



Sezione Scienza delle Costruzioni
LABORATORIO UFFICIALE PROVE MATERIALI
(Legge 5 novembre 1971, n. 1086)

DA ASSOGGETTARE
A BOLLO IN CASO
D'USO, AI SENSI DEL
D.P.R. 642/72

Trieste, 07/08/2014

ft

CERTIFICATO DI PROVE

N. 140110

Pagina 1 di 18

Committente: Laterlite S.p.A.
via Correggio 3 - 20149 Milano (MI).
Domanda: approvata dal Consiglio di Dipartimento n. 25 dd 09/07/2014.
Campioni di: manufatti in calcestruzzo armato e acciaio.

Gli elementi sottoposti a prova sono costituiti da una serie di 3 manufatti dichiarati finalizzati a determinare la resistenza a taglio di "connettori a taglio CCS con vite per acciaio fissati su elementi in acciaio da testare secondo le modalità previste dall'annesso B dell'Eurocodice 4 UNI EN 1994-1-1:2005". Ogni campione è realizzato nella parte metallica da una trave IPN80 e nella parte calcestruzzo da un pannello di spessore medio pari a 5 cm, larghezza 40 cm ed altezza 37 cm dichiarato essere di calcestruzzo alleggerito Leca Cls 1400.

Il committente ha dichiarato inoltre che il foro per il fissaggio dei connettori, presenti in numero di 2 per campione, è stato fatto in posizione decentrata in una zona a spessore medio 6 mm, che la distanza dal bordo libero è di circa 5 – 6 mm e che, per evitare aderenza superficiale tra supporto e soletta, la trave in acciaio è stata ingrassata prima del getto.

In allegato si fornisce la documentazione porta dal committente.

I campioni sono stati forniti direttamente dal committente le prove.

Le prove sono state eseguite il giorno indicato nelle singole schede descrittive dei risultati conseguiti, presso il Laboratorio Ufficiale, utilizzando sistemi di contrasto, di applicazione del carico, di misura ed acquisizione dati propri del Laboratorio stesso, seguendo quanto concordato con il committente riguardo le modalità di prova.

Nel seguito, dopo la descrizione delle apparecchiature utilizzate, delle misure effettuate e delle modalità di prova adottate, sono riportate le schede dei risultati per ciascuna delle prove eseguite, complete della documentazione fotografica riguardante il singolo manufatto all'inizio della prova e la modalità di rottura alla fine della prova.

LO SPERIMENTATORE
(dott. ing. Franco Trevisan)

F. Trevisan

IL RESPONSABILE DEL LABORATORIO
(Prof. ing. Salvatore Noè)

Salvatore Noè

IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO
(Prof. Paolo Rosato)



Apparecchiature di prova e rilevamento

Applicazione del carico.

pompa idraulica: MetroCom tipo M1/5 n° 2484/65 completa di quadrante di misura a 500 divisioni e distributore per il collegamento di martinetti dedicati;
martinetti: MetroCom portata 100 kN tipo MM/10 n° 2736/67;

Misura del carico.

Sensore di pressione AEP RTP14-LAB da 200 bar lin. 0.05% installato a bordo martinetto e tarato in kN per ogni singolo martinetto.

Misura di spostamenti.

Scorrimenti e deformazioni: trasduttori di posizione lineari da 25 mm di corsa Gefran Elettronica mod. PA1 F 25S lin. 0.2%.

Acquisizione e registrazione dati.

data logger scheda per pc NI PCI-6031E s/n 10A1E74 fornito dalla ditta Bonetti Daniele completa di software di acquisizione ver. 1.1;
computer desktop DELL Optilex per la registrazione dei dati.

In questa configurazione il sistema rientra nella classe 1 UNI EN 12390-4:2002 (verifica effettuata i giorni 15/04 e 07/05/214).

Misure eseguite nel corso delle prove e relativa strumentazione

Le misure effettuate nel corso delle prove sono state:

- misura degli scorrimenti:
 - o sezione in corrispondenza dell'interfaccia tra gli elementi fisso e caricato: due trasduttori di posizione il più vicino possibile all'interfaccia tra gli elementi fisso e caricato posti ai due lati dell'elemento fisso parallelamente alla direzione di sollecitazione;
- misura degli scostamenti:
 - o sezioni in corrispondenza delle estremità superiore e inferiore dei campioni: 2 coppie di sensori ortogonali alla direzione di sollecitazione ognuno da un lato dell'elemento fisso e insistenti ciascuno su una lama di acciaio parallela alla direzione di sollecitazione;
- misura del carico:
 - o a bordo dello specifico martinetto: sensore di pressione;

Disposizione dei provini ed esecuzione delle prove.

Gli elementi in prova sono stati collocati su un appoggio costituito da un blocco di calcestruzzo rivestito di acciaio. Per consentire un'efficace fissaggio del profilo di acciaio all'appoggio si sono saldate due espansioni di acciaio alle estremità del profilo stesso e si è interposta, tra le estremità, una barra filettata dotata di due accoppiatori a vite per permetterne la regolazione (Fotografia 1). Il campione è stato quindi fissato stabilmente disponendo una traversa di acciaio che, insistendo sulla superficie dell'espansione superiore, risultava bloccata verso terra da due barre filettate fissate al solaio attrezzato del laboratorio. Tra la parte in cls del campione e la testa del martinetto è stato disposto un ripartitore in modo vi fosse la massima rigidità nel contatto, quindi si è proceduto alla prova.

In base a quanto concordato con il committente e come da indicazioni dell'annesso B dell'Eurocodice 4 UNI EN 1994-1-1:2005, si è proceduto con una serie di 25 cicli, della durata di circa 3' l'uno, tra il 40% e il 5% del carico massimo previsto, utilizzando inizialmente il valore fornito dal committente stesso, mentre per il secondo campione il valore utilizzato è stato quello corrispondente al valore effettivo di rottura del primo campione e per il terzo, vista la corrispondenza tra i valori del primo e secondo, si è mantenuto il valore obbiettivo precedente.

Successivamente al 25° ciclo si è proceduto fino a rottura in un tempo minimo di 15'. Per il primo campione il carico di rottura è stato raggiunto dopo circa 10' a causa della sensibile differenza tra il carico ultimo fornito dal committente e quello effettivo misurato.

Successivamente alla prova, le misure di scorrimento effettuate sui campioni, ed esposte nelle tabelle proprie di ogni campione, sono state elaborate come media tra i valori ottenuti dallo strumento disposto a fronte (sigla sx), ovvero dal lato posto in evidenza dalle relative fotografie, e quello disposto a retro, ovvero il lato opposto (sigla dx), indicandone il valore in corrispondenza del carico massimo.

I grafici esposti riguardano il singolo strumento posto a fronte (sx), ovvero il lato visibile nella fotografia descrittiva dello specifico campione, e posto a retro (dx), ovvero il lato opposto, nella posizione indicata sulla tabella esplicativa del singolo diagramma e insistente sul pannello.

Tipo campione	Carico massimo previsto [kN]	40% [kN]	5% [kN]	Carico massimo effettivo [kN]	Scorrimento a carico massimo [mm]
CS Steel 04	68	27.2	3.4	52.7	10.03
CS Steel 05	53	21.2	2.7	51.3	10.57
CS Steel 06	53	21.2	2.7	51.4	9.13

Prospetto 1: riassunto dei risultati delle prove.-

Successivamente ai risultati delle prove sul materiale, sono esposte le schede di prova con la descrizione dei risultati delle prove sui campioni.

LO SPERIMENTATORE
 (dott. ing. Franco Trevisan)

Proceduto



Il laboratorio ha effettuato delle prove sui materiali dichiarati impiegati per la produzione dei campioni.
Si espongono di seguito i risultati.

RISULTATI DELLE PROVE A TRAZIONE SU N. 1 PROVETTE

Norme di riferimento: UNI EN ISO 377: 1999; UNI EN ISO 6892-1: 2009.-
dati particolari(*): ---

dati particolari().							
Contrassegno	Diametro o lato 1 della sezione mm	lato 2 della sezione mm	T r a z i o n e				Note
			Carico unitario		Allungamento % dopo rottura A	Allungamento % totale sotto carico massimo A _{gt}	
			snervamento N/mm ²	rottura N/mm ²			

Campione dell'anima del profilo di acciaio impiegato per le prove (*).-
1 4.4 50.2 311 568 18.0 --- superficie irregolare

NOTA: il campione presenta la superficie relativa al lato minore lavorata ma non rettificata, inoltre la superficie relativa al lato maggiore risulta irregolare a causa di ruggine che ha intaccato profondamente l'acciaio; la sezione indicata è quella media rilevata dopo spazzolatura.-

RISULTATI DELLE PROVE A COMPRESSIONE SU N. 8 PROVINI

Norme di riferimento: UNI EN 12390-1: 2002 ; UNI EN 12390-2: 2009 ; UNI EN 12390-3: 2009 ; UNI EN 12390-4: 2002 ; UNI EN 12390-7: 2009 par. 5.2, 5.5.5, 6.-

dati particolari(*): ---

Contrassegno	Area compressa mm ²	Altezza mm	Data della confezione (*)	Data della prova	Carico unitario di rottura N/mm ²	Modalità di rottura (**)	Massa volumica (***) kg/m ³
--------------	--	-------------------	---------------------------------	---------------------	--	--------------------------------	---

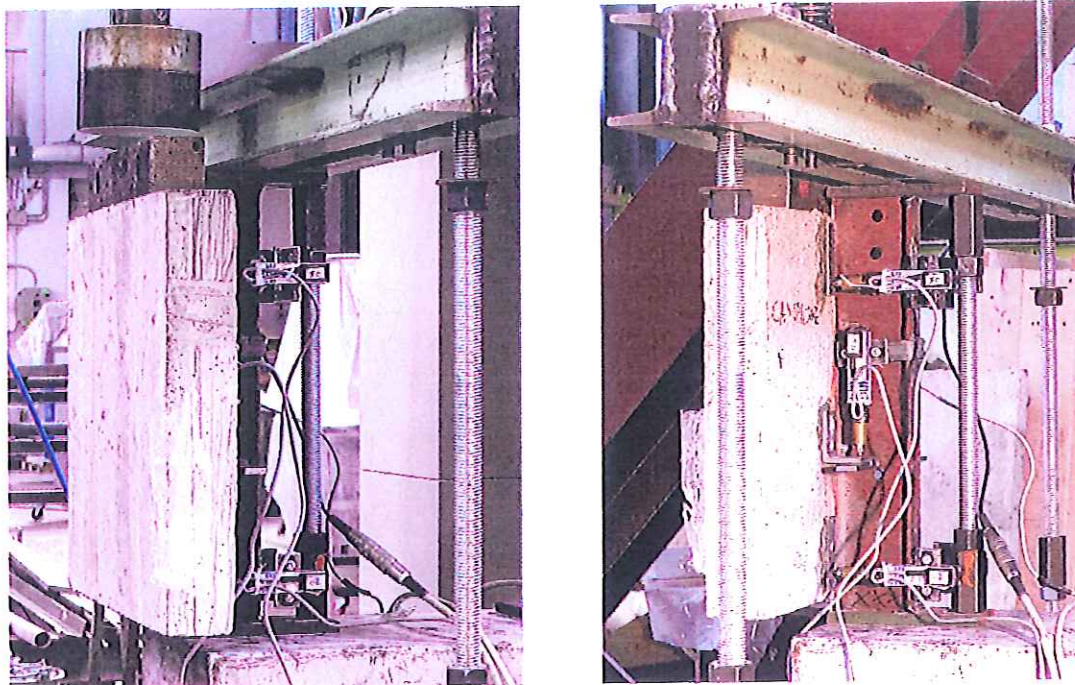
12/6 - 1	150 X 150	150	12/06/14	27/06/14	25.0	1	1530
12/6 - 2	152 X 150	150	12/06/14	27/06/14	25.0	1	1530
12/6 - 3	153 X 150	150	12/06/14	27/06/14	24.8	1	1520
12/6 - 4	153 X 150	150	12/06/14	27/06/14	26.3	1	1510
12/6 - 5	152 X 150	150	12/06/14	27/06/14	25.5	1	1540
12/6 - 6	151 X 150	150	12/06/14	27/06/14	27.7	1	1530
12/6 - 7	152 X 150	150	12/06/14	27/06/14	26.5	1	1530
12/6 - 8	152 X 150	150	12/06/14	27/06/14	25.3	1	1520

LO SPERIMENTATORE
(dott. ing. Franco Trevisan)

Franco Trevisan

Campione CS Steel 4.

Prova di carico a 25 cicli tra 5% e 40% del carico di rottura previsto e successiva progressione a rottura.-



Fotografia 1: CS Steel campione 4 - complessivo all'inizio della prova.-

Risultati:

Si espongono di seguito in Tabella 1 i risultati della prova effettuata in data 27/06/2014 indicando il valore di carico effettivo come quello massimo raggiunto durante la prova e lo scorrimento relativo al pannello allo stesso valore di carico.

Tipo campione	Carico massimo previsto [kN]	40% [kN]	5% [kN]	Carico massimo effettivo [kN]	Scorrimento a carico massimo [mm]
CS Steel 04	68	27.2	3.4	52.7	10.03

Tabella 1: risultati della prova CS Steel campione 4.-

Poiché la rottura è avvenuta a un carico sensibilmente inferiore a quanto previsto, la rottura è stata raggiunta dopo circa 10' dalla fine dell'ultimo ciclo come visibile nel Grafico 3.

Si espongono di seguito i diagrammi relativi alla prova.

In successione si espongono le immagini relative alle condizioni del campione in corrispondenza del carico di rottura.

Come visibile nelle immagini esposte, relative agli elementi costituenti il campione, la rottura si è manifestata attraverso la rottura della piastra del connettore.

LO SPERIMENTATORE
(dott. ing. Franco Trevisan)

F. Trevisan

Diagrammi:

CS Steel 4 diagramma carico / scorrimento pannello

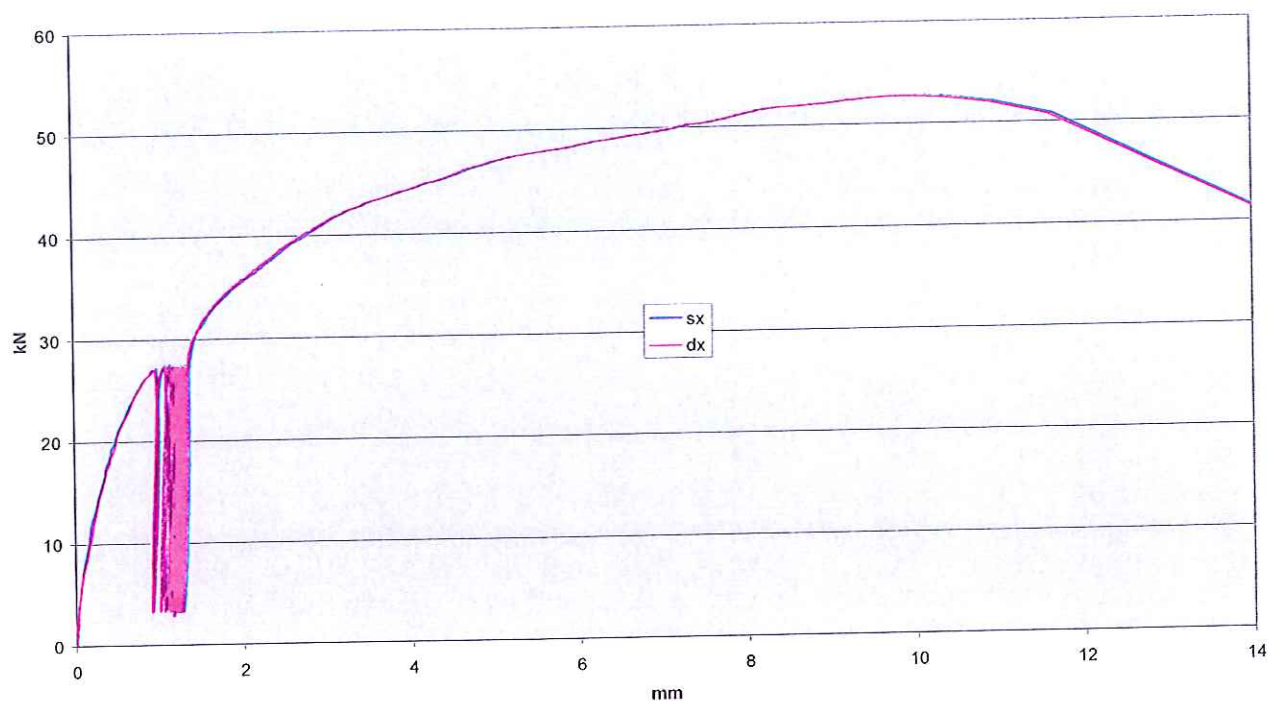


Grafico 1: CS Steel campione 4 - diagramma carico – scorrimento.-

CS Steel 4 diagramma carico / scostamento pannello

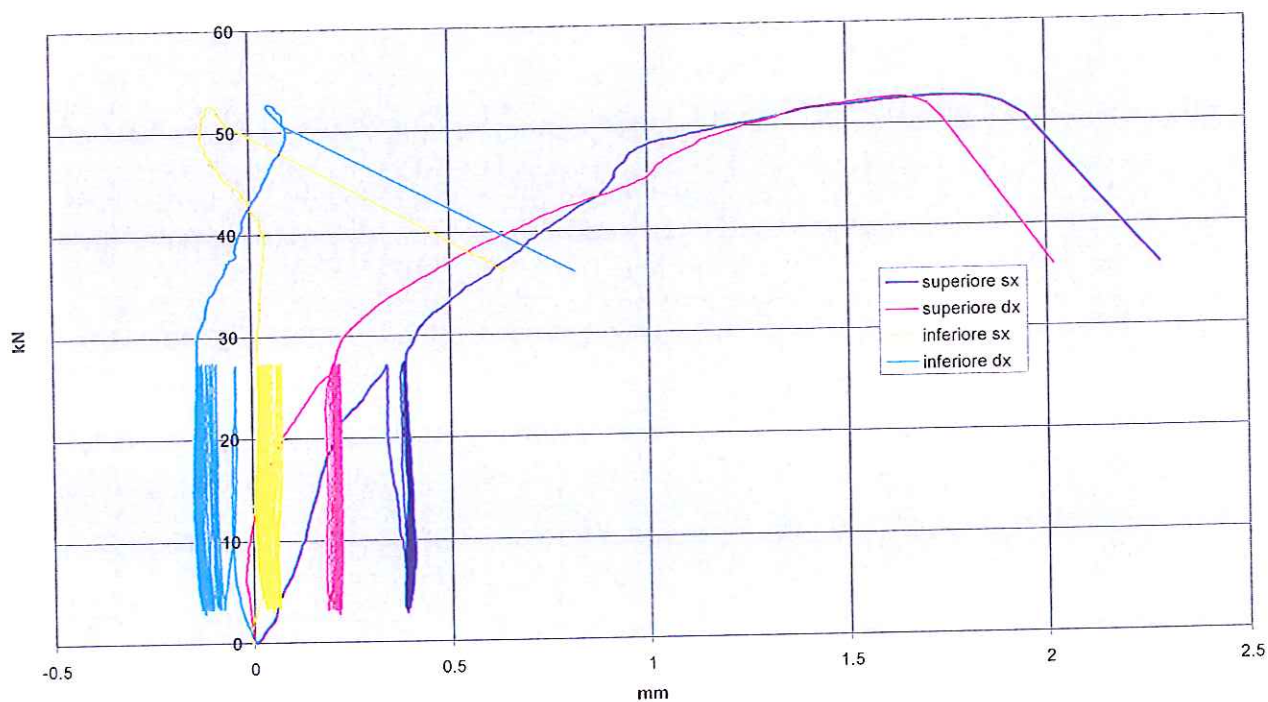


Grafico 2: CS Steel campione 4 - diagramma carico – scostamento.-

LO SPERIMENTATORE
(dott. ing. Franco Trevisan)

F. Trevisan

CS Steel 4 diagramma carico / tempo

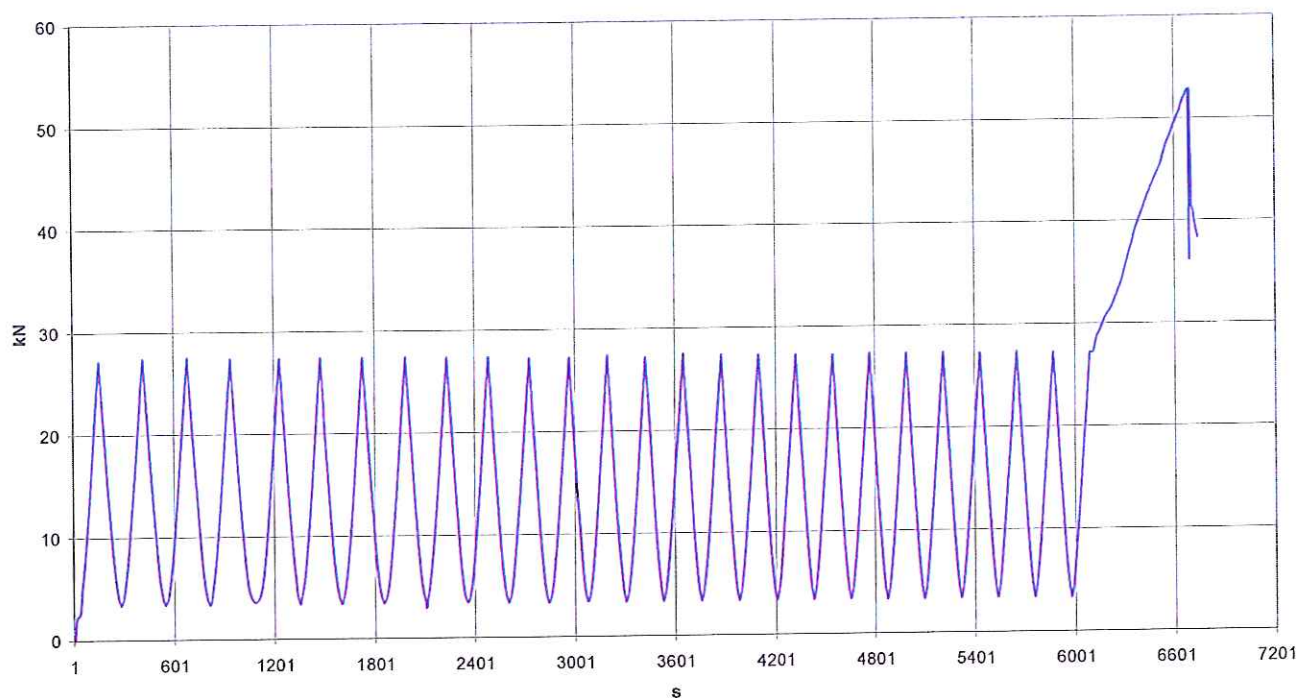


Grafico 3: CS Steel campione 4 - diagramma carico - tempo.-



Fotografia 2: CS Steel campione 4 - aspetto del campione al termine della prova.-

LO SPERIMENTATORE
(dott. ing. Franco Trevisan)

Francia



Fotografia 3: CS Steel campione 4 - dettaglio della giunzione al termine della prova.-

LO SPERIMENTATORE
(dott. ing. Franco Trevisan)

F20077

Campione CS Steel 5.

Prova di carico a 25 cicli tra 5% e 40% del carico di rottura previsto e successiva progressione a rottura.-



Fotografia 4: CS Steel campione 5 - complessivo all'inizio della prova.-

Risultati:

Si espongono di seguito in Tabella 2 i risultati della prova effettuata in data 27/06/2014 indicando il valore di carico effettivo come quello massimo raggiunto durante la prova e lo scorrimento relativo al pannello allo stesso valore di carico.

Tipo campione	Carico massimo previsto [kN]	40% [kN]	5% [kN]	Carico massimo effettivo [kN]	Scorrimento a carico massimo [mm]
CS Steel 05	53	21.2	2.7	51.3	10.57

Tabella 2: risultati della prova CS Steel campione 5.-

Si espongono di seguito i diagrammi relativi alla prova.

In successione si espongono le immagini relative alle condizioni del campione in corrispondenza del carico di rottura.

Come visibile nelle immagini esposte, relative agli elementi costituenti il campione, la rottura si è manifestata attraverso la rottura della piastra del connettore.

LO SPERIMENTATORE
 (dott. ing. Franco Trevisan)

F. Trevisan

Diagrammi:

CS Steel 5 diagramma carico / scorrimento pannello

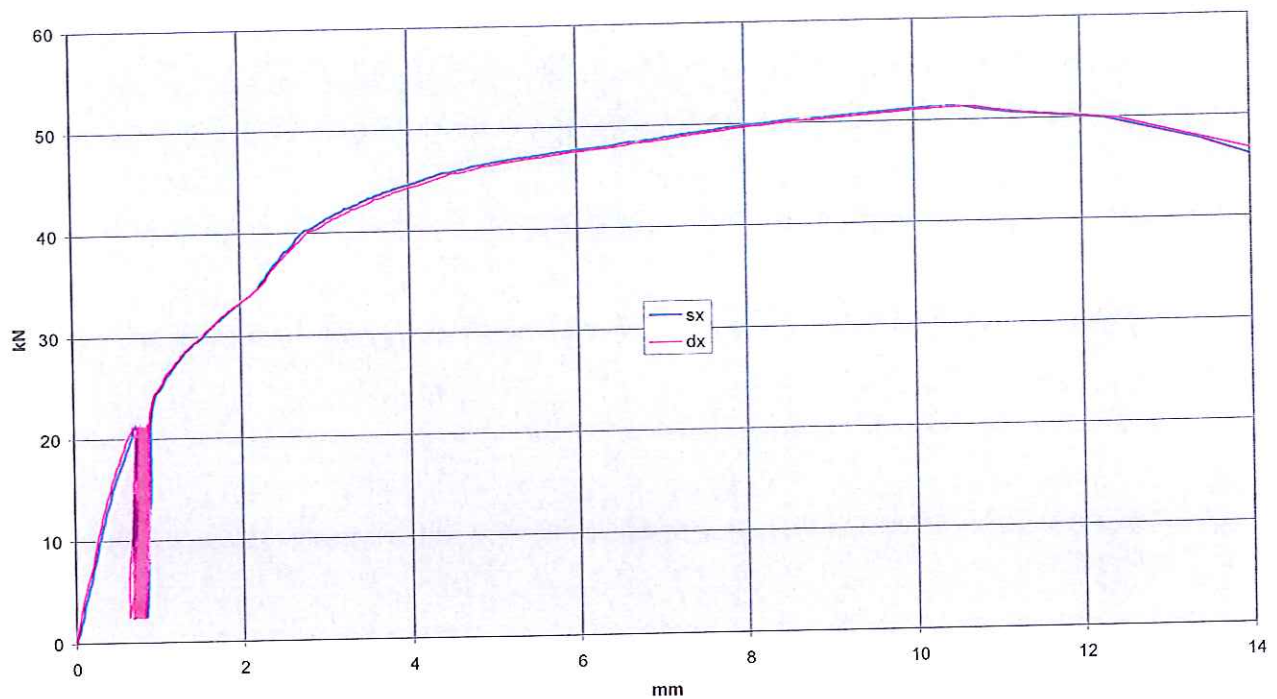


Grafico 4: CS Steel campione 5 - diagramma carico – scorrimento.-

CS Steel 5 diagramma carico / scostamento pannello

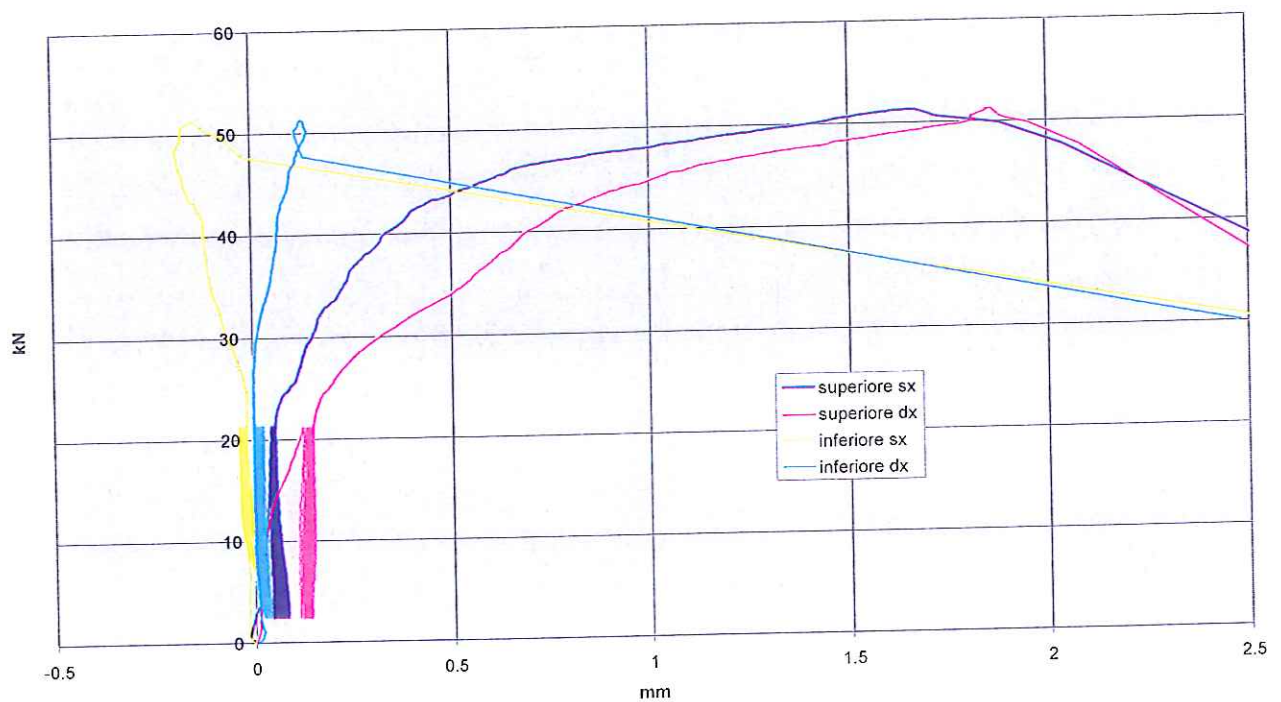


Grafico 5: CS Steel campione 5 - diagramma carico – scostamento.-

LO SPERIMENTATORE
(dott. ing. Franco Trevisan)

Francia

CS Steel 5 diagramma carico / tempo

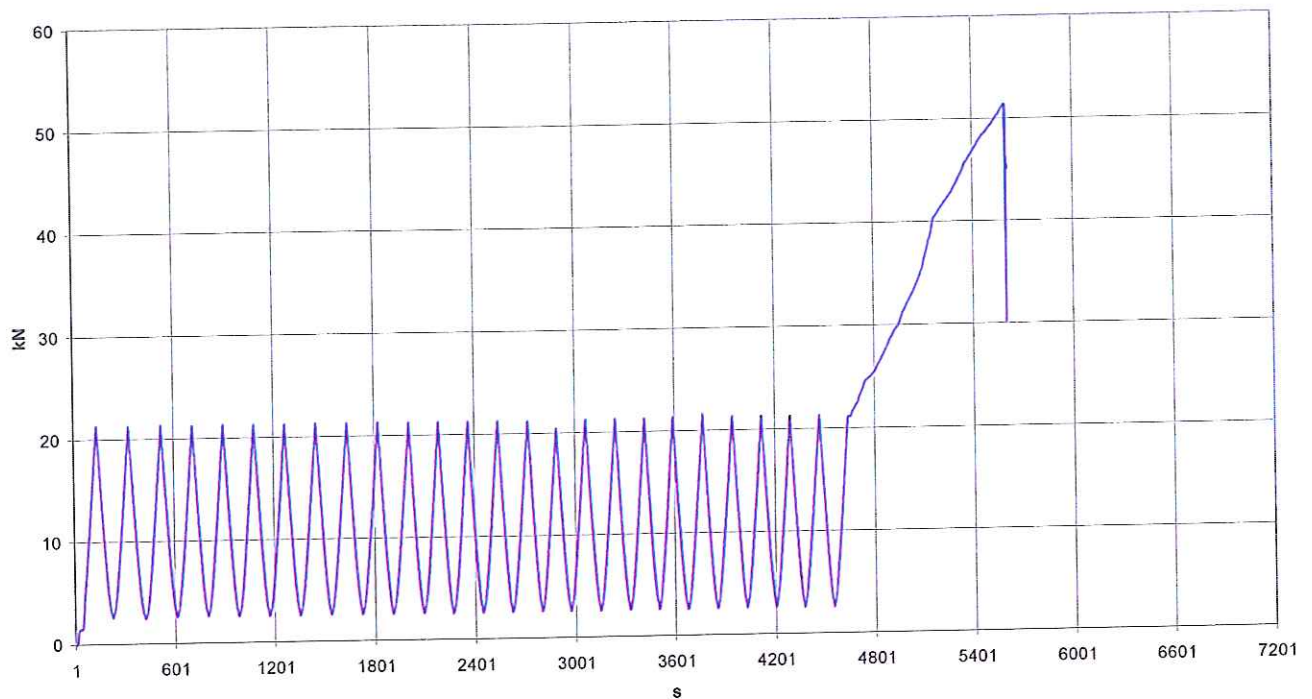
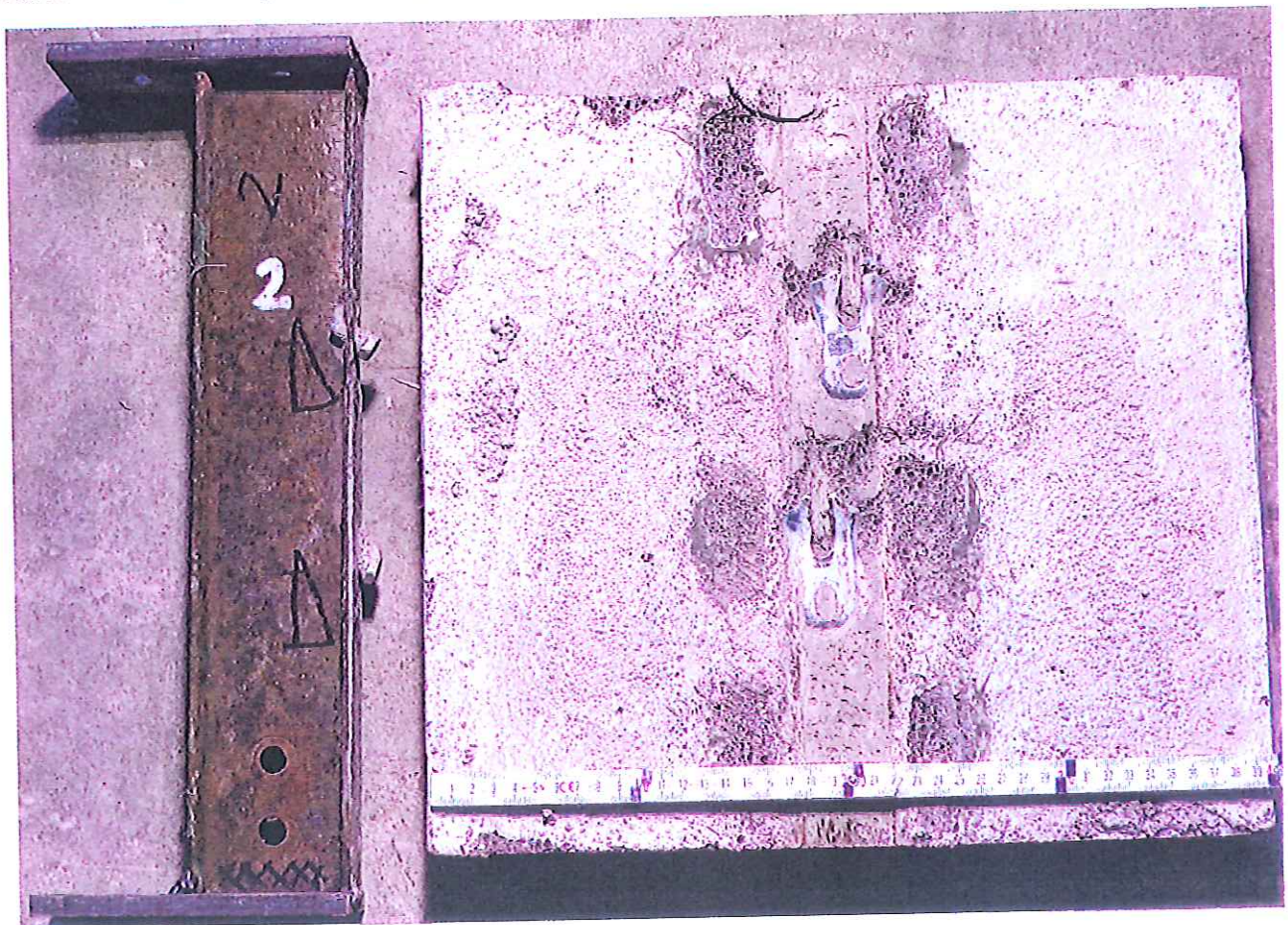


Grafico 6: CS Steel campione 5 - diagramma carico - tempo.-



Fotografia 5: CS Steel campione 5 - aspetto del campione al termine della prova.-

LO SPERIMENTATORE
(dott. ing. Franco Trevisan)

Francia



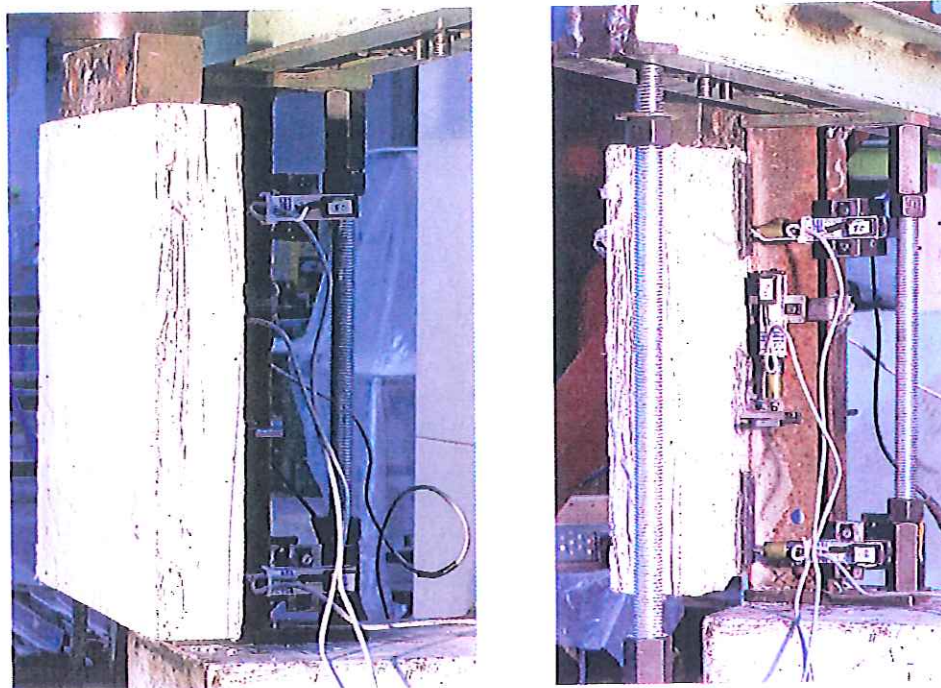
Fotografia 6: CS Steel campione 5 - aspetto della giunzione al termine della prova.-

LO SPERIMENTATORE
(dott. ing. Franco Trevisan)

Francia

Campione CS Steel 6.

Prova di carico a 25 cicli tra 5% e 40% del carico di rottura previsto e successiva progressione a rottura.-



Fotografia 7: CS Steel campione 6 - complessivo all'inizio della prova.-

Risultati:

Si espongono di seguito in Tabella 3 i risultati della prova effettuata in data 27/06/2014 indicando il valore di carico effettivo come quello massimo raggiunto durante la prova e lo scorrimento relativo al pannello allo stesso valore di carico.

Tipo campione	Carico massimo previsto [kN]	40% [kN]	5% [kN]	Carico massimo effettivo [kN]	Scorrimento a carico massimo [mm]
CS Steel 06	53	21.2	2.7	51.4	9.13

Tabella 3: risultati della prova CS Steel campione 6.-

Si espongono di seguito i diagrammi relativi alla prova.

In successione si espongono le immagini relative alle condizioni del campione in corrispondenza del carico di rottura.

Come visibile nelle immagini esposte, relative agli elementi costituenti il campione, la rottura si è manifestata attraverso la rottura della piastra del connettore.

Diagrammi:

CS Steel 6 diagramma carico / scorrimento pannello

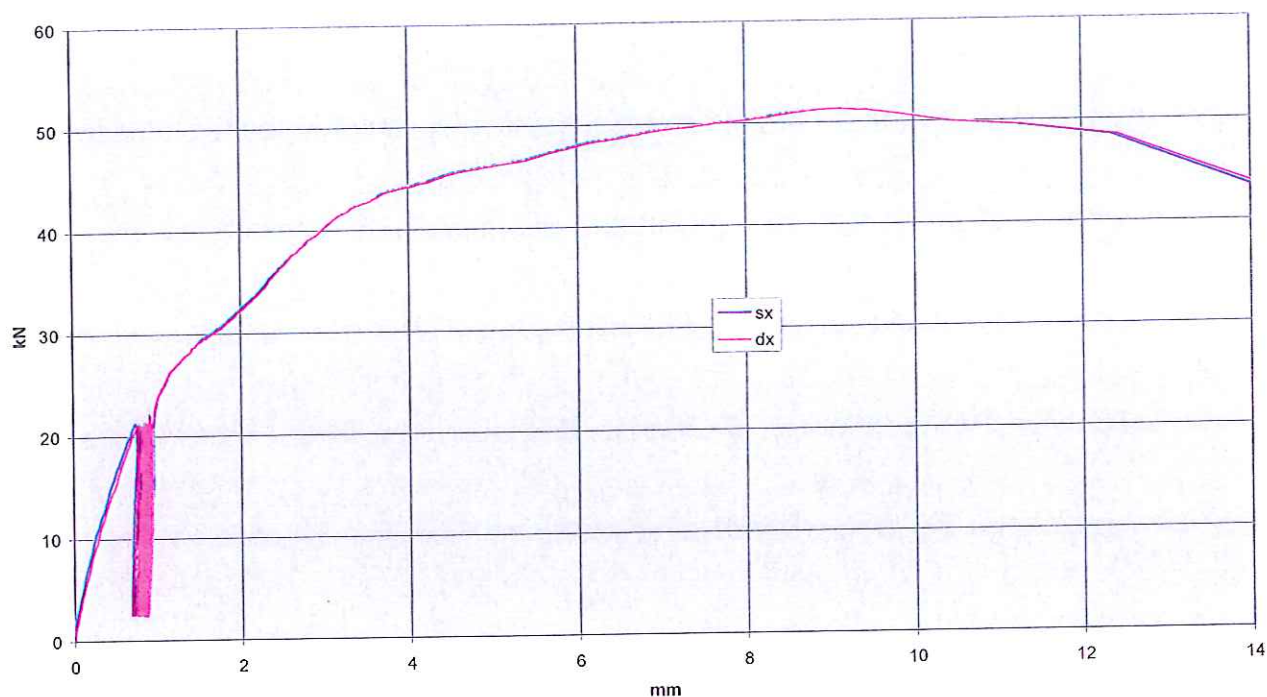


Grafico 7: CS Steel campione 6 - diagramma carico – scorrimento.-

CS Steel 6 diagramma carico / scostamento pannello

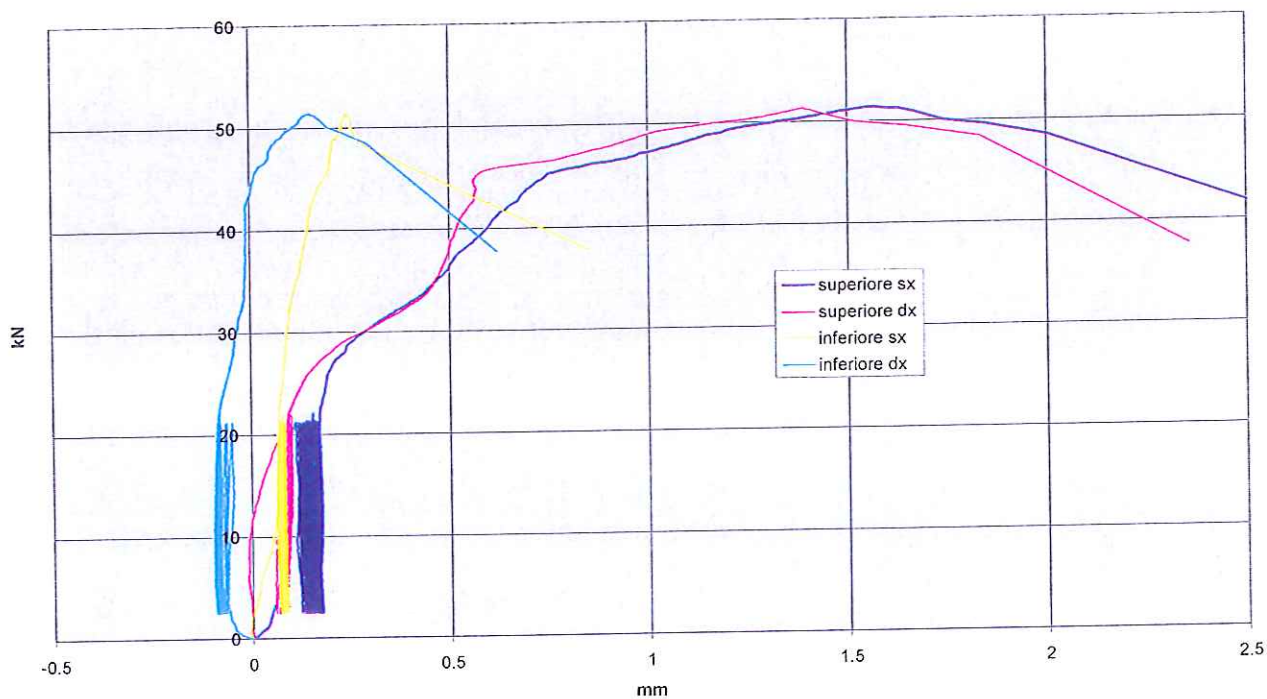


Grafico 8: CS Steel campione 6 - diagramma carico – scostamento.-

LO SPERIMENTATORE
(dott. ing. Franco Trevisan)

F. Trevisan

CS Steel 6 diagramma carico / tempo

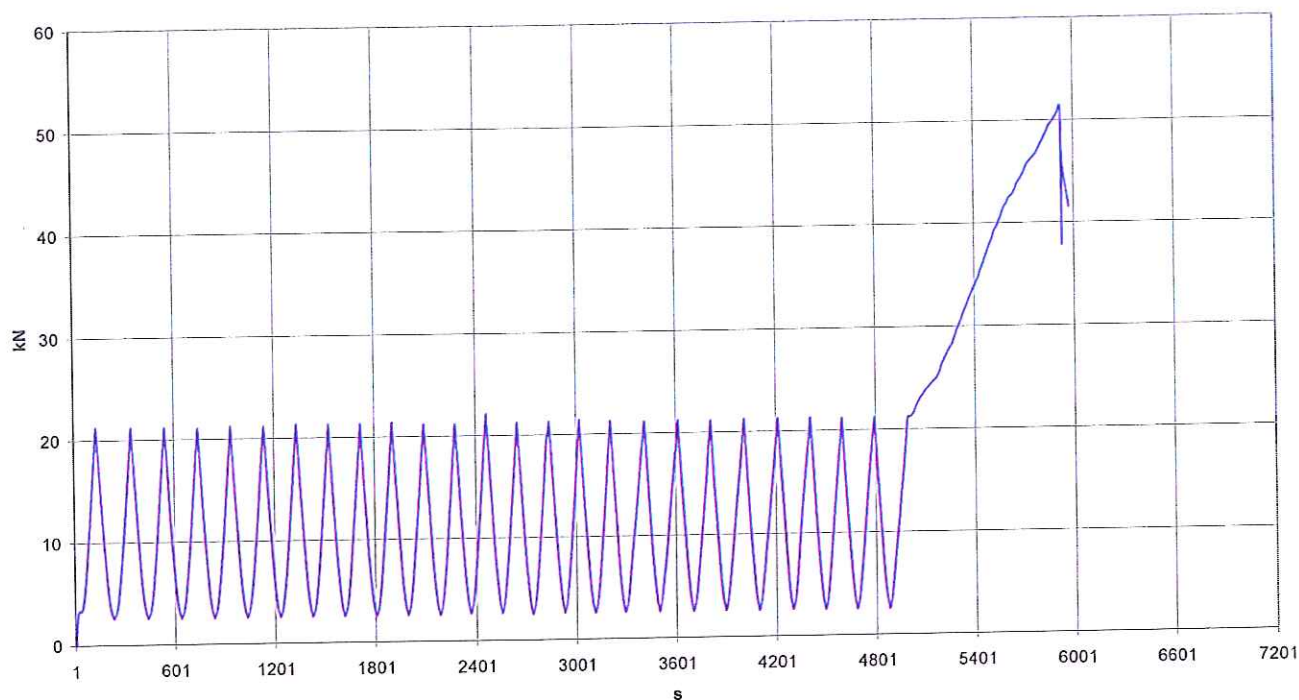


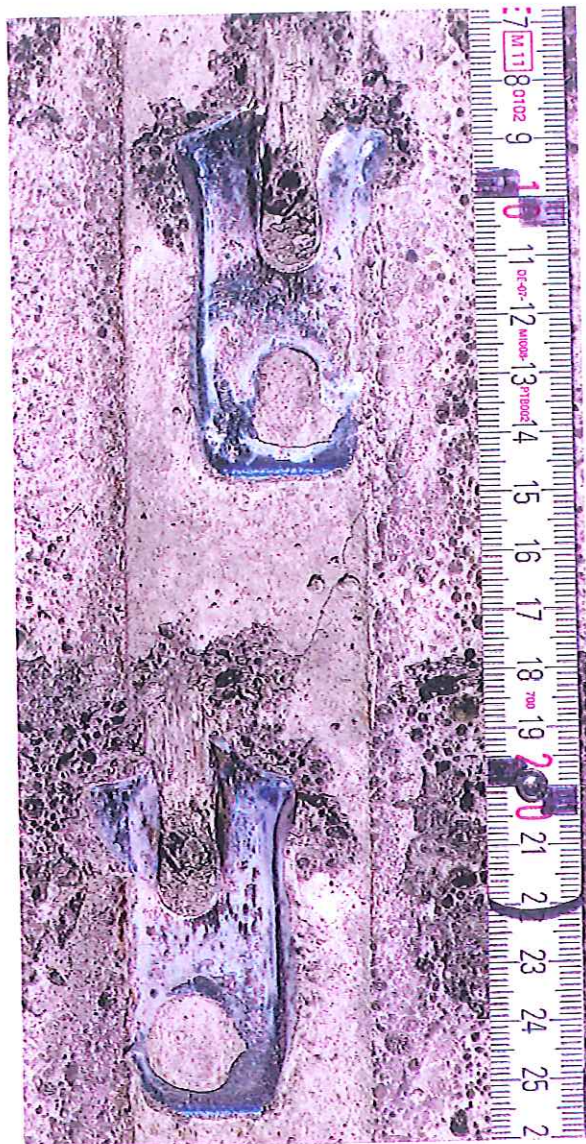
Grafico 9: CS Steel campione 6 - diagramma carico - tempo.-



Fotografia 8: CS Steel campione 6 - aspetto del campione al termine della prova.-

LO SPERIMENTATORE
(dott. ing. Franco Trevisan)

F. Trevisan



Fotografia 9: CS Steel campione 6 - aspetto della giunzione al termine della prova.-

LO SPERIMENTATORE
(dott. ing. Franco Trevisan)

F. Trevisan

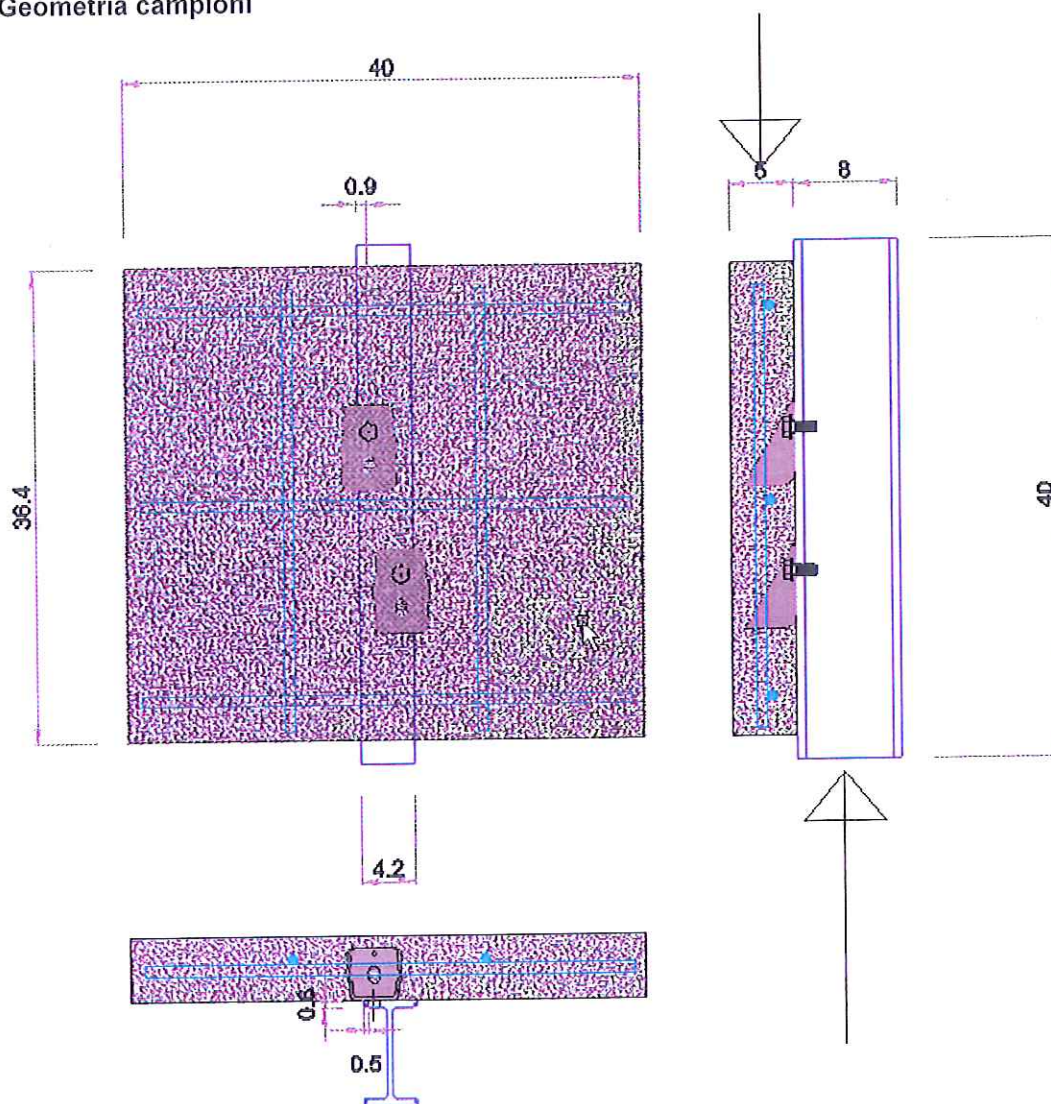
ALLEGATO 1: DOCUMENTAZIONE FORNITA DAL COMMITTENTE SOTTO PROPRIA RESPONSABILITÀ.-

Campioni
4-5-6

Utilizzo

Campioni finalizzati a determinare la resistenza a taglio di connettori a taglio CCS con vite per acciaio fissati su travi in acciaio di sezione minima. Spessore dell'acciaio nel punto di fissaggio del connettore ≤ 6 mm.

Geometria campioni



Ogni campione è realizzato da una trave IPN80 in stato di conservazione non buono data la forte presenza di ossidazione (ruggine).

Il foro è stato fatto in una posizione decentrata in una zona a spessore medio 6 mm.

La distanza dal bordo libero è di circa 5 – 6 mm.

Per evitare aderenza superficiale tra supporto e soletta la trave in acciaio è stata ingrassata prima del getto.

Materiali campioni

Trave di supporto

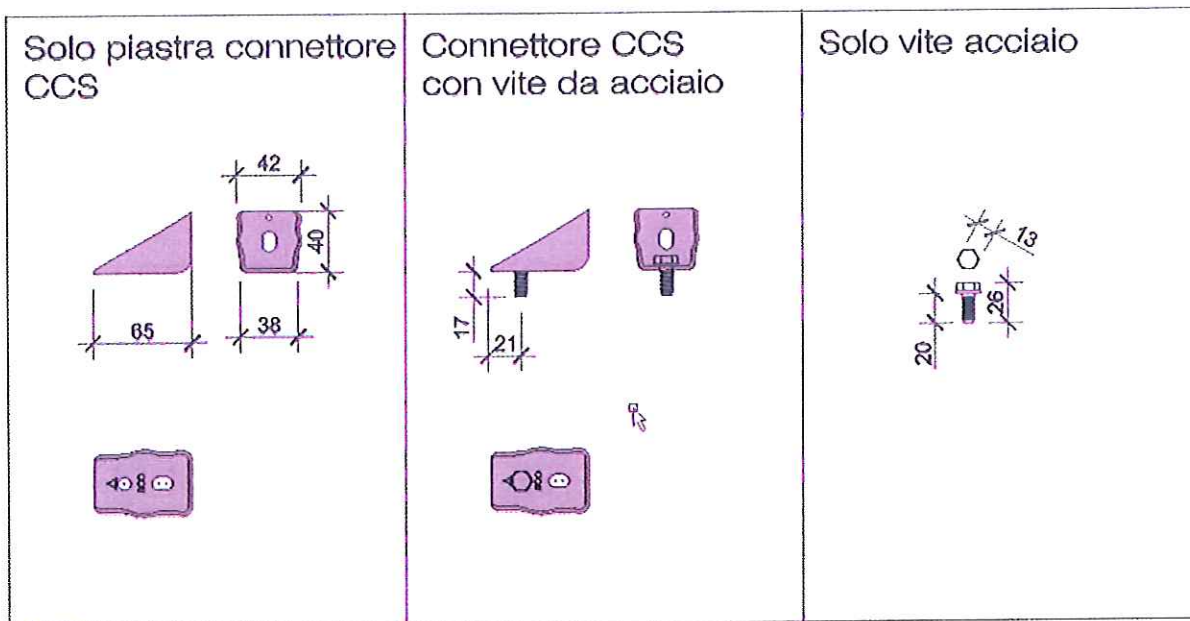
Vedasi prova.

LO SPERIMENTATORE
(dott. ing. Franco Trevisan)



Connettori

I connettori sono i connettori CCS con vite autofilettante da acciaio.



Per la loro applicazione sono state seguite queste fasi:

1. preforo su calcestruzzo con punta da 8 mm
2. avvitamento della vite del connettori.

Calcestruzzo collaborante

Il calcestruzzo della soletta di supporto è il calcestruzzo alleggerito Leca CIs 1400.

I cubetti relativi alla resistenza di questo materiale sono i cubetti del 12/6/2014.

Il getto è avvenuto il 12/6/2014. I campioni sono stati rotti dopo circa 2 settimane di maturazione del calcestruzzo.

