

Relazione delle prove eseguite su giunti misti legno-calcestruzzo con connettori a piolo e ramponi



TECNARIA

INTRODUZIONE

Viene riportato il risultato di una indagine sperimentale avente ad oggetto lo studio del comportamento di una famiglia di connettori a piolo per travi di solaio composte di legno e calcestruzzo collegato alla struttura lignea mediante viti tirafondi.

La prima parte della relazione descrive l'indagine basata sulle prove sperimentali eseguite presso il CNR Istituto per la Ricerca sul Legno di Firenze (attualmente IVALSA Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree) su campioni del tipo push-out. L'allegato 4 riporta, a titolo di esempio, solo alcuni dei risultati derivanti dalla sperimentazione.

I risultati ottenuti, sotto forma di grafici carico-spostamento, non possono essere utilizzati per la progettazione ma devono essere opportunamente interpretati ed elaborati; si è riportata, pertanto, anche una seconda parte del lavoro che è l'interpretazione ed elaborazione dei risultati delle prove redatta dall'Ing. Marco Lauriola e contiene i risultati, in termini di carico ammissibile e rigidità, direttamente utilizzabili nel calcolo strutturale.

TECNARIA SPA
28 Agosto 2003

INDICE

	Pag.
Parte Prima	
 Sessione di prove	
Scopo delle prove	1
Normative di riferimento	1
Materiali impiegati	1
Tipologie di provini	2
Esecuzione delle prove	2
Risultati	3
Allegato 1. Geometria dei provini	4
Allegato 2. Rilievi eseguiti sui provini	7
Allegato 3. Documentazione fotografica	8
Allegato 4. Risultati	9
Parte Seconda	
 Interpretazione dei risultati	12
Premessa	13
Materiali e metodi	13
Elaborazione dei risultati delle prove	14
Valori da utilizzare nel calcolo alle "tensioni ammissibili"	15
Valori da utilizzare nel calcolo agli "stati limite"	16



Relazione sulle prove eseguite su giunti misti legno-calcestruzzo realizzati con connettori tipo “Tecnaria connettore Base” e “Tecnaria connettore Maxi”

1. Scopo delle prove

Determinazione del comportamento meccanico a taglio puro e rilevazione delle curve carico-deformazione su giunti per strutture miste legno-calcestruzzo realizzati con connettori tipo “Tecnaria connettore base” e “Tecnaria connettore maxi”.

2. Normative di riferimento

- UNI EN 338 “*Legno strutturale. Classi di resistenza*”
- UNI ISO 3131 “*Legno. Determinazione della massa volumica per le prove fisiche e meccaniche*”
- UNI EN 28970 “*Strutture di legno. Prova degli assemblaggi realizzati tramite elementi meccanici di collegamento. Prescrizioni relative alla massa volumica del legno*”
- UNI EN 26891 “*Strutture di legno. Assemblaggi realizzati tramite elementi meccanici di collegamento. Principi generali per la determinazione delle caratteristiche di resistenza e deformabilità*”

3. Materiali impiegati

Le prove sono state realizzate su provini costituiti da blocchi di legno delle dimensioni di 15x15x40 cm, su ognuno dei quali è fissata una soletta di calcestruzzo delle dimensioni di 5x15x40 cm per mezzo di due connettori.

Alcuni provini presentano interposizione di un tavolato fra legno e soletta, in questi casi il connettore è montato sul tavolato.

In tutti i casi fra soletta e legno o soletta e tavolato è interposto un foglio di polietilene al fine di limitare l'attrito fra i due materiali.

La geometria dei provini è illustrata nell'allegato 1. I materiali utilizzati hanno le caratteristiche descritte di seguito.

3.1 Legno

Il legno di conifere (abete/pino) e latifolia (quercia caducifolia) è stato acquistato presso un rivenditore di legname da costruzione, nelle qualità normalmente disponibili ed utilizzate per solai. Esso è stato essiccato fino ad una umidità inferiore al 18% (per abete/pino) o al 26% (per quercia caducifolia) e sezionato nelle dimensioni necessarie. Sui pezzi risultanti sono state rilevate la massa volumica e l'umidità del legno (metodo elettrico). E' stata effettuata la correzione della massa volumica al valore corrispondente al 12% di umidità, come previsto dalla UNI EN 3131. Ciascun provino è stato identificato ed attribuito ad una delle classi di resistenza della UNI EN 338 utilizzando la metodologia 2 prevista dalla UNI EN 28970 (massa volumica comparabile con la massa volumica media della classe di appartenenza).

L'insieme dei rilievi effettuati sui provini è riportato nell'allegato 2.

3.2 Connettori

I connettori sono di acciaio zincato formati da una piastrina di base di spessore 3,8 mm con i quattro spigoli ripiegati a formare dei ramponi e due fori per l'inserimento di viti; sulla piastrina è fissato un piolo del diametro di 12 mm, l'altezza totale dei connettori misurata dalla base della piastrina alla sommità del piolo è di 40 mm; le viti di corredo presentano lo stelo tronco-conico tale da non avere gioco nella piastrina una volta serrate.

Il piolo viene fissato sul legno o sul tavolato mediante il serraggio delle viti, avendo cura di far penetrare completamente i ramponi nel legno.

Sono stati utilizzati due differenti tipi di connettori:

Tipo “base”: piastrina 50x50 mm ; viti Ø 8 mm L = 100 mm;

Tipo “maxi”: piastrina 50x75 mm ; viti Ø 10 mm L = 120 mm.

3.3 Calcestruzzo

E' stato utilizzato calcestruzzo di classe R_{ck} 25 N/mm², fornito da una centrale di betonaggio, posto in opera in una cassaforma realizzata con pannelli in legno e vibrato al momento del getto. Il calcestruzzo è stato armato con una rete metallica utilizzata nella fabbricazione dei pannelli prefabbricati (maglia 75x50 mm; filo Ø 2 mm).

4. Tipologie dei provini

I 50 provini di abete/pino sono stati assemblati secondo 10 differenti tipologie come riassunto in tabella 1.

Tabella 1 – Numero di provini nelle diverse configurazioni (abete/pino).

Classe di resistenza UNI EN 338		C30	C24	C16
Connettore BASE	Tavolato assente	5	5	5
	Tavolato 2 cm	-	5	-
	Tavolato 4 cm	-	5	-
Connettore MAXI	Tavolato assente	5	5	5
	Tavolato 2 cm	-	5	-
	Tavolato 4 cm	-	5	-

I 30 provini di quercia caducifoglia sono stati assemblati secondo 10 differenti tipologie come riassunto in tabella 2.

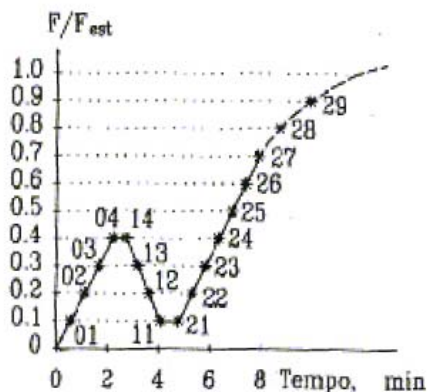
Tabella 2 – Numero di provini nelle diverse configurazioni (quercia caducifoglia).

Classe di resistenza UNI EN 338		D50	D40	D35
Connettore BASE	Tavolato assente	3	3	3
	Tavolato 2 cm	3	-	-
	Tavolato 4 cm	3	-	-
Connettore MAXI	Tavolato assente	3	3	3
	Tavolato 2 cm	3	-	-
	Tavolato 4 cm	3	-	-

Per quanto riguarda i provini con singola o doppia tavola, occorre precisare che i connettori sono stati infissi senza effettuare il carotaggio del tavolato.

5. Esecuzione delle prove

Le prove sono state effettuate, conformemente al metodo descritto nella UNI EN 26891, su una macchina prova materiali con cella di carico amplificata avente un fondo scala da 100.000 N; per l'applicazione della sollecitazione di taglio è stato realizzato uno specifico utensile con testa basculante a cerniera semicilindrica. La prova a taglio è stata effettuata in controllo di velocità di applicazione del carico, secondo la procedura descritta nella figura seguente, dove F è il carico applicato, F_{est} il carico di rottura stimato.



◀ Ciclo di carico (da UNI EN 26891)

Il carico di rottura F_{max} è quello corrispondente allo scorrimento di 15 mm, oppure quello massimo, se raggiunto prima. F_{est} è stato determinato sperimentalmente ed eventualmente rettificato nel corso delle prove (qualora F_{max} differisse da F_{est} di un valore superiore al 20 %). Lo scorrimento relativo della soletta rispetto al legno è stato rilevato tramite una coppia di trasduttori tipo LVDT posizionati come illustrato in allegato 3 (Foto 4).



6. Risultati

L'insieme dei risultati delle prove è raccolto nell'allegato 4 sotto forma di curve carico/spostamento, per ciascun provino testato. Per ogni prova è riportata la curva relativa all'intero ciclo e l'ingrandimento del tratto ritenuto significativo ai fini della determinazione della rigidità. Per i campioni n° 110 e 115 non è stato possibile acquisire i risultati della prova.

Firenze, 26 Marzo 2001

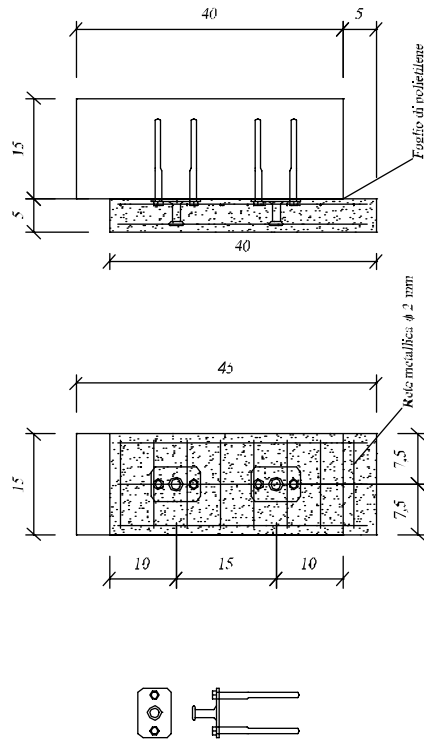
Dr. Michele Brunetti

ALLEGATI:

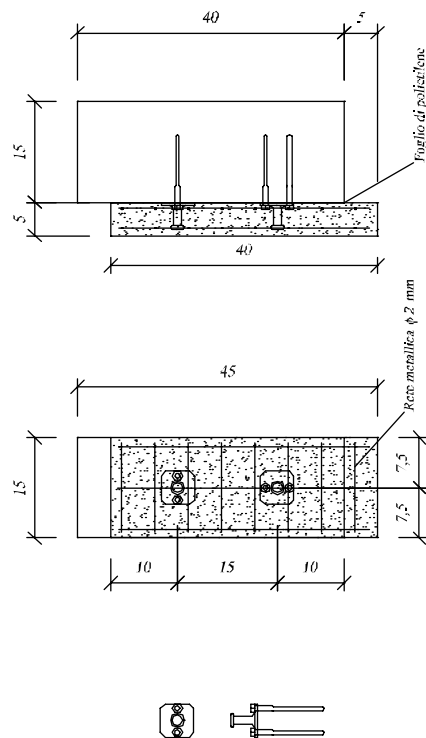
1. GEOMETRIA DEI PROVINI
2. RILIEVI ESEGUITI SUI PROVINI
3. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
4. RISULTATI

Allegato 1 Geometria dei provini

Provino con Connettore Maxi - Tavolato Assente

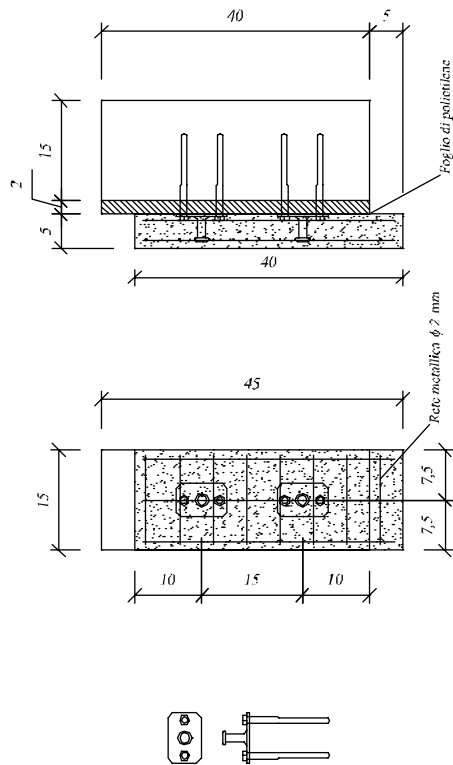


Provino con Connettore Base - Tavolato Assente

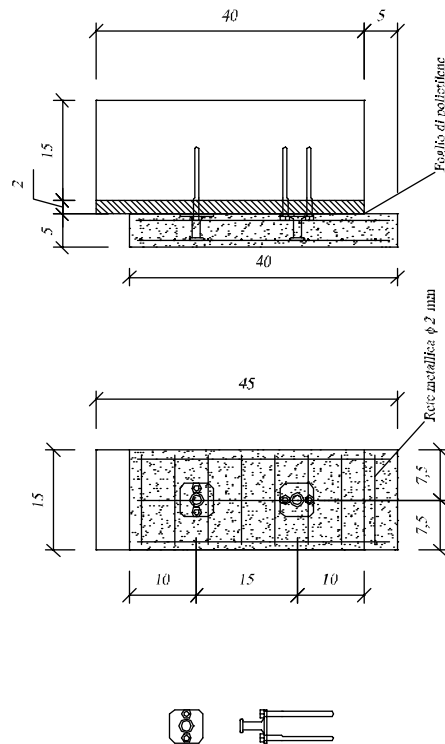




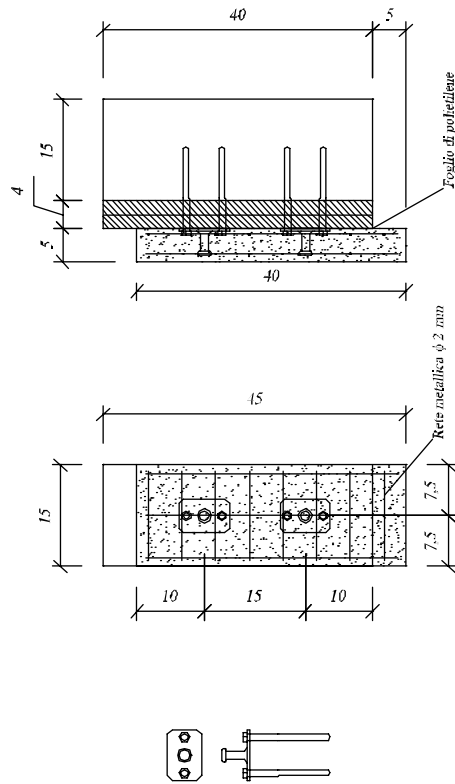
Provino con Connettore Maxi - Tavolato di 2 cm



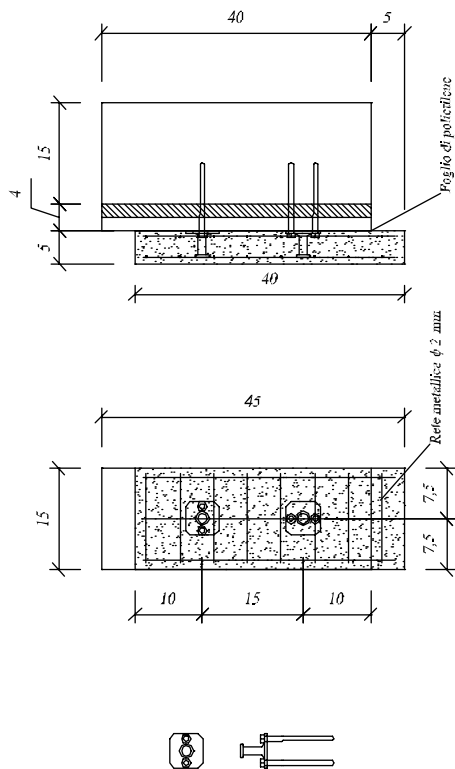
Provino con Connettore Base - Tavolato di 2 cm



Provino con Connettore Maxi - Doppio Tavolato di 2cm



Provino con Connettore Base - Doppio Tavolato di 2cm





ALLEGATO 2 - Rilievi eseguiti sui provini

N°	SPECIE	CLASSE	TIPO	PESO (g)	UMIDITÀ (%)	MV _{12%} (g/cm ³)
2	A	C24	CN1TAV	4004	12,0	0,445
3	A	C24	CN1TAV	4099	13,0	0,455
4	A	C24	CN1TAV	4102	13,7	0,455
6	A	C24	CN1TAV	4110	12,9	0,456
36	A	C24	CN1TAV	4016	13,0	0,446
15	A	C24	CN2TAV	3682	13,8	0,408
16	A	C24	CN2TAV	3770	16,0	0,416
21	A	C24	CN2TAV	4110	13,5	0,456
35	A	C24	CN2TAV	4067	13,1	0,451
89	A	C24	CN2TAV	3629	12,0	0,403
42	A	C16	CNTA	3491	12,7	0,387
53	A	C16	CNTA	3432	10,6	0,382
64	A	C16	CNTA	3052	11,1	0,340
71	A	C16	CNTA	3533	13,8	0,391
83	A	C16	CNTA	3564	10,4	0,397
47	A	C24	CNTA	3855	16,7	0,425
56	A	C24	CNTA	4004	10,2	0,446
59	A	C24	CNTA	4017	13,6	0,445
70	A	C24	CNTA	3826	12,8	0,425
77	A	C24	CNTA	3896	13,0	0,432
5	A	C30	CNTA	4380	14,2	0,485
27	A	C30	CNTA	4376	14,9	0,484
58	A	C30	CNTA	4385	13,2	0,486
61	A	C30	CNTA	4325	13,8	0,479
63	A	C30	CNTA	4232	15,5	0,468
7	A	C24	CV1TAV	3744	12,8	0,416
9	A	C24	CV1TAV	3662	11,7	0,407
30	A	C24	CV1TAV	3948	12,0	0,439
60	A	C24	CV1TAV	3936	13,0	0,437
85	A	C24	CV1TAV	3718	13,1	0,412
67	A	C24	CV2TAV	3816	13,5	0,423
78	A	C24	CV2TAV	3963	14,0	0,439
79	A	C24	CV2TAV	3923	14,1	0,435
80	A	C24	CV2TAV	3908	14,2	0,433
87	A	C24	CV2TAV	3710	13,2	0,411
32	A	C16	CVTA	3401	11,6	0,378
39	A	C16	CVTA	3000	11,5	0,334
72	A	C16	CVTA	2906	12,0	0,323
75	A	C16	CVTA	2937	10,8	0,327
84	A	C16	CVTA	3384	11,7	0,376
14	A	C24	CVTA	3750	13,6	0,416
19	A	C24	CVTA	3873	12,9	0,430
37	A	C24	CVTA	3630	12,9	0,403
41	A	C24	CVTA	3871	11,1	0,431
22(29)	A	C24	CVTA	4091	11,8	0,455
8	A	C30	CVTA	4171	13,8	0,462
12	A	C30	CVTA	4316	14,8	0,478
55	A	C30	CVTA	4145	13,1	0,460
65	A	C30	CVTA	4227	13,8	0,468
81	A	C30	CVTA	4227	15,0	0,468
97	Q	D50	CN1TAV	7342	25,6	0,799
98	Q	D50	CN1TAV	7130	18,6	0,784
116	Q	D50	CN1TAV	7252	17,8	0,799
94	Q	D50	CN2TAV	6959	12,0	0,773
111	Q	D50	CN2TAV	7219	25,7	0,786
112	Q	D50	CN2TAV	7436	25,2	0,810
92	Q	D35	CNTA	6764	25,7	0,736
110	Q	D35	CNTA	6282	18,1	0,692
115	Q	D35	CNTA	6585	14,4	0,729
117	Q	D40	CNTA	6874	16,3	0,759
118	Q	D40	CNTA	6861	22,1	0,751
120	Q	D40	CNTA	7056	25,6	0,768
96	Q	D50	CNTA	7150	25,4	0,778
102	Q	D50	CNTA	7202	15,6	0,796
119	Q	D50	CNTA	7128	13,9	0,790
90	Q	D50	CV1TAV	7243	25,7	0,788
104	Q	D50	CV1TAV	7147	13,2	0,793
108	Q	D50	CV1TAV	7258	17,9	0,799
95	Q	D50	CV2TAV	7452	14,5	0,825
121	Q	D50	CV2TAV	7237	11,9	0,804
122	Q	D50	CV2TAV	7602	25,7	0,827
99	Q	D35	CVTA	6633	14,3	0,734
114	Q	D35	CVTA	6042	12,4	0,671
123	Q	D35	CVTA	6591	20,7	0,723
103	Q	D40	CVTA	6845	12,7	0,760
106	Q	D40	CVTA	6620	18,8	0,728
107	Q	D40	CVTA	6751	16,3	0,745
91	Q	D50	CVTA	7311	13,4	0,811
93	Q	D50	CVTA	7459	24,4	0,813
109	Q	D50	CVTA	7131	16,3	0,787

Note

Specie: A = abete/pino; Q = quercia caducifolia;
secondo UNI EN 338

Classe: Tipo provino: CN = connettore maxi, CV = connettore base, TA = Tavolato Assente, 1TAV = Tavolato 2 cm, 2 TAV= Tavolato 4 cm

ALLEGATO 3 - Documentazione fotografica



Foto 1: Particolare delle casseforme, dei connettori e della rete metallica di armatura



Foto 3 Configurazione del provino a fine prova



Foto 2: Posa in opera del calcestruzzo



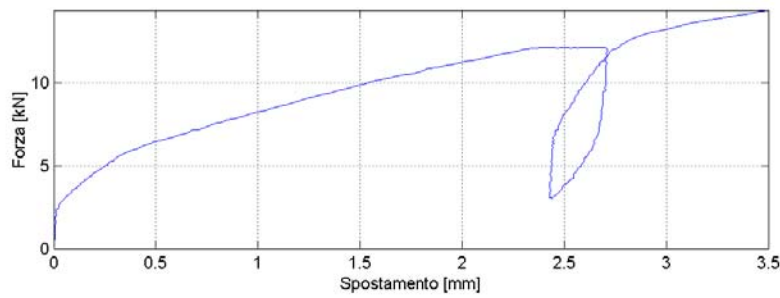
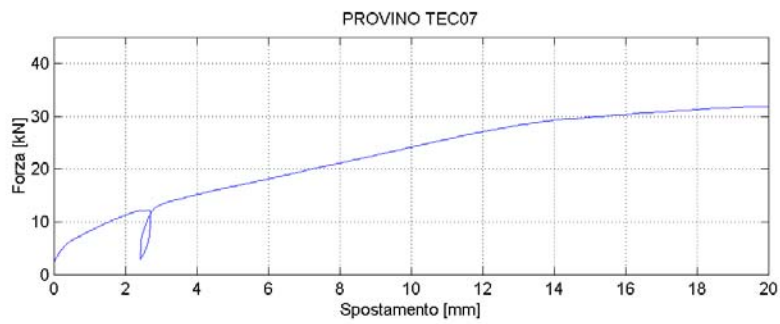
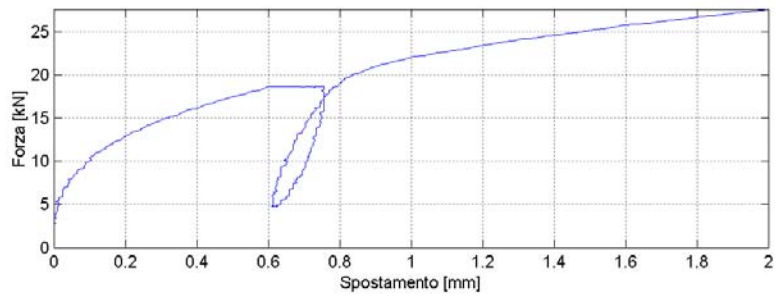
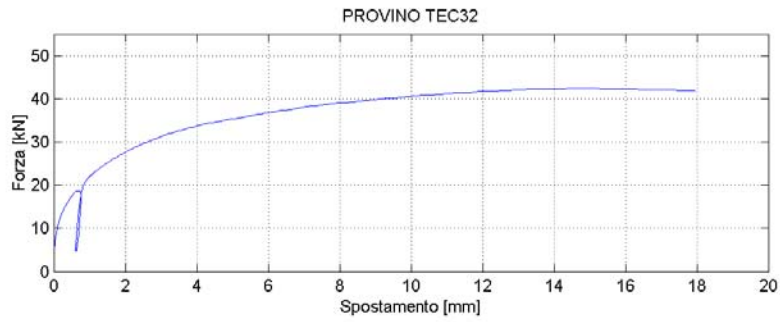
Foto 4 Particolare del trasduttore lineare per il rilievo dello scorrimento

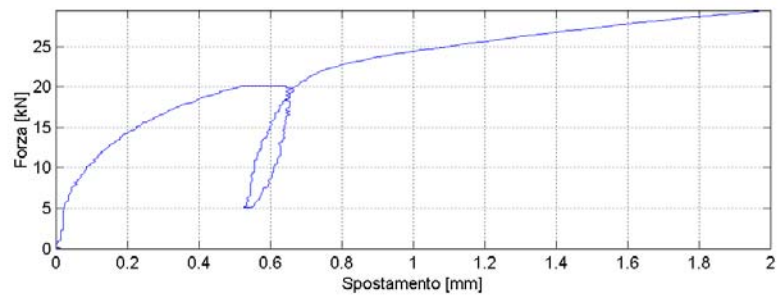
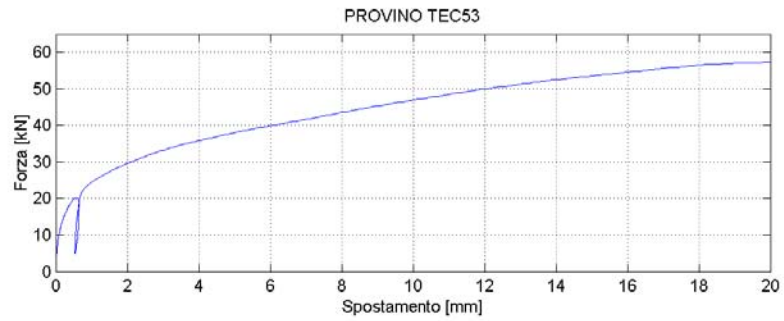
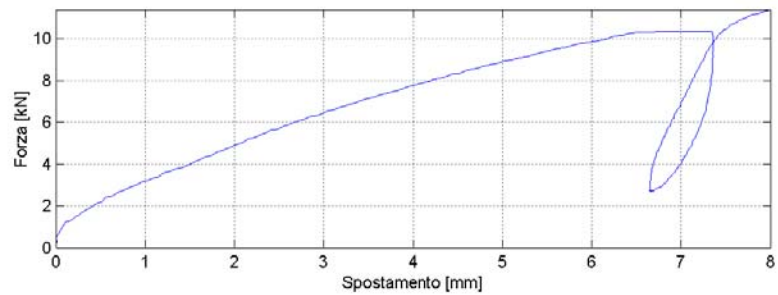
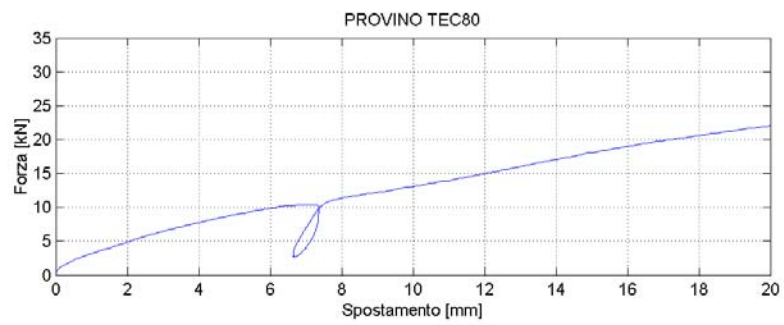


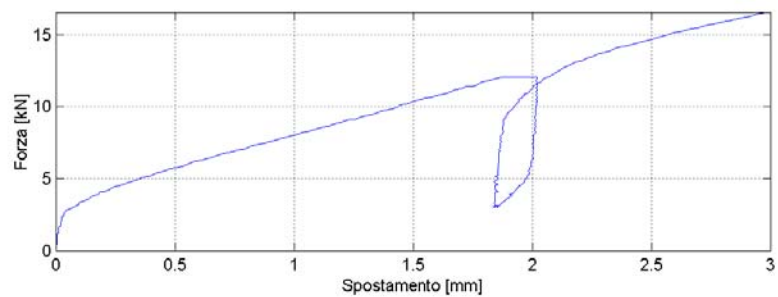
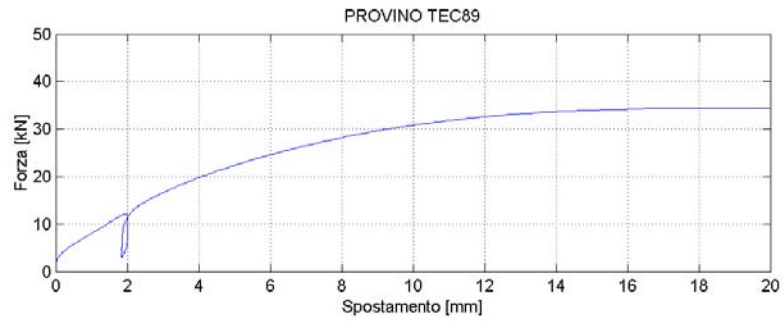
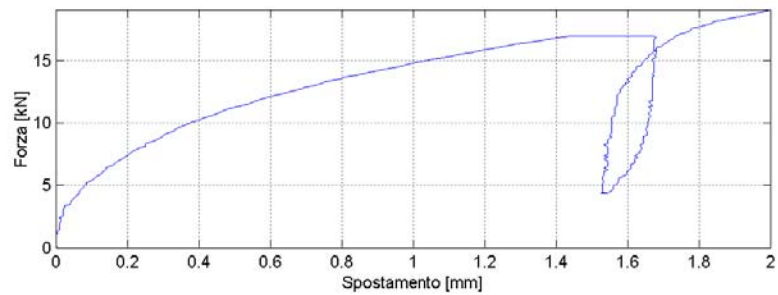
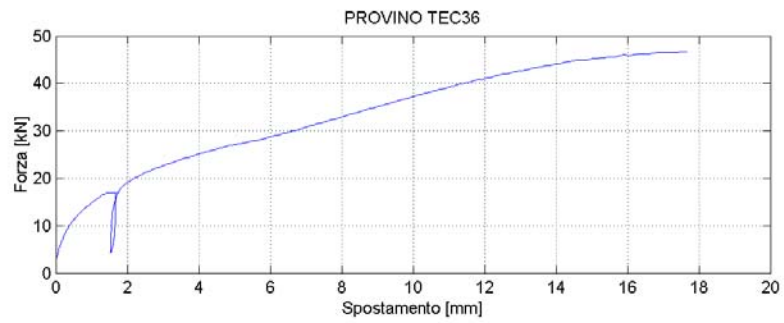
Foto 5 Scorrimento dei connettori a prova conclusa



ALLEGATO 4 - Risultati







**PROVE SPERIMENTALI SU PROVINI LEGNO-CALCESTRUZZO
REALIZZATI CON CONNETTORI “TECNARIA” TIPO “BASE” E “MAXI”**

Interpretazione dei risultati delle prove
condotte presso il CNR Istituto per la Ricerca sul Legno di Firenze

Committente:

TECNARIA Spa

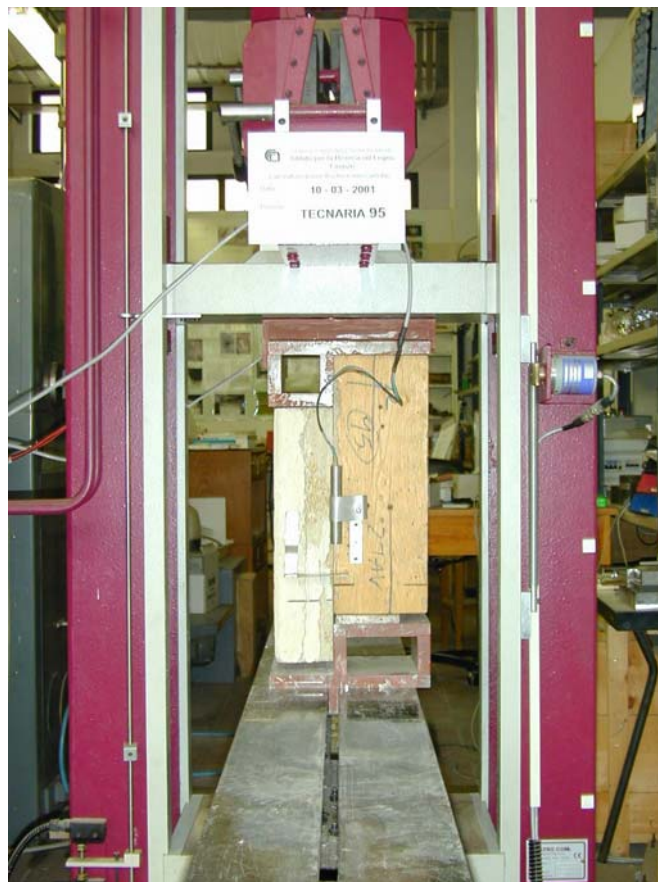
Viale Pecori Giraldi n° 55 - 36061 Bassano del Grappa (VI)

Progettazione prove e consulenza:

LegnoDOC Srl

via M. De Bernardi n° 64 – 50145 Firenze

Agosto 2003



Premessa

La tecnica di irrigidimento dei solai di legno mediante messa in opera di soletta di calcestruzzo collaborante, richiede la presenza di adeguati sistemi di connessione atti a trasferire gli sforzi di taglio fra soletta e orditura lignea.

I connettori contrastano lo scorrimento relativo fra i due materiali con la propria resistenza e rigidità; essendo quest'ultima non infinita, nei solai misti dotati di connettori lo scorrimento è limitato ma comunque presente.

Nel corretto calcolo dei solai misti è necessario considerare tale scorrimento, pertanto bisogna conoscere le caratteristiche di resistenza e di rigidità del connettore.

Attualmente Tecnar produce due tipi di connettori a piolo e ramponi da fissare con viti: il tipo "base" ed il tipo "maxi"; il fissaggio sulle travi di legno può essere fatto sia direttamente sull'estradosso che mediante interposizione di tavolato.

Le caratteristiche del legno influenzano le proprietà meccaniche della connessione (intesa come insieme trave – viti – connettore - calcestruzzo), in relazione a questo si può fare una prima distinzione fra legni duri (quercia, faggio, castagno, ecc.) e legni teneri (abete, larice, pino, pioppo, ecc.); una ulteriore distinzione è in relazione al peso specifico del legno.

Materiali e metodi

La sperimentazione è stata condotta su provini di legno sui quali era applicata una soletta di calcestruzzo per mezzo di connettori a piolo e ramponi fissati con viti.

I provini sono stati sollecitati in modo da generare solo sforzi di scorrimento all'interfaccia legno-calcestruzzo, durante le prove è stata rilevata la curva carico-scorrimento.

La sperimentazione è stata condotta, come richiesto dall'Eurocodice 5 (UNI ENV 1995 Progettazione delle strutture di legno) secondo le seguenti norme:

UNI EN 338	Legno strutturale. Classi di resistenza.
UNI EN 26891	Strutture di legno. Assemblaggi realizzati tramite elementi meccanici di collegamento. Principi generali per la determinazione delle caratteristiche di resistenza e deformabilità.
UNI EN 28970	Strutture di legno. Prova degli assemblaggi realizzati tramite elementi meccanici di collegamento. Prescrizioni relative alla massa volumica del legno.

La campagna di prove ha riguardato provini di diverse tipologie al fine di determinare le caratteristiche meccaniche al variare dei seguenti parametri:

specie legnosa:	abete e quercia
tipo connettore:	"base" e "maxi"
interposizione di tavolato:	tavolato assente, tavolato 2cm e tavolato 4cm
classe di qualità del legno:	C16, C24, C30, D35, D40 e D50

Nella tabella seguente è indicato, per ciascuna combinazione, il numero di campioni sottoposti a prova:

		abete C30	abete C24	abete C16	quercia C50	quercia C40	quercia C35
conn. base	tavolato assente	5	5	5	3	3	3
	tavolato 2cm	-	5	-	3	-	-
	tavolato 4cm	-	5	-	3	-	-
conn. maxi	tavolato assente	5	5	5	3	3	3
	tavolato 2cm	-	5	-	3	-	-
	tavolato 4cm	-	5	-	3	-	-

L'attribuzione del singolo provino ad una classe di qualità è stata fatta in base alla massa volumica secondo il "metodo 2" della UNI EN 28970 cioè i provini utilizzati avevano massa volumica media comparabile con quella relativa alla classe.

Elaborazione dei risultati delle prove

I risultati delle prove sono stati forniti dal CNR IRL di Firenze sotto forma di curve carico-spostamento. Per ogni prova è stata determinata la resistenza a rottura F_{max} che è il massimo carico raggiunto entro uno scorrimento di 15mm, come definito dalla UNI EN 26891.

I valori di F_{max} sono stati ridotti per riferirli alla massa volumica caratteristica della classe secondo la formula (UNI EN 28970):

$$F_{cor} = F_{max} \times \left(\frac{\rho_k}{\rho} \right)^c \quad [1]$$

dove:

F_{cor} è il valore della resistenza a rottura riferito alla massa volumica caratteristica;

ρ_k è il valore caratteristico della massa volumica della classe;

ρ è il valore della massa volumica del provino;

c è un coefficiente ricavato sperimentalmente elaborando le prove.

Il coefficiente c è stato ricavato interpolando i risultati delle prove sui provini di abete senza tavolato in quanto di numerosità maggiore, è stata ricercata la curva interpolante secondo il criterio dei minimi quadrati sulla base della equazione esponenziale sopra scritta.

Sono stati trovati i seguenti coefficienti c :

connettore base, abete, tavolato assente $c=0,35$

connettore maxi, abete, tavolato assente $c=0,27$

Non essendo stato possibile ricavare il valore del coefficiente c nei casi di connettore sul tavolato e nel caso della quercia, in tali casi e a favore di sicurezza è stato utilizzato il massimo valore trovato pari a $c=0,35$, pertanto sono stati assunti i seguenti valori:

Tabella 2			
Valori del coefficiente c assunti nella elaborazione dei risultati			
		abete	quercia
conn. base	tavolato assente	0,35	0,35
	tavolato 2cm	0,35	0,35
	tavolato 4cm	0,35	0,35
conn. maxi	tavolato assente	0,27	0,35
	tavolato 2cm	0,27	0,35
	tavolato 4cm	0,27	0,35

Non sono state riscontrate differenze significative di resistenza fra le varie classi, pertanto, a favore di sicurezza, ciascun risultato è stato riportato alla classe più bassa: le resistenze relative alle prove sull'abete sono state riferite alla classe C16 (di massa volumica caratteristica 310kg/m³), mentre quelle sulla quercia alla classe D35 (di massa volumica caratteristica 560kg/m³) mediante la formula [1].

Le resistenze così ottenute sono riferite a masse volumiche caratteristiche pertanto sono da intendersi come valori caratteristici; tali resistenze sono state mediate all'interno di ciascun gruppo ottenendo i seguenti risultati:

Tabella 3			
Resistenze caratteristiche riferite ad una coppia di connettori [N]			
		abete	quercia
conn. base	tavolato assente	41.810	51.393
	tavolato 2cm	28.392	45.597
	tavolato 4cm	19.518	19.747
conn. maxi	tavolato assente	48.500	59.950
	tavolato 2cm	39.260	45.802
	tavolato 4cm	34.202	40.943

Valori da utilizzare nel calcolo alle “Tensioni Ammissibili”

I risultati riportati in Tabella 3 sono resistenze caratteristiche non utilizzabili nell’ambito del metodo di calcolo delle tensioni ammissibili; è possibile ricavare i carichi ammissibili dalla seguente formula (estrpolata da UNI ENV 1995):

$$F_{amm} = F_k \times \frac{K_{mod}}{\gamma_m \times \gamma_G} \quad [2]$$

dove:

F_{amm} è il valore del carico ammissibile sul singolo connettore;

F_k è il valore caratteristico della resistenza del singolo connettore (pari a quello della precedente tabella diviso per due connettori);

K_{mod} è un coefficiente di correzione per la classe di servizio e per la durata del carico, si adotta 0,7 che è quello relativo alla classe di servizio 1 e 2 ed a carichi di lunga durata (depositi);

γ_m è il coefficiente parziale di sicurezza sul materiale pari a 1,3;

γ_G è il coefficiente parziale di sicurezza sui carichi, a favore di sicurezza è stato assunto 1,5 che è quello sui carichi permanenti essendo maggiore di quello sui carichi accidentali.

Pertanto la [2] diventa:

$$F_{amm} = \frac{F_k}{2,786} = 0,359 \times F_k \quad [3]$$

Il valore 2,786 che compare nella [3] è il coefficiente di sicurezza che permette il passaggio dai valori caratteristici delle resistenze a quelli ammissibili.

Le prove sulla quercia hanno dato sempre valori di resistenza leggermente superiori a quelli relativi all’abete, essendo i provini di quercia di numero inferiore a quelli di abete, a favore di sicurezza si attribuiscono anche alla quercia i risultati relativi all’abete.

Le rigidzze dei connettori vengono determinate a partire dalle curve carico-spostamento come rigidzze secanti dall’origine al livello di carico ammissibile.

Si ha:

<u>Tabella 4</u>			
Carichi ammissibili e rigidzze riferiti al singolo connettore, validi sia per conifere che per latifoglie (valori non approssimati)			
		resistenza [N]	rigidzza [N/mm]
conn. base	tavolato assente	7.504	20.990
	tavolato 2cm	5.096	3.135
	tavolato 4cm	3.503	1.414
conn. maxi	tavolato assente	8.704	20.751
	tavolato 2cm	7.046	8.393
	tavolato 4cm	6.138	3.659

Nel caso del tavolato assente la rigidzza del connettore base risulta leggermente superiore a quella del connettore maxi; teoricamente i due risultati sarebbero dovuti essere uguali in quanto, nel caso di assenza di tavolato, la rigidzza è determinata essenzialmente dai ramponi perché più rigidi delle viti. Pertanto la piccola differenza riscontrata è da attribuire alla variabilità legata alla natura del materiale ed al numero di prove effettuate.

Per semplicità ed a favore di sicurezza si potranno adottare i seguenti valori di calcolo approssimati:

<u>Tabella 5</u>			
Carichi ammissibili e rigidzze riferiti al singolo connettore, validi sia per conifere che per latifoglie			
		resistenza [N]	rigidzza [N/mm]
conn. base	tavolato assente	7.500	20.800
	tavolato 2cm	5.100	3.140
	tavolato 4cm	3.500	1.410
conn. maxi	tavolato assente	8.700	20.800
	tavolato 2cm	7.050	8.390
	tavolato 4cm	6.140	3.660

I valori sopra riportati sono utilizzabili nell'ambito del metodo di calcolo delle tensioni ammissibili, sono validi per qualunque classe di durata del carico, sotto le seguenti ipotesi:
le condizioni ambientali della struttura siano assimilabili alle classi di servizio 1 e 2 secondo UNI ENV 1995 (legno protetto dalle intemperie);
nel calcolo si adotti un coefficiente di viscosità riduttivo per la rigidità per considerare gli effetti a lungo termine.

Valori da utilizzare nel calcolo agli "Stati Limite"

Le resistenze caratteristiche riportate in Tabella 3 sono relative alla coppia di connettori e pertanto sarebbero utilizzabili direttamente nell'ambito del metodo di calcolo agli stati limite (UNI ENV 1995) dopo averle divise per due per riferirle al singolo connettore; tuttavia, per i motivi esposti nel paragrafo precedente, si attribuiscono anche alla quercia i risultati relativi all'abete.

Le rigidità dei connettori K_{ser} e K_u , rispettivamente per il calcolo allo SLE ed allo SLU, vengono determinate a partire dalle curve carico-spostamento come rigidità secanti dall'origine al livello di carico pari a 0,4 ed allo 0,6 delle resistenze caratteristiche (UNI EN 26891).

Per semplicità ed a favore di sicurezza si potranno adottare i seguenti valori di calcolo approssimati:

<u>Tabella 6</u>				
Carichi caratteristici e rigidità riferiti al singolo connettore, validi sia per conifere che per latifoglie (valori approssimati)				
		resistenza caratteristica F_k [N]	modulo di scorrimento iniziale K_{ser} [N/mm]	modulo di scorrimento ultimo K_u [N/mm]
conn. base	tavolato assente	20.900	17.200	7.410
	tavolato 2cm	14.190	2.740	1.730
	tavolato 4cm	9.760	1.330	970
conn. maxi	tavolato assente	24.250	17.200	7.410
	tavolato 2cm	19.630	6.800	3.270
	tavolato 4cm	17.100	3.230	2.410

I valori sopra riportati sono utilizzabili nell'ambito del metodo di calcolo agli stati limite, secondo i dettami dell'Eurocodice 5 (UNI ENV 1995).

Ing. Marco Pio Lauriola