



RELAZIONE TECNICA n. <b>28/19</b>	DATA EMISSIONE: <b>26 febbraio 2019</b>
LAVORO: <b>SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI"</b> <b>via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)</b>	
COMMITTENTE: <b>COMUNE DI PETRIOLO</b> <b>Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)</b>	Per Presa Visione 
OGGETTO: <b>Indagini e Prove Diagnostiche su alcuni Elementi Strutturali dell'Edificio</b>	

<b>Tecnico</b> Ing. Pesaresi Andrea	<b>Legale Rappresentante</b> Ing. Scansani Maurizio	<b>Direttore del Laboratorio</b> Ing. Giacchetti Roberto
--	--	---

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	Pag. 1 di 23

## INDICE

<b>1 – PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2 – ARMATURA METALLICA DEI PILASTRI .....</b>	<b>3</b>
<b>3 – ARMATURA METALLICA DELLE TRAVI.....</b>	<b>5</b>
<b>4 – DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI RIMBALZO DELLO SCLEROMETRO .....</b>	<b>7</b>
<b>5 - CAMPIONI DI CALCESTRUZZO.....</b>	<b>8</b>
<b>6 – CAMPIONI DI BARRE DI ARMATURA.....</b>	<b>8</b>
<b>7 – STRATIGRAFIE DI MURATURE .....</b>	<b>9</b>
<b>8 – VALUTAZIONE DEL MODULO ELASTICO DI UN CORPO MURARIO .....</b>	<b>11</b>
8.1 – MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROVA .....	11
8.2 – PROVA MPD: RISULTATI.....	12
<b>9 – STRATIGRAFIE DI SOLAI .....</b>	<b>15</b>
<b>ALLEGATO A (Piante) .....</b>	<b>16</b>
<b>ALLEGATO B (Rapporti di Prova) .....</b>	<b>19</b>
<b>APPENDICE FOTOGRAFICA .....</b>	<b>20</b>

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	Pag. 2 di 23

## 1 – PREMESSA

Su incarico del Comune di Petriolo, Piazza San Martino, 1 – Petriolo (MC), il Laboratorio *SidLab s.r.l.* ha eseguito una serie di indagini diagnostiche su alcuni elementi strutturali e prove sui materiali della Scuola dell'Infanzia "Pietro e Maria Savini", via Del Pino, 20 – Petriolo (MC).

Le procedure relative al lavoro descritto nella presente Relazione Tecnica sono state redatte dal personale tecnico del Laboratorio, in possesso del Certificato di Livello 3, relativamente alle prove sul calcestruzzo armato, precompresso e muratura, emesso dal CICPND (Centro Italiano di Certificazione per le Prove Non Distruttive e per i Processi Industriali), secondo la norma UNI EN 473:2008.

Le piante dell'edificio, utilizzate nella presente Relazione Tecnica, sono state fornite dall'ing. Marco Mancini, che ha anche indicato l'ubicazione delle prove sull'edificio.

Nell'Allegato A sono riportate le piante con l'ubicazione delle indagini e prove eseguite sull'edificio; nell'Allegato B i Rapporti di Prova sui materiali; nell'Appendice Fotografica una serie di immagini illustrative del lavoro svolto.

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	
Pag. 3 di 23	

## 2 – ARMATURA METALLICA DEI PILASTRI

In corrispondenza di n. 3 pilastri in cemento armato (cfr. tav. 1 e 2), è stata eseguita un'indagine con apparecchiatura magnetometrica, tipo Profometer 5 modello S/Scanlog, SN 54.4987, dotata di certificato di calibrazione di origine, per rilevare la posizione, il numero ed il diametro dei ferri di armatura presenti nei pilastri stessi. Tale indagine, salvo diversa indicazione, è stata eseguita nella parte centrale dei pilastri. Nella tabella 2.1, di seguito riportata, sono elencati, per ogni pilastro esaminato: il piano, il numero del pilastro, il numero ed il diametro dei ferri di armatura rilevati, il diametro ed il passo delle staffe, nonché lo stato di conservazione delle armature metalliche, rilevati in corrispondenza di piccoli saggi. Nella lettura della sopra indicata tabella si tenga presente quanto di seguito esposto:

- la posizione ed il numero dei ferri di armatura dei pilastri sono quelli riportati schematicamente nelle figure presenti accanto alla tabella relativa ad ogni pilastro;
- il diametro, la tipologia e lo stato di conservazione dei ferri e delle staffe sono stati rilevati, per ogni pilastro, in corrispondenza di un piccolo saggio, eseguito su uno o più ferri di armatura rilevati mediante il controllo con l'apparecchiatura magnetometrica;
- il passo delle staffe è stato misurato a partire dal piede dei pilastri stessi, fino ad una altezza di circa 2,00 metri;
- nelle figure, con l'indicazione "Lato A", è indicato il lato del pilastro rivolto verso il "Lato A" indicato nelle piante (cfr. tav. 1 e 2);
- nella figura, con una linea di maggiore spessore, è indicata la zona del pilastro non soggetta a indagine magnetometrica per l'inaccessibilità della zona stessa.

**Tabella 2.1** Armatura metallica e geometria dei pilastri

PIANO:	piano nel quale è ubicato il pilastro
PILASTRO:	numero con il quale è individuato il pilastro nelle piante
H:	altezza del pilastro dall'estradosso del solaio di calpestio all'intradosso della trave
A x B:	dimensioni strutturali del pilastro, espresse in cm, <u>comprensive di intonaco</u>
Foto n.:	riferimento fotografico (cfr. appendice fotografica)
Ferro n.:	numero del ferro indicato nella figura a destra. Nella colonna "STAFFE" sono indicati i dati relativi alle staffe di armatura
Diam. Ø:	diametro nominale (mm) del ferro di armatura. In particolare nello schema a lato della tabella si è adottata la seguente simbologia:  ferro rilevato con magnetometro ed esame visivo  ferro rilevato con magnetometro
Tipo:	L = ferro tondo liscio; AM = ferro tondo ad aderenza migliorata
Conservazione:	B = buono; LC = leggermente corrosivo (punti di corrosione sulla superficie) C = corrosivo; SF = sfogliato
Intonaco:	spessore dell'intonaco (mm)
CF:	spessore (mm) del copriferro rilevato. <u>Il copriferro è la distanza tra la superficie esterna della barra di armatura più prossima alla superficie del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo</u>
Passo staffe dal piede:	passo delle staffe (cm) misurato dal piede del pilastro fino ad un'altezza di circa 2 metri

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	
Pag. 4 di 23	

CORPO: --		PIANO: Seminterrato		PILASTRO n. 6			
Passo staffe dal piede:		13-19-30-12-20-20-18-17-21-18-19					
H = 288		Dim. A x B: 34 x 65		Foto n.			
Ferro n.:	1	2	3	4	5	6	Staffe
Diam. Ø:					12	12	6
Tipo:					AM	AM	AM
Conservazione:					B	B	B
Intonaco:					20	20	
CF:					37	37	

CORPO: --		PIANO: Terra		PILASTRO n. 10		
Passo staffe dal piede:		10-10-11-12-10-10-15-9-11-24-18-20-21-24				
H = 281		Dim. A x B: A x B		Foto n. 1		
Ferro n.:	1	2	3	4	5	Staffe
Diam. Ø:	16	16	16			8
Tipo:	AM	AM	AM			AM
Conservazione:	B	B	B			B
Intonaco:	15	15	15			
CF:	25	25	25			

NOTA: insieme alla barra n. 1 è presente un'ulteriore barra Ø8

CORPO: --		PIANO: Terra		PILASTRO n. 17			
Passo staffe dal piede:		23-20-22-27-20-20-28-16-21					
H = 294		Dim. A x B: 24 x 31		Foto n.			
Ferro n.:	1	2	3	4	5	6	Staffe
Diam. Ø:	12					12	6
Tipo:	AM					AM	AM
Conservazione:	B					B	B
Intonaco:	14					14	
CF:	25					25	

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	
Pag. 5 di 23	

### 3 – ARMATURA METALLICA DELLE TRAVI

In corrispondenza di n. 3 travi in cemento armato (cfr. tav. 1 e 2), è stata eseguita un'indagine con apparecchiatura magnetometrica, tipo Profometer 5 modello S/Scanlog, SN 54.4987, dotata di certificato di calibrazione di origine, per rilevare il numero ed il diametro dei ferri di armatura presenti nelle travi stesse, nella zona di intradosso.

Nella tabella 3.1, di seguito riportata, sono elencati, per ogni trave esaminata: il piano, il numero della trave, il numero ed il diametro dei ferri di armatura rilevati, il diametro ed il passo delle staffe, nonché lo stato di conservazione delle armature metalliche, rilevati in corrispondenza di piccoli saggi.

Nella lettura della sopra indicata tabella si tenga presente quanto di seguito esposto:

- il rilievo è stato eseguito, salvo diversa indicazione, nell'intradosso della trave circa nella sezione di mezzeria e/o in prossimità di un appoggio;
- la posizione ed il numero dei ferri di armatura delle travi sono quelli riportati schematicamente nelle figure presenti accanto alla tabella relativa ad ogni trave;
- il diametro, la tipologia e lo stato di conservazione dei ferri e delle staffe sono stati rilevati, per ogni trave, in corrispondenza di un piccolo saggio, eseguito su uno o più ferri di armatura rilevati mediante il controllo con l'apparecchiatura magnetometrica;
- nelle figure, con l'indicazione "Pil. n.", è indicato il numero del pilastro (cfr. tav. 1 e 2), posto di fronte al tecnico che esegue il rilievo.

**Tabella 3.1** Armatura metallica e geometria delle travi

PIANO:	piano nel quale è ubicata la trave
TRAVE n.:	numero con la quale è individuata, nelle piante, la trave posta a sostegno del solaio di copertura del piano
ZONA:	zona della trave in cui è stato eseguito il rilievo dei ferri di armatura M = mezzeria; A = appoggio in prossimità del pilastro individuato dalla sigla "Pil" seguita dal numero del pilastro
Foto n.:	riferimento fotografico (cfr. appendice fotografica)
DIM. B x H x L:	dimensioni strutturali della trave, espresse in cm, <u>comprehensive di intonaco</u> B = base; H = altezza; L = luce netta L'altezza è misurata dall'intradosso della trave all'intradosso del solaio. Nel caso delle travi nello spessore del solaio, in luogo dell'altezza è riportata la lettera "H". Se non è stato possibile rilevare la luce netta della trave, è riportata la lettera "L"
Ferro n.:	numero del ferro indicato nella figura a destra. Nella colonna "STAFFE" è indicato il rilievo delle staffe di armatura
Diam. Ø:	diametro nominale (mm) del ferro di armatura. In particolare nello schema a lato della tabella si è adottata la seguente simbologia: ● ferro rilevato con magnetometro ed esame visivo ○ ferro rilevato con magnetometro
Tipo:	L = ferro tondo liscio; AM = ferro tondo ad aderenza migliorata
Conservazione:	B = buono; LC = leggermente corroso (punti di corrosione sulla superficie) C = corroso; SF = sfogliato
Intonaco:	spessore dell'intonaco (mm)
CF:	spessore (mm) del copriferro rilevato. <u>Il copriferro è la distanza tra la superficie esterna della barra di armatura più prossima alla superficie del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo</u>
Passo staffe da Pil.:	passo delle staffe (cm) misurato, salvo diversa indicazione, a partire dal pilastro individuato con la sigla "Pil." seguita dal numero del pilastro, fino a circa metà della lunghezza della trave

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	
Pag. 6 di 23	

CORPO: --	PIANO: Seminterrato	TRAVE n. 1 - 2	Dim. b x h x L: 24 x 43 x 433								
Passo staffe da Pil. 2: 23-20-16-19-22-19-24-18-18-24-20											
ZONA: M			Foto n. 2								
Ferro n.:	1	2	3	4	5	6				Staffe	
Diam. Ø:	12	12	12	12	12	12				8	
Tipo:	AM	AM	AM	AM	AM	AM				AM	
Conservazione:	B	B	B	B	B	B				LC	
Intonaco:	10	10	10	10	10	10					
CF:	15	15	15	15	15	15					
ZONA: A-Pil. 2			Foto n.								
Ferro n.:	1	2	3							Staffe	
Diam. Ø:	12	12	12							8	
Tipo:	AM	AM	AM							AM	
Conservazione:	B	B	B							LC	
Intonaco:	15	15	15								
CF:	25	25	25								

CORPO: --	PIANO: Seminterrato	TRAVE n. 5 - 6	Dim. b x h x L: 23 x 34 x 330								
Passo staffe da Pil. 6: 32-23-24-25-17-26-19											
ZONA: M			Foto n.								
Ferro n.:	1	2	3	4	5					Staffe	
Diam. Ø:	12	12	12	12	12					8	
Tipo:	AM	AM	AM	AM	AM					AM	
Conservazione:	B	B	B	B	B					B	
Intonaco:	12	12	12	12	12						
CF:	17	17	17	17	17						
ZONA: A-Pil. 6			Foto n.								
Ferro n.:	1	2	3							Staffe	
Diam. Ø:	12	12	12							8	
Tipo:	AM	AM	AM							AM	
Conservazione:	B	B	B							LC	
Intonaco:	17	17	17								
CF:	15	15	15								

CORPO: --	PIANO: Terra	TRAVE n. 17 - 18	Dim. b x h x L: b x 55 x 309								
Passo staffe da Pil. 17: 9-20-26-23-29-23-32											
ZONA: M			Foto n.								
Ferro n.:	1	2								Staffe	
Diam. Ø:	12										
Tipo:	AM										
Conservazione:	LC										
Intonaco:	8										
CF:	20										
ZONA: A-Pil. 17			Foto n.								
Ferro n.:	1	2								Staffe	
Diam. Ø:	12										
Tipo:											
Conservazione:											
Intonaco:											
CF:											

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	
Pag. 7 di 23	

#### 4 – DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI RIMBALZO DELLO SCLEROMETRO

In corrispondenza di n. 13 elementi in c.a. dell'edificio (cfr. tav. 1 e 2), è stata eseguita una serie di 9 misure dell'indice di rimbalzo dello sclerometro (battute sclerometriche), i cui valori, elaborati secondo la norma UNI-EN 12504-2 sono consegnati nella tabella seguente.

PIANO	RIF.	Elemento Strutturale	VALORI DEGLI INDICI SCLEROMETRICI									MEDIA
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Terra	SCL1	Pilastro 5	38	42	37	38	37	41	39	38	41	<b>39</b>
Terra	SCL2	Pilastro 14	39	38	38	40	38	39	42	38	39	<b>39</b>
Terra	SCL3	Pilastro 10	37	40	43	41	36	37	37	38	37	<b>38</b>
Terra	SCL4	Pilastro 6	45	40	42	46	44	47	44	47	48	<b>45</b>
Terra	SCL5	Pilastro 17	38	37	40	38	41	40	37	42	36	<b>39</b>
Terra	SCL6	Trave 17-18	30	30	28	31	33	30	30	28	27	<b>30</b>
Seminterrato	SCL7	Pilastro 4	37	37	38	40	37	42	41	37	38	<b>39</b>
Seminterrato	SCL8	Pilastro 6	37	44	47	42	41	44	44	42	44	<b>43</b>
Seminterrato	SCL9	Pilastro 3	48	50	51	47	48	42	42	50	48	<b>47</b>
Seminterrato	SCL10	Pilastro 7	34	37	36	38	34	35	37	40	36	<b>36</b>
Seminterrato	SCL11	Trave 5-6	35	45	47	48	42	40	42	45	45	<b>43</b>
Seminterrato	SCL12	Pilastro 2	36	40	40	42	43	42	48	43	40	<b>42</b>
Seminterrato	SCL13	Trave 1-2	40	35	40	36	31	35	33	38	35	<b>36</b>

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	
Pag. 8 di 23	

## 5 - CAMPIONI DI CALCESTRUZZO

In corrispondenza di n. 4 aree di prova su cui sono state eseguite le battute sclerometriche, è stato prelevato un campione di calcestruzzo (cfr. tav. 1 e 2); dal campione prelevato è stato ricavato un provino, con rapporto diametro/altezza pari a circa 1, sottoposto a prova di compressione centrata.

I risultati della prova di compressione sono riportati nel Rapporto di Prova n. 1312/18.

Per l'esecuzione della prova di compressione è stata utilizzata una Pressa costruita dalla ditta Matest, modello C089P113, matricola C089P113/ZG/0003, regolarmente tarata dall'Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura, Laboratorio Prove Materiali e Strutture.

SIGLA PROVINO	STRUTTURE INTERESSATE DAL PRELIEVO
CR 1	Piano Terra – Pilastro 14
CR 2	Piano Terra – Pilastro 17
CR 3	Piano Seminterrato – Pilastro 2
CR 4	Piano Seminterrato – Pilastro 6

## 6 – CAMPIONI DI BARRE DI ARMATURA

In corrispondenza di n. 2 pilastri (cfr. tav. 1 e 2) è stato prelevato un campione di barra di armatura, successivamente sottoposto a prova di trazione. Le barre di armatura prelevate sono state ricostituite mediante saldatura.

I risultati delle prove sono elencati nel Rapporto di Prova 1313/18.

Per l'esecuzione della prova di trazione è stata utilizzata una macchina di prova universale, costruita dalla ditta Galdabini, modello PM/60, matricola 31044-1980, dotata di dinamometro idraulico a pendolo, matricola 31045-1980, regolarmente tarata dall'Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura, Laboratorio Prove Materiali e Strutture.

SIGLA PROVINO	STRUTTURE INTERESSATE DAL PRELIEVO
F 1	Piano Terra – Pilastro 5
F 2	Piano Seminterrato – Pilastro 4

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	
Pag. 9 di 23	

## 7 – STRATIGRAFIE DI MURATURE

Su alcuni elementi in muratura del manufatto in esame, sono state eseguite n. 4 stratigrafie, utilizzando una apparecchiatura endoscopica dotata di sorgente luminosa che, introdotta in un foro realizzato circa perpendicolare alla muratura, ha consentito di eseguire un'ispezione visiva dell'interno dell'elemento murario esaminato.

Le zone dei corpi murari in cui sono state eseguite le stratigrafie e le direzioni di esecuzione dei fori sono indicati nelle tav. 1 e 2 con una freccia e la sigla "E", seguita da un numero progressivo.

Nella tabella 7.1 sono elencati i risultati dell'indagine endoscopica sopra descritta. In particolare sono riportati il piano (PIANO) in cui è ubicata la stratigrafia, il riferimento della stratigrafia (RIF.), l'altezza del foro dal piano di calpestio (H), la lunghezza del foro (L), lo spessore totale del muro (S) ed una breve descrizione dell'esame visivo eseguito attraverso il foro stesso. Nella lettura della descrizione dell'interno del foro si tengano presenti le seguenti "convenzioni":

- la direzione del foro è quella indicata dalla punta della freccia, utilizzata per l'ubicazione del foro nella pianta (cfr. tav. 1 e 2);
- le misure degli eventuali vuoti descritti sono da intendersi come misure medie, in quanto tali vuoti sono generalmente di forma molto irregolare;
- le misure riportate nella colonna "descrizione" sono state rilevate nella direzione del foro; salvo diversa indicazione, le misure dei vuoti nelle direzioni perpendicolari all'asse del foro sono di 1÷3 cm.
- le misure indicate sono arrotondate al valore 0,5 più prossimo.

**Tabella 7.1**

Stratigrafie delle murature (cfr. tav. 1 e 2)

PIANO	RIF.	H (cm)	L (cm)	S (cm)	DESCRIZIONE
Terra	<b>E1</b>	135	38	44	Foro <u>non passante</u> l'intero spessore della muratura. A partire dalla superficie indicata dalla punta della freccia nella tav. 2, sono presenti <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,5 cm intonaco</li> <li>• 36,5 cm mattoni pieni con fori verticali</li> </ul>
Terra	<b>E2</b>	130	35	44	Foro <u>non passante</u> l'intero spessore della muratura. A partire dalla superficie indicata dalla punta della freccia nella tav. 2, sono presenti <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 cm intonaco</li> <li>• 3 cm laterizi forati</li> <li>• 27 cm intercapedine. Dopo l'intercapedine si vedono laterizi forati</li> </ul>
Terra	<b>E3</b>	130	43	48	Foro <u>non passante</u> l'intero spessore della muratura. A partire dalla superficie indicata dalla punta della freccia nella tav. 2, sono presenti <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 cm intonaco</li> <li>• 8 cm laterizi forati</li> <li>• 4 cm intercapedine</li> <li>• 4 cm poliuretano</li> <li>• 25 cm laterizi forati tipo Doppio Uni</li> </ul>

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	
Pag. 10 di 23	

PIANO	RIF.	H (cm)	L (cm)	S (cm)	DESCRIZIONE
Terra	E4	125	26	30	Foro <u>non passante</u> l'intero spessore della muratura. A partire dalla superficie indicata dalla punta della freccia nella tav. 2, sono presenti <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 cm intonaco</li> <li>• 8 cm laterizi forati</li> <li>• 7 cm intercapedine</li> <li>• 9 cm laterizi forati</li> </ul>
Terra	E5	145	43	46	Foro <u>non passante</u> l'intero spessore della muratura. A partire dalla superficie indicata dalla punta della freccia nella tav. 2, sono presenti <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 cm intonaco</li> <li>• 30 cm mattoni pieni e malta priva di vuoti significativi</li> <li>• 12 cm laterizi forati</li> </ul>

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	Pag. 11 di 23

## 8 – VALUTAZIONE DEL MODULO ELASTICO DI UN CORPO MURARIO

### 8.1 – MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROVA

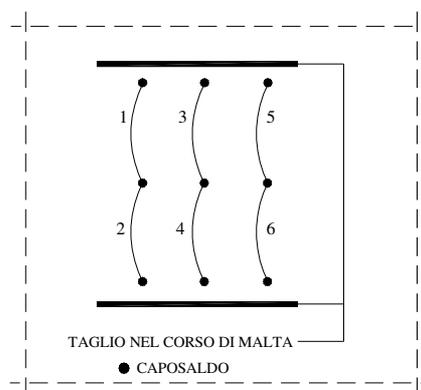
La prova si fonda sulla lettura delle deformazioni di una serie di misure eseguite tra “capisaldi”, realizzati mediante incollaggio di elementi metallici sui mattoni della muratura. I “capisaldi” sono posizionati nella porzione di muratura delimitata dai tagli eseguiti nei corsi di malta (cfr. fig. 8.1). I valori delle deformazioni tra i “capisaldi” sono misurati mediante un comparatore millesimale con sensibilità nominale pari a 0,001 mm; la distanza nominale tra due “capisaldi” (misure 1, 2, 3, 4, 5 e 6) è di 200 mm. Nelle foto 3 è mostrata la porzione di muratura in prova; l’ubicazione della prova è indicata nella tav. 2.

Nella fig. 8.1 è mostrato lo schema delle misure adottato nella prova, il quale discende dal fatto che nella porzione di muratura in cui vengono eseguite le misure di deformazione, i carichi possono ritenersi verticali ed uniformemente distribuiti. Le principali fasi della prova sono di seguito descritte:

1. incollaggio dei “capisaldi” sulla muratura secondo lo schema riportato nella fig. 8.1;
2. esecuzione dei due tagli nei corsi di malta prescelti;
3. inserimento dei martinetti piatti nei due tagli;
4. esecuzione di un ciclo di carico e scarico di assestamento;
5. esecuzione di un prestabilito ciclo di carico e scarico con lettura delle deformazioni tra i “capisaldi”.

Il ciclo di carico è ottenuto mandando in pressione contemporaneamente i due martinetti piatti ed eseguendo le misure di deformazione in corrispondenza di determinati valori della pressione nei martinetti stessi, che viene aumentata progressivamente. La prova sopra descritta e la successiva interpretazione dei risultati, sono stati eseguiti ipotizzando quanto segue:

- la muratura è considerata elastica ed ortotropa;
- la sollecitazione (tensione) si riferisce al carico principale, nella direzione ortogonale al taglio piano realizzato nella muratura stessa;
- il tempo, durante l’esecuzione della prova, non influenza in modo significativo le misure.



**FIG. 8.1 Prova con Martinetto Piatto Doppio**  
 Schema delle misure di deformazione.

La distanza nominale tra due “capisaldi” (misure 1, 2, 3, 4, 5 e 6) è di 200 mm.

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	Pag. 12 di 23

## 8.2 – PROVA MPD: RISULTATI

I martinetti piatti utilizzati hanno dimensioni nominali 25 x 40 cm. Nella tabella 8.1 sono elencati i valori delle deformazioni relative “ $\mu\epsilon$ ”, utilizzati per la costruzione dei diagrammi nn. 8.1÷8.3, nonché i valori della pressione effettiva  $\sigma_v$  esercitata sulla porzione di muratura in prova (cfr. punto 1 seguente).

La pressione effettiva  $\sigma_v$  è ricavata dalla pressione nominale  $p_0$  (pressione presente all'interno dei martinetti, letta per mezzo di un manometro) attraverso l'espressione:

$$\sigma_v = p_0 \cdot k_m \cdot k_a$$

dove:

- $k_m$  è il coefficiente di taratura dei martinetti, uguale a 0,8886;
- $k_a$  è il rapporto tra la superficie dei martinetti e la superficie effettiva dei tagli, risultato in questo caso uguale a 0,8200, ottenuto considerando la media tra le superfici di taglio superiore ed inferiore.

Le deformazioni sono state calcolate sulla somma delle basi di misura 1+2, 3+4, 5+6 allo scopo di ottenere una base di misura nominale maggiore.

Nei diagrammi nn. 8.1÷8.3 è mostrato il legame sforzo-deformazione, rilevato nella porzione di muratura interessata dalla prova, in corrispondenza delle misure sopra indicate. Nei diagrammi sono presenti:

1. sull'asse delle ordinate, il valore della pressione effettiva  $\sigma_v$  esercitata sulla porzione di muratura in prova;
2. sull'asse delle ascisse i valori della deformazione relativa “ $\mu\epsilon$ ”;
3. l'equazione ed il coefficiente di correlazione ( $R^2$ ) della retta di regressione lineare;
4. il valore del modulo elastico E, calcolato sulla retta di regressione lineare.

Nella tabella 8.2 sono riportati i valori del modulo elastico E misurati in corrispondenza delle regressioni lineari riportate nei diagrammi nn. 8.1÷8.3 ed il loro valore medio.

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	
Pag. 13 di 23	

**Tabella 8.1**

Prova con martinetto piatto doppio MPD

(I valori di "µε" sono quelli utilizzati per costruire i diagrammi nn. 8.1÷8.3)

PROVA MPD									
PRESSIONE $\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valori di "µε" rilevati tra i "capisaldi"						Valori di "µε" utilizzati nei diagrammi nn. 8.1÷8.3		
	1	2	3	4	5	6	1+2	3+4	5+6
0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,07	55	50	20	40	45	50	53	30	48
0,15	120	75	80	85	95	100	98	83	98
0,22	145	120	115	150	135	135	133	133	135
0,29	195	165	155	180	190	195	180	168	193
0,36	255	221	200	210	235	215	238	205	225
0,44	295	251	235	230	280	250	273	233	265
0,51	345	311	291	265	330	285	328	278	308
0,58	410	366	336	310	380	340	388	323	360

**Tabella 8.2**

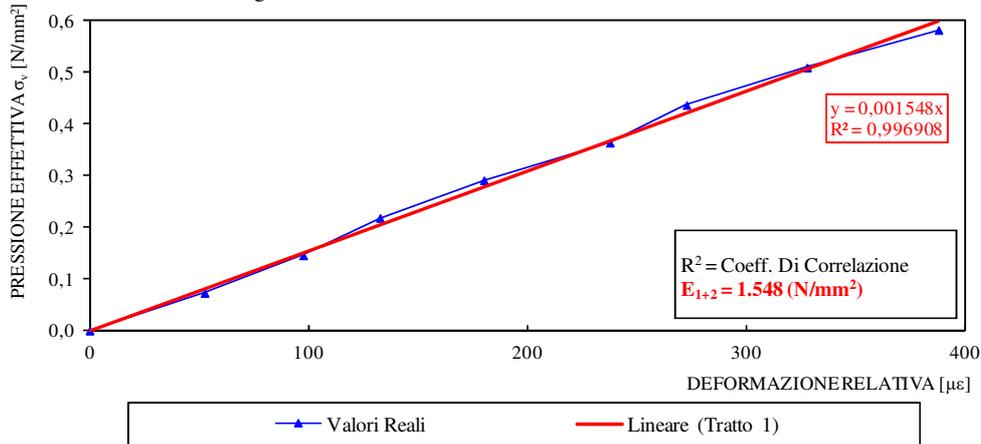
Prova con Martinetto Piatto Doppio MPD

Valori del modulo elastico longitudinale  $E_{1+2}$ ,  $E_{3+4}$ ,  $E_{5+6}$ , calcolati sulla retta di regressione lineare rispettivamente per le misure (1+2) – (3+4) – (5+6) (cfr. diagrammi nn. 8.1÷8.3 e fig. 8.1) e valore di  $E_{med}$  ottenuto dalla media dei tre valori  $E_{1+2}$ ,  $E_{3+4}$ ,  $E_{5+6}$

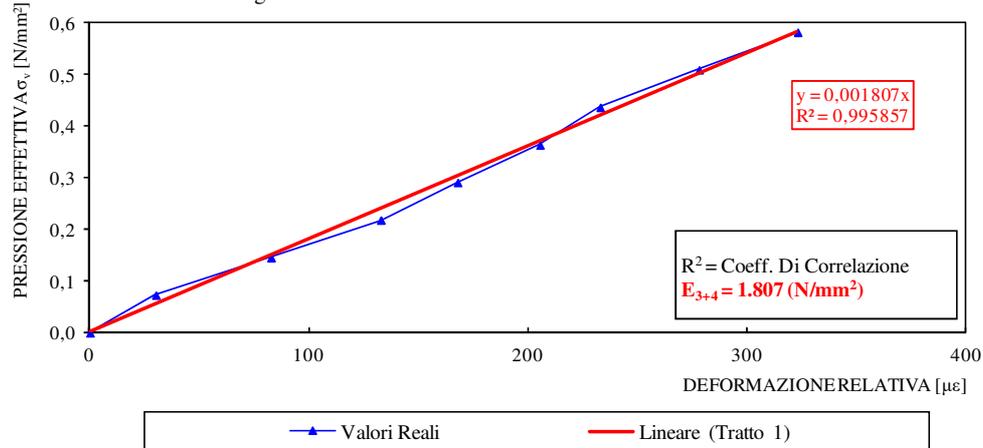
MPD (Regressione Lineare)			
$E_{1+2}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$E_{3+4}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$E_{5+6}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$E_{med}$ (N/mm <sup>2</sup> )
1.548	1.807	1.620	<b>1.658</b>

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019 <span style="float: right;">Pag. 14 di 23</span>	

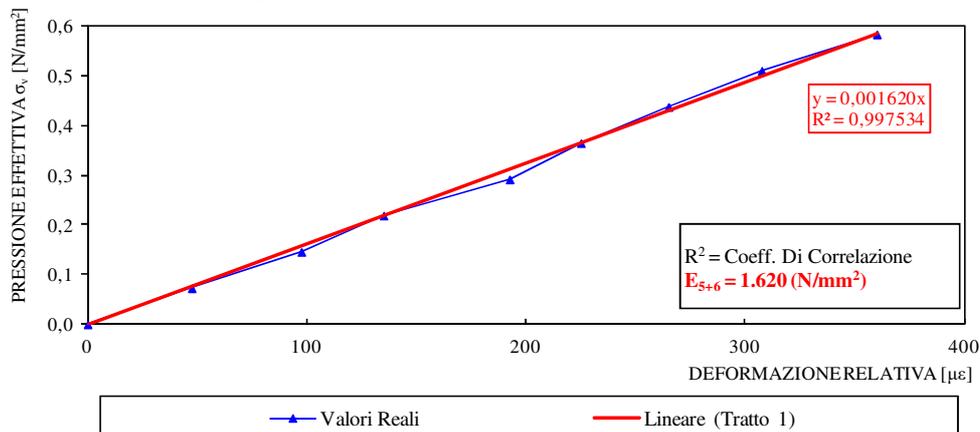
**DIAGRAMMA 8.1: PROVA 'MPD' - MISURE 1+2** (cfr. fig. 8.1)  
 Legame Pressione Martinetto-Deformazione Muratura



**DIAGRAMMA 8.2: PROVA 'MPD' - MISURE 3+4** (cfr. fig. 8.1)  
 Legame Pressione Martinetto-Deformazione Muratura



**DIAGRAMMA 8.3: PROVA 'MPD' - MISURE 5+6** (cfr. fig. 8.1)  
 Legame Pressione Martinetto-Deformazione Muratura



<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	Pag. 15 di 23

## 9 – STRATIGRAFIE DI SOLAI

In corrispondenza di n. 3 solai è stata rilevata la tipologia e la geometria di alcuni elementi portanti i solai stessi. L'indagine è stata eseguita utilizzando l'apparecchiatura magnetometrica ed endoscopica, unitamente all'esecuzione di un piccolo foro, non passante l'intero spessore del solaio e eseguito a partire dall'intradosso dello stesso. Nelle tav. 1 e 2 è riportata l'ubicazione delle stratigrafie con le sigle "S" seguite da un numero progressivo. Di seguito sono riportati i risultati relativi alle stratigrafie, a partire dall'intradosso del solaio.

### STRATIGRAFIA S1:

- 1 cm intonaco
- 16 cm pignatta

### STRATIGRAFIA S2:

- 1 cm intonaco
- 16 cm pignatta

### STRATIGRAFIA S3:

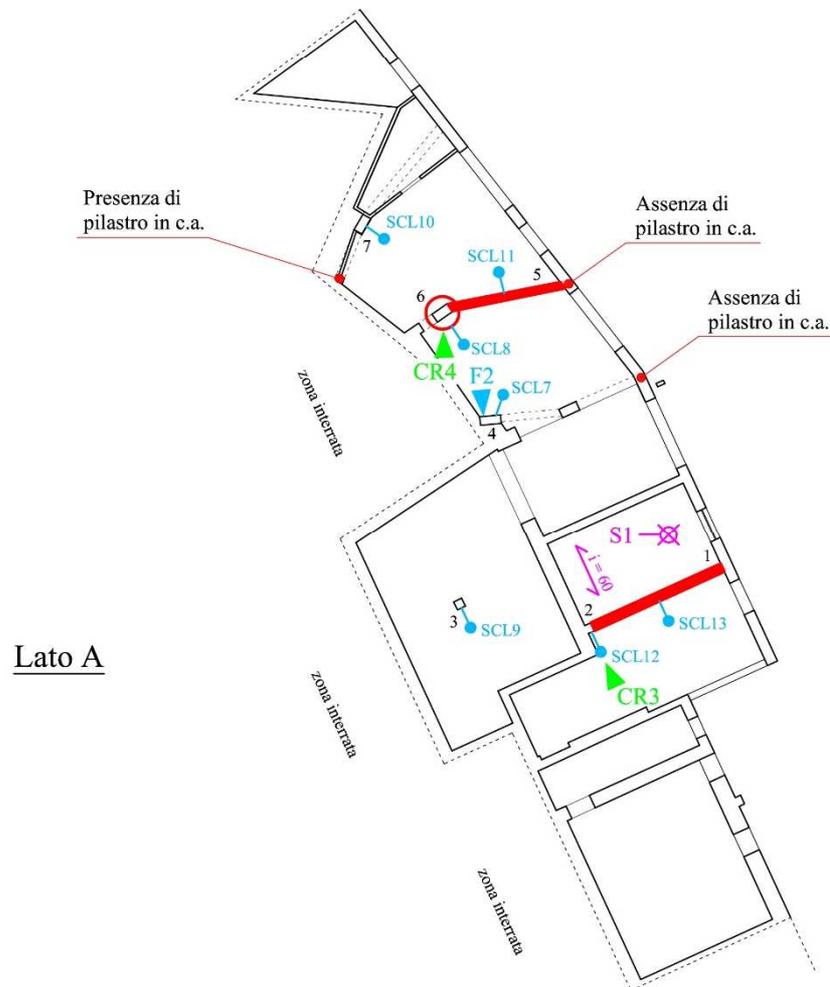
- 0,5 cm intonaco
- 18 cm pignatta

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	Pag. 16 di 23

## **ALLEGATO A (Piante)**

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	Pag. 17 di 23

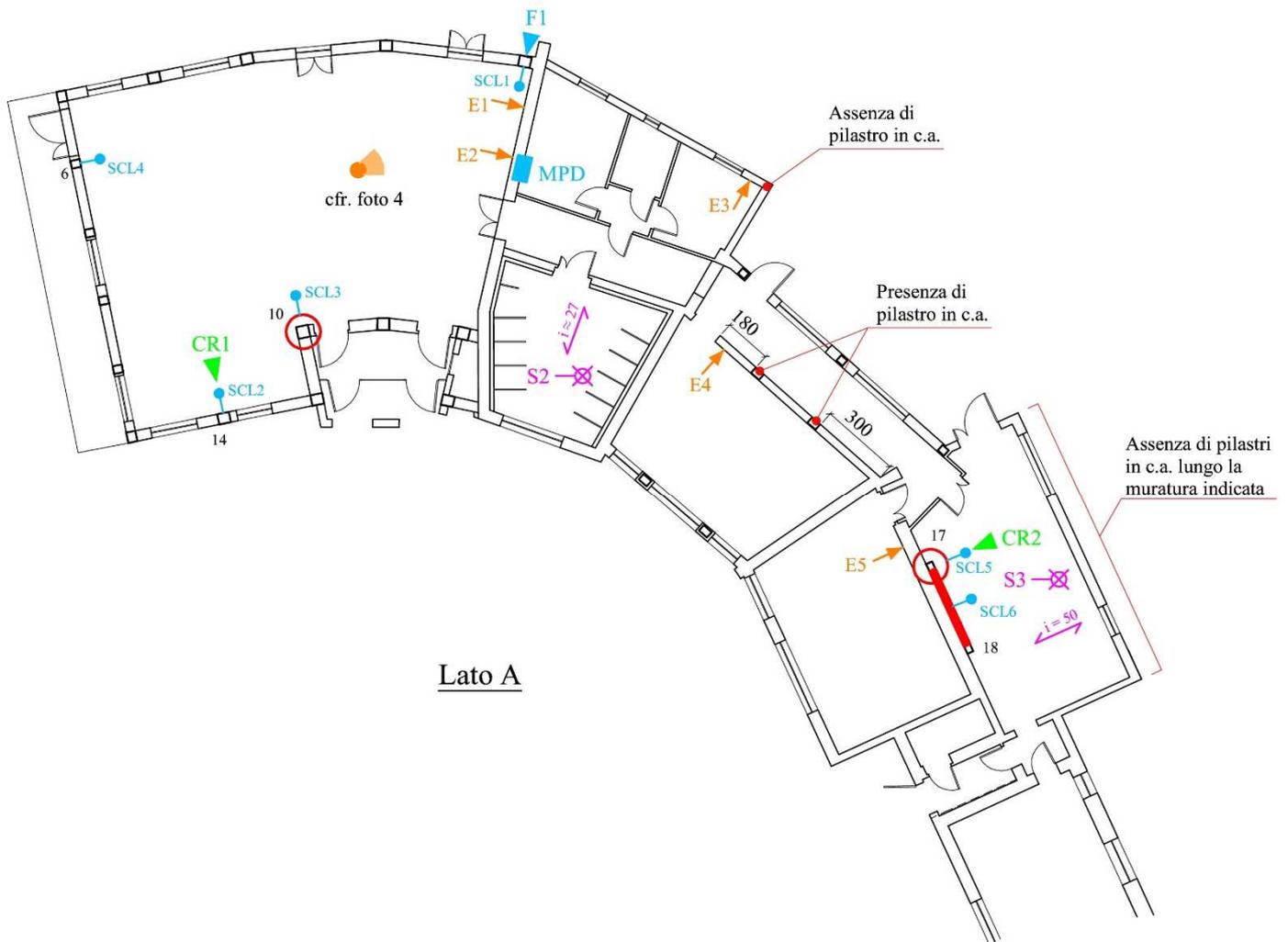
- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|  | Rilievo armatura pilastri                     |  | Orditura e interasse solaio di copertura del piano |
|  | Rilievo armatura travi di copertura del piano |  | Stratigrafia solaio di copertura del piano         |
|  | Prelievo "carota di cls"                      |  | Misura indice di rimbalzo dello sclerometro        |
|  | Prelievo "barra di armatura"                  |   |  |



**TAV. 1 – PIANO SEMINTERRATO.** Ubicazione schematica delle indagini e prove eseguite

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	Pag. 18 di 23

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | Rilievo armatura pilastri                     |  | E → Stratigrafia di muratura                          |
|   | Rilievo armatura travi di copertura del piano |  | MPD Martinetto Piatto Doppio                          |
|  | Prelievo "carota di cls"                      |  | i= Orditura e interasse solaio di copertura del piano |
|  | Prelievo "barra di armatura"                  |  | S ⊗ Stratigrafia solaio di copertura del piano        |
|  | Misura indice di rimbalzo dello sclerometro   |  | cfr. foto   |



**TAV. 2 – PIANO TERRA.** Ubicazione schematica delle indagini e prove eseguite

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	Pag. 19 di 23

## **ALLEGATO B (Rapporti di Prova)**

<b>RAPPORTO n.</b>	<b>1312/18</b>	<b>del</b>	<b>21-nov-18</b>
Richiesta del			<b>2-nov-18</b>
Verbale Accettazione n.			<b>2533/18</b>
del			<b>7-nov-18</b>

Foglio n. 1 / 1

Richiedente
<b>ING. MANCINI MARCO</b> <b>via della Nazioni, 25</b> <b>JESI (AN)</b>

## PROVE SU STRUTTURE ESISTENTI

### Prove di compressione su CAROTE in calcestruzzo (UNI EN 12504-1:2009 e UNI EN 12390-3:2009)

Cantiere:	<b>Scuola dell'infanzia "Pietro e Maria Savini" - via del Pino, 20 - Petriolo (MC)</b>
Committente delle opere:	<b>Comune di Petriolo</b>
Impresa:	<b>n.d.</b>
Direttore dei Lavori:	<b>n.d.</b>
Firma del D.L. sulla richiesta: <b>No</b>	

DATI DICHIARATI						
Sigla accettazione	Sigla sul campione	Strutture interessate dal prelievo	Verbale di Prelievo		Data getto	Classe / Rck (N/mm <sup>2</sup> )
			n.	data		
2533/18-1	CR 1	P. TERRA PILASTRO 14	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2533/18-2	CR 2	P. TERRA PILASTRO 17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2533/18-3	CR 3	SEMINTERRATO PILASTRO 2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2533/18-4	CR 4	SEMINTERRATO PILASTRO 6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

PARAMETRI DI CONTROLLO DEI CAMPIONI AL RICEVIMENTO						ARMATURE NEI CAMPIONI							
Sigla accettazione	Ø medio (mm)	H medio (mm)	Dim. max aggregato (mm)	Esame visivo del campione	Condizioni di conservazione	Ø barra (mm)	Distanza dal centro (x) (mm)		Distanza dall'estremità (mm)				
							A	B	(z)		(w)		
2533/18-1	75	134	31	nessuna anomalia	in aria	--	--	--	--	--	--	--	--
2533/18-2	75	134	27	nessuna anomalia	in aria	--	--	--	--	--	--	--	--
2533/18-3	104	161	27	nessuna anomalia	in aria	--	--	--	--	--	--	--	--
2533/18-4	104	178	26	nessuna anomalia	in aria	--	--	--	--	--	--	--	--

ESITI DELLA PROVA SUI CAMPIONI LAVORATI										
Sigla accettazione	Dimensioni			Area compressa (mm <sup>2</sup> )	Massa volumica (Kg/m <sup>3</sup> )	Carico rottura (KN)	Resistenza unitaria (N/mm <sup>2</sup> )	Modalità rottura	Rettifica	Data Prova
	Ø (mm)	H (mm)	Ø/H							
2533/18-1	75,98	75,56	1,0056	4534,47	2210	155,8	34,4	R	Rc	7-nov-18
2533/18-2	76,08	75,83	1,0032	4545,42	2130	84,1	18,5	R	Rc	7-nov-18
2533/18-3	104,00	103,68	1,0031	8494,32	2160	189,3	22,3	R	Rc	7-nov-18
2533/18-4	103,98	104,04	0,9993	8490,78	2180	245,5	28,9	R	Rc	7-nov-18

**Sigla accettazione:** sigla interna del Laboratorio  
**Sigla sul campione:** sigla all'atto della consegna al Laboratorio  
**Modalità rottura:** R = regolare Ai = anomala (per il valore di "i" cfr. fig. 4 della UNI EN 12390-3:2009)  
 NOTA: n.d. = dato non dichiarato; n.r. = dato non rilevato

**Rettifica:** Rc = cappaggio con miscela sabbia-solfuri; Rm = molatura con mola ad acqua; Tg = taglio con sega ad acqua; No = provino non rettificato perché conforme alla norma  
**Armatura provino:** (x): distanza dal centro; (z), (w): distanza misurata dall'estremità corrispondente alla superficie esterna del campione

A - posizione al ricevimento; B - posizione dopo la lavorazione

NOTA: in conformità al §8.5.3 o dal §11.2.2 delle NTC18, il prelievo dei campioni dalla struttura e l'esecuzione delle prove stesse sono stati effettuati a cura di un laboratorio di cui all'articolo 59 del DPR 380/2001  
 NOTA: in caso di edifici di nuova costruzione, il presente Rapporto di Prova non costituisce un certificato utile ai fini della procedura prevista dalla legge 1086/71

**LO SPERIMENTATORE**

Ing. Andrea Pesaresi

Documento informatico firmato digitalmente  
ai sensi del d.lgs. 7/3/2005 n. 82

**IL DIRETTORE DEL LABORATORIO**

Ing. Roberto Giacchetti

Documento informatico firmato digitalmente  
ai sensi del d.lgs. 7/3/2005 n. 82

<b>RAPPORTO n.</b>	<b>1313/18</b>	<b>del</b>	<b>21-nov-18</b>
Richiesta del			<b>2-nov-18</b>
Verbale Accettazione n.			<b>2533/18</b>
del			<b>7-nov-18</b>

Foglio n. 1 / 1

Richiedente
<b>ING. MANCINI MARCO</b> <b>via della Nazioni, 25</b> <b>JESI (AN)</b>

## PROVE SU STRUTTURE ESISTENTI

### Prove di Trazione e Piegamento ACCIAIO da c. a. (UNI EN ISO 15630-1:2010)

Cantiere:	<b>Scuola dell'infanzia "Pietro e Maria Savini" - via del Pino, 20 - Petriolo (MC)</b>
Committente delle opere:	<b>Comune di Petriolo</b>
Impresa:	<b>n.d.</b>
Direttore dei Lavori:	<b>n.d.</b>
Firma del D.L. sulla richiesta: <b>No</b>	

DATI DICHIARATI					PARAMETRI DI CONTROLLO		
Sigla accettazione	Sigla sul campione	Verbale di Prelievo		Strutture interessate dal prelievo	$\varnothing_{nom}$ (mm)	Tipo di Acciaio	Tipologia provino
		n.	data				
2533/18-1	F1	n.d.	n.d.	P.TERRA PILASTRO 5	16	n.d.	Barra tonda ad aderenza migliorata
2533/18-2	F2	n.d.	n.d.	SEMINTERRATO PILASTRO 4	12	n.d.	Barra tonda ad aderenza migliorata

ESITI DELLE PROVE										
Sigla accettazione	Trazione						Piegamento		Data Prova	
	Dimensioni	Carichi totali		Carichi unitari		ft/fy	Allung. $A_5\%$	Diam. mandrino (mm)		Esito
	$\varnothing_{eff}$ (mm)	Snervamento (N)	Rottura (N)	fy (N/mm <sup>2</sup> )	ft (N/mm <sup>2</sup> )					
2533/18-1	16,27	91000	124000	437,60	596,29	1,36	27,5	--	NR	19-nov-18
2533/18-2	11,92	63000	77000	564,32	689,73	1,22	22,6	--	NR	19-nov-18

**Sigla accettazione:** sigla interna del Laboratorio  
**Sigla sul campione:** sigla all'atto della consegna al Laboratorio  
 $\varnothing_{nom}$ : diametro nominale provino;  $\varnothing_{eff}$ : diametro della barra equipesante

**fy:** se lo snervamento non è chiaramente individuabile, si sostituisce  $f_y$  con  $f_{y(0,2)}$   
**Esito:** C = cricche rilevate; SC = senza cricche; NR = piegamento non richiesto  
NOTA: n.d. = dato non dichiarato; n.r. = dato non rilevato

NOTA: in conformità al §8.5.3 o dal §11.2.2 delle NTC18, il prelievo dei campioni dalla struttura e l'esecuzione delle prove stesse sono stati effettuati a cura di un laboratorio di cui all'articolo 59 del DPR 380/2001

NOTA: in caso di edifici di nuova costruzione, il presente Rapporto di Prova non costituisce un certificato utile ai fini della procedura prevista dalla legge 1086/71

#### LO SPERIMENTATORE

Ing. Andrea Pesaresi

Documento informatico firmato digitalmente  
ai sensi del d.lgs. 7/3/2005 n. 82

#### IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Ing. Roberto Giacchetti

Documento informatico firmato digitalmente  
ai sensi del d.lgs. 7/3/2005 n. 82

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	Pag. 20 di 23

## **APPENDICE FOTOGRAFICA**

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	Pag. 21 di 23



**FOTO 1 – Piano Terra, Pilastro 10.** Ferri di armatura n. 1÷3 e staffa, individuati nella tabella 2.1



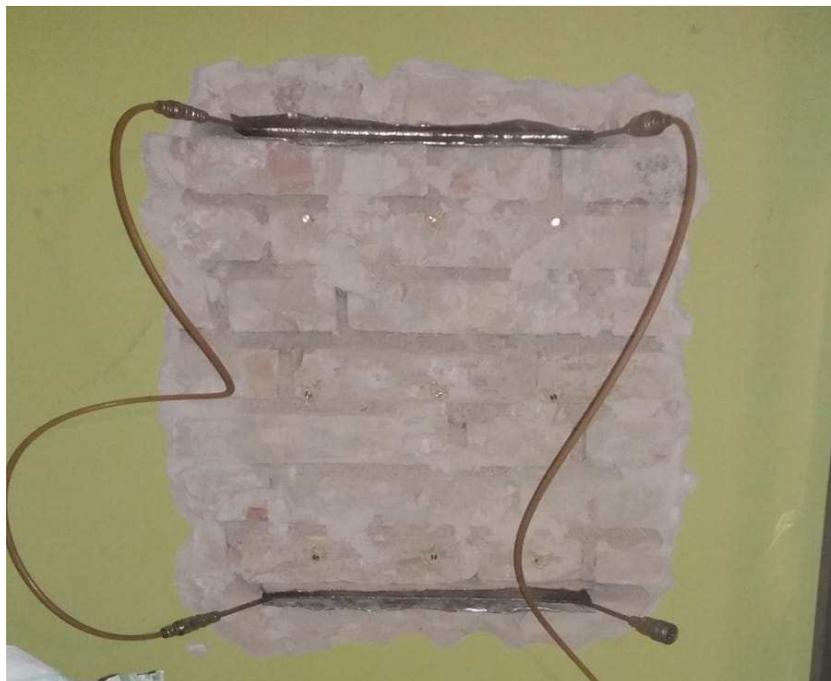
**FOTO 2 – Piano Seminterrato, Trave 1-2.** Ferri di armatura nella zona di mezzeria e staffa, individuati nella tabella 3.1

**Lavoro:**  
SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI"  
via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)

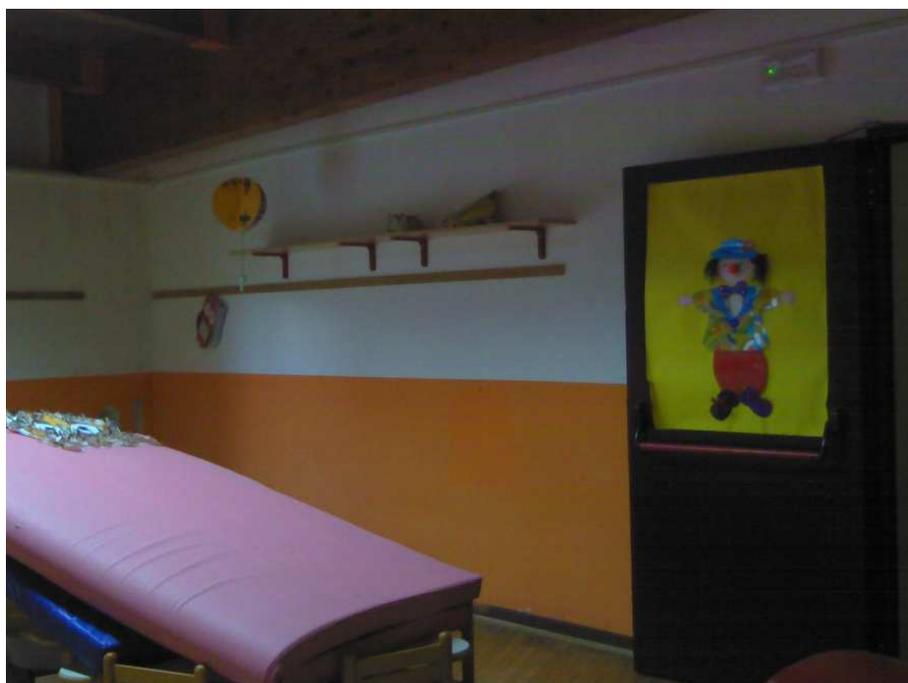
**Committente:**  
COMUNE DI PETRIOLO  
Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)

Relazione Tecnica n. **28/19** del 26 febbraio 2019

Pag. 22 di 23

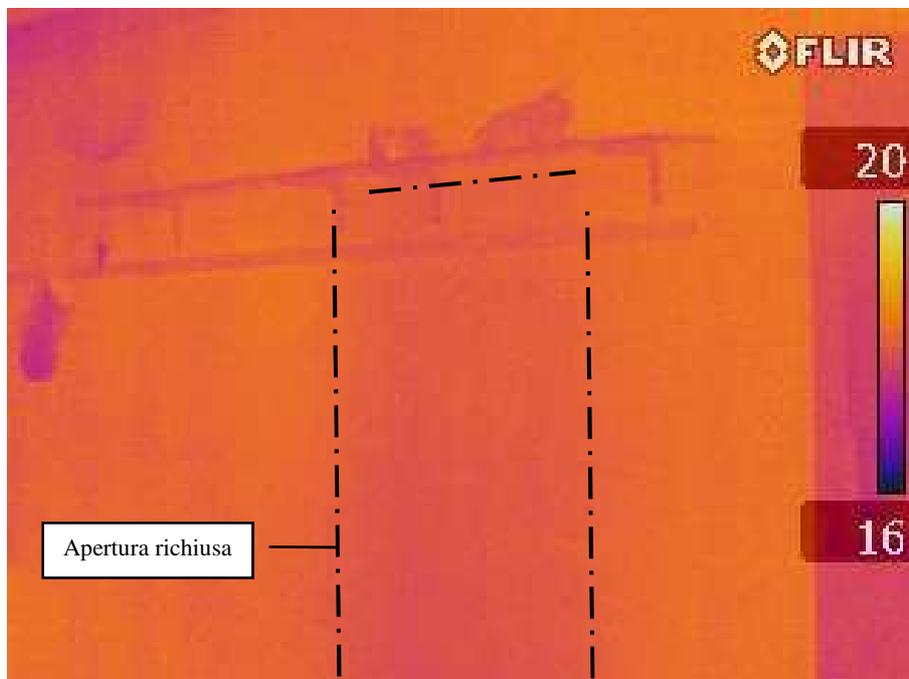


**FOTO 3 – Piano Terra.** Prova con martinetto piatto doppio



**FOTO 4 – Piano Terra.** Immagine della parete interessata dal termogramma visibile nella foto 5 (cfr. tav. 2)

<b>Lavoro:</b> SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO e MARIA SAVINI" via Del Pino, 20 – PETRIOLO (MC)	<b>Committente:</b> COMUNE DI PETRIOLO Piazza San Martino, 1 – PETRIOLO (MC)
Relazione Tecnica n. <b>28/19</b> del 26 febbraio 2019	Pag. 23 di 23



**FOTO 5 – Piano Terra.** Immagine termografica con individuazione di una apertura richiusa nella muratura (cfr. foto 4 e tav. 2)