



Spettabile

Cugini S.p.A.

Via Vittoria, 30
24027 Nembro (BG)
Italia

Rapporto di prova: RDP-PL22-042-R00- CALCEVITA STRUTTURALE

del: 04/08/2022
Agg. 24/10/2022

Oggetto: *Prove di compressione diagonale su sistemi di rinforzo a base intonaco*
Tipologia di rinforzo: **CALCEVITA STRUTTURALE**

Redatto da:	Mauro Amadei	Responsabile progetto		04/08/2022
Verificato da:	Michele Civera	Responsabile Laboratorio		04/08/2022
Approvato da:	Algeri Cristiano	Direttore Laboratorio		04/08/2022

PLUS LAB S.r.l.

Sperimentazione e Innovazione

Via Portico, 4 - 24050 Orio al Serio (BG)
www.pluslab.eu | testing@pluslab.eu | amministrazione@pluslab.eu | amministrazione@pec.pluslab.eu
C.F. e P.IVA IT04420330161 | SDI KRRH6B9 | REA BG 461707 | Capitale sociale 800.000 €

Codice modello: Mod. PO 01_03 rev.0

DESCRIZIONE DELLE REVISIONI

<i>Emissione</i>	<i>Revisione</i>	<i>Descrizione variazioni</i>	<i>Riferimenti</i>
Prima emissione	00	-	-
Seconda emissione	01	Analisi materiale Calcevitata strutturale	-

- Non è autorizzata la riproduzione parziale del presente documento in assenza di specifica autorizzazione da parte di PLUS LAB s.r.l.
- Il laboratorio declina ogni responsabilità relativa alle informazioni fornite dal Committente.
- I risultati contenuti nel presente documento si riferiscono esclusivamente ai prodotti sottoposti a prova.
- I risultati si riferiscono ai campioni sottoposti a prova così come ricevuti.
- PLUS LAB s.r.l. non è responsabile del campionamento dei prodotti sottoposti a prova.
- PLUS LAB s.r.l. conserva i dati e i documenti relativi alle prove in oggetto per un periodo di 48 mesi.
- Il Sistema Qualità di PLUS LAB s.r.l. è conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2015 per prove di laboratorio e testing in ambito civile, edile ed infrastrutturale. Processi innovativi di testing meccanico, strutturale e geotecnico.
Settore EA34 - Certificato DEKRA n. IT1220025 del 15/12/2020.

INDICE

DESCRIZIONE DELLE REVISIONI.....	2
INDICE	3
1 DATI GENERALI.....	4
1.1 COMMITTENTE	4
1.2 CAMPIONI IN PROVA	4
1.3 SCOPO DELLE PROVE	5
1.4 LABORATORIO DI PROVA	6
1.5 DATA DELLE PROVE	6
1.6 LISTA PRESENTI	6
2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
2.1 DOCUMENTI CONTRATTUALI.....	7
2.2 DOCUMENTI TECNICI E NORMATIVE.....	7
3 DATI FORNITI DAL COMMITTENTE.....	7
4 DESCRIZIONE DELLE PROVE	7
5 ATTIVITÀ DI ALLESTIMENTO.....	8
6 POSIZIONI DI CONTROLLO E MISURA.....	9
7 DOTAZIONI PER CARICO, MISURA, ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	10
8 RISULTATI DELLE PROVE.....	11
9 GRAFICI RISULTATI SPERIMENTALI.....	12
9.1 GRAFICI CARICO - SPOSTAMENTO.....	13
9.2 GRAFICI CARICO – SPOSTAMENTO MEDIO	15
9.3 CARATTERIZZAZIONE DATI DELLA CURVA SFORZO – DEFORMAZIONE	18
9.4 GRAFICI SFORZO - DEFORMAZIONE.....	21
10 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	23

Allegati:

- Scheda tecnica materiale: CALCEVITA STRUTTURALE

1 DATI GENERALI

1.1 Committente

Cugini S.p.A.
Via Vittoria, 30
24027 Nembro (BG)
Italia

1.2 Campioni in prova

I campioni sottoposti a prova sono dei manufatti rappresentativi di tessiture murarie in laterizio pieno a due teste i quali, ad eccezione di n.2 campioni di confronto, sono rinforzati con una malta di produzione della Cugini S.p.A denominata: **CALCEVITA STRUTTURALE** (scheda tecnica in allegato).

Si tratta di una malta premiscelata a secco ad elevata resistenza utilizzata per il rinforzo statico di murature degradate, è a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 e biolegante minerale ad azione pozzolanica, sabbie selezionate e fibre.

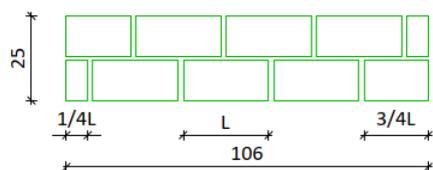
La calce idraulica naturale conferisce al prodotto un'elevata porosità e traspirabilità e, grazie alla presenza del bio-legante minerale, un'estrema resistenza agli agenti aggressivi e una scarsa propensione alla formazione di efflorescenze.

Il blocco in muratura di base è realizzato con mattoni pieni e malta con presenza esclusiva di giunti di allettamento orizzontali e assenza di giunti verticali.

In particolare:

- Mattone pieno "tipo portante sismico stabile"
- Resistenza mattone 30÷40 Mpa
- Massa volumica mattone 1700÷1800 daN/mc
- Classe di resistenza malta M5
- Massa volumica malta 1700÷1800 daN/mc
- Spessore giunti in malta 1cm

PIANTA - 1° CORSO

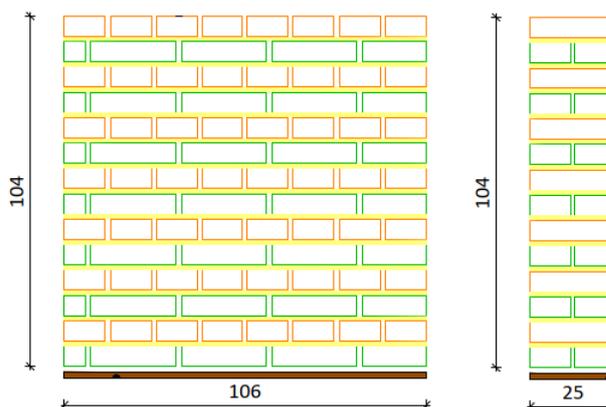


PIANTA - 2° CORSO



LEGENDA:

-  1° CORSO
-  2° CORSO
-  GIUNTO DI ALLETTAMENTO ORIZZONTALE sp. 1cm



La realizzazione dei blocchi in muratura e degli intonaci di rinforzo è stata eseguita dal Committente.

Dopo la realizzazione, prima del trasporto al laboratorio e comunque prima dell'esecuzione delle prove, i campioni hanno subito una maturazione di almeno 48 giorni.

Sono stati sottoposti a prova n.4 campioni i cui dettagli sono riportati nella tabella seguente:

Codifica PLUS LAB	Descrizione	Dimensioni	Presente rinforzo	Tipo rinforzo
PL22-012-C01	Manufatto in muratura non rinforzato	≈ 106 x 104 x 25 cm	NO	Nessuno
PL22-012-C02	Manufatto in muratura non rinforzato	≈ 106 x 104 x 25 cm	NO	Nessuno
PL22-012-C03	Manufatto in muratura rinforzato	≈ 106 x 104 x 33 cm	SI	CALCEVITA STRUTTURALE
PL22-012-C04	Manufatto in muratura rinforzato	≈ 106 x 104 x 33 cm	SI	CALCEVITA STRUTTURALE

1.3 Scopo delle prove

Scopo delle prove è valutare l'efficacia del rinforzo CALCEVITA STRUTTURALE proposto dal Committente attraverso la comparazione dei risultati di attività sperimentali eseguite sia su campioni rinforzati con suddetto materiale che non rinforzati.

1.4 Laboratorio di prova

Tutte le prove sono state eseguite nel laboratorio:

PLUS LAB s.r.l.
Via Portico
24050 Orio al Serio (BG)
Italia

1.5 Data delle prove

Data inizio campagna di prova:	13/07/2022
Data fine campagna di prova:	20/07/2022

Data prova PL22-012-C01 (no rinforzo):	13/07/2022
Data prova PL22-012-C02 (no rinforzo):	15/07/2022
Data prova PL22-012-C03 (CALCEVITA STRUTTURALE.):	18/07/2022
Data prova PL22-012-C04 (CALCEVITA STRUTTURALE.):	20/07/2022

1.6 Lista presenti

<i>Nome e Cognome</i>	<i>Azienda</i>	<i>Ruolo</i>	<i>Data presenza</i>
Amadei Mauro	PLUS LAB srl	Tecnico e Resp. prove	Tutte le prove
Michele Civera	PLUS LAB srl	Tecnico e Resp. Laboratorio	Tutte le prove
Cristiano Algeri	PLUS LAB srl	Direttore Generale	Tutte le prove
Luca Garancini	CUGINI SpA	Direttore Generale	20/07/2022
Valentino Belotti	CUGINI SpA	Responsabile di Prodotto	20-26-28/07/2022
Claudia Gimenez	CUGINI SpA	Responsabile Laboratorio prove	21-26-28/07/2022

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Documenti contrattuali

- | | |
|----------------------------|---|
| a. Offerta PLUS LAB s.r.l. | <i>OFF-PL21-037-R02 del 28/02/2022</i> |
| b. Ordine Cugini S.p.A. | <i>Ordine per accettazione offerta del 28/02/2022</i> |

2.2 Documenti tecnici e normative

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. Norma ASTM E519/E519M-21 | <i>Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblages</i> |
|-----------------------------|--|

3 DATI FORNITI DAL COMMITTENTE

Il committente ha fornito i seguenti dati sotto la propria responsabilità:

- Codici di codifica degli intonaci di rinforzo

PLUS LAB declina ogni responsabilità sui dati forniti dal Committente.

4 DESCRIZIONE DELLE PROVE

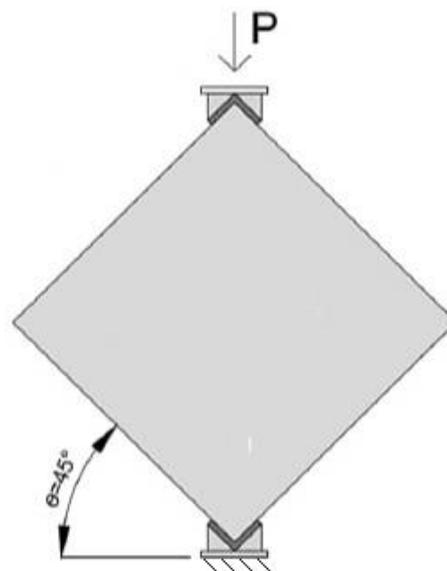
Per valutare l'efficacia delle soluzioni di rinforzo a base intonaco sono state eseguite delle prove di compressione diagonale controllata eseguite con riferimento alla norma ASTM E519/E519M-21 indicata al §2.2 del presente documento.

Con riferimento all'immagine a fianco, la prova prevede l'applicazione di un carico quasi - statico verticale lungo una diagonale del campione in prova.

Il carico applicato viene aumentato lentamente fino alla rottura del campione ovvero fino al raggiungimento della condizione per la quale il carico non può essere ulteriormente aumentato a causa della mancanza di resistenza offerta dal campione stesso.

Il carico viene applicato per mezzo di una rampa di carico controllata in spostamento con incremento costante del valore di 0.01 mm/s.

Contestualmente all'applicazione del carico, sulle superfici anteriore e posteriore, vengono misurate le deformazioni del campione nelle direzioni definite dalle diagonali.



I dettagli di prova sono riassunti nella tabella seguente:

Tipo di sollecitazione:	Rampa di carico quasi-statica
Controllo macchina:	Spostamento
Velocità di carico:	0.01 mm/s
Direzione del carico:	Verticale
Zona di applicazione del carico:	Lungo una diagonale
Valore minimo del carico (precarico):	≈ 1 kN
Valore massimo del carico:	Fino a rottura

5 ATTIVITÀ DI ALLESTIMENTO

Pre-allestimento dei campioni:

Prima delle prove i campioni sono stati pitturati con tinta di colore bianco al fine di evidenziare le fessure conseguenti all'applicazione del carico.

Su entrambe le superfici (*anteriore e posteriore*) sono state tracciate le diagonali ed incollate, mediante ancorante bicomponente rigido, le piastre metalliche per il fissaggio dei trasduttori di spostamento.

In prossimità degli spigoli superiori è stato applicato un piccolo volume di malta di gesso in modo da rendere approssimativamente piane le superfici destinate al contatto con la meccanica di prova superiore (*scarpa superiore*). In questo modo è stato possibile ridurre il rischio di rotture premature dovute all'applicazione di carichi concentrati localmente su particolari asperità del campione.

Preparazione della macchina di prova:

Le prove sono state eseguite all'interno di una macchina di prova oleodinamica servo-controllata munita di telaio di contrasto modulare e regolabile.

Una volta regolato il telaio nella corretta configurazione la macchina è stata allestita con attuatore oleodinamico con capacità di spinta (*verticale*) fino a 1000 kN munito di snodo sferico a gioco nullo.

Sono stati contestualmente disposti opportuni sistemi di sicurezza.

I complementi meccanici per il contenimento dei campioni e per l'applicazione del carico (*scarpa inferiore e scarpa superiore*) sono stati realizzati secondo le indicazioni della norma di riferimento e dotati di particolari soluzioni tecniche capaci di ottimizzare le operazioni di allestimento.

Posizionamento dei campioni nella macchina di prova:

Per l'esecuzione delle prove ciascun campione è stato posizionato verticalmente, con la diagonale selezionata per il carico posta perpendicolarmente al piano di reazione della macchina di prova. Essendo i campioni pressoché quadrati, per il posizionamento di prova, questi sono stati ruotati di circa 45° rispetto alla normale condizione di stazionamento al suolo.

Fra il campione e le meccaniche di prova (*scarpa inferiore e scarpa superiore*) sono state interposte delle piastre elastomeriche capaci di mitigare le irregolarità del campione e migliorare la distribuzione del carico nelle zone di contatto.

In prossimità degli spigoli superiore e inferiore il campione è stato confinato lateralmente per mezzo di una leggera pressione esercitata dalle piastre di confinamento mobili di cui sono dotate le sopraccitate meccaniche di prova (*scarpe*).

I dettagli di allestimento sono rappresentati nella documentazione fotografica.

6 POSIZIONI DI CONTROLLO E MISURA

Nel corso delle prove sono stati misurati i seguenti parametri:

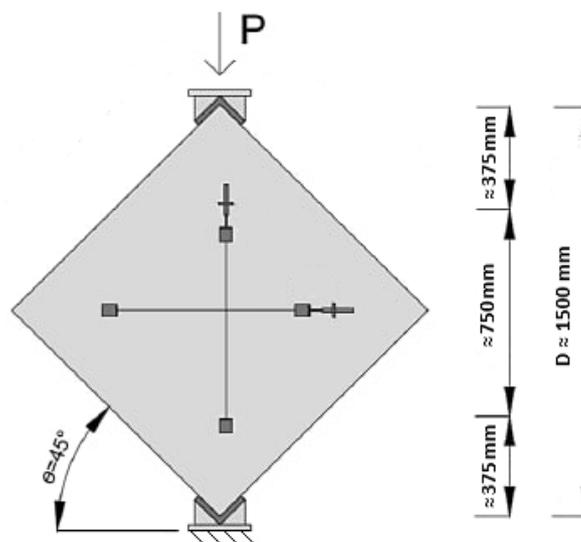
- corsa dell'attuatore oleodinamico;
- carico applicato;
- deformazioni orizzontali e verticali sulle superfici anteriore e posteriore dei campioni.

In particolare, la corsa dell'attuatore è stata misurata per mezzo di un trasduttore di spostamento integrato con risoluzione millesimale, tale misura è stata impiegata per il controllo della macchina in fase di applicazione del carico.

Il carico applicato è stato misurato per mezzo di un trasduttore di forza posizionato fra lo snodo dell'attuatore oleodinamico e la superficie di spinta della scarpa superiore.

La deformazione orizzontale e verticale è stata misurata per mezzo di n.4 trasduttori di spostamento con risoluzione millesimale posizionati sulle diagonali delle superfici anteriore e posteriore di ciascun campione. In particolare, ogni diagonale è stata divisa in 4 parti uguali ed i punti di riferimento per la misura dello spostamento sono stati posti ad $\frac{1}{4}$ di diagonale da ogni vertice, pertanto, tale misura è stata eseguita fra punti distanti $\frac{1}{2}$ di diagonale fra di loro.

Lo schema di misura è riassunto nell'immagine sottostante.



Ciascun trasduttore di spostamento è associato ad una sigla riconducibile ad una specifica posizione sul campione. I dettagli sono riassunti nella tabella seguente.

<i>Sigla</i>	<i>Codice trasduttore</i>	<i>Fronte misura</i>	<i>Direzione misura</i>
PM1	PL-SDM-SPT-0008	Anteriore	Orizzontale
PM2	PL-SDM-SPT-0009	Anteriore	Verticale
PM3	PL-SDM-SPT-0010	Posteriore	Orizzontale
PM4	PL-SDM-SPT-0011	Posteriore	Verticale

I dettagli relativi al trasduttore di forza sono riassunti nella tabella seguente.

<i>Sigla</i>	<i>Codice trasduttore</i>	<i>Misura</i>	<i>Direzione misura</i>
C8S_3	PL-SDM-FRZ-0004	Forza applicata	Verticale

I dettagli relativi al trasduttore di forza sono riassunti nella tabella seguente.

<i>Sigla</i>	<i>Codice trasduttore</i>	<i>Misura</i>	<i>Direzione misura</i>
//	PL-SDM-SPT-0003	Spostamento attuatore	Verticale

7 DOTAZIONI PER CARICO, MISURA, ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI

Dotazioni per carico e sollecitazione

Per l'esecuzione delle prove sono state utilizzate le seguenti attrezzature:

- N.1 telaio di contrasto regolabile in carpenteria metallica
- N.1 sistema di prova oleodinamico con spinta fino a 1000 kN
- N.1 set di complementi meccanici per prove di compressione diagonale

Dotazioni per la misura ed acquisizione dati

Per l'esecuzione delle prove sono state utilizzate le seguenti attrezzature:

- N.1 trasduttore di spostamento millesimale MTS integrato nell'attuatore oleodinamico
- N.1 trasduttore di forza AEP classe 0.5
- N.4 trasduttori di spostamento millesimali HBK
- N.1 sistema di controllo ed acquisizione Trio Sistemi RT3

8 RISULTATI DELLE PROVE

Vengono di seguito riassunti, per ogni campione, i risultati delle prove eseguite.

In particolare, viene messo in evidenza il valore medio delle deformazioni calcolate nella stessa direzione fra le misure eseguite sui fronti anteriore e posteriore.

Campione PL22-012-C01, Blocco in muratura senza rinforzo

Il valore di carico a rottura è di 50,0 kN.

A seguito della rottura il manufatto si è disgregato con menomazione della propria integrità. Sul campione sono state rilevate delle fessure visibili ad occhio nudo pochi istanti prima della rottura.

Campione PL22-012-C02, Blocco in muratura senza rinforzo

Il valore di carico a rottura è di 52,2 kN.

A seguito della rottura il manufatto si è disgregato con menomazione della propria integrità. Sul campione sono state rilevate delle fessure visibili ad occhio nudo pochi istanti prima della rottura.

Campione PL22-012-C03, Blocco in muratura con rinforzo CALCEVITA STRUTTURALE

Il valore di carico a rottura è di 195,4 kN.

A seguito della rottura il manufatto non si è disgregato rimanendo macroscopicamente integro.

Al termine della prova si riscontra un leggero distaccamento dell'intonaco dal blocco di muratura di base.

Sulle superfici (*anteriore/posteriore*) del campione sono state rilevate delle fessure ben visibili prima della rottura al valore di carico di ≈ 160 kN.

Campione PL22-012-C04, Blocco in muratura con rinforzo CALCEVITA STRUTTURALE

Il valore di carico a rottura è di 157,4 kN.

A seguito della rottura il manufatto non si è disgregato rimanendo macroscopicamente integro.

Al termine della prova si riscontra un leggero distaccamento dell'intonaco dal blocco di muratura di base.

A seguito dell'apertura volontaria di uno scasso di ispezione si nota che l'intonaco non era fortemente adeso alla muratura base ed il suo distacco non ha lesionato i mattoni della muratura stessa.

Sulle superfici (*anteriore/posteriore*) del campione sono state rilevate delle fessure ben visibili prima della rottura al valore di carico di ≈ 130 kN.

La tabella seguente riassume i valori del carico di rottura e del carico corrispondente al rilevamento delle fessure:

Codifica campione PLUS LAB	Tipo rinforzo	Carico di rottura [kN]	Carico di fessurazione [kN]
PL22-012-C01	Nessuno	50,0	Prossimo a rottura
PL22-012-C02	Nessuno	52,2	Prossimo a rottura
PL22-012-C03	CALCEVITA STRUTTURALE	195,4	≈ 160
PL22-012-C04	CALCEVITA STRUTTURALE	157,4	≈ 130

9 GRAFICI RISULTATI SPERIMENTALI

Nel seguente capitolo saranno evidenziati i risultati sperimentali sottoforma di grafici carico-spostamento, riportando graficamente dapprima per ogni campione gli spostamenti verticali ed orizzontali registrati dai trasduttori anteriori e posteriori in funzione del carico, in seguito per semplificare la restituzione grafica saranno rappresentati i valori degli spostamenti medi verticali ed orizzontali in funzione del carico. Successivamente sottoforma tabellare saranno riassunti i valori di carico, deformazione di taglio, sforzo di taglio massimo e modulo di rigidezza.

Seguiranno i grafici di sforzo-deformazione esemplificativi della tabella riepilogativa

Di seguito si riporta l'elenco dei grafici:

Grafici carico-spostamento:

Grafico 1 – Carico-spostamento C01 – nessun rinforzo	13
Grafico 2 – Carico-spostamento C02 – nessun rinforzo	13
Grafico 3 – Carico-spostamento C03 – CALCEVITA STRUTTURALE	14
Grafico 4 – Carico-spostamento C04 – CALCEVITA STRUTTURALE	14

Grafici carico-spostamento medio:

Grafico 5 – Carico-spostamento medio C01 – nessun rinforzo	15
Grafico 6 – Carico-spostamento medio C02 – nessun rinforzo	15
Grafico 7 – Carico-spostamento medio C03 – CALCEVITA STRUTTURALE	16
Grafico 8 – Carico-spostamento medio C04 – CALCEVITA STRUTTURALE	16
Grafico 9 – Grafico di confronto: carico-spostamento medio	17

Grafici sforzo-deformazione:

Grafico 10 – Sforzo - deformazione C01 – nessun rinforzo	21
Grafico 11 – Sforzo - deformazione C02 – nessun rinforzo	21
Grafico 12 – Sforzo - deformazione C03 – CALCEVITA STRUTTURALE	22
Grafico 13 – Sforzo - deformazione C04 – CALCEVITA STRUTTURALE	22

9.1 Grafici Carico - Spostamento

Manufatti in muratura non rinforzati: C01 – C02

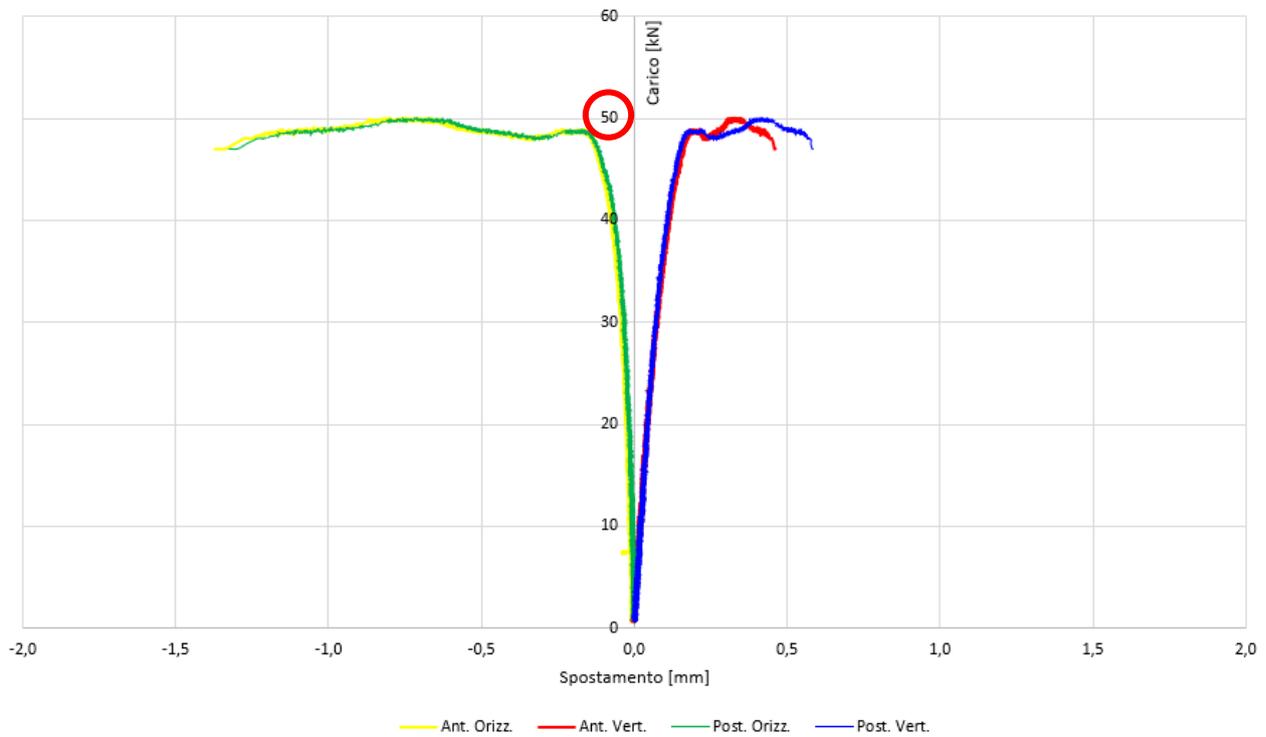


Grafico 1 – Carico-spostamento C01 – nessun rinforzo

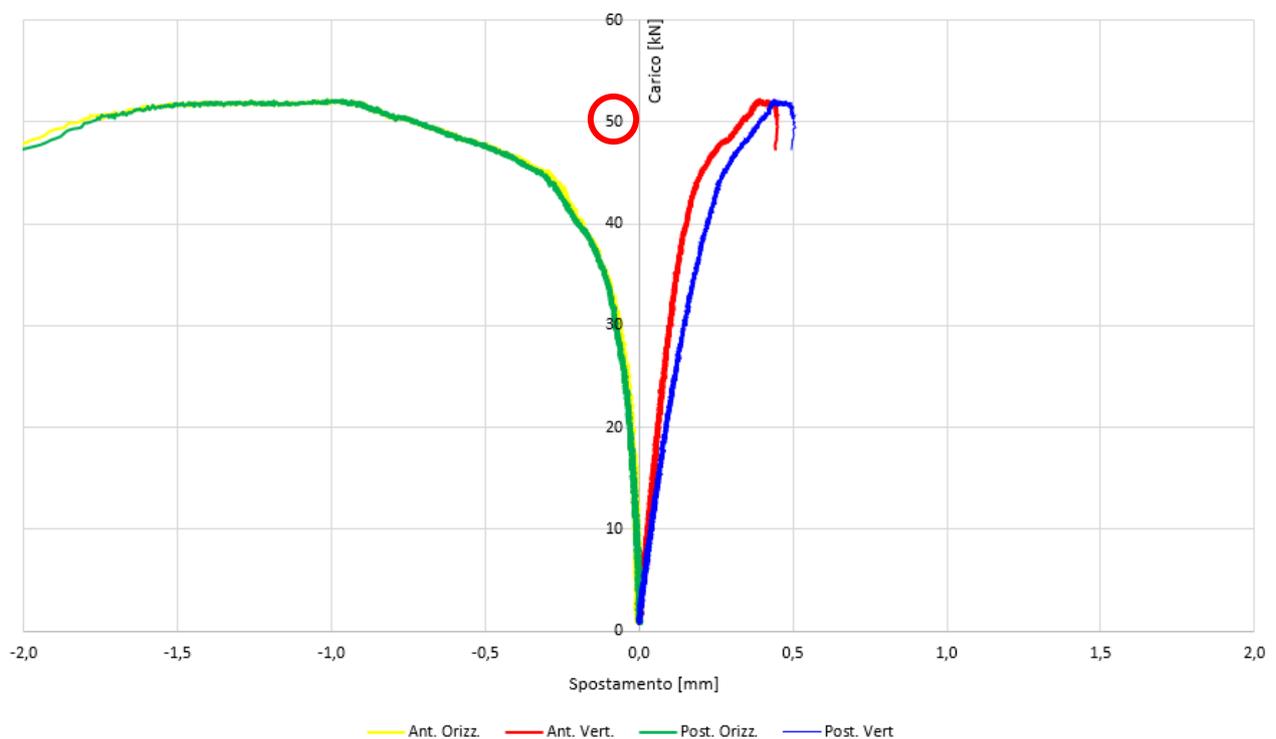


Grafico 2 – Carico-spostamento C02 – nessun rinforzo

Manufatti in muratura rinforzati con "CALCEVITA STRUTTURALE": C03 – C04

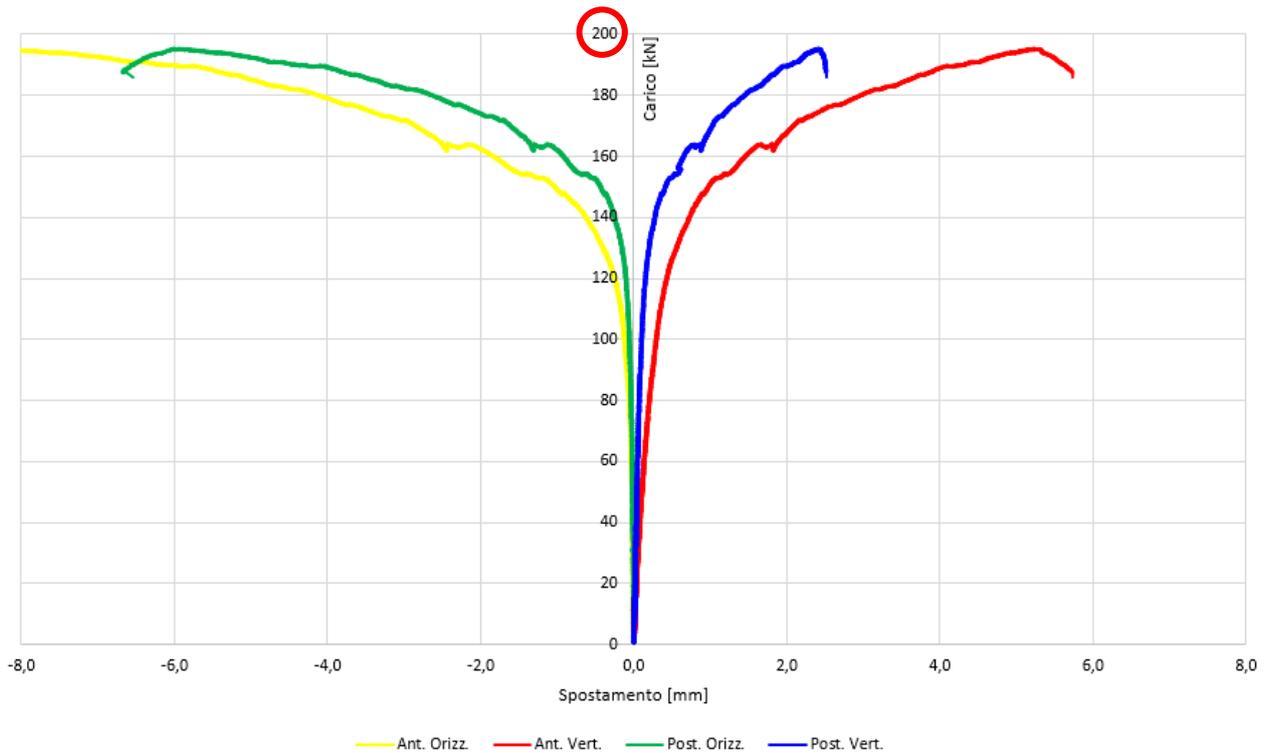


Grafico 3 – Carico-spostamento C03 – CALCEVITA STRUTTURALE

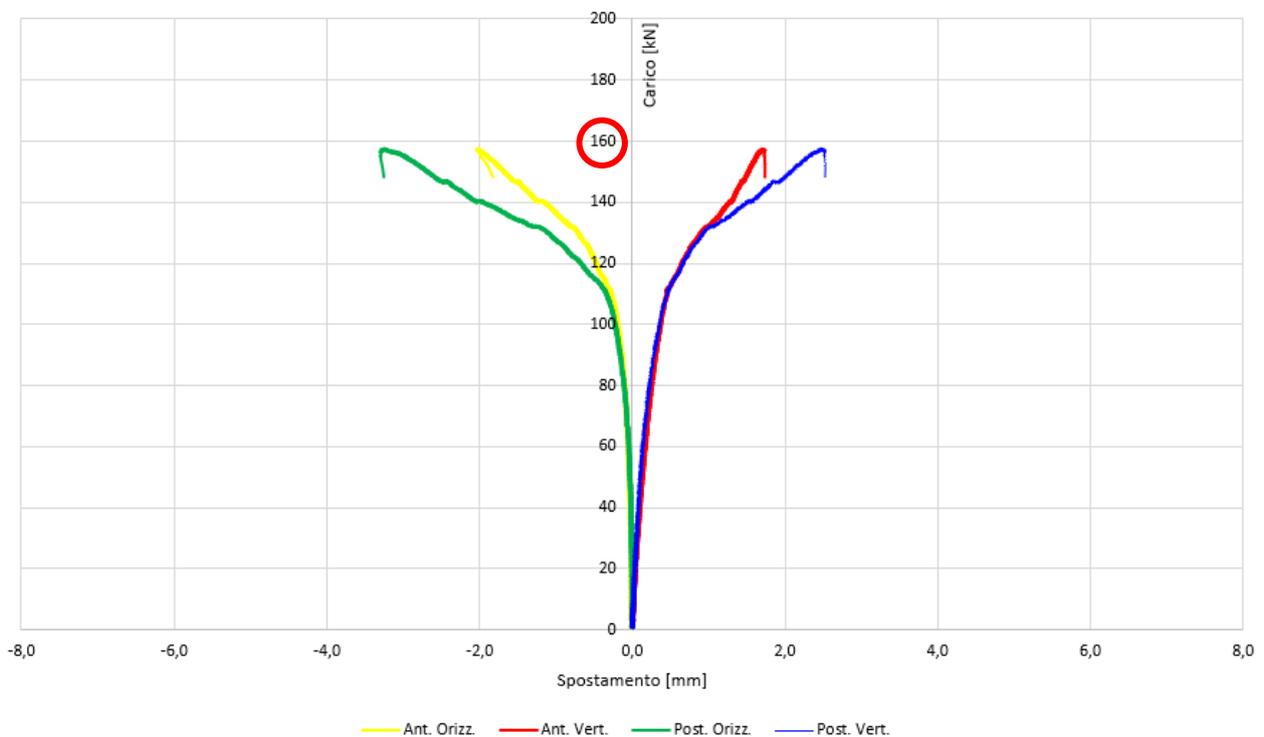


Grafico 4 – Carico-spostamento C04 – CALCEVITA STRUTTURALE

9.2 Grafici Carico – Spostamento Medio

Manufatti in muratura non rinforzati: C01 – C02

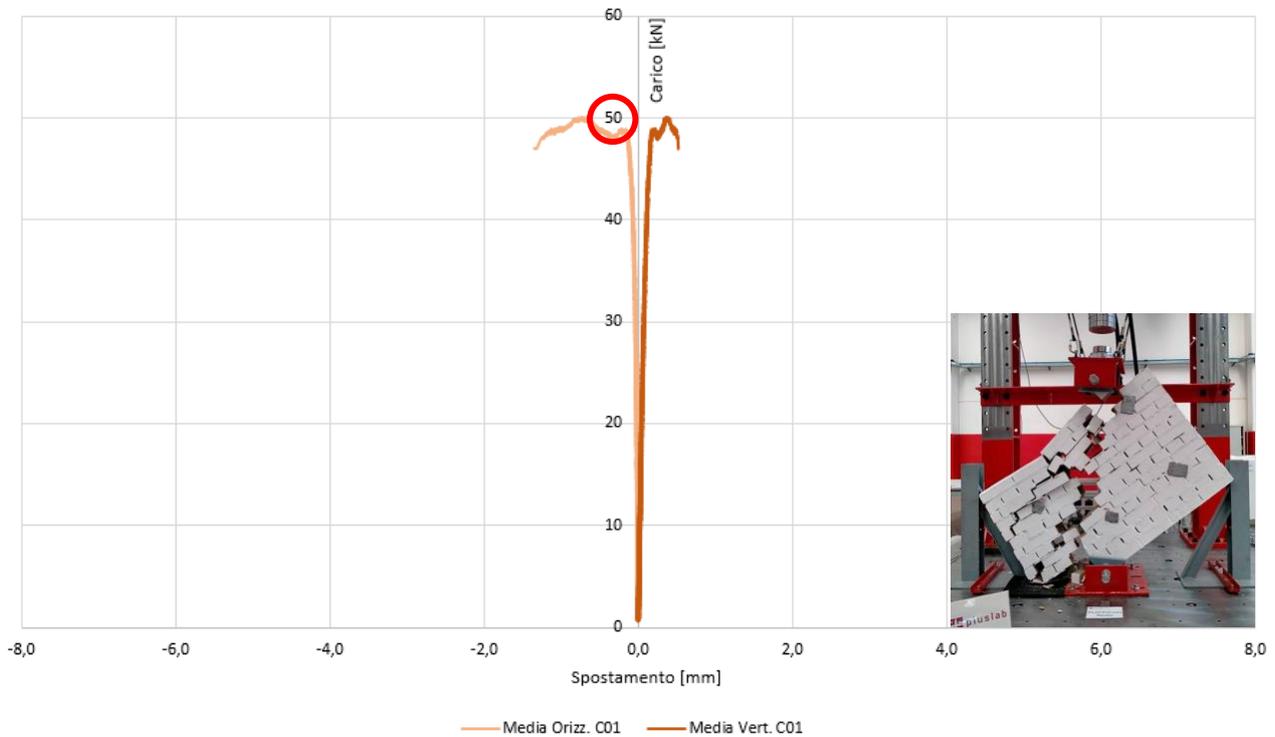


Grafico 5 – Carico-spostamento medio C01 – nessun rinforzo

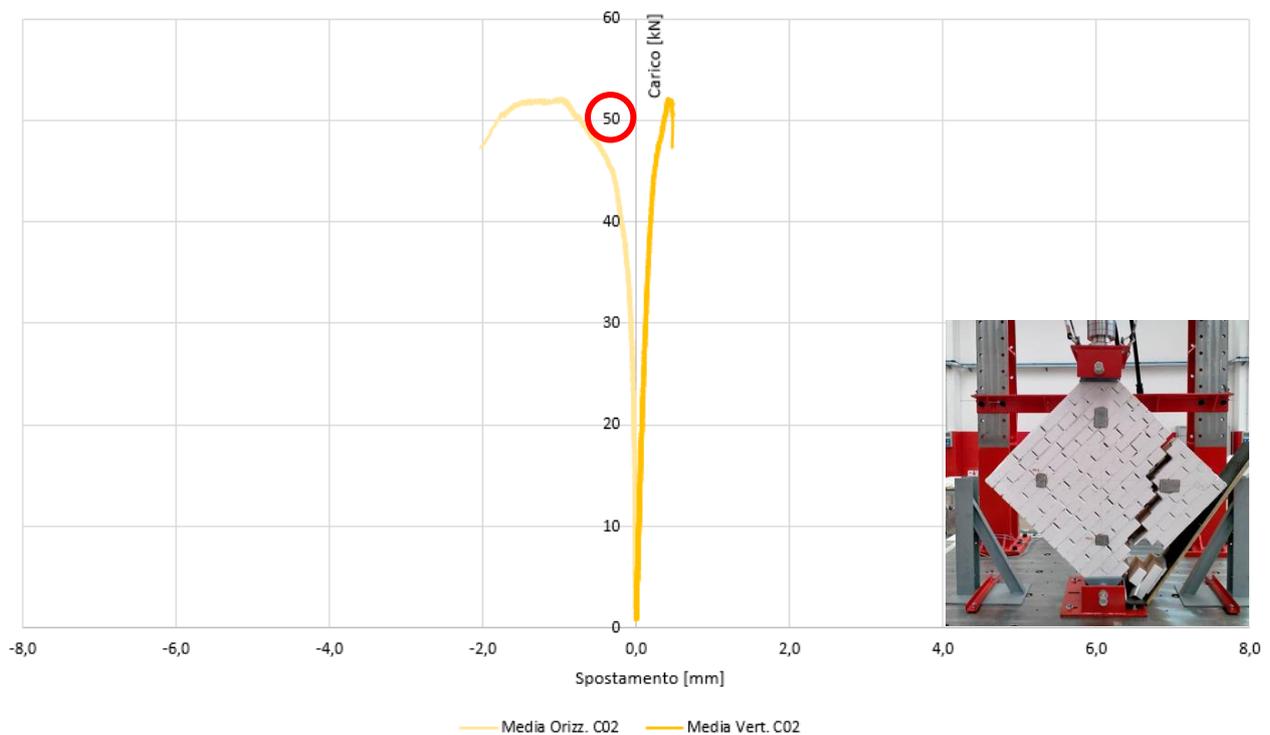


Grafico 6 – Carico-spostamento medio C02 – nessun rinforzo

Manufatti in muratura rinforzati con "CALCEVITA STRUTTURALE": C03 – C04

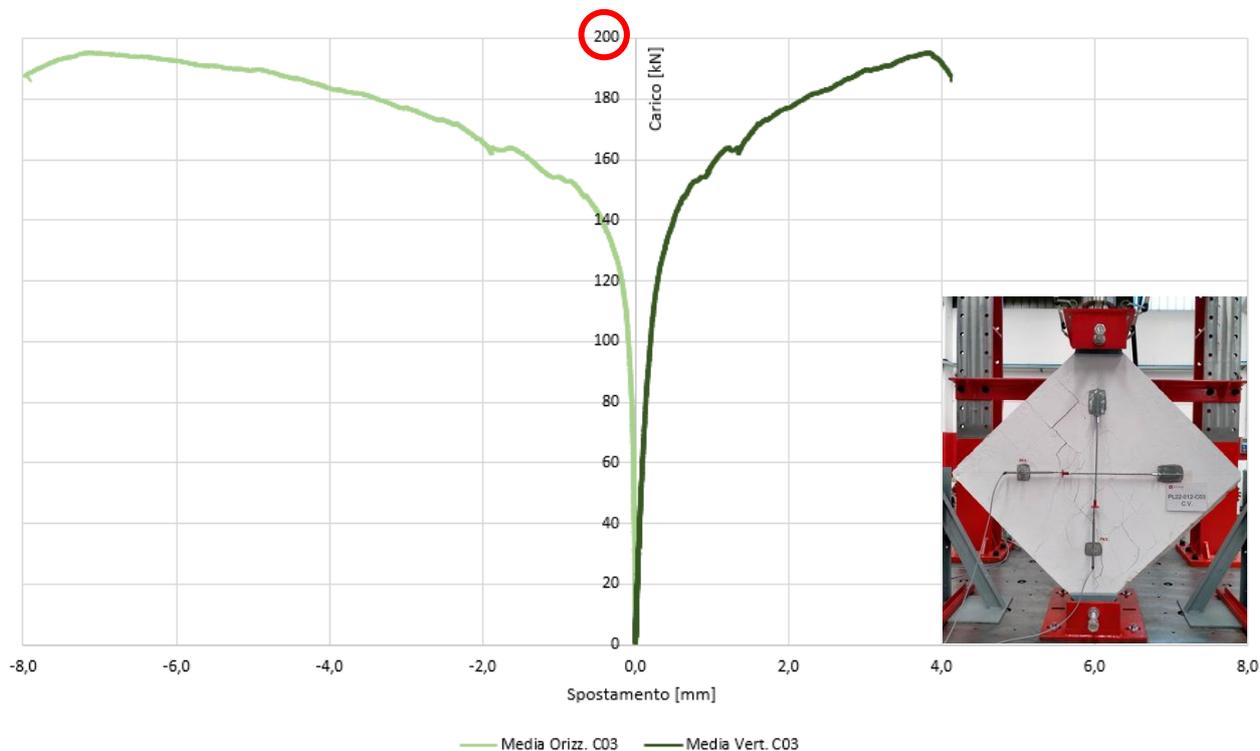


Grafico 7 – Carico-spostamento medio C03 – CALCEVITA STRUTTURALE

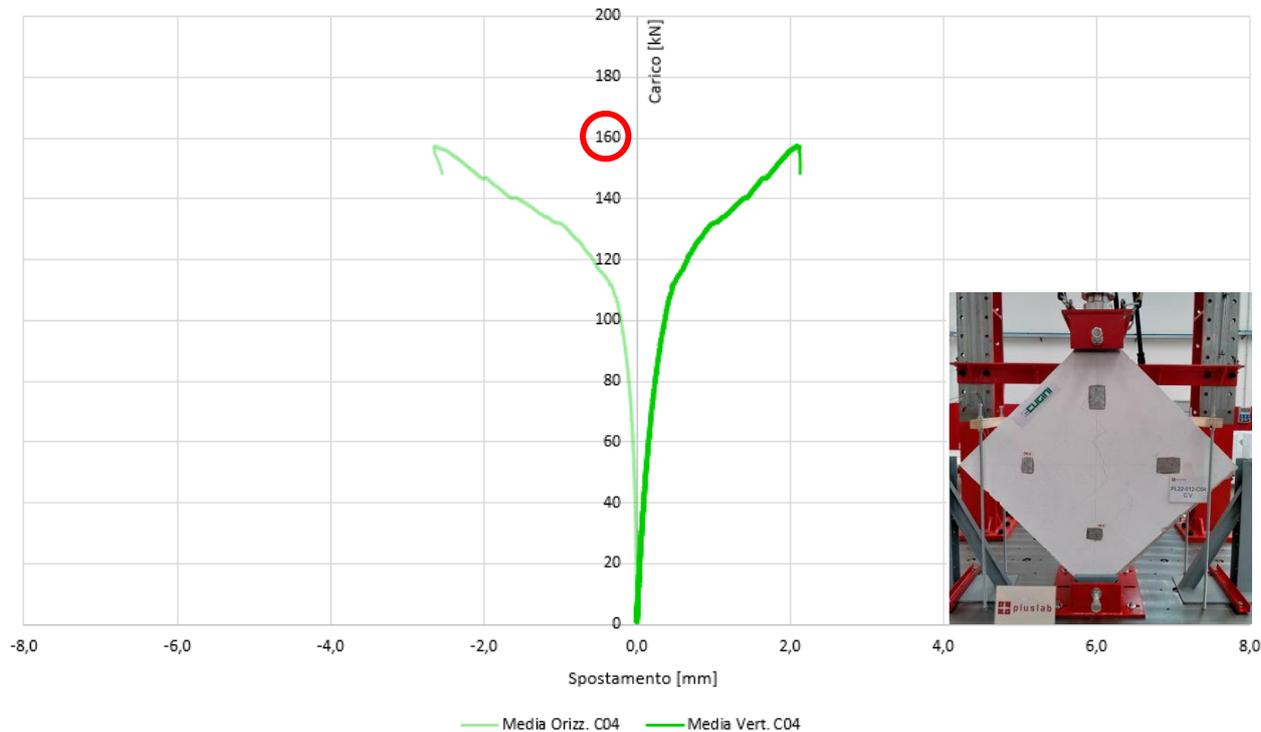


Grafico 8 – Carico-spostamento medio C04 – CALCEVITA STRUTTURALE

Confronto grafico

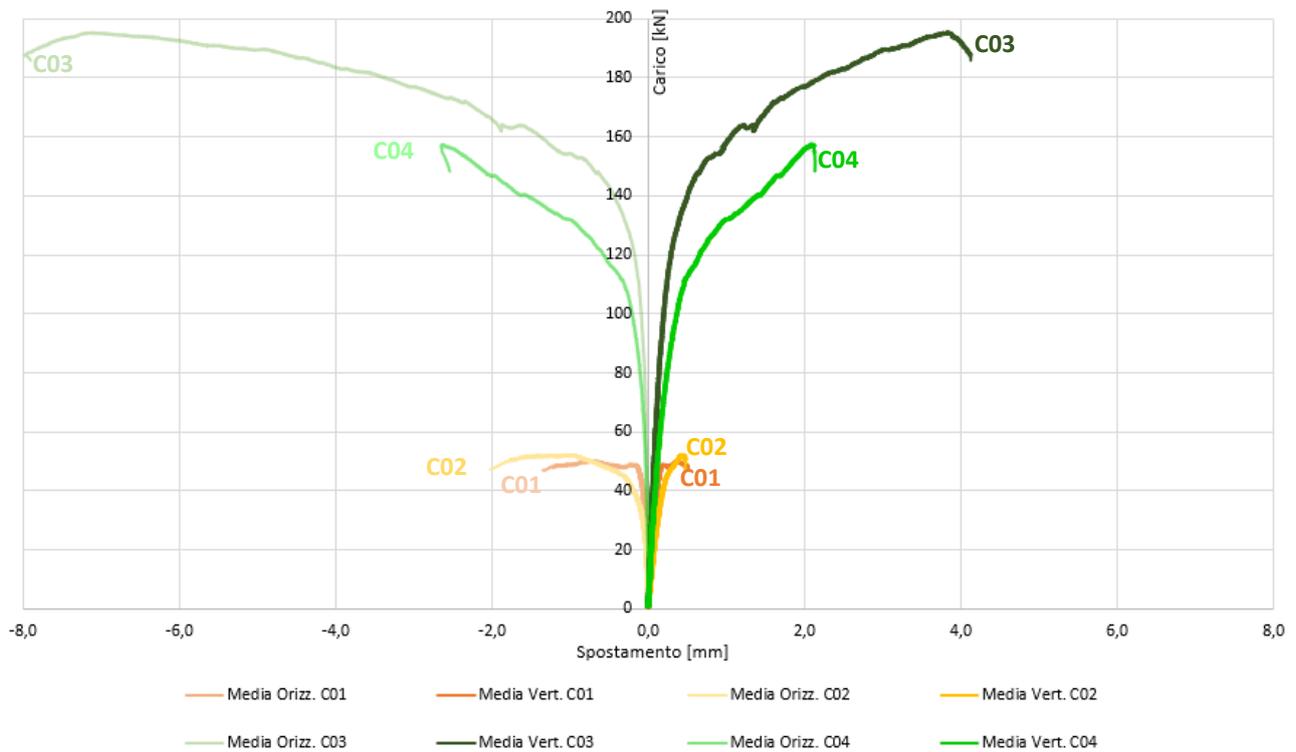
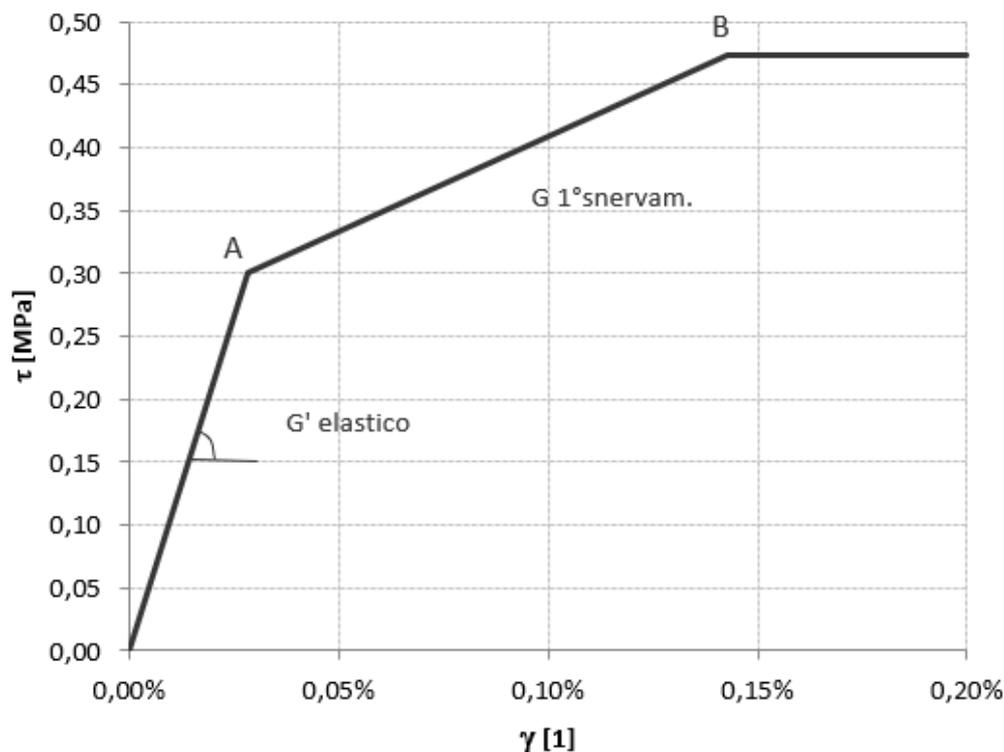


Grafico 9 – Grafico di confronto: carico-spostamento medio

9.3 Caratterizzazione dati della curva Sforzo – Deformazione

Lo scopo è quello di ottenere i dati riportati in modo tabellare riferiti ai tre tratti lineari: elastico (con pendenza pari a G elastico); di primo snervamento (con inclinazione G 1°snerv) e di rottura (tratto orizzontale).



Di seguito si riportano le formulazioni necessarie al calcolo dei parametri necessari per la rappresentazione grafica.

- **Spostamenti:**

- Accorciamento verticale dello strumento posizionato sul fronte del muretto Δv_f
- Accorciamento verticale dello strumento posizionato sul retro del muretto Δv_r
- Allungamento orizzontale dello strumento posizionato sul fronte del muretto Δh_f
- Allungamento orizzontale dello strumento posizionato sul retro del muretto Δh_r

È possibile ottenere un unico valore di accorciamento verticale e di allungamento orizzontale, facendo la media fra le letture ottenute sul fronte e sul retro dei pannelli:

$$\Delta v = \frac{\Delta v_f + \Delta v_r}{2}$$

$$\Delta h = \frac{\Delta h_f + \Delta h_r}{2}$$

Al fine di realizzare dei grafici che permettono il confronto tra le varie prove, è possibile ottenere un valore di spostamento per ogni singola prova attraverso la relazione:

$$\Delta = \sqrt{\Delta v^2 + \Delta h^2}$$

- **Sforzo di taglio**

$$\tau = 0.707 \frac{P}{A_n}$$

Dove:

τ : sforzo di taglio in [MPa];

P: carico applicato in [N];

A_n : area della sezione trasversale netta in [mm²]: pari a 262'500 mm²

$$A_n = \frac{(b + h)}{2} t$$

Con b, t e h rispettivamente base, altezza e spessore originario del pannello privo di rinforzo.

b= 1060 mm;

h = 1040 mm;

t = 250 mm

- **Deformazione di taglio**

$$\gamma = \frac{\Delta v + \Delta h}{g}$$

Con:

γ : deformazione di taglio;

Δv : Accorciamento verticale in [mm];

Δh : estensione orizzontale in [mm];

g: lunghezza verticale estensimetro in [mm] pari a 750 mm

- **Modulo di rigidezza**

$$G = \frac{\tau}{\gamma}$$

Dove:

G: modulo di rigidezza in [MPa];

τ : sforzo di taglio in [MPa];

γ : deformazione di taglio

Nella seguente tabella sono riportati i valori di seguito descritti:

P_{max} : carico massimo a rottura;

$P_{1^{\circ}snervamento}$: carico corrispondente al primo snervamento;

γ_{max} : deformazione massima a rottura;

$\gamma_{1^{\circ}snervamento}$: deformazione corrispondente al primo snervamento;

τ_{max} : sforzo di taglio a rottura;

$\tau_{1^{\circ}snervamento}$: sforzo di taglio corrispondente al primo snervamento;

$G_{1^{\circ}snervamento}$: Modulo di rigidezza nel tratto di primo snervamento;

$G_{Elastico}$: Modulo di rigidezza nel tratto elastico.

Dove:

$$G_{1^{\circ}snervamento} = \frac{\tau_{max} - \tau_{1^{\circ}snervamento}}{\gamma_{max} - \gamma_{1^{\circ}snervamento}}$$

$$G_{elastico} = \frac{\tau_{1^{\circ}snervamento}}{\gamma_{1^{\circ}snervamento}}$$

VALORI CARATTERISTICI PER PROVA									
Prova		P_{max} [kN]	$P_{1^{\circ}snerv}$ [kN]	γ_{max} [1]	$\gamma_{1^{\circ}snerv}$ [1]	τ_{max} [Mpa]	$\tau_{1^{\circ}snerv}$ [Mpa]	G elastico [Mpa]	G 1°snerva m. [Mpa]
1	C01 - non rinforzato	50,03	38,00	1,36E-03	2,16E-04	0,13	0,10	474,54	28,31
	C02 - non rinforzato	52,16	35,00	1,90E-03	2,50E-04	0,14	0,09	377,19	28,06
	media C01-C02	51,10	36,50	1,63E-03	2,33E-04	0,14	0,10	425,87	28,18
2	C03 - CALCEVITA STRUTTURALE	195,38	115,00	1,46E-02	4,73E-04	0,53	0,31	655,05	15,36
	C04 - CALCEVITA STRUTTURALE	157,37	90,00	6,28E-03	5,89E-04	0,42	0,30	503,03	22,44
	media C03-C04	176,37	102,50	1,04E-02	5,31E-04	0,48	0,30	579,04	18,90

Rapporto rispetto al campione non rinforzato - valori medi	
$\tau_{max_2} / \tau_{max_1}$	3,45

Rapporto rispetto al campione non rinforzato - valori medi	
G_2 / G_1	1,36

N.B. La NTC2018 individua come coefficiente migliorativo 1.50 volte per rinforzo di tipologia muraria come quelle prese in esame.

Il rapporto tra i moduli di rigidezza elastici permette di osservare come i provini C01-C02 siano in linea con la rigidezza della muratura priva di rinforzo.

In termini di resistenza il materiale CALCEVITA STRUTTURALE incrementa 3,45 volte il valore di τ rispetto al campione privo di rinforzo.

9.4 Grafici Sforzo - Deformazione

Manufatti in muratura non rinforzati: C01 – C02

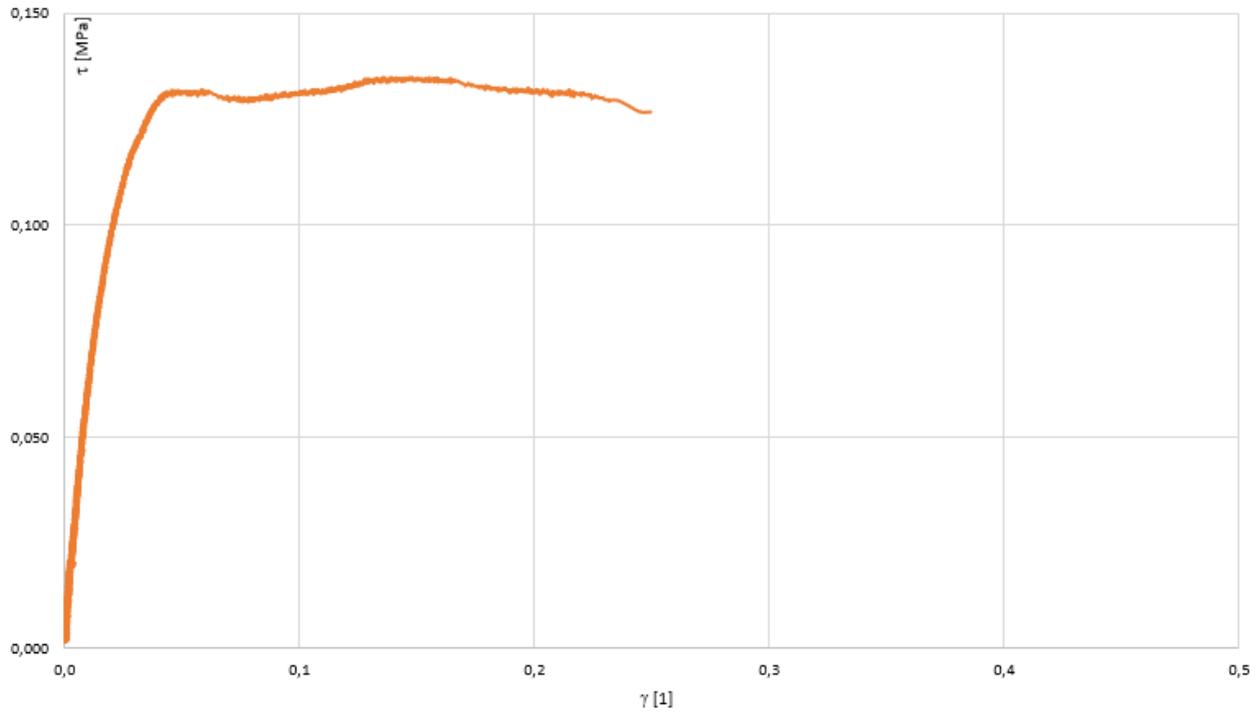


Grafico 10 – Sforzo - deformazione C01 – nessun rinforzo

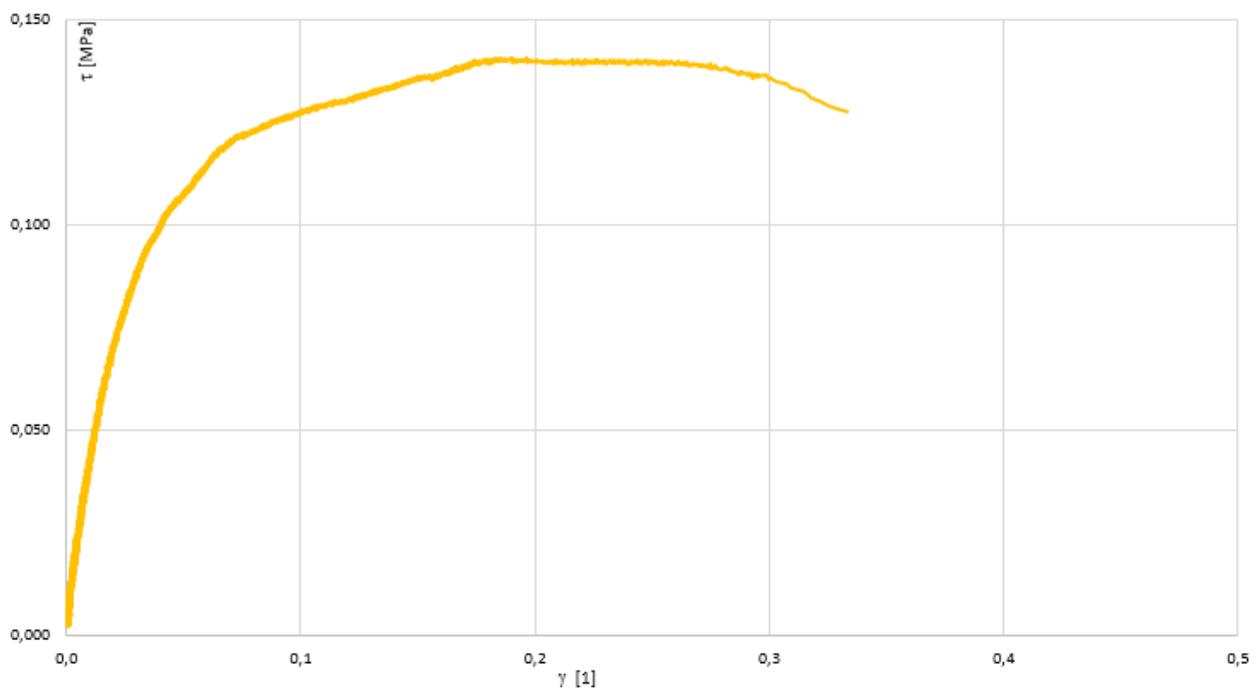


Grafico 11 – Sforzo - deformazione C02 – nessun rinforzo

Manufatti in muratura rinforzati con "CALCEVITA STRUTTURALE": C03 – C04

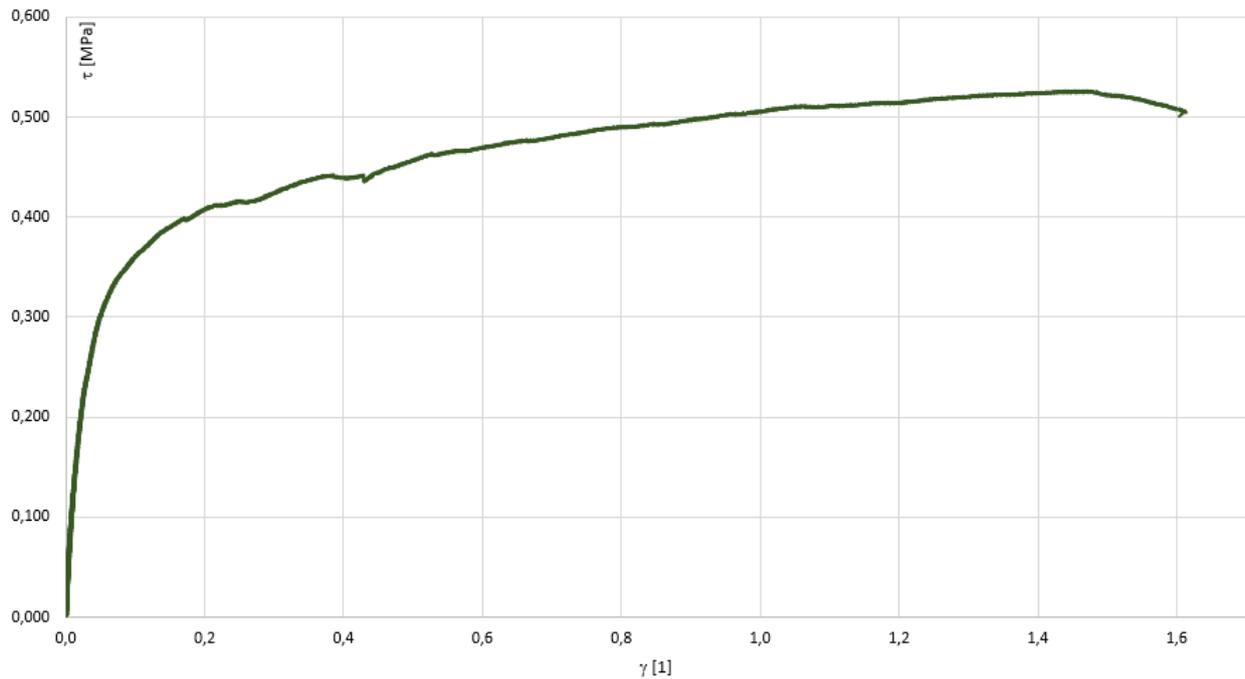


Grafico 12 – Sforzo - deformazione C03 – CALCEVITA STRUTTURALE

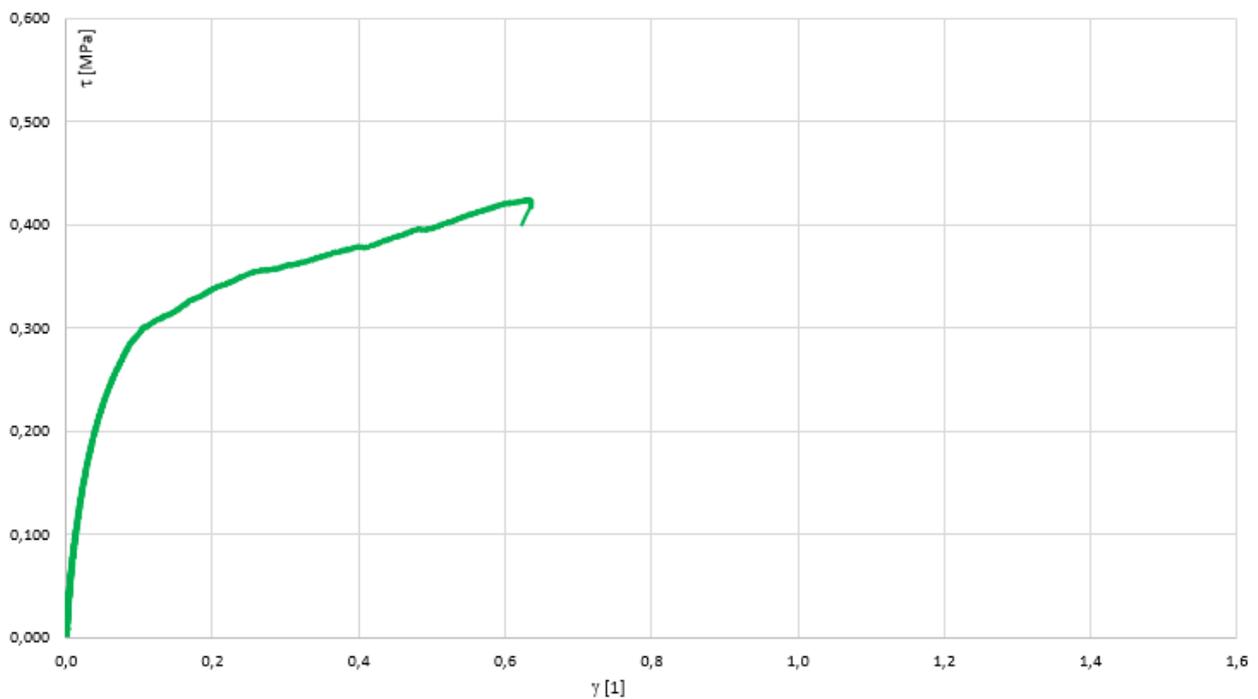
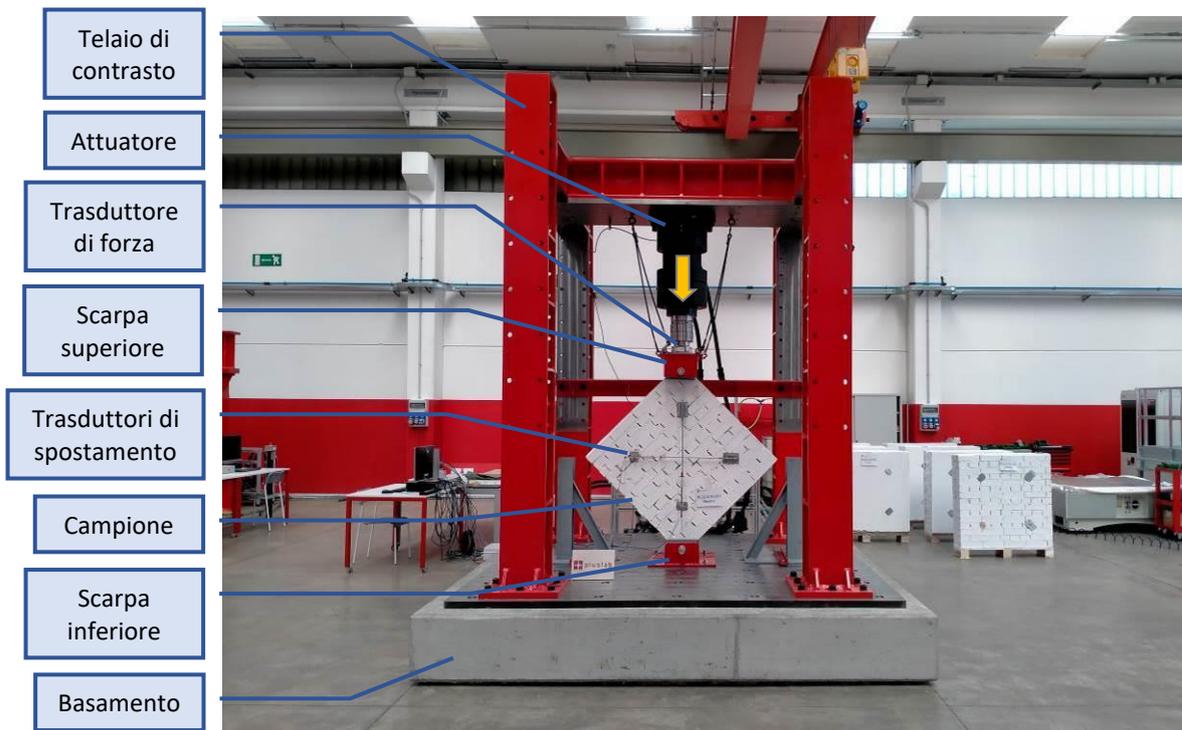


Grafico 13 – Sforzo - deformazione C04 – CALCEVITA STRUTTURALE

10 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

- Fotografia 01: Setup di prova – vista frontale
- Fotografia 02: Setup di prova – vista laterale
- Fotografia 03: Posizione trasduttori di spostamento
- Fotografia 04: Dettaglio trasduttori di spostamento
- Fotografia 05: Posizione trasduttore di forza
- Fotografia 06: Sistema di controllo e acquisizione
- Fotografia 07: Dettaglio scarpa inferiore
- Fotografia 08: Dettaglio scarpa superiore
- Fotografia 09: Campione C01 - nessun rinforzo prima della prova
- Fotografia 10: Campione C01 - nessun rinforzo dopo la prova
- Fotografia 11: Campione C02 - nessun rinforzo prima della prova
- Fotografia 12: Campione C02 - nessun rinforzo dopo la prova
- Fotografia 13: Campione C03 – CALCEVITA STRUTTURALE prima della prova
- Fotografia 14: Campione C03 - CALCEVITA STRUTTURALE dopo la prova
- Fotografia 15: Campione C04 - CALCEVITA STRUTTURALE prima della prova
- Fotografia 16: Campione C04 - CALCEVITA STRUTTURALE dopo la prova

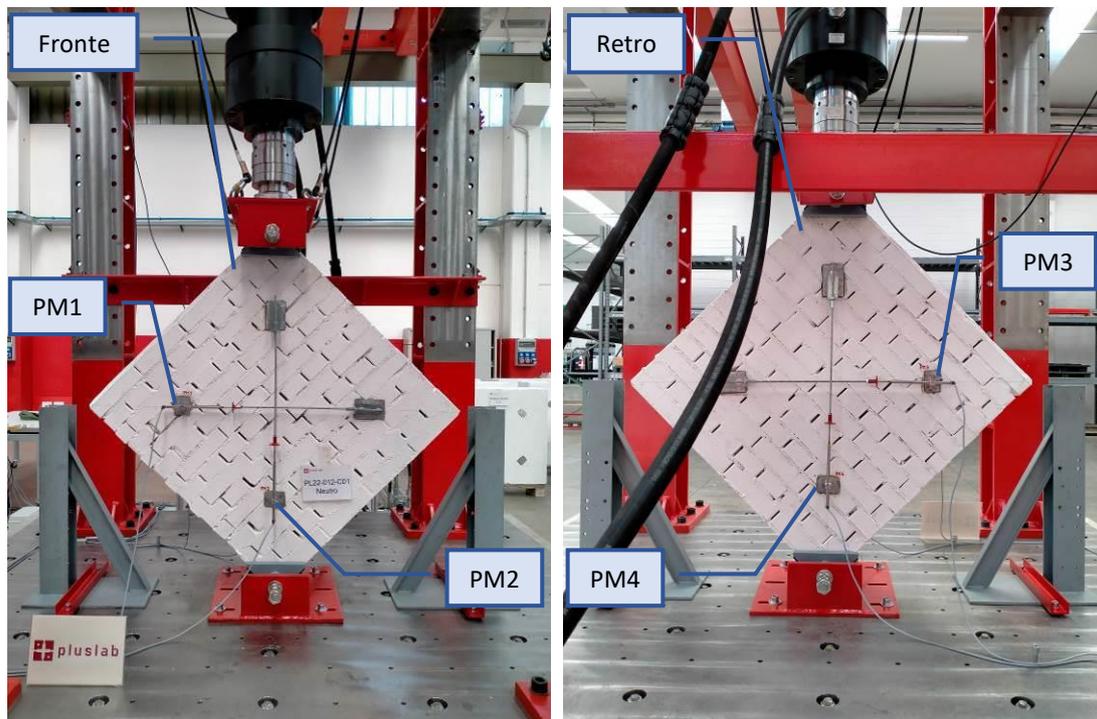
Fotografia 01: Setup di prova – vista frontale



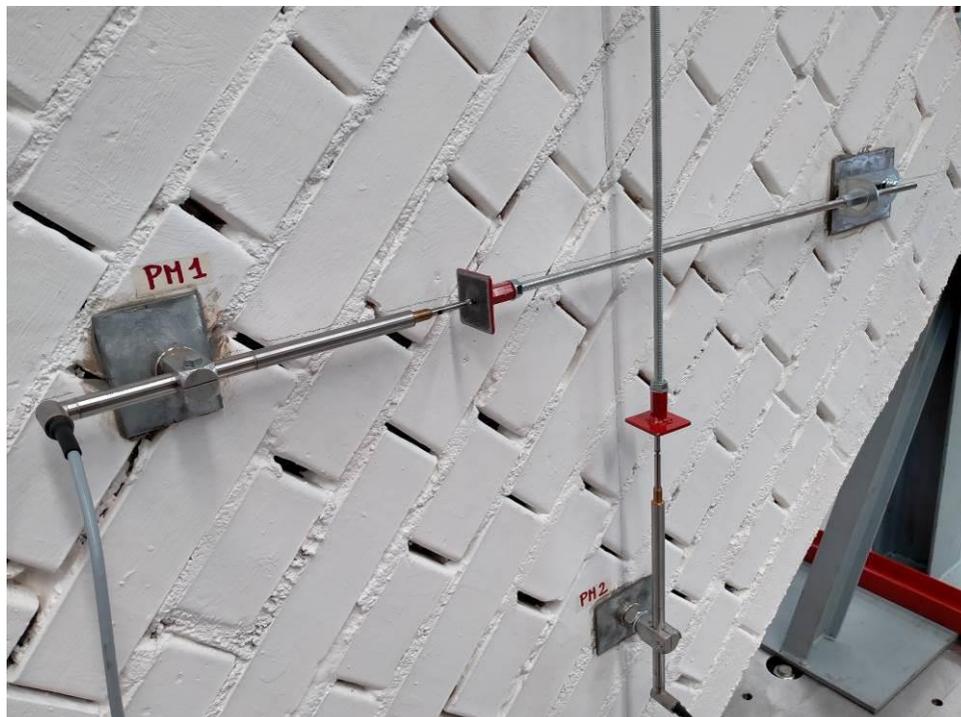
Fotografia 02: Setup di prova – vista laterale



Fotografia 03: Posizione trasduttori di spostamento



Fotografia 04: Dettaglio trasduttori di spostamento



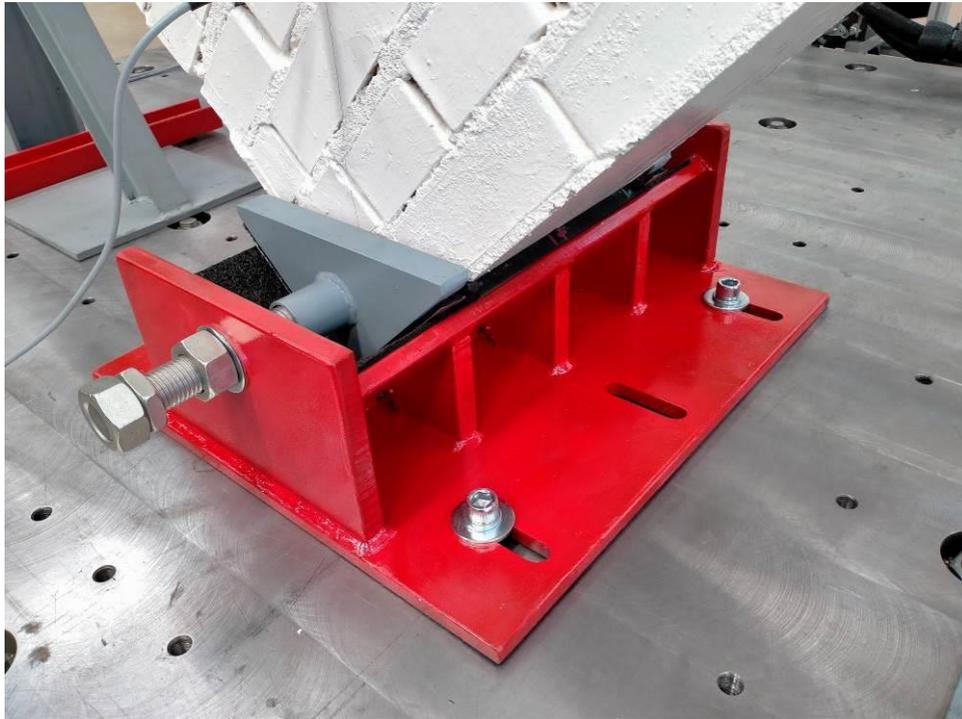
Fotografia 05: Posizione trasduttore di forza



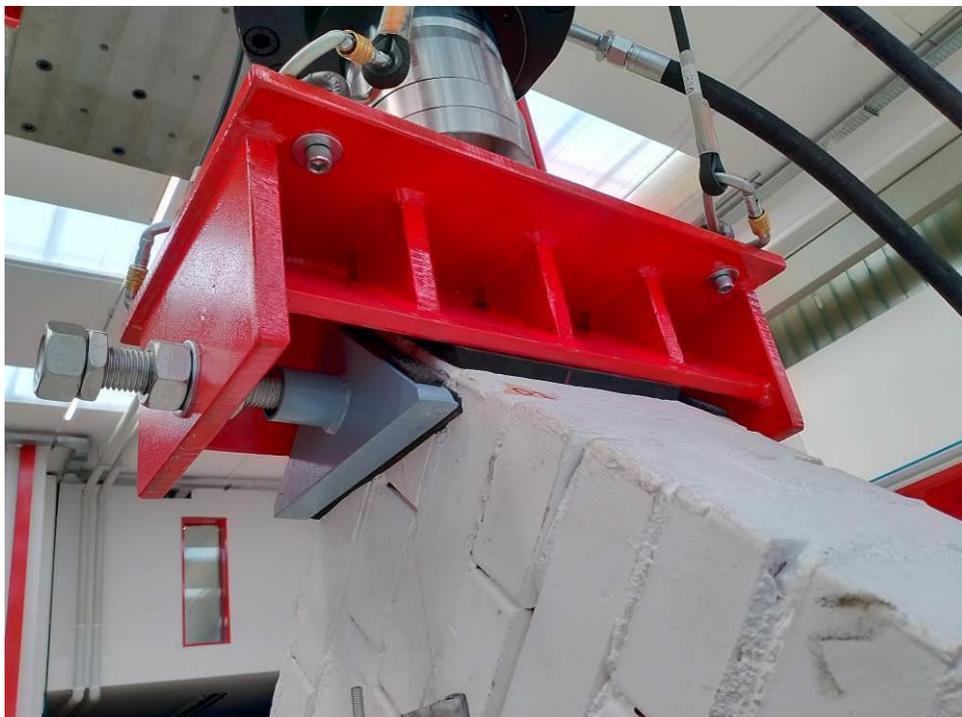
Fotografia 06: Sistema di controllo e acquisizione



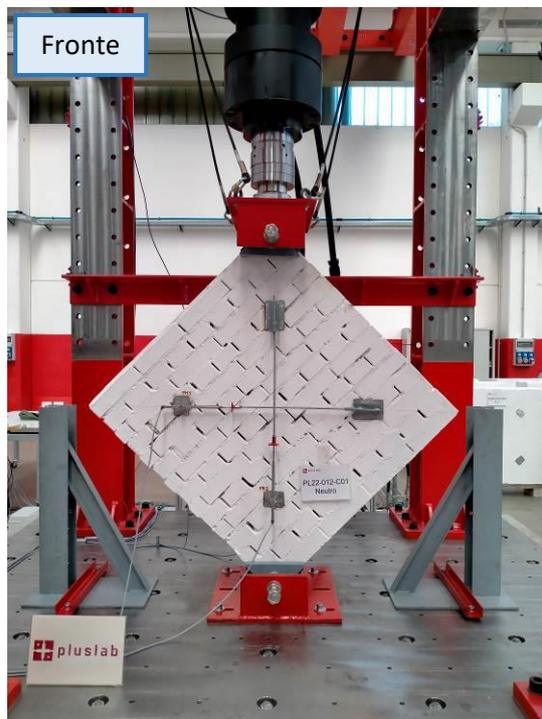
Fotografia 07: Dettaglio scarpa inferiore



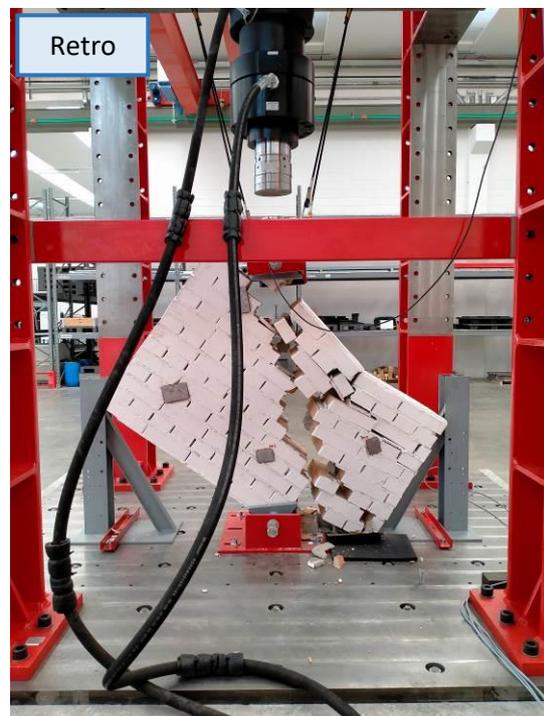
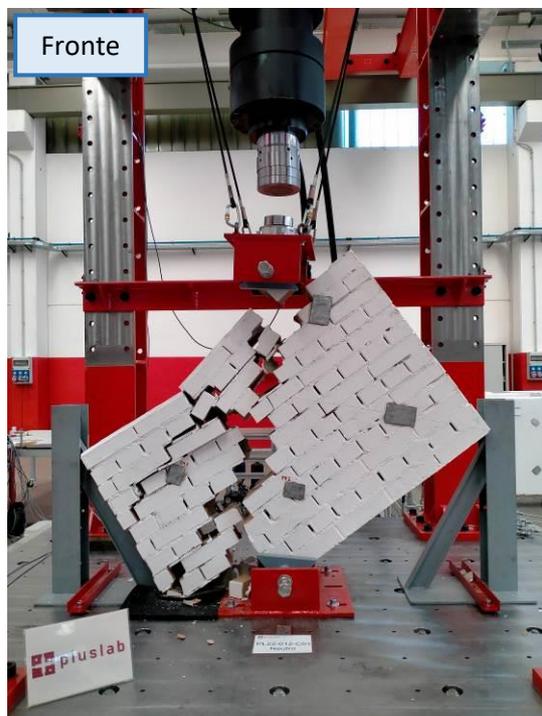
Fotografia 08: Dettaglio scarpa superiore



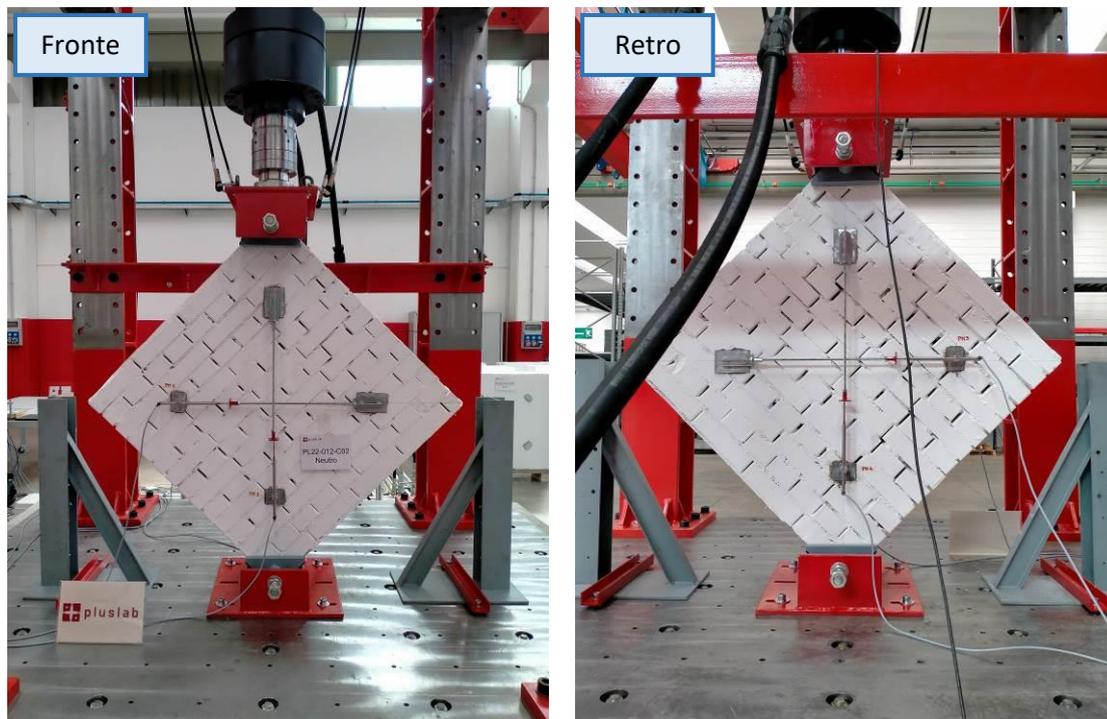
Fotografia 09: Campione C01 – nessun rinforzo prima della prova



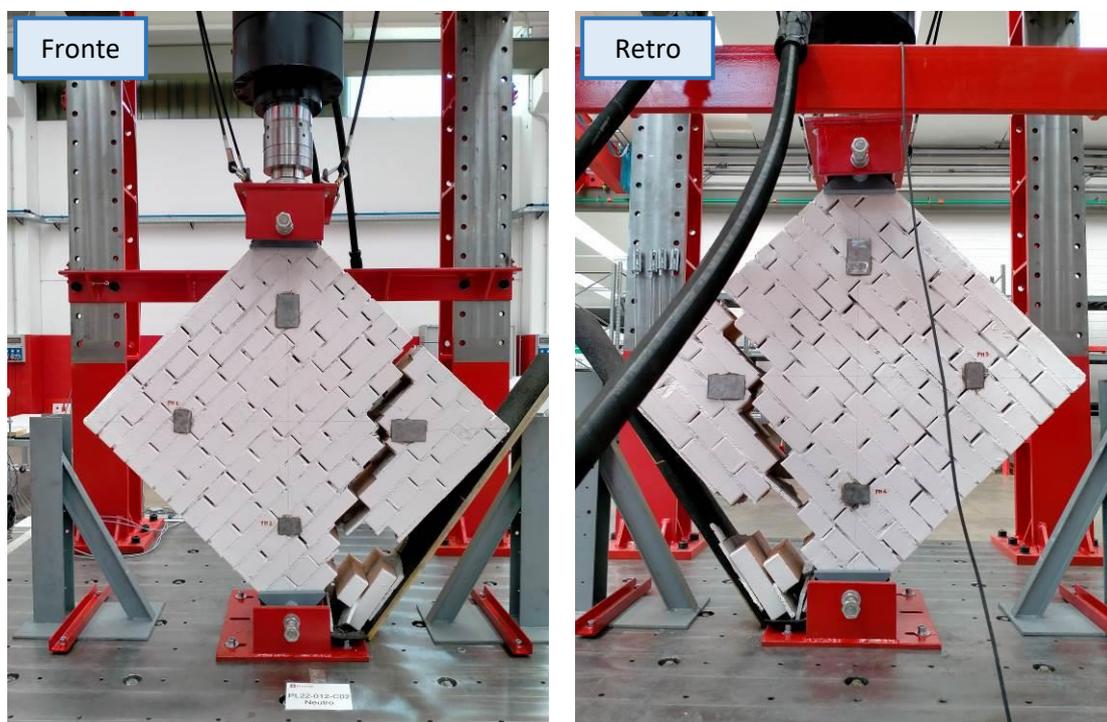
Fotografia 10: Campione C01 - nessun rinforzo dopo la prova



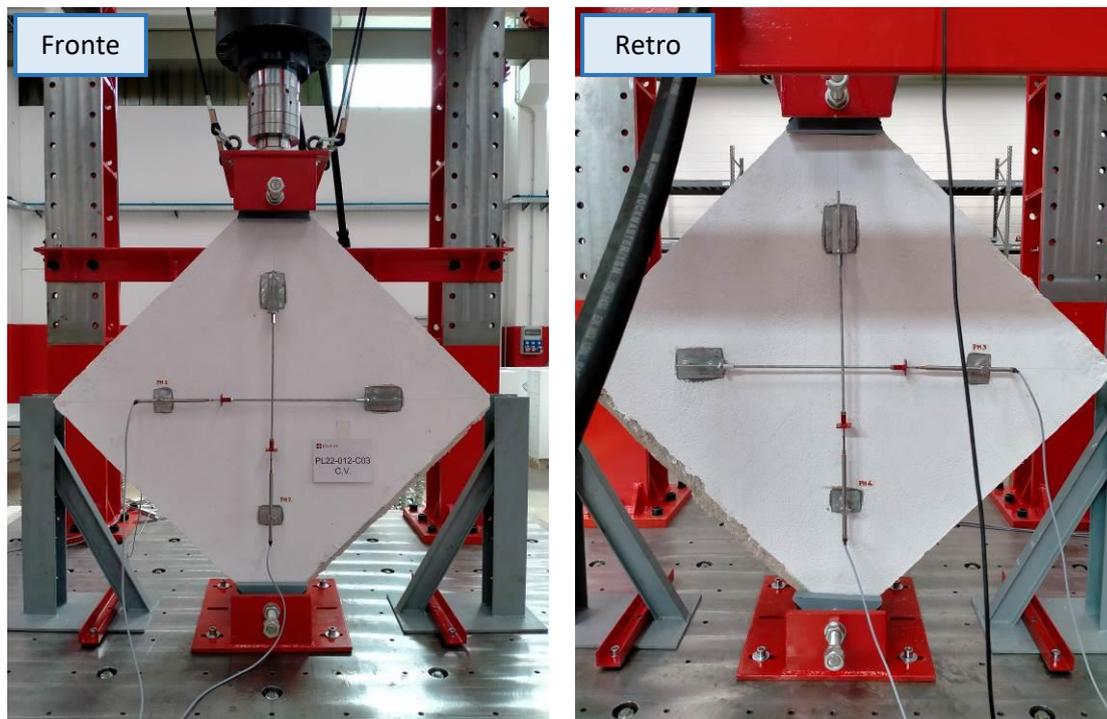
Fotografia 11: Campione C02 - nessun rinforzo prima della prova



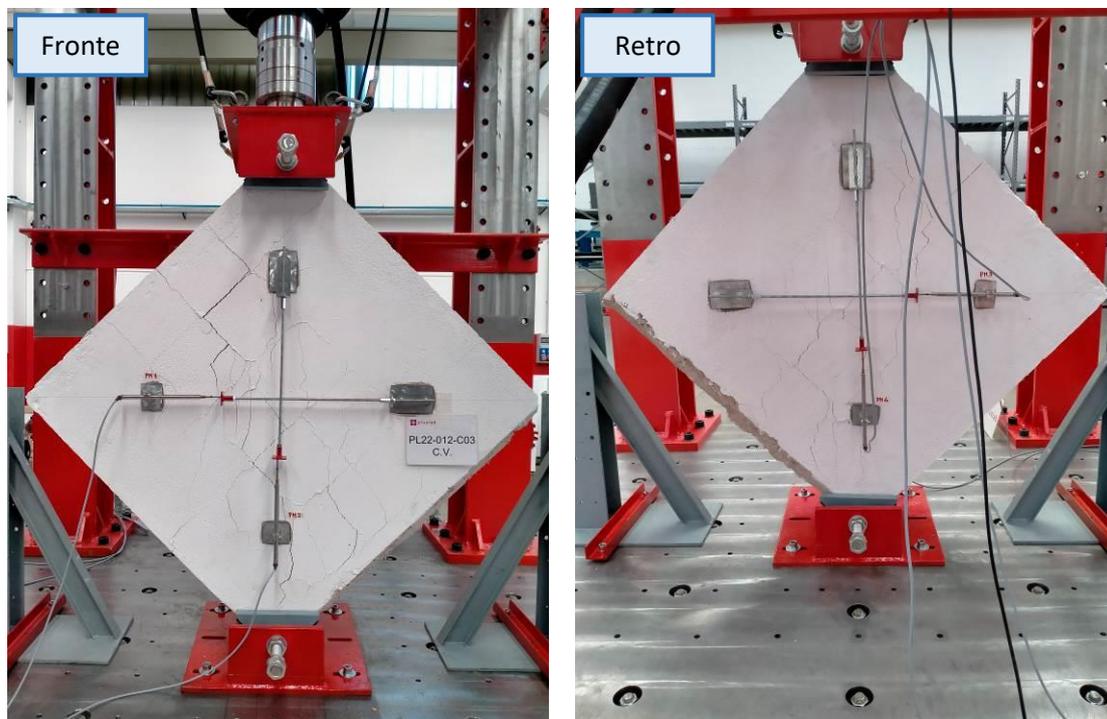
Fotografia 12: Campione C02 - nessun rinforzo dopo la prova



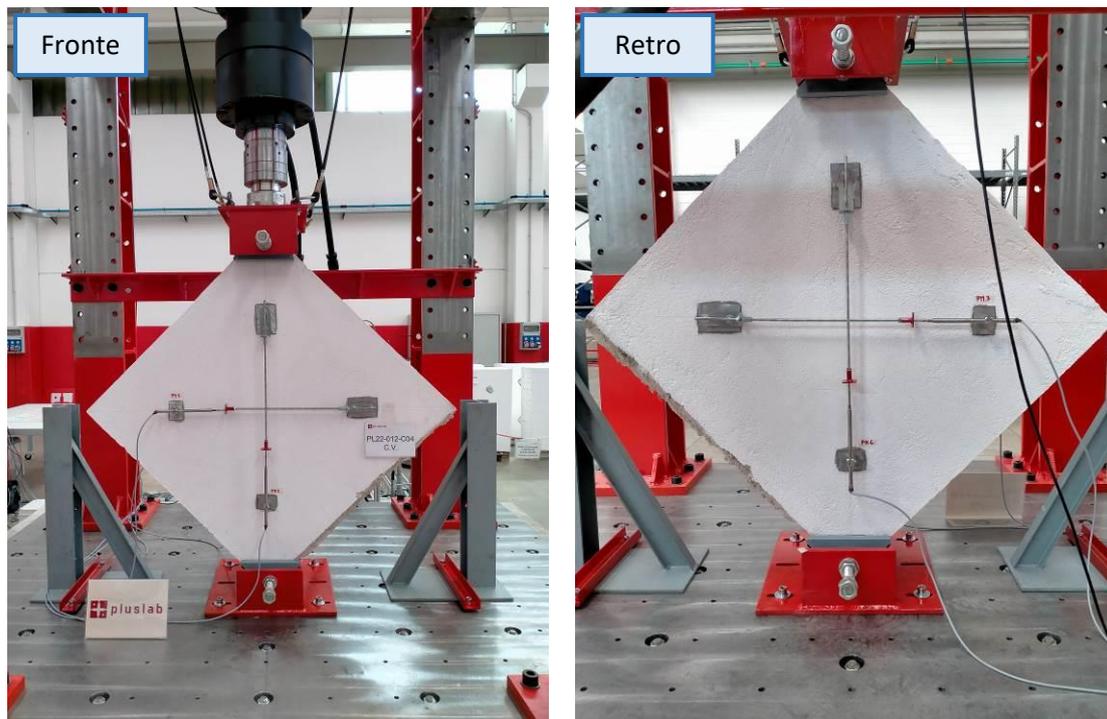
Fotografia 13: Campione C03 – CALCEVITA STRUTTURALE prima della prova



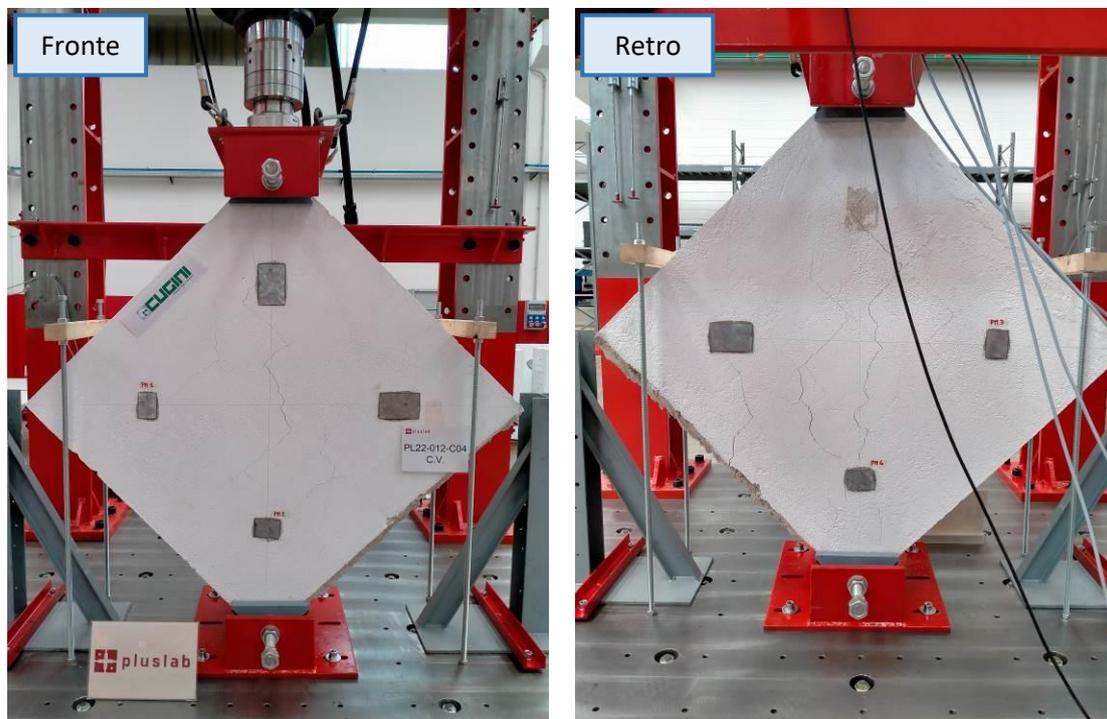
Fotografia 14: Campione C03 - CALCEVITA STRUTTURALE dopo la prova



Fotografia 15: Campione C04 - CALCEVITA STRUTTURALE prima della prova



Fotografia 16: Campione C04 - CALCEVITA STRUTTURALE dopo la prova



ETICHETTA DI FINE DOCUMENTO

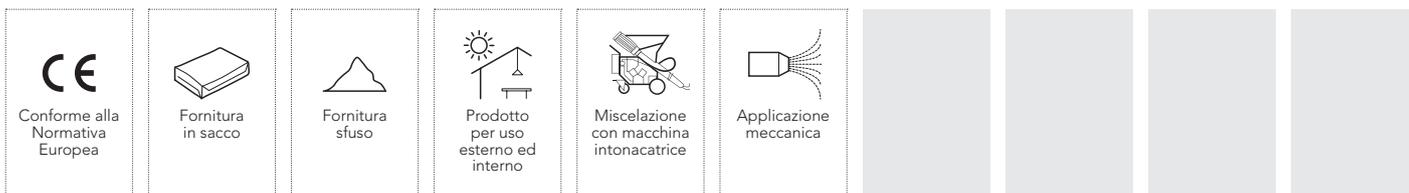
- La presente pagina identifica la fine del documento RDP-PL22-042-R00-CALCEVITA STRUTTURALE.
- Non è autorizzata la riproduzione parziale del presente documento in assenza di specifica autorizzazione da parte di PLUS LAB s.r.l.



CALCEVITA STRUTTURALE

MALTA AD ELEVATA RESISTENZA PER IL RINFORZO STATICO DI MURATURE DEGRADATE, A BASE DI CALCE IDRAULICA NATURALE **NHL 3,5** E BIO-LEGANTE MINERALE

NORMA UNI EN 998-2
CLASSE G M15



PRODOTTO E CAMPO DI UTILIZZO

CALCEVITA STRUTTURALE è una malta premiscelata a secco, a base di calce idraulica naturale (NHL 3,5 in accordo a EN 459-1), bio-legante minerale ad azione pozzolanica, sabbie selezionate e fibre.

La calce idraulica naturale conferisce al prodotto un'elevata porosità e traspirabilità e, grazie alla presenza del bio-legante minerale, un'estrema resistenza agli agenti aggressivi e una scarsa propensione alla formazione di efflorescenze.

Il prodotto è conforme alla norma UNI EN 998-2 ed è classificato come G M15.

La malta soddisfa pienamente tutti i requisiti, richiamati al paragrafo 11.10.2.1 del DM 14 gennaio 2008 "NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI" (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008).

Il prodotto è ideale in applicazioni dove sono richieste elevate prestazioni meccaniche o nel rinforzo statico; può essere impiegato come intonaco nel ripristino e consolidamento di murature in laterizio, mattoni, pietra, blocchi in calcestruzzo, anche in abbinamento a reti metalliche elettrosaldate o in fibra di vetro alcali-resistente. Può essere utilizzato anche come malta di allettamento e di stilatura per murature portanti e di tamponamento.

Tutti i prodotti del ciclo CALCEVITA, specifico per risanare e restaurare edifici di pregio storico e artistico, anche sotto tutela, ma anche fabbricati recenti e per applicazioni in bioedilizia, sono formulati a partire da costituenti naturali e a basso impatto ambientale.

CICLO APPLICATIVO

Preparazione supporto

Eliminare i vecchi intonaci fino ad arrivare alla sottostante muratura. Asportare in profondità la vecchia malta di sigillatura friabile. Spazzolare energicamente il supporto e pulire bene tutta la superficie, quindi eliminare parti incoerenti, polvere, efflorescenze, disarmanti, sostanze grasse o oleose e tutto ciò che possa compromettere la buona riuscita del lavoro. Lavare bene la muratura con acqua (meglio se con idropulitrice o idrosabbiatrica) al fine di rimuovere eventuali sali solubili e parti friabili.

Lacune della muratura e difetti eccessivi di planarità devono essere ripresi impiegando elementi di muratura coerenti con l'originale con la tecnica del rincoccio o dello scuci-cuci.

Attrezzature

Intonacatrice (tipo: m-tec duo-mix, PFT G4, ecc.)

Staggia, cazzuola, fratazzo, spatole

Miscelazione

Intonacatrice: caricare la tramoggia dell'intonacatrice con una sufficiente quantità di materiale, avviare la macchina regolando il flusso d'acqua fino a ottenere una consistenza idonea all'applicazione dell'intonaco. Regolare l'aria alla lancia, per ottenere uno spruzzo uniforme.

È possibile procedere anche mediante mescolazione manuale e con betoniera.

ACQUA DI IMPASTO	ca 19 - 20% (5,0 litri per sacco)
RESA	61 litri di malta ogni 100 kg di prodotto
CONSUMO	ca 16 - 17 kg di prodotto secco per 1m ² , spessore di 10mm

Applicazione

Applicare il prodotto a spruzzo con intonacatrice o eventualmente a mano con cazzuola, come un normale intonaco. Utilizzando il prodotto con consistenza più fluida, rinzaffare il supporto pulito ed umido avendo cura di realizzare uno strato continuo e ben distribuito, lasciandolo ruvido, senza lisciare o fratazzare. Ad avvenuto indurimento (attendere 12-24 ore) procedere con passate successive di intonaco con uno spessore massimo per mano di 20 mm, anche se il prodotto sostiene spessori maggiori. Questo sistema progressivo di strati successivi evita la formazione di cavillature. Attendere sempre l'indurimento del prodotto tra una mano e l'altra.

Eventuali reti di rinforzo strutturale devono essere annegate nell'intonaco ancora fresco a circa metà del suo spessore totale. Il prodotto può ricevere, dopo un'adeguata stagionatura (attendere una settimana per ogni centimetro di spessore) gli altri prodotti della linea CALCEVITA.

DATI TECNICI

I dati riportati derivano da prove di laboratorio in ambiente condizionato; le condizioni applicative di cantiere possono modificare le caratteristiche finali del prodotto.

Classificazione secondo EN 998-2		G M15
Dimensione massima dell'aggregato	mm	1,5
Massa volumica apparente della polvere	kg/m ³	1500
Massa volumica della malta fresca	kg/m ³	1950
Tempo di vita utile dell'impasto (POT LIFE)	min	60
Massa volumica della malta indurita ed essiccata dopo 28 gg	kg/m ³	1850
Resistenza meccanica a compressione dopo 28 gg	N/mm ²	> 15,0
Resistenza meccanica a flessione dopo 28 gg	N/mm ²	> 5,0
Modulo di elasticità dinamico dopo 28 gg	N/mm ²	12000
Assorbimento d'acqua	kg/m ² min ^{0.5}	0,3
Adesione al supporto	N/mm ²	0,5
Permeabilità al vapore (μ)		20
Conducibilità termica (λ _{10, DRY} - Valore tabulato, P=50%)	W/m K	0,95
Reazione al fuoco	Euroclasse	A1

FORNITURA

Il prodotto è disponibile **sfuso e in sacchi di carta da 25 kg**.

AVVERTENZE

- Temperatura d'impiego da +5°C a +30°C.
- Non applicare su supporti gelati, in fase di disgelo o con rischio di gelo nelle 24 ore successive la posa dell'intonaco.
- Nel periodo estivo o in caso di vento, proteggere la malta da una rapida essiccazione con idonee protezioni; se necessario bagnare la malta dopo la sua posa.
- Il prodotto è pronto all'uso e pertanto va impastato solo con acqua potabile. L'aggiunta di materiali estranei può compromettere le caratteristiche tecnico applicative.
- Il materiale si conserva per almeno un anno, se mantenuto in confezione integra al riparo da pioggia e umidità.

I consigli tecnico-applicativi riportati in questa scheda tecnica derivano dalle nostre attuali e migliori esperienze. Non conoscendo le condizioni di cantiere e le modalità di esecuzione dei lavori, queste informazioni sono da ritenersi non impegnative e, pertanto, non vincolanti né legalmente né in altro modo nei confronti di terzi. In ogni caso l'utilizzatore è tenuto a verificare l'idoneità del prodotto attraverso prove preventive, assumendosi la responsabilità finale per l'uso previsto. La presente scheda potrebbe essere superata da edizioni successive, si consiglia quindi di scaricare dal sito www.cugini.it l'ultima revisione.

Vuoi maggiori informazioni?

Chiama i nostri uffici: **035 520780** oppure mandaci una mail: cugini@cugini.it
Cugini SpA - Via Vittoria 30 Nembro (BG) - www.cugini.it

