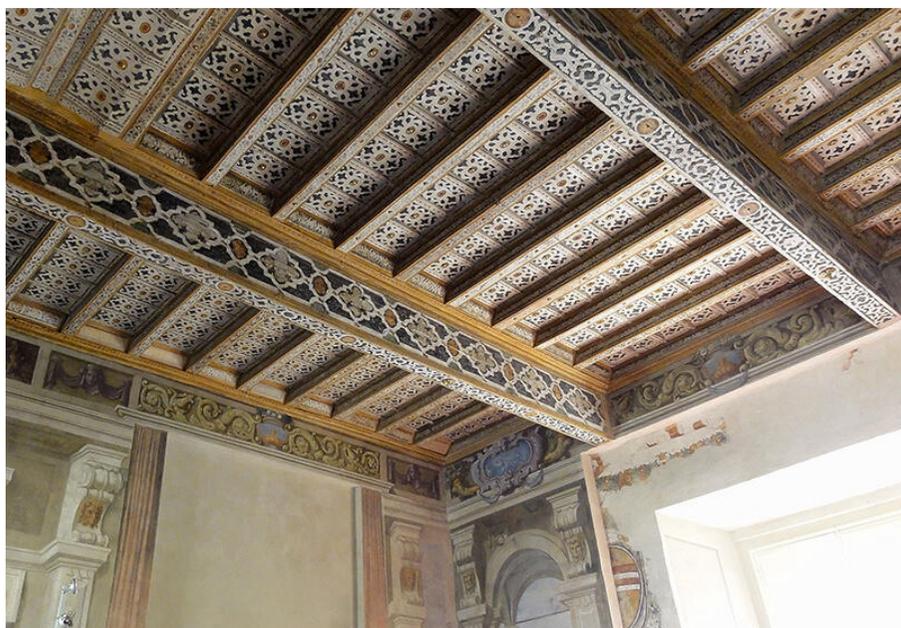
Per quanto riguarda i solai in legno esistenti, l'accoppiamento di un nuovo elemento collaborante (in calcestruzzo o in legno) alle travi consente di adeguarli a nuove esigenze funzionali e/o normative attraverso un intervento meno invasivo rispetto alla sostituzione completa del solaio.



1. INTRODUZIONE AL PROBLEMA

Questo tipo d'intervento diventa quasi l'unica alternativa possibile per l'adeguamento di un solaio ligneo nei centri storici e in tutte quelle situazioni in cui esiste un patrimonio storico e artistico da tutelare.

In questi casi, infatti, spesso la Soprintendenza ai Beni Culturali impone che l'architettura e i materiali costituenti una data opera non vengano mutati rispetto all'esistente e che gli interventi di consolidamento abbiano un impatto minimo sui manufatti.



1. INTRODUZIONE AL PROBLEMA

NORMA ITALIANA	Beni culturali Manufatti lignei Criteri per l'identificazione delle specie legnose	UNI 11118	NORMA ITALIANA	Beni culturali Manufatti lignei Strutture portanti degli edifici - Ispezione <i>in situ</i> per la diagnosi degli elementi in opera	UNI 11119
		MAGGIO 2004			LUGLIO 2004
	Cultural heritage Wooden artefacts Criteria for the identification of the wood species			Cultural heritage Wooden artefacts Load-bearing structures - On site inspections for the diagnosis of timber members	
CLASSIFICAZIONE ICS	01.040.79		CLASSIFICAZIONE ICS	91.080.20	
SOMMARIO	La norma descrive i criteri ed i limiti per l'identificazione della specie legnosa su manufatti e reperti di interesse storico, artistico ed archeologico.		SOMMARIO	La norma stabilisce obiettivi, procedure e requisiti per la diagnosi dello stato di conservazione e la stima della resistenza e della rigidità di elementi lignei in opera nelle strutture portanti di edifici compresi nell'ambito dei beni culturali, attraverso l'esecuzione di ispezioni <i>in situ</i> e l'impiego di tecniche e metodologie di prova non distruttive.	
RELAZIONI NAZIONALI			RELAZIONI NAZIONALI		
RELAZIONI INTERNAZIONALI			RELAZIONI INTERNAZIONALI		
ORGANO COMPETENTE	Commissione "Beni culturali - NORMAL"		ORGANO COMPETENTE	Commissione "Beni culturali - NORMAL"	
RATIFICA	Presidente dell'UNI, delibera del 2 aprile 2004		RATIFICA	Presidente dell'UNI, delibera dell'8 giugno 2004	

1. INTRODUZIONE AL PROBLEMA

PRELEVAMENTO DI UN CAMPIONE

Nel caso in cui si renda necessario, per l'identificazione microscopica, il prelevamento di un campione di legno deve rispondere ai requisiti seguenti.

Numero

Deve essere prelevato un campione per ogni elemento che, sulla base della osservazione macroscopica, lasci supporre l'appartenenza ad un diverso taxon.

Orientamento

In tutti i casi in cui le caratteristiche del manufatto, o di alcune sue parti, lo consentono, il campione deve essere tridimensionale ed orientato in modo che possano essere ricavate le tre sezioni anatomiche di riferimento quali la sezione trasversale, la sezione longitudinale radiale e quella longitudinale tangenziale.

Dimensione

La porzione di legno da rimuovere per l'esecuzione della identificazione microscopica può essere anche molto piccola con lati di dimensioni di qualche millimetro.

Zona di prelevamento

Il prelievo del campione deve essere eseguito in zone del manufatto o del reperto che rendano minimo l'impatto visivo, avendo cura di utilizzare quelle parti che risultassero già parzialmente distaccate a seguito di precedenti danneggiamenti fisici e/o meccanici.

Conservazione del campione

Il campione deve essere riposto in un contenitore recante il codice di identificazione dello stesso. Nel caso di legni imbibiti si deve assicurare che il legno del campione mantenga inalterato il suo stato di saturazione.

OBIETTIVI DELL'ISPEZIONE

Obiettivo dell'ispezione è l'ottenimento delle informazioni sotto elencate relative a ciascun elemento ligneo portante facente parte della struttura oggetto di ispezione, al fine di valutarne l'integrità e le prestazioni:

- a) specie legnosa (o taxon);
- b) umidità del legno ed eventuali gradienti di umidità;
- c) classe di rischio biologico per il legno, secondo le UNI EN 335-1 e UNI EN 335-2;
- d) geometria e morfologia dell'elemento ligneo, con indicazione della posizione ed estensione dei principali difetti, degradamento e danni eventualmente presenti;
- e) posizione, forma e dimensioni delle zone critiche e delle sezioni critiche;
- f) classificazione secondo la resistenza dell'elemento nel suo complesso e/o delle singole zone critiche.

Operazioni per la raccolta di ulteriori informazioni potranno essere concordate tra le parti, in funzione di eventuali altri obiettivi da raggiungere.

CONDIZIONI PRELIMINARI PER L'ESECUZIONE DELL'ISPEZIONE

Per l'esecuzione dell'ispezione in opera devono essere soddisfatte le seguenti condizioni preliminari:

- a) **accessibilità:** gli elementi lignei devono essere accessibili in misura tale da consentire il corretto svolgimento delle procedure di cui in 7;
- b) **pulizia:** le superfici di legno a vista non devono essere ricoperte e mascherate da polvere, sporczia o simili;
- c) **illuminazione:** deve essere tale, per intensità e qualità, da permettere un corretto esame a vista delle superfici legnose.

La mancata o parziale soddisfazione di tali condizioni preliminari può rispettivamente impedire l'ispezione oppure limitare la quantità e qualità delle informazioni da essa ottenibili.

Coerentemente con gli obiettivi dell'ispezione potrà pertanto essere necessaria la realizzazione di opere o di interventi preliminari allo scopo di garantire adeguate condizioni di lavoro.

1. INTRODUZIONE AL PROBLEMA

prospetto 1

Regole di classificazione per elementi strutturali lignei in opera

CARATTERISTICA		CATEGORIA IN OPERA		
		I	II	III
Smussi		$\leq 1/8$	$\leq 1/5$	$\leq 1/3$
Lesioni varie Cretti da gelo Cipollature		assenti	assenti	ammissibili, purché in misura limitata
Nodi singoli		$\leq 1/5$ ≤ 50 mm	$\leq 1/3$ ≤ 70 mm	$\leq 1/2$
Gruppi di nodi		$\leq 2/5$	$\leq 2/3$	$\leq 3/4$
Inclinazione della fibratura (pendenza %)	in sezione radiale	$\leq 1/14$ (~7%)	$\leq 1/8$ (~12%)	$\leq 1/5$ (20%)
	in sezione tangenziale	$\leq 1/10$ (10%)	$\leq 1/5$ (20%)	$\leq 1/3$ (~33%)
Fessurazioni radiali da ritiro		ammissibili, purché non passanti		

prospetto 2

Modalità di misurazione delle caratteristiche quantificabili sugli elementi strutturali lignei in opera

Smussi	Il minore dei due rapporti tra le dimensioni dei cateti dello smusso e la dimensione del lato corrispondente della sezione efficace.
Nodi singoli	Il rapporto fra il diametro minimo del nodo e la dimensione del lato della sezione efficace su cui compare.
Gruppi di nodi	Il rapporto fra la somma dei diametri minimi dei nodi compresi in un tratto di 150 mm e la dimensione del lato della sezione efficace su cui compare.
Inclinazione della fibratura	L'inclinazione delle fessurazioni da ritiro rispetto all'asse longitudinale dell'elemento, misurata sulle facce delle membrature, in zone distanti da nodi o da altre caratteristiche che possano comportare forti deviazioni localizzate della fibratura (per esempio a causa di nodi); la base minima di misura per la determinazione di questo parametro è pari a 150 mm, misurati parallelamente alla dimensione maggiore dell'elemento.

1. INTRODUZIONE AL PROBLEMA

Stati limite! => ulteriori indagini o documenti di comprovata validità

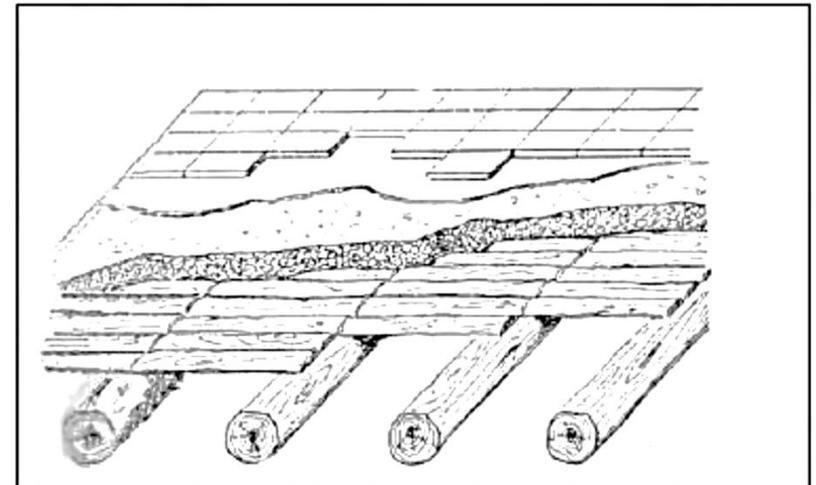
prospetto 3

Tensioni massime per l'applicazione del metodo delle ~~tensioni ammissibili~~ e moduli medi di elasticità a flessione, per le categorie in opera delle principali specie legnose, applicabili per umidità del legno = 12%

Specie	Categoria in opera	Tensioni massime (N/mm ²)					
		compressione		flessione statica	trazione parallela alla fibratura ¹⁾	taglio (parallelo alla fibratura)	modulo di elasticità a flessione
		parallela alla fibratura	perpendicolare alla fibratura				
Abete bianco (Abies alba Mill.)	I	11	2,0	11,5	11	0,9	13 000
	II	9	2,0	10	9	0,8	12 000
	III	7	2,0	7,5	6	0,7	11 000
Abete rosso (Picea abies Karst.)	I	10	2,0	11	11	1,0	12 500
	II	8	2,0	9	9	0,9	11 500
	III	6	2,0	7	6	0,8	10 500
Larice (Larix spp.)	I	12	2,5	13	12	1,1	15 500
	II	10	2,2	11	9,5	1,0	14 500
	III	7,5	2,0	8,5	7	0,9	13 500
Pini (Pinus spp.)	I	11	2,0	12	11	1,0	13 000
	II	9	2,0	10	9	0,9	12 000
	III	7	2,0	8	6	0,8	11 000
Castagno (Castanea sativa Mill.)	I	11	2,0	12	11	0,8	10 000
	II	9	2,0	10	9	0,7	9 000
	III	7	2,0	8	6	0,6	8 000
Pioppo (Populus spp.)	I	10	1,5	10,5	9	0,8	9 000
	II	8	1,5	8,5	7	0,5	8 000
	III	6	1,5	6,5	4,5	0,4	7 000
Quercia (Quercus spp.)	I	12	3,0	13	12	1,2	13 500
	II	10	2,5	11	10	1,0	12 500
	III	7,5	2,2	8,5	7	0,9	11 500

1) La tensione massima a trazione perpendicolare alla fibratura si assume convenzionalmente uguale a zero.

A Napoli, la tipologia più semplice rilevata è quella realizzata con un'orditura di travi di castagno, semplicemente sbazzate, poste in opera ad un interasse di 80 cm.

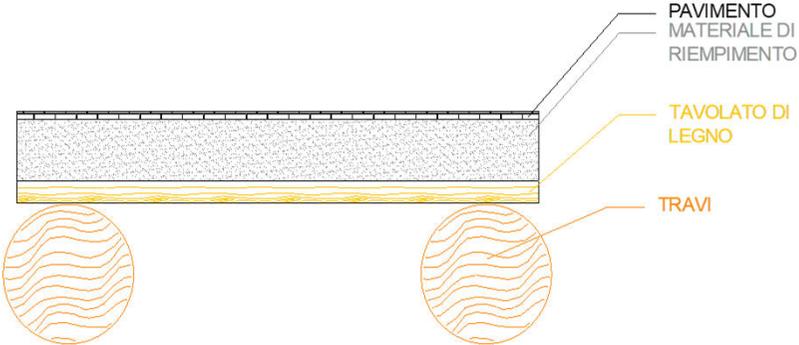


RINFORZO STATICO DEI SOLAI IN LIGNEI ESISTENTI

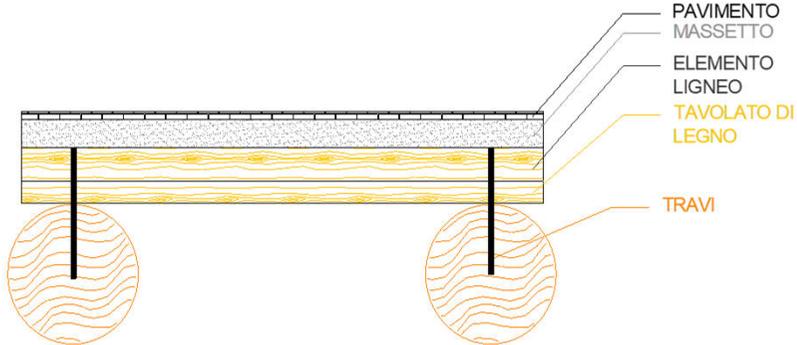
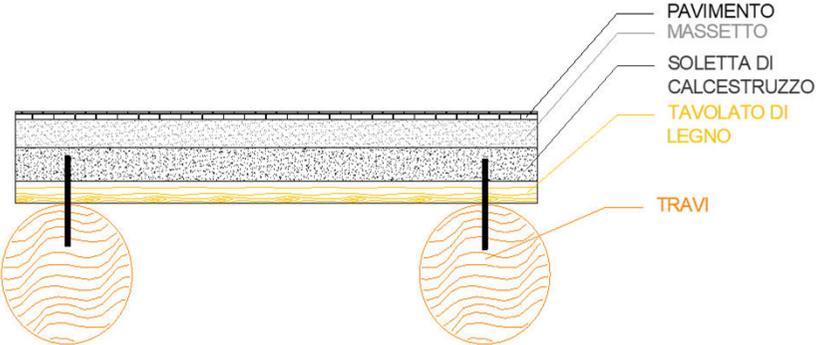
1. Introduzione al problema
2. Carichi e resistenze di progetto
3. Calcolo della connessione
4. Esempio di calcolo
5. Prodotti in commercio e software di calcolo
6. Dettagli costruttivi
7. Casi limite

2. CARICHI E RESISTENZE DI PROGETTO

PRIMA DELL'INTERVENTO



DOPO L'INTERVENTO



2. CARICHI E RESISTENZE DI PROGETTO

Tab. 3.1.I - Pesi dell'unità di volume dei principali materiali

MATERIALI	PESO UNITÀ DI VOLUME [kN/m ³]
Calcestruzzi cementizi e malte	
Calcestruzzo ordinario	24,0
Calcestruzzo armato (e/o precompresso)	25,0
Calcestruzzi "leggeri": da determinarsi caso per caso	14,0 ÷ 20,0
Calcestruzzi "pesanti": da determinarsi caso per caso	28,0 ÷ 50,0
Malta di calce	
Malta di cemento	21,0
Calce in polvere	10,0
Cemento in polvere	
Cemento in polvere	14,0
Sabbia	
Sabbia	17,0
Metalli e leghe	
Acciaio	78,5
Ghisa	72,5
Alluminio	27,0
Materiale lapideo	
Tufo vulcanico	17,0
Calcere compatto	26,0
Calcere tenero	22,0
Gesso	13,0
Granito	27,0
Laterizio (pieno)	18,0
Legnami	
Conifere e pioppo	4,0 ÷ 6,0
Latifoglie (escluso pioppo)	6,0 ÷ 8,0
Sostanze varie	
Acqua dolce (chiara)	9,81
Acqua di mare (chiara)	10,1
Carta	10,0
Vetro	25,0

per elementi divisorii con $G_2 \leq 1,00 \text{ kN/m} : g_2 = 0,40 \text{ kN/m}^2;$
 per elementi divisorii con $1,00 < G_2 \leq 2,00 \text{ kN/m} : g_2 = 0,80 \text{ kN/m}^2;$
 per elementi divisorii con $2,00 < G_2 \leq 3,00 \text{ kN/m} : g_2 = 1,20 \text{ kN/m}^2;$
 per elementi divisorii con $3,00 < G_2 \leq 4,00 \text{ kN/m} : g_2 = 1,60 \text{ kN/m}^2;$
 per elementi divisorii con $4,00 < G_2 \leq 5,00 \text{ kN/m} : g_2 = 2,00 \text{ kN/m}^2.$

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
D	Ambienti ad uso commerciale			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	$\geq 6,00$	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci.	da valutarsi caso per caso e comunque non minori di 5,00 2 x 50,00 1,00**		
H-I-K	Coperture			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e aule, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad altri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4 Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5 Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni $\geq 4,00$ $\geq 4,00$ $\geq 2,00$		

2. CARICHI E RESISTENZE DI PROGETTO

4.4.6. RESISTENZA DI PROGETTO

La durata del carico e l'umidità del legno influiscono sulle proprietà resistenti del legno.

I valori di progetto per le proprietà del materiale a partire dai valori caratteristici si assegnano quindi con riferimento combinato alle classi di servizio e alle classi di durata del carico.

Il valore di progetto X_d di una proprietà del materiale (o della resistenza di un collegamento) viene calcolato mediante la relazione:

$$X_d = \frac{k_{\text{mod}} X_k}{\gamma_M} \quad [4.4.1]$$

dove:

X_k è il valore caratteristico della proprietà del materiale, come specificato al § 11.7, o della resistenza del collegamento. Il valore caratteristico X_k può anche essere determinato mediante prove sperimentali sulla base di prove svolte in condizioni definite dalle norme europee applicabili, come riportato nel paragrafo 11.7;

γ_M è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale, i cui valori sono riportati nella Tab. 4.4.III;

k_{mod} è un coefficiente correttivo che tiene conto dell'effetto, sui parametri di resistenza, sia della durata del carico sia dell'umidità della struttura. I valori di k_{mod} sono forniti nella Tab. 4.4.IV.

Se una combinazione di carico comprende azioni appartenenti a differenti classi di durata del carico si dovrà scegliere un valore di k_{mod} che corrisponde all'azione di minor durata.

Il coefficiente γ_M è valutato secondo la colonna A della tabella 4.4.III. Si possono assumere i valori riportati nella colonna B della stessa tabella, per produzioni continuative di elementi o strutture, soggette a controllo continuativo del materiale dal quale risulti un coefficiente di variazione (rapporto tra scarto quadratico medio e valor medio) della resistenza non superiore al 15%. Le suddette produzioni devono essere inserite in un sistema di qualità di cui al § 11.7.

2. CARICHI E RESISTENZE DI PROGETTO

4.4.5. CLASSI DI SERVIZIO

Le strutture (o parti di esse) devono essere assegnate ad una delle 3 classi di servizio elencate nella Tab. 4.4.II. Il sistema delle classi di servizio ha lo scopo di definire la dipendenza delle resistenze di progetto e dei moduli elastici del legno e materiali da esso derivati dalle condizioni ambientali.

Tab. 4.4.II - Classi di servizio

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

Tab. 4.4.IV - Valori di k_{mod} per legno e prodotti strutturali a base di legno

Materiale	Riferimento	Classe di servizio	Classe di durata del carico					
			Permanente	Lunga	Media	Breve	Istantanea	
Legno massiccio	UNI EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
Legno lamellare incollato (*) LVL	UNI EN 14080 UNI EN 14374, UNI EN 14279	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90	
		1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
Compensato	UNI EN 636:2015	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90	
		1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10	
Pannello di scaglie orientate (OSB)	UNI EN 300:2006	OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		OSB/3	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		OSB/4	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Pannello di particelle (truciolare)	UNI EN 312 :2010	Parti 4, 5	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		Parte 5	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
		Parti 6, 7	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		Parte 7	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Pannello di fibre, pannelli duri	UNI EN 622-2:2005	HB.LA, HB.HLA 1 o 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		HB.HLA 1 o 2	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
		MBH.LA1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
Pannello di fibre, pannelli semiduri	UNI EN 622-3:2005	MBH.HLS1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		2	-	-	-	0,45	0,80	
Pannello di fibra di legno, ottenuto per via secca (MDF)	UNI EN 622-5:2010	MDF.LA, MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		MDF.HLS	2	-	-	-	0,45	0,80

Per i materiali non compresi nella Tabella si potrà fare riferimento ai pertinenti valori riportati nei riferimenti tecnici di comprovata validità indicati nel Capitolo 12, nel rispetto dei livelli di sicurezza delle presenti norme.

(*) I valori indicati si possono adottare anche per i pannelli di tavole incollate a strati incrociati, ma limitatamente alle classi di servizio 1 e 2.

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

Tab. 4.4.III - Coefficienti parziali γ_M per le proprietà dei materiali

Stati limite ultimi	Colonna A	Colonna B
	γ_M	γ_M
combinazioni fondamentali		
legno massiccio	1,50	1,45
legno lamellare incollato	1,45	1,35
pannelli di tavole incollate a strati incrociati	1,45	1,35
pannelli di particelle o di fibre	1,50	1,40
LVL, compensato, pannelli di scaglie orientate	1,40	1,30
unioni	1,50	1,40
combinazioni eccezionali		
	1,00	1,00
Per i materiali non compresi nella Tabella si potrà fare riferimento ai pertinenti valori riportati nei riferimenti tecnici di comprovata validità indicati nel Capitolo 12, nel rispetto dei livelli di sicurezza delle presenti norme.		

Classi di durata del carico

Classe di durata del carico	Ordine di grandezza della durata cumulata del carico caratteristico
Permanente	più di 10 anni
Lunga durata	6 mesi - 10 anni
Media durata	1 settimana - 6 mesi
Breve durata	meno di una settimana
Istantaneo	

Esempi di assegnazioni della durata del carico sono forniti nel prospetto 2.2. Dal momento che i carichi climatici (neve, vento) variano nei diversi Paesi, l'assegnazione delle classi di durata del carico può essere specificata nell'appendice nazionale.

Esempi di assegnazione della durata del carico

Classe di durata del carico	Esempi di carico
Permanente	peso proprio
Lunga durata	immagazzinaggio
Media durata	carico imposto dal solaio, neve
Breve durata	neve, vento
Istantaneo	vento, carico accidentale

2. CARICHI E RESISTENZE DI PROGETTO

4.4.7. STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Le deformazioni di una struttura, dovute agli effetti delle azioni applicate, degli stati di coazione, delle variazioni di umidità e degli scorrimenti nelle unioni, devono essere contenute entro limiti accettabili, sia in relazione ai danni che possono essere indotti ai materiali di rivestimento, ai pavimenti, alle tramezzature e, più in generale, alle finiture, sia in relazione ai requisiti estetici ed alla funzionalità dell'opera.

In generale nella valutazione delle deformazioni delle strutture si deve tener conto della deformabilità dei collegamenti.

Considerando il particolare comportamento reologico del legno e dei materiali derivati dal legno, si devono valutare sia la deformazione istantanea sia la deformazione a lungo termine.

La deformazione istantanea si calcola usando i valori medi dei moduli elastici per le membrature e il valore istantaneo del modulo di scorrimento dei collegamenti.

La deformazione a lungo termine può essere calcolata utilizzando i valori medi dei moduli elastici ridotti opportunamente mediante il fattore $1/(1+k_{def})$, per le membrature, e utilizzando un valore ridotto nello stesso modo del modulo di scorrimento dei collegamenti.

Il coefficiente k_{def} tiene conto dell'aumento di deformabilità con il tempo causato dall'effetto combinato della viscosità, dell'umidità del materiale e delle sue variazioni. I valori di k_{def} sono riportati nella Tab. 4.4.V.

Tab. 4.4.V - Valori di k_{def} per legno e prodotti strutturali a base di legno

Materiale	Riferimento	Classe di servizio		
		1	2	3
Legno massiccio	UNI EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
Legno lamellare incollato *	UNI EN 14080	0,60	0,80	2,00
LVL	UNI EN 14374, UNI EN 14279	0,60	0,80	2,00
Compensato	UNI EN 636:2015	0,80	-	-
		0,80	1,00	-
		0,80	1,00	2,50
Pannelli di scaglie orientate (OSB)	UNI EN 300:2006	OSB/2	2,25	-
		OSB/3 OSB/4	1,50	2,25
Pannello di particelle (truciolare)	UNI EN 312:2010	Parte 4	2,25	-
		Parte 5	2,25	3,00
		Parte 6	1,50	-
		Parte 7	1,50	2,25
Pannello di fibre, pannelli duri	UNI EN 622-2:2005	HB.HLA1	2,25	3,00
		HB.HLA2	2,25	3,00
Pannello di fibre, pannelli semiduri	UNI EN 622-3:2005	MBH.LA1	3,00	-
		MBH.LA2	3,00	-
		MBH.HLS1	3,00	4,00
Pannello di fibra di legno, ottenuto per via secca (MDF)	UNI EN 622-5:2010	MDF.LA	2,25	-
		MDF.HLS	2,25	3,00

Influenza della durata del carico e dell'umidità sulle deformazioni

- (1) Per gli stati limite di esercizio, se la struttura consiste di elementi o componenti aventi differenti proprietà dipendenti dal tempo, si raccomanda che il valore medio finale del modulo di elasticità, $E_{mean,fin}$, del modulo di taglio $G_{mean,fin}$, e del modulo di scorrimento, $K_{ser,fin}$, che sono utilizzati per calcolare la deformazione finale, sia ottenuto dalle espressioni seguenti:

$$E_{mean,fin} = \frac{E_{mean}}{(1 + k_{def})} \quad (2.7)$$

$$G_{mean,fin} = \frac{G_{mean}}{(1 + k_{def})} \quad (2.8)$$

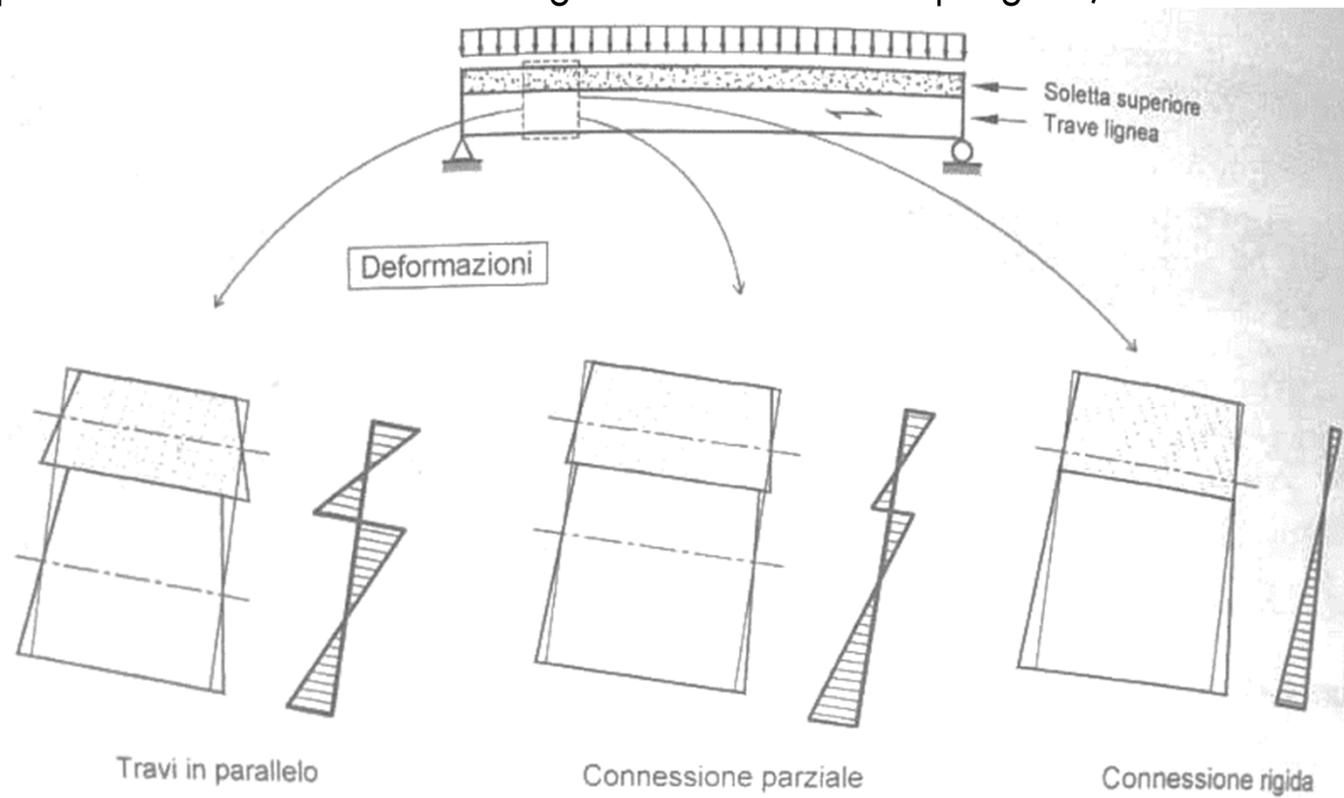
$$K_{ser,fin} = \frac{K_{ser}}{(1 + k_{def})} \quad (2.9)$$

RINFORZO STATICO DEI SOLAI LIGNEI ESISTENTI

1. Introduzione al problema
2. Carichi e resistenze di progetto
3. **Calcolo della connessione**
4. Esempio di calcolo
5. Prodotti in commercio e software di calcolo
6. Dettagli costruttivi
7. Casi limite

3. CALCOLO DELLA CONNESSIONE

Un elemento strutturale composto è tanto più efficiente quanto più è rigida la connessione tra gli elementi che lo compongono (ovvero quanto più è impedito lo scorrimento relativo tra gli elementi che lo compongono).



I casi reali sono intermedi tra il caso di connessione infinitamente deformabile e il caso di connessione infinitamente rigida.

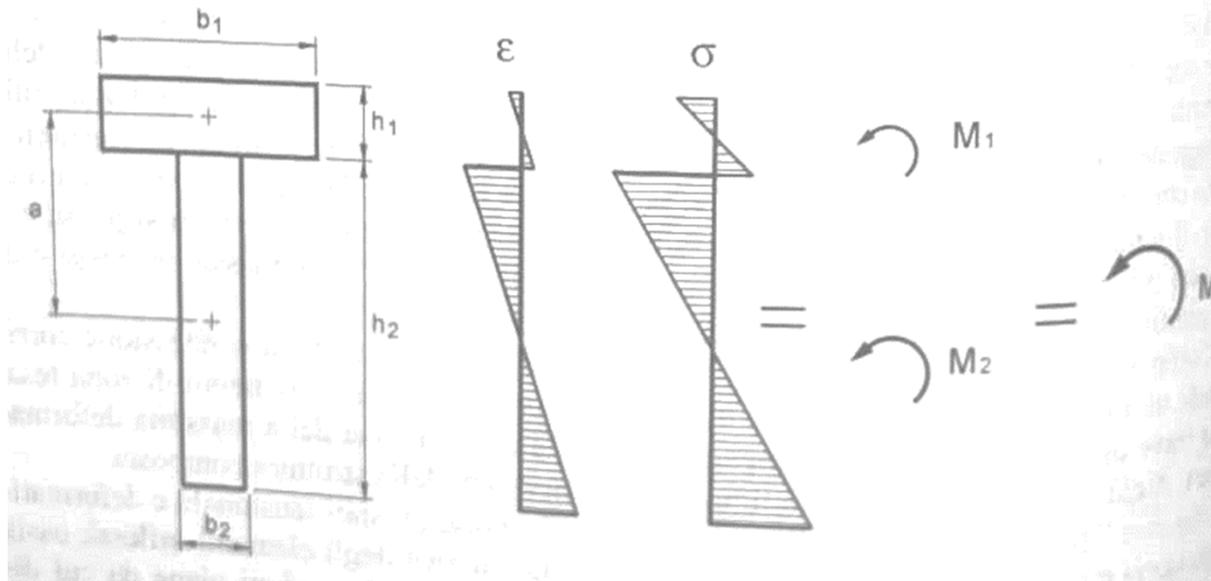
3. CALCOLO DELLA CONNESSIONE



3. CALCOLO DELLA CONNESSIONE

Per comprendere la soluzione analitica dei casi reali è necessario comprendere prima quella dei due casi estremi:

Connessione assente:



[rif. Piazza, Tomasi, Modena, Strutture in legno, Hoepli, 2019]

Affinché la congruenza degli spostamenti sia rispettata, i due elementi presentano la stessa curvatura e il momento sollecitante si ripartisce su essi in base alla rigidità flessionale di ciascuno.

$$EI = \frac{1}{12} (E_1 b_1 h_1^3 + E_2 b_2 h_2^3)$$

$$M_1 = M \frac{E_1 I_1}{EI}$$

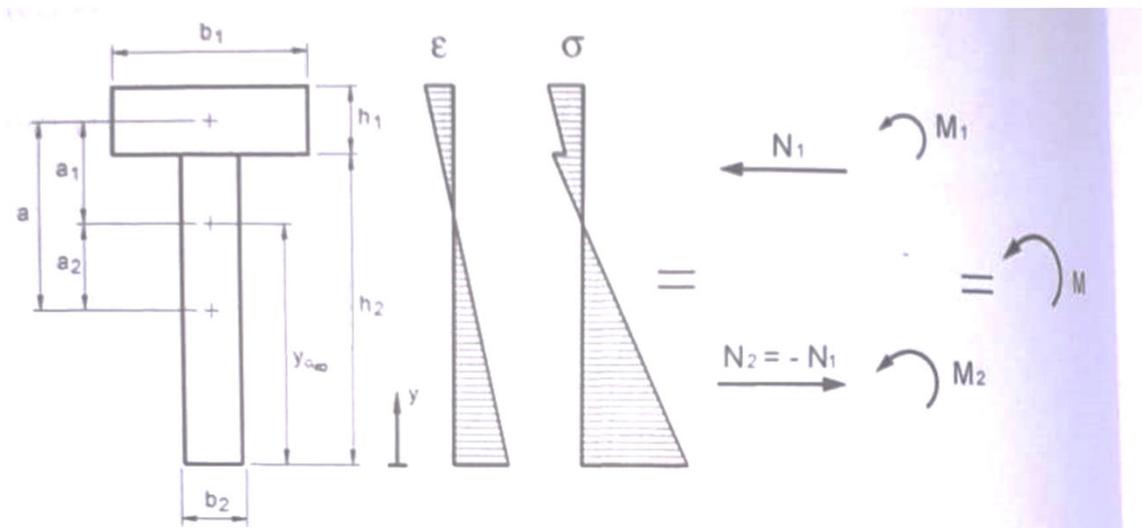
$$M_2 = M \frac{E_2 I_2}{EI}$$

I due elementi scorrono mutuamente all'interfaccia.

3. CALCOLO DELLA CONNESSIONE

Per comprendere la soluzione analitica dei casi reali è necessario comprendere prima quella dei due casi estremi:

Connessione infinitamente rigida:



Rispetto al caso precedente non si hanno scorrimenti all'interfaccia tra i due elementi. Il momento sollecitante M sarà equilibrato dai momenti $M1$ ed $M2$, ma anche dagli sforzi assiali $N1$ ed $N2$.

$$EA = \frac{1}{\frac{1}{E_1 A_1} + \frac{1}{E_2 A_2}}$$

$$EI = \frac{1}{\frac{1}{E_1 A_1} + \frac{1}{E_2 A_2}} a^2 + \frac{1}{12} (E_1 b_1 h_1^3 + E_2 b_2 h_2^3)$$

$$M1 = M \frac{E_1 I_1}{EI} \qquad M2 = M \frac{E_2 I_2}{EI}$$

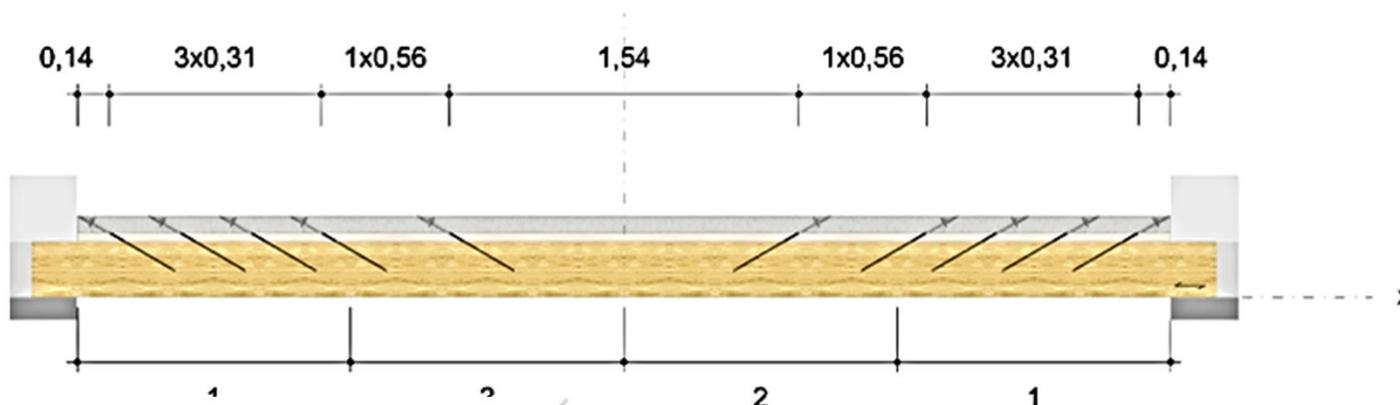
$$M = M1 + M2 + N a \Rightarrow$$

$$N1 = N2 = M \frac{EA a}{EI} \Rightarrow \frac{dN}{dx} = V_s = \frac{EA a}{EI} \frac{dM}{dx} = \frac{EA a}{EI} V$$

Forza di scorrimento all'interfaccia.

3. CALCOLO DELLA CONNESSIONE

Siccome la forza di scorrimento varia con il taglio, in corrispondenza degli appoggi si avrà un passo dei connettori minore rispetto alla zona centrale.



$$s_{eq} = 0,75 s_{min} + 0,25 s_{max}$$

[rif. Piazza, Tomasi, Modena, Strutture in legno, Hoepli, 2019]

3. CALCOLO DELLA CONNESSIONE

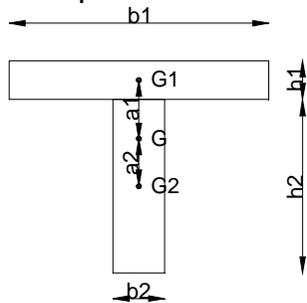
CASI REALI:

Nei casi reali la connessione viene considerata deformabile attraverso la sua rigidezza K_{ser} . La rigidezza della connessione viene tipicamente valutata sperimentalmente e fornita dal produttore del connettore.

Tuttavia esistono delle relazioni analitiche per il calcolo di K_{ser} per spinotti e bulloni calibrati:

$$K_{ser} = \rho_k^{1,5} \frac{d}{23}$$
$$K_u = \frac{2}{3} K_{ser}$$

Nel caso di unioni legno-calcestruzzo, tale valore viene poi raddoppiato. Tale termine viene impiegato per il calcolo della rigidezza flessionale del sistema composto:



$$EI = \sum E_i I_i + \gamma_2 E_2 A_2 a_2^2 + \gamma_1 E_1 A_1 a_1^2$$

$$\gamma_2 = \frac{1}{1}$$
$$\gamma_1 = \frac{1}{\left[1 + \frac{\pi^2 E_1 A_1 s}{K_u L^2} \right]}$$

$$F = \frac{\gamma_1 E_1 A_1 a_1 s}{EI} V$$

Le verifiche degli elementi collegati e dei collegamenti vanno eseguite a tempo 0 e tempo infinito. A tempo infinito i moduli elastici dei materiali e la rigidezza della connessione vanno opportunamente modificati attraverso dei coefficienti riduttivi (k_{def}).

3. CALCOLO DELLA CONNESSIONE

CASI REALI:

CNR DT 206 R1/2018

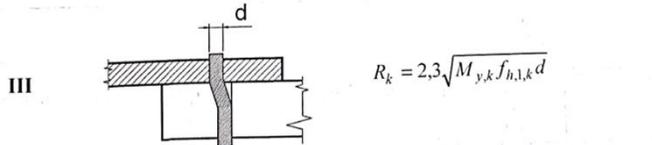
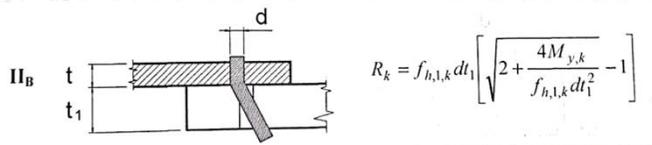
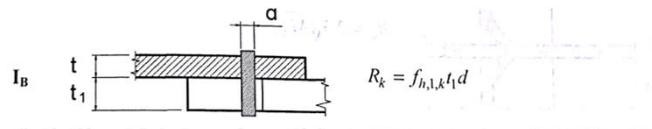
Tipo di connettore	Valori legno-legno, legno-acciaio
Spineggi, bulloni calibrati*, viti, chiodi con prefabbricati	$k_{ser}^{1,5} \cdot \frac{d}{25}$
Chiodi (senza prefabbricati)	$k_{ser}^{1,5} \cdot \frac{d^{0,25}}{30}$
Carrucelle e gallette	$k_{ser}^{1,5} \cdot \frac{d^{0,25}}{20}$
Aranchi (tipo A secondo EN 912)	$k_{ser} \cdot \frac{d}{2}$
Caviglie (tipo B secondo EN 912)	$k_{ser} \cdot \frac{d}{2}$
Piastre dentate singole (tipo C1-C9 secondo EN 912)	$1,5 k_{ser} \cdot \frac{d}{4}$
Piastre dentate doppie (tipo C10 e C11 secondo EN 912)	$k_{ser} \cdot \frac{d}{2}$

In mancanza di più accurate valutazioni, teoriche o sperimentali, di comprovata validità, per le unioni legno-calcestruzzo e legno-acciaio con elementi a diretto contatto e, nel caso dell'acciaio, con piastre spesse (punto 8.3.7.1.3) e fori calibrati, si utilizza nel calcolo la massa volumica del legno e il valore risultante di K_{ser} può essere raddoppiato.

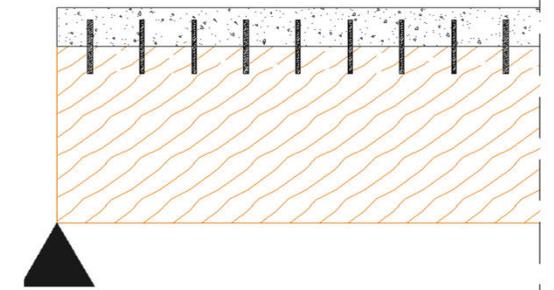
Per tipi di unione diversi il corrispondente valore di K_{ser} sarà definito sulla base di risultati di adeguate indagini sperimentali.

3. CALCOLO DELLA CONNESSIONE

LA VERIFICA DELLA CONNESSIONE LEGNO-CALCESTRUZZO CON VITI:



$$V_k = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,k} l d \\ f_{h,k} l d \left[\sqrt{2 + \frac{4M_{y,k}}{f_{h,k} l^2 d}} - 1 \right] \\ 2,3 \sqrt{M_{y,k} f_{h,k} d} \end{array} \right.$$



$$f_{h,k} = 0,082(1 - 0,01d) \rho_k$$

$f_{h,k}$ - resistenza caratteristica al rifollamento del legno [N/mm²]

d - diametro del connettore

$M_{y,k}$ - momento di snervamento del connettore

V_k - resistenza caratteristica a taglio della connessione per singolo piano di taglio

l - profondità d'inserimento del connettore nel legno

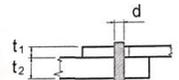
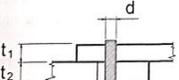
ρ_k - massa volumica caratteristica del legno [kg/m³]

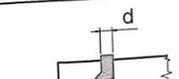


3. CALCOLO DELLA CONNESSIONE

LA VERIFICA DELLA CONNESSIONE LEGNO-LEGNO CON VITI:

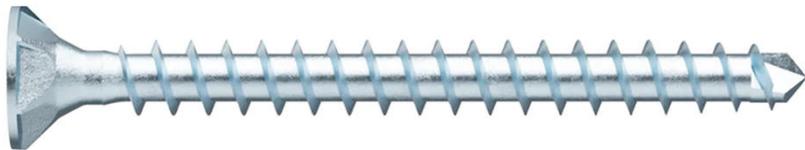
Tabella 3.7 Unioni legno-legno ad un piano di taglio

Modi di rottura	Valori caratteristici di resistenza a taglio
 I _A	$R_k = f_{h,1,k} t_1 d$
 I _B	$R_k = f_{h,2,k} t_2 d$
 I _C	$R_k = f_{h,1,k} d \frac{t_1}{1+\beta} \left[\sqrt{\beta + 2\beta^2 \left(1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right) + \beta^3 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right]$

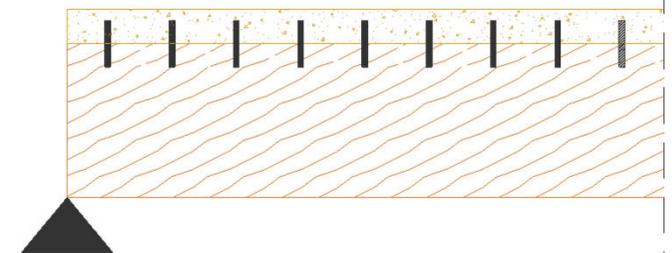
Modi di rottura	Valori caratteristici di resistenza a taglio
 II _A	$R_k = 1,1 \frac{f_{h,1,k} d t_1}{2 + \beta} \left[\sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta) M_{y,k}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - \beta \right]$
 II _B	$R_k = 1,1 \frac{f_{h,1,k} d t_2}{1 + 2\beta} \left[\sqrt{2\beta^2(1 + \beta) + \frac{4\beta(1 + 2\beta) M_{y,k}}{f_{h,1,k} d t_2^2}} - \beta \right]$
 III	$R_k = 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2 M_{y,k} f_{h,1,k} d}$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} - \text{rapporto tra le tensioni caratteristiche a rifollamento}$$

$$f_{h,k} = 0,082(1 - 0,01d)\rho_k$$

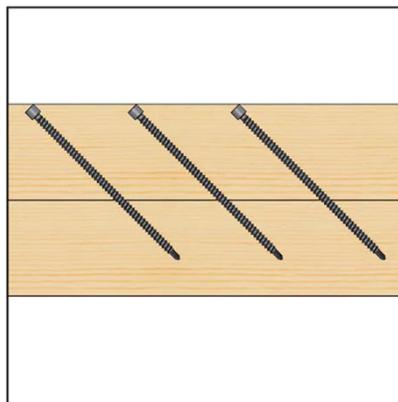
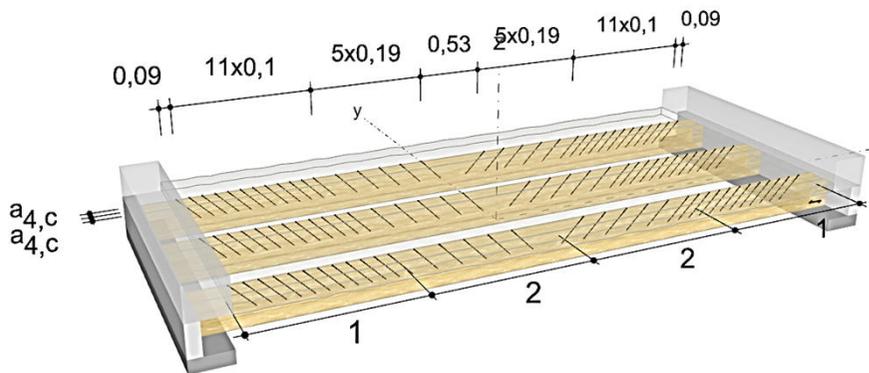


[rif. Piazza, Tomasi, Modena, Strutture in legno, Hoepli, 2019]



3. CALCOLO DELLA CONNESSIONE

Verifica della connessione



Si raccomanda che la capacità caratteristica a estrazione di connessioni realizzate con viti caricate assialmente sia assunta come:

$$F_{ax,\alpha,Rk} = n_{ef}(\pi d l_{ef})^{0,8} f_{ax,\alpha,k} \quad (8.38)$$

dove:

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

n_{ef} è il numero efficace di viti;

d è il diametro esterno misurato sulla parte filettata;

l_{ef} è la lunghezza di penetrazione, dal lato della punta, della parte filettata meno un diametro della vite;

$f_{ax,\alpha,k}$ è la resistenza caratteristica a estrazione, secondo un angolo α rispetto alla direzione della fibratura.

Si raccomanda che la resistenza caratteristica a estrazione secondo un angolo α rispetto alla fibratura sia assunta come:

$$f_{ax,\alpha,k} = \frac{f_{ax,k}}{\sin^2 \alpha + 1,5 \cos^2 \alpha} \quad (8.39)$$

dove:

$$f_{ax,k} = 2,0 \cdot 10^{-3} \rho_k^{0,2} \quad (8.40)$$

dove:

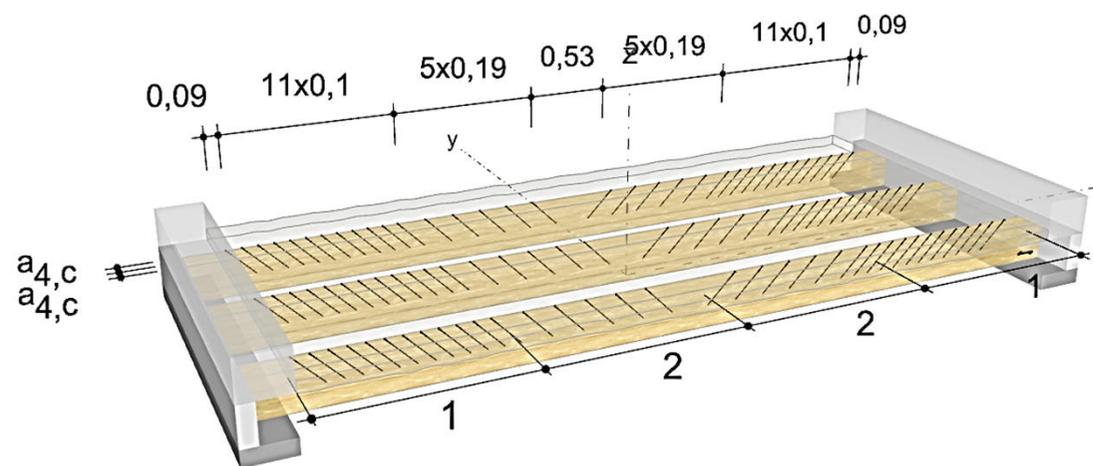
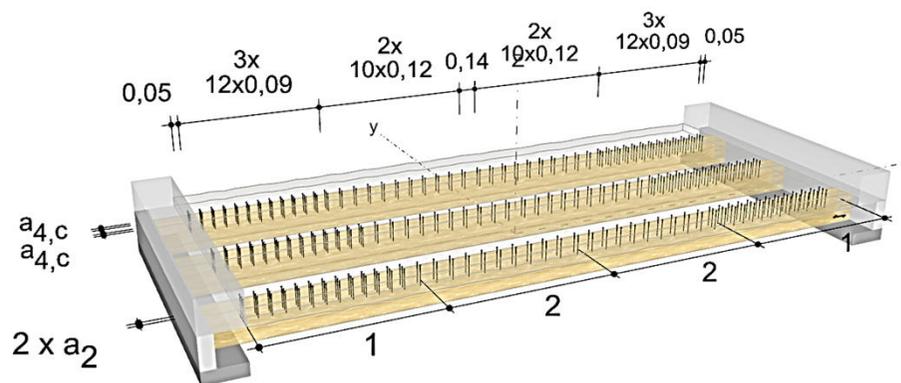
$f_{ax,k}$ è la resistenza caratteristica a estrazione, secondo un angolo α rispetto alla direzione della fibratura;

f_{ax} è la resistenza caratteristica a estrazione originariamente alla direzione della fibratura;

ρ_k è la massa volumica caratteristica, in kg/m³.

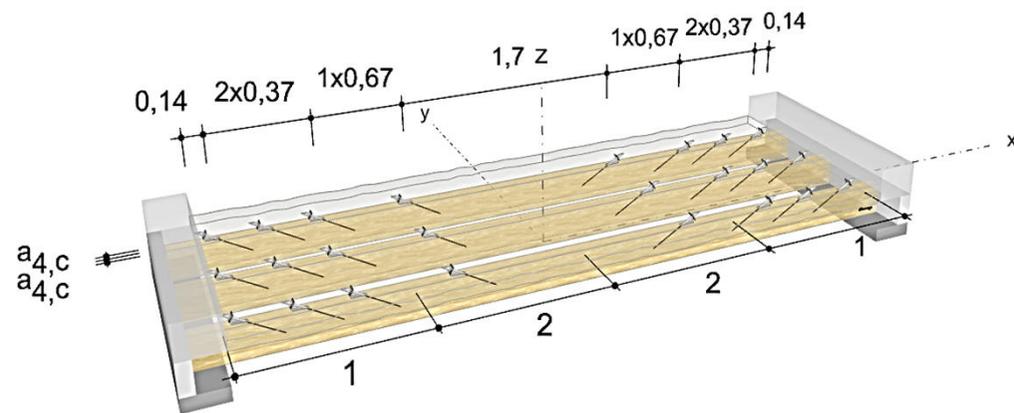
3. CALCOLO DELLA CONNESSIONE

CONFRONTO TRA VITI PERPENDICOLARI ALLA TRAVE E VITI INCLINATE:



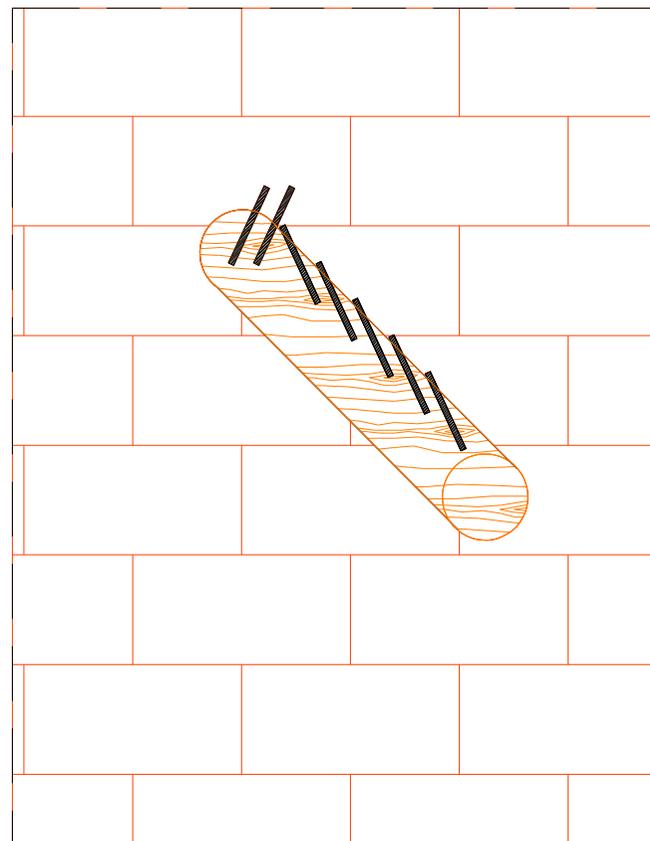
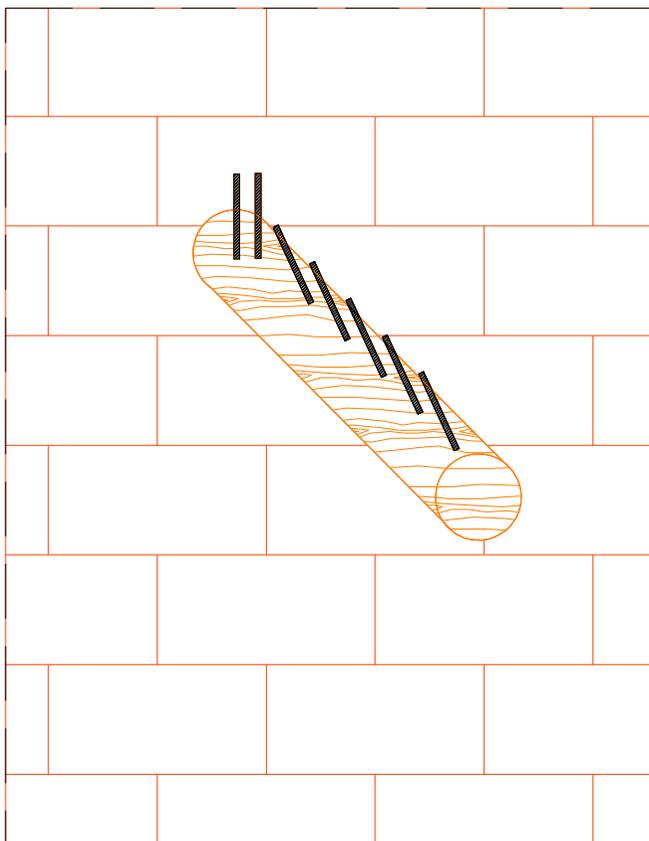
Posizionare le viti inclinate rispetto all'asse della trave invece che in maniera perpendicolare ad esso, comporta una serie di vantaggi:

- a) riduzione del costo del materiale
- b) Riduzione del costo della manodopera
- c) Ridotta invasività dell'intervento nei confronti delle travi



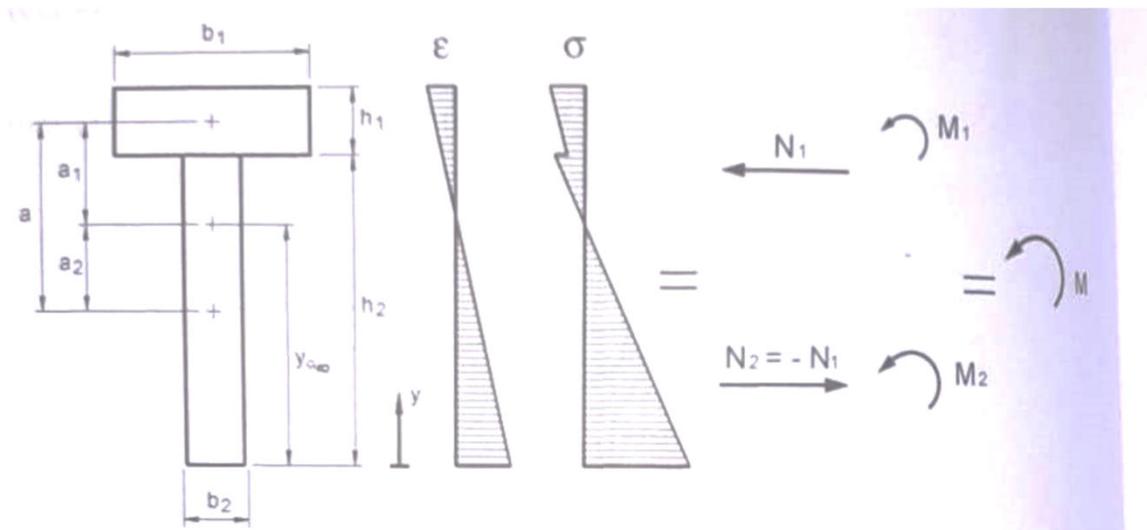
3. CALCOLO DELLA CONNESSIONE

CONFRONTO TRA VITI PERPENDICOLARI ALLA TRAVE E VITI INCLINATE:



4. VERIFICA DELLA SEZIONE COMPOSTA

Una volta determinata la rigidezza efficace della sezione è possibile calcolare le sollecitazioni normali e flessionali agenti sull'elemento i-esimo della sezione composta.



$$N_{i,d} = \frac{\gamma_i E_i a_i A_i}{EI} M_d$$

$$M_{i,d} = \frac{E_i I_i}{EI} M_d$$

$$\sigma_i \pm \sigma_{m,i} = \left(\frac{\gamma_i E_i a_i}{EI} \pm \frac{0,5 E_i h_i}{EI} \right) M_d$$

Tensione media baricentrica elemento i-esimo

Componente flessionale di tensione da sommare o sottrarre alla tensione media baricentrica per ottenere le tensioni ai lembi degli elementi costituenti.

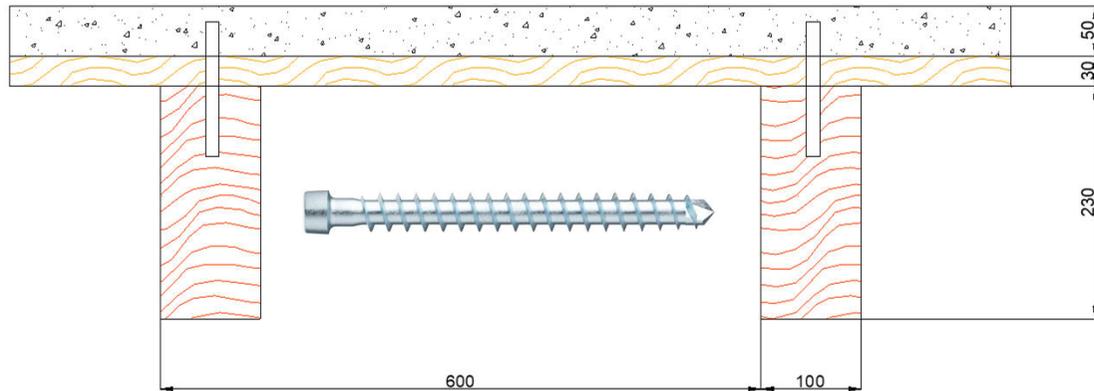
Si considera solo l'elemento d'anima resistente a taglio

$$\tau_{max,2} = \left(\frac{0,5 E_2 a_2^2}{EI} \right) V_d$$

RINFORZO STATICO DEI SOLAI LIGNEI ESISTENTI

1. Introduzione al problema
2. Carichi e resistenze di progetto
3. Calcolo della connessione
4. Verifica della sezione composta
5. Esempio di calcolo
6. Prodotti in commercio e software di calcolo
7. Dettagli costruttivi
8. Casi limite

5. ESEMPIO DI CALCOLO



$$K_{ser} = \rho_k^{1,5} \frac{d}{23}$$

$$K_u = \frac{2}{3} K_{ser}$$

Nel caso di unioni legno-calcestruzzo, tale valore viene poi raddoppiato. Tale termine viene impiegato per il calcolo della rigidità flessionale del sistema composto:

$$f_{h,k} = 0,082(1 - 0,01d)\rho_k$$

$$s_{eq} = 0,75 s_{min} + 0,25 s_{max} = 125 \text{ [mm]}$$

Fino a 1/3 dagli appoggi
100 [mm]

Nella zona centrale
200 [mm]

densità legno	ρ_k	[kg/m ³]	380
diametro effettivo del connettore	d_{eff}	[mm]	7
rigidezza connettore	k_{ser}	[N/mm]	4509,0
	k_u	[N/mm]	3006,0
resistenza caratteristica a rifollamento	$f_{h,k}$	[MPa]	28,98
resistenza a trazione connettore	$f_{u,k}$	[MPa]	540
momento di snervamento connettore	$M_{y,k}$	[Nmm]	14817,6

5. ESEMPIO DI CALCOLO

carico uniformemente distribuito	q	[kN/m]	3,83
luce	L	[m]	5
taglio massimo	Tmax	[kN]	9,6
momento massimo	Mmax	[kNm]	12,0

$$T_{max} = \frac{qL}{2} \text{ [kN]}$$

$$M_{max} = \frac{qL^2}{8} \text{ [kNm]}$$



5. ESEMPIO DI CALCOLO

Verifica della connessione

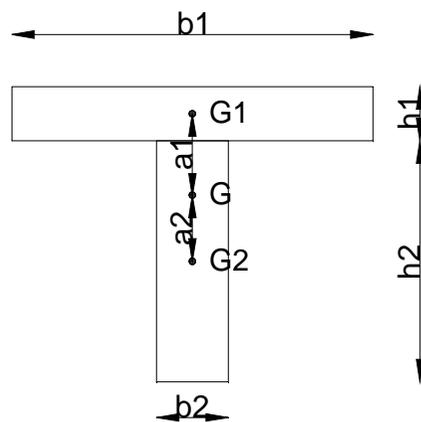
$$EA = \frac{1}{\frac{1}{E_1 A_1} + \frac{1}{E_2 A_2}}$$

$$EI = E_1 \frac{b_2 h_2^3}{12} + E_2 \frac{b_2 h_2^3}{12} + E_1 A_1 a_1^2 + E_2 A_2 a_2^2$$

$$a_2 = \frac{\gamma_1 E_1 A_1 a}{\gamma_1 E_1 A_1 + E_2 A_2}$$

$$a_1 = a - a_2$$

$$\gamma_1 = \frac{1}{\left[1 + \frac{\pi^2 E_1 A_1 s}{K_{ser} L^2} \right]}$$



carico uniformemente distribuito	q	[kN/m]	3,83
luce	L	[m]	5
taglio massimo	Tmax	[kN]	9,6
momento massimo	Mmax	[kNm]	12,0
modulo elastico cls	E ₁	[MPa]	31447
modulo elastico legno	E ₂	[MPa]	11600
base cls	b ₁	[mm]	600
altezza cls	h ₁	[mm]	50
base legno	b ₂	[mm]	100
altezza legno	h ₂	[mm]	230
area cls	A ₁	[mm ²]	30000
area legno	A ₂	[mm ²]	23000
rigidezza assiale sez. composta	EA	[N]	207981910,6
momento d'inerzia cls	I ₁	[mm ⁴]	6250000
momento d'inerzia legno	I ₂	[mm ⁴]	101391666,7
coeff. Rigidezza connessione	γ ₁	[-]	0,06
distanza baricentro cls	a ₁	[mm]	139,98
distanza baricentro legno	a ₂	[mm]	30,02
distanza tra baricentri	a	[mm]	170

5. ESEMPIO DI CALCOLO

Verifica della connessione

$$\sigma_1 \pm \sigma_{m,1} = \left(\frac{\gamma_1 E_1 a_1}{EI} \pm \frac{0,5 E_1 h_1}{EI} \right) M_d$$

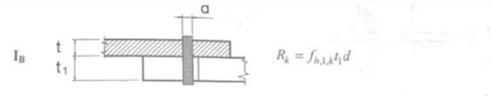
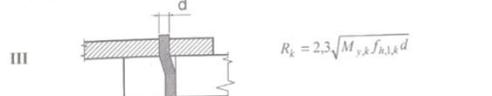
$$\tau_{max,2} = \left(\frac{0,5 E_2 a_2^2}{EI} \right) V_d$$

$$F = \frac{\gamma_1 E_1 A_1 a_1 s}{EI} V$$

$$V_k = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,k} l d \\ f_{h,k} l d \left[\sqrt{2 + \frac{4M_{y,k}}{f_{h,k} l^2 d}} - 1 \right] \\ 2,3 \sqrt{M_{y,k} f_{h,k} d} \end{array} \right.$$

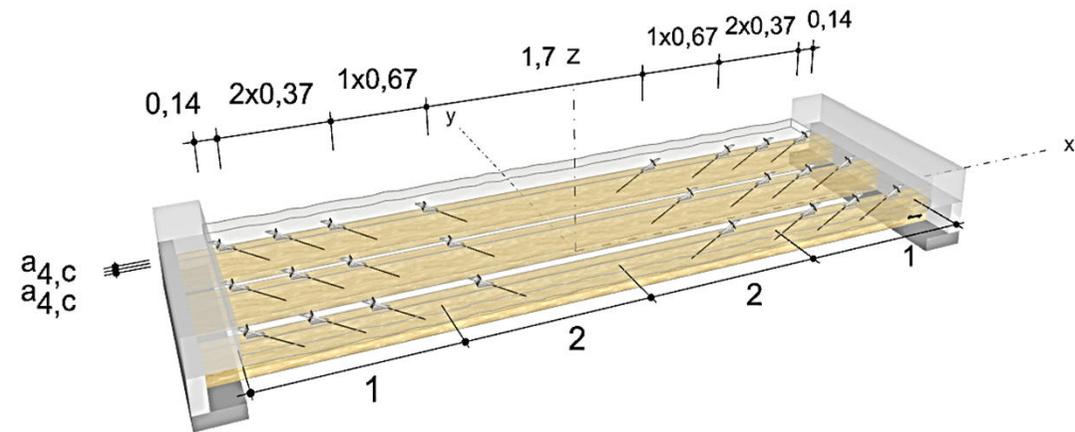
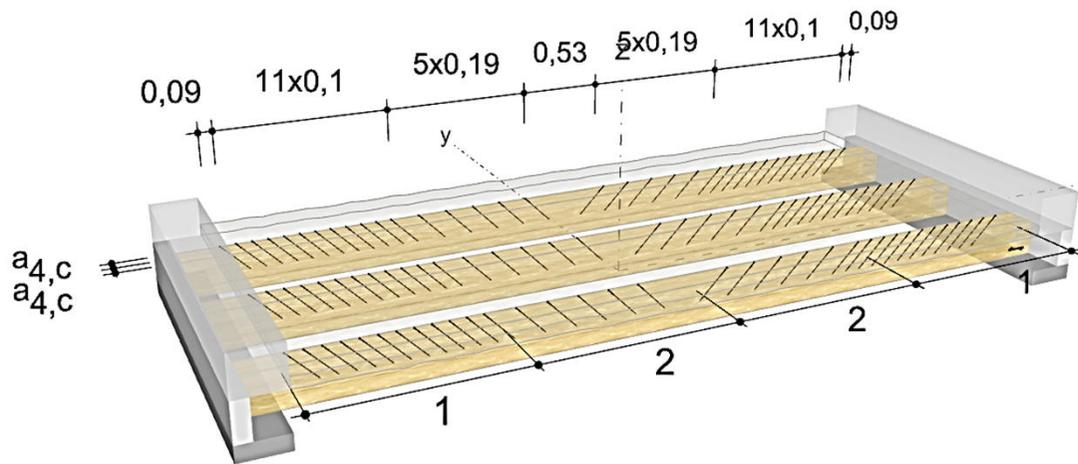
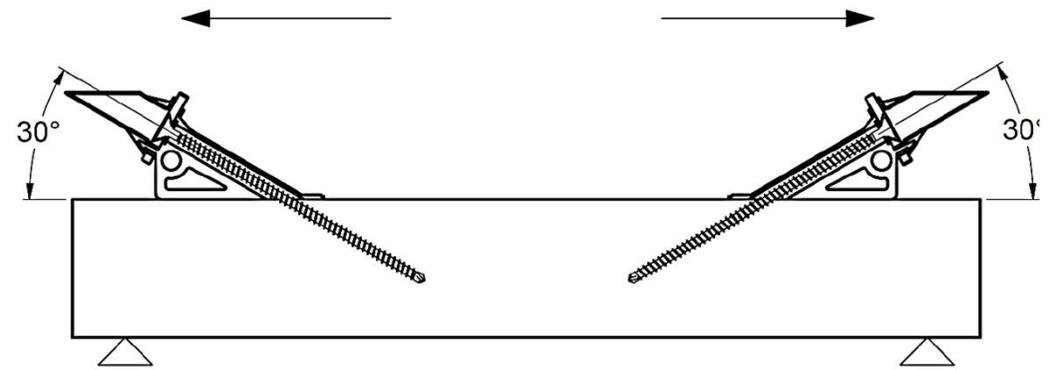
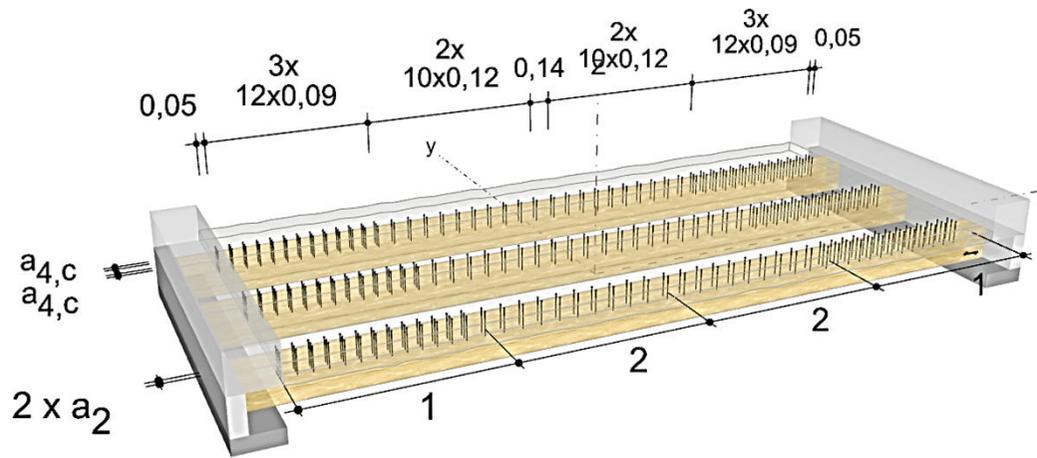
$$f_{h,k} = 0,082(1 - 0,01d) \rho_k$$

rigidezza flessionale sezione composta	EI	[Nmm ²]	2.73E+12
Forza sul connettore più sollecitato	F _d	[kN]	3,51

RESISTENZA CONNETTORE A TAGLIO			
momento di snervamento connettore	M _{y,k}	[Nmm]	14817,6
resistenza caratteristica a rifollamento	f _{h,k}	[MPa]	28,98
diametro	d	[mm]	8,4
infissione	l	[mm]	140
	V ₁	[kN]	34,1
	V ₂	[kN]	14,27
	V ₃	[kN]	4,37
	k _{mod}	[-]	0,8
	γ _M	[-]	1,5
	V _d	[kN]	2,33

5. ESEMPIO DI CALCOLO

Verifica della connessione



5. ESEMPIO DI CALCOLO

Verifiche al tempo $t=\infty$

A lungo termine le verifiche dovranno tener conto della riduzione del valore del modulo elastico e di scorrimento. Per il calcolo della freccia sarà necessario considerare i k_{def} opportuni che andranno modificare i moduli elastici di calcestruzzo e legno, ma anche il modulo k_{ser} del connettore.

$$f_0 = \frac{5 q L^4}{384(EI)_{t=0}} \quad f_\infty = \frac{5 q L^4}{384(EI)_{t=\infty}}$$

NTC 2018 §4.4.7

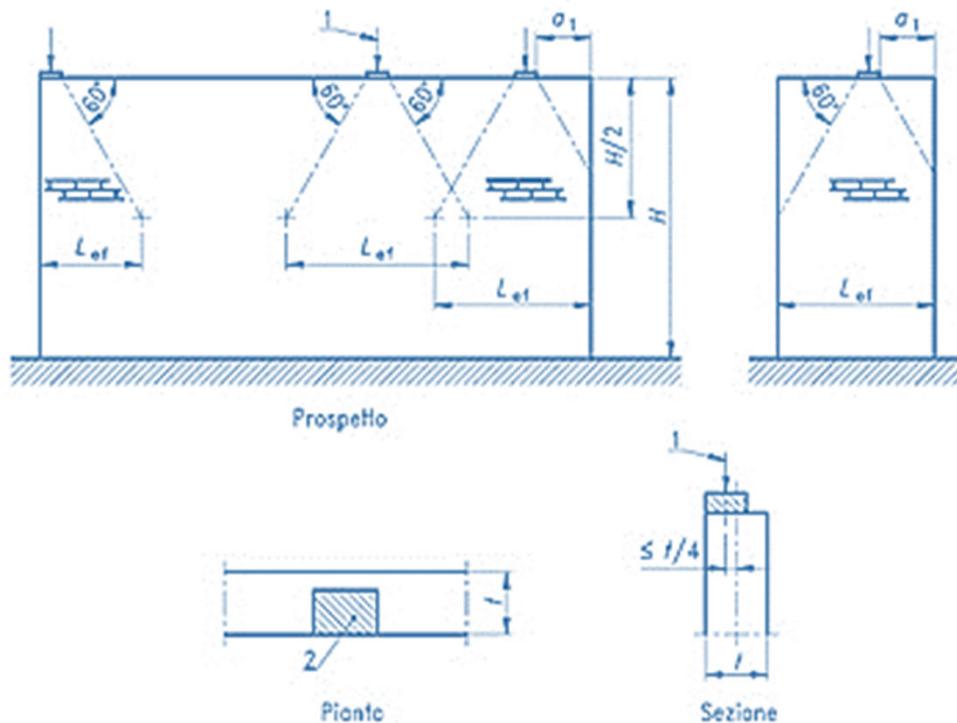
La freccia (valore dello spostamento ortogonale all'asse dell'elemento) netta di un elemento inflesso è data dalla somma della freccia dovuta ai soli carichi permanenti, della freccia dovuta ai soli carichi variabili, dedotta dalla eventuale contrefreccia (qualora presente).

Nei casi in cui sia opportuno limitare la freccia istantanea dovuta ai soli carichi variabili nella combinazione di carico rara, in mancanza di più precise indicazioni, si raccomanda che essa sia inferiore a $L/300$, essendo L la luce dell'elemento o, nel caso di mensole, il doppio dello sbalzo.

Nei casi in cui sia opportuno limitare la freccia finale, in mancanza di più precise indicazioni, si raccomanda che essa sia inferiore a $L/200$, essendo L la luce dell'elemento o, nel caso di mensole, il doppio dello sbalzo.

5. ESEMPIO DI CALCOLO

Verifica muratura dell'appoggio



$$N_{Edc} \leq N_{Rdc}$$

$$N_{Rdc} = A_b f_b \beta \quad \beta = \left[(1 + 0,15 x) \left(1,5 - 1,1 \frac{A_b}{A_{ef}} \right) \right]$$

- x vale $2a_1/H$ e comunque non maggiore di 1,0;
- a_1 è la distanza dalla fine della parete del bordo più vicino all'impronta del carico;
- H è l'altezza della parete al livello del carico;
- A_b è l'area di impronta del carico;
- A_{ef} è l'area effettiva della parete che vale t^*L_{ef} e comunque non maggiore di $2,2A_b$;
- t è lo spessore della parete;
- L_{ef} è la lunghezza effettiva determinata a metà altezza della parete;
- N_{Edc} è il valore di progetto del carico concentrato;
- N_{Rdc} è la resistenza di progetto
- A_b è l'area d'appoggio del carico concentrato
- f_d è la resistenza di progetto a compressione della muratura.

5. ESEMPIO DI CALCOLO

Verifica muratura dell'appoggio

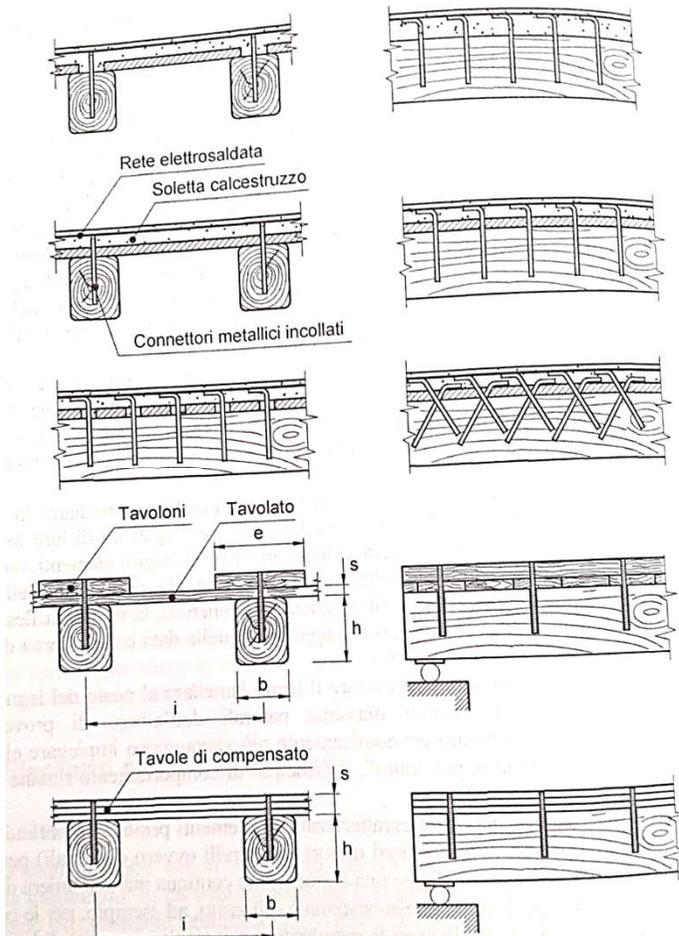
Tabella C8.5.I - Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: f = resistenza media a compressione, τ_0 = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), f_{v0} = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), E = valore medio del modulo di elasticità normale, G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, w = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f	τ_0	f_{v0}	E	G	w
	(N/mm ²)	(kN/m ³)				
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	- -	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13 + 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

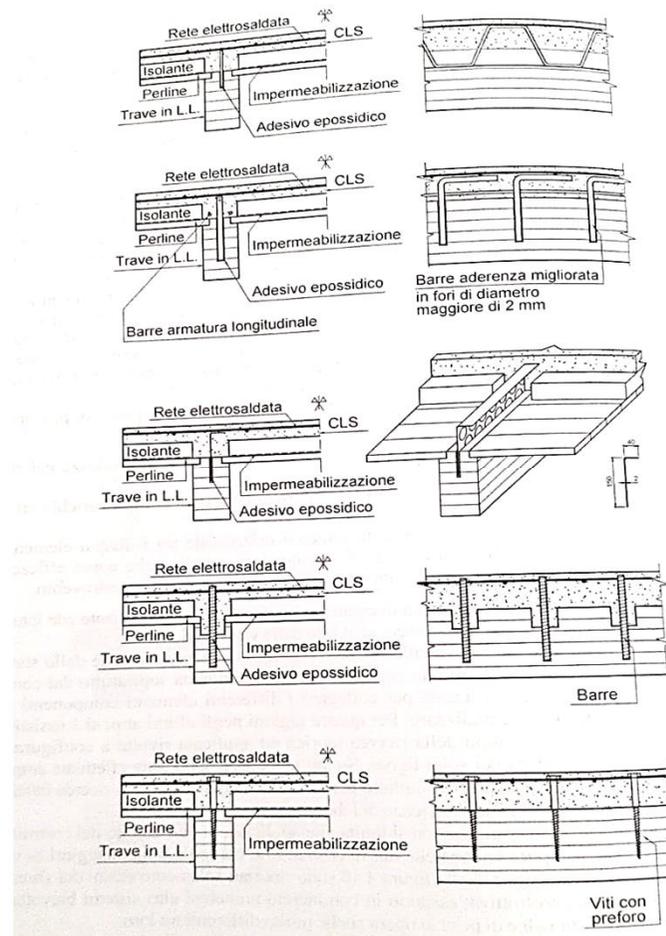
RINFORZO STATICO DEI SOLAI LIGNEI ESISTENTI

1. Introduzione al problema
2. Carichi e resistenze di progetto
3. Calcolo della connessione
4. Esempio di calcolo
5. Prodotti in commercio e software di calcolo
6. Dettagli costruttivi
7. Casi limite

5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO



[rif. Piazza, Tomasi, Modena, Strutture in legno, Hoepli, 2019]



CE

In commercio esistono innumerevoli prodotti per il rinforzo dei solai composti legno-calcestruzzo, l'importante è scegliere prodotti dotati di marcatura CE e valutazione tecnica inerente l'applicazione da eseguire.

5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO

NTC 2018 §11.1

In particolare, per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, possono configurarsi i seguenti casi:

- A) materiali e prodotti per i quali sia disponibile, per l'uso strutturale previsto, una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE. Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se corredati della "Dichiarazione di Prestazione" e della Marcatura CE, prevista al Capo II del Regolamento UE 305/2011;
- B) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma europea armonizzata oppure la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle presenti norme. E' fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il fabbricante abbia volontariamente optato per la Marcatura CE;
- C) materiali e prodotti per uso strutturale non ricadenti in una delle tipologie A) o B). In tali casi il fabbricante dovrà pervenire alla Marcatura CE sulla base della pertinente "Valutazione Tecnica Europea" (ETA), oppure dovrà ottenere un "Certificato di Valutazione Tecnica" rilasciato dal Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, previa istruttoria del Servizio Tecnico Centrale, anche sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ove disponibili; con decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, su conforme parere della competente Sezione, sono approvate Linee Guida relative alle specifiche procedure per il rilascio del "Certificato di Valutazione Tecnica".

5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO

EUROPEAN STANDARD **EN 14592**
 NORME EUROPÉENNE
 EUROPÄISCHE NORM

October 2008

ICS 91.080.20

English Version
Timber structures - Dowel-type fasteners - Requirements

Structures en bois - Eléments de fixation - Exigences
 Holzbauwerke - Stiftförmige Verbindungsmittel - Anforderungen

This European Standard was approved by CEN on 9 August 2008.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN Management Centre or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
 COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
 EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Management Centre: rue de Stassart, 36 B-1050 Brussels

© 2008 CEN All rights of exploitation in any form and by any means reserved worldwide for CEN national Members. Ref. No. EN 14592:2008. E



EUROPEAN ASSESSMENT DOCUMENT

EAD 130090-00-0303

December 2017

WOOD-CONCRETE COMPOSITE
 SLAB WITH DOWEL-TYPE
 FASTENERS



©2018 www.eota.eu



EUROPEAN ASSESSMENT DOCUMENT

EAD 130118-01-0603

February 2019

SCREWS AND THREADED RODS
 FOR USE IN TIMBER
 CONSTRUCTIONS



©2020 www.eota.eu

5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO

REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 9 marzo 2011

che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio

(Testo rilevante ai fini del SEE)

Obblighi del TAB cui perviene una richiesta di valutazione tecnica europea

1. Il TAB cui perviene una richiesta di valutazione tecnica europea comunica al fabbricante, a seconda che il prodotto da costruzione rientri, interamente o parzialmente, nell'ambito di applicazione di una specifica tecnica armonizzata, quanto segue:

- a) se il prodotto rientra interamente nell'ambito di applicazione di una norma armonizzata, il TAB informa il fabbricante che, conformemente all'articolo 19, paragrafo 1, non può essere rilasciata una valutazione tecnica europea;

- b) se il prodotto rientra interamente nell'ambito di applicazione di un documento per la valutazione europea, il TAB informa il fabbricante che tale documento sarà usato come base per la valutazione tecnica europea da rilasciare;

Valutazione tecnica europea

1. La valutazione tecnica europea è rilasciata da un TAB, su richiesta di un fabbricante, in base a un documento per la valutazione europea stilato in conformità delle procedure di cui all'articolo 21 e all'allegato II.

2. La valutazione tecnica europea contiene la prestazione da dichiarare, espressa in livelli o classi, o in una descrizione, delle caratteristiche essenziali concordate dal fabbricante e dal TAB che riceve la richiesta per la valutazione tecnica europea per l'uso previsto dichiarato e i dettagli tecnici necessari per applicare il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione.

Valutazione e verifica della costanza della prestazione

1. La valutazione e la verifica della costanza della prestazione dei prodotti da costruzione in relazione alle loro caratteristiche essenziali sono effettuate conformemente a uno dei sistemi di cui all'allegato V.

5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO

1. SISTEMI DI VALUTAZIONE E VERIFICA DELLA COSTANZA DELLA PRESTAZIONE

1.2. Sistema 1 — Dichiarazione della prestazione delle caratteristiche essenziali del prodotto da costruzione effettuata dal fabbricante in base agli elementi che seguono:

a) il fabbricante effettua:

i) il controllo della produzione in fabbrica;

ii) altre prove su campioni prelevati in fabbrica dal fabbricante in conformità del piano di prova prescritto;

b) l'organismo notificato di certificazione del prodotto rilascia il certificato di costanza della prestazione del prodotto fondandosi sui seguenti elementi:

i) determinazione del prodotto-tipo in base a prove di tipo (compreso il campionamento), a calcoli di tipo, a valori desunti da tabelle o a una documentazione descrittiva del prodotto;

ii) ispezione iniziale dello stabilimento di produzione e del controllo della produzione in fabbrica;

iii) sorveglianza, valutazione e verifica continue del controllo della produzione in fabbrica.

1.4. Sistema 3 — Dichiarazione della prestazione delle caratteristiche essenziali del prodotto da costruzione effettuata dal fabbricante in base agli elementi che seguono:

a) il fabbricante effettua il controllo della produzione in fabbrica;

b) il laboratorio di prova notificato determina il prodotto-tipo in base a prove di tipo (sulla scorta del campionamento effettuato dal fabbricante), a calcoli di tipo, a valori desunti da tabelle o a una documentazione descrittiva del prodotto.

5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO

DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE E MARCATURA CE

Articolo 4

Dichiarazione di prestazione

1. Quando un prodotto da costruzione rientra nell'ambito di applicazione di una norma armonizzata o è conforme a una valutazione tecnica europea rilasciata per il prodotto in questione, il fabbricante redige una dichiarazione di prestazione all'atto dell'immissione di tale prodotto sul mercato.

2. Quando un prodotto da costruzione rientra nell'ambito di applicazione di una norma armonizzata o è conforme a una valutazione tecnica europea rilasciata per il prodotto in questione, le informazioni, sotto qualsiasi forma, sulla sua prestazione in relazione alle caratteristiche essenziali, come definite nella specifica tecnica armonizzata applicabile, possono essere fornite solo se comprese e specificate nella dichiarazione di prestazione, eccetto nei casi in cui, in conformità dell'articolo 5, non è stata redatta alcuna dichiarazione di prestazione.

3. Nel redigere la dichiarazione di prestazione, il fabbricante si assume la responsabilità della conformità del prodotto da costruzione a tale prestazione dichiarata. Salvo oggettive indicazioni contrarie, gli Stati membri presumono che la dichiarazione di prestazione redatta dal fabbricante sia precisa e affidabile.

Contenuto della dichiarazione di prestazione

1. La dichiarazione di prestazione descrive la prestazione dei prodotti da costruzione in relazione alle caratteristiche essenziali di tali prodotti, conformemente alle pertinenti specifiche tecniche armonizzate.

2. La dichiarazione di prestazione contiene in particolare le seguenti informazioni:

- a) il riferimento del prodotto-tipo per il quale la dichiarazione di prestazione è stata redatta;
- b) il sistema o i sistemi di valutazione e verifica della costanza della prestazione del prodotto da costruzione di cui all'allegato V;
- c) il numero di riferimento e la data di pubblicazione della norma armonizzata o della valutazione tecnica europea usata per la valutazione di ciascuna caratteristica essenziale;
- d) se del caso, il numero di riferimento della documentazione tecnica specifica usata ed i requisiti ai quali il fabbricante dichiara che il prodotto risponde.

3. La dichiarazione di prestazione contiene altresì:

- a) l'uso o gli usi previsti del prodotto da costruzione, conformemente alla specifica tecnica armonizzata applicabile;

b) l'elenco delle caratteristiche essenziali secondo quanto stabilito nella specifica tecnica armonizzata per l'uso o gli usi previsti dichiarati;

c) la prestazione di almeno una delle caratteristiche essenziali del prodotto da costruzione pertinenti all'uso o agli usi previsti dichiarati;

d) se del caso, la prestazione del prodotto da costruzione, espressa in livelli o classi, o in una descrizione, ove necessario sulla base di un calcolo, in relazione alle sue caratteristiche essenziali determinate conformemente all'articolo 3, paragrafo 3;

e) la prestazione delle caratteristiche essenziali del prodotto da costruzione concernenti l'uso o gli usi previsti, tenendo conto delle disposizioni relative all'uso o agli usi previsti nel luogo in cui il fabbricante intenda immettere il prodotto da costruzione sul mercato;

f) per le caratteristiche essenziali elencate, per le quali non sia dichiarata la prestazione, le lettere «NPD» (nessuna prestazione determinata);

g) qualora per il prodotto in questione sia stata rilasciata una valutazione tecnica europea, la prestazione, espressa in livelli o classi, o in una descrizione, del prodotto da costruzione in relazione a tutte le caratteristiche essenziali contenute nella corrispondente valutazione tecnica europea.

5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO



DÉCLARATION DE CONFORMITÉ CE DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ CE

Aux termes de la Directive 89/106/CEE du Conseil des Communautés européennes du 21 décembre 1988 relative au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des États membres concernant les produits de construction [Directive sur les produits de construction - DPC].
Ai sensi della direttiva del Consiglio della Comunità Europea del 21 dicembre 1988 per l'armonizzazione delle norme giuridiche e amministrative degli Stati membri concernenti i prodotti da costruzione 89/106/CEE (direttiva sui prodotti da costruzione - DPC).

Fabricant:
Produttore:

Prodotto: Raccord FT
Prodotto: Connettore FT

Domaine d'utilisation: Vis autorouteuses pour assemblages bois-béton prêt à l'emploi
Uso previsto: Viti autoforanti per connettori legno-calcestruzzo

Organe de certification: Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart
Ufficio certificazioni: Otto-Graf-Institut
Pfaffenwaldring 4b
D-70569 Stuttgart

Le fabricant déclare que les produits nommés satisfont aux dispositions des normes spécifiques aux produits citées ci-après, y compris les modifications en vigueur au moment de la déclaration.
Il produttore dichiara che i suddetti prodotti sono conformi alle disposizioni delle sottostanti norme di prodotto, comprese le loro modifiche in vigore al momento della dichiarazione.

Agrément technique européen « ETA » 13/0029
Benestare tecnico europeo ETA 13/0029

Cette déclaration est remise sous la responsabilité de:
Questa dichiarazione viene rilasciata da:

KÜNSELSAU, le 1 mars 2013
Künzelsau, 01.03.2013

DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE

N. LE_0151020301_ASSY

La presente è la versione tradotta dal tedesco.
In caso di incertezze si considera valido l'originale in tedesco.

Codice di identificazione unico del prodotto-tipo: ASSY, Jama, Winkelscheibe (rosetta sottovite inclinata)

Valido per i codici articolo Würth

0150*, 0151*, 0152*, 0153*, 0154*, 0158*, 0162*, 0163*, 0164*, 0165*, 0166*, 0167*, 0168*, 0169*, 0170*, 0172*, 0173*, 0177*, 0178*, 0179*, 0180*, 0181*, 0184*, 0187*, 0190*, 0234*, 0238*, 0457*

Eccetto gli articoli seguenti:

015301570, 0153030010, 0153030012, 0153030013, 0153035012, 0153035013, 0153040012, 0153040013, 0153040015, 0153040016, 0153040017, 0153040018, 0153040019, 0153040020, 0153040021, 0153040022, 0153040023, 0153040024, 0153040025, 0153040026, 0153040027, 0153040028, 0153040029, 0153040030, 0153040031, 0153040032, 0153040033, 0153040034, 0153040035, 0153040036, 0153040037, 0153040038, 0153040039, 0153040040, 0153040041, 0153040042, 0153040043, 0153040044, 0153040045, 0153040046, 0153040047, 0153040048, 0153040049, 0153040050, 0153040051, 0153040052, 0153040053, 0153040054, 0153040055, 0153040056, 0153040057, 0153040058, 0153040059, 0153040060, 0153040061, 0153040062, 0153040063, 0153040064, 0153040065, 0153040066, 0153040067, 0153040068, 0153040069, 0153040070, 0153040071, 0153040072, 0153040073, 0153040074, 0153040075, 0153040076, 0153040077, 0153040078, 0153040079, 0153040080, 0153040081, 0153040082, 0153040083, 0153040084, 0153040085, 0153040086, 0153040087, 0153040088, 0153040089, 0153040090, 0153040091, 0153040092, 0153040093, 0153040094, 0153040095, 0153040096, 0153040097, 0153040098, 0153040099, 0153040100, 0153040101, 0153040102, 0153040103, 0153040104, 0153040105, 0153040106, 0153040107, 0153040108, 0153040109, 0153040110, 0153040111, 0153040112, 0153040113, 0153040114, 0153040115, 0153040116, 0153040117, 0153040118, 0153040119, 0153040120, 0153040121, 0153040122, 0153040123, 0153040124, 0153040125, 0153040126, 0153040127, 0153040128, 0153040129, 0153040130, 0153040131, 0153040132, 0153040133, 0153040134, 0153040135, 0153040136, 0153040137, 0153040138, 0153040139, 0153040140, 0153040141, 0153040142, 0153040143, 0153040144, 0153040145, 0153040146, 0153040147, 0153040148, 0153040149, 0153040150, 0153040151, 0153040152, 0153040153, 0153040154, 0153040155, 0153040156, 0153040157, 0153040158, 0153040159, 0153040160, 0153040161, 0153040162, 0153040163, 0153040164, 0153040165, 0153040166, 0153040167, 0153040168, 0153040169, 0153040170, 0153040171, 0153040172, 0153040173, 0153040174, 0153040175, 0153040176, 0153040177, 0153040178, 0153040179, 0153040180, 0153040181, 0153040182, 0153040183, 0153040184, 0153040185, 0153040186, 0153040187, 0153040188, 0153040189, 0153040190, 0153040191, 0153040192, 0153040193, 0153040194, 0153040195, 0153040196, 0153040197, 0153040198, 0153040199, 0153040200, 0153040201, 0153040202, 0153040203, 0153040204, 0153040205, 0153040206, 0153040207, 0153040208, 0153040209, 0153040210, 0153040211, 0153040212, 0153040213, 0153040214, 0153040215, 0153040216, 0153040217, 0153040218, 0153040219, 0153040220, 0153040221, 0153040222, 0153040223, 0153040224, 0153040225, 0153040226, 0153040227, 0153040228, 0153040229, 0153040230, 0153040231, 0153040232, 0153040233, 0153040234, 0153040235, 0153040236, 0153040237, 0153040238, 0153040239, 0153040240, 0153040241, 0153040242, 0153040243, 0153040244, 0153040245, 0153040246, 0153040247, 0153040248, 0153040249, 0153040250, 0153040251, 0153040252, 0153040253, 0153040254, 0153040255, 0153040256, 0153040257, 0153040258, 0153040259, 0153040260, 0153040261, 0153040262, 0153040263, 0153040264, 0153040265, 0153040266, 0153040267, 0153040268, 0153040269, 0153040270, 0153040271, 0153040272, 0153040273, 0153040274, 0153040275, 0153040276, 0153040277, 0153040278, 0153040279, 0153040280, 0153040281, 0153040282, 0153040283, 0153040284, 0153040285, 0153040286, 0153040287, 0153040288, 0153040289, 0153040290, 0153040291, 0153040292, 0153040293, 0153040294, 0153040295, 0153040296, 0153040297, 0153040298, 0153040299, 0153040300, 0153040301, 0153040302, 0153040303, 0153040304, 0153040305, 0153040306, 0153040307, 0153040308, 0153040309, 0153040310, 0153040311, 0153040312, 0153040313, 0153040314, 0153040315, 0153040316, 0153040317, 0153040318, 0153040319, 0153040320, 0153040321, 0153040322, 0153040323, 0153040324, 0153040325, 0153040326, 0153040327, 0153040328, 0153040329, 0153040330, 0153040331, 0153040332, 0153040333, 0153040334, 0153040335, 0153040336, 0153040337, 0153040338, 0153040339, 0153040340, 0153040341, 0153040342, 0153040343, 0153040344, 0153040345, 0153040346, 0153040347, 0153040348, 0153040349, 0153040350, 0153040351, 0153040352, 0153040353, 0153040354, 0153040355, 0153040356, 0153040357, 0153040358, 0153040359, 0153040360, 0153040361, 0153040362, 0153040363, 0153040364, 0153040365, 0153040366, 0153040367, 0153040368, 0153040369, 0153040370, 0153040371, 0153040372, 0153040373, 0153040374, 0153040375, 0153040376, 0153040377, 0153040378, 0153040379, 0153040380, 0153040381, 0153040382, 0153040383, 0153040384, 0153040385, 0153040386, 0153040387, 0153040388, 0153040389, 0153040390, 0153040391, 0153040392, 0153040393, 0153040394, 0153040395, 0153040396, 0153040397, 0153040398, 0153040399, 0153040400, 0153040401, 0153040402, 0153040403, 0153040404, 0153040405, 0153040406, 0153040407, 0153040408, 0153040409, 0153040410, 0153040411, 0153040412, 0153040413, 0153040414, 0153040415, 0153040416, 0153040417, 0153040418, 0153040419, 0153040420, 0153040421, 0153040422, 0153040423, 0153040424, 0153040425, 0153040426, 0153040427, 0153040428, 0153040429, 0153040430, 0153040431, 0153040432, 0153040433, 0153040434, 0153040435, 0153040436, 0153040437, 0153040438, 0153040439, 0153040440, 0153040441, 0153040442, 0153040443, 0153040444, 0153040445, 0153040446, 0153040447, 0153040448, 0153040449, 0153040450, 0153040451, 0153040452, 0153040453, 0153040454, 0153040455, 0153040456, 0153040457, 0153040458, 0153040459, 0153040460, 0153040461, 0153040462, 0153040463, 0153040464, 0153040465, 0153040466, 0153040467, 0153040468, 0153040469, 0153040470, 0153040471, 0153040472, 0153040473, 0153040474, 0153040475, 0153040476, 0153040477, 0153040478, 0153040479, 0153040480, 0153040481, 0153040482, 0153040483, 0153040484, 0153040485, 0153040486, 0153040487, 0153040488, 0153040489, 0153040490, 0153040491, 0153040492, 0153040493, 0153040494, 0153040495, 0153040496, 0153040497, 0153040498, 0153040499, 0153040500, 0153040501, 0153040502, 0153040503, 0153040504, 0153040505, 0153040506, 0153040507, 0153040508, 0153040509, 0153040510, 0153040511, 0153040512, 0153040513, 0153040514, 0153040515, 0153040516, 0153040517, 0153040518, 0153040519, 0153040520, 0153040521, 0153040522, 0153040523, 0153040524, 0153040525, 0153040526, 0153040527, 0153040528, 0153040529, 0153040530, 0153040531, 0153040532, 0153040533, 0153040534, 0153040535, 0153040536, 0153040537, 0153040538, 0153040539, 0153040540, 0153040541, 0153040542, 0153040543, 0153040544, 0153040545, 0153040546, 0153040547, 0153040548, 0153040549, 0153040550, 0153040551, 0153040552, 0153040553, 0153040554, 0153040555, 0153040556, 0153040557, 0153040558, 0153040559, 0153040560, 0153040561, 0153040562, 0153040563, 0153040564, 0153040565, 0153040566, 0153040567, 0153040568, 0153040569, 0153040570, 0153040571, 0153040572, 0153040573, 0153040574, 0153040575, 0153040576, 0153040577, 0153040578, 0153040579, 0153040580, 0153040581, 0153040582, 0153040583, 0153040584, 0153040585, 0153040586, 0153040587, 0153040588, 0153040589, 0153040590, 0153040591, 0153040592, 0153040593, 0153040594, 0153040595, 0153040596, 0153040597, 0153040598, 0153040599, 0153040600, 0153040601, 0153040602, 0153040603, 0153040604, 0153040605, 0153040606, 0153040607, 0153040608, 0153040609, 0153040610, 0153040611, 0153040612, 0153040613, 0153040614, 0153040615, 0153040616, 0153040617, 0153040618, 0153040619, 0153040620, 0153040621, 0153040622, 0153040623, 0153040624, 0153040625, 0153040626, 0153040627, 0153040628, 0153040629, 0153040630, 0153040631, 0153040632, 0153040633, 0153040634, 0153040635, 0153040636, 0153040637, 0153040638, 0153040639, 0153040640, 0153040641, 0153040642, 0153040643, 0153040644, 0153040645, 0153040646, 0153040647, 0153040648, 0153040649, 0153040650, 0153040651, 0153040652, 0153040653, 0153040654, 0153040655, 0153040656, 0153040657, 0153040658, 0153040659, 0153040660, 0153040661, 0153040662, 0153040663, 0153040664, 0153040665, 0153040666, 0153040667, 0153040668, 0153040669, 0153040670, 0153040671, 0153040672, 0153040673, 0153040674, 0153040675, 0153040676, 0153040677, 0153040678, 0153040679, 0153040680, 0153040681, 0153040682, 0153040683, 0153040684, 0153040685, 0153040686, 0153040687, 0153040688, 0153040689, 0153040690, 0153040691, 0153040692, 0153040693, 0153040694, 0153040695, 0153040696, 0153040697, 0153040698, 0153040699, 0153040700, 0153040701, 0153040702, 0153040703, 0153040704, 0153040705, 0153040706, 0153040707, 0153040708, 0153040709, 0153040710, 0153040711, 0153040712, 0153040713, 0153040714, 0153040715, 0153040716, 0153040717, 0153040718, 0153040719, 0153040720, 0153040721, 0153040722, 0153040723, 0153040724, 0153040725, 0153040726, 0153040727, 0153040728, 0153040729, 0153040730, 0153040731, 0153040732, 0153040733, 0153040734, 0153040735, 0153040736, 0153040737, 0153040738, 0153040739, 0153040740, 0153040741, 0153040742, 0153040743, 0153040744, 0153040745, 0153040746, 0153040747, 0153040748, 0153040749, 0153040750, 0153040751, 0153040752, 0153040753, 0153040754, 0153040755, 0153040756, 0153040757, 0153040758, 0153040759, 0153040760, 0153040761, 0153040762, 0153040763, 0153040764, 0153040765, 0153040766, 0153040767, 0153040768, 0153040769, 0153040770, 0153040771, 0153040772, 0153040773, 0153040774, 0153040775, 0153040776, 0153040777, 0153040778, 0153040779, 0153040780, 0153040781, 0153040782, 0153040783, 0153040784, 0153040785, 0153040786, 0153040787, 0153040788, 0153040789, 0153040790, 0153040791, 0153040792, 0153040793, 0153040794, 0153040795, 0153040796, 0153040797, 0153040798, 0153040799, 0153040800, 0153040801, 0153040802, 0153040803, 0153040804, 0153040805, 0153040806, 0153040807, 0153040808, 0153040809, 0153040810, 0153040811, 0153040812, 0153040813, 0153040814, 0153040815, 0153040816, 0153040817, 0153040818, 0153040819, 0153040820, 0153040821, 0153040822, 0153040823, 0153040824, 0153040825, 0153040826, 0153040827, 0153040828, 0153040829, 0153040830, 0153040831, 0153040832, 0153040833, 0153040834, 0153040835, 0153040836, 0153040837, 0153040838, 0153040839, 0153040840, 0153040841, 0153040842, 0153040843, 0153040844, 0153040845, 0153040846, 0153040847, 0153040848, 0153040849, 0153040850, 0153040851, 0153040852, 0153040853, 0153040854, 0153040855, 0153040856, 0153040857, 0153040858, 0153040859, 0153040860, 0153040861, 0153040862, 0153040863, 0153040864, 0153040865, 0153040866, 0153040867, 0153040868, 0153040869, 0153040870, 0153040871, 0153040872, 0153040873, 0153040874, 0153040875, 0153040876, 0153040877, 0153040878, 0153040879, 0153040880, 0153040881, 0153040882, 0153040883, 0153040884, 0153040885, 0153040886, 0153040887, 0153040888, 0153040889, 0153040890, 0153040891, 0153040892, 0153040893, 0153040894, 0153040895, 0153040896, 0153040897, 0153040898, 0153040899, 0153040900, 0153040901, 0153040902, 0153040903, 0153040904, 0153040905, 0153040906, 0153040907, 0153040908, 0153040909, 0153040910, 0153040911, 0153040912, 0153040913, 0153040914, 0153040915, 0153040916, 0153040917, 0153040918, 015304091

5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO



Authorised and notified according to Article 29 of the Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011



European Technical Assessment ETA-13/0029 of 11/07/2017

Identificazione del documento

General Part

Technical Assessment Body issuing the ETA and designated according to Article 29 of the Regulation (EU) No 305/2011: ETA-Danmark A/S

Identificazione del TAB

Trade name of the construction product: ASSY plus VG screw

Nome del prodotto

Product family to which the above construction product belongs: Self-tapping screws for use in wood-concrete slab kits

Famiglia di appartenenza del prodotto

Manufacturer: [Redacted]
D-74650 Künzelsau
Tel. +49 7940 15 0
Fax +49 7940 15 1000
Internet www.wuerth.com
Manufacturing plant: Werk I, Werk II, Werk III

Identificazione del fabbricante e del sito di produzione

This European Technical Assessment contains: 13 pages including 3 annexes which form an integral part of the document

This European Technical Assessment is issued in accordance with Regulation (EU) No 305/2011, on the basis of: European Assessment Document (EAD) no EAD 130090-00-0303 "Wood-concrete composite slab with dowel-type fasteners"

Documento di valutazione di riferimento

This version replaces: The ETA with the same number issued on 2013-01-29 and expiry on 2017-07-16

Versioni precedenti

5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO

Table 2.1 – Values of k_{def} for timber, concrete and ASSY plus VG screws

Material	Service class	
	1	2
Solid timber, EN 14081-1	0,6	2,0
Glued Laminated timber, EN 14080	0,6	2,0
LVL, EN 14374	0,6	2,0
Cross laminated timber, ETA	0,8	2,0
Concrete, EN 206-1	2,5	2,5
ASSY plus VG screw connection	0,6	4,0

For timber-concrete composite joints made with ASSY plus VG screws the slip modulus K_{ser} per fastener under service load parallel to the shear plane should be taken from Table 2.2 with l_{ef} in mm.

Table 2.2 – Values of K_{ser} for timber-concrete-joints with ASSY plus VG screws

ASSY plus VG screw orientation	K_{ser} in N/mm			
	With interlayer		Direct contact between timber and concrete	
	d = 8 mm	d = 10 mm	d = 8 mm	d = 10 mm
90°	700	-	2000	-
45°	100 l_{ef}	-	100 l_{ef}	-
30°	-	45 ($l_{ef} - 2 \cdot t_{ib}$)	-	45 ($l_{ef} - 2 \cdot t_{ib}$)

5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO

Table 2.3 – Values of F_{Rk} for timber-concrete-joints with ASSY plus VG screws.

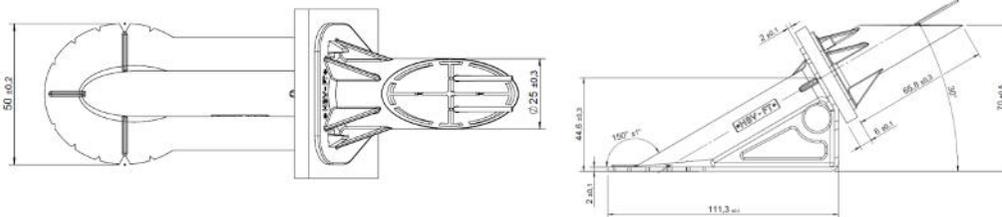
ASSY plus VG screw orientation	F_{Rk} in N	
	With interlayer	Direct contact between timber and concrete
$\alpha = 90^\circ$	$f_{h,2,k} \cdot d \cdot t \left[\sqrt{1 + \frac{4 \cdot M_{y,k}}{f_{h,2,k} \cdot d \cdot t^2} + \frac{f_{h,1,k}}{2 \cdot f_{h,2,k}}} - 1 \right]$	$\sqrt{4 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,2,k} \cdot d}$
$\alpha = 30^\circ$ or $\alpha = 45^\circ$	$(\cos \alpha + \mu \cdot \sin \alpha) \cdot \min \begin{cases} F_{ax,\alpha,Rk} \\ f_{tens,k} \end{cases}$	

Table 2.4 – Properties of ASSY plus VG screws

ASSY plus VG screw	d = 8 mm	d = 10 mm
Yield moment $M_{y,k}$ [Nm]	20	36
Tensile capacity $f_{tens,k}$ [kN]	17	32
Withdrawal parameter $f_{ax,k}$ [N/mm ²]	11	10

5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO

Figure 1.1a Elevation on (left) and cross-section through (right) a composite member with ASSY plus VG screws



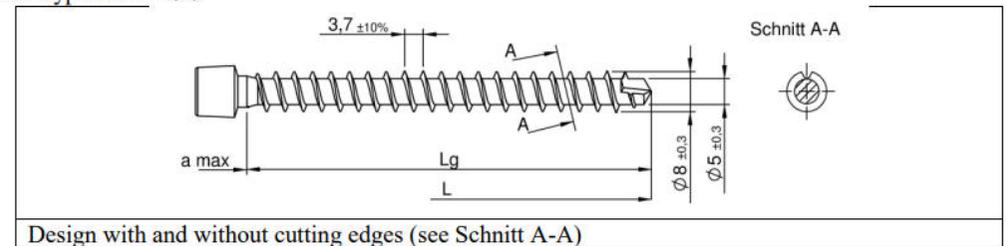
ANNEX 3

DRAWINGS OF THE ASSY PLUS VG SCREWS

Head types for D=8.0

Countersunk head – design: with and without raise, with and without milling pockets	Countersunk head with cutter ribs - design with and without raise	Kombi hexagonal head
Large washer head	Cylinder head	

Thread types for D=8.0



5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO



5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO

File Applicazioni Impostazioni Elementi Appoggio Carichi agenti Verifiche Mezzi di collegamento Progettazione Informazioni sul prodotto

Fissaggio isolamento copertura Fissaggio isolamento facciata Copertura / Facciata Connessione comune con vite Trave principale / Trave secondaria - Collegamenti Travi con intaglio all'appoggio Apertura Carico Appeso / Rinforzo a trazione ortogonale Rinforzo a compressione ortogonale Rinforzo supporto laterale Accoppiamento di travi Risanamento delle teste Riabilitazioni Solai Legno-Calcestruzzo Sistema composto

Selezione del connettore

Ø10
 Selezione il tipo di vite
 Lunghezza = 380 mm

8 x ASSY® plus VG 4 CS / ASSY® plus VG Ø10 x 380 mm
 Tutto filetto / Testa piana svasata
 FT - Connector

	t=0	t=∞
η_{pac}	96,18 %	62,26 %
η_{rat}	62,12 %	77,14 %
η_{tr}	52,21 %	52,21 %
η_P	99,43 %	89,75 %
η_D	58,62 %	15,59 %
η_V	76,89 %	83,21 %
η_R	96,37 %	

Note

Il copriferro richiesto deve essere determinato dall'utente e dipende dalla classe di esposizione della soletta di calcestruzzo.

5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO

File Applicazioni Impostazioni **Elementi** Appoggio Carichi agenti Verifiche Mezzi di collegamento Progettazione Informazioni sul prodotto

Materiale: Legno lamellare omogeneo
 Trave: Classe di resistenza: GL24h
 Lunghezza: 100 mm
 Altezza: 230 mm
 Distanza: 600 mm
 Campata: 5,00 m
 Tipo: Getto in op.
 Rete elettrosal: Q188
 Copriferro: 20 mm
 Tipo: nessuna

Struttura Calcestruzzo Rinforzo Tavolato/Cassero

Selezione del connettore

Ø 10
 Selezione il tipo di vite
 Lunghezza = 380 mm

8 x ASSY@ plus VG 4 CS / ASSY@ plus VG Ø 10 x 380 mm
 Tutto filetto / Testa piana svasata
 FT - Connector

	t=0	t=∞
η_{FBC}	96,18 %	62,26 %
η_{BT}	62,12 %	73,44 %
η_{ST}	52,21 %	52,21 %
η_F	95,43 %	89,75 %
η_D	58,62 %	55,59 %
η_N	76,99 %	83,23 %
η_k	96,37 %	

Note

Il copriferro richiesto deve essere determinato dall'utente e dipende dalla classe di esposizione della soletta di calcestruzzo.

5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO

File Applicazioni Impostazioni Elementi **Appoggio** Carichi agenti Verifiche Mezzi di collegamento Progettazione Informazioni sul prodotto

Appoggi: Diretto - Tipo 1 - Lunghezza: 200 mm Appoggio 1
Appoggi: Diretto - Tipo 1 - Lunghezza: 200 mm Appoggio 2

Selezione del connettore

Ø 10
Selezione il tipo di vite

Lunghezza = 380 mm

8 x ASSY @ plus VG 4 CS / ASSY @ plus VG Ø 10 x 380 mm
Tutto filetto / Testa piana svasata
FT - Connector

t=0		t=10	
σ _{max}	96,37 %	σ _{max}	52,26 %
σ _{1st}	62,12 %	σ _{1st}	77,44 %
σ _{5st}	52,21 %	σ _{5st}	52,21 %
σ _{1c}	99,43 %	σ _{1c}	99,76 %
σ _{1p}	58,62 %	σ _{1p}	55,59 %
σ _{1v}	76,99 %	σ _{1v}	80,28 %
σ _{max}		96,37 %	

Note

1 Il copriferro richiesto deve essere determinato dall'utente e dipende dalla classe di esposizione della soletta di calcestruzzo.

5,00
600
100
70
230
200
200

z
y
x

2D 3D

Flaccoride Italia

5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO

File Applicazioni Impostazioni Elementi Appoggi Carichi agenti Verifiche Mezzi di collegamento Progettazione Informazioni sul prodotto

Peso proprio
 Carico permanente portato Carico variabile 2,00 kN/m²
 Carico variabile Categoria Categoria A
 Carico neve Durata del carico Media
 Carichi variabili Carico variabile Classe di servizio 1

Carico Permanente Non Strutturale 1,95 kN/m²
Peso Proprio

Selezione del connettore

Ø8; Ø10
Seleziona il tipo di vite

Lunghezza = 430 mm

10 x ASSY @ plus VG 4 CS / ASSY @ plus VG Ø10 x 430 mm
Tutto filetto / Testa piana svasata
FT - Connector

	t=0	t=∞
η _{pac}	64,42 %	65,90 %
η _{tab}	56,82 %	57,83 %
η _{st}	37,85 %	37,85 %
η _p	50,44 %	50,50 %
η _d	49,02 %	55,44 %
η _v	95,24 %	95,57 %
η _a	96,37 %	

Note

Il copriferro richiesto deve essere determinato dall'utente e dipende dalla classe di esposizione della soletta di calcestruzzo.

5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO

File Applicazioni Impostazioni Elementi Appoggio Carichi agenti **Verifiche** Mezzi di collegamento Progettazione Informazioni sul prodotto

Deformazione iniziale I/300
 Freccia finale I/200 Controfreccia 0 mm
 Freccia finale totale I/300

Verificare Larghezza solaio 5,00 m
 Classe I Atteruzzazione 0,010

Massetto Verificare
 Verifica in condizioni di incendio

Selezione del connettore

Ø10

Seleziona il tipo di vite



Lunghezza = 380 mm

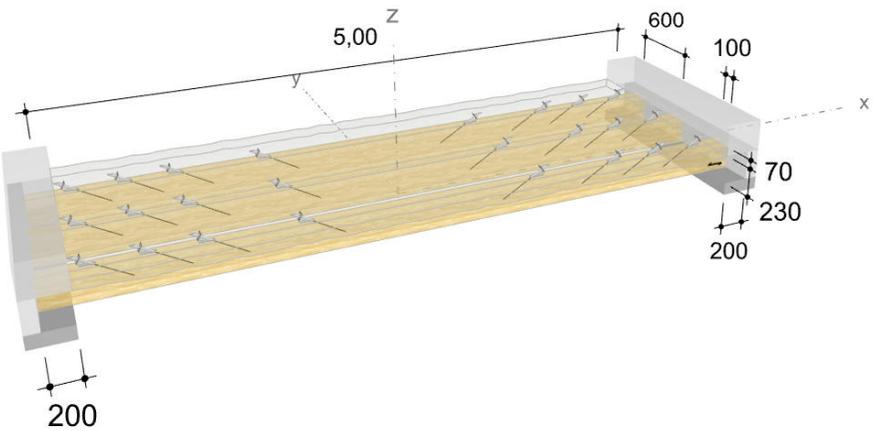
2D 3D

8 x ASSY® plus VG 4 CS / ASSY® plus VG Ø10 x 380 mm
 Tutto piatto / Testa piana svasata
 FT - Connector

t=0		t=∞	
$f_{t,acc}$	96,18 %	$f_{t,acc}$	62,26 %
$f_{t,TP}$	62,12 %	$f_{t,TP}$	72,44 %
$f_{t,ST}$	52,21 %	$f_{t,ST}$	52,21 %
$f_{t,F}$	95,43 %	$f_{t,F}$	89,75 %
$f_{t,D}$	58,62 %	$f_{t,D}$	65,59 %
$f_{t,v}$	70,89 %	$f_{t,v}$	63,02 %
$f_{t,e}$		$f_{t,e}$	96,37 %

Note

i Il copriferro richiesto deve essere determinato dall'utente e dipende dalla classe di esposizione della soletta di calcestruzzo.



Eurocode Italia

5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO

Dati di ingresso

Connettore selezionato	10 x ASSY® plus VG 4 CS Ø10 x 430 mm Tutto filetto Testa piana svasata
Codice articolo	zincato bianco 0150 110 430 (PZ 25 Pezzo)
Valutazione numero / Periodo di validità	ETA-13/0029 valido dal 11/07/2017



Selezionato Connettore FT	10 x FT - Connector
Codice articolo	0165 300 10 (PZ 50 Pezzo)



Struttura

Tipo	Trave
Materiale	Legno di conifera / Legno massiccio
Classe di resistenza	C24
Dimensioni	Larghezza = 160 mm Altezza = 240 mm Distanza = 800 mm Campata = 5 m

Calcestruzzo

Tipo	Getto in opera
Classe di resistenza	C20/25
Dimensioni	Spessore = 70 mm

Rinforzo

Tipo	Rete elettrosaldata Q188
Dimensioni	Copriferro = 20 mm

Appoggio 1

Appoggi	Diretto
Configurazione supporto	Tipo 1

Dimensioni	Lunghezza = 200 mm
------------	--------------------

Appoggio 2

Appoggi	Diretto
Configurazione supporto	Tipo 1
Dimensioni	Lunghezza = 200 mm

Carichi agenti

Peso proprio	Peso proprio = 1,95 kN/m ² Carico permanente non strutturale = 1,5 kN/m ²
Carico variabile	2 kN/m ² Categoria Categoria A Durata del carico Media
Classe di servizio	Classe di servizio 1

Verifiche

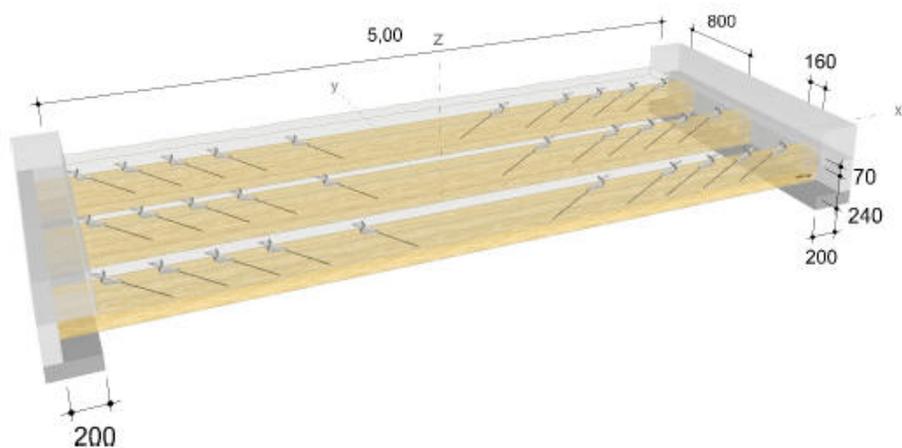
Deformazione	Deformazione iniziale = l/300 Freccia finale = l/200 Freccia finale totale = l/300 Controfreccia = 0 mm
Vibrazione	Classe solaio Classe I Larghezza solaio = 5 m Attenuazione = 0,010
Verifica in condizioni di incendio	Verifica non eseguita

Mezzi di collegamento

Tipo di connessione	Viti inclinate
---------------------	----------------

5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO

Geometria e carico

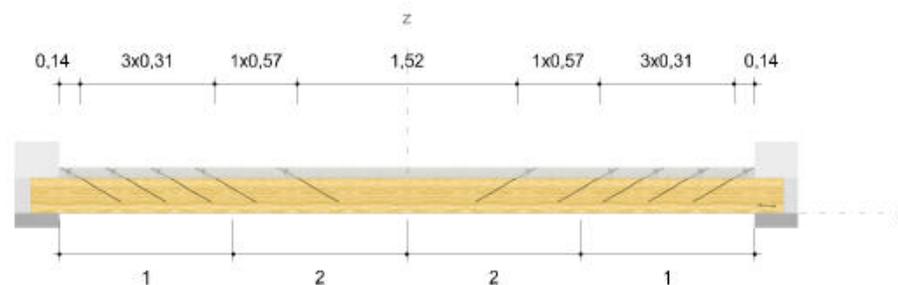


Dati e condizioni di installazione

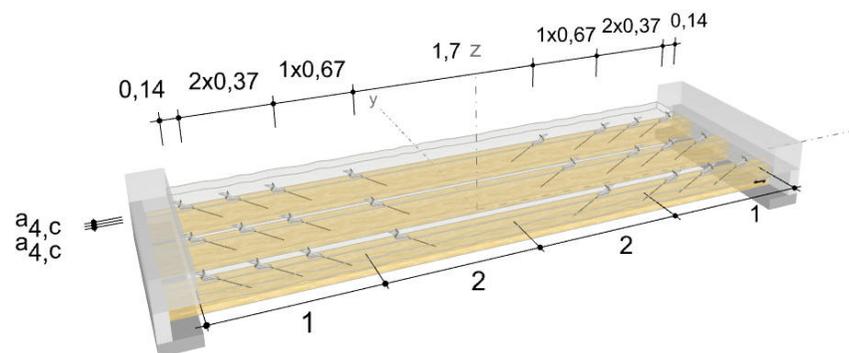
Angolo di avvitaamento	30 °
Interasse tra connettori	142 mm
Lunghezza di ancoraggio nel calcestruzzo	95 mm

Distanze Zona 1 [mm]	Minimo	Reale	
a_1	120	310	ETA-13/0029
$a_{3,t}$	80	487	ETA-13/0029
$a_{4,c}$	30	80	ETA-13/0029
Distanze Zona 2 [mm]	Minimo	Reale	
a_1	120	570	ETA-13/0029
$a_{4,c}$	30	80	ETA-13/0029

Le dimensioni si riferiscono ai punti di avvitaamento nelle travi del solaio o nel tavolato / listelli.



5. PRODOTTI IN COMMERCIO E SOFTWARE DI CALCOLO



Tempo t=0	Sfruttamento	Tempo t=∞	Sfruttamento
Sollecitazione di compressione e sollecitazione di flessione nella sezione trasversale del calcestruzzo (LC 3)	94,82 %	Sollecitazione di compressione e sollecitazione di flessione nella sezione trasversale del calcestruzzo (LC 3)	85,90 %
Sollecitazione di trazione e sollecitazione di flessione nella sezione trasversale dell'elemento in legno (LC 3)	56,82 %	Sollecitazione di trazione e sollecitazione di flessione nella sezione trasversale dell'elemento in legno (LC 3)	71,83 %
Sollecitazione di taglio nella sezione trasversale del legno - Appoggio 1 (LC 3)	37,85 %	Sollecitazione di taglio nella sezione trasversale del legno - Appoggio 1 (LC 3)	37,85 %
Sollecitazione di taglio nella sezione trasversale del legno - Appoggio 2 (LC 3)	37,85 %	Sollecitazione di taglio nella sezione trasversale del legno - Appoggio 2 (LC 3)	37,85 %
Mezzi di collegamento - Appoggio 1 (LC 3)	98,44 %	Mezzi di collegamento - Appoggio 1 (LC 3)	85,92 %
Mezzi di collegamento - Appoggio 2 (LC 3)	98,44 %	Mezzi di collegamento - Appoggio 2 (LC 3)	85,92 %
Deformazione iniziale (LC 3)	49,02 %	Freccia finale (LC 3)	55,44 %
Vibrazione	95,24 %	Freccia finale totale (LC 3)	70,57 %
		Rinforzo	Sfruttamento 96,37 %

RINFORZO STATICO DEI SOLAI LIGNEI ESISTENTI

1. Introduzione al problema
2. Carichi e resistenze di progetto
3. Calcolo della connessione
4. Esempio di calcolo
5. Prodotti e software di calcolo
6. **Dettagli costruttivi**
7. Casi limite

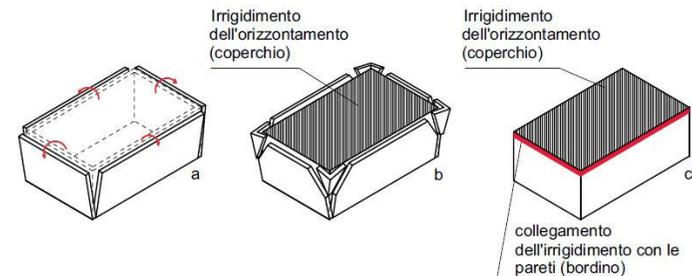
7. DETTAGLI COSTRUTTIVI

La presenza o l'assenza del comportamento scatolare delle costruzioni in muratura in sostanza dipende da tre fattori:

- la rigidità dei solai nel proprio piano;
- il collegamento fra i solai e le pareti perimetrali;
- l'ammorsamento fra le pareti.

NTC2018 §7.2.6

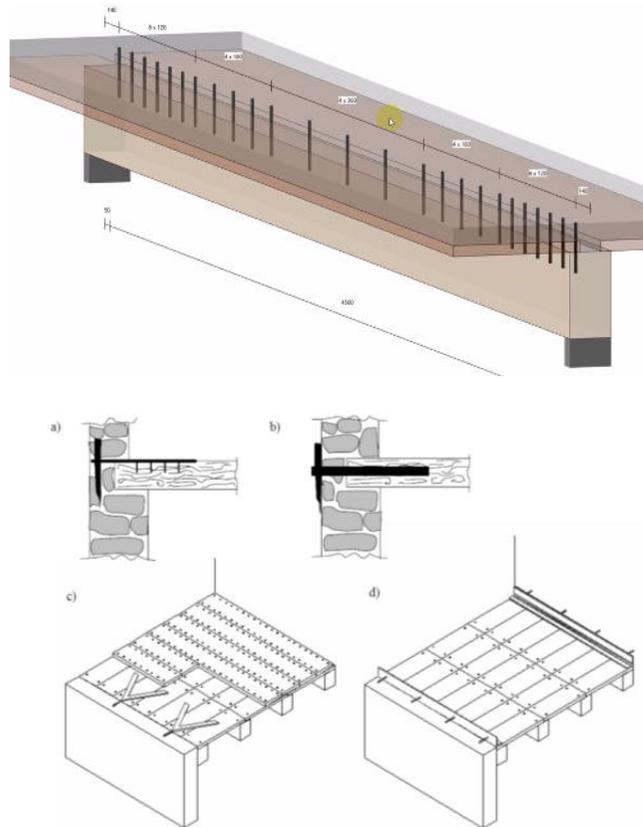
A meno di specifiche valutazioni e purché le aperture presenti non ne riducano significativamente la rigidità, gli orizzontamenti piani possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano medio a condizione che siano realizzati in calcestruzzo armato, oppure in latero-cemento con soletta in calcestruzzo armato di almeno 40 mm di spessore, o in struttura mista con soletta in calcestruzzo armato di almeno 50 mm di spessore collegata agli elementi strutturali in acciaio o in legno da connettori a taglio opportunamente dimensionati.



7. DETTAGLI COSTRUTTIVI

C8.7.4.1 CRITERI PER GLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEGLI EDIFICI IN MURATURA

1. Formazione dei diaframmi di piano



Per gli edifici storici, nel consolidamento di solai lignei sono generalmente preferibili i diaframmi leggeri, di rigidezza non trascurabile, realizzati a secco, quali quelli ottenuti con doppio assito, con pannelli a base legno quali quelli citati nel paragrafo 1.1.7, lamiere di acciaio, reticolari di acciaio, reticolari con fibre o altro materiale idoneo ecc. Nel caso sia presente un sottofondo a supporto della pavimentazione, i diaframmi di piano possono essere realizzati sostituendoli con un nuovo sottofondo strutturale opportunamente armato.

Nel caso risulti necessario anche un consolidamento statico del solaio per le sollecitazioni flettenti, quando è presente l'impalcato ligneo, un rinforzo che consente di conseguire contemporaneamente un rinforzo nel piano e flessionale, si realizza, ad esempio, tramite strutture composte legno-legno mediante solette lignee, che sfruttino eventualmente il tavolato esistente, rese opportunamente collaboranti con le travi tramite idonei connettori a taglio. La tecnica di rinforzo con soletta collaborante in calcestruzzo realizza ugualmente un elevato irrigidimento nel piano e un miglioramento della resistenza ai carichi verticali, ma con un maggiore incremento dei pesi.

7. DETTAGLI COSTRUTTIVI

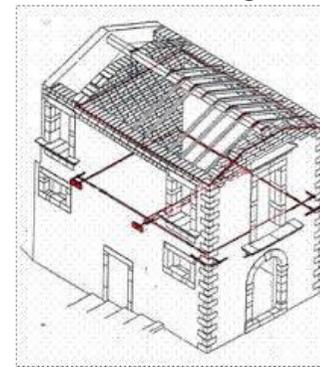
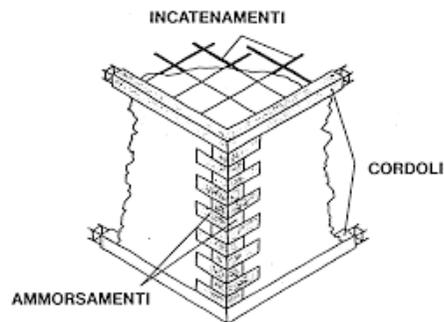
C8.7.4.1 CRITERI PER GLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEGLI EDIFICI IN MURATURA

2. Connessioni delle pareti tra loro e ai diaframmi di piano

Le connessioni delle pareti tra loro e ai diaframmi di piano hanno il compito di ridurre la snellezza delle pareti, rispettivamente nei riguardi della flessione orizzontale e verticale...

...Particolarmente efficaci sono gli elementi di collegamento tra pareti opposte atti a impedirne le rotazioni verso l'esterno e ad assicurare il funzionamento scatolare dell'edificio. A tale scopo possono essere utilmente impiegati *tiranti* (o *catene*), siano essi metallici o di altri materiali, disposti nelle due direzioni principali del fabbricato, al livello dei solai e in corrispondenza delle pareti portanti. I tiranti consentono anche la formazione del meccanismo tirante-puntone nelle fasce, migliorando la capacità di accoppiamento dei maschi murari.

In alternativa, il funzionamento scatolare dell'edificio è favorito dalle *cerchiature esterne*, che in alcuni casi si possono realizzare con elementi metallici o materiali compositi, particolarmente efficaci nel caso di edifici di dimensioni in pianta ridotte, come i campanili, o quando vengono realizzati ancoraggi in corrispondenza dei martelli murari. E in ogni caso necessario evitare l'insorgere di concentrazioni di tensioni in corrispondenza degli spigoli delle murature



7. DETTAGLI COSTRUTTIVI

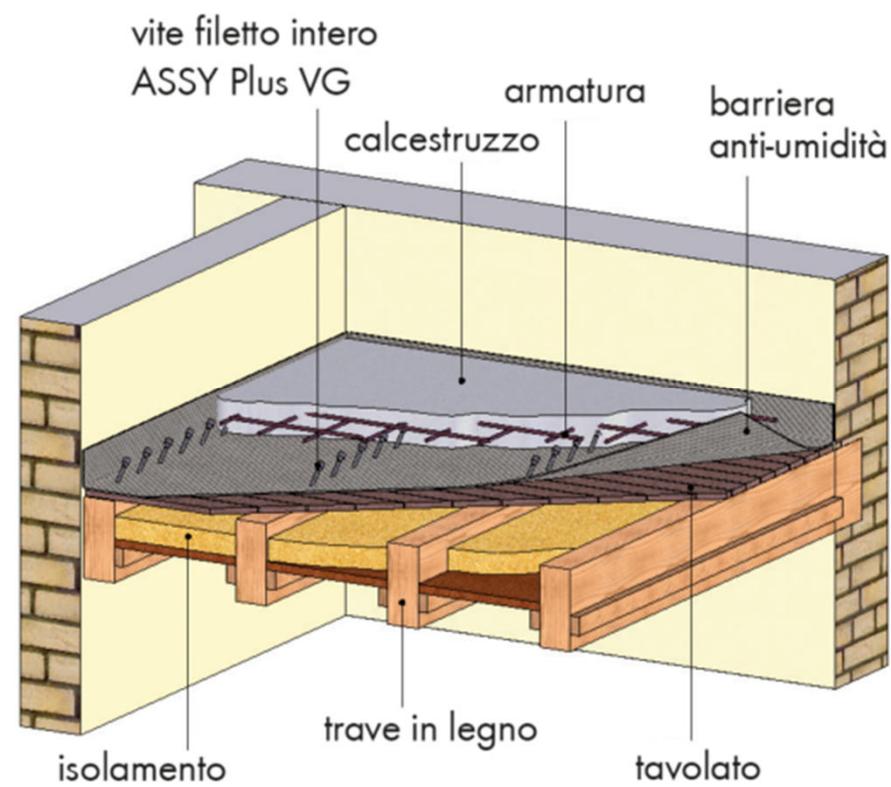
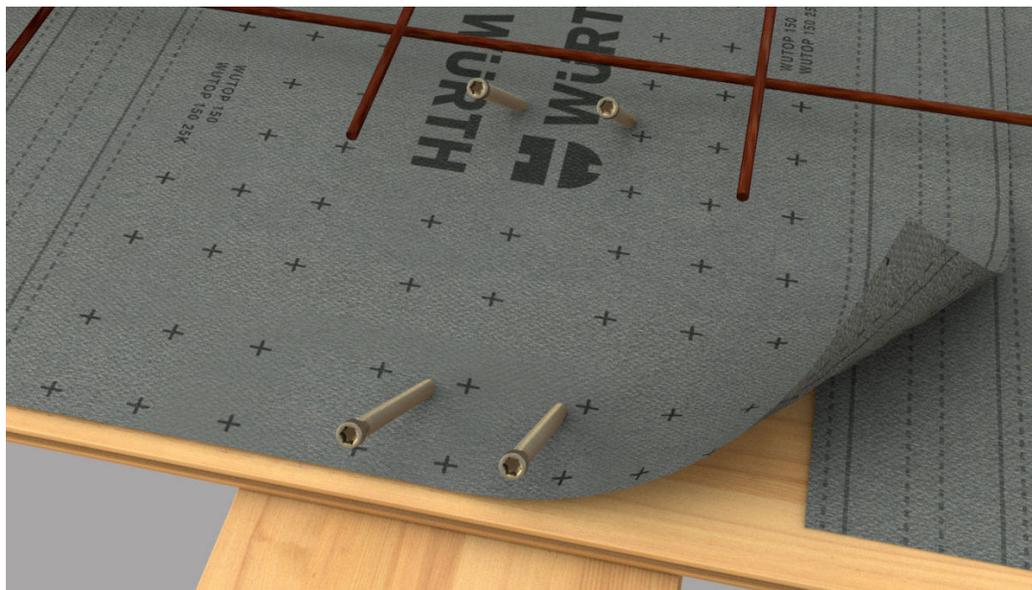
C8.7.4.1 CRITERI PER GLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEGLI EDIFICI IN MURATURA

2. Connessioni delle pareti tra loro e ai diaframmi di piano

Il *collegamento dei diaframmi di piano* alle pareti e in primo luogo assicurato dagli elementi principali degli stessi, ovvero travi principali e secondarie in legno o putrelle metalliche. Questi elementi devono essere appoggiati nella parete muraria per una sufficiente lunghezza ed il carico verticale deve essere adeguatamente diffuso alla muratura (eventualmente grazie ad elementi locali di ripartizione). Anche se in modo non sistematico, l'aggiunta di elementi di connessione ancorati alla parete muraria può essere utile a migliorare la risposta sismica, in quanto fa funzionare l'elemento inflesso anche come tirante di collegamento confidando in un ancoraggio meccanico e non solo sull'attrito. Quando si valuta come necessario garantire un collegamento continuo tra diaframma di piano e pareti murarie, possono essere adottati ancoraggi puntuali realizzati sul perimetro degli orizzontamenti attraverso barre iniettate con malte o resine.



7. DETTAGLI COSTRUTTIVI



RINFORZO STATICO DEI SOLAI LIGNEI ESISTENTI

1. Introduzione al problema
2. Carichi e resistenze di progetto
3. Calcolo della connessione
4. Esempio di calcolo
5. Prodotti e software di calcolo
6. Dettagli costruttivi
7. Casi limite

8. CASI LIMITE



8. CASI LIMITE

UNI EN 355 – durabilità del legno e degli elementi a base di legno

Classi di rischio biologico

Classe 1: ambiente riparato, protetto dagli agenti atmosferici (umidità del legno sempre $< 20\%$). Le condizioni garantiscono contro l'attacco fungino, è possibile l'attacco da parte di insetti.

Classe 2: ambiente riparato ma con elevata umidità dell'aria (umidità del legno a volte $> 20\%$). Può essere presente l'attacco fungino, è possibile l'attacco da parte di insetti.

Classe 3: elementi lignei anche esposti (frequente umidità del legno $> 20\%$). Il materiale è esposto all'attacco fungino, è possibile l'attacco da parte di insetti.

Classe 4: elementi lignei esposti, anche a contatto diretto con terreno o con acqua dolce. Il materiale è permanentemente esposto all'attacco fungino, è possibile l'attacco da parte di insetti (termiti).

Classe 5: elementi permanentemente a contatto diretto con acqua salata. È possibile l'attacco di organismi invertebrati marini, soprattutto in acque calde. Attacco da parte di insetti per le parti non immerse.

8. CASI LIMITE

TRATTAMENTI	DESCRIZIONE
Preservazione	Trattamento con antisettici, preventivo o curativo, atto a proteggere il legno da danni di origine biologica.
Impregnazione	Trattamento che prevede l'introduzione nel legno di sostanze atte a raggiungere il fine voluto.
Impregnazione in superficie	Trattamento che interessa gli strati più esterni del legno.
Impregnazione in profondità	Trattamento che interessa anche gli strati profondi del legno.
Impregnazione ad assorbimento forzato	Trattamento nel quale l'assorbimento avviene a seguito di modifiche delle condizioni ambientali (pressione, temperatura).
Ignifugazione	Trattamento atto a migliorare la reazione al fuoco del legno.
Trattamento idrorepellente	Trattamento atto a ridurre l'assorbimento di umidità da parte del legno.
Vaporizzazione	Trattamento con vapore acqueo atto a conseguire determinati effetti, come per esempio variazioni di colore, lavorabilità, comportamento plastico, asportazione di sostanze, ecc.
Essiccazione	Trattamento, naturale o artificiale, atto a ridurre l'umidità del legno.

8. CASI LIMITE

(EC5) EN 1995 -1

SEZIONE 4	DURABILITÀ
4.1	<p>Resistenza agli organismi biologici</p> <p>(1) Il legno o i materiali a base di legno devono possedere adeguata durabilità naturale in conformità alla EN 350-2 per la specifica classe di rischio definita nella EN 350-1, EN 350-2 o EN 350-3, e devono essere soggetti a trattamento preservante scelto in conformità alla EN 351-1 o EN 499.</p> <p>Nota 1 Il trattamento preservante può avere influenza negativa sulle proprietà di resistenza a flessione.</p> <p>Nota 2 Regole per le specifiche dei trattamenti preservanti sono contenute nella EN 350-2 e EN 350-3.</p>
4.2	<p>Resistenza alla corrosione</p> <p>(1) I mezzi di unione metallici e le altre connessioni strutturali devono, laddove necessario, essere adeguatamente resistenti alla corrosione oppure devono essere protetti contro la corrosione.</p> <p>(2) Esempi di protezione minima contro la corrosione, oppure di specifiche dei materiali per le differenti classi di servizio (vedere il punto 2.3.1.3), sono forniti nel paragrafo 4.1.</p>

4.4.5. CLASSI DI SERVIZIO

Le strutture (o parti di esse) devono essere assegnate ad una delle 3 classi di servizio elencate nella Tab. 4.4.II. Il sistema delle classi di servizio ha lo scopo di definire la dipendenza delle resistenze di progetto e dei moduli elastici del legno e materiali da esso derivati dalle condizioni ambientali.

Tab. 4.4.II - Classi di servizio

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

Esempi di specifiche minime per la protezione del materiale dei mezzi di unione contro la corrosione (in correlazione con la ISO 2081)

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

- Fe metallo base
- Zn rivestimento elettrolitico
- 12 spessore, espresso in μm , del rivestimento elettrolitico
- c rivestimento di conversione a base di cromati

CONTATTI

Per eventuali altre domande: progettisti@wuerth.it

GRAZIE PER L'ATTENZIONE