



Provincia di Parma  
COMUNE DI MEDESANO

Committente

**COMUNE DI MEDESANO**

p.zza Marconi, 6 - 43014 Medesano

RUP

**ing. Claudia Miceli**

Titolo

**RISANAMENTO CONSERVATIVO -  
MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA  
PRIMARIA DI VARANO MARCHESI**

Fase

**PROGETTO UNICO  
(DEFINITIVO-ESECUTIVO)**

Elaborato

**RELAZIONE SUI MATERIALI  
E RISULTANZE INDAGINI CONOSCITIVE**

Elaborato n.

**E06<sup>rev n.</sup>  
.0**

File vari

Data Descrizione

30 giugno 2019 emissione

Progettista

**Ing. Matteo Lazzaretti**

via Braglia n. 5 - 43123 Parma (Pr)

tel. +39 349 1667705

mail: [matteolazzaretti.ingegnere@gmail.com](mailto:matteolazzaretti.ingegnere@gmail.com)

PEC: [matteo.lazzaretti.ingpec.eu](mailto:matteo.lazzaretti.ingpec.eu)



timbro

firma

Ci riserviamo a termini di legge, la proprietà di questo disegno, con divieto di riprodurlo e di renderlo comunque noto a terzi e Ditte concorrenti senza nostra autorizzazione.

## SOMMARIO

<b>1. Premessa .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Riferimenti normativi.....</b>	<b>2</b>
<b>3. Elenco dei materiali esistenti .....</b>	<b>3</b>
3.1. Muratura.....	3
3.1.1 Muratura in pietrame disordinato con listature in mattoni pieni.....	4
3.1.2 Muratura in mattoni semipieni (DOPPIO UNI) e malta cementizia .....	5
3.1.3 Muratura in blocchi laterizi semipieni (POROTON) .....	5
3.1.4 Muratura in mattoni pieni e malta di calce.....	6
3.2. Solai in laterocemento - secondo impalcato .....	7
3.1.5 Acciaio per cemento armato .....	8
3.1.6 Calcestruzzo .....	8
3.3. Solai in legno - secondo impalcato .....	8
<b>4. Elenco dei materiali per uso strutturale nuovi.....</b>	<b>9</b>
4.1. Elementi in calcestruzzo armato .....	9
4.2. Acciaio da costruzione .....	9
4.3. Bulloni .....	10
4.5. Struttura nuova copertura .....	10
4.5.1 Proprietà dei materiali per la fase di analisi strutturale .....	10
4.5.1 Carpenterie Metalliche per Elementi in Legno .....	11
Proprietà dei materiali per la fase di analisi strutturale .....	11
Caratteristiche minime dei materiali.....	11
Bulloneria .....	11
4.6. Fibre in FRCM.....	12

## 1. Premessa

L'intervento è previsto a carico di una struttura esistente per la quale si è reso necessario procedere, non solo con adeguate operazioni di rilievo e di analisi storica, grazie al reperimento di documenti d'archivio per la ricerca di informazione di carattere storico e tecnico, ma anche con una campagna di saggi atti ad individuare le proprietà meccaniche dei materiali per uso strutturale presenti nel corpo di fabbrica. Analogamente le operazioni di rilievo e di analisi storica hanno permesso anche la ricostruzione delle armature negli elementi di solaio laterocemento e la loro dimensione; quest'ultima rilevata anche per le strutture murarie. Sono state inoltre condotte prove, con martinetti piatti doppi, sulle tipologie di muratura rilevate; finalizzate alla loro caratterizzazione meccanica.

## 2. Riferimenti normativi

Si riportano di seguito le normative di riferimento per lo svolgimento dell'incarico:

- **D.P.R. n. 3800 del 6.06.2001:** "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia" PARTE II - Normativa tecnica per l'edilizia;
- **O.P.C.M. n. 3274/03 come modificato dall'OPCM 3431 del 3/5/05:** "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici";
- **D.P.C.M. 12.10.2007 come aggiornato dalle NTC (cfr G.U. n. 47 del 26.02.2011):** "Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni";
- **D.M. 14/01/2008:** "Norme tecniche per le costruzioni";
- **D.G.R.E.R 23/06/2008 n. 936:** "Programma delle verifiche tecniche e piano degli interventi di adeguamento e miglioramento sismico previsto all'art. 1, comma 4, lettera c) dell'OPCM 3362/2004 e s.m.i. (annualità 2005)". Per la parte di Istruzioni per le verifiche tecniche, per la Scheda di Sintesi e relativa Appendice;
- **Circolare Min. Infrastrutture e Trasporti n. 617 del 02.02.09:** "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

### **3. Elenco dei materiali esistenti**

#### **3.1. Muratura**

Tramite indagini in-situ estese, mediante saggi superficiali ed interni per ogni tipo di muratura esistente, è stato possibile determinare, mediante controllo visivo, le tipologie delle murature esistenti; controllando la qualità della tessitura muraria. In allegato alla presente relazione si trova il report sulle indagini diagnostiche, redatto dallo Studio MM S.r.l., nel quale sono riportati i risultati delle prove con martinetto piatto doppio effettuate sulle due tipologie murarie riscontrate nella struttura in esame.

In esito alle indagini diagnostiche, effettuate con martinetto piatto doppio, sono state dedotte quattro curve deformazione-resistenza media a compressione della muratura **fm**, corrispondenti alle risultanze acquisite da quattro sensori differenti posizionati sulla porzione muraria compresa fra i martinetti. Dall'analisi dei grafici del report allegato, è stato possibile ricavare il valore sperimentale medio del modulo di elasticità normale **E** e quello di **fm** della muratura indagata.

Si precisa che la valutazione di questi due parametri è stata effettuata scartando il comportamento delle curve descritte dai sensori 1 e 4, poiché risentono maggiormente degli "effetti di bordo" del pannello murario considerato, riscontrando peraltro che le curve relative ai sensori 2 e 3, più interni, descrivono un comportamento più simile tra loro. Considerando quindi solo i dati in termini di fm-deformazione registrati dei sensori 2 e 3, è stato ricavato il valore di **E** tangente considerando solo il tratto iniziale delle curve e scartando il tratto che descrive un comportamento più deformabile della muratura.

Determinati i valori sperimentali di **E** e **fm** dai risultati delle prove sperimentali con martinello piatto doppio, è stato possibile determinare la tipologia muraria, di seguito elencata, confrontarli con i valori esposti in Tabella C8A.2.1 (allegata alla Circolare n.617/09).

Dai risultati ottenuti e dalle valutazioni fatte sugli stessi è stato possibile individuare e caratterizzare le quattro tipologie murarie specificate in seguito:

- muratura in pietrame disordinato con listature in mattoni pieni;
- muratura in mattoni semipieni (DOPPIO UNI) e malta cementizia;
- muratura in mattoni POROTON e malta di calce.
- muratura in mattoni pieni e malta di calce;

Di seguito vengono riportati i valori di riferimento dei parametri meccanici medi dei moduli elastici e delle resistenze esistenti, quindi di progetto, assunti nei calcoli.

Poiché sono stati effettuati il rilievo geometrico, verifiche in situ estese ed esaustive sui dettagli costruttivi ed indagini in situ estese sulle proprietà dei materiali, è stato raggiunto il **livello di conoscenza LC2**, ottenendo così il corrispondente fattore di confidenza **FC=1,2**.

### 3.1.1 Muratura in pietrame disordinato con listature in mattoni pieni

Si tratta della muratura portante presente al piano terra e al piano primo e relativa alle pareti realizzate per la costruzione del blocco originario della scuola.

Anteprima proprietà di calcolo

Caratteristiche costruttive			
<input type="checkbox"/>	Malta buona		
<input type="checkbox"/>	Giunti sottili		
<input checked="" type="checkbox"/>	Ricorsi o listature		
<input type="checkbox"/>	Connessione trasversale		
<input type="checkbox"/>	Nucleo scadente o ampio		
<input type="checkbox"/>	Iniezioni di malta		
<input type="checkbox"/>	Intonaco armato		

Proprietà meccaniche			
Modulo di elasticità normale	E	870	N/mm <sup>2</sup>
Modulo di elasticità tangenziale	G	290	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a compressione	f <sub>m</sub>	1.820	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione	f <sub>tm</sub>	0.182	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a taglio	τ <sub>0</sub>	0.034	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a compressione orizzontale	f <sub>hm</sub>	0.910	N/mm <sup>2</sup>

OK

### 3.1.2 Muratura in mattoni semipieni (DOPPIO UNI) e malta cementizia

Si tratta della muratura portante presente al piano terra per la realizzazione del volume aggiuntivo a nord destinato a palestra e terrazzo. Inoltre, la stessa muratura è stata utilizzata per il sovrizzo del corpo originario destinato attualmente a palestra.

Anteprima proprietà di calcolo

**Caratteristiche costruttive**

Malta buona

Giunti sottili

Ricorsi o listature

Connessione trasversale

Nucleo scadente o ampio

Iniezioni di malta

Intonaco armato

**Proprietà meccaniche**

Modulo di elasticità normale	E	<input type="text" value="4500"/>	N/mm <sup>2</sup>
Modulo di elasticità tangenziale	G	<input type="text" value="1350"/>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a compressione	$f_m$	<input type="text" value="5.000"/>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione	$f_{tm}$	<input type="text" value="0.500"/>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a taglio	$\tau_0$	<input type="text" value="0.350"/>	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a compressione orizzontale	$f_{hm}$	<input type="text" value="2.500"/>	N/mm <sup>2</sup>

### 3.1.3 Muratura in blocchi laterizi semipieni (POROTON)

Si tratta della muratura portante presente al piano terra e primo per la realizzazione del volume aggiuntivo ad est ad uso centrale termica e servizi.

Anteprima proprietà di calcolo

**Caratteristiche costruttive**

- Malta buona
- Giunti sottili
- Ricorsi o listature
- Connessione trasversale
- Nucleo scadente o ampio
- Iniezioni di malta
- Intonaco armato

**Proprietà meccaniche**

Modulo di elasticità normale	E	3150	N/mm <sup>2</sup>
Modulo di elasticità tangenziale	G	945	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a compressione	$f_m$	3.500	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione	$f_{tm}$	0.350	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a taglio	$\tau_0$	0.115	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a compressione orizzontale	$f_{hm}$	1.750	N/mm <sup>2</sup>

OK

### 3.1.4 Muratura in mattoni pieni e malta di calce

Si tratta della muratura portante presente al piano terra e primo, utilizzata per la realizzazione delle pareti di spina interne al blocco originario destinato ad uso della mensa e delle aule.

Anteprima proprietà di calcolo

**Caratteristiche costruttive**

Malta buona

Giunti sottili

Ricorsi o listature

Connessione trasversale

Nucleo scadente o ampio

Iniezioni di malta

Intonaco armato

**Proprietà meccaniche**

Modulo di elasticità normale	E	1500	N/mm <sup>2</sup>
Modulo di elasticità tangenziale	G	500	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a compressione	$f_m$	3.200	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione	$f_{tm}$	0.320	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a taglio	$\tau_0$	0.076	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a compressione orizzontale	$f_{hm}$	1.600	N/mm <sup>2</sup>

OK

### 3.2. Solai in laterocemento - secondo impalcato

Come anticipato il solaio al secondo livello fuori terra, sarà oggetto di intervento di rinforzo strutturale, perciò sono stati indagati al fine di rilevarne le caratteristiche geometriche, i dettagli costruttivi ed i parametri meccanici dei materiali esistenti.

Utilizzando la documentazione storica in possesso (collaudo, certificati delle prove sui materiali, documentazione fotografica) allegata alla relazione dello stato di fatto ed effettuando saggi all'intradosso, è stato possibile dedurre le caratteristiche e la geometria dei solai in laterocemento oggetto di intervento.

Di seguito sono riportati i parametri meccanici dell'acciaio e del calcestruzzo degli elementi esistenti in calcestruzzo armato.

### 3.1.5 Acciaio per cemento armato

Barre lisce in acciaio Fe B 32K

Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} = 3150 \text{ daN/cm}^2$   $\gamma_m = 1,35$

### 3.1.6 Calcestruzzo

Resistenza caratteristica C16/20  $\gamma_m = 1,60$

## 3.3. Solai in legno - secondo impalcato

Come anticipato i solai al secondo e al terzo livello fuori terra, saranno oggetto di interventi di rinforzo strutturale, perciò sono stati indagati al fine di rilevarne le caratteristiche geometriche, i dettagli costruttivi ed i parametri meccanici dei materiali esistenti.

Utilizzando la documentazione storica in possesso (collaudo, certificati delle prove sui materiali, documentazione fotografica) allegata alla relazione dello stato di fatto ed effettuando i rilievi all'intradosso, è stato possibile dedurre le caratteristiche e la geometria dei solai in laterocemento oggetto di intervento.

Di seguito sono riportati i parametri meccanici del legno degli elementi esistenti utilizzati sia nelle verifiche dello stato di fatto che di progetto.

Resistenza a flessione caratteristica . . . . .	$f_{m,k}$	<input type="text" value="13.3"/>	N/mm <sup>2</sup>
kh m (0=auto) . . . . .		<input type="text" value="0.00"/>	
Resistenza a trazione parallela alla fibratura caratt. . . . .	$f_{t,0,k}$	<input type="text" value="8.15"/>	N/mm <sup>2</sup>
kh n (0=auto) . . . . .		<input type="text" value="0.00"/>	
Resistenza a taglio caratteristica . . . . .	$f_{v,k}$	<input type="text" value="2.52"/>	N/mm <sup>2</sup>
Riduzione larghezza per calcolo resistenza a taglio . . . . .	$k_{cr}$	<input type="text" value="0.67"/>	
Modulo di elasticità medio parallelo alla fibratura . . . . .	$E_{0,m}$	<input type="text" value="7778"/>	N/mm <sup>2</sup>
Peso specifico medio . . . . .	$\rho_m$	<input type="text" value="3.70"/>	kN/m <sup>3</sup>
Coefficiente di modificazione della resistenza . . . . .	$k_{mod}$	<input type="text" value="0.80"/>	
Coefficiente di modificazione della deformazione. . . . .	$k_{def}$	<input type="text" value="0.60"/>	
Coefficiente di sicurezza . . . . .	$\gamma_m$	<input type="text" value="1.50"/>	

#### 4. Elenco dei materiali per uso strutturale nuovi

##### 4.1. Elementi in calcestruzzo armato

Relativamente alle nuove solette di rinforzo dei solai saranno realizzati in classe di esposizione XC1, con calcestruzzo leggero strutturale 1600 kg/m<sup>3</sup> secondo UNI EN 206-1.

#### CALCESTRUZZO LEGGERO STRUTTURALE- NUOVO

Classe / Denominazione	LC 30/33	
E	200000.00	daN/cm <sup>2</sup>
v	0.2	
G	131149.19	daN/cm <sup>2</sup>
α	10 <sup>-5</sup>	/°C
γ	1600	daN/m <sup>3</sup>
R <sub>ck</sub>	350	daN/cm <sup>2</sup>
f <sub>ck</sub>	291	daN/cm <sup>2</sup>
α <sub>cc</sub>	0.85	
f <sub>ctm</sub>	13.17	daN/cm <sup>2</sup>
f <sub>ctk</sub>	17.96	daN/cm <sup>2</sup>
α <sub>ct</sub>	1	
γ <sub>m</sub>	1.5	
f <sub>cd</sub>	164.90	daN/cm <sup>2</sup>
f <sub>ctd</sub>	11.97	daN/cm <sup>2</sup>

#### ACCIAIO DA CEMENTO ARMATO - NUOVO

Classe / Denominazione	B 450 C	
E	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
v	0.3	
G	769230.77	daN/cm <sup>2</sup>
α	1.2x10 <sup>-5</sup>	/°C
γ	7850	daN/m <sup>3</sup>
f <sub>yk</sub>	4500	daN/cm <sup>2</sup>
f <sub>u</sub>	5400	daN/cm <sup>2</sup>
ε <sub>ud</sub>	0.0675	
γ <sub>m</sub>	1.15	
f <sub>dc</sub> = f <sub>dt</sub>	3913.04	daN/cm <sup>2</sup>

##### 4.2. Acciaio da costruzione

Per i materiali di nuova installazione, relativi alle parti in acciaio quali profili, piastre, tiranti, capichave e bulloni, si farà riferimento ai valori di calcolo imposti dalla normativa vigente.

Si prevede la realizzazione di manufatti in classe di esecuzione EXC 3 marcati CE ai sensi UNI EN 1090-2 uniti mediante saldature e/o bullonature classe 8.8. Le barre filettate sono anch'esse in classe 8.8

**ACCIAIO DA CARPENTERIA - NUOVO**

Classe / Denominazione	S 275	
E	2100000	daN/cm <sup>2</sup>
v	0.3	
G	807692.31	daN/cm <sup>2</sup>
$\alpha$	$1.2 \times 10^{-5}$	/°C
$\gamma$	7850	daN/m <sup>3</sup>
$f_{yk}$	2750	daN/cm <sup>2</sup>
$f_u$	4300	daN/cm <sup>2</sup>
$f_{y1}$	2550	daN/cm <sup>2</sup>
$\epsilon_{ud}$	0	
$\gamma_m$	1.05	
$f_{dc} = f_{dt}$	2619.05	daN/cm <sup>2</sup>

4.3. Bulloni

L'intervento prevede l'utilizzo di bulloni cl. 8.8.

**BULLONERIA - NUOVO**

Classe / Denominazione	cl. 8.8	
$f_{ub}$	8000	daN/cm <sup>2</sup>
$f_{yb}$	6400	daN/cm <sup>2</sup>

4.5. Struttura nuova copertura

## 4.5.1 Proprietà dei materiali per la fase di analisi strutturale

Caratteristiche minime dei materiali impiegati per la costruzione delle strutture analizzate con la presente relazione.

Riferimenti:

- D.M. 14.01.2008
- CNR-DT 206/2007: Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di strutture in legno.
- UNI EN 338 (2004): parametri per legno di conifera o pioppo.
- UNI EN 1194 (2000): parametri per legno lamellare incollato di conifera.

Valori caratteristici per le proprietà di resistenza e di rigidezza in N/mm<sup>2</sup> e di massa volumica in kg/m<sup>3</sup> (per legno lamellare incollato omogeneo h e combinato c).

Classe di resistenza del legno lamellare incollato		GL 24h	GL 24c	GL 28h	GL 28c	GL 32h	GL 32c	GL 36h	GL 36c
Resistenza a flessione	fm,g,k	24	24	28	28	32	32	36	36
Resistenza a trazione	ft,0,g,k	16,5	14	19,5	16,5	22,5	19,5	26	22,5
	ft,90,g,k	0,4	0,35	0,45	0,40	0,5	0,45	0,60	0,50
Resistenza a compressione	fc,0,g,k	24	21	26,5	24	29	26,5	31	29
	fc,90,g,k	2,7	2,4	3,0	2,70	3,3	3,0	3,6	3,3
Resistenza a taglio	fw,g,k	2,7	2,2	3,2	2,70	3,8	3,2	4,3	3,8
Modulo di elasticità	E0,g,mean	11600	11600	12600	12600	13700	13700	14700	14700
	E0,g,05	9400	9400	10200	10200	11100	11100	11900	11900
	E90,g,mean	390	320	420	390	460	420	490	460
Modulo di taglio	Gg,mean	720	590	780	720	850	780	910	850
Massa volumica	ρg,k	380	350	410	380	430	410	450	430

#### 4.5.1 Carpenterie Metalliche per Elementi in Legno

##### Proprietà dei materiali per la fase di analisi strutturale

Modulo Elastico:	$E = 2.100.000 \text{ kg/cm}^2 (210.000 \text{ N/mm}^2)$
Coefficiente di Poisson:	$\nu = 0,3$
Modulo di elasticità trasversale:	$G = E / [2*(1+\nu)] \text{ (N/mm}^2)$
Coefficiente di espansione termica lineare:	$\alpha = 12*10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ (per } T < 100^\circ\text{C)}$
Densità:	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

##### Caratteristiche minime dei materiali

	S235	S275	S355	S355
tensione di rottura	360 N/mm <sup>2</sup>	430 N/mm <sup>2</sup>	510 N/mm <sup>2</sup>	550 N/mm <sup>2</sup>
tensione di snervamento	235 N/mm <sup>2</sup>	275 N/mm <sup>2</sup>	355 N/mm <sup>2</sup>	440 N/mm <sup>2</sup>

##### Bulloneria

Nelle unioni con bulloni si assumono le seguenti resistenze di calcolo:

STATO DI TENSIONE					
CLASSE VITE	f <sub>tb</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>yb</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>k,N</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>d,N</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>d,V</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
4.6	400	240	240	240	170
5.6	500	300	300	300	212
6.8	600	480	360	360	255
8.8	800	640	560	560	396
10.9	1000	900	700	700	495

legenda:

$f_{k,N}$  è assunto pari al minore dei due valori  $f_{k,N} = 0.7 f_t$  ( $f_{k,N} = 0.6 f_t$  per viti di classe 6.8)

$f_{k,N} = f_y$  essendo  $f_{tb}$  ed  $f_{yb}$  le tensioni di rottura e di snervamento

$f_{d,N} = f_{k,N}$  = resistenza di calcolo a trazione

$f_{d,V} = f_{k,N} / \sqrt{2}$  = resistenza di calcolo a taglio

#### 4.6. Fibre in FRCM

Si prevede di realizzare il cordolo sommitale in copertura mediante l'utilizzo di materiali compositi a fibre in FRCM, utilizzando GEOSTEEL G600 marca Kerakoll o similari. Di seguito vengono riportati i valori di riferimento dei parametri meccanici assunti nei calcoli.

#### FIBRE FRCM - NUOVO

Classe / Denominazione	FRCM	
$E_{nastro}$ = modulo di elasticità normale del nastro	>1900000	daN/cm <sup>2</sup>
$\sigma_{nastro}$ = resistenza a trazione del nastro	> 28000	daN/cm <sup>2</sup>
$\varepsilon_{nastro}$ = deformazione a rottura del nastro	>1,50%	
$t_{nastro}$ = spessore equivalente del nastro	0,084	mm

Inoltre, si prevede di realizzare un trattamento anti sfondellamento del cornicione mediante l'utilizzo di materiali compositi a fibre in FRCM, utilizzando GEOSTEEL GEOGRID 200 marca Kerakoll o similari. Di seguito vengono riportati i valori di riferimento dei parametri meccanici assunti nei calcoli.

#### FIBRE FRCM - NUOVO

Classe / Denominazione	FRCM	
$E_{nastro}$ = modulo di elasticità normale del basalto	>870000	daN/cm <sup>2</sup>
$\sigma_{nastro}$ = resistenza a trazione del basalto	> 30000	daN/cm <sup>2</sup>
$E_{nastro}$ = modulo di elasticità normale dell'acciaio Inox AISI 304	>2000000	daN/cm <sup>2</sup>
$\sigma_{nastro}$ = resistenza a trazione dell'acciaio Inox AISI 304	> 7500	daN/cm <sup>2</sup>
$\varepsilon_{nastro}$ = deformazione a rottura del nastro	>1,90%	
$t_{nastro}$ = spessore equivalente del nastro	0,032	mm



**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)  
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it



Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

**REPORT INDAGINI DIAGNOSTICHE**  
**Relative all'adeguamento sismico della**  
**Scuola Primaria di Varano Marchesi -**  
**Strada Valle n°88**  
**Comune di Medesano - PR**



***CUP: H21E14000160000 - CIG: Z202888693***

***Ingresso n. 679-2019***



**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)  
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it



Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

## INDICE

<b>A. PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>B. MARTINETTI PIATTI</b> .....	<b>4</b>
B.1 STRUMENTAZIONE .....	4
B.1.1 MARTINETTI PIATTI .....	4
B.1.2 ESECUZIONE TAGLIO PER MARTINETTI PIATTI .....	5
B.1.3 POMPA OLEODINAMICA E RILEVAZIONE DELLE PRESSIONI .....	6
B.2 METODOLOGIA D'INDAGINE .....	7
B.2.1 VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE (MARTINETTO DOPPIO) .....	7
B.2.2 DESCRIZIONE DELLE PROVE E RAPPORTO DEI RISULTATI .....	8
B.3 RESOCONTO INDAGINI .....	9
B.3.1 MARTINETTO DOPPIO MPD1 .....	9
B.3.2 MARTINETTO DOPPIO MPD2 .....	14
B.3.3 MARTINETTO DOPPIO MPD3 .....	19
B.3.4 MARTINETTO DOPPIO MPD4 .....	24
<b>C. ANALISI DELLE MALTE</b> .....	<b>30</b>
C.1.1 DESCRIZIONE DELLE PROVE E RAPPORTO DEI RISULTATI .....	31
C.1.2 PRELIEVO DI MALTA VM 1 .....	32
C.1.3 PRELIEVO DI MALTA VM 2 .....	34
C.1.4 PRELIEVO DI MALTA VM 3 .....	36
C.1.5 PRELIEVO DI MALTA VM 4 .....	38

## A. PREMESSA

Su richiesta della Committenza, sulla scuola elementare di Varano Marchesi ubicata lungo Strada Valle n° 88, 43048 - Medesano (PR), sono state condotte le seguenti indagini:

- N°4 martinetti piatti doppi;
- N°4 analisi campioni di malta in sezione sottile

Le prove sono state svolte nella giornata di Mercoledì 12/06/2019.

Le metodologie applicate e punti di prova sono stati indicati dal progettista incaricato Ing. Matteo Lazzaretti presente durante lo svolgimento delle stesse.

Il professionista si assume la responsabilità per la precisione delle misure effettuate, mentre l'elaborazione dei dati rappresenta un sussidio al progettista al quale spettano verifica ed approvazione.



**Foto 01. Edificio oggetto di indagine**



**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)  
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it



Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

## B. MARTINETTI PIATTI

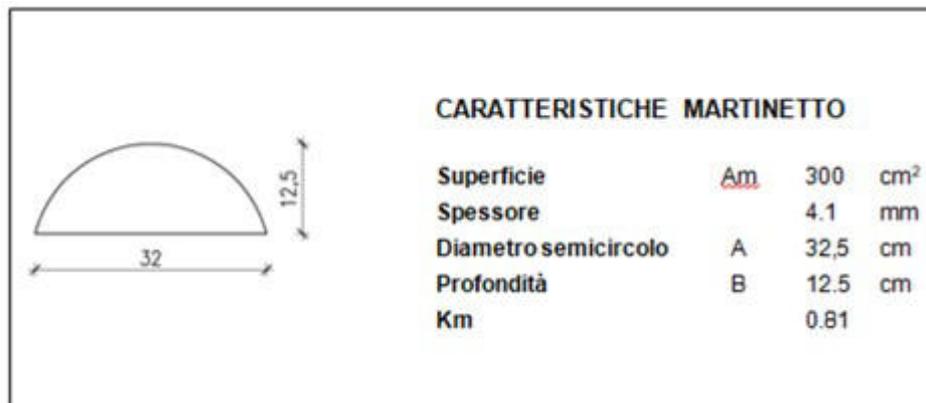
### B.1 STRUMENTAZIONE

#### B.1.1 MARTINETTI PIATTI

Per le prove sono stati utilizzati martinetti piatti semicircolari in acciaio azionati idraulicamente e di forma concordata con la committenza.

I martinetti piatti sono stati tarati in laboratorio al fine di determinare il fattore di conversione  $K_m$ , che mette in relazione la pressione del fluido all'interno del martinetto allo sforzo applicato.

Le principali caratteristiche sono riassunte nella figura successiva.



**Figura 01. Caratteristiche martinetti**

## B.1.2 ESECUZIONE TAGLIO PER MARTINETTI PIATTI

Il taglio nel quale inserire il martinetto è stato eseguito utilizzando una mototroncatrice raffreddata ad acqua.

Durante le indagini strutturali non è stato necessario inserire spessori in metallo con la stessa forma del martinetto per permettere una corretta adesione taglio/martinetto in quanto il taglio è risultato di spessore poco superiore alle dimensioni del martinetto.



**Foto 02.** Mototroncatrice utilizzata per il taglio

### B.1.3 POMPA OLEODINAMICA E RILEVAZIONE DELLE PRESSIONI

I martinetti piatti sono azionati idraulicamente da apposita pompa a mano che consente di mantenere la pressione costante e di gestire con cura gli incrementi di carico.

La rilevazione delle pressioni viene eseguita tramite tre manometri analogici (con fondo scala rispettivamente di 25 bar, 100 bar e 400 bar) e un manometro digitale (con fondo scala di 700 bar).



*Foto 03. Pompa a mano e sistema di manometri*

Le misure delle deformazioni della muratura, relativamente alla prova con martinetto piatto doppio, vengono effettuate per mezzo di un deformometro digitale millesimale (0,001 mm) di base 300 mm.



## B.2 METODOLOGIA D'INDAGINE

### B.2.1 VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE (MARTINETTO DOPPIO)

È possibile valutare la resistenza a compressione, installando un secondo martinetto parallelo al primo e inducendo uno sforzo compressivo nella porzione di muratura compresa tra i due. Incrementando gradualmente la pressione è infatti possibile misurare la deformazione della muratura compresa tra i martinetti e ricavarne le proprietà di carico e deformazione.

La pressione nella muratura tra i due martinetti, ad ogni incremento di carico sarà dato da:

$$2) \quad f_m = K_{m1} K_{a1} p$$

in cui:

$K_{m1}$  = coefficiente di taratura medio dei due martinetti

$K_{a1}$  = rapporto tra area media dei martinetti ed area media dei tagli

$p$  = pressione nei martinetti (MPa)

Il modulo di elasticità tangente,  $E_t$ , ad ogni incremento di carico sarà dato dalla relazione

$$3) \quad E_t = df_m / de_m$$

In cui:

$df_m$  = incremento di sforzo (MPa)

$de_m$  = corrispondente incremento di deformazione

Il modulo di elasticità secante  $E_s$  ad ogni punto  $i$  è dato da:

$$4) \quad E_{si} = f_{mi} / \varepsilon_{mi}$$

In cui:

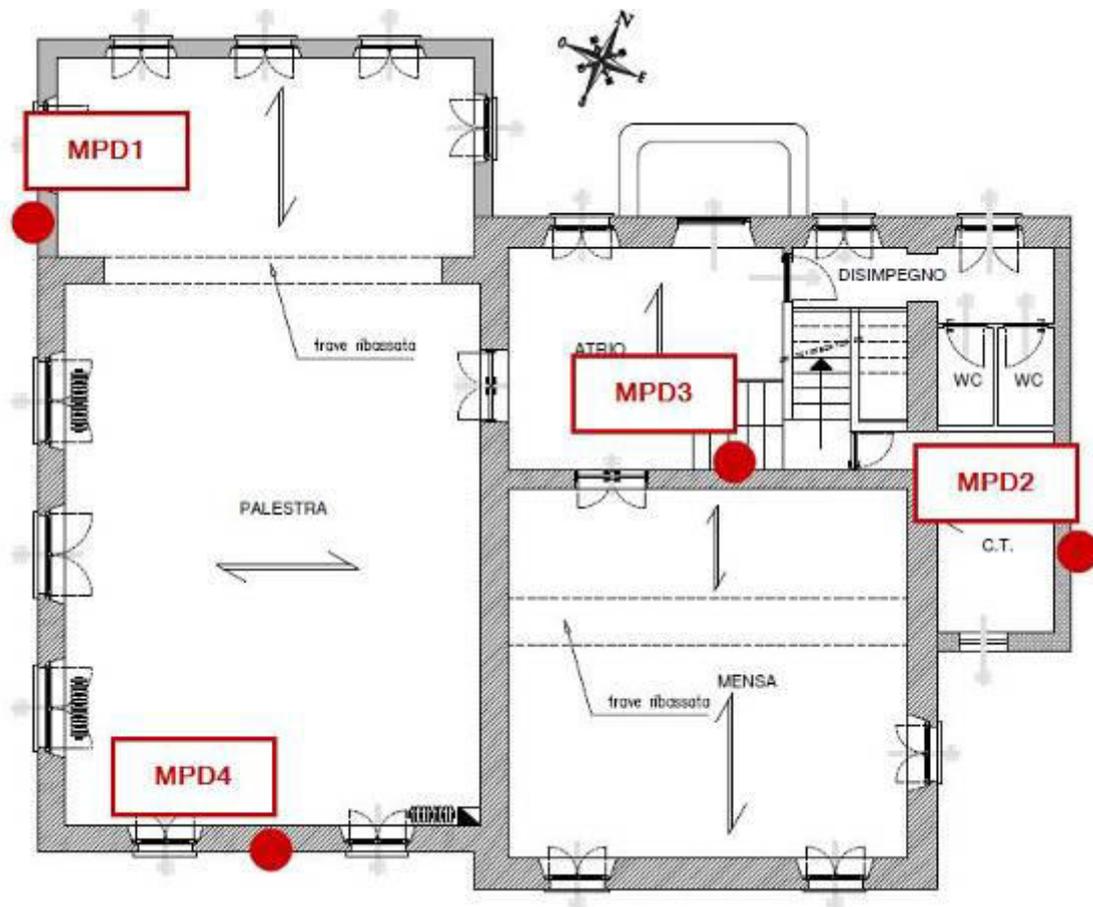
$f_{mi}$  = sforzo cumulativo al punto  $i$  (MPa)

$\varepsilon_{mi}$  = deformazione cumulativa al punto  $i$

### B.2.2 DESCRIZIONE DELLE PROVE E RAPPORTO DEI RISULTATI

Sono state svolte quattro prove con martinetto piatto doppio denominate **MPD1, MPD2, MPD3 e MPD4**.

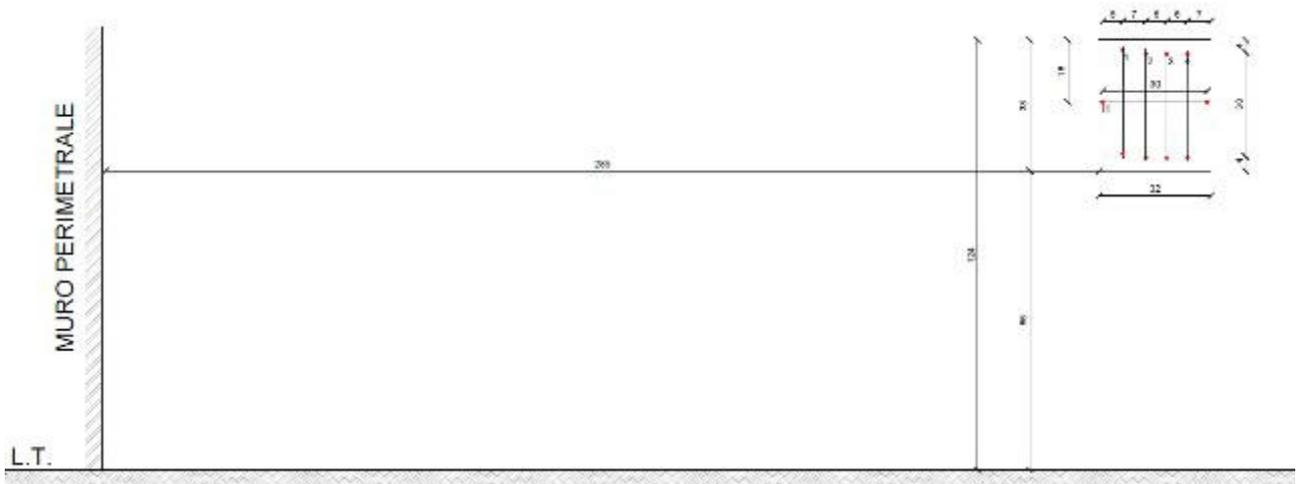
Viene di seguito riportata la planimetria del fabbricato oggetto di indagine con evidenziata l'ubicazione delle prove.



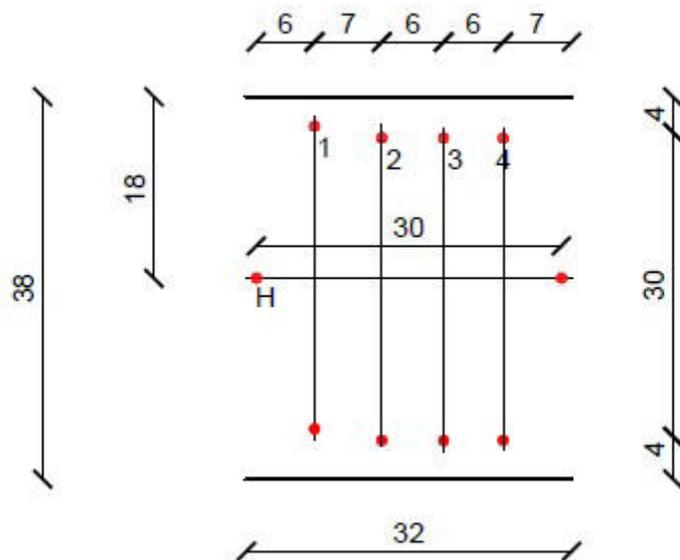
*Figura 02. Planimetria fabbricato oggetto di indagine*

### B.3 RESOCONTO INDAGINI

#### B.3.1 MARTINETTO DOPPIO MPD1



**Figura 03.** Disposizione delle basi (in rosso). Distanze in cm. **MPD1**



**Figura 04.** Disposizione delle basi (in rosso). Distanze in cm. **MPD1**



**Studio MM S.r.l.**  
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)  
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it



Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

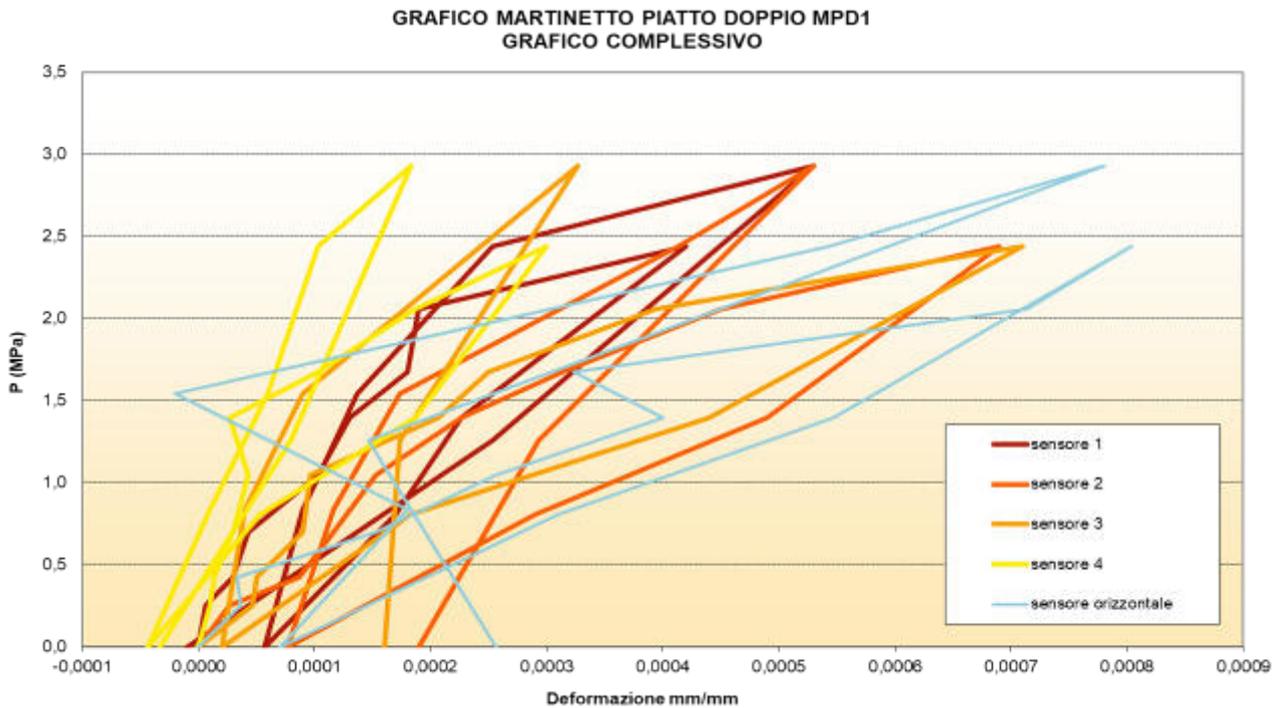


**Foto 04.** Svolgimento della prova

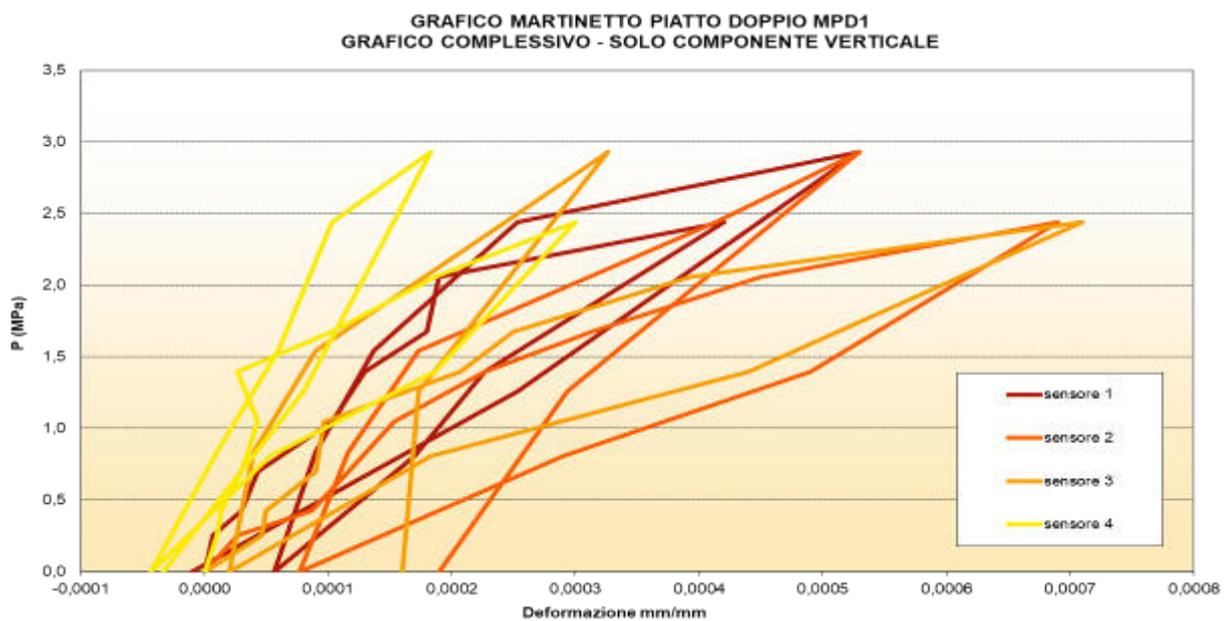


**Foto 05.** Fine prova. Rimozione martinetto

Di seguito si riportano le elaborazioni, relative al martinetto piatto doppio **MPD1**, comprensive di grafici e scheda della prova.



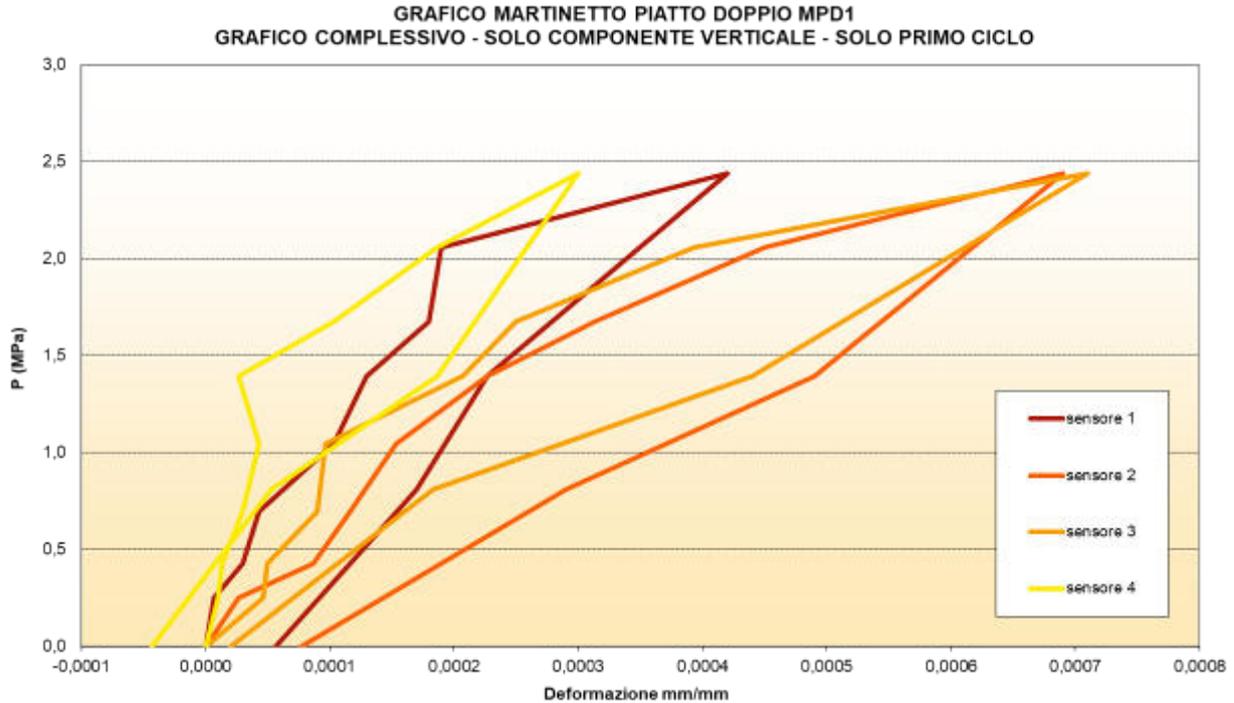
**Tabella 01. Grafico martinetto piatto doppio MPD1**



**Tabella 02. Grafico martinetto piatto doppio MPD1**



Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

**Tabella 03. Grafico martinetto piatto doppio MPD1**

Pressione martinetti	Pressione muratura	LETTURE					MODULO ELASTICO TANGENTE				
		Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz	Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz
P	fm	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
0,0	0,0	4,283	7,064	6,085	9,277	5,889	0	0	0	0	0
3,6	2,5	4,285	7,072	6,099	9,280	5,900	37662	9415	5380	25108	6848
6,1	4,3	4,292	7,090	6,100	9,281	5,899	7473	2906	52308	52308	-52308
10,0	7,0	4,296	7,099	6,112	9,286	5,935	20400	9067	6800	16320	2267
15,0	10,5	4,314	7,110	6,114	9,290	5,966	5812	9510	52308	26154	3375
20,0	13,9	4,322	7,132	6,147	9,285	6,009	13077	4755	3170	-20923	2433
24,0	16,7	4,337	7,158	6,160	9,308	5,986	5579	3219	6438	3639	-3639
29,5	20,6	4,340	7,199	6,203	9,333	6,103	38359	2807	2676	4603	984
35,0	24,4	4,409	7,271	6,298	9,367	6,130	1668	1598	1211	3385	4262
20,0	13,9	4,351	7,211	6,217	9,333	6,053	5411	5231	3875	9231	4076
11,6	8,1	4,334	7,151	6,140	9,293	5,982	10338	2929	2283	4394	2475
0,0	0,0	4,300	7,087	6,091	9,264	5,910	7138	3792	4953	8369	3371
12,0	8,4	4,310	7,099	6,097	9,280	5,943	25108	20923	41846	15692	7608
22,1	15,4	4,324	7,116	6,112	9,295	5,883	15094	12431	14088	14088	-3522
35,0	24,4	4,359	7,188	6,158	9,308	6,052	7712	3749	5868	20762	1597
42,0	29,3	4,442	7,223	6,183	9,332	6,123	1765	4185	5858	6103	2063
18,0	12,6	4,359	7,152	6,137	9,301	5,933	6050	7073	10916	16199	2643
0,0	0,0	4,280	7,121	6,133	9,267	5,966	4767	12149	94154	11077	-11413

**Tabella 04. Valori ottenuti dalla prova**

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)  
Tel. 0521/844092 - Fax: 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

Pressione martinetti	Pressione muratura	LETTURE					MODULO ELASTICO SECANTE				
P	fm	Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz	Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz
(bar)	(bar)	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
0,0	0,0	4,283	7,064	6,085	9,277	5,889	0	0	0	0	0
3,6	2,5	4,285	7,072	6,099	9,280	5,900	37662	9415	5380	25108	6848
6,1	4,3	4,292	7,090	6,100	9,281	5,899	14181	4909	8509	31908	12763
10,0	7,0	4,296	7,099	6,112	9,286	5,935	16095	5978	7749	23248	4548
15,0	10,5	4,314	7,110	6,114	9,290	5,966	10124	6823	10822	24142	4076
20,0	13,9	4,322	7,132	6,147	9,285	6,009	10730	6154	6749	52308	3487
24,0	16,7	4,337	7,158	6,160	9,308	5,986	9299	5342	6695	16199	5177
29,5	20,6	4,340	7,199	6,203	9,333	6,103	10829	4572	5231	11022	2884
35,0	24,4	4,409	7,271	6,298	9,367	6,130	5812	3538	3438	8137	3039
20,0	13,9	4,351	7,211	6,217	9,333	6,053	6154	2847	3170	7473	2552
11,6	8,1	4,334	7,151	6,140	9,293	5,982	4759	2790	4413	15169	2610
0,0	0,0	4,300	7,087	6,091	9,264	5,910	0	0	0	0	0
12,0	8,4	4,310	7,099	6,097	9,280	5,943	9299	7174	20923	83692	4650
22,1	15,4	4,324	7,116	6,112	9,295	5,883	11278	8892	17126	25689	-77067
35,0	24,4	4,359	7,188	6,158	9,308	6,052	9636	5906	10032	23623	4493
42,0	29,3	4,442	7,223	6,183	9,332	6,123	5527	5527	8967	15978	3755
18,0	12,6	4,359	7,152	6,137	9,301	5,933	4955	4280	7243	15692	8559
0,0	0,0	4,280	7,121	6,133	9,267	5,966	0	0	0	0	0

Tabella 05. Valori ottenuti dalla prova

Pressione martinetti	Pressione muratura	LETTURE					DEFORMAZIONE					Mpa
P	fm	Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz	Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens. Orizz	corretta
(bar)	(bar)	mm	mm	mm	mm	mm	mm/mm	mm/mm	mm/mm	mm/mm	mm/mm	P
0,0	0,0	4,283	7,064	6,085	9,277	5,889	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000
3,6	2,5	4,285	7,072	6,099	9,280	5,900	0,000007	0,000027	0,000047	0,000010	0,000037	0,251
6,1	4,3	4,292	7,090	6,100	9,281	5,899	0,000030	0,000087	0,000050	0,000013	0,000033	0,425
10,0	7,0	4,296	7,099	6,112	9,286	5,935	0,000043	0,000117	0,000090	0,000030	0,000153	0,697
15,0	10,5	4,314	7,110	6,114	9,290	5,966	0,000103	0,000153	0,000097	0,000043	0,000257	1,046
20,0	13,9	4,322	7,132	6,147	9,285	6,009	0,000130	0,000227	0,000207	0,000027	0,000400	1,395
24,0	16,7	4,337	7,158	6,160	9,308	5,986	0,000180	0,000313	0,000250	0,000103	0,000323	1,674
29,5	20,6	4,340	7,199	6,203	9,333	6,103	0,000190	0,000450	0,000393	0,000187	0,000713	2,057
35,0	24,4	4,409	7,271	6,298	9,367	6,130	0,000420	0,000690	0,000710	0,000300	0,000803	2,441
20,0	13,9	4,351	7,211	6,217	9,333	6,053	0,000227	0,000490	0,000440	0,000187	0,000547	1,395
11,6	8,1	4,334	7,151	6,140	9,293	5,982	0,000170	0,000290	0,000183	0,000053	0,000310	0,809
0,0	0,0	4,300	7,087	6,091	9,264	5,910	0,000057	0,000077	0,000020	-0,000043	0,000070	0,000
12,0	8,4	4,310	7,099	6,097	9,280	5,943	0,000090	0,000117	0,000040	0,000010	0,000180	0,837
22,1	15,4	4,324	7,116	6,112	9,295	5,883	0,000137	0,000173	0,000090	0,000060	-0,000020	1,541
35,0	24,4	4,359	7,188	6,158	9,308	6,052	0,000253	0,000413	0,000243	0,000103	0,000543	2,441
42,0	29,3	4,442	7,223	6,183	9,332	6,123	0,000530	0,000530	0,000327	0,000183	0,000780	2,929
18,0	12,6	4,359	7,152	6,137	9,301	5,933	0,000253	0,000293	0,000173	0,000080	0,000147	1,255
0,0	0,0	4,280	7,121	6,133	9,267	5,966	-0,000010	0,000190	0,000160	-0,000033	0,000257	0,000

Tabella 06. Valori ottenuti dalla prova

La prova è stata interrotta alla pressione di 42 Bar. Riferimento relativo alla colonna "pressione martinetti".

B.3.2 MARTINETTO DOPPIO MPD2

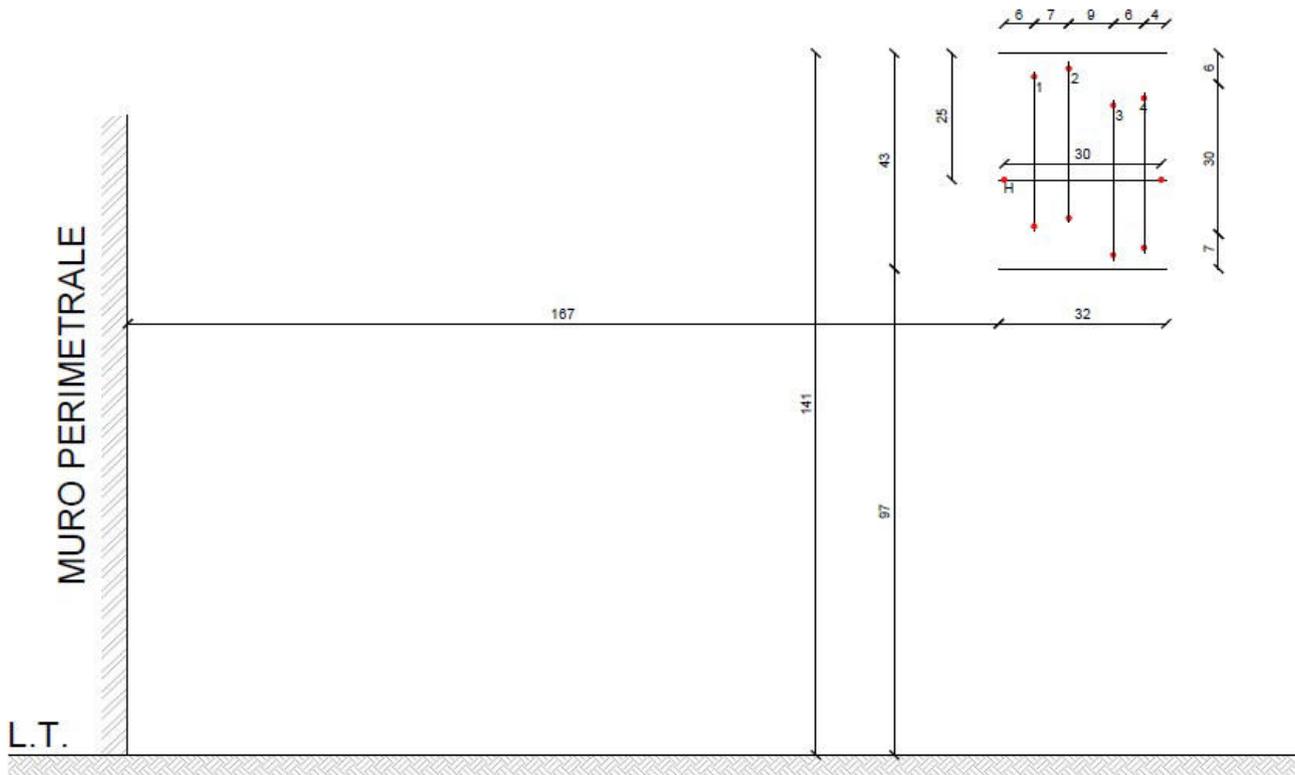


Figura 05. Disposizione delle basi (in rosso). Distanze in cm. MPD2

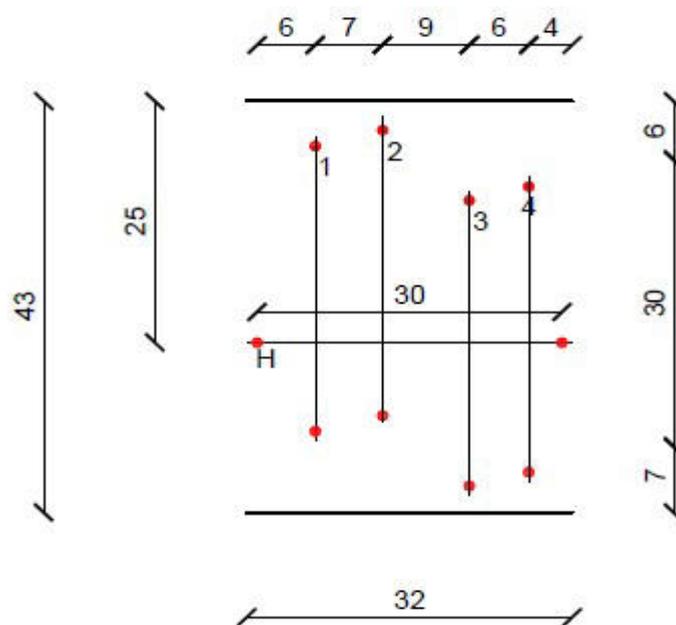


Figura 06. Disposizione delle basi (in rosso). Distanze in cm. MPD2



**Studio MM S.r.l.**  
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)  
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it



Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953



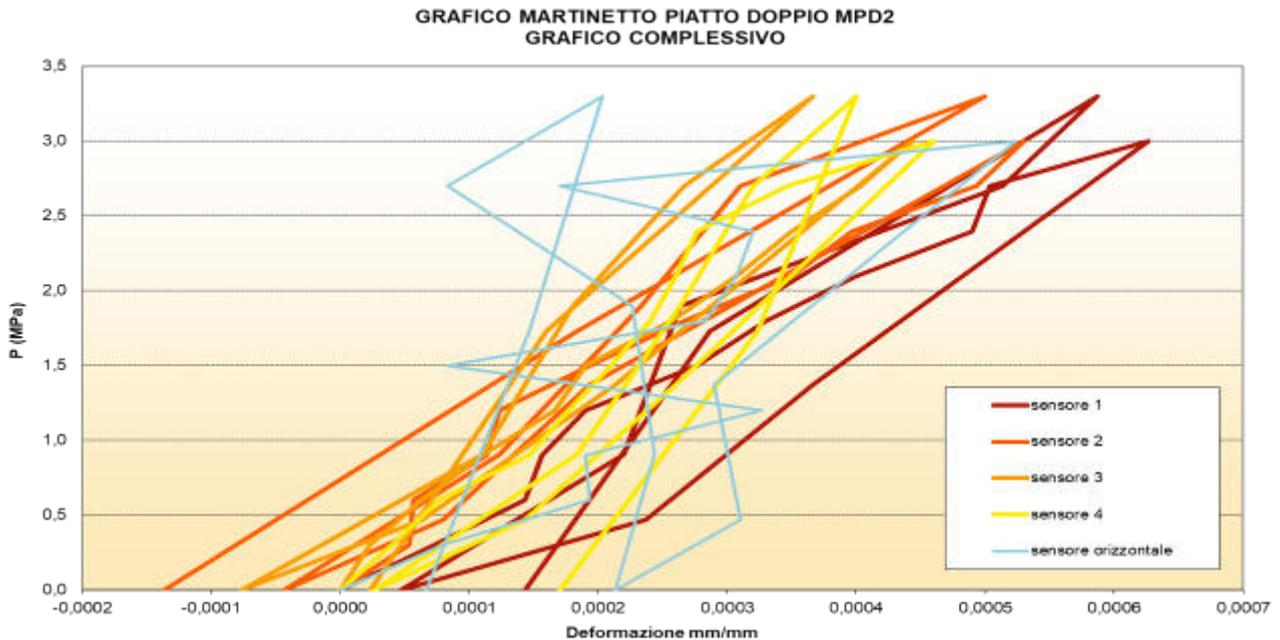
**Foto 06.** Svolgimento della prova



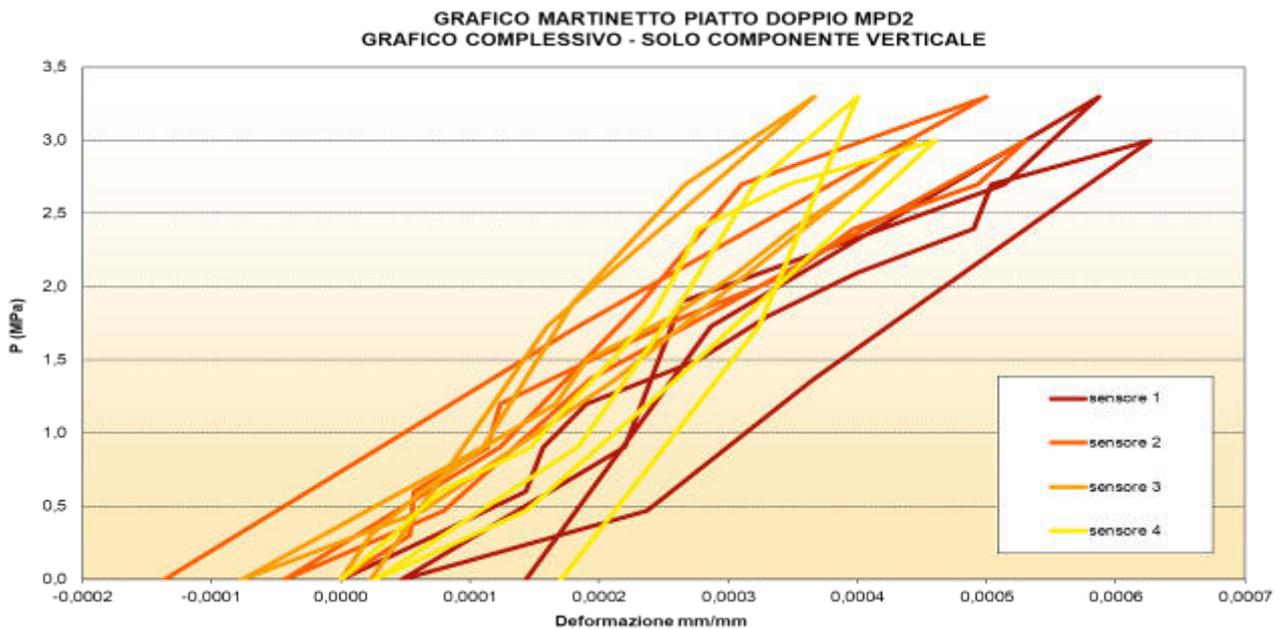
**Foto 07.** Svolgimento della prova

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

Di seguito si riportano le elaborazioni, relative al martinetto piatto doppio **MPD2**, comprensive di grafici e scheda della prova.



**Tabella 07. Grafico martinetto piatto doppio MPD2**

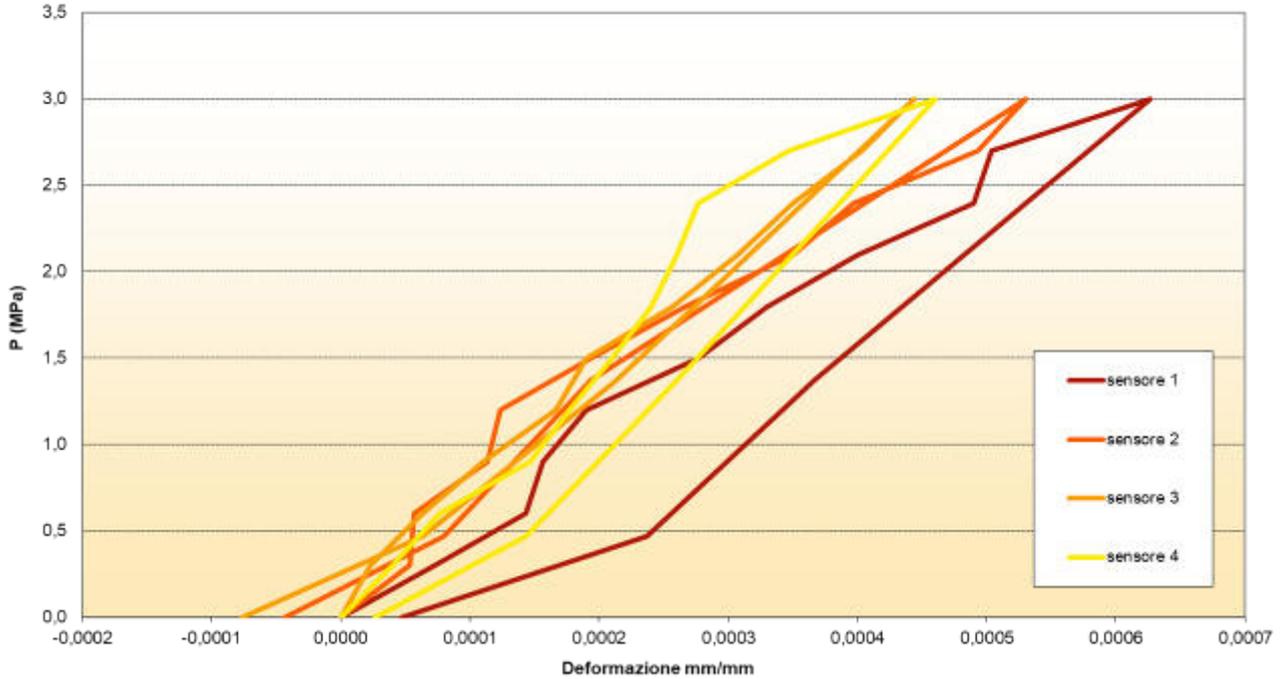


**Tabella 08. Grafico martinetto piatto doppio MPD2**



Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

**GRAFICO MARTINETTO PIATTO DOPPIO MPD2  
GRAFICO COMPLESSIVO - SOLO COMPONENTE VERTICALE - SOLO PRIMO CICLO**



**Tabella 09. Grafico martinetto piatto doppio MPD2**

Pressione martinetti	Pressione muratura	LETTURE					MODULO ELASTICO TANGENTE				
		Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz	Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz
P	fm	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
0,0	0,0	2,745	4,872	5,272	4,048	5,252	0	0	0	0	0
5,0	3,0	2,767	4,888	5,279	4,060	5,276	4086	5618	12841	7491	3745
10,0	6,0	2,788	4,889	5,291	4,071	5,310	4280	89888	7491	8172	2644
15,0	9,0	2,792	4,906	5,305	4,092	5,309	22472	5288	6421	4280	-89888
20,0	12,0	2,802	4,909	5,322	4,101	5,350	8989	29963	5288	9988	2192
25,0	15,0	2,828	4,930	5,329	4,111	5,277	3457	4280	12841	8989	-1231
30,0	18,0	2,844	4,952	5,349	4,120	5,337	5618	4086	4494	9988	1498
35,0	21,0	2,865	4,977	5,364	4,126	5,344	4280	3596	5993	14981	12841
40,0	24,0	2,892	4,991	5,377	4,131	5,348	3329	6421	6914	17978	22472
45,0	27,0	2,896	5,020	5,393	4,152	5,303	22472	3100	5618	4280	-1998
50,0	30,0	2,933	5,031	5,405	4,186	5,409	2429	8172	7491	2644	848
22,9	13,7	2,855	4,930	5,336	4,126	5,339	6246	4824	7061	8120	6960
7,8	4,7	2,816	4,896	5,291	4,091	5,345	6961	7984	6033	7756	-45244
0,0	0,0	2,759	4,859	5,249	4,056	5,316	2460	3790	3339	4006	4835
15,1	9,0	2,811	4,909	5,305	4,103	5,325	5220	5429	4848	5776	30163
31,6	18,9	2,824	4,942	5,326	4,127	5,320	22818	8989	14125	12360	-59326
45,0	27,0	2,899	4,965	5,352	4,144	5,277	3212	10474	9265	14171	-5602
55,0	33,0	2,921	5,022	5,382	4,168	5,313	8172	3154	5993	7491	4994
28,8	17,3	2,831	4,927	5,320	4,145	5,296	5234	4958	7597	20479	27707
0,0	0,0	2,788	4,831	5,279	4,099	5,272	12041	5393	12628	11256	21573

**Tabella 10. Valori ottenuti dalla prova**

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)  
Tel. 0521/844092 - Fax: 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

Pressione martinetti	Pressione muratura	LETTURE					MODULO ELASTICO SECANTE				
		Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz	Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz
P	fm	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
0,0	0,0	2,745	4,872	5,272	4,048	5,252	0	0	0	0	0
5,0	3,0	2,767	4,888	5,279	4,060	5,276	4086	5618	12841	7491	3745
10,0	6,0	2,788	4,889	5,291	4,071	5,310	4181	10575	9462	7816	3100
15,0	9,0	2,792	4,906	5,305	4,092	5,309	5738	7931	8172	6129	4731
20,0	12,0	2,802	4,909	5,322	4,101	5,350	6308	9718	7191	6784	3669
25,0	15,0	2,828	4,930	5,329	4,111	5,277	5415	7749	7885	7134	17978
30,0	18,0	2,844	4,952	5,349	4,120	5,337	5448	6742	7004	7491	6345
35,0	21,0	2,865	4,977	5,364	4,126	5,344	5243	5993	6839	8067	6839
40,0	24,0	2,892	4,991	5,377	4,131	5,348	4892	6043	6849	8664	7491
45,0	27,0	2,896	5,020	5,393	4,152	5,303	5358	5466	6686	7779	15863
50,0	30,0	2,933	5,031	5,405	4,186	5,409	4781	5653	6759	6514	5725
22,9	13,7	2,855	4,930	5,336	4,126	5,339	3743	7098	6433	5278	4732
7,8	4,7	2,816	4,896	5,291	4,091	5,345	1975	5843	7380	3261	1508
0,0	0,0	2,759	4,859	5,249	4,056	5,316	0	0	0	0	0
15,1	9,0	2,811	4,909	5,305	4,103	5,325	4113	7337	8226	4936	3719
31,6	18,9	2,824	4,942	5,326	4,127	5,320	7191	8116	10520	7191	8354
45,0	27,0	2,899	4,965	5,352	4,144	5,277	5253	8699	10112	8427	32360
55,0	33,0	2,921	5,022	5,382	4,168	5,313	5618	6592	8989	8240	16209
28,8	17,3	2,831	4,927	5,320	4,145	5,296	6020	9414	10787	5338	11767
0,0	0,0	2,788	4,831	5,279	4,099	5,272	0	0	0	0	0

Tabella 11. Valori ottenuti dalla prova

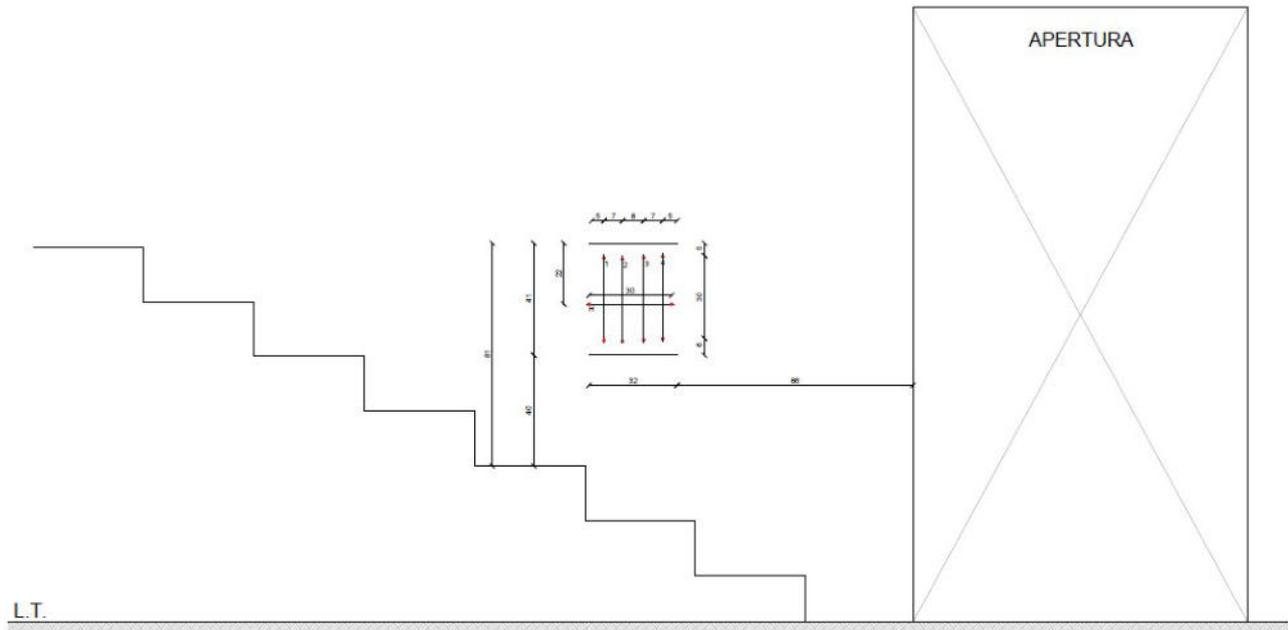
Pressione martinetti	Pressione muratura	LETTURE					DEFORMAZIONE					Mpa
		Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz	Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens. Orizz	corretta
P	fm	mm	mm	mm	mm	mm	mm/mm	mm/mm	mm/mm	mm/mm	mm/mm	P
0,0	0,0	2,745	4,872	5,272	4,048	5,252	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000
5,0	3,0	2,767	4,888	5,279	4,060	5,276	0,000073	0,000053	0,000023	0,000040	0,000080	0,300
10,0	6,0	2,788	4,889	5,291	4,071	5,310	0,000143	0,000057	0,000063	0,000077	0,000193	0,599
15,0	9,0	2,792	4,906	5,305	4,092	5,309	0,000157	0,000113	0,000110	0,000147	0,000190	0,899
20,0	12,0	2,802	4,909	5,322	4,101	5,350	0,000190	0,000123	0,000167	0,000177	0,000327	1,199
25,0	15,0	2,828	4,930	5,329	4,111	5,277	0,000277	0,000193	0,000190	0,000210	0,000083	1,498
30,0	18,0	2,844	4,952	5,349	4,120	5,337	0,000330	0,000267	0,000257	0,000240	0,000283	1,798
35,0	21,0	2,865	4,977	5,364	4,126	5,344	0,000400	0,000350	0,000307	0,000260	0,000307	2,097
40,0	24,0	2,892	4,991	5,377	4,131	5,348	0,000490	0,000397	0,000350	0,000277	0,000320	2,397
45,0	27,0	2,896	5,020	5,393	4,152	5,303	0,000503	0,000493	0,000403	0,000347	0,000170	2,697
50,0	30,0	2,933	5,031	5,405	4,186	5,409	0,000627	0,000530	0,000443	0,000460	0,000523	2,996
22,9	13,7	2,855	4,930	5,336	4,126	5,339	0,000367	0,000193	0,000213	0,000260	0,000290	1,372
7,8	4,7	2,816	4,896	5,291	4,091	5,345	0,000237	0,000080	0,000063	0,000143	0,000310	0,467
0,0	0,0	2,759	4,859	5,249	4,056	5,316	0,000047	-0,000043	-0,000077	0,000027	0,000213	0,000
15,1	9,0	2,811	4,909	5,305	4,103	5,325	0,000220	0,000123	0,000110	0,000183	0,000243	0,905
31,6	18,9	2,824	4,942	5,326	4,127	5,320	0,000263	0,000233	0,000180	0,000263	0,000227	1,894
45,0	27,0	2,899	4,965	5,352	4,144	5,277	0,000513	0,000310	0,000267	0,000320	0,000083	2,697
55,0	33,0	2,921	5,022	5,382	4,168	5,313	0,000587	0,000500	0,000367	0,000400	0,000203	3,296
28,8	17,3	2,831	4,927	5,320	4,145	5,296	0,000287	0,000183	0,000160	0,000323	0,000147	1,726
0,0	0,0	2,788	4,831	5,279	4,099	5,272	0,000143	-0,000137	0,000023	0,000170	0,000067	0,000

Tabella 12. Valori ottenuti dalla prova

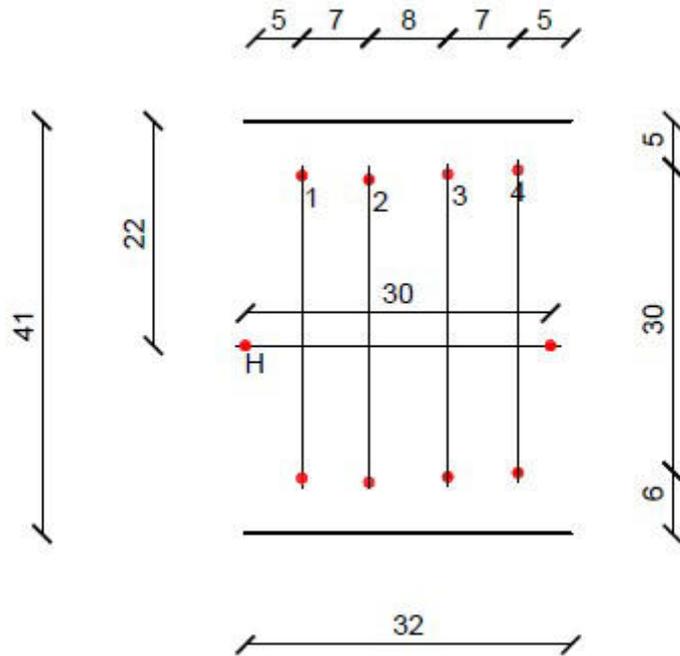
La prova è stata interrotta alla pressione di 55 Bar per la formazione di microlesioni. Riferimento relativo alla colonna "pressione martinetti".



### B.3.3 MARTINETTO DOPPIO MPD3



**Figura 07.** Disposizione delle basi (in rosso). Distanze in cm. **MPD3**



**Figura 08.** Disposizione delle basi (in rosso). Distanze in cm. **MPD3**



**Studio MM S.r.l.**  
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)  
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it



Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

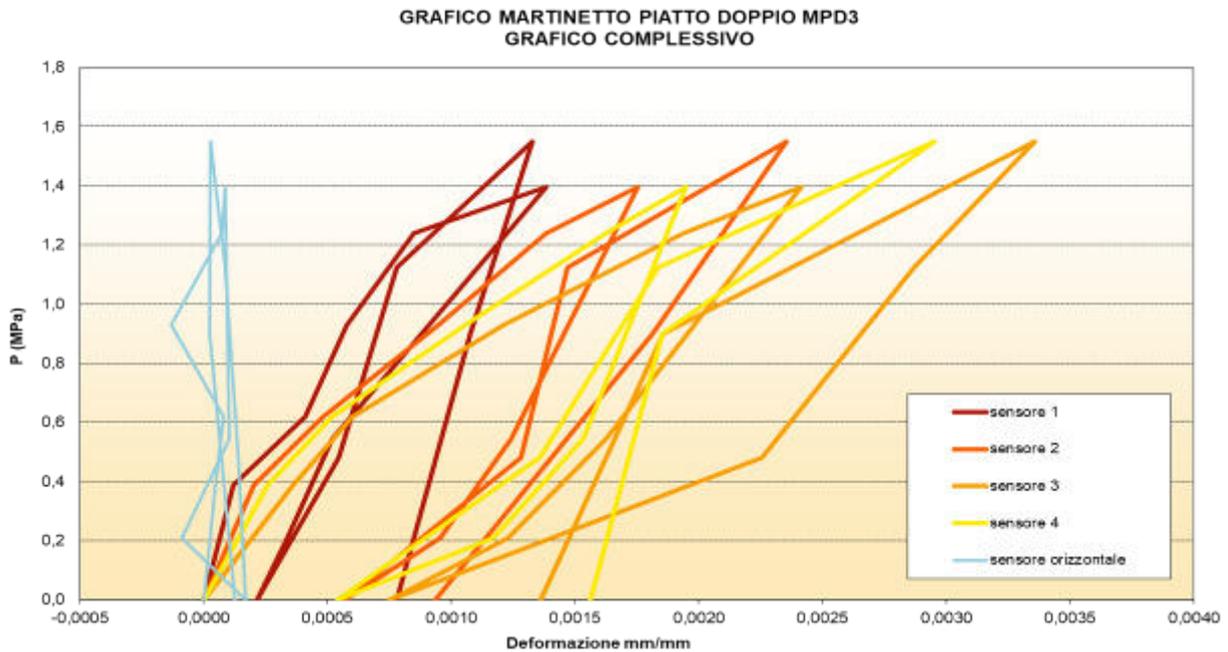


**Foto 08.** Svolgimento della prova

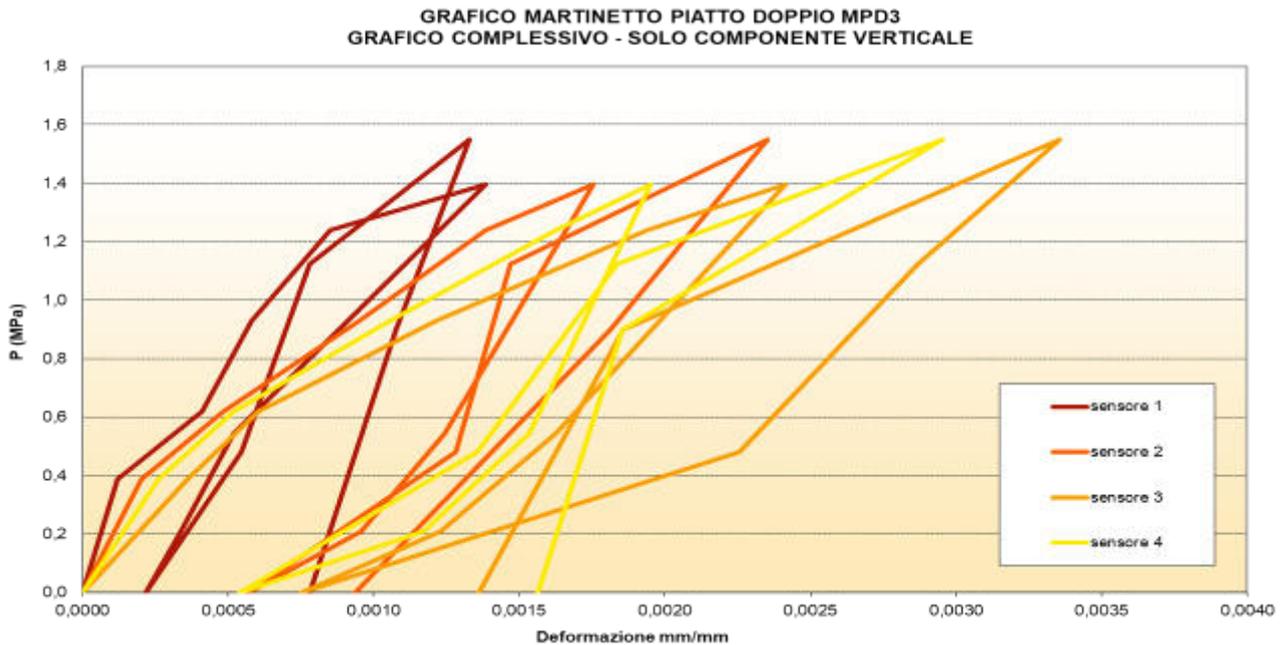


**Foto 09.** Fine prova

Di seguito si riportano le elaborazioni, relative al martinetto piatto doppio **MPD3**, comprensive di grafici e scheda della prova.



**Tabella 13. Grafico martinetto piatto doppio MPD3**

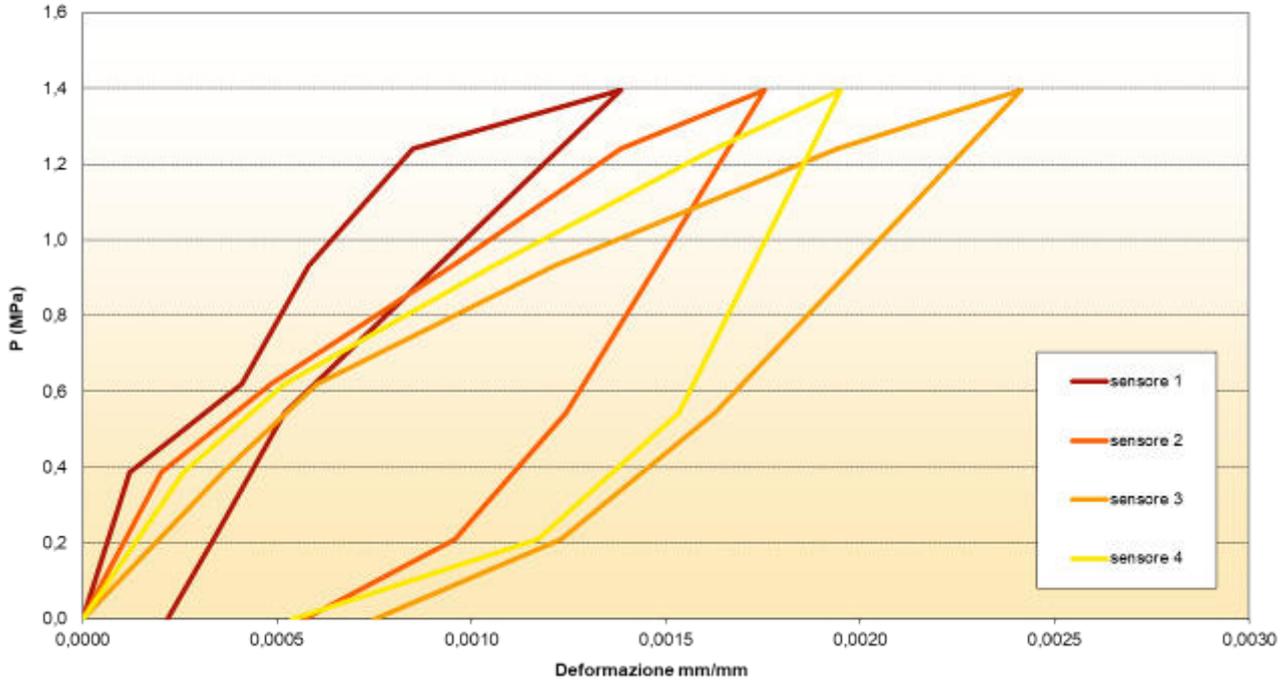


**Tabella 14. Grafico martinetto piatto doppio MPD3**



Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

**GRAFICO MARTINETTO PIATTO DOPPIO MPD3  
GRAFICO COMPLESSIVO - SOLO COMPONENTE VERTICALE - SOLO PRIMO CICLO**



**Tabella 15. Grafico martinetto piatto doppio MPD3**

Pressione martinetti	Pressione muratura	LETTURE					MODULO ELASTICO TANGENTE				
		Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz	Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz
P	fm	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
0,0	0,0	5,331	5,739	5,463	3,653	4,679	0	0	0	0	0
5,0	3,9	5,367	5,800	5,571	3,731	4,693	3230	1906	1077	1491	8305
8,0	6,2	5,454	5,884	5,644	3,809	4,703	802	831	956	894	6977
12,0	9,3	5,505	6,024	5,827	3,970	4,640	1824	664	508	578	-1477
16,0	12,4	5,586	6,154	6,045	4,141	4,701	1148	716	427	544	1525
18,0	14,0	5,746	6,265	6,187	4,238	4,705	291	419	328	479	11628
7,0	5,4	5,487	6,112	5,951	4,113	4,710	988	1672	1084	2046	-51162
2,7	2,1	5,432	6,026	5,832	4,004	4,653	1818	1163	840	917	1754
0,0	0,0	5,396	5,910	5,688	3,815	4,730	1744	541	436	332	-815
6,2	4,8	5,495	6,124	6,140	4,060	4,721	1456	674	319	589	-16020
14,5	11,2	5,565	6,180	6,324	4,204	4,705	2757	3447	1049	1340	-12064
20,0	15,5	5,730	6,445	6,470	4,539	4,687	775	483	876	382	-7106
11,6	9,0	5,654	6,283	6,020	4,209	4,686	2570	1206	434	592	195344
0,0	0,0	5,565	6,020	5,871	4,122	4,717	3031	1026	1810	3101	-8702

**Tabella 16. Valori ottenuti dalla prova**



Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

Pressione martinetti	Pressione muratura	LETTURE					MODULO ELASTICO SECANTE				
		Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz	Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz
P (bar)	fm (bar)	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
0,0	0,0	5,331	5,739	5,463	3,653	4,679	0	0	0	0	0
5,0	3,9	5,367	5,800	5,571	3,731	4,693	3230	1906	1077	1491	8305
8,0	6,2	5,454	5,884	5,644	3,809	4,703	1513	1283	1028	1193	7752
12,0	9,3	5,505	6,024	5,827	3,970	4,640	1604	979	767	880	-7155
16,0	12,4	5,586	6,154	6,045	4,141	4,701	1459	897	639	762	16913
18,0	14,0	5,746	6,265	6,187	4,238	4,705	1009	796	578	716	16100
7,0	5,4	5,487	6,112	5,951	4,113	4,710	1044	436	334	354	5251
2,7	2,1	5,432	6,026	5,832	4,004	4,653	622	219	170	179	-2415
0,0	0,0	5,396	5,910	5,688	3,815	4,730	0	0	0	0	0
6,2	4,8	5,495	6,124	6,140	4,060	4,721	879	375	213	354	3433
14,5	11,2	5,565	6,180	6,324	4,204	4,705	1441	765	392	612	12969
20,0	15,5	5,730	6,445	6,470	4,539	4,687	1166	659	462	525	58138
11,6	9,0	5,654	6,283	6,020	4,209	4,686	835	496	484	485	38537
0,0	0,0	5,565	6,020	5,871	4,122	4,717	0	0	0	0	0

Tabella 17. Valori ottenuti dalla prova

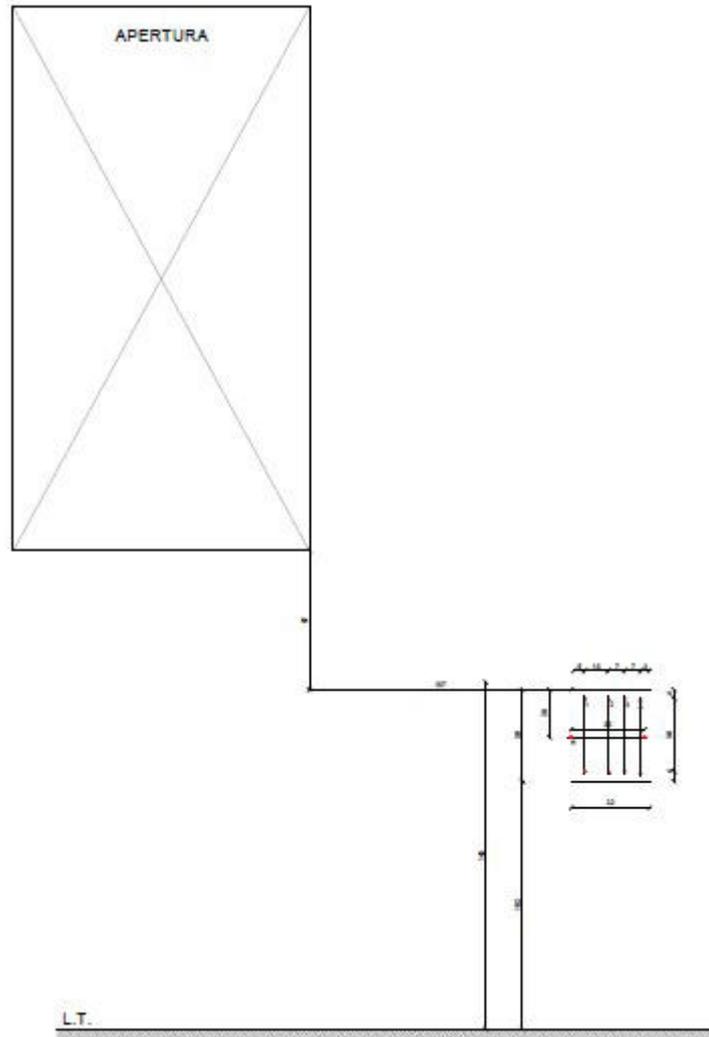
Pressione martinetti	Pressione muratura	LETTURE					DEFORMAZIONE					Mpa
		Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz	Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens. Orizz	corretta
P (bar)	fm (bar)	mm	mm	mm	mm	mm	mm/mm	mm/mm	mm/mm	mm/mm	mm/mm	P
0,0	0,0	5,331	5,739	5,463	3,653	4,679	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000
5,0	3,9	5,367	5,800	5,571	3,731	4,693	0,000120	0,000203	0,000360	0,000260	0,000047	0,388
8,0	6,2	5,454	5,884	5,644	3,809	4,703	0,000410	0,000483	0,000603	0,000520	0,000080	0,620
12,0	9,3	5,505	6,024	5,827	3,970	4,640	0,000580	0,000950	0,001213	0,001057	-0,000130	0,930
16,0	12,4	5,586	6,154	6,045	4,141	4,701	0,000850	0,001383	0,001940	0,001627	0,000073	1,240
18,0	14,0	5,746	6,265	6,187	4,238	4,705	0,001383	0,001753	0,002413	0,001950	0,000087	1,395
7,0	5,4	5,487	6,112	5,951	4,113	4,710	0,000520	0,001243	0,001627	0,001533	0,000103	0,543
2,7	2,1	5,432	6,026	5,832	4,004	4,653	0,000337	0,000957	0,001230	0,001170	-0,000087	0,209
0,0	0,0	5,396	5,910	5,688	3,815	4,730	0,000217	0,000570	0,000750	0,000540	0,000170	0,000
6,2	4,8	5,495	6,124	6,140	4,060	4,721	0,000547	0,001283	0,002257	0,001357	0,000140	0,481
14,5	11,2	5,565	6,180	6,324	4,204	4,705	0,000780	0,001470	0,002870	0,001837	0,000087	1,124
20,0	15,5	5,730	6,445	6,470	4,539	4,687	0,001330	0,002353	0,003357	0,002953	0,000027	1,550
11,6	9,0	5,654	6,283	6,020	4,209	4,686	0,001077	0,001813	0,001857	0,001853	0,000023	0,899
0,0	0,0	5,565	6,020	5,871	4,122	4,717	0,000780	0,000937	0,001360	0,001563	0,000127	0,000

Tabella 18. Valori ottenuti dalla prova

La prova è stata interrotta alla pressione di 20 Bar. Riferimento relativo alla colonna “pressione martinetti”.

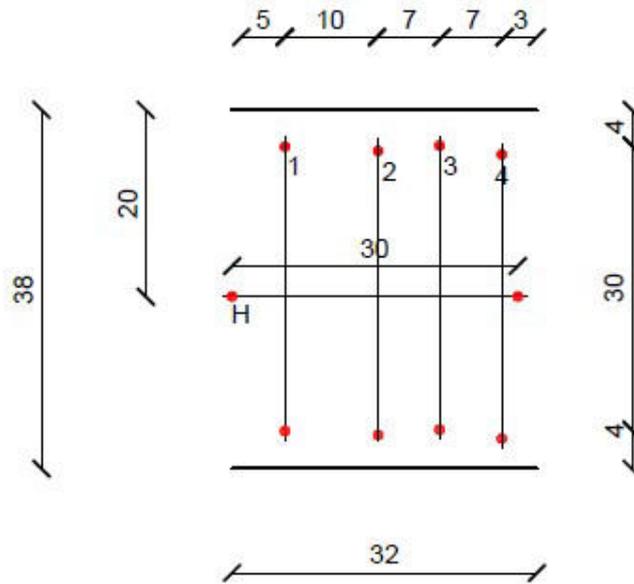


B.3.4 MARTINETTO DOPPIO MPD4



**Figura 09.** *Disposizione delle basi (in rosso). Distanze in cm. MPD4*

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953



**Figura 10.** Disposizione delle basi (in rosso). Distanze in cm. **MPD4**



**Foto 10.** Svolgimento della prova



**Studio MM S.r.l.**  
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)  
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it



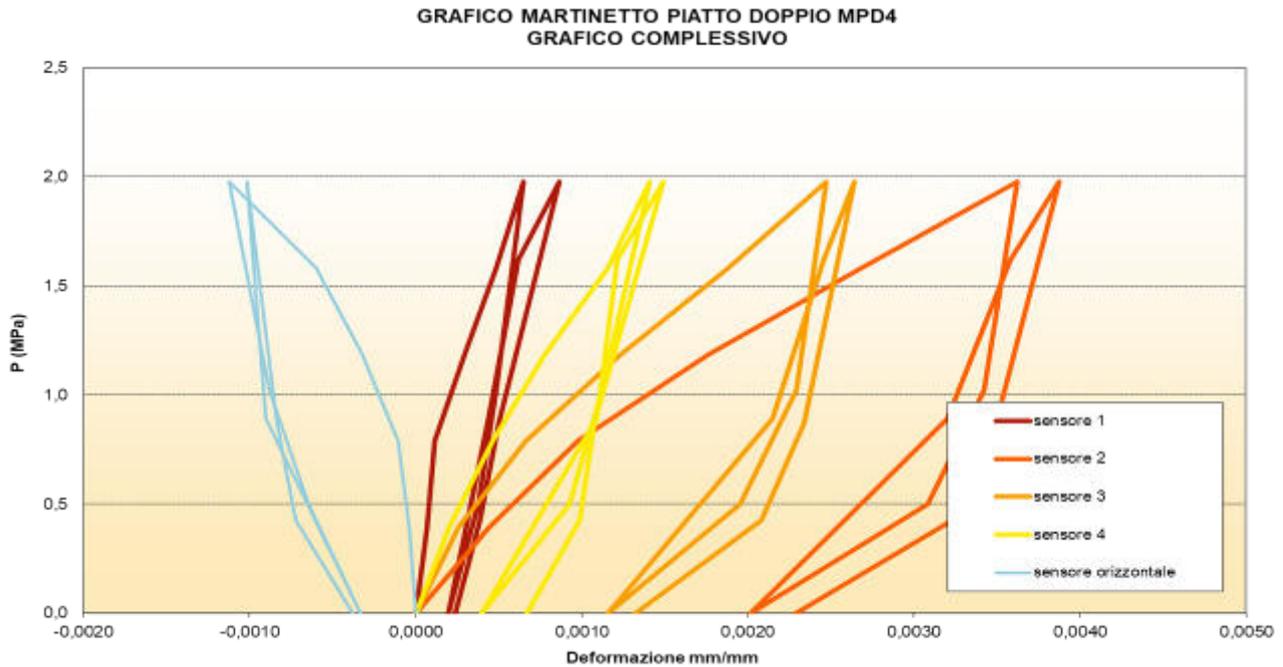
Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953



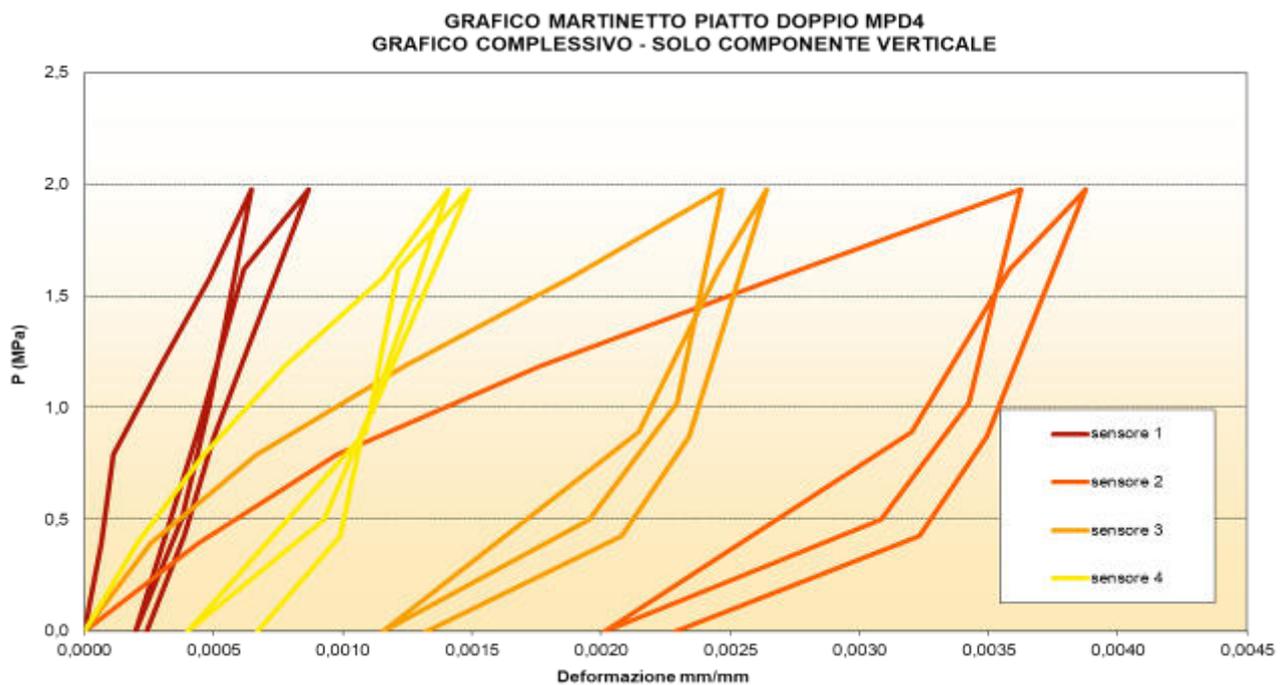
**Foto 11.** Fine prova. Individuazione microlesione

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

Di seguito si riportano le elaborazioni, relative al martinetto piatto doppio **MPD4**, comprensive di grafici e scheda della prova.



**Tabella 19. Grafico martinetto piatto doppio MPD4**

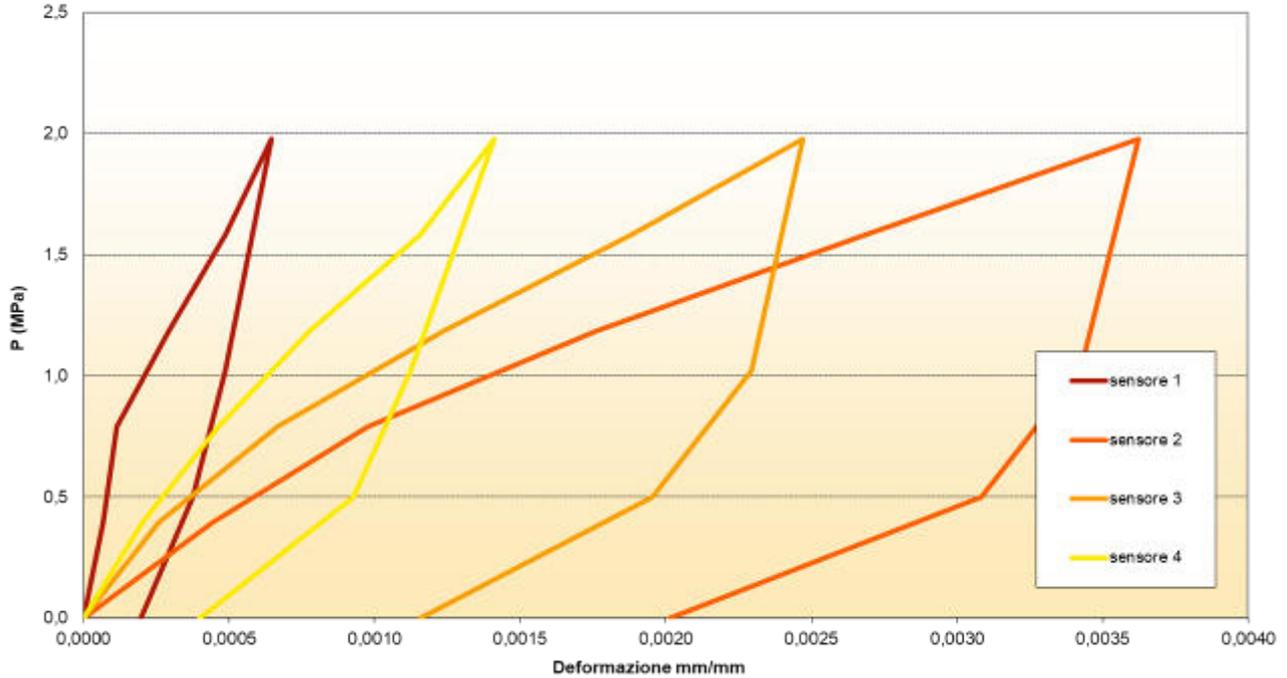


**Tabella 20. Grafico martinetto piatto doppio MPD4**



Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

**GRAFICO MARTINETTO PIATTO DOPPIO MPD4  
GRAFICO COMPLESSIVO - SOLO COMPONENTE VERTICALE - SOLO PRIMO CICLO**



**Tabella 21. Grafico martinetto piatto doppio MPD4**

Pressione martinetti	Pressione muratura	LETTURE					MODULO ELASTICO TANGENTE				
		Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz	Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz
P	fm	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
(bar)	(bar)	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
0,0	0,0	5,712	5,366	5,511	3,931	7,208	0	0	0	0	0
5,0	4,0	5,732	5,499	5,588	3,992	7,196	5927	891	1539	1943	-9878
10,0	7,9	5,746	5,659	5,711	4,070	7,177	8467	741	964	1520	-6239
15,0	11,9	5,800	5,895	5,882	4,164	7,111	2195	502	693	1261	-1796
20,0	15,8	5,858	6,171	6,075	4,278	7,028	2044	429	614	1040	-1428
25,0	19,8	5,906	6,453	6,252	4,354	6,872	2470	420	670	1560	-760
12,9	10,2	5,858	6,393	6,199	4,268	6,944	5976	4781	5413	3336	-3984
6,3	5,0	5,825	6,291	6,097	4,209	7,015	4742	1534	1534	2652	-2204
0,0	0,0	5,771	5,970	5,858	4,051	7,108	2766	465	625	945	-1606
11,3	8,9	5,844	6,326	6,155	4,258	6,937	3670	753	902	1294	-1567
20,5	16,2	5,897	6,440	6,248	4,295	6,914	4115	1913	2345	5895	-9483
25,0	19,8	5,972	6,528	6,303	4,378	6,903	1422	1212	1940	1285	-9699
11,0	8,7	5,862	6,414	6,213	4,253	6,958	3017	2912	3688	2655	-6035
5,4	4,3	5,828	6,335	6,135	4,228	6,991	3905	1681	1702	5311	-4023
0,0	0,0	5,784	6,052	5,908	4,132	7,095	2910	452	564	1334	-1231

**Tabella 22. Valori ottenuti dalla prova**

**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)  
Tel. 0521/844092 - Fax: 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

Pressione martinetti	Pressione muratura	LETTURE					MODULO ELASTICO SECANTE				
		Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz	Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz
P	fm	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
0,0	0,0	5,712	5,366	5,511	3,931	7,208	0	0	0	0	0
5,0	4,0	5,732	5,499	5,588	3,992	7,196	5927	891	1539	1943	-9878
10,0	7,9	5,746	5,659	5,711	4,070	7,177	6973	809	1185	1706	-7648
15,0	11,9	5,800	5,895	5,882	4,164	7,111	4041	672	959	1526	-3666
20,0	15,8	5,858	6,171	6,075	4,278	7,028	3248	589	841	1366	-2634
25,0	19,8	5,906	6,453	6,252	4,354	6,872	3055	545	800	1401	-1764
12,9	10,2	5,858	6,393	6,199	4,268	6,944	2095	298	445	908	-1158
6,3	5,0	5,825	6,291	6,097	4,209	7,015	1322	161	255	537	-774
0,0	0,0	5,771	5,970	5,858	4,051	7,108	0	0	0	0	0
11,3	8,9	5,844	6,326	6,155	4,258	6,937	2030	279	416	819	-989
20,5	16,2	5,897	6,440	6,248	4,295	6,914	2627	453	659	1335	-1653
25,0	19,8	5,972	6,528	6,303	4,378	6,903	2280	510	748	1326	-1943
11,0	8,7	5,862	6,414	6,213	4,253	6,958	1739	249	371	810	-1043
5,4	4,3	5,828	6,335	6,135	4,228	6,991	1104	132	205	431	-590
0,0	0,0	5,784	6,052	5,908	4,132	7,095	0	0	0	0	0

Tabella 23. Valori ottenuti dalla prova

Pressione martinetti	Pressione muratura	LETTURE					DEFORMAZIONE					Mpa	bar
		Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens.Orizz	Sens.1	Sens.2	Sens.3	Sens.4	Sens. Orizz	corretta	corretta
P	fm	mm	mm	mm	mm	mm	mm/mm	mm/mm	mm/mm	mm/mm	mm/mm	P	P
0,0	0,0	5,712	5,366	5,511	3,931	7,208	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000	0,0
5,0	4,0	5,732	5,499	5,588	3,992	7,196	0,000067	0,000443	0,000257	0,000203	-0,000040	0,395	4,0
10,0	7,9	5,746	5,659	5,711	4,070	7,177	0,000113	0,000977	0,000667	0,000463	-0,000103	0,790	7,9
15,0	11,9	5,800	5,895	5,882	4,164	7,111	0,000293	0,001763	0,001237	0,000777	-0,000323	1,185	11,9
20,0	15,8	5,858	6,171	6,075	4,278	7,028	0,000487	0,002683	0,001880	0,001157	-0,000600	1,581	15,8
25,0	19,8	5,906	6,453	6,252	4,354	6,872	0,000647	0,003623	0,002470	0,001410	-0,001120	1,976	19,8
12,9	10,2	5,858	6,393	6,199	4,268	6,944	0,000487	0,003423	0,002293	0,001123	-0,000880	1,019	10,2
6,3	5,0	5,825	6,291	6,097	4,209	7,015	0,000377	0,003083	0,001953	0,000927	-0,000643	0,498	5,0
0,0	0,0	5,771	5,970	5,858	4,051	7,108	0,000197	0,002013	0,001157	0,000400	-0,000333	0,000	0,0
11,3	8,9	5,844	6,326	6,155	4,258	6,937	0,000440	0,003200	0,002147	0,001090	-0,000903	0,893	8,9
20,5	16,2	5,897	6,440	6,248	4,295	6,914	0,000617	0,003580	0,002457	0,001213	-0,000980	1,620	16,2
25,0	19,8	5,972	6,528	6,303	4,378	6,903	0,000867	0,003873	0,002640	0,001490	-0,001017	1,976	19,8
11,0	8,7	5,862	6,414	6,213	4,253	6,958	0,000500	0,003493	0,002340	0,001073	-0,000833	0,869	8,7
5,4	4,3	5,828	6,335	6,135	4,228	6,991	0,000387	0,003230	0,002080	0,000990	-0,000723	0,427	4,3
0,0	0,0	5,784	6,052	5,908	4,132	7,095	0,000240	0,002287	0,001323	0,000670	-0,000377	0,000	0,0

Tabella 24. Valori ottenuti dalla prova

La prova è stata interrotta alla pressione di 25 Bar. Riferimento relativo alla colonna "pressione martinetti".



**Studio MM S.r.l.**

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)  
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it



Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

### C. ANALISI DELLE MALTE

Durante le indagini sono stati prelevati 4 campioni di malta per comprendere la qualità delle stesse e per permettere un futuro approfondimento analitico in caso di scelta di riproduzione di malte fedeli all'originale.

In questa sede vengono riportati i risultati delle indagini petrografiche condotte con microscopio petrografico (MOLP) in sezione sottile su n.4 campioni di malta di allettamento .

I quattro campioni di malta denominati: **VM1** , **VM2**, **VM3** e **VM4**, sono stati prelevati nei punti indagati mediante i martinetti piatti doppi (in quanto rappresentativi delle malte di allettamento).

Lo scopo delle indagini consiste nella caratterizzazione composizionale e tessiturale della miscela rinvenuta nell'allettamento della muratura.

Sigla	Tipo di campione	SS01
VM1	Malta di allettamento	X
VM2	Malta di allettamento	X
VM3	Malta di allettamento	X
VM4	Malta di allettamento	X

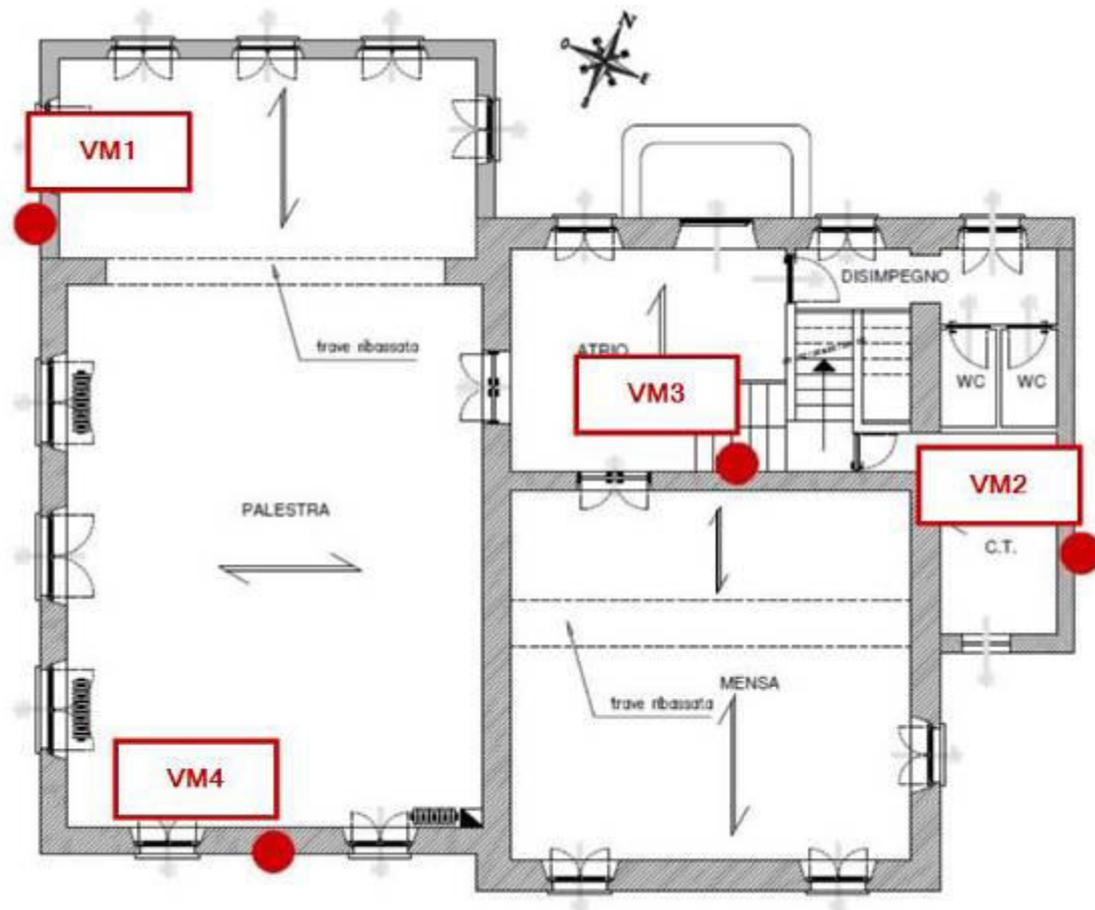
**SS01**= Allestimento e studio al microscopio ottico in luce polarizzata (MOLP) trasmessa di sezione sottile trasversale per la caratterizzazione di materiali lapidei artificiali (malte, intonaci, mattoni etc.) e relativa documentazione fotografica

Relativamente alla composizione della sabbia, vengono valutati in modo semiquantitativo i vertici dei diagrammi di Folk "QFR" (quarzo, feldspati, litici) e riportati in una tabella, utilizzando la seguente dicitura:

- +++++ fase prevalente (60-100%)
- ++++ fase rilevante (30-60%)
- +++ fase subordinata (10-30%)
- ++ fase molto subordinata (<10%)

### C.1.1 DESCRIZIONE DELLE PROVE E RAPPORTO DEI RISULTATI

Viene di seguito riportata la planimetria con evidenziati i punti di prelievo.



*Figura 11. Planimetria fabbricato oggetto di indagine*



**Studio MM S.r.l.**  
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)  
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it



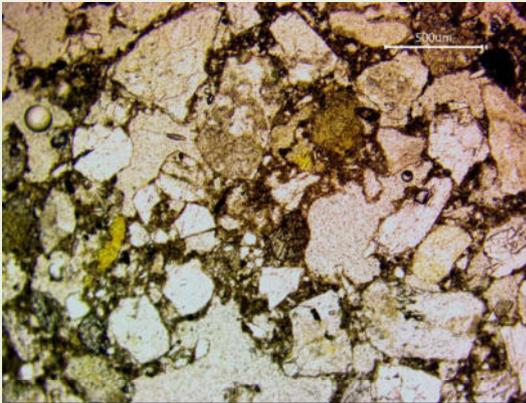
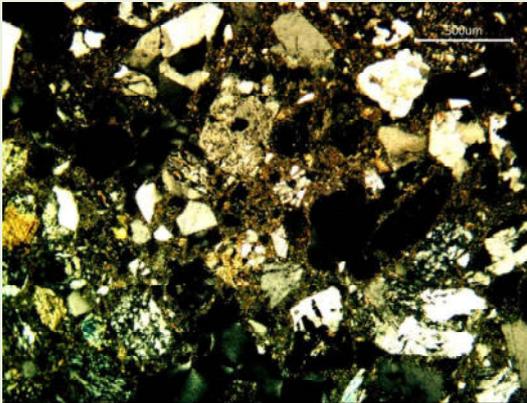
Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

## C.1.2 PRELIEVO DI MALTA VM 1



**Foto 12.** Punto di prelievo VM1



<b>Campione</b>	<b>VM1</b>	Analisi effettuate	<b>SS01*</b>							
* Osservazione in sezione sottile a luce polarizzata trasmessa										
<b>Descrizione macroscopica</b>	frammento irregolare di malta di allettamento a scarsa coesione									
<b>Ubicazione prelievo</b>	Scuola Varano Marchesi in prossimità Martinetto Piatto Doppio 1 vedi pianta									
<b>Spessore campione</b>	5	mm								
<b>Legante</b>	Calce (solo indagine microscopia ottica, non indagata chimicamente)									
<b>Granulometria inerte</b>	60µm - 400 µm									
<b>Composizione inerte</b>	<table border="1"><tr><td>Quarzo</td><td>++++</td></tr><tr><td>Feldspati</td><td>+</td></tr><tr><td>Frammenti di rocce (in prevalenza frammenti di siltiti quarzose)</td><td>+++</td></tr></table>				Quarzo	++++	Feldspati	+	Frammenti di rocce (in prevalenza frammenti di siltiti quarzose)	+++
Quarzo	++++									
Feldspati	+									
Frammenti di rocce (in prevalenza frammenti di siltiti quarzose)	+++									
<b>Caratteristiche</b>	<table border="1"><tr><td>Porosità</td><td>media</td></tr><tr><td>Coessione</td><td>da coerente a poco coerente</td></tr><tr><td>Addensamento (inerte/legante)**</td><td>cira 50%</td></tr></table>				Porosità	media	Coessione	da coerente a poco coerente	Addensamento (inerte/legante)**	cira 50%
Porosità	media									
Coessione	da coerente a poco coerente									
Addensamento (inerte/legante)**	cira 50%									
** valutazione secondo Normal 12/83										
										
Microfoto a luce polarizzata trasmessa a nicols paralleli		Microfoto a luce polarizzata trasmessa a nicols incrociati								



**Studio MM S.r.l.**  
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzone

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)  
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it



Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

### C.1.3 PRELIEVO DI MALTA VM 2



**Foto 13.** Punto di prelievo VM2



**Studio MM S.r.l.**

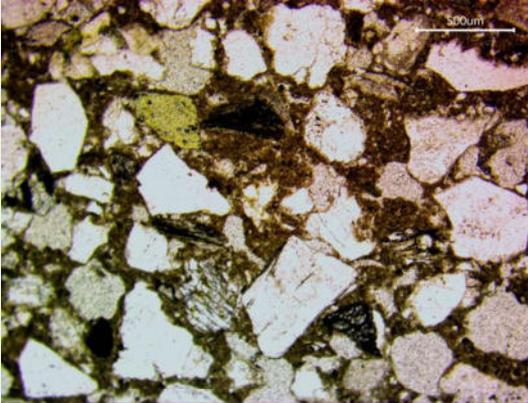
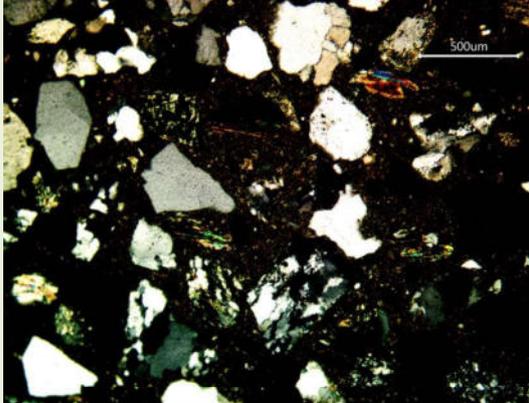
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)  
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it



Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

<b>Campione</b>	<b>VM2</b>	Analisi effettuate	SS01*							
* Osservazione in sezione sottile a luce polarizzata trasmessa										
<b>Descrizione macroscopica</b>	frammento irregolare di malta di allettamento a scarsa coesione									
<b>Ubicazione prelievo</b>	Scuola Varano Marchesi in prossimità Martinetto Piatto Doppio 2 vedi pianta									
<b>Spessore campione</b>	6	mm								
<b>Legante</b>	Calce (solo indagine microscopia ottica, non indagata chimicamente)									
<b>Granulometria inerte</b>	60µm -500 µm									
<b>Composizione inerte</b>	<table border="1"><tr><td>Quarzo</td><td>++++</td></tr><tr><td>Feldspati</td><td>+</td></tr><tr><td>Frammenti di rocce (in prevalenza frammenti di siltiti quarzose, presenza di miche)</td><td>+++</td></tr></table>				Quarzo	++++	Feldspati	+	Frammenti di rocce (in prevalenza frammenti di siltiti quarzose, presenza di miche)	+++
Quarzo	++++									
Feldspati	+									
Frammenti di rocce (in prevalenza frammenti di siltiti quarzose, presenza di miche)	+++									
<b>Caratteristiche</b>	<table border="1"><tr><td>Porosità</td><td>media</td></tr><tr><td>Coessione</td><td>da coerente a poco coerente</td></tr><tr><td>Addensamento (inerte/legante)**</td><td>circa 40- 50%</td></tr></table>				Porosità	media	Coessione	da coerente a poco coerente	Addensamento (inerte/legante)**	circa 40- 50%
Porosità	media									
Coessione	da coerente a poco coerente									
Addensamento (inerte/legante)**	circa 40- 50%									
** valutazione secondo Normal 12/83										
										
Microfoto a luce polarizzata trasmessa a nicols paralleli		Microfoto a luce polarizzata trasmessa a nicols incrociati								



**Studio MM S.r.l.**  
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzone

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)  
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it



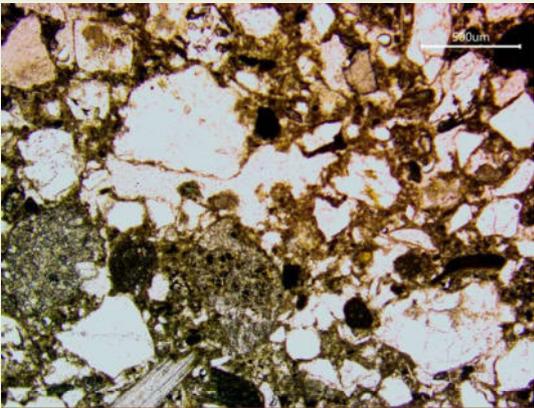
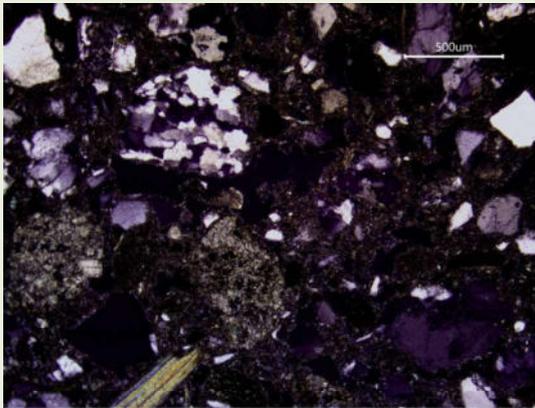
Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

#### C.1.4 PRELIEVO DI MALTA VM 3



**Foto 14.** Punto di prelievo VM3



<b>Campione</b>	<b>VM3</b>	Analisi effettuate	<b>SS01*</b>							
* Osservazione in sezione sottile a luce polarizzata trasmessa										
<b>Descrizione macroscopica</b>	frammento irregolare di malta di allettamento a scarsa coesione									
<b>Ubicazione prelievo</b>	Scuola Varano Marchesi in prossimità Martinetto Piatto Doppio 3 vedi pianta									
<b>Spessore campione</b>	5	mm								
<b>Legante</b>	Calce (solo indagine microscopia ottica, non indagata chimicamente) con presenza di impurità									
<b>Granulometria inerte</b>	60µm -500 µm									
<b>Composizione inerte</b>	<table border="1"><tr><td>Quarzo</td><td>++++</td></tr><tr><td>Feldspati</td><td>+</td></tr><tr><td>Frammenti di rocce (in prevalenza frammenti di siltiti quarzose e carbonati)</td><td>+++</td></tr></table>				Quarzo	++++	Feldspati	+	Frammenti di rocce (in prevalenza frammenti di siltiti quarzose e carbonati)	+++
Quarzo	++++									
Feldspati	+									
Frammenti di rocce (in prevalenza frammenti di siltiti quarzose e carbonati)	+++									
<b>Caratteristiche</b>	<table border="1"><tr><td>Porosità</td><td>media</td></tr><tr><td>Coazione</td><td>molto poco coerente</td></tr><tr><td>Addensamento (inerte/legante)**</td><td>circa 40- 50%</td></tr></table>				Porosità	media	Coazione	molto poco coerente	Addensamento (inerte/legante)**	circa 40- 50%
Porosità	media									
Coazione	molto poco coerente									
Addensamento (inerte/legante)**	circa 40- 50%									
** valutazione secondo Normal 12/83										
										
Microfoto a luce polarizzata trasmessa a nicols paralleli		Microfoto a luce polarizzata trasmessa a nicols incrociati								



**Studio MM S.r.l.**  
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)  
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it



Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

## C.1.5 PRELIEVO DI MALTA VM 4



**Foto 15. Punto di prelievo VM4**



**Studio MM S.r.l.**

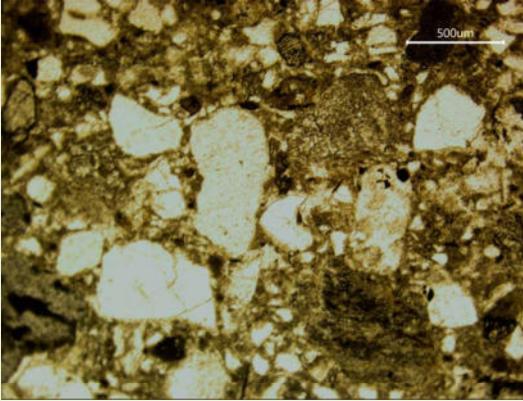
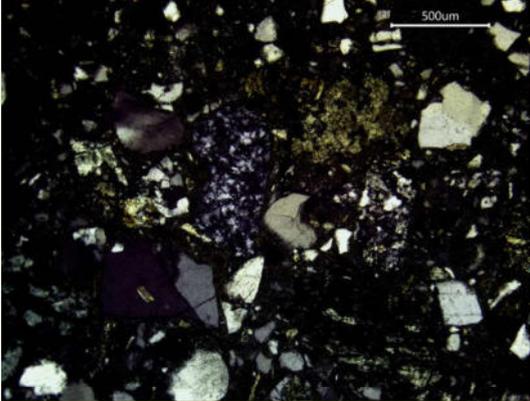
Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)  
Tel. 0521/844092 - Fax. 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it



Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

<b>Campione</b>	<b>VM4</b>	Analisi effettuate	SS01*							
* Osservazione in sezione sottile a luce polarizzata trasmessa										
<b>Descrizione macroscopica</b>	frammento irregolare di malta di allettamento a scarsa coesione									
<b>Ubicazione prelievo</b>	Scuola Varano Marchesi in prossimità Martinetto Piatto Doppio 3 vedi pianta									
<b>Spessore campione</b>	5	mm								
<b>Legante</b>	Calce (solo indagine microscopia ottica, non indagata chimicamente) con presenza di impurità									
<b>Granulometria inerte</b>	60µm –500 µm									
<b>Composizione inerte</b>	<table border="1"><tr><td>Quarzo</td><td>+++</td></tr><tr><td>Feldspati</td><td>+</td></tr><tr><td>Frammenti di rocce (in prevalenza frammenti di siltiti quarzose e carbonati e rari frammenti di rocce ofiolitiche)</td><td>+++</td></tr></table>				Quarzo	+++	Feldspati	+	Frammenti di rocce (in prevalenza frammenti di siltiti quarzose e carbonati e rari frammenti di rocce ofiolitiche)	+++
Quarzo	+++									
Feldspati	+									
Frammenti di rocce (in prevalenza frammenti di siltiti quarzose e carbonati e rari frammenti di rocce ofiolitiche)	+++									
<b>Caratteristiche</b>	<table border="1"><tr><td>Porosità</td><td>media</td></tr><tr><td>Coazione</td><td>poco coerente</td></tr><tr><td>Addensamento (inerte/legante)**</td><td>circa 40- 50%</td></tr></table>				Porosità	media	Coazione	poco coerente	Addensamento (inerte/legante)**	circa 40- 50%
Porosità	media									
Coazione	poco coerente									
Addensamento (inerte/legante)**	circa 40- 50%									
** valutazione secondo Normal 12/83										
										
Microfoto a luce polarizzata trasmessa a nicols paralleli		Microfoto a luce polarizzata trasmessa a nicols incrociati								



**Studio MM S.r.l.**  
Consulenza materie prime - Prove materiali

**di Michele Mazzoni**

Strada Pedemontana 40/s - 43029 Mamiano di Traversetolo (PR)  
Tel. 0521/844092 - Fax: 0521/344744 - www.studio-mm.it - E-mail: info@studio-mm.it



Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010 – Concessione n° 5953

*Mamiano di Traversetolo, 5 luglio 2019*

*Tecnici incaricati per le prove*

*Responsabile Studio MM*

*Dott. Geol. Alessandro Vignali*

**Studio tecnologico M & M**  
Consulenza materie prime e prove materiali  
Dott. Geol. Mazzoni Michele

*Dott. Arch. Stefano Guarnieri*

PROVINCIA DI PIACENZA  
Ordine degli Architetti,  
Pianificatori,  
Paesaggisti e  
Conservatori  
**STEFANO  
GUARNIERI**  
Architetto 716