



COMUNE DI DERUTA
SETTORE LAVORI PUBBLICI
Servizio Edilizia Scolastica e Patrimonio

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ ESECUTIVA PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO
SEDE DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA E DELLA PRIMARIA - COMUNE DI DERUTA, VIA FRANCESCA,
FRAZIONE PONTENUOVO**

Responsabile dell'Area Lavori Pubblici
Geom. Marco Ricciarelli

Responsabile Unico del Procedimento
Geom. Fabio Tamantini

FIGURE PROFESSIONALI

**Responsabile di Commessa e delle Attività di Coordinamento della
Progettazione, Supporto al RUP in fase di Validazione e Gara d'appalto,
Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione**
Arch. Roberto Di Ramio

Responsabile Progettazione Impianti Meccanici
Ing. Massimo Gerosolimo Porziella

**Responsabile Progettazione Edile ed
Architettonica**
Arch. Pietro La Gatta

Responsabile verifica documentaria, referente Enti, Contabilità
Geom. Luca Caroselli

Co-responsabile Progettazione Edile ed Architettonica
Ing. Maurizio Ciarrocchi

Responsabile CAM
Ing. Claudia Viscioni

Responsabile Progettazione Strutturale
Ing. Sebastiano Ortù

**Professionista incaricato nel team per la redazione
del CSP-giovane professionista**
Ing. Francesca Orsini

Co-responsabile Progettazione Strutturale
Ing. Daniele Cianchetta

Responsabile della relazione Geologica
Geol. Tiziano Desiderio

Responsabile Progettazione Impianti Elettrici
Ing. Vincenzo Di Cretico

Consulenti (nel rispetto dell'art. 91, comma 3 del D.lgs 163/2006 e.s.m.i)
Arch. Clelia Dell'Arciprete, Arch. Sara Menna,
Arch. Michele D'Amico, Arch. Laura Di Scipio

Capogruppo



INSIGHT & Co. S.r.l.

Via Tiburtina Valeria, 149/1
65129 Pescara (PE)
Tel. 085/4159367 - Fax. 085.2192520
e-mail: direzionetecnica@insight.co.it
PEC: insight@arubapec.it

Mandante



S.A.G.I. S.r.l.
Società per l'Ambiente,
la Geologia e l'Ingegneria
Via Pasubio, 20
63074 San Benedetto del Tronto (AP)
Tel. e Fax. 0735.757580
e-mail: info@sagistudio.it
PEC: info@pec.sagistudio.it

Mandante



Via Spaventa, 10
63039 Sulmona (AQ)
Tel. 0864.51619 e Fax. 0864.576003
e-mail: studiotechnic@progettointegrato.it
PEC: massimo.gerosolimoporziella@ing.pe.eu

Mandante



**Geol. Tiziano
Desiderio**

Strada San Fele, 29/B
Tel. 347.5780523
e-mail: studiogold@gmail.com
PEC:

CODICE

Doc.07_STR_F

SCALA

CLASSE

Elaborati Documentali

TITOLO

**Relazione sulla Caratterizzazione Meccanica dei Materiali e Definizione
dei Livelli di Conoscenza**



INDICE

1. INTRODUZIONE	3
1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
1.2 INFORMAZIONI DISPONIBILI PER IL FABBRICATO	3
2. DESCRIZIONE DEL FABBRICATO E DELLE INDAGINI EFFETTUATE.....	4
3. SAGGI VISIVI SULLA MURATURA	5
4. INDAGINI ENDOSCOPICHE	7
5. ANALISI CHIMICA SU CAMPIONI DI MALTA	8
6. INDAGINI TENSIONALI CON SINGOLI E DOPPI MARTINETTI PIATTI	9
7. CLASSIFICAZIONE DELLA MURATURA E DEFINIZIONE DEL LIVELLO DI CONOSCENZA	12
8. ALLEGATI.....	15



RELAZIONE SUI MATERIALI

1. INTRODUZIONE

La seguente relazione fa parte del progetto esecutivo per il miglioramento sismico dell'edificio scolastico ospitante la Scuola dell'infanzia e primaria della frazione di Pontenuovo, sito in Via Francescana, n.79 nel Comune di Deruta in provincia di Perugia.

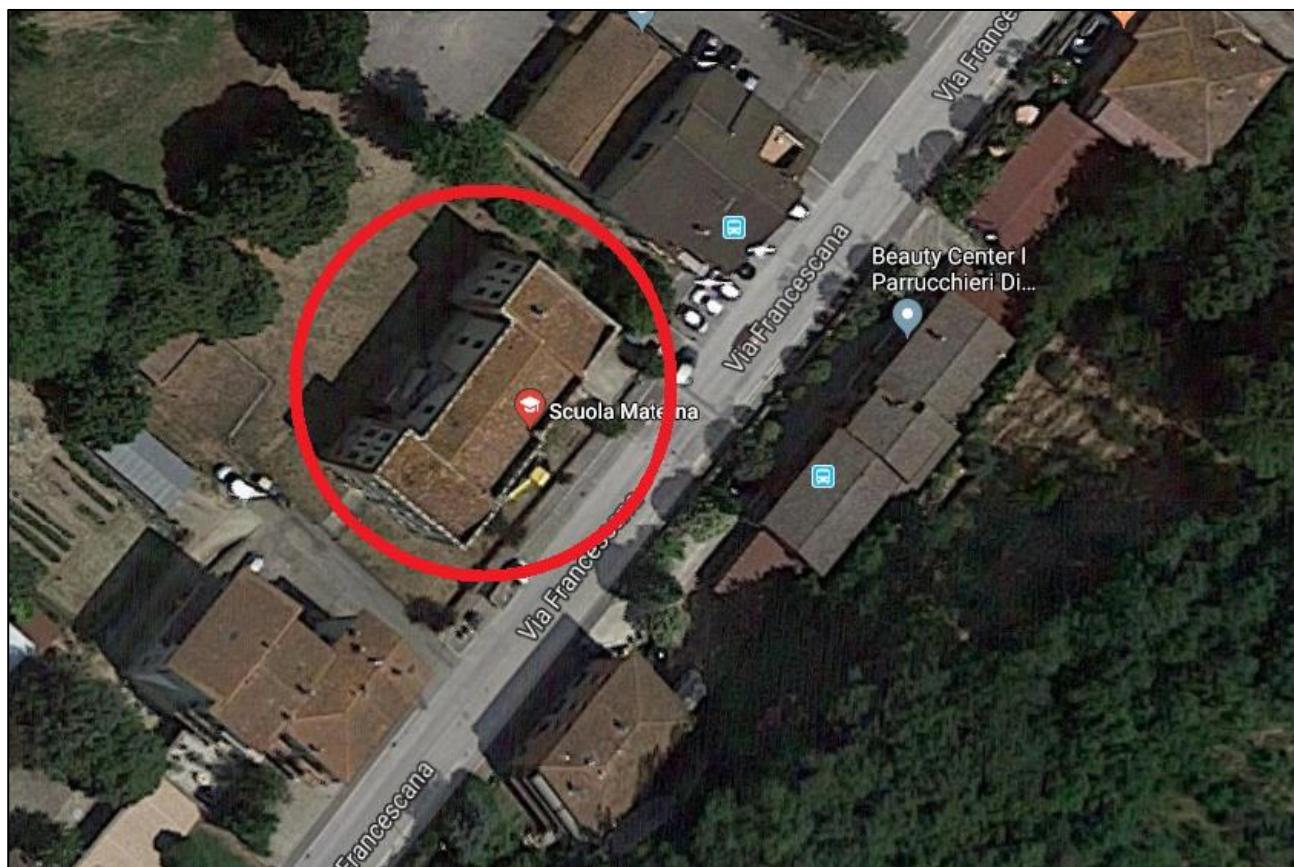


Figura 1: Vista aerea dell'edificio oggetto di studio.

Nel seguito vengono descritte le caratteristiche meccaniche dei materiali e delle tipologie costruttive riscontrate in situ, e la conseguente definizione, in base al livello di approfondimento raggiunto, del livello di conoscenza.

1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'esame della qualità muraria e delle caratteristiche meccaniche, nonché la definizione del livello di conoscenza più opportuno vengono eseguite ai sensi del **D.M. 17/01/2018 – Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni** con particolare riferimento alle indicazioni contenute nel **§8**. Inoltre, si farà altresì riferimento alle indicazioni aggiuntive e alle precisazioni riportate nella **Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP.**

1.2 INFORMAZIONI DISPONIBILI PER IL FABBRICATO

Per la definizione delle caratteristiche meccaniche dei materiali e del livello di conoscenza si farà riferimento alle informazioni desunte dai risultati della campagna di indagini condotta nell'ambito del **“Servizio di verifica di Vulnerabilità Sismica di livello 2**



da eseguire su edifici scolastici ammessi a finanziamento con Decreto del Direttore Generale per interventi in materia di edilizia scolastica, per la gestione dei fondi strutturali per l'istruzione e per l'innovazione digitale 18 luglio 2018, n. 363". In particolare, si farà riferimento ai seguenti elaborati che si intendono integralmente richiamati, e fanno parte del presente progetto esecutivo.

- **TAV.1** *Piante prospetti stato attuale, rilievo strutturale e fotografico dei materiali e posizionamento delle prove;*
- **TAV.A1** *Indagini sperimentali;*
- **TAV.DF** *Documentazione fotografica.*

2. DESCRIZIONE DEL FABBRICATO E DELLE INDAGINI EFFETTUATE

L'edificio scolastico di Pontenuovo è una costruzione realizzata in muratura ordinaria tradizionale, composta da un unico corpo di fabbrica con geometria compatta assimilabile ad un rettangolo, del tutto simile agli altri edifici scolastici esistenti nel Comune di Deruta e comuni limitrofi. Il fabbricato, presenta un'architettura tipica del periodo dei primi anni '50, e si sviluppa complessivamente su 3 livelli (dei quali il primo parzialmente interrato), aventi altezze di interpiano pari a circa 3,50 m.

Per la caratterizzazione delle strutture portanti e della geometria del fabbricato sono state eseguite le seguenti campagne di rilievo e di indagini sperimentali:

- Analisi storico critica del manufatto e della documentazione progettuale disponibile per l'opera;
- Rilievo geometrico-strutturale approfondito degli ingombri esterni ed interni e dei dettagli costruttivi e successiva restituzione grafica;
- Esecuzione di saggi visivi sulla muratura effettuati anche ricorrendo a parziali rimozioni di intonaco, ed analisi visiva della tessitura muraria e della tipologia costruttiva;
- Esecuzione di indagini tensionali dirette con l'impiego di singoli e doppi martinetti piatti;
- Esecuzione di analisi chimica su campioni di malta prelevati in sito;
- Esecuzione di indagini dirette sui solai con l'impiego di sonde endoscopiche;



3. SAGGI VISIVI SULLA MURATURA

Come precedentemente riportato, nell'ambito del “*Servizio di verifica di Vulnerabilità Sismica di livello 2 da eseguire su edifici scolastici ammessi a finanziamento con Decreto del Direttore Generale per interventi in materia di edilizia scolastica, per la gestione dei fondi strutturali per l'istruzione e per l'innovazione digitale 18 luglio 2018, n. 363*”, sono stati eseguiti una serie di saggi diretti sulla muratura, estesi su diversi elementi portanti verticali e distribuiti sui vari livelli del fabbricato.

Inoltre, lungo i prospetti esterni, sono presenti ampie porzioni di muratura con finitura *“faccia a vista”* che consentono lo studio della tessitura muraria senza necessità di ricorrere a ulteriori saggi diretti sulle murature.

Data l'entità della documentazione disponibile non si è ritenuto necessario ricorrere ad ulteriori saggi sulla muratura.

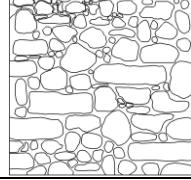
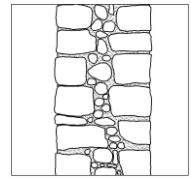
Si riportano nel seguito due immagini tipologiche facenti riferimento alle indagini eseguite e sopra richiamate. Le immagini sono accompagnate da una scheda di rilievo che descrive le informazioni fondamentali per l'individuazione delle caratteristiche strutturali del paramento.

MURATURA IN PIETRA

Sigla Saggio: SV 7	
Livello: PIANO TERRA	
Tipo di indagine: Visiva	
Ruolo strutturale: Muratura portante	
Descrizione elementi costitutivi: Muratura con blocchi lapidei sbozzati di medie dimensioni (diagonale >15 cm, <25 cm)	
Descrizione malta: Malta a base calce di consistenza friabile e cattivo stato di conservazione.	
Descrizione intonaco: Intonaco base calce	
CARATTERISTICHE PARAMENTO MURARIO	
Tessitura: Irregolare.	
Sfalsamento giunti verticali: Parzialmente rispettato.	



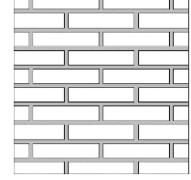


Disposizione:	Irregolare.	
CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE		
Tipologia:	Muratura a conci sbozzati.	
Presenza dei vuoti:	Non indagata.	
Collegamenti trasversali:	Non indagati.	

MURATURA IN MATTONI PIENI

Sigla Saggio:	PROSPETTO S-E	
Livello:	PIANO TERRA	
Tipo di indagine:	Visiva	
Ruolo strutturale:	Muratura portante	
Descrizione elementi costitutivi:	Muratura in mattoni pieni di laterizio	
Descrizione malta:	Malta a base calce di consistenza compatta e buono stato di conservazione.	
Descrizione intonaco:	Assente	

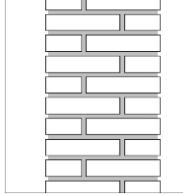
CARATTERISTICHE PARAMENTO MURARIO

Tessitura:	Regolare.	
Sfalsamento giunti verticali:	Rispettato.	
Disposizione:	Regolare.	

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE

Tipologia:	Muratura in mattoni pieni.	
Presenza dei vuoti:	Non indagata.	



Collegamenti trasversali: Non indagati.		
--	---	--

Le schede di rilievo sopra riportate sono riassuntive delle tipologie murarie riscontrate in sito, per visionare i risultati degli ulteriori saggi visivi, nonché per localizzare gli stessi all'interno del fabbricato, si rimanda agli elaborati *TAV.1- Pianta, prospetti stato attuale, rilievo strutturale e fotografico dei materiali e posizionamento delle prove*, e all'elaborato *TAV.DF – Documentazione fotografica*.

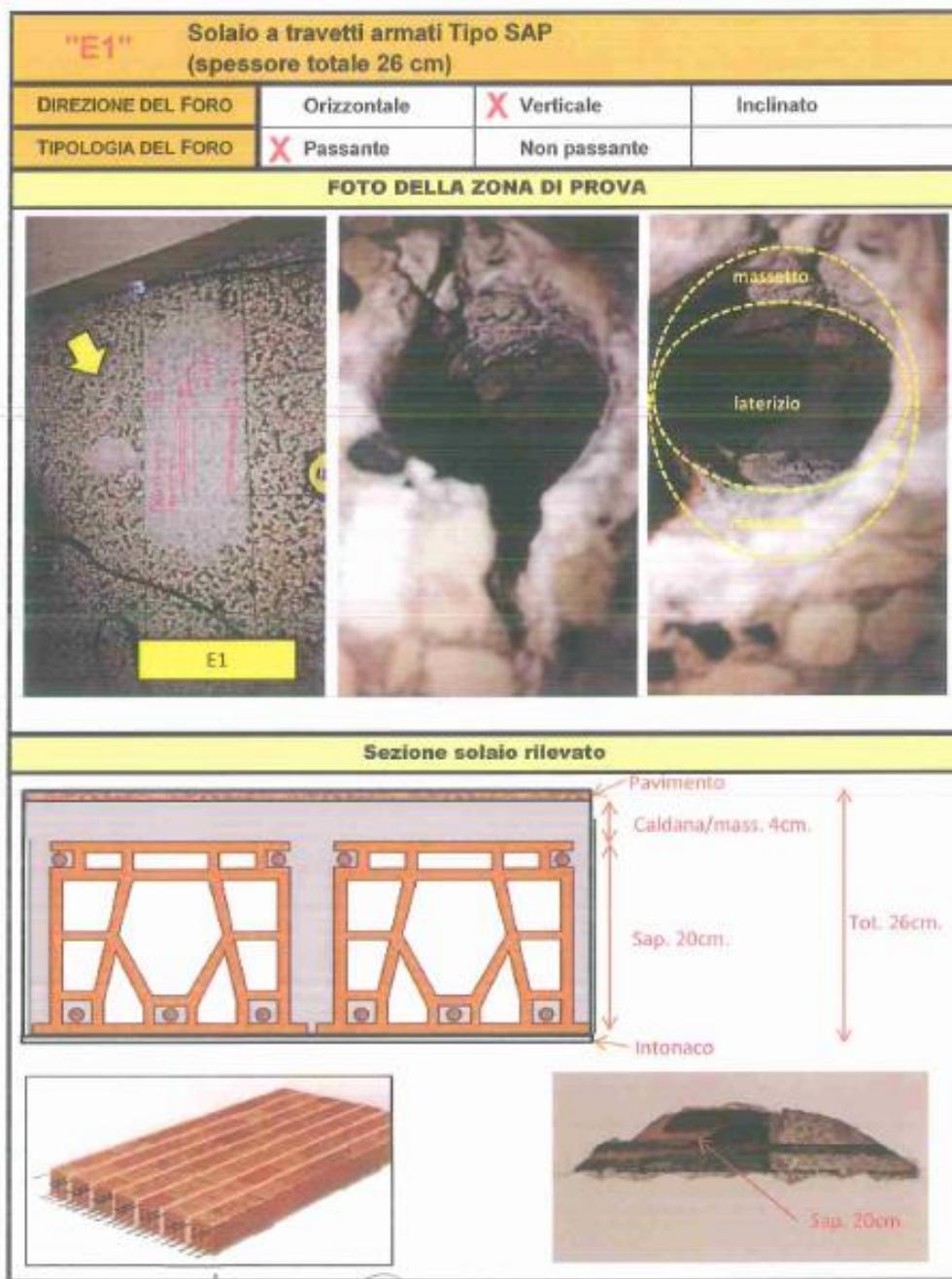
4. INDAGINI ENDOSCOPICHE

L'indagine endoscopica consente l'ispezione visiva diretta della sezione dell'elemento strutturale oggetto di indagine. Viene eseguito tramite la predisposizione di un foro di diametro opportuno, all'interno del quale viene eseguito l'inserimento e l'avanzamento di una piccola sonda (rigida o flessibile) collegata ad un video-endoscopio, dotato di un gruppo ottico con sorgente luminosa. Questi strumenti d'indagine sono in grado di verificare e documentare la visione interna degli elementi indagati con la possibilità di memorizzare immagini e filmati.

È un'indagine debolmente invasiva e nel caso in esame è stata impiegata per analizzare la sezione degli orizzontamenti.

L'indagine è stata condotta a cura della **ISTEDIL S.p.A.** via Tiburtina km 18,300 00012 Guidonia M. (Roma), ed i risultati sono descritti in maniera estensiva nel **rapporto di prova N.18/2019 – 20** del 11.01.2019, riportato integralmente nell'elaborato *TAV.A1 – Indagini sperimentali*, che si allega per completezza alla presente.

Nel seguito si riporta una scheda riepilogativa dei risultati dell'indagine endoscopica condotta:



5. ANALISI CHIMICA SU CAMPIONI DI MALTA

Per determinare la natura della malta presente in sito, e poterne quindi stimare le sue proprietà chimico - fisiche, è stata eseguita un'analisi chimico fisica su n. 7 campioni di malta prelevati. Le prove sono state volte a valutare *la massa volumica, la porosità accessibile all'acqua, il contenuto di ossido di calcio, il contenuto di cemento*.

Il prelievo dei campioni, il conferimento in laboratorio e la successiva analisi degli stessi stata condotta a cura della **ISTEDIL S.p.A.** via Tiburtina km 18,300 00012 Guidonia M. (Roma), ed i risultati sono descritti in maniera estensiva nel **rapporto di prova N.18/2019 – 19** del 08.02.2019, riportato integralmente nell'elaborato **TAV.A1 – Indagini sperimentali**, che si allega per completezza alla presente.



Si riporta un estratto del rapporto di prova richiamato che riassume gli aspetti salienti dei risultati delle analisi condotte:

PM1		
Tipo di malta	Calce + sabbia silicea	
Massa volumica a secco	1580	Kg/m ³
Porosità accessibile all'acqua	28.5	%
Contenuto di calce, come Ca(OH) ₂	10.5	%
	(165.9	Kg/m ³)
Considerando una massa volumica apparente della calce idrata in polvere pari a 650 Kg/m ³ ed un titolo in idrossido di calcio dell'85 %, si ottiene il seguente rapporto in volume:		
0.90 parti di calce idrata + 3 parti di sabbia silicea		
per il confezionamento di una malta equivalente a quella esaminata.		
Sulla base della sola composizione chimica la malta non è classificabile come M 2.5, ai fini del DM 17/01/2018 – tabella 11.10.V e pertanto la sua resistenza a compressione non può essere assunta pari a 2.5 N/mm ² . Il campione di malta esaminato risulta in gran parte disgregato e le parti compatte si disgregano spontaneamente per immersione in acqua. La malta ha sicuramente subito un degrado chimico-fisico e/o dilavamento che ne ha ulteriormente compromesso la resistenza meccanica reale.		

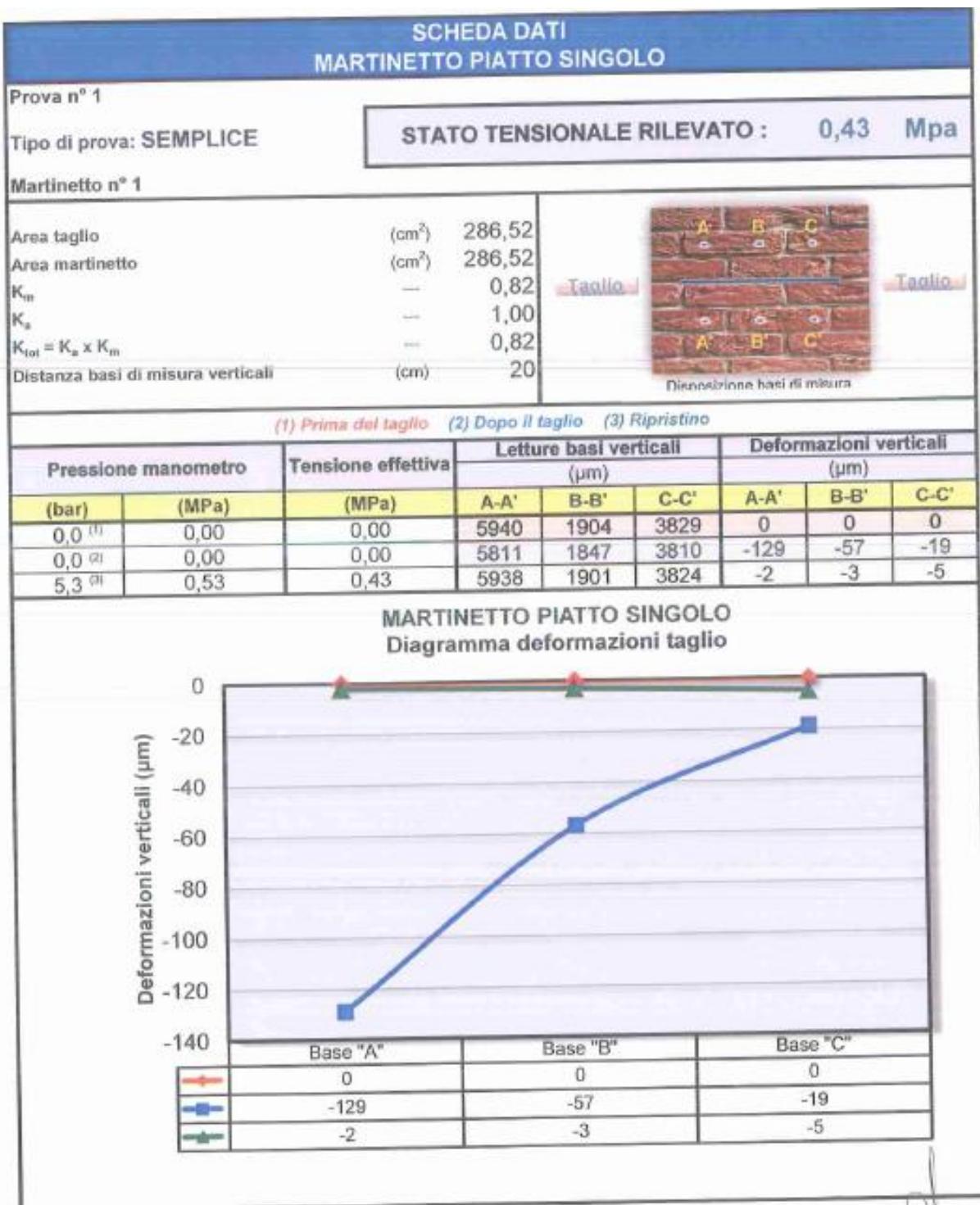
6. IDNAGINI TENSIONALI CON SINGOLI E DOPPI MARTINETTI PIATTI

L'esecuzione di prove con martinetti piatti doppi e singoli hanno consentito di valutare lo stato tensionale della muratura in sito, nonché il modulo elastico e la resistenza a compressione.

L'indagine è stata condotta a cura della **ISTEDIL S.p.A.** via Tiburtina km 18,300 00012 Guidonia M. (Roma), ed i risultati sono descritti in maniera estensiva nel **rapporto di prova N.18/2019 – 18** del 11.01.2019, riportato integralmente nell'elaborato **TAV.A1 – Indagini sperimentali**, che si allega per completezza alla presente.

Nel seguito si riporta due schede riepilogative dei risultati dell'indagine condotta:







SCHEDA DATI MARTINETTO PIATTO DOPPIO										
Prova n° 1		TENSIONE MASSIMA RILEVATA : 2,95 Mpa								
Tipo di prova: DOPPIO										
Martinetti n° 1 e 2										
Area taglio superiore	(cm ²)	286,52	Taglio sup.	A'	B'	C'	Taglio sup.			
Area taglio inferiore	(cm ²)	286,52	Taglio inf.	D	E	F	Taglio inf.			
Area martinetto	(cm ²)	286,52		A''	B''	C''				
K _m	—	0,82								
K _a	—	1,00								
K _{tot} = K _a × K _m	—	0,82								
Distanza basi di misura verticali	(cm)	20	Disposizione basi di misura							
Distanza basi di misura orizzontal.	(cm)	20								
Distanza tagli	(cm)	40								
Pressione manometro		Tensione effettiva	Lettura basi verticali e orizzontali (μm)				Deformazioni verticali e orizzontali (μm)			
(bar)	(MPa)	(MPa)	A'-A''	B'-B''	C'-C''	D-D'	A'-A''	B'-B''	C'-C''	D-D'
0	0,00	0,00	2195	2191	4379	2468	0	0	0	0
3	0,30	0,25	2178	2183	4352	2477	17	8	27	9
6	0,60	0,49	2150	2176	4269	2479	45	15	110	11
9	0,90	0,74	2036	2142	4197	2484	159	49	182	16
0	0,00	0,00	2167	2190	4291	2469	28	1	88	1
12	1,20	0,98	1988	2120	4156	2489	207	71	223	21
15	1,50	1,23	1951	2103	4051	2525	244	88	328	57
18	1,80	1,48	1831	2085	3873	2598	364	106	506	130
0	0,00	0,00	2046	2128	3958	2525	149	63	421	57
21	2,10	1,72	1749	2070	3628	2653	446	121	751	185
24	2,40	1,97	1696	2018	3329	2751	499	173	1050	283
27	2,70	2,21	1636	1980	3117	2832	559	211	1262	364
0	0,00	0,00	1947	2058	3392	2749	248	133	987	281
30	3,00	2,46	1591	1965	2988	2853	604	226	1391	385
33	3,30	2,71	1544	1935	2898	2966	651	256	1481	498
36	3,60	2,95	1499	1909	2813	3078	696	282	1566	610
0	0,00	0,00	1773	1997	2962	2953	422	194	1417	485



7. CLASSIFICAZIONE DELLA MURATURA E DEFINIZIONE DEL LIVELLO DI CONOSCENZA

Alla luce delle indagini visive e strumentali condotte, la muratura per la porzione oggetto del presente progetto, presenta le caratteristiche di seguito riportate:

TIPOLOGIA MURARIA PREVALENTE (M – A)

- Elementi lapidei:** di medie e grandi dimensioni, di origine calcarea detritica.
- Malta:** a base di calce e sabbia, di consistenza friabile in cattivo stato di conservazione.
- Lavorazione:** facce sbozzata, con sufficiente regolarità nella posa in opera e orizzontalità solo parzialmente rispettata.
- Sezioni trasversali:** Due paramenti accostati, generalmente non ammorsati.
- Collegamenti:** connessioni trasversali dei paramenti scadenti e non regolari.
- Irregolarità:** Presenza di elementi in laterizio e scaglie di pietra con funzione di rinzeppatura.

TIPOLOGIA MURARIA SECONDARIA (M – B)

- Elementi lapidei:** mattoni pieni in laterizio.
- Malta:** a base calce, di consistenza compatta in discreto stato di conservazione.
- Sezione trasversale:** muratura a tre teste.
- Collegamenti:** secondo tessitura dei mattoni.
- Irregolarità:** Orizzontalità del piano di posa e sfalsamento dei giunti verticali rispettato.

L'esame della qualità muraria e le caratteristiche meccaniche vengono effettuate in riferimento alla Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n.7 del 21/01/2019 "Istruzioni per l'applicazione dell' aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018.

Nella tabella C8.5.I della Circolare si definiscono i valori di riferimento dei parametri meccanici e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura, riferiti, con l'eccezione dell'ultima riga, alle seguenti condizioni: malta di modeste caratteristiche (resistenza media a compressione **fm** stimabile tra 0,7 e 1,5 N/mm²), assenza di ricorsi (listature), paramenti semplicemente accostati o mal collegati, tessiture (nel caso di elementi regolari) a regola d'arte, muratura non consolidata.

Si riporta nel seguito per migliore chiarezza la tabella C8.5.I



Tabella C8.5.1 -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: f = resistenza media a compressione, τ_0 = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), f_{v0} = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), E = valore medio del modulo di elasticità normale, G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, w = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f (N/mm ²)	τ_0 (N/mm ²)	f_{v0} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(**) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione f può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(***) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

Come si può notare, la tabella non fornisce un valore esatto delle caratteristiche meccaniche delle varie tipologie di muratura, bensì offre un range di valori. La scelta dei parametri più opportuni è dettata dal livello di conoscenza raggiunto con le indagini. In questo caso **l'estensione e l'approfondimento delle indagini condotte consentono di raggiungere un livello di conoscenza pari ad LC2**, pertanto, si dovranno adottare come valori caratteristici, i valori medi sia per quanto riguarda le resistenze che per quanto riguarda le rigidezze.

In tabella C8.5.II della Circolare si definiscono invece i coefficienti migliorativi nel caso in cui la muratura presenti caratteristiche migliori rispetto alle condizioni descritte in precedenza.



Tabella C8.5.II - Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei quadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o simili).

(**) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(***) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione f_m superiore a 2 N/mm². In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a $f_m^{0,35}$ (f_m in N/mm²).

(****) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

Da quanto rilevato in situ e dalle indagini effettuate, considerando lo stato di conservazione dei materiali ed il quadro fessurativo presente allo stato attuale nel manufatto, possono definirsi, come di seguito riportato, le caratteristiche meccaniche delle tipologie murarie riscontrate e i coefficienti correttivi utilizzati per ciascuna tipologia:

Tipologia muraria M-A	f_m (N/cm ²) Min- Max	τ_0 (N/cm ²) Min- Max	f_{v0} (N/cm ²) Min- Max	E (N/mm ²) Min- Max	G (N/mm ²) Min- Max	W (KN/m ³)
Muratura a conci sbozzati con paramenti di spessore disomogeneo	200	3,5 – 5,1	-	1020 - 1440	340 – 480	20
Valori considerati (LC2)	200	4,3	-	1230	410	20
Parametri correttivi utilizzati			-			/
Valori corretti	200	4,3	-	1230	410	20

Tipologia muraria M-B	f_m (N/cm ²) Min- Max	τ_0 (N/cm ²) Min- Max	f_{v0} (N/cm ²) Min- Max	E (N/mm ²) Min- Max	G (N/mm ²) Min- Max	W (KN/m ³)
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	260-430	5,0 – 13,0	13,0 – 27,0	1200 - 1800	400 – 600	18
Valori considerati (LC2)	345	9,0	20	1500	500	18
Parametri correttivi utilizzati			-			/

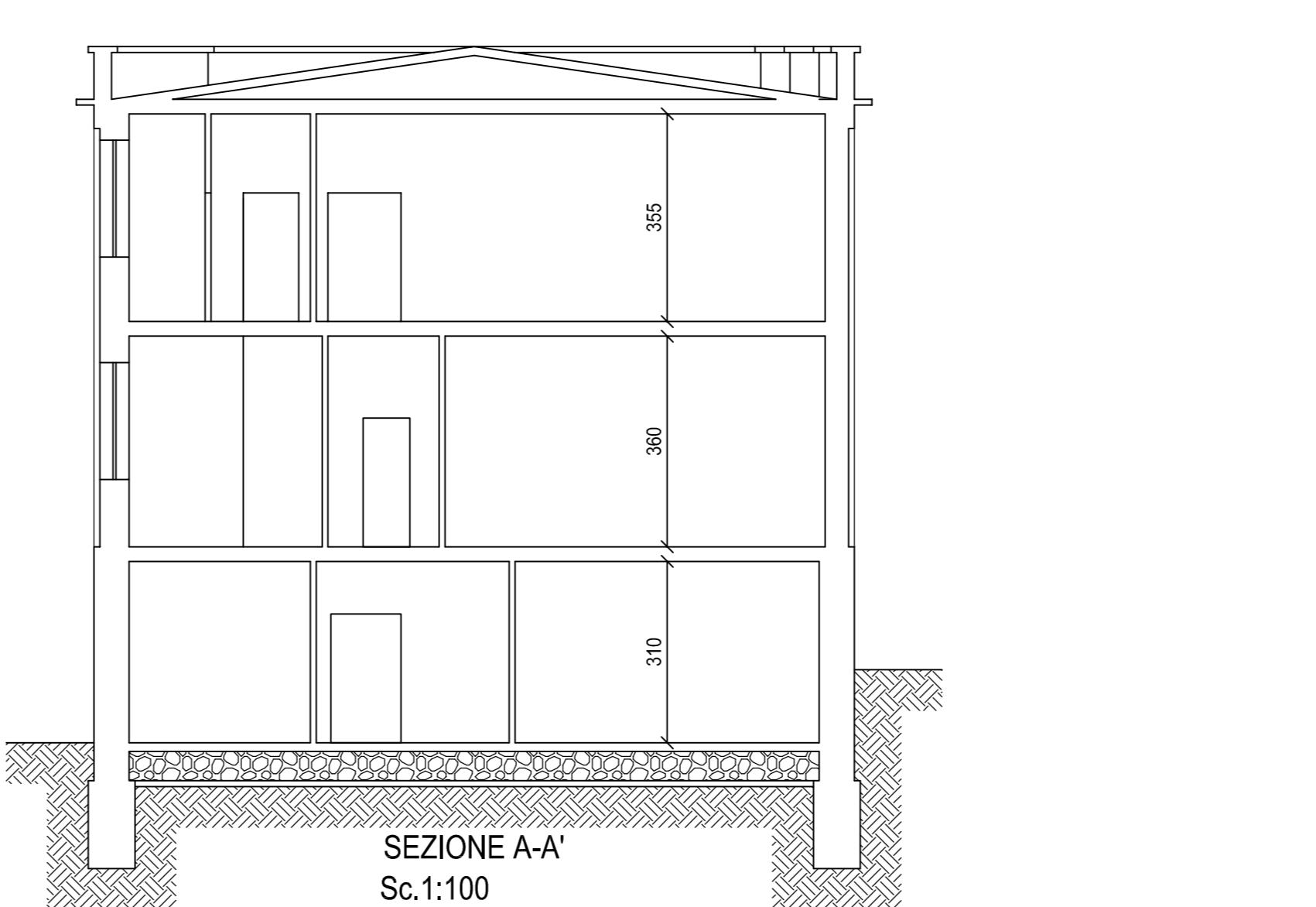
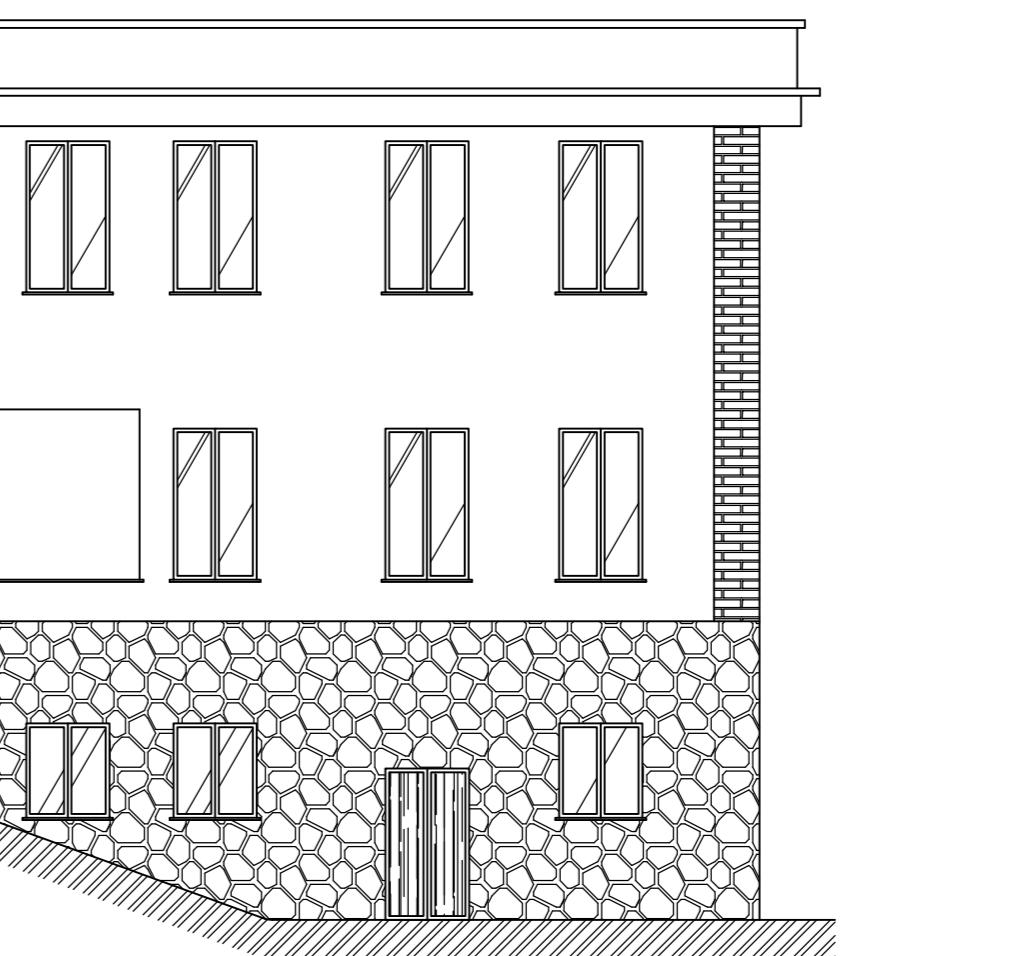
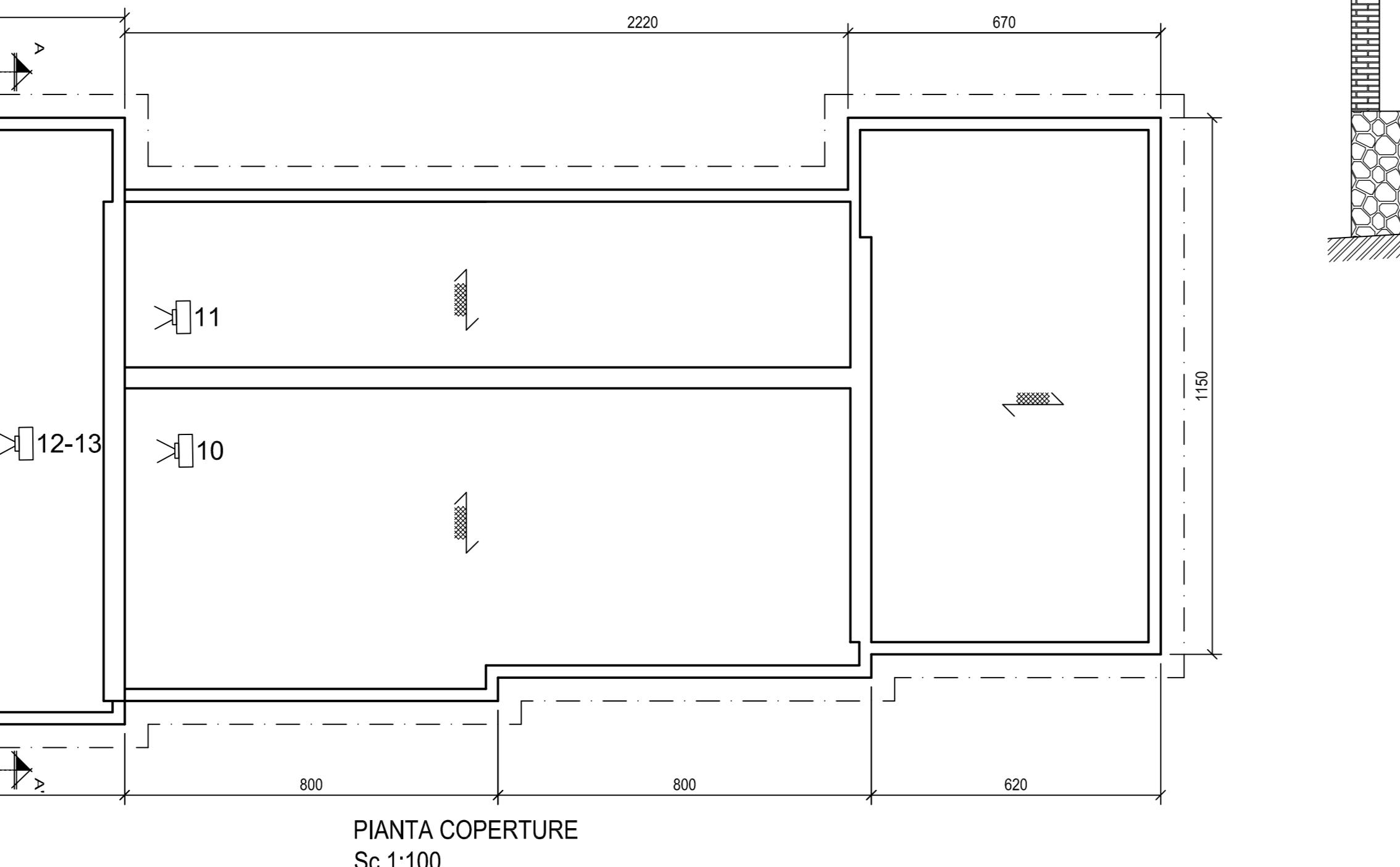
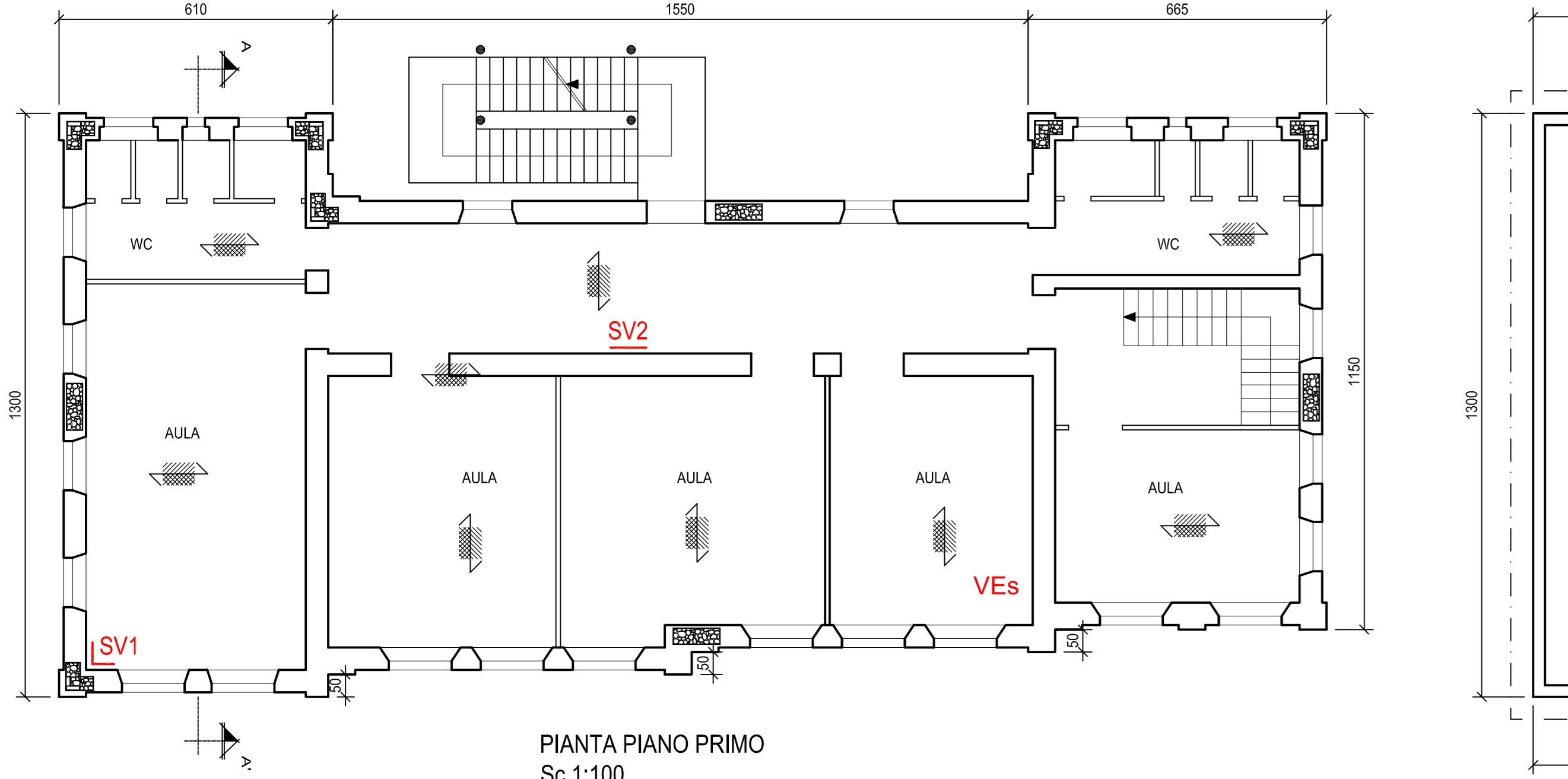
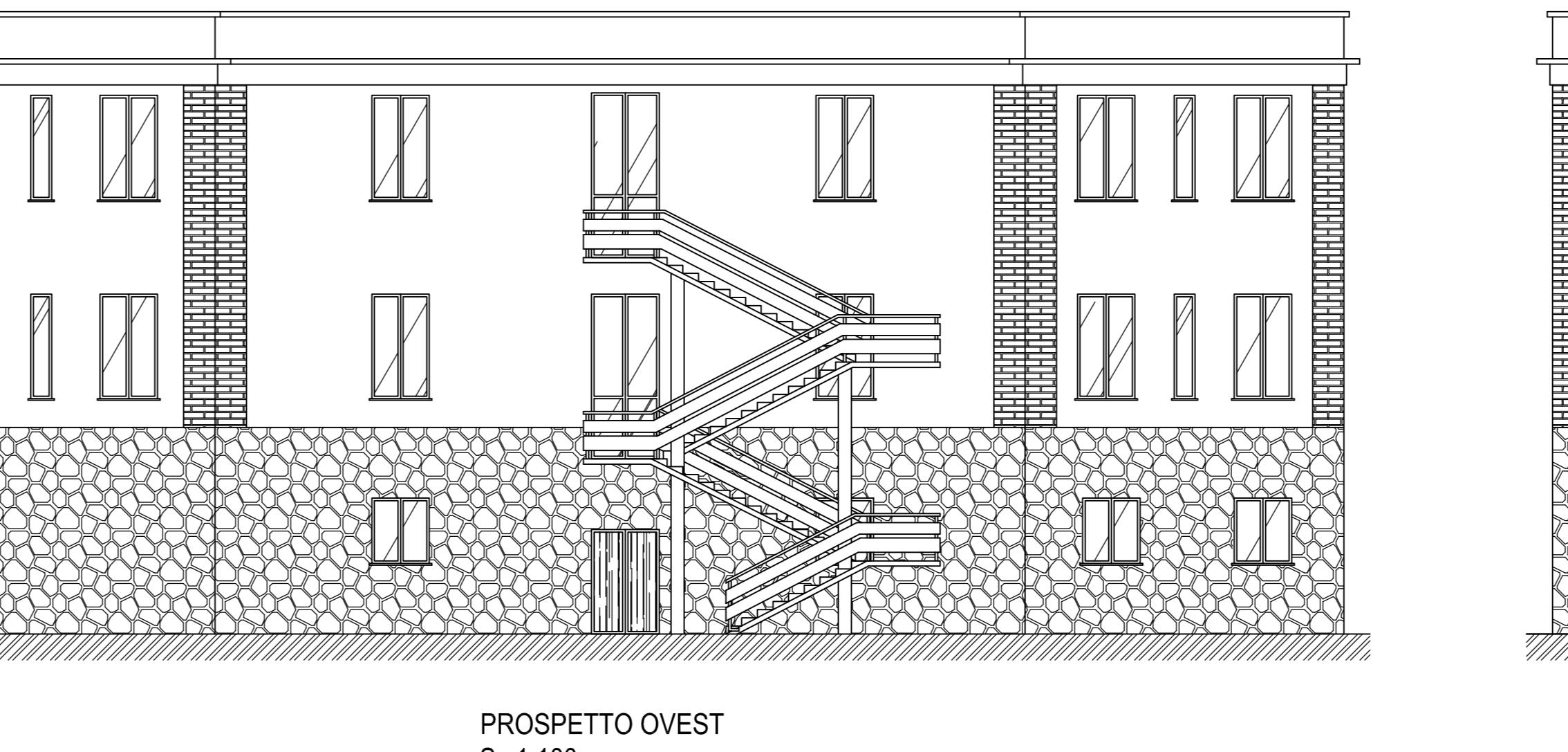
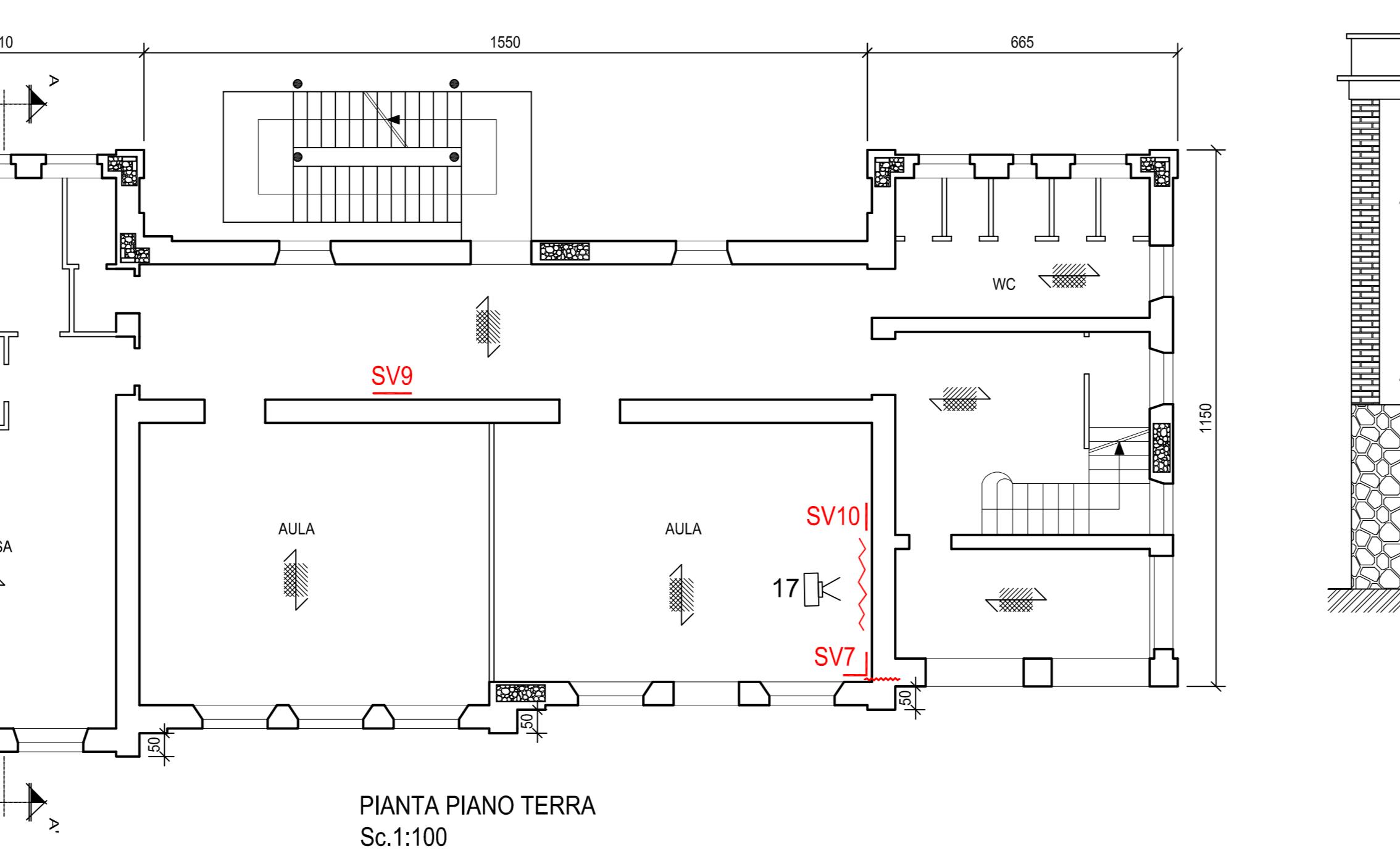
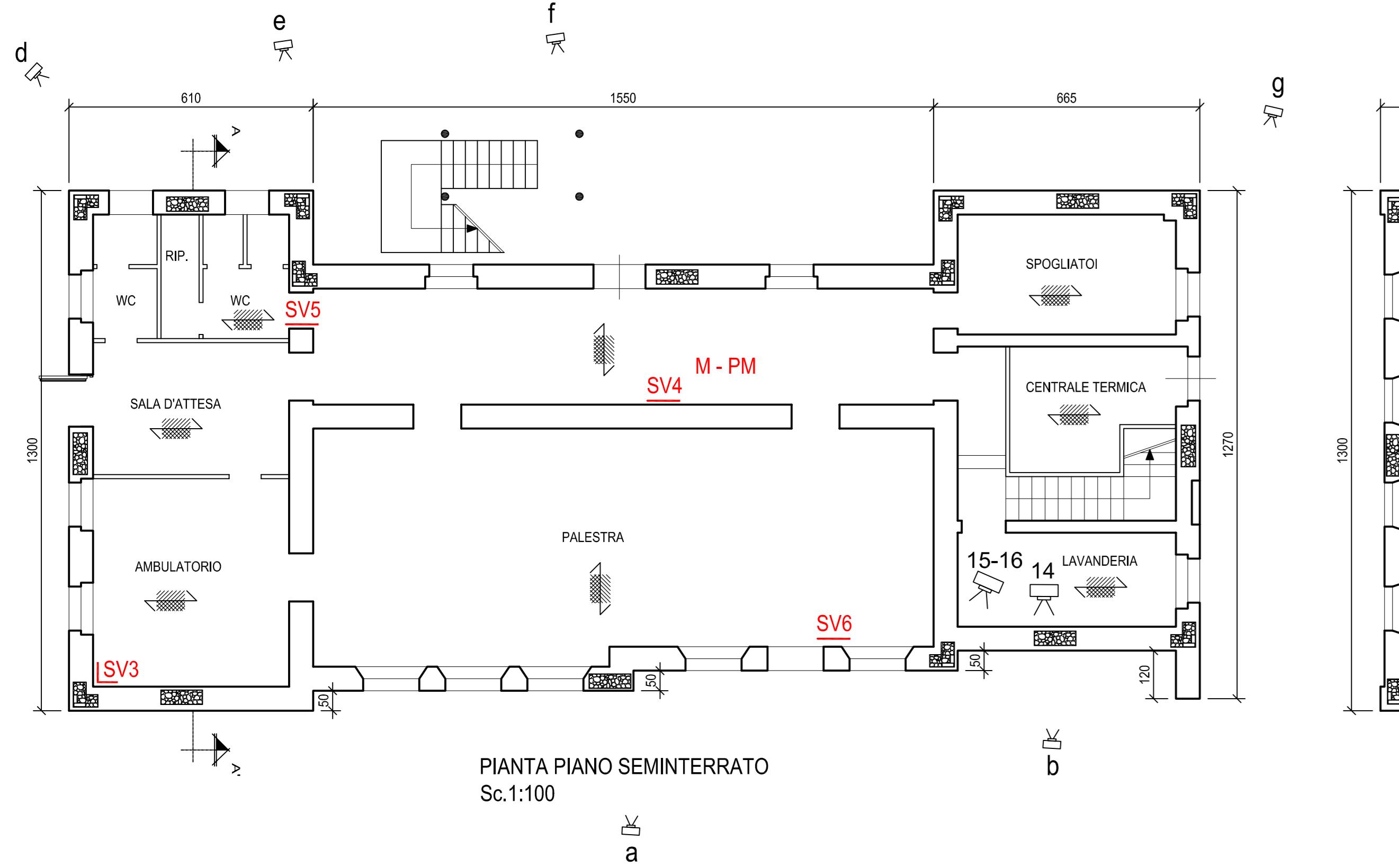


Valori corretti	345	9,0	20	1500	500	18
-----------------	-----	-----	----	------	-----	----

8. ALLEGATI

- **TAV.1** *Piante prospetti stato attuale, rilievo strutturale e fotografico dei materiali e posizionamento delle prove;*
- **TAV.A1** *Indagini sperimentali;*
- **TAV.DF** *Documentazione fotografica.*

I Progettisti



PROGETTAZIONE IN ACCORDO A: "D.M.14/01/08 - CIRC. 02/02/2009 N°617"	
Vita nominale della struttura (VN par. 2.4.1 D.M.14/01/08)	= 50 anni (cost. tipo 2)
Classe d'uso dell'edificio (par. 2.4.3 D.M.14/01/08)	= III
Coefficiente d'uso (Cu par. 3.2.3 D.M.14/01/08)	= 1.5
Categoria topografica (par. 3.2.2 D.M.14/01/08)	= T1
Classificazione sottosuolo (par. 3.2.2 D.M.14/01/08)	= B
COORDINATE GEOGRAFICHE DEL SITO (ED 50): (par. 3.2 ed Allegati D.M. 14.01.08)	
LAT. 43.010071	LONG. 12.429784

LEGENDA LESIONI	LEGENDA SOLAI
LESIONE ISOLATA	LATERIZIO - C.A.
LESIONE DIFFUSA	C.A.
LESIONE SUL SOLAIO	

LEGENDA CAMPAGNA PROVE	
C	Estrazione carote
PB	Prova Brinell
SV	Saggio visivo
VEs	Videoendoscopica solai
VEm	Videoendoscopica muratura
M	Martinetti piatti singoli e doppi
PM	Prelievo di malta
S	Sonreb
P	Pacometro



Committente: AREA TECNICA DEL COMUNE DI DERUTA
Geom. Marco Ricciarelli

OGGETTO: PIANTE, PROSPETTI STATO ATTUALE, RILIEVO STRUTTURALE E FOTOGRAFICO, DEI MATERIALI E POSIZIONAMENTO DELLE PROVE.

SCALA: 1:100 PLOTTAGGIO: 1:1 FILE: 1816 Selia

REV. DATA REDATTO APPROVATO MOTIVAZIONE
A 30-01-2019 U. TASSI PRIMA EMISSIONE
B
C

TAV.: 1

Stampa: 1000x1000 mm - Data: 10/02/2019 - Pagine: 1

Questo documento è di nostra proprietà. È proibita la riproduzione anche parziale e/o la cessione a terzi senza la nostra autorizzazione.

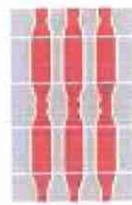
Ufficio delle Poste - Poste Italiane - 06135 Perugia - Pec: Perugia.tess1@pecposte.it - P.IVA 01982520547

Ufficio delle Poste - Poste Italiane - 06135 Perugia - Pec: Perugia.tess1@pecposte.it - P.IVA 01982520547

Ufficio delle Poste - Poste Italiane - 06135 Perugia - Pec: Perugia.tess1@pecposte.it - P.IVA 01982520547

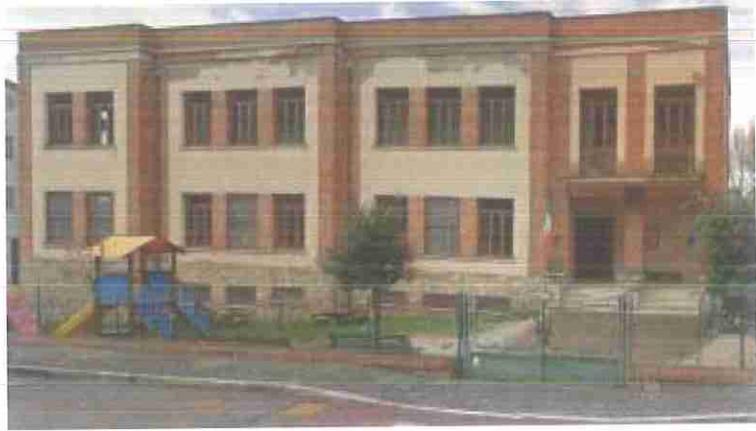


COMUNE DI DERUTA



REGIONE DELL'UMBRIA

Servizio di Verifica di Vulnerabilità Sismica di livello 2 (LC2) da eseguire su edifici scolastici ammessi a finanziamento con Decreto del Direttore della Direzione Generale per interventi in materia di edilizia scolastica, per la gestione dei fondi strutturali per l'istruzione e per l'innovazione digitale 18 luglio 2018, n. 363



**SCUOLA DELL'INFANZIA E PRIMARIA DI PONTENUOVO
VIA FRANCESCA, 79 DERUTA (PG)**



Via Orazio Tramontani n.52,
P. S. Giovanni 06135 Perugia,
tel. 075/394485 fax. 075/395926
E-mail: mtprogetti@mtprogetti.it
Pec: umberto.tassi2@ingpec.eu
P.IVA 01983250547

Committente:
AREA TECNICA DEL COMUNE DI DERUTA
Geom. Marco Ricciarelli

INDAGINI SPERIMENTALI

A1

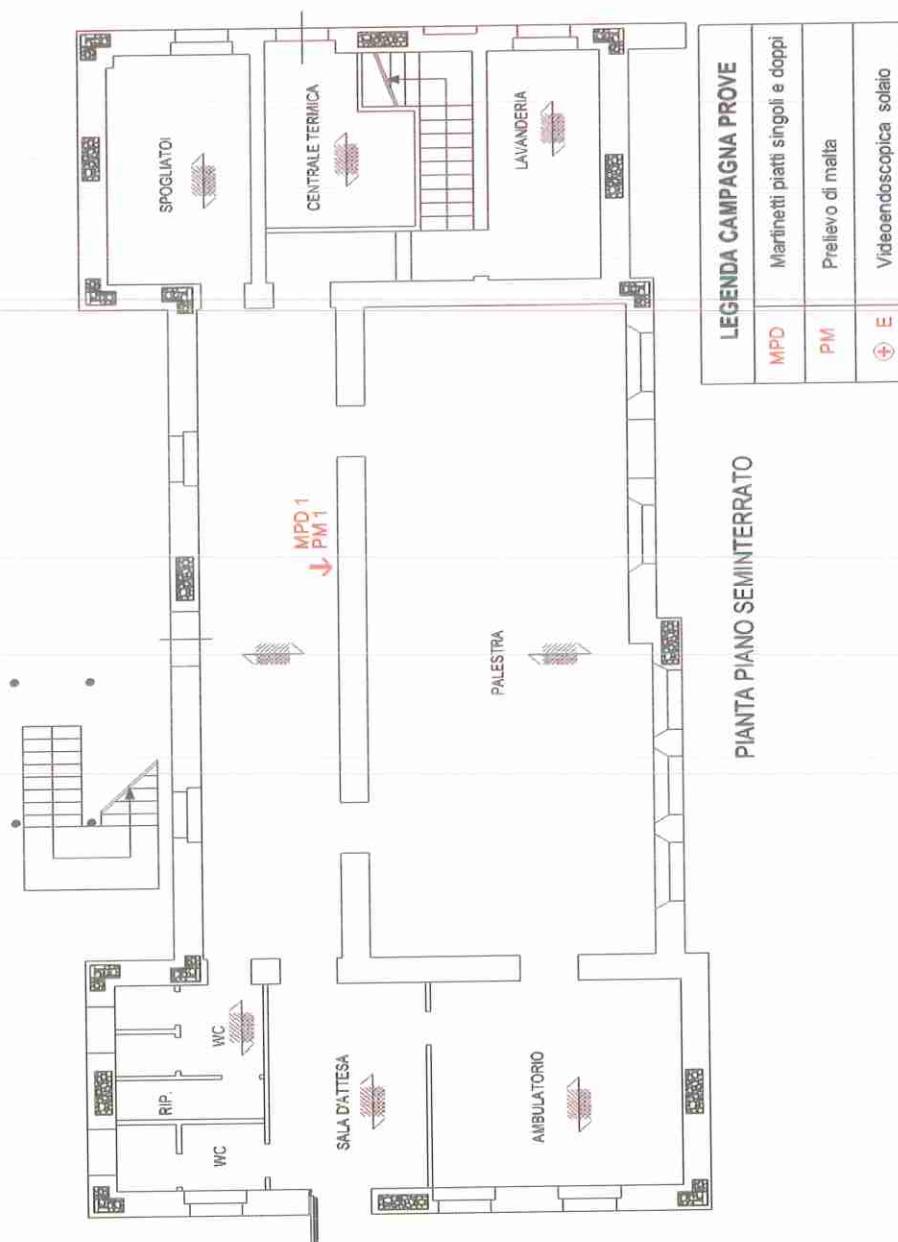
REV.	DATA	REDATTO	APPROVATO	MOTIVAZIONE
A	30/01/2019		U. TASSI	PRIMA EMISSIONE
B				
C				



Allegato planimetrico ubicazione indagini

PLANIMETRIA GENERALE

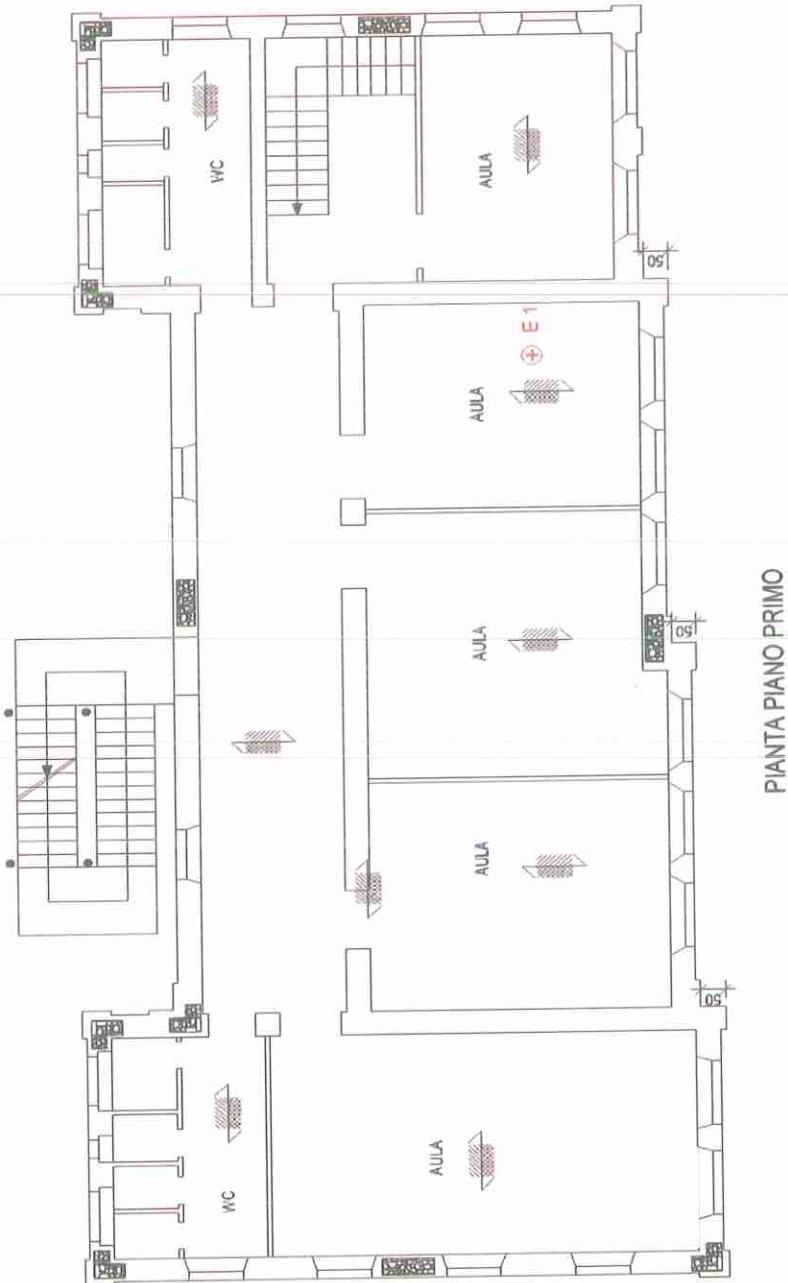
SCUOLA ELEMENTARE E MATERNA - VIA FRANCESCA, PONTENUOVO - DERUTA (PG)



Allegato planimetrico ubicazione indagini

PLANIMETRIA GENERALE

SCUOLA ELEMENTARE E MATERNA - VIA FRANCESCA, PONTENUOVO - DERUTA (PG)



ISTEDIL S.p.A.
 Via Tiburtina Km 18,300
 I-00012 Guidonia M. (Roma)
 Loc. Setteville – Italy
 Tel. +39 0774 353580 r.a.
 Fax +39 0774 353762
 e-mail: info@istedil.it
www.istedil.it

Capitale Sociale € 200.000,00
 interamente versato
 Trib. di Roma 1256/72 – C.C.I.A.A. 358813
 P. I. IT00887271005 – C.F. 00422780585

Società soggetta ad attività di Direzione
 e coordinamento di CESI S.p.A.

Scorri
 Autorizzato all'esecuzione delle prove
 ai sensi e per gli effetti dell'Art. 20
 della Legge del 5-11-71 n. 1086
 con Decreto Ministero LL.PP.

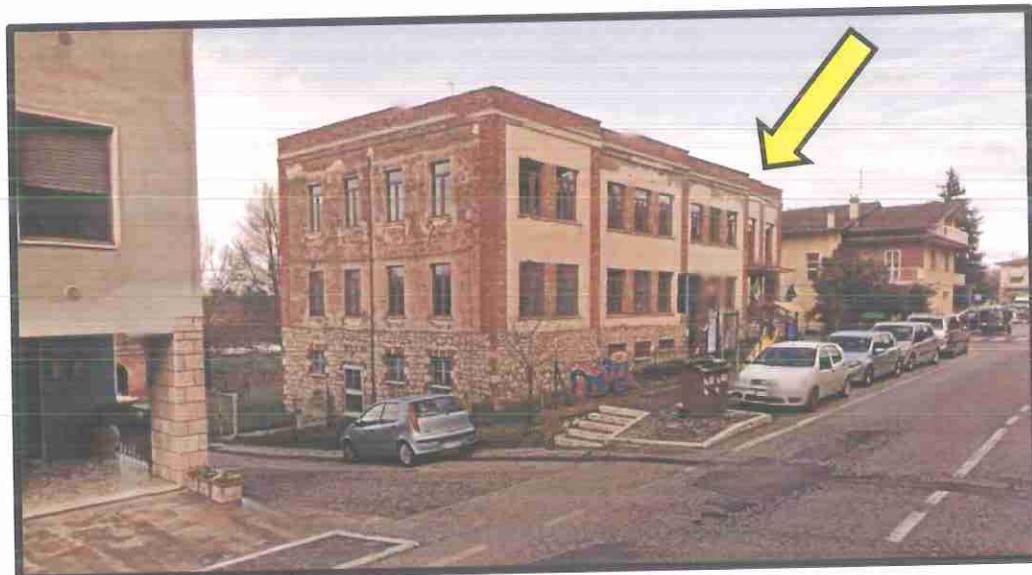
Autorizzato alle certificazioni CE
 Notificato CEE n. 0529

MARTINETTI PIATTI DOPPI - MPD1

COMMITTENTE: M.T. PROGETTI - STUDIO ASSOCIATO

VIA ORAZIO TRAMONTANI N.52 - LOC. P. S. GIOVANNI - PERUGIA

OPERA: SCUOLA ELEMENTARE E MATERNA DI PONTE NUOVO

CAMPAGNA DI INDAGINI SU EDIFICI SCOLASTICI NEL
COMUNE DI DERUTA (PG)Data prova: 04/01/2019

SCUOLA ELEMENTARE E MATERNA - PONTENUOVO - DERUTA(PG)

ù

Sommario

- 1.0 Premessa
- 2.0 Tecnologia applicata
- 3.0 Elaborazione dati e risultati
- 4.0 Diagrammi tensioni-deformazioni

ISTEDIL S.p.A.
Via Tiburtina Km 18,300
I-00012 Guidonia M. (Roma)
Loc. Setteville – Italy
Tel. +39 0774 353580 r.a.
Fax +39 0774 353762
e-mail: info@istedil.it
www.istedil.it

Capitale Sociale € 200.000,00
interamente versato
Trib. di Roma 1256/72 – C.C.I.A.A. 358813
P. I. IT00887271005 – C.F. 00422780585

Società soggetta ad attività di Direzione
e coordinamento di CESI S.p.A.

b
F.C.

Autorizzato all'esecuzione delle prove
ai sensi e per gli effetti dell'Art. 20
della Legge del 5-11-71 n. 1086
con Decreto Ministero LL.PP.

Autorizzato alle certificazioni CE
Notificato CEE n. 0529

1.0 Premessa

Il presente rapporto di prova contiene i risultati delle indagini eseguite "in situ" il giorno **04/01/2019** mediante l'utilizzo di martinetti piatti, in corrispondenza di un setto murario (cfr. planimetria con individuazione delle indagini) della scuola elementare e materna a Pontenuovo di Deruta (PG) ubicato in Via Francescana.

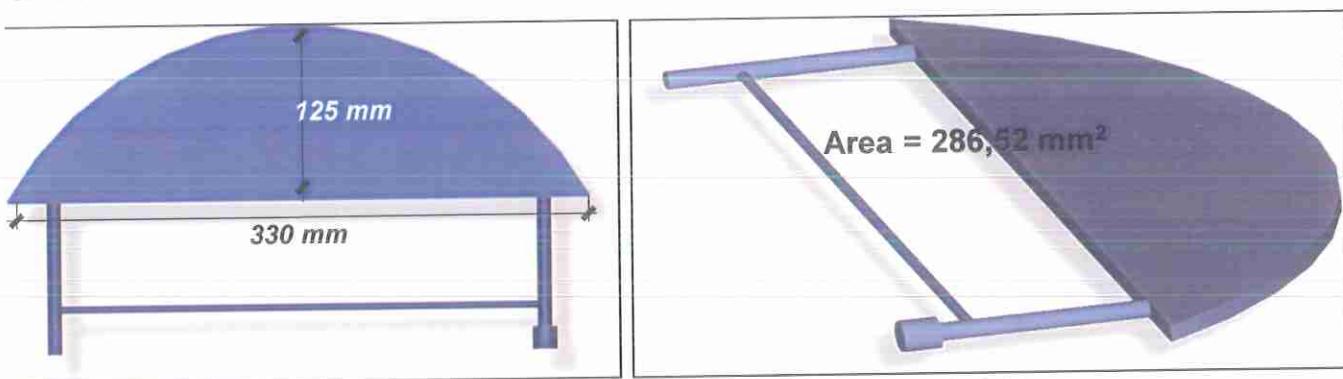
Le indagini svolte tendono a definire i valori delle caratteristiche meccaniche e tensionali della struttura muraria esaminata, i cui risultati sono sintetizzati nelle tabelle ripilogative di seguito riportate.

2.0 Tecnologia applicata

2.1 Misura dello stato di sollecitazione

La misura della sollecitazione agente è basata sulla variazione dello stato tensionale generato in una zona della struttura per effetto di un taglio eseguito in direzione normale alla superficie. Il rilascio delle tensioni provoca una chiusura del taglio che può essere rilevata attraverso misure di convergenza fra punti posti in posizione simmetrica rispetto al taglio.

Uno speciale martinetto piatto semicircolare viene inserito all'interno del taglio e la pressione viene gradualmente aumentata, fino ad annullare la convergenza in precedenza misurata.



Caratteristiche geometrico-costruttive martinetti piatti

In queste condizioni la pressione all'interno del martinetto è pari alla sollecitazione preesistente nella muratura, a meno di una costante che tiene conto del rapporto tra l'area del martinetto di carico e quella del taglio. Il valore di tensione (σ) nella zona di prova è dato dalla relazione :

$$\sigma = K_m \cdot K_a \cdot P \quad K_{tot} = K_m \cdot K_a$$

dove:

- K_m è una costante che tiene conto delle caratteristiche geometriche del martinetto e della rigidezza della saldatura di bordo;
- K_a è data dal rapporto fra area del martinetto e area del taglio ($K_a = A_{\text{martinetto}}/A_{\text{taglio}}$);
- $K_{tot} = K_m \times K_a$ è il coefficiente correttivo globale;
- P è la pressione che ripristina le condizioni originali.

In particolare, la costante K_m viene dichiarata sulla base del **Rapporto di prova n° 035/17 del 19/05/2017**

ISTEDIL S.p.A.

Via Tiburtina Km 18,300
I-00012 Guidonia M. (Roma)
Loc. Setteville – Italy
Tel. +39 0774 353580 r.a.
Fax +39 0774 353762
e-mail: info@istedil.it
www.istedil.it

Capitale Sociale € 200.000,00
interamente versato

Trib. di Roma 1256/72 – C.C.I.A.A. 358813
P. I. IT00887271005 – C.F. 00422780585

Società soggetta ad attività di Direzione
e coordinamento di CESI S.p.A.

Autorizzato all'esecuzione delle prove
ai sensi e per gli effetti dell'Art. 20
della Legge del 5-11-71 n. 1086
con Decreto Ministero LL.PP.

Autorizzato alle certificazioni CE
Nouificato CEE n. 0529

fornito dal produttore ed eseguito su campioni prelevati dal lotto di produzione e risulta essere **Km= 0,82**.

Le misure di convergenza sono eseguite in corrispondenza di n° 3 basi di misura verticali (basi A, B e C), costituite da piastrine metalliche di diametro 5 mm, incollate sulla superficie della muratura, utilizzando un deformometro meccanico millesimale di tipo amovibile.

Al termine della prova il martinetto piatto può essere facilmente estratto e lo spessore di malta ripristinato in modo da riportare la muratura alle condizioni originarie.

2.2 Determinazione delle caratteristiche di deformabilità e resistenza

Per la determinazione delle caratteristiche di deformabilità vengono utilizzati due martinetti piatti paralleli, i quali delimitano un campione significativo di muratura sul quale viene eseguita un prova di compressione monoassiale in direzione normale al piano di posa, senza l'asportazione del campione.

Le basi di misura per estensimetro rimovibile, applicate sulla faccia libera del campione, permettono di ottenere un quadro completo deformativo del setto murario in direzione assiale (basi A, B e C) e trasversale (base D).

Il valore del modulo di deformabilità è calcolato, per ciascun intervallo di sollecitazione, impiegando la seguente formula:

$$E = \Delta P / \Delta \varepsilon u$$

dove:

- ΔP è la differenza tra le due sollecitazioni;

- $\Delta \varepsilon u$ è la deformazione unitaria misurata in corrispondenza della base centrale di misura ottenuta dividendo la deformazione misurata per la lunghezza della base di misura (200.000 μm).

I martinetti piatti utilizzati per la prova sono dispositivi di carico dotati di elevata deformabilità e sono quindi particolarmente idonei ad applicare uno schema di carico uniformemente distribuito.

La prova proposta può fornire anche una stima della resistenza a compressione della muratura. È possibile, con opportune cautele, avvicinarsi al collasso della muratura esaminata attraverso progressivi incrementi del carico applicato dai martinetti piatti e valutare in tal modo una probabile resistenza a rottura a compressione.

La tecnica di prova del martinetto piatto può praticamente definirsi non distruttiva in quanto, al termine di essa, i martinetti piatti inseriti dentro la muratura possono essere rimossi con estrema facilità e gli strati di malta possono essere facilmente reintegrati.

ISTEDIL S.p.A.
Via Tiburtina Km 18,300
I-00012 Guidonia M. (Roma)
Loc. Setteville – Italy
Tel. +39 0774 353580 r.a.
Fax +39 0774 353762
e-mail: info@istedil.it
www.istedil.it

Capitale Sociale € 200.000,00
interamente versato
Trib. di Roma 1256/72 – C.C.I.A.A. 358813
P. I. IT00887271005 – C.F. 00422780585

**Società soggetta ad attività di Direzione
e coordinamento di CESI S.p.A.**

Sp. Dr.
Autorizzato all'esecuzione delle prove
ai sensi e per gli effetti dell'Art. 20
della Legge del 5-11-71 n. 1086
con Decreto Ministero LL.PP.

Autorizzato alle certificazioni CE
Notificato CEE n. 0529

3.0 Elaborazione dati e risultati

3.1 Stato di sollecitazione, modulo di deformazione e modulo di Poisson

Come già accennato lo stato tensionale nella zona di prova è dato dalla misura della pressione fornita alla cella di carico tale da annullare la deformazione indotta dal taglio stesso.

La deformazione considerata è quella della base centrale di misura (B). Le basi di misura la terali (A e C) forniscono un quadro più completo del comportamento deformativo della muratura e in genere presentano deformazioni minori, risentendo della maggior rigidezza dei martinetti e della muratura ai lati del taglio.

I dati relativi a questo tipo di prova sono raccolti in schede dove sono anche indicate, sia in forma tabellare che grafica, le letture al deformometro millesimale con le relative deformazioni.

Sempre nella stessa scheda, le prime due letture sono effettuate prima e dopo il taglio, mentre il valore di pressione in corrispondenza della terza rappresenta lo stato tensionale rilevato.

I valori del modulo di deformazione E e del modulo di Poisson, calcolati nei vari intervalli di pressione, sono riportati nella tabella riepilogativa.

3.2 Carico di rottura

La prova di deformabilità viene effettuata caricando il martinetto fino alla pressione in cui lo stesso non prende più carico e si possono notare nel campione di muratura i primi segni di crisi, quali fessurazione degli elementi resistenti e/o dello schiacciamento degli strati di malta.

Le caratteristiche geometriche-costruttive dei martinetti utilizzati permettono di raggiungere pressioni comprese tra 50 e 55 bar, valori oltre i quali l'elemento potrebbe subire danni irreversibili in corrispondenza delle saldature di bordo.

I desunti da tali prove sono riportati nelle relative schede.

4.0 Diagramma tensioni-deformazioni

Per semplicità di elaborazione e di lettura e dato che l'andamento qualitativo delle curve è il medesimo, i diagrammi delle curve tensione-deformazione non sono stati costruiti con i carichi effettivi in Mpa e le deformazioni unitarie, ma con le deformazioni misurate e le pressioni al manometro espresse in bar.

ISTEDIL S.p.A.
Via Tiburtina Km 18,300
I-00012 Guidonia M. (Roma)
Loc. Setteville – Italy
Tel. +39 0774 353580 r.a.
Fax +39 0774 353762
e-mail: info@istedil.it
www.istedil.it

Capitale Sociale € 200.000,00
interamente versato
Trib. di Roma 1256/72 – C.C.I.A.A. 358813
P. I. IT00887271005 – C.F. 00422780585

Società soggetta ad attività di Direzione
e coordinamento di CESI S.p.A.

Autorizzato all'esecuzione delle prove
ai sensi e per gli effetti dell'Art. 20
della Legge del 5-11-71 n. 1086
con Decreto Ministero LL.PP.

Autorizzato alle certificazioni CE
Notificato CEE n. 0529

SCHEDA DATI
MARTINETTO PIATTO SINGOLO

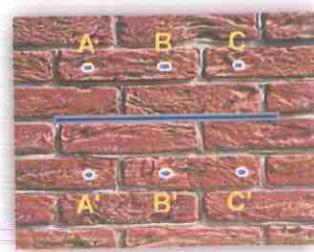
Prova n° 1

Tipo di prova: SEMPLICE

STATO TENSIONALE RILEVATO : 0,43 Mpa

Martinetto n° 1

Area taglio	(cm ²)	286,52
Area martinetto	(cm ²)	286,52
K _m	---	0,82
K _a	---	1,00
K _{tot} = K _a x K _m	---	0,82
Distanza basi di misura verticali	(cm)	20

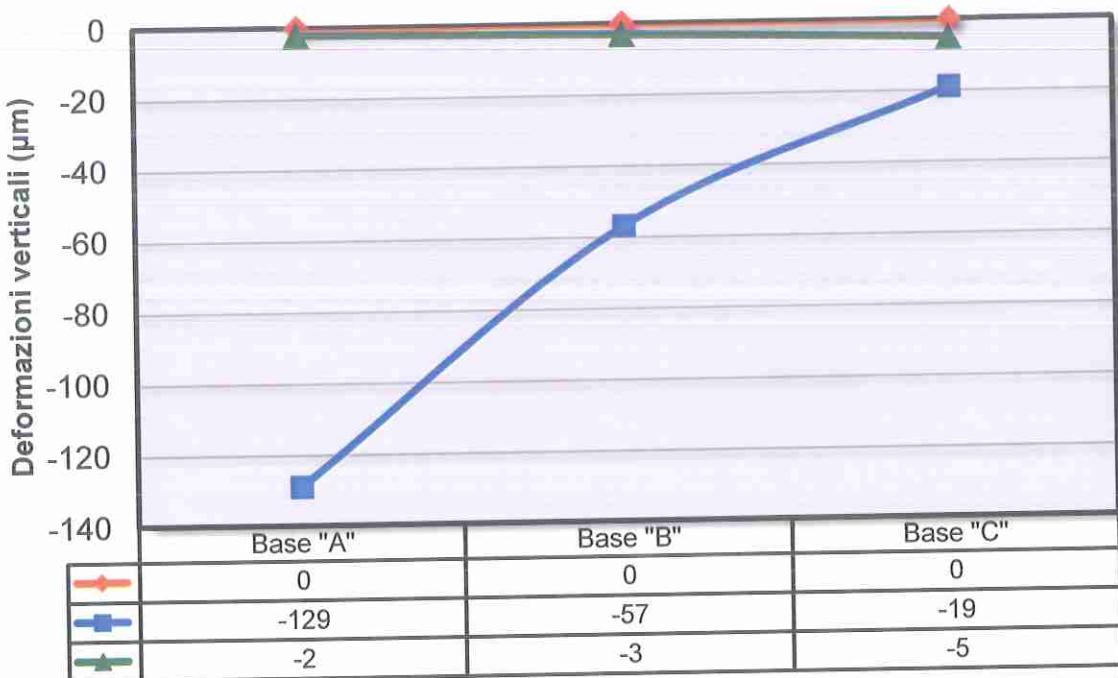


Disposizione basi di misura

(1) Prima del taglio (2) Dopo il taglio (3) Ripristino

Pressione manometro	(bar)	(MPa)	Tensione effettiva	Lettura basi verticali			Deformazioni verticali			
				(μm)	A-A'	B-B'	C-C'	A-A'	B-B'	C-C'
0,0 ⁽¹⁾	0,00	0,00	0,00	5940	1904	3829	3829	0	0	0
0,0 ⁽²⁾	0,00	0,00	0,00	5811	1847	3810	3810	-129	-57	-19
5,3 ⁽³⁾	0,53	0,43	0,43	5938	1901	3824	3824	-2	-3	-5

MARTINETTO PIATTO SINGOLO
Diagramma deformazioni taglio



ISTEDIL S.p.A.
Via Tiburtina Km 18,300
I-00012 Guidonia M. (Roma)
Loc. Setteville – Italy
Tel. +39 0774 353580 r.i.a.
Fax +39 0774 353762
e-mail: info@istedil.it
www.istedil.it

Capitale Sociale € 200.000,00
interamente versato
Trib. di Roma 1256/72 – C.C.I.A.A. 358813
P. I. IT00887271005 – C.F. 00422780585

Società soggetta ad attività di Direzione
e coordinamento di CESI S.p.A.

Autorizzato all'esecuzione delle prove
ai sensi e per gli effetti dell'Art. 20
della Legge del 5-11-71 n. 1086
con Decreto Ministero LL.PP.

Autorizzato alle certificazioni CE
Notificato CEE n. 0529

**SCHEDA DATI
MARTINETTO PIATTO DOPPIO**

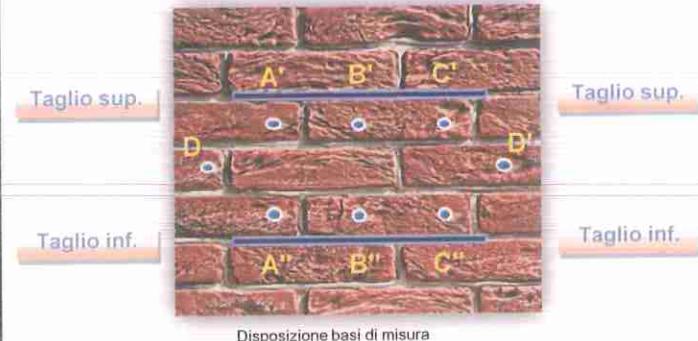
Prova n° 1

Tipo di prova: DOPPIO

TENSIONE MASSIMA RILEVATA : 2,95 Mpa

Martinetti n° 1 e 2

Area taglio superiore	(cm ²)	286,52
Area taglio inferiore	(cm ²)	286,52
Area martinetto	(cm ²)	286,52
K _m	---	0,82
K _a	---	1,00
K _{tot} = K _a x K _m	---	0,82
Distanza basi di misura verticali	(cm)	20
Distanza basi di misura orizzont.	(cm)	20
Distanza tagli	(cm)	40



Pressione manometro		Tensione effettiva	Letture basi verticali e orizzontali (μm)				Deformazioni verticali e orizzontali (μm)			
(bar)	(MPa)	(MPa)	A'-A''	B'-B''	C'-C''	D-D'	A'-A''	B'-B''	C'-C''	D-D'
0	0,00	0,00	2195	2191	4379	2468	0	0	0	0
3	0,30	0,25	2178	2183	4352	2477	17	8	27	9
6	0,60	0,49	2150	2176	4269	2479	45	15	110	11
9	0,90	0,74	2036	2142	4197	2484	159	49	182	16
0	0,00	0,00	2167	2190	4291	2469	28	1	88	1
12	1,20	0,98	1988	2120	4156	2489	207	71	223	21
15	1,50	1,23	1951	2103	4051	2525	244	88	328	57
18	1,80	1,48	1831	2085	3873	2598	364	106	506	130
0	0,00	0,00	2046	2128	3958	2525	149	63	421	57
21	2,10	1,72	1749	2070	3628	2653	446	121	751	185
24	2,40	1,97	1696	2018	3329	2751	499	173	1050	283
27	2,70	2,21	1636	1980	3117	2832	559	211	1262	364
0	0,00	0,00	1947	2058	3392	2749	248	133	987	281
30	3,00	2,46	1591	1965	2988	2853	604	226	1391	385
33	3,30	2,71	1544	1935	2898	2966	651	256	1481	498
36	3,60	2,95	1499	1909	2813	3078	696	282	1566	610
0	0,00	0,00	1773	1997	2962	2953	422	194	1417	485

Diagramma sforzi-deformazioni - Base "A"

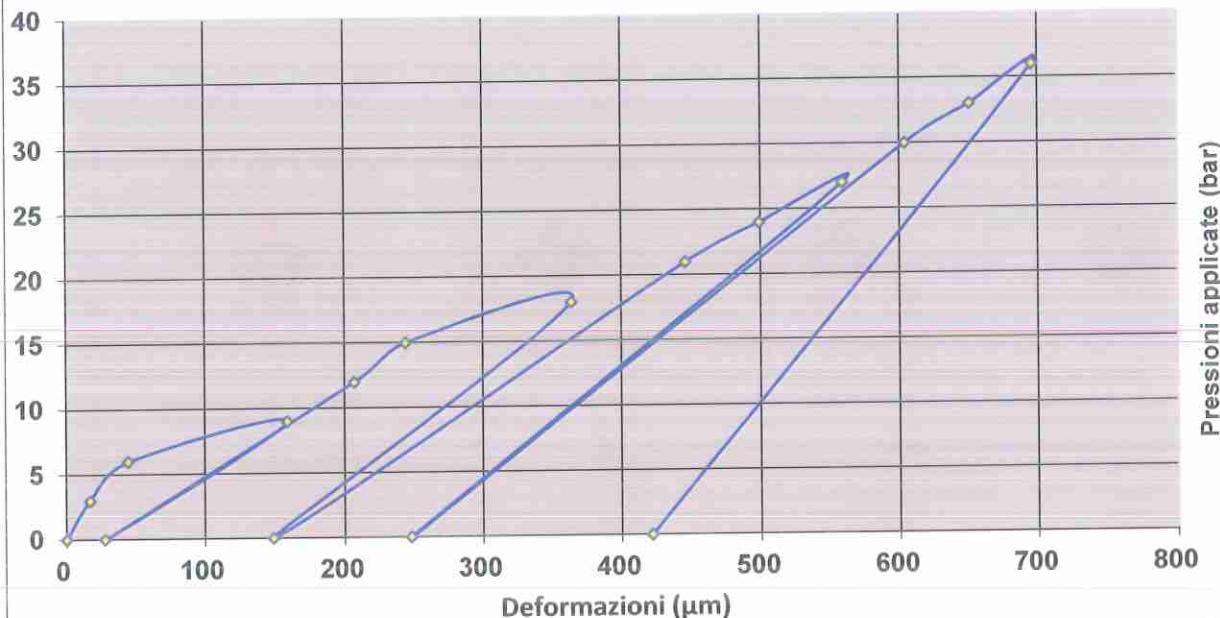
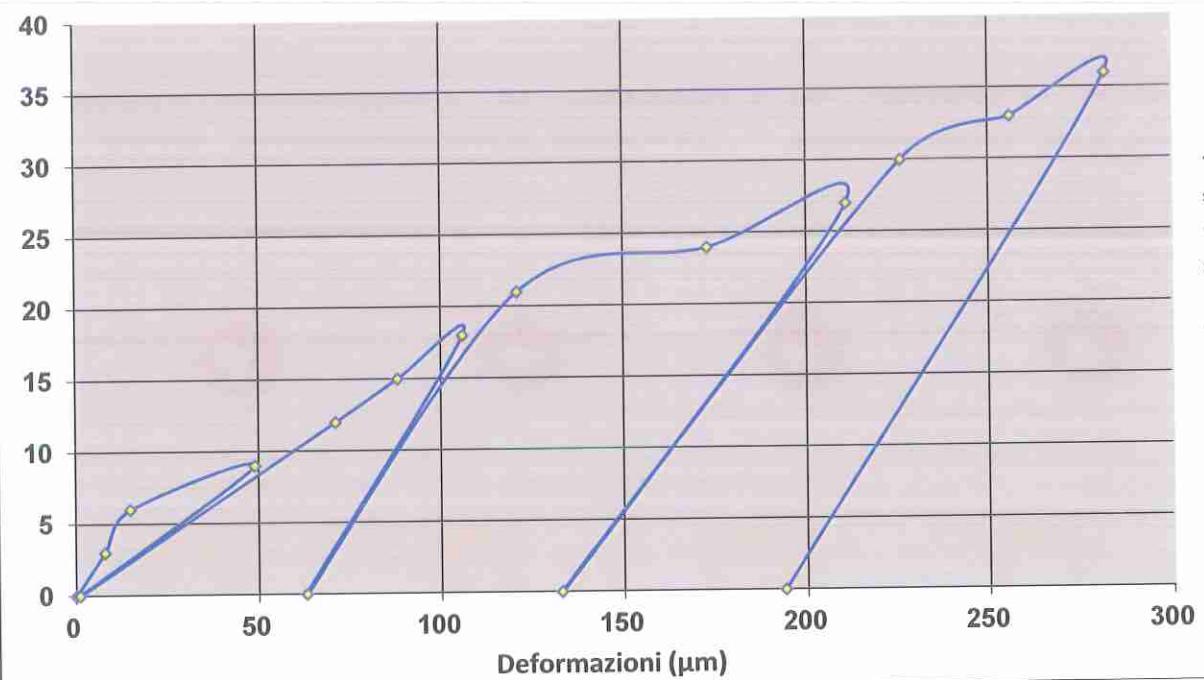


Diagramma sforzi-deformazioni - Base "B"



ISTEDIL S.p.A.
Via Tiburtina Km 18.300
I-00012 Guidonia M. (Roma)
Loc. Setteville – Italy
Tel. +39 0774 353580 r.a.
Fax +39 0774 353762
e-mail: info@istedil.it
www.istedil.it

Capitale Sociale € 200.000,00
interamente versato
Trib. di Roma 1256/72 – C.C.I.A.A. 358813
P. I. IT00887271005 – C.F. 00422780585

Società soggetta ad attività di Direzione
e coordinamento di CESI S.p.A.

Autorizzato all'esecuzione delle prove
ai sensi e per gli effetti dell'Art. 20
della Legge del 5-11-71 n. 1086
con Decreto Ministero LL.PP.

Autorizzato alle certificazioni CE
Notificato CEE n. 0529

Diagramma sforzi-deformazioni - Base "C"

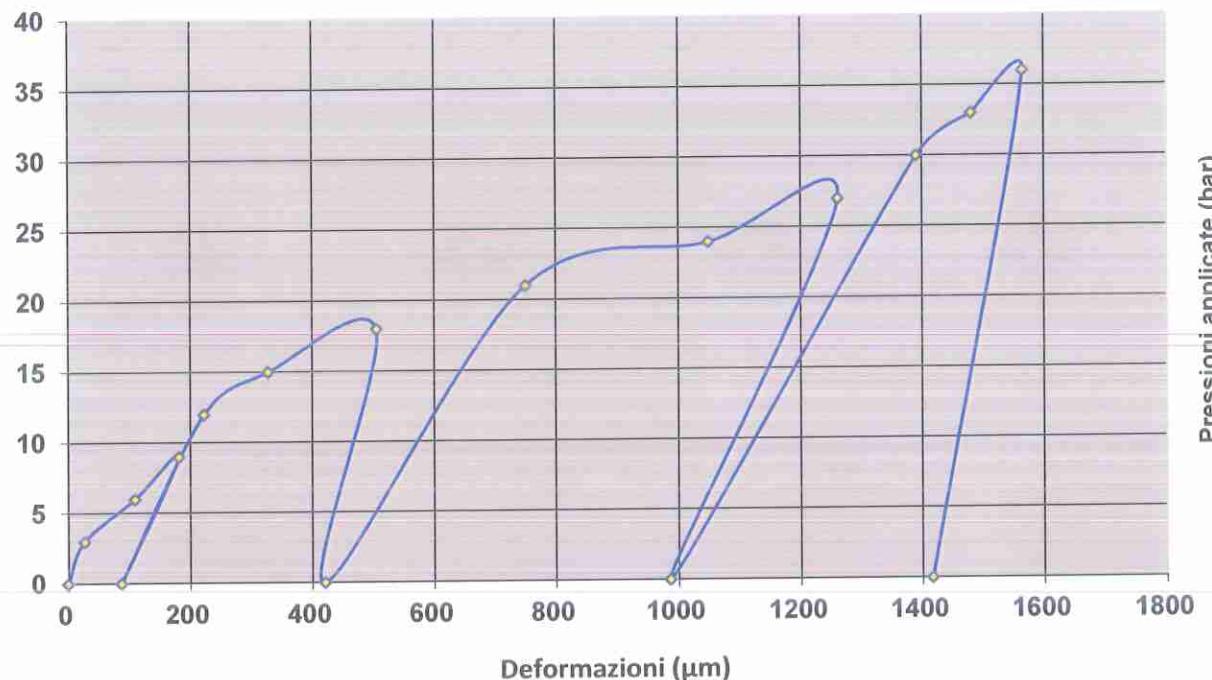
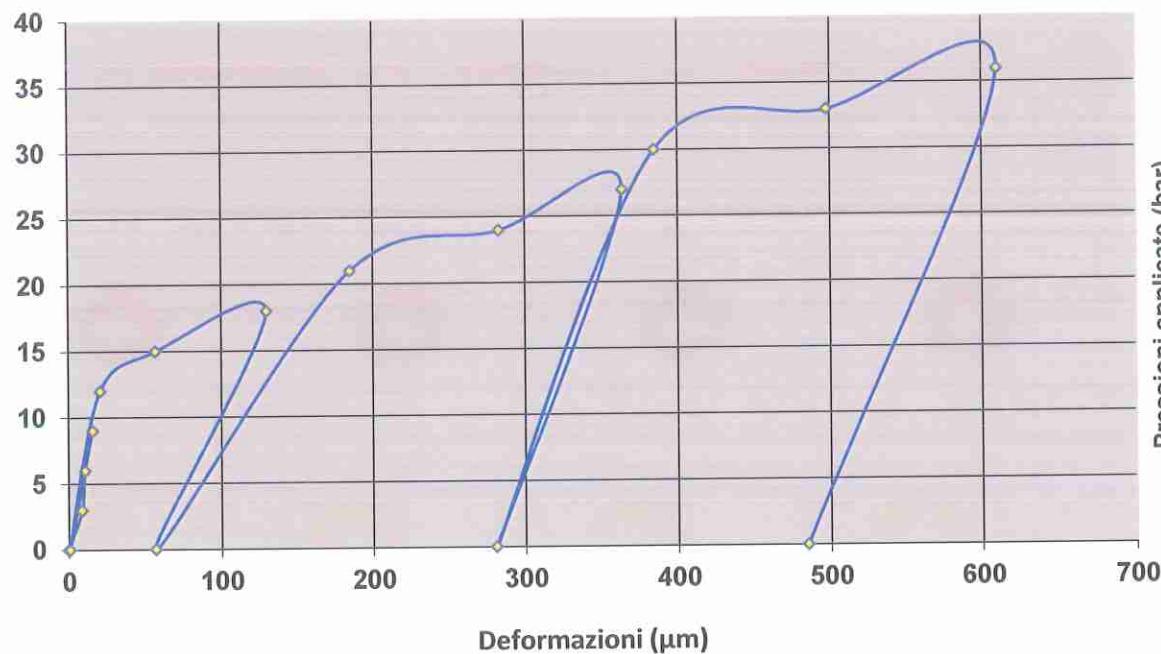


Diagramma sforzi-deformazioni - Base "D"



ISTEDIL S.p.A.
Via Tiburtina Km 18,300
I-00012 Guidonia M. (Roma)
Loc. Setteville – Italy
Tel. +39 0774 353580 r.a.
Fax +39 0774 353762
e-mail: info@istedil.it
www.istedil.it

Capitale Sociale € 200.000,00
interamente versato
Trib. di Roma 1256/72 – C.C.I.A.A. 358813
P. I. IT00887271005 – C.F. 00422780585

Società soggetta ad attività di Direzione
e coordinamento di CESI S.p.A.

He C8
Autorizzato all'esecuzione delle prove
ai sensi e per gli effetti dell'Art. 20
della Legge del 5-11-71 n. 1086
con Decreto Ministero LL.PP.

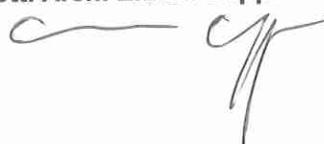
Autorizzato alle certificazioni CE
Notificato CEE n. 0529

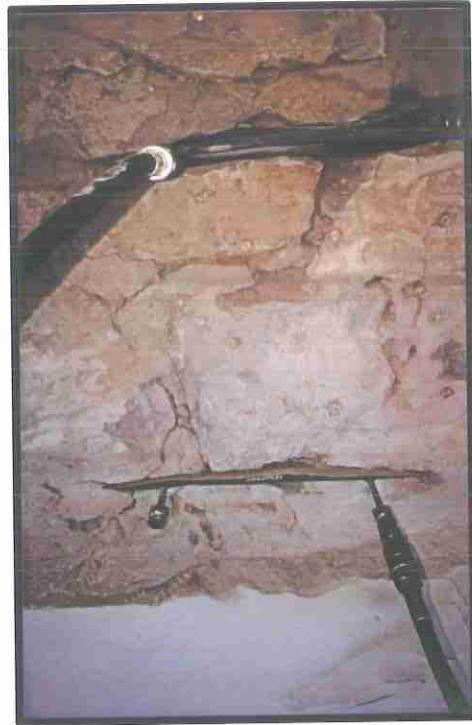
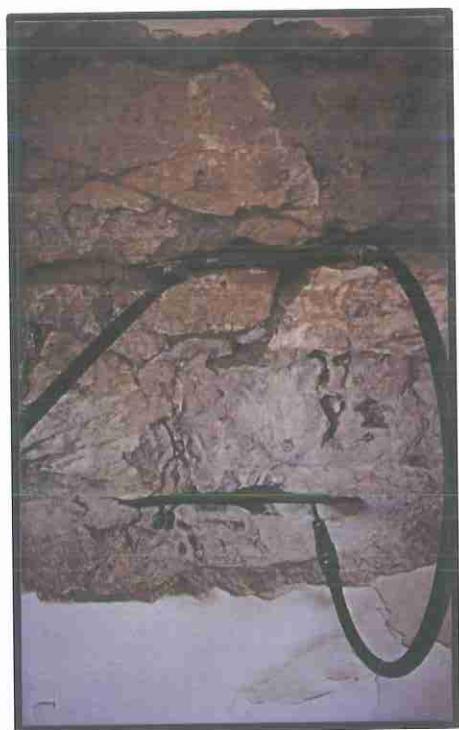
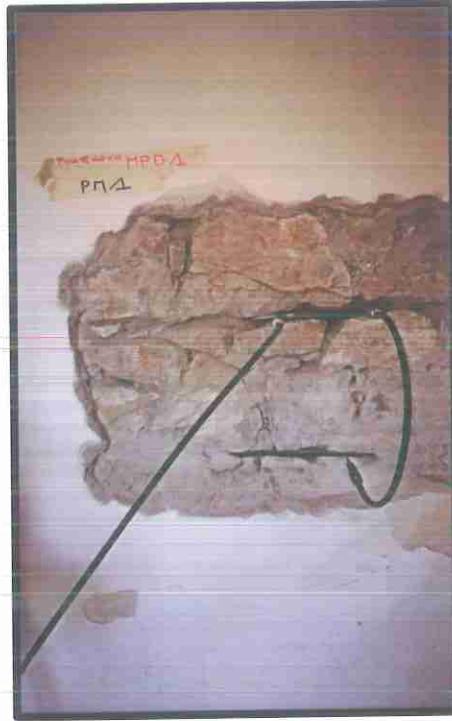
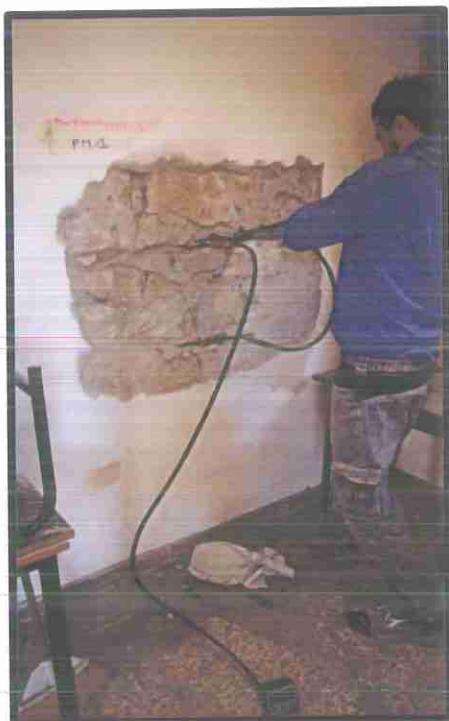
SCHEDA DATI MARTINETTO PIATTO DOPPIO					
NUMERO PROVA	TENSIONE DI ESERCIZIO	TENSIONE MASSIMA	INTERVALLO DI TENSIONE APPLICATO	MODULO DI DEFORMABILITÀ	MODULO DI POISSON
N°	σ_e Mpa	σ_m Mpa	$\Delta\sigma$ Mpa	E Mpa	v ---
1	0,43	2,95	0,00 - 0,30 0,30 - 0,60 0,60 - 0,90 0,00 - 1,20 1,20 - 1,50 1,50 - 1,80 0,00 - 2,10 2,10 - 2,40 2,40 - 2,70 0,00 - 3,00 3,00 - 3,30 3,30 - 3,60	6150 7029 1447 2811 2894 2733 5938 946 1295 5290 1640 1892	1,13 0,73 0,33 0,30 0,65 1,23 1,53 1,64 1,73 1,70 2,16 2,16
Rapporto $\frac{\sigma_m}{\sigma_e}$		6,79			

Lo Sperimentatore
Geom. Leonardo Lucarelli



Il Direttore del Laboratorio
Dott. Arch. Enrica Capponi



ALLEGATO FOTOGRAFICO
Prova n° 1 - Setto in muratura di pietra

ISTEDIL S.p.A.
Via Tiburtina Km 18,300
I-00012 Guidonia M. (Roma)
Loc. Setteville – Italy
Tel. +39 0774 353580 r.a.
Fax +39 0774 353762
e-mail: info@istedil.it
www.istedil.it

Capitale Sociale € 200.000,00
interamente versato
Trib. di Roma 1256/72 – C.C.I.A.A. 358813
P. I. IT00887271005 – C.F. 00422780585

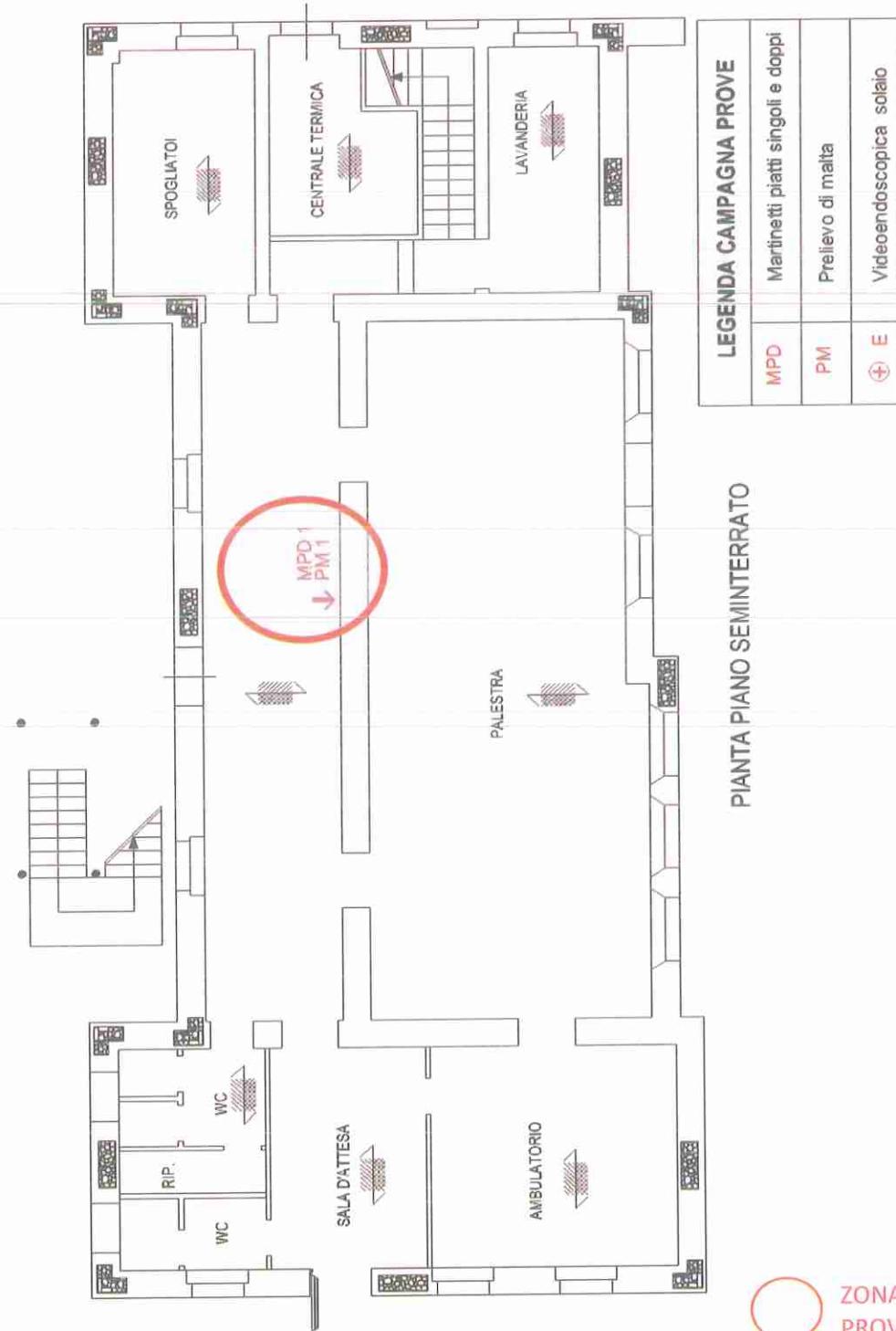
Società soggetta ad attività di Direzione
e coordinamento di CESI S.p.A.

Autorizzato all'esecuzione delle prove
ai sensi e per gli effetti dell'Art. 20
della Legge del 5-11-71 n. 1086
con Decreto Ministero LL.PP.

Autorizzato alle certificazioni CE
Notificato CEE n. 0529

ALLEGATO GRAFICO
Ubicazione zona della prova su planimetria

SCUOLA ELEMENTARE E MATERNA - VIA FRANCESCANA, PONTENUOVO - DERUTA (PG)



ZONA OGGETTO DI PROVA

ISTEDIL S.p.A.
Via Tiburtina Km 18,300
I-00012 Guidonia M. (Roma)
Loc. Setteville – Italy
Tel. +39 0774 353580 r.a.
Fax +39 0774 353762
e-mail: info@istedil.it
www.istedil.it

Capitale Sociale € 200.000,00
interamente versato
Trib. di Roma 1256/72 – C.C.I.A.A. 358813
P. I. IT00887271005 – C.F. 00422780585

Società soggetta ad attività di Direzione
e coordinamento di CESI S.p.A.

Autorizzato all'esecuzione delle prove
ai sensi e per gli effetti dell'Art. 20
della Legge del 5-11-71 n. 1086
con Decreto Ministero LL.PP.

Autorizzato alle certificazioni CE
Notificato CEE n. 0529

Risultati dell'analisi chimica, eseguita a partire dal 15/01/2019, su n°7 campioni di malta prelevati dal personale ISTEDIL per conto di M.T. PROGETTI STUDIO ASSOCIATO, Via Orazio Tramontani 52, 06135-Ponte San Giovanni (PG).

DATI DICHIARATI

Committente: COMUNE di DERUTA.

Contrassegni: Scuola di Ponte Nuovo – Prelievo del 04/01/2019 – PM1

MODALITA' DI PROVA

La determinazione della massa volumica è stata ottenuta mediante l'uso di un adatto picnometro.

La porosità accessibile all'acqua è stata determinata per differenza di peso tra il campione saturato con acqua per immersione ed il campione secco.

Il contenuto di ossido di calcio da leganti nelle malte aeree è stato determinato secondo la procedura ASTM C 85, sulla frazione fine < 75 micron ottenuta per disaggregazione termica del campione.

Il contenuto di cemento nelle malte cementizie è stato determinato secondo ASTM C 85 assumendo per il calcolo un contenuto di silice solubile pari al 21% ed un contenuto di ossido di calcio pari al 63.5 %, mentre l'aggiunta di legante aereo è stata ottenuta sulla base dell'ossido di calcio solubile totale, diminuito del contributo dell'ossido di calcio del cemento e di quello dell'aggregato presente.

Pag. 1 di 2

RISULTATO DELLE PROVE**SCUOLA DI PONTE NUOVO****PM1**

Tipo di malta	Calce + sabbia silicea
Massa volumica a secco	1580 Kg/m ³
Porosità accessibile all'acqua	28.5 %
Contenuto di calce, come Ca(OH) ₂	10.5 %
	(165.9 Kg/m ³)

Considerando una massa volumica apparente della calce idrata in polvere pari a 650 Kg/m³ ed un titolo in idrossido di calcio dell'85 %, si ottiene il seguente rapporto in volume:

0.90 parti di calce idrata + 3 parti di sabbia silicea

per il confezionamento di una malta equivalente a quella esaminata.

Sulla base della sola composizione chimica la malta **non è classificabile** come M 2.5, ai fini del DM 17/01/2018 – tabella 11.10.V e pertanto la sua resistenza a compressione **non può essere assunta** pari a 2.5 N/mm². Il **campione di malta esaminato risulta in gran parte** disgregato e le parti compatte si disgregano spontaneamente per immersione in acqua. La malta ha sicuramente subito un degrado chimico-fisico e/o dilavamento che ne ha ulteriormente compromesso la resistenza meccanica reale.

LO SPERIMENTATORE
Dott. Enzo CORSI



LA DIREZIONE
Dott. Arch. Enrica CAPPONI



INDAGINI ENDOSCOPICHE

1. PREMESSA

Il presente rapporto di prova contiene i risultati delle indagini eseguite in situ il giorno 04/01/2019 mediante l'utilizzo dell'endoscopio, in corrispondenza di orizzontamenti (solai e/o solette) e murature della **scuola elementare e materna a Pontenuovo di Deruta (PG)** ubicato in Via Francescana. , volte a determinare lo spessore e la stratigrafia degli stessi.

Le ubicazioni delle zone di indagine e quindi dei punti di prova, sono riportate nell'allegato grafico, comprendente le planimetrie dell'Edificio.

2. ENDOSCOPIE SU MURATURE E SOLAI

L'indagine endoscopica consiste in una tecnica lievemente distruttiva applicata principalmente per la valutazione delle principali proprietà di elementi murari e lignei, in particolar modo la compattezza (presenza di vuoti), la composizione (tipo di elementi resistenti e di tipo di malta), le caratteristiche geometriche e la disposizione spaziale. Viene eseguita mediante l'effettuazione di fori del diametro di circa 25 mm, leggermente inclinati ed opportunamente "puliti" mediante aria complessa e/o acqua, all'interno dei quali viene inserito un endoscopio che permette di individuare la composizione della muratura, lo stato della malta, eventuali cavità, fessurazioni interne, percorsi seguiti dalle miscele cementizie iniettate, etc.
L'esecuzione dell'indagine su solai, permette di ricostruire la stratigrafia degli stessi restituendo una sezione piuttosto dettagliata (Pavimento, massetto, caldana, pignatta, ecc.)

L'attrezzatura utilizzata per le indagini è costituita da:

- endoscopio con sonda semi-rigida a fibre ottiche;
- fotocamera digitale;
- sistema computerizzato d'acquisizione immagini digitali.

L'endoscopio consente il collegamento ad apparecchi video e/o fotografici per la caratterizzazione della stratigrafia della massa muraria e dello stato degli elementi resistenti e della malta.

Di seguito si riportano le schede riassuntive per ciascuna tipologia di solaio rilevata, con l'esame descrittivo effettuato e la relativa ricostruzione stratigrafica.

Lo sperimentatore
Geom. Leonardo Lucarelli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Arch. Enrica Capponi

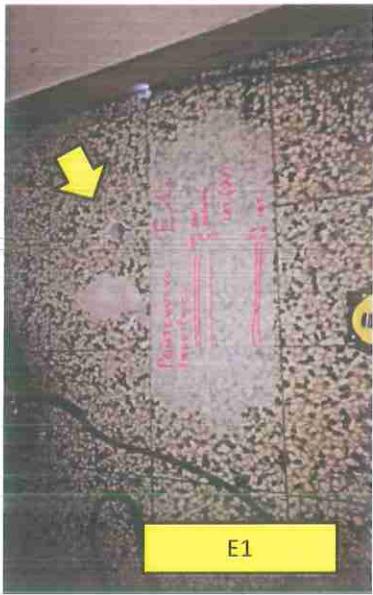
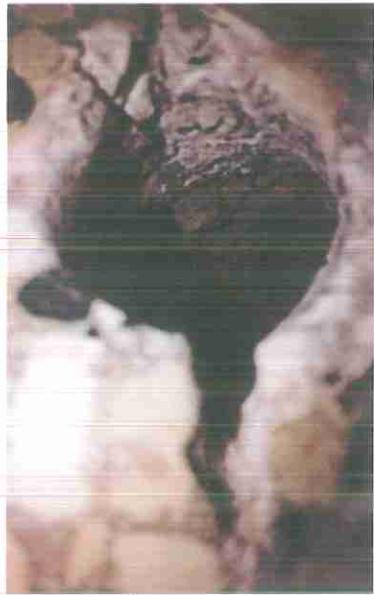
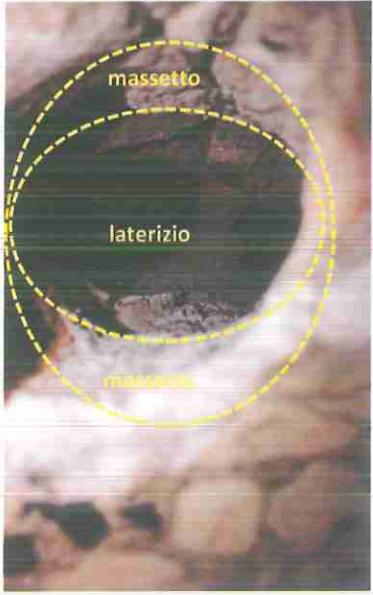
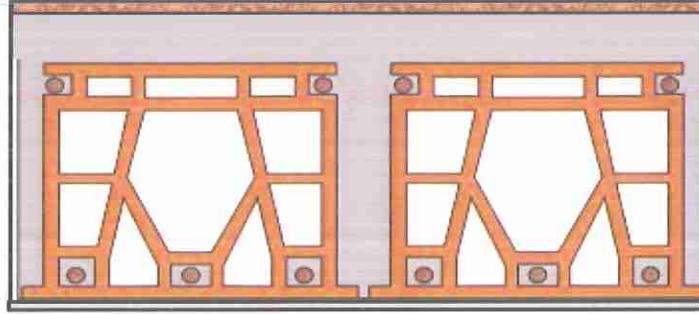
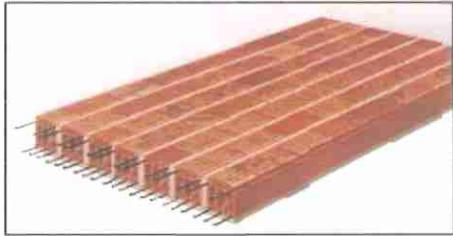
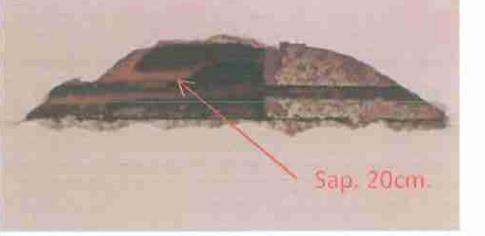
ISTEDIL S.p.A.
Via Tiburtina Km 18,300
I-00012 Guidonia M. (Roma)
Loc. Setteville – Italy
Tel. +39 0774 353580 r.a.
Fax +39 0774 353762
e-mail: info@istedil.it
www.istedil.it

Capitale Sociale € 200.000,00
interamente versato
Trib. di Roma 1256/72 – C.C.I.A.A. 358813
P. I. IT00887271005 – C.F. 00422780585

Società soggetta ad attività di Direzione
e coordinamento di CESI S.p.A.

Autorizzato all'esecuzione delle prove
ai sensi e per gli effetti dell'Art. 20
della Legge del 5-11-71 n. 1086
con Decreto Ministero LL.PP.

Autorizzato alle certificazioni CE
Notificato CEE n. 0529

Solaio a travetti armati Tipo SAP (spessore totale 26 cm)			
DIREZIONE DEL FORO	Orizzontale	<input checked="" type="checkbox"/> Verticale	Inclinato
TIPOLOGIA DEL FORO	<input checked="" type="checkbox"/> Passante	Non passante	
FOTO DELLA ZONA DI PROVA			
			
Sezione solaio rilevato			
			
			

Lo Sperimentatore
Leonardo Lucarelli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Arch. Enrica Capponi

ISTEDIL S.p.A.
Via Tiburtina Km 18,300
I-00012 Guidonia M. (Roma)
Loc. Setteville – Italy
Tel. +39 0774 353580 r.a.
Fax +39 0774 353762
e-mail: info@istedil.it
www.istedil.it

Capitale Sociale € 200.000,00
interamente versato
Trib. di Roma 1256/72 – C.C.I.A.A. 358813
P. I. IT00887271005 – C.F. 00422780585

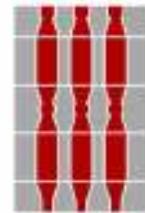
Società soggetta ad attività di Direzione
e coordinamento di CESI S.p.A.

Autorizzato all'esecuzione delle prove
ai sensi e per gli effetti dell'Art. 20
della Legge del 5-11-71 n. 1086
con Decreto Ministero LL.PP.

Autorizzato alle certificazioni CE
Notificato CEE n. 0529

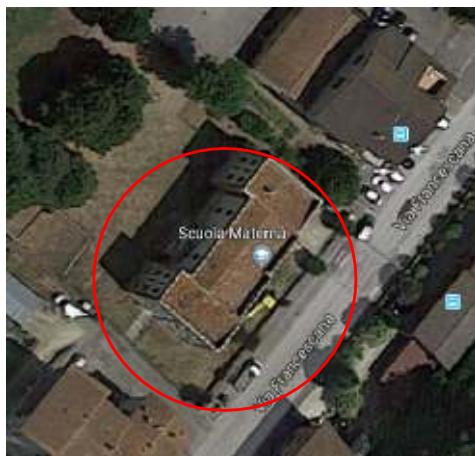


COMUNE DI DERUTA



REGIONE DELL'UMBRIA

Servizio di Verifica di Vulnerabilità Sismica di livello 2 (LC2) da eseguire su edifici scolastici ammessi a finanziamento con Decreto del Direttore della Direzione Generale per interventi in materia di edilizia scolastica, per la gestione dei fondi strutturali per l'istruzione e per l'innovazione digitale 18 luglio 2018, n. 363



**SCUOLA DELL'INFANZIA E PRIMARIA DI PONTENUOVO
VIA FRANCESCA, 79 DERUTA (PG)**



Via Orazio Tramontani n.52,
P. S. Giovanni 06135 Perugia,
tel. 075/394485 fax. 075/395926
E-mail: mtprogetti@mtprogetti.it
Pec:umberto.tassi2@ingpec.eu
P.IVA 01983250547

Committente:
AREA TECNICA DEL COMUNE DI DERUTA
Geom. Marco Ricciarelli

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

DF

REV.	DATA	REDATTO	APPROVATO	MOTIVAZIONE
A	30/01/2019		U. TASSI	PRIMA EMISSIONE
B				
C				





Foto a



Foto b



Foto c



Foto d



Foto e



Foto f

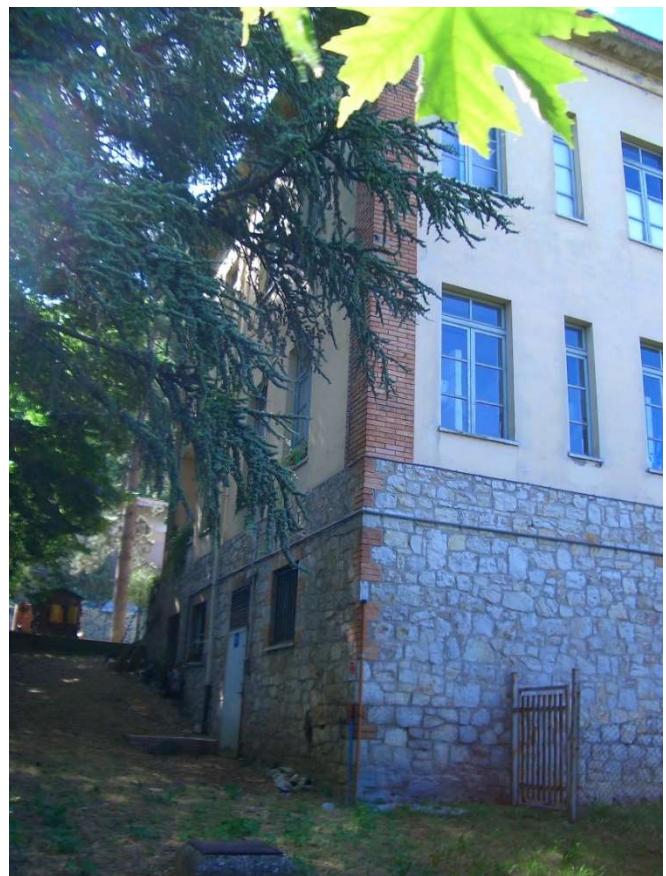


Foto g



Saggio Visivo - SV1



Saggio Visivo – SV2



Saggio Visivo – SV3



Saggio Visivo – SV4



Saggio Visivo – SV5



Saggio Visivo – SV6



Saggio Visivo – SV7



Saggio Visivo – SV8



Saggio Visivo – SV9



Saggio Visivo – SV10



Foto 10



Foto 11

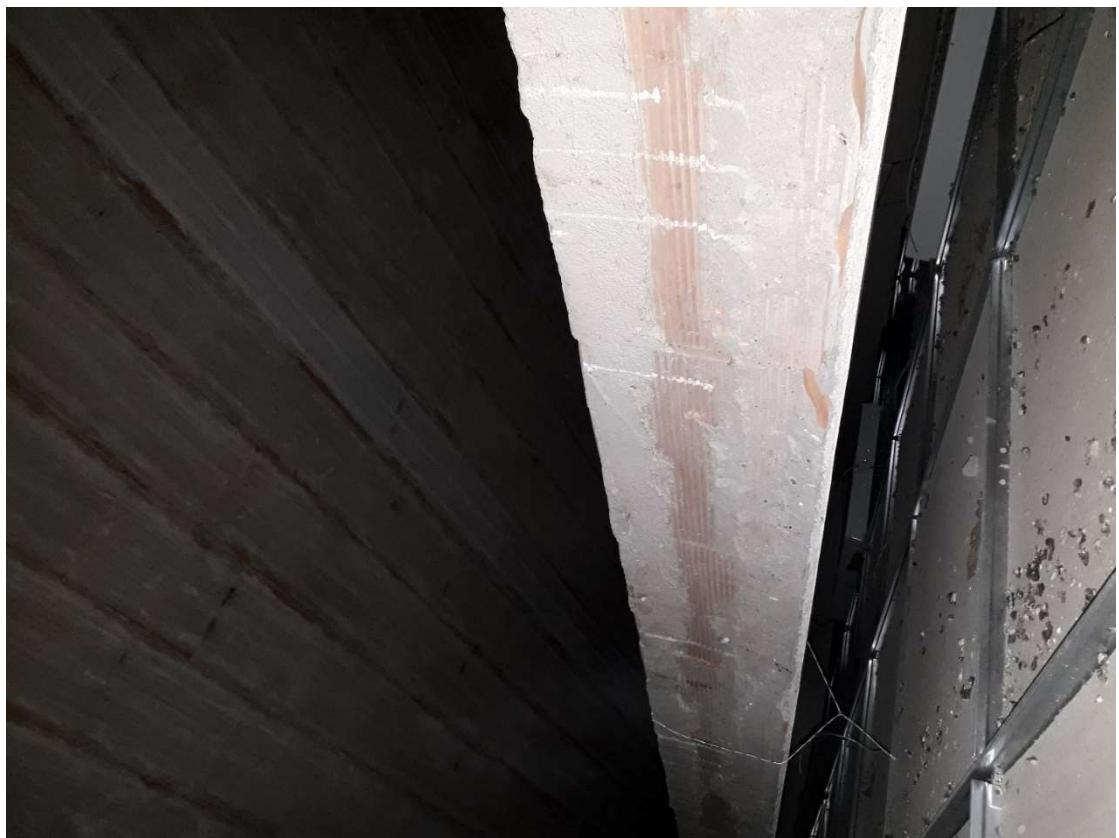


Foto 12



Foto 13



Foto 14



Foto 15



Foto 16



Foto 17