

Prove eseguite su connettori Tecnaria MINICEM h=20mm per travetti in calcestruzzo e solette in calcestruzzo fibrorinforzato.

Introduzione

Viene riportato il risultato di una indagine sperimentale avente in oggetto lo studio del comportamento di un connettore per le unioni a taglio tra travetti in calcestruzzo e solette in calcestruzzo.

Il connettore studiato ha altezza 20 mm ed è stato studiato per l'unione con solette in calcestruzzo di basso spessore, come 20, 25 o 30 mm.

Le prove sono state fatte in collaborazione con la ditta Tecnochem di Bergamo, leader nella produzione di calcestruzzi micro-rinforzati ad alte prestazioni meccaniche. La soletta unita ai travetti è stata realizzata da personale della Tecnochem in calcestruzzo REFOR-Tec GF5/ST-HS tricomponente.

Ing. Enrico Nespolo
Tecnaria S.p.A.
16 Settembre 2015

Indice

Introduzione	1
Indice	2
Oggetto delle prove sperimentali	3
Modalità di prova	6
Preparazione dei provini	6
Prove sperimentali	6
Esecuzione prova	6
Strumentazione utilizzata	7
Grafici carico spostamento	7
Tipo di rottura	13
Tabella riassuntiva risultati prove	14
Valore di resistenza caratteristico	14
Conclusioni	14
Valori di progetto	15
Documentazione fotografica	16

Oggetto delle prove sperimentali

Connettore Tecnaria MiniCEM h= 20 mm per calcestruzzo.



Il connettore è costituito da una vite con filetto per calcestruzzo. La vite è in acciaio al carbonio C21 con trattamento di cementazione per indurire il filetto e far in modo che possa filettare il calcestruzzo senza rovinarsi.

La vite ha una lunghezza di 57 mm nella parte che entra nel calcestruzzo esistente.



Il suo diametro interno è di 7.9 mm.

La parte superiore è costituita da un piolo con testa allargata e da un piatto metallico mobile.

La testa è di diametro 18 mm e la rondella di 20 mm.

Le fasi di applicazione del connettore sono le seguenti:

- Realizzazione di foro sul calcestruzzo di diametro 8 mm, per una profondità di 75 mm
- Pulizia accurata del foro dalla polvere di calcestruzzo
- Avvitamento del connettore nel foro fino ad adesione della rondella sulla superficie del calcestruzzo esistente. La rondella mobile permette il corretto contatto anche se la superficie del calcestruzzo non è completamente piana
- Getto di calcestruzzo collaborante.

Questo connettore è stato appositamente pensato per la connessione di travi esistenti a calcestruzzi a bassi spessori. In questi casi si utilizzano calcestruzzi ad altissime prestazioni meccaniche, garantite dalla presenza di fibre metalliche nel cls. La presenza della rondella accoppiata alla testa fanno in modo che il calcestruzzo superiore rimanga incastrato nel connettore, garantendo così una elevata rigidezza all'interfaccia calcestruzzo nuovo – connettore.

Sono state eseguite 9 prove nel seguente contesto di utilizzo:

- travetti esistenti di larghezza 6 cm, altezza 24 cm, lunghezza 40 cm
- travetti esistenti in calcestruzzo Rofix C16/20.
- travetti con 2 connettori ciascuno
- solette in calcestruzzo Refor-Tec di spessore medio 21 mm.

Si noti che non è stata utilizzata armatura né nella soletta né nel travetto.



Per non avere aderenza superficiale tra travetto e soletta i travetti sono stati verniciati con uno smalto trasparente.



I campioni pronti per le prove:



Modalità di prova

Prove sperimentali con provini del tipo "push out" al fine di valutare il comportamento a scorrimento dei connettori Tecnarìa per strutture miste acciaio/calcestruzzo secondo indicazioni norme UNI EN 1994-1-1/2005 (Eurocodice 4).

Prove di compressione dei cubetti in calcestruzzo secondo norma UNI EN 12390-3.

Preparazione dei provini

Il provino è stato lasciato all'aria a stagionare. Il travetto è stato realizzato con calcestruzzo premiscelato Rofix Creteo Standard CC201 con classe di resistenza minima C16/20 ed è stato gettato il 13/7/2015.

Il 4/8/2015 è stato realizzato il getto della soletta collaborante in calcestruzzo ReforTec.

Le prove sono state eseguite nei giorni 10 e 11/9/2015.

La resistenza calcestruzzo del supporto al momento di prova è stata misurata tramite rottura di 4 cubetti realizzati con lo stesso calcestruzzo e allo stesso momento dei travetti. La resistenza media è di 30.4 MPa.

La norma prevede che per le prove siano fatte su calcestruzzo di resistenza $70\% \pm 10\%$ di quella per le quali devono essere usate per poter usare un coeff. di sicurezza di 1.25.

Se la resistenza del calcestruzzo di prova è pari a quella del calcestruzzo per la quale si progetta l'applicazione il coeff. è di 1.5.

Prove sperimentali

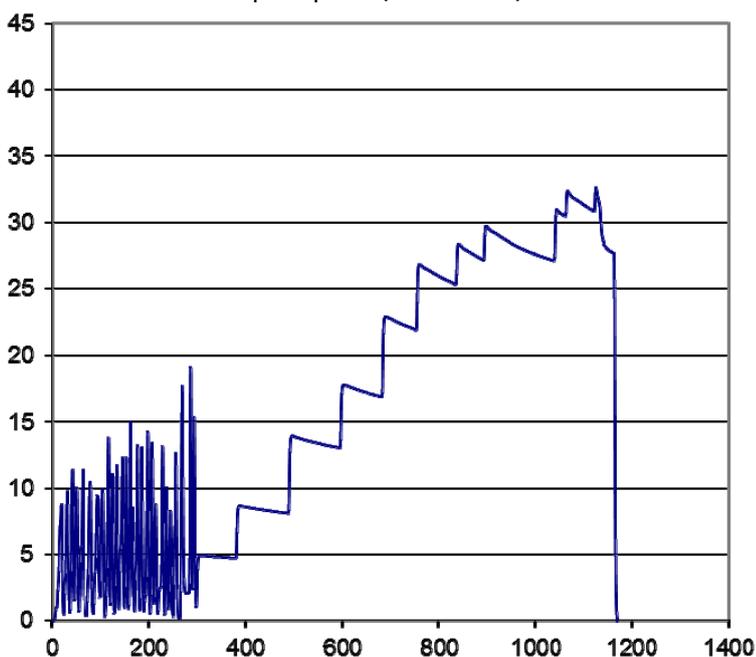
Esecuzione prova.

Ogni provino è stato centrato sotto la pressa. Sono stati successivamente azzerati i trasduttori di spostamento applicati. Successivamente il carico è stato incrementato fino al 40% del valore massimo previsto per la rottura e poi applicato ciclicamente per 25 volte tra il 5% e il 40%.

Eseguiti i cicli carico/scarico gli incrementi successivi si sono avuti in modo che la rottura non si verificasse in meno di 15 minuti.

Lo scorrimento longitudinale tra ogni soletta di calcestruzzo e la sezione di acciaio è stato misurato continuamente durante il carico. Lo scorrimento è stato misurato almeno fino a quando il carico è sceso sotto il 20% del carico massimo.

Curva carico - tempo tipica (Provino 8):





Strumentazione utilizzata.

Per l'esecuzione delle prove sulle solette in calcestruzzo è stata utilizzata una pressa Enerpac con capacità di 1000 KN. Superficie del cilindro di compressione di 133.3 cm².

La testa della pressa, esercitante la funzione di contrasto è stata munita di cella di carico HBM per la misura della forza.

Per la misura degli spostamenti si sono usati due trasduttori induttivi della HBM da 50 mm.

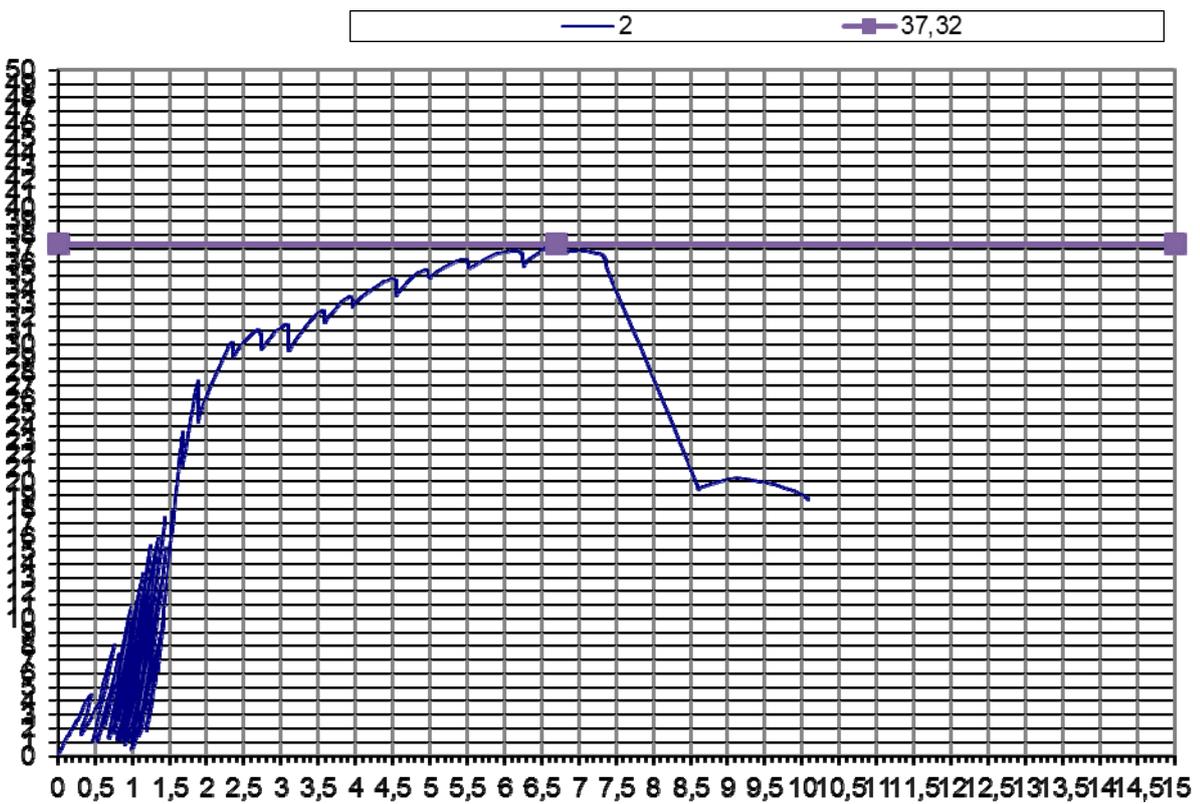
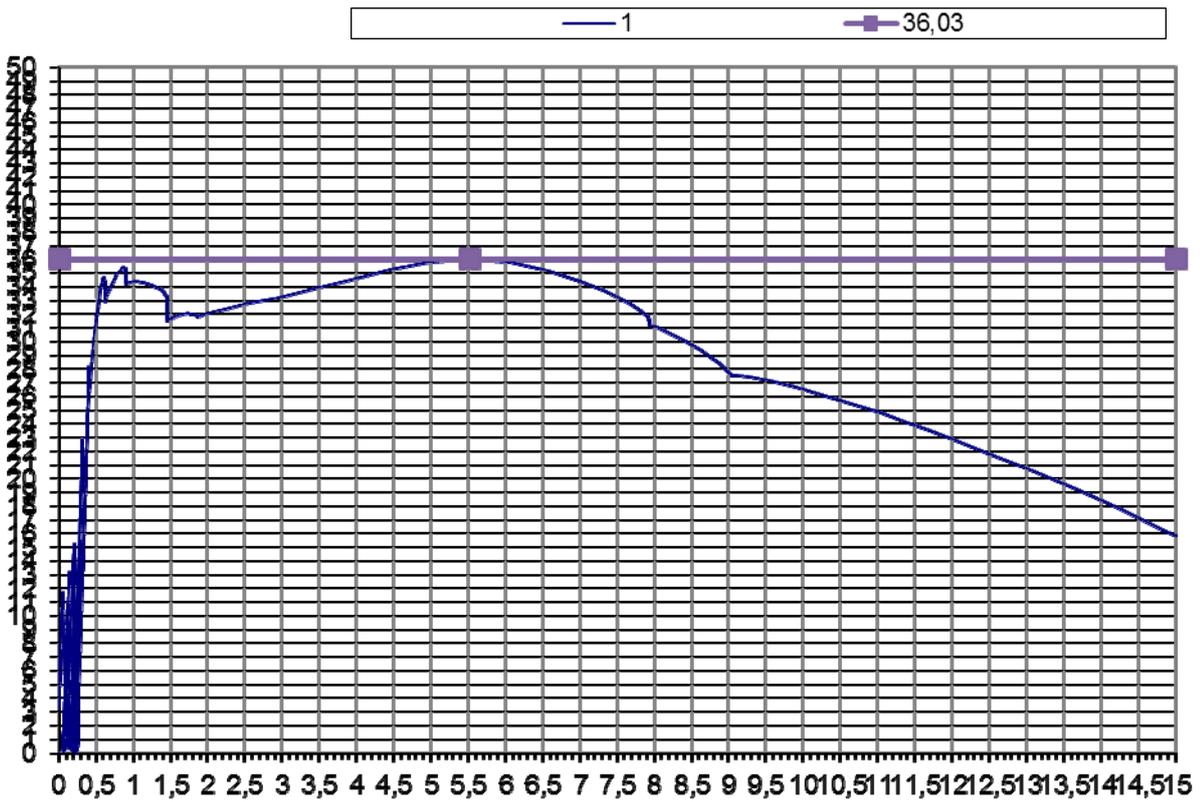
Le prove sono state realizzate presso il laboratorio di prove e misure presso la sede di Tecnar.

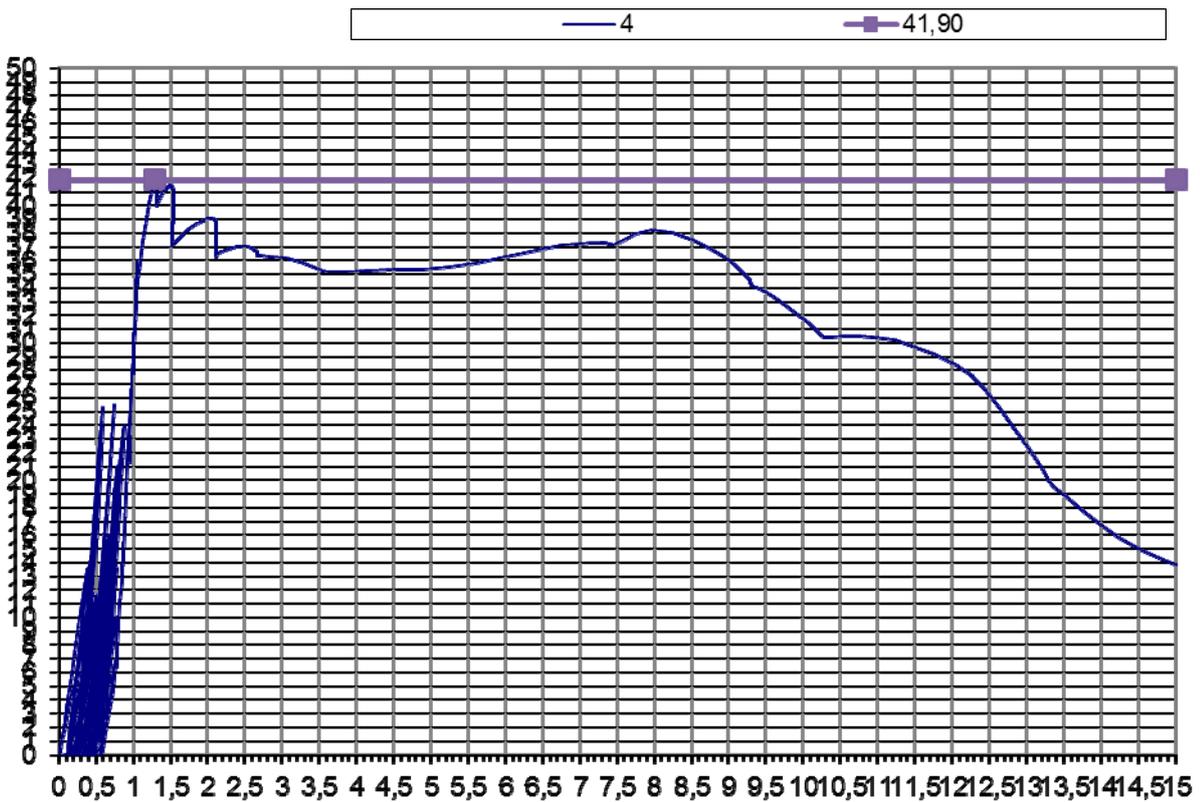
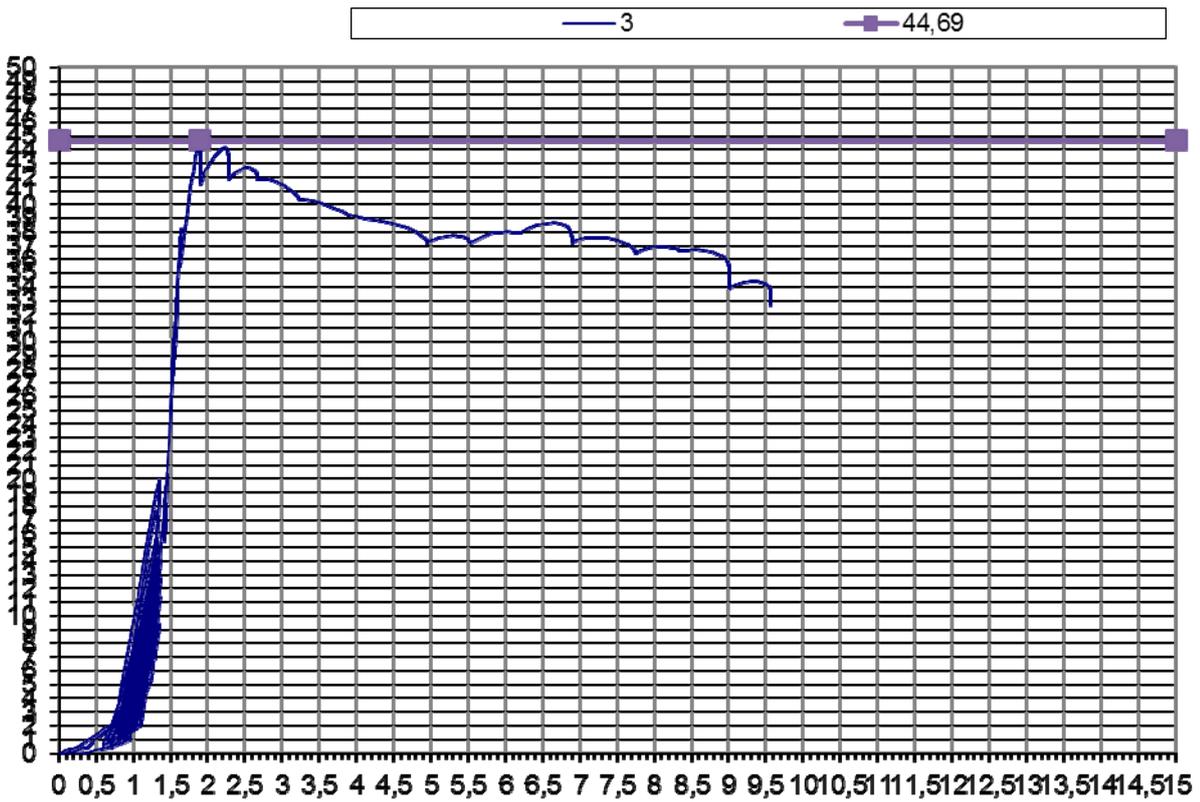
Grafici carico spostamento

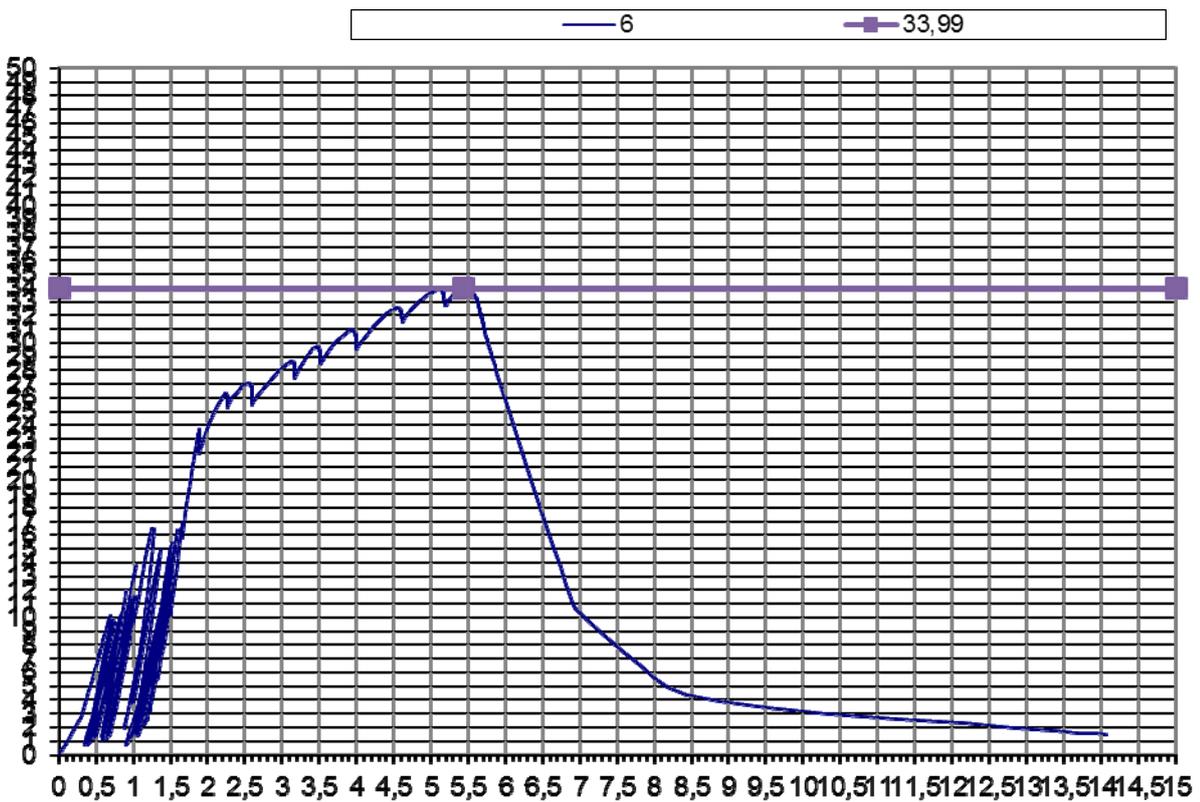
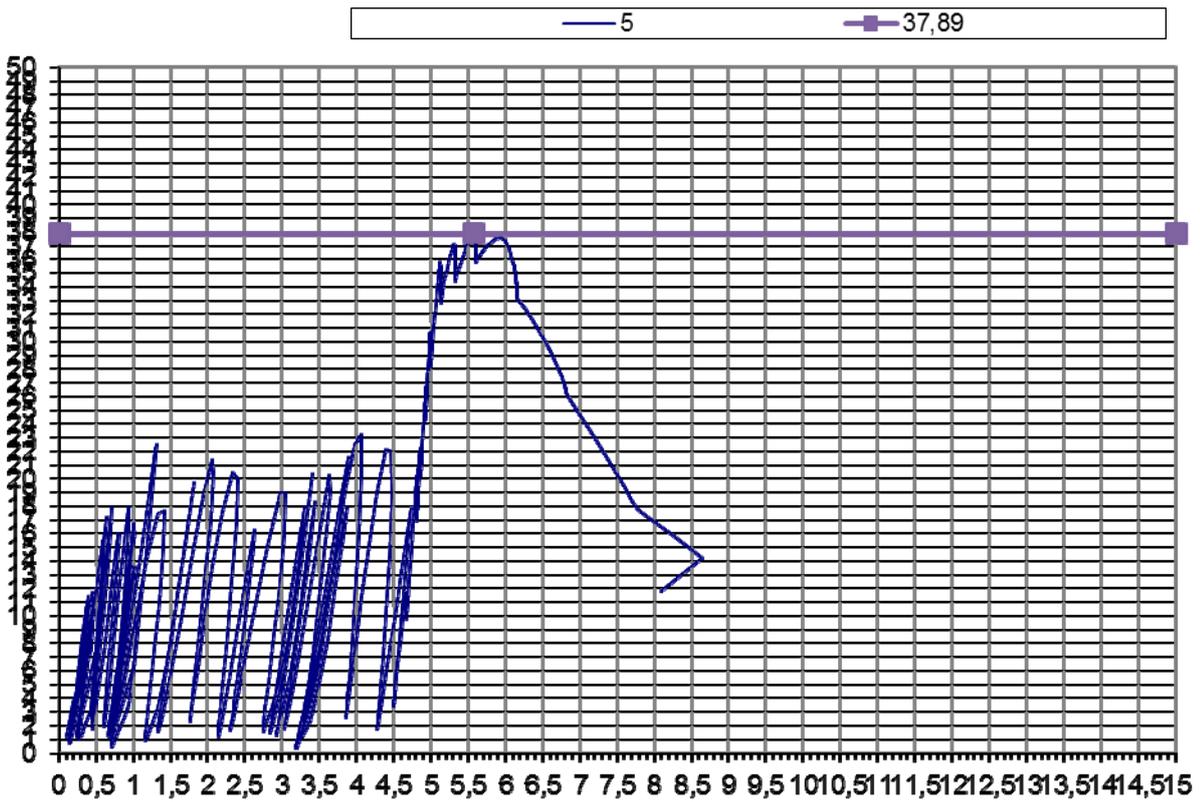
Vengono di seguito riportati i grafici carico spostamento relativi ad ogni prova.

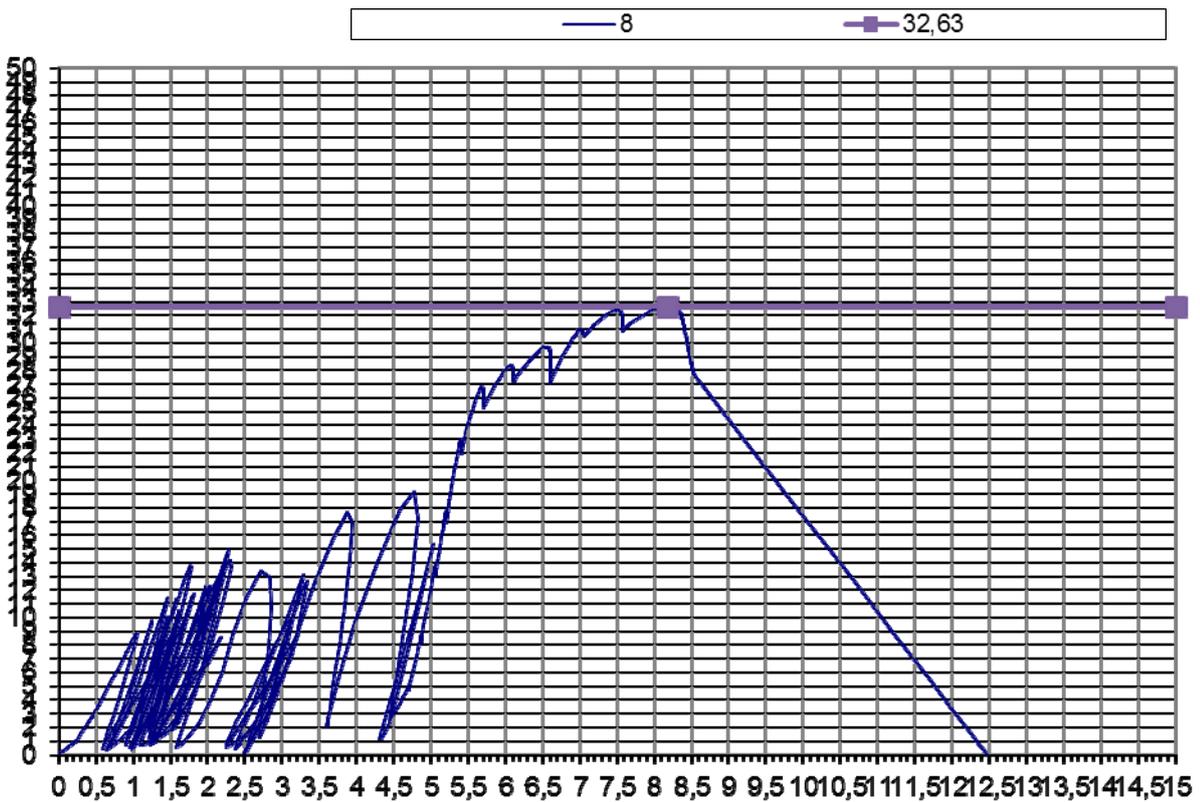
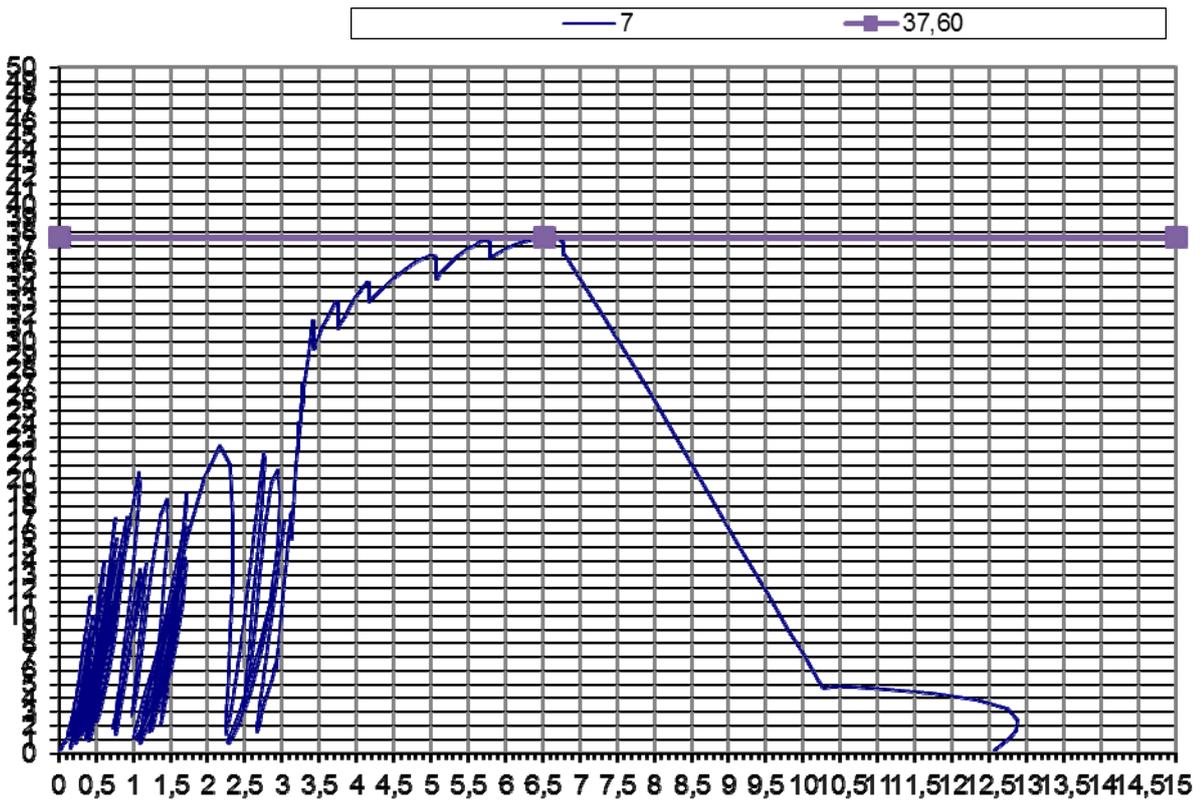
Il carico è espresso in kN e si riferisce alla coppia di connettori.

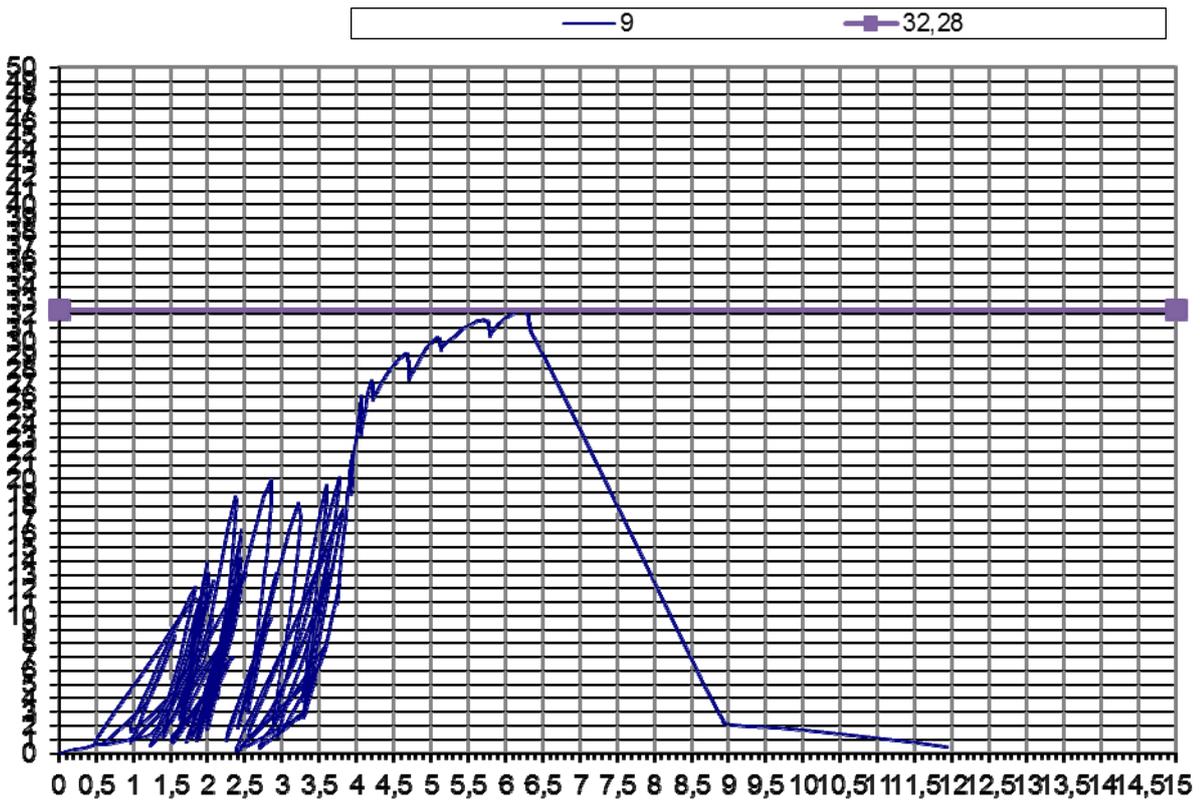
Lo spostamento è in mm.











Tipo di rottura

La rottura dei campioni si è manifestata in maniera prevalente per rottura del travetto di calcestruzzo di supporto.



Su 9 campioni provati, 7 hanno avuto rottura sul travetto in calcestruzzo, 1 ha avuto rottura delle due viti e 1 ha avuto una rottura mista (1 vite rotta e una parte di travetto rotta).

Le prove hanno dimostrato l'efficienza dei connettori nel collegare la soletta di basso spessore in maniera efficace, infatti in nessun caso c'è stata rottura nel collegamento connettore soletta.

I connettori risultano essere a gambo perfettamente verticale anche dopo le prove.



Si presume una non corretta installazione per i campioni che hanno avuto le viti rotte.

Tabella riassuntiva risultati prove

Campione	Supporto - travetto			Soletta		Connettore			Risultati						
	misure								Carico massimo per campione	Carico per connettore	deformata massima a fine dei 25 cicli iniziali	deformata al carico massimo	ripresa del carico dopo picco	osservazioni	
	cm	materiale	Rcm			tipo	n	preforo	kN	kN	mm	mm			
1	6 x 24 x 40	C16/20	30,4	spessore 20 mm, 40 cm x 40 cm	Refor-Tec	Mini CEM 20 mm testa piatta	2	8 mm	36,0	18,0	0,5	5,5	si	supporto affondato di 2 mm nella soletta	rottura del cls supporto
2	6 x 24 x 40	C16/20	30,4	spessore 20 mm, 40 cm x 40 cm	Refor-Tec	Mini CEM 20 mm testa piatta	2	8 mm	37,3	18,7	1,5	6,69	no	supporto non affondato nella soletta	rottura delle due viti
3	6 x 24 x 40	C16/20	30,4	spessore 20 mm, 40 cm x 40 cm	Refor-Tec	Mini CEM 20 mm testa piatta	2	8 mm	44,7	22,3	1,5	2	no	supporto affondato di 2 mm nella soletta	rottura del cls supporto
4	6 x 24 x 40	C16/20	30,4	spessore 20 mm, 40 cm x 40 cm	Refor-Tec	Mini CEM 20 mm testa piatta	2	8 mm	41,9	21,0	1	1,25	si	supporto non affondato nella soletta	rottura del cls supporto
5	6 x 24 x 40	C16/20	30,4	spessore 20 mm, 40 cm x 40 cm	Refor-Tec	Mini CEM 20 mm testa piatta	2	8 mm	37,9	18,9	5	5,5	no	soletta distaccata dal supporto	rottura del cls supporto
6	6 x 24 x 40	C16/20	30,4	spessore 20 mm, 40 cm x 40 cm	Refor-Tec	Mini CEM 20 mm testa piatta	2	8 mm	34,0	17,0	1,75	5,5	no	soletta lavorata con flessibile	rottura del cls supporto
7	6 x 24 x 40	C16/20	30,4	spessore 20 mm, 40 cm x 40 cm	Refor-Tec	Mini CEM 20 mm testa piatta	2	8 mm	37,6	18,8	3	7	no	soletta lavorata con flessibile	rottura di 1 vite
8	6 x 24 x 40	C16/20	30,4	spessore 20 mm, 40 cm x 40 cm	Refor-Tec	Mini CEM 20 mm testa piatta	2	8 mm	32,6	16,3	5	8	no	soletta distaccata dal supporto	rottura del cls supporto
9	6 x 24 x 40	C16/20	30,4	spessore 20 mm, 40 cm x 40 cm	Refor-Tec	Mini CEM 20 mm testa piatta	2	8 mm	32,3	16,1	4	5,5	no	soletta lavorata con flessibile	rottura del cls supporto

Valore di resistenza caratteristico

Il valore di resistenza caratteristico deducibile da queste nove prove risulta essere di **14.5 kN** per connettore. Tale elaborazione è stata fatta seguendo le indicazioni dell'Eucodice 0 UNI EN 1990-1-1.

Il coefficiente di sicurezza da adottare su calcestruzzi aventi Rck 30 è di 1.5.

Conclusioni

La presente indagine, volta a caratterizzare dal punto di vista meccanico le caratteristiche dei connettori Tecnaria MiniCEM h= 20mm posati su travetti sottili (6 cm) con solette in calcestruzzo fibrerinfornate tipo Refor-Tec di basso spessore ha dimostrato vari aspetti:

- 1) Il connettore è efficiente nel collegare la soletta di basso spessore.
- 2) La resistenza è determinata dalla rottura lato travetto esistente.
- 3) La resistenza caratteristica su un travetto di 6 cm avente Rck 30 è di 14.5 kN

Valori di progetto

I connettori applicati su travetti di larghezza 6 cm in calcestruzzo classe C25/30 hanno valore di resistenza caratteristica a taglio

$P_k = 14.5 \text{ kN}$.

Il valore di progetto sarà $P_d = P_k / g = 14.5 / 1.5 = 9.67 \text{ kN}$

Per l'utilizzo su travetti di larghezza maggiore ovviamente tale valore sarà utilizzabile in quanto cautelativo.

Documentazione fotografica

Preparazione travetti:



Travetti connessi:



Campioni con soletta:



Campione pronto alla prova:



Campioni rotti

Campione 1:



Campione 2:



Campione 3:



Campione 4:



Campione 5:



Campione 6:



Campione 7:



Campione 8:



Campione 9:

