



RAPPORTO DI PROVA N. 01412 DEL 23/07/2019

RIF. V.A. N. 559/2078 DEL 19/07/2019

d i c h i a r a t i	Committente:	Comune di Pescia Via Mazzini 1 – 51017 Pescia (PT)
	Cantiere:	Scuola dell'Infanzia "Cardino" Via del Paradiso 12 – Pescia (PT)
	Esperienze effettuate:	n.2 prove con martinetti piatti doppi su elementi in muratura; n.2 prove endoscopiche.

Tecnico incaricato: Dott. Arch. Duccio Troiano
Relatore: Per. Ind. Marco Cavicchio





INDICE

1 - PREMESSA	3
2 - STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E METODOLOGIA DI PROVA.....	4
2.1 - Prova con endoscopio	4
2.2 - Prova con martinetti piatti doppi	4
3 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI.....	8
4 - RISULTATI DI PROVA.....	9
4.1 - MP1	9
4.2 - MP2	12
4.3 - Indagine con endoscopio	15



1 - PREMESSA

Il giorno 19 luglio 2019 tecnici del Laboratorio Sigma hanno eseguito:

- n.2 prove mediante martinetti piatti doppi sulle murature dell'edificio in oggetto.
- n.2 indagini endoscopiche. Al fine di rilevare i particolari costruttivi.

Le prove sono state eseguite in conformità con quanto richiesto dal tecnico incaricato Dott. Arch. Duccio Troiano.

I tecnici del Laboratorio Sigma che hanno eseguito le indagini sono:

Per. Ind.	Marco Cavicchio	Sperimentatore
Dott. Geol.	Gianni Gambetta	Sperimentatore



2 - STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E METODOLOGIA DI PROVA

2.1 - Prova con endoscopio

Indagine endoscopica

Le indagini endoscopiche sono state eseguite utilizzando un endoscopio flessibile a luce fredda FLIR, inserito all'interno dei fori precedentemente eseguiti di diametro di circa 20 mm.



2.2 - Prova con martinetti piatti doppi

Martinetti piatti oleodinamici semiovali, dimensioni 350 x 259 x 4.1 mm e area 77500 mm²;



Per la messa in carico dei martinetti viene utilizzata una pompa manuale a due manometri "M2H16 Glötzi GmbH";





Deformometro DGEI250 base di misura 250 mm con comparatore elettronico digitale Mitutoyo mod.ID-S112B risoluzione 0,001 mm;



Per la realizzazione del taglio in cui alloggiare i martinetti si adopera una moto-troncatrice a trasmissione eccentrica Husqvarna K970 Ring con disco diamantato da 350 mm che consente di praticare tagli semicircolari di 260 mm di profondità.





Determinazione delle caratteristiche di deformabilità della muratura

La determinazione delle caratteristiche di deformabilità della muratura viene effettuata praticando due tagli orizzontali paralleli ad una distanza di circa 50 cm, nei quali vengono introdotti i due martinetti piatti oleodinamici semiovali.

La particolare condizione equivale ad una compressione monoassiale della porzione di muratura compresa tra i due tagli, in direzione ortogonale al piano di posa dei mattoni che consentirà la stima della resistenza a compressione.

Il materiale su cui viene eseguita la prova è normalmente molto eterogeneo, per cui si cerca di fare in modo che i valori misurati siano i più rappresentativi possibili di un comportamento medio della struttura in esame.

Le condizioni che caratterizzano tale prova sono costituite dal tipo di compressione praticamente uniassiale e dal fatto che la porzione di struttura muraria in esame ha dei vincoli particolari non simmetrici ed a volte non del tutto ben definiti.

Per la prova con due martinetti (vedi disegno schematico seguente), inseriti in altrettanti tagli piani paralleli e sovrapposti, la messa in pressione idraulica dei due martinetti è realizzata con un unico circuito in modo da avere un decorso dell'entità dei carichi assolutamente identico.

Le basi estensimetriche (longitudinali e trasversali) installate sulla faccia della porzione di muratura in prova, interposta fra i due martinetti, consentono di ottenere il quadro completo del suo comportamento deformativo.

Il calcolo della deformabilità è eseguito applicando il carico per cicli di carico e scarico, con intensità via via crescente.

I risultati vengono registrati su diagrammi pressione/deformazione, in seguito riportati.

La pressione effettivamente applicata sulla muratura è calcolata con la seguente relazione:

$$\sigma = A_m / A_t \cdot K_m \cdot p$$

dove :

- A_m = Area del martinetto
- A_t = Valore medio delle due aree di taglio
- K_m = costante che tiene conto delle caratteristiche geometriche del martinetto e della rigidità della saldatura di bordo; tale costante è stata determinata mediante taratura e risulta essere pari a 0,89
- p = pressione erogata dai due martinetti

Assumendo $A_m / A_t = 1$, il valore del modulo elastico verticale (longitudinale) della muratura è determinato dalla relazione:

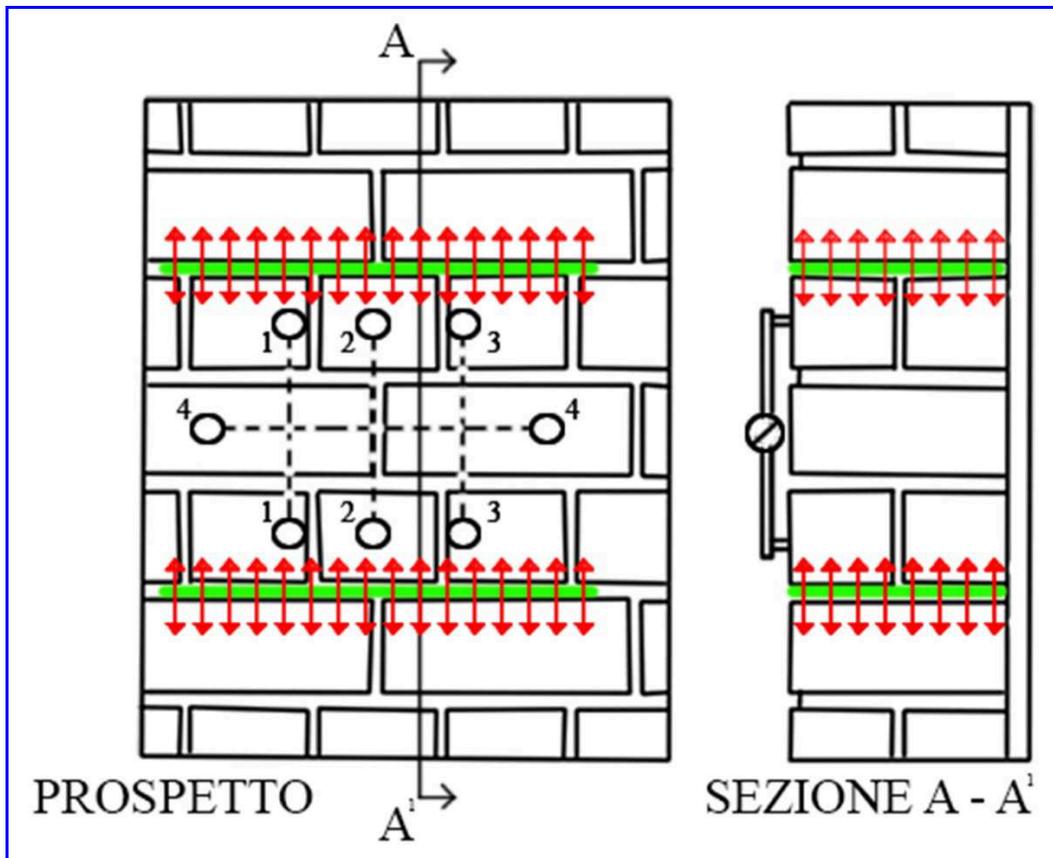
$$E_v = \sigma / \varepsilon_v$$

dove :

- ε_v = deformazione verticale (longitudinale) misurata in prossimità dell'asse di mezzeria dell' elemento murario delimitato dai due martinetti.



SCHEMA DELLA PROVA CON MARTINETTO DOPPIO PER LA DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI DEFORMAZIONE



Lettura degli spostamenti

Il deformometro è costituito da due aste cilindriche in acciaio AISI 304, di cui una fissa ed una mobile e scorrevole; nelle due estremità delle aste sono fissati due coltelli che terminano con punte sferiche, lo spostamento tra i coltelli (coincidente con quello delle basette forate) viene misurato da un comparatore elettronico Mitutoyo, munito di display digitale.

Le deformazioni (ϵ) saranno ottenute dal rapporto:

$$\epsilon = \Delta l / l$$

dove:

- Δl = differenza tra la lettura della deformazione misurata rispetto alla misura iniziale
- l = lunghezza della base di misura (250 mm)

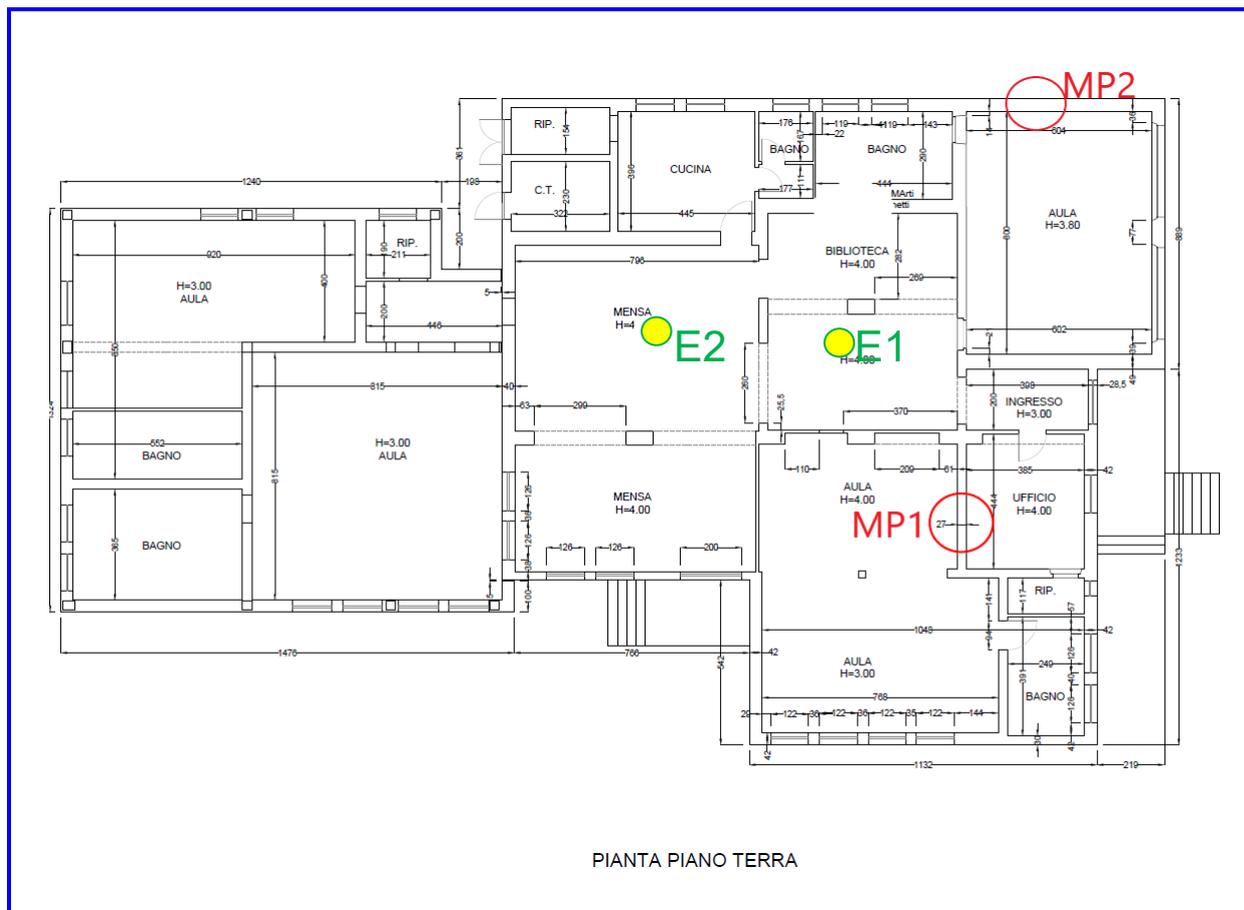


3 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI

In particolare sono state eseguite le seguenti prove:

- n.2 prove con martinetti piatti doppi (MP);
- n.2 prove con endoscopio (E).

Nella planimetria seguente si riportano le ubicazioni delle prove.





4 - RISULTATI DI PROVA

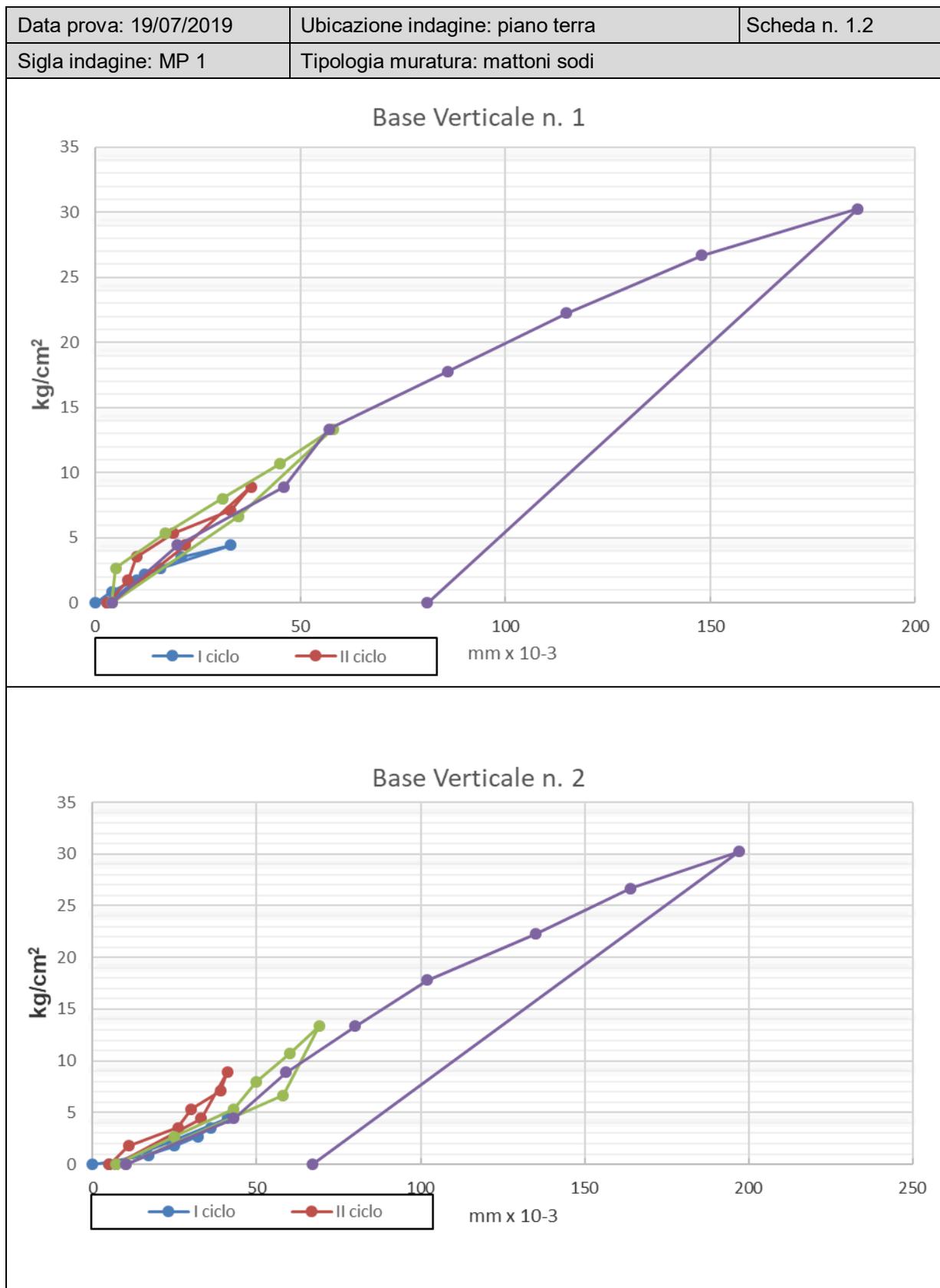
4.1 - MP1

Data prova: 19/07/2019	Ubicazione indagine: piano terra	Scheda n. 1.1
Sigla indagine: MP 1	Tipologia muratura: mattoni sodi	

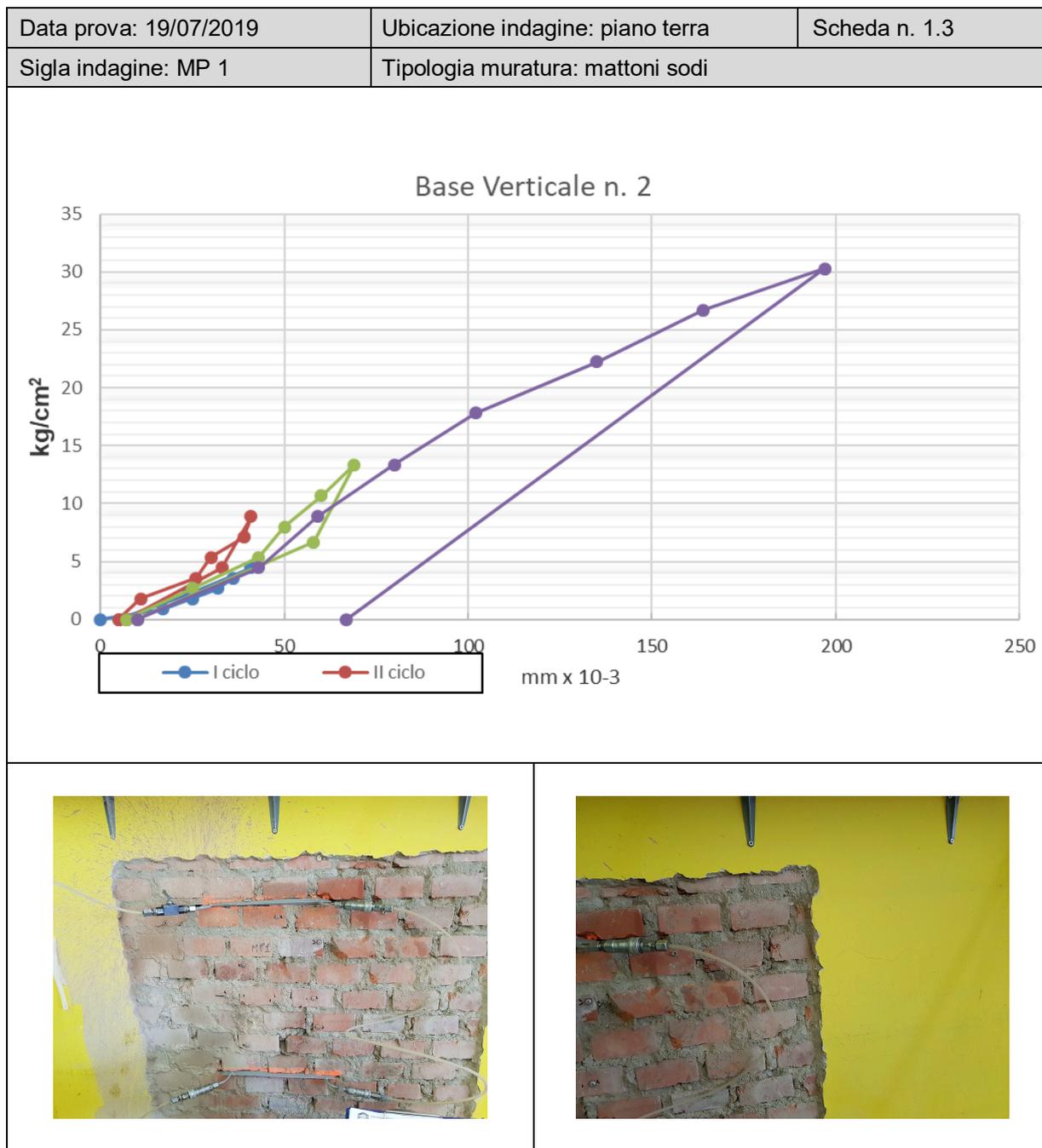
Pressione P [bar]	Pressione effettiva δ [kg/cm ²]	Basi verticali						Base orizzontale
		[mm x 10 ⁻³]			ϵ_1	ϵ_2	ϵ_3	[mm x 10 ⁻³]
		Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_1/L_1	Δ_2/L_2	Δ_3/L_3	Δ_4
0	0	0	0	0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0
1	0,89	4	17	26	1,6E-05	6,8E-05	1,0E-04	-35
2	1,78	10	25	36	4,0E-05	1,0E-04	1,4E-04	-42
3	2,67	16	32	45	6,4E-05	1,3E-04	1,8E-04	-46
4	3,56	21	36	49	8,4E-05	1,4E-04	2,0E-04	-46
5	4,45	33	41	51	1,3E-04	1,6E-04	2,0E-04	-48
2,5	2,225	12	24	32	4,8E-05	9,6E-05	1,3E-04	-44
0	0	3	5	9	1,2E-05	2,0E-05	3,6E-05	-27
2	1,78	8	11	31	3,2E-05	4,4E-05	1,2E-04	-45
4	3,56	10	26	38	4,0E-05	1,0E-04	1,5E-04	-48
6	5,34	19	30	48	7,6E-05	1,2E-04	1,9E-04	-54
8	7,12	33	39	54	1,3E-04	1,6E-04	2,2E-04	-56
10	8,9	38	41	61	1,5E-04	1,6E-04	2,4E-04	-56
5	4,45	22	33	48	8,8E-05	1,3E-04	1,9E-04	-42
0	0	4	7	24	1,6E-05	2,8E-05	9,6E-05	-34
3	2,67	5	25	39	2,0E-05	1,0E-04	1,6E-04	-44
6	5,34	17	43	55	6,8E-05	1,7E-04	2,2E-04	-46
9	8,01	31	50	60	1,2E-04	2,0E-04	2,4E-04	-49
12	10,68	45	60	67	1,8E-04	2,4E-04	2,7E-04	-53
15	13,35	58	69	74	2,3E-04	2,8E-04	3,0E-04	-60
7,5	6,675	35	58	62	1,4E-04	2,3E-04	2,5E-04	-58
0	0	4	10	27	1,6E-05	4,0E-05	1,1E-04	-41
5	4,45	20	43	54	8,0E-05	1,7E-04	2,2E-04	-49
10	8,9	46	59	67	1,8E-04	2,4E-04	2,7E-04	-55
15	13,35	57	80	77	2,3E-04	3,2E-04	3,1E-04	-61
20	17,8	86	102	98	3,4E-04	4,1E-04	3,9E-04	-71
25	22,25	115	135	125	4,6E-04	5,4E-04	5,0E-04	-89
30	26,7	148	164	150	5,9E-04	6,6E-04	6,0E-04	-104
34	30,26	186	197	173	7,4E-04	7,9E-04	6,9E-04	-125
0	0	81	67	67	3,2E-04	2,7E-04	2,7E-04	-70

Distanza martinetti D [cm]	Coefficiente Km	Coefficiente Ka	Pressione massima raggiunta [bar]	Tensione di prima fessurazione σ [kg/cm ²]
50	0.89	1	34	30,26

Rapporto di prova N. 01412 del 23/75/2019. Il presente documento non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del responsabile del Laboratorio. Pag. 9/16



Rapporto di prova N. 01412 del 23/75/2019. Il presente documento non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del responsabile del Laboratorio.



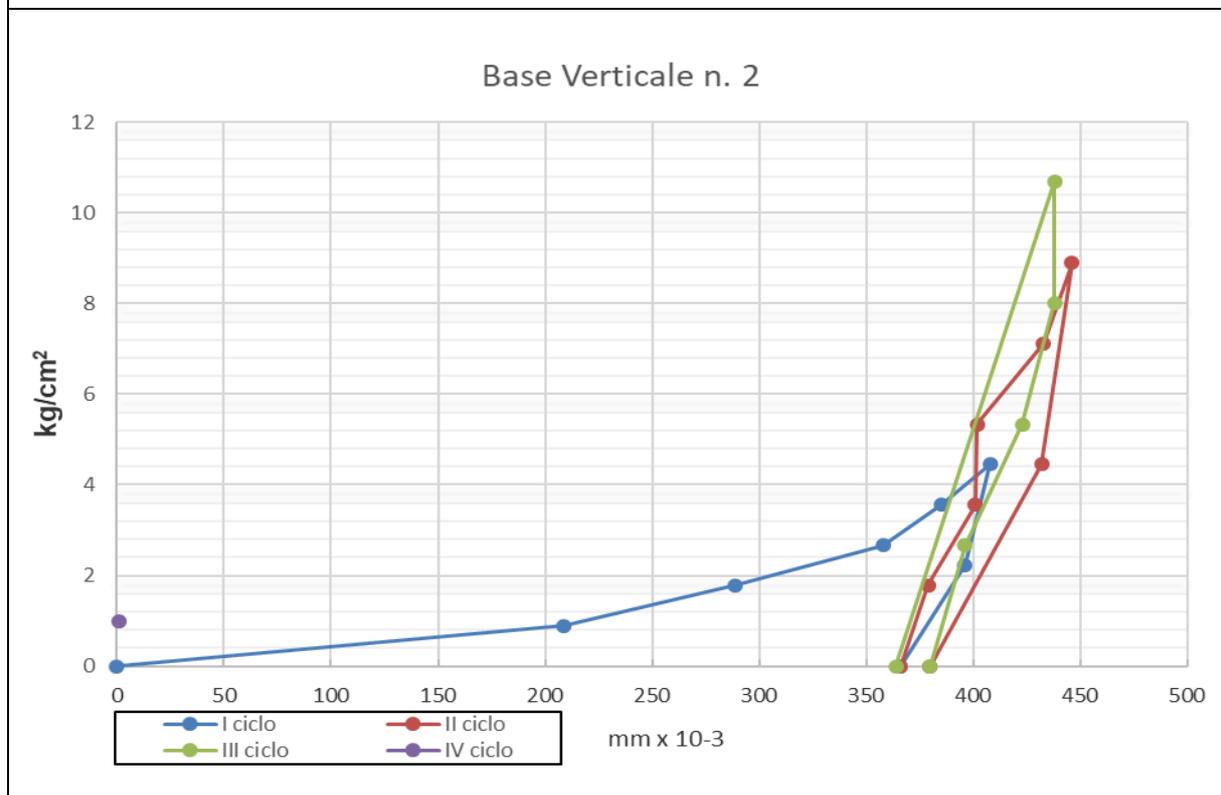
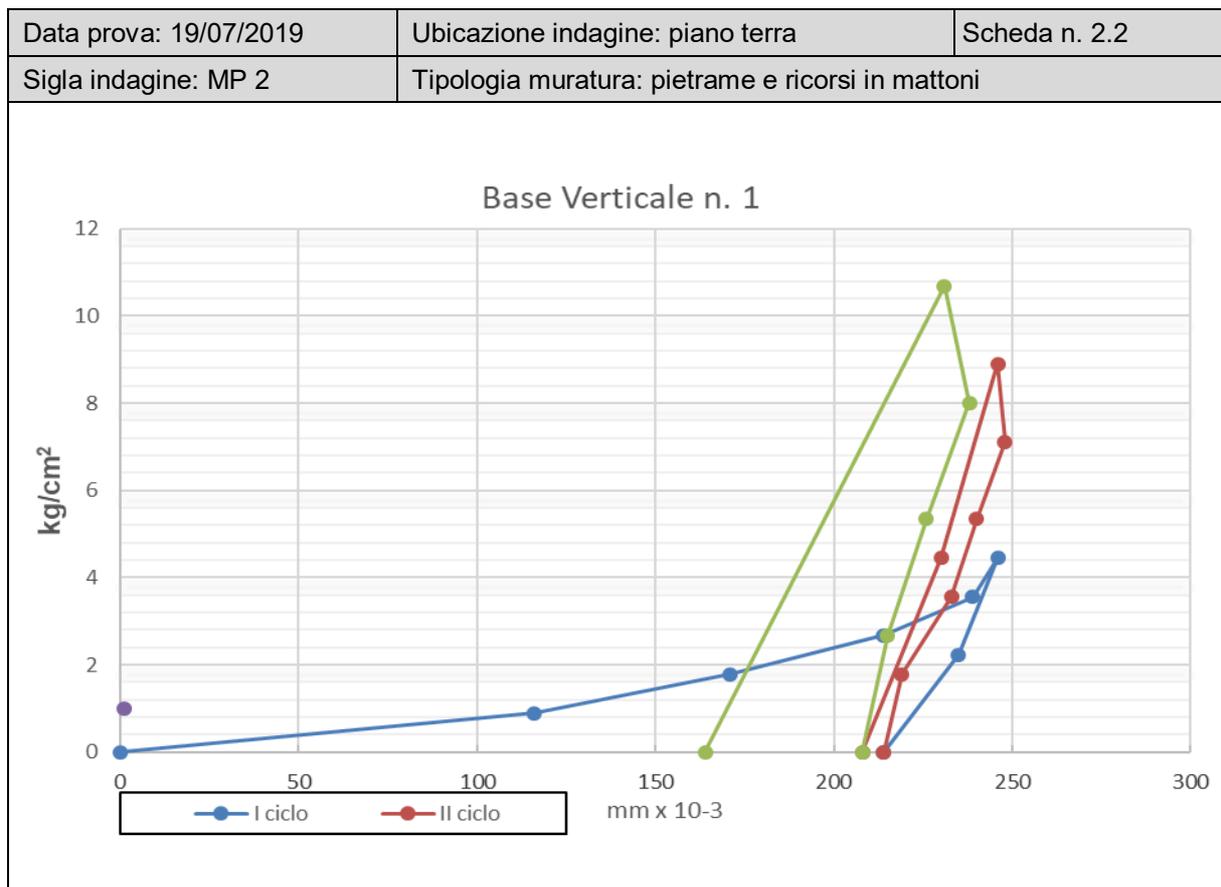


4.2 - MP2

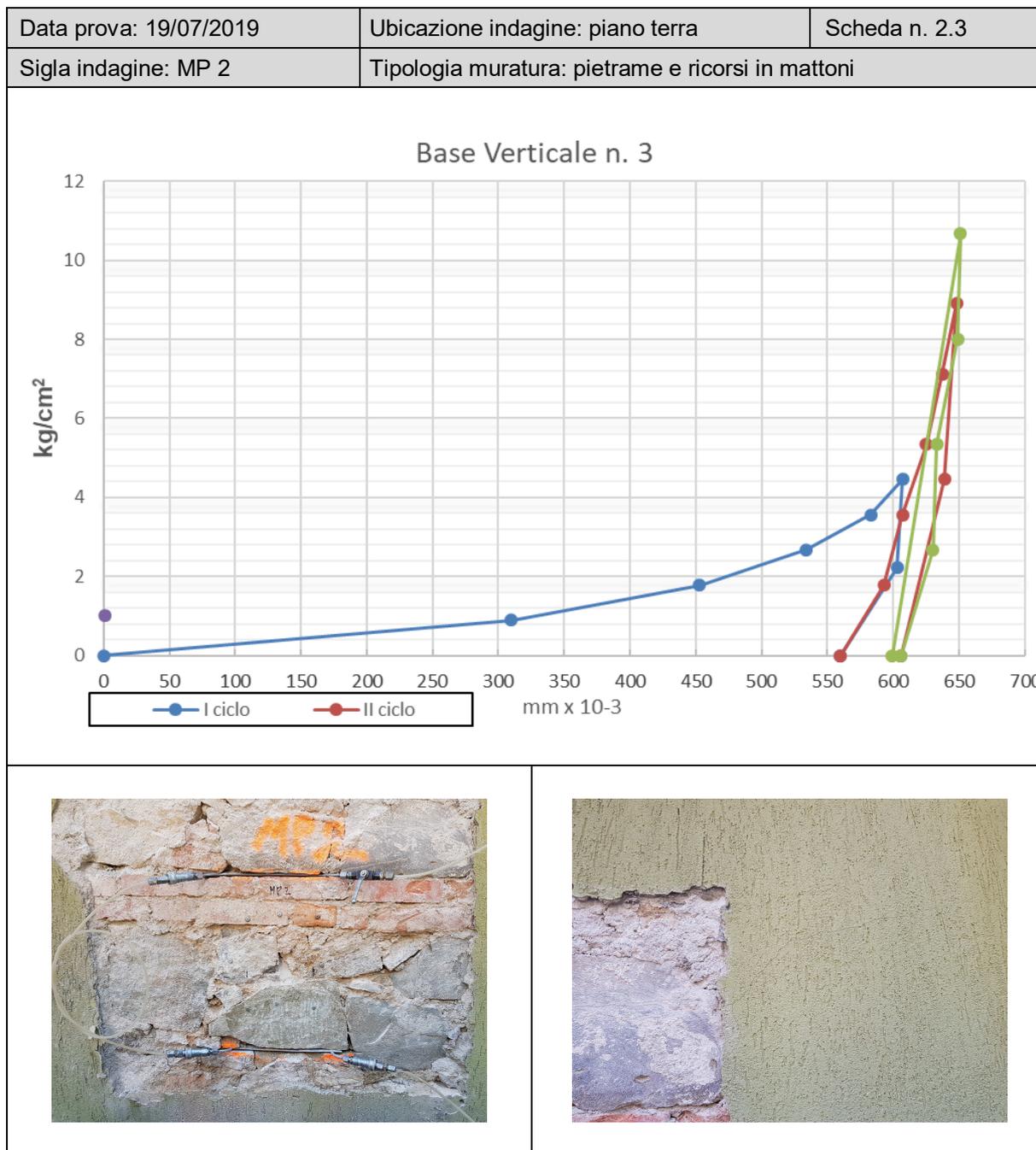
Data prova: 19/07/2019	Ubicazione indagine: piano terra	Scheda n. 2.1
Sigla indagine: MP 2	Tipologia muratura: pietrame e ricorsi in mattoni	

Pressione P [bar]	Pressione effettiva δ [kg/cm ²]	Basi verticali						Base orizzontale
		[mm x 10 ⁻³]			$\epsilon 1$	$\epsilon 2$	$\epsilon 3$	[mm x 10 ⁻³]
		$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 1/L1$	$\Delta 2/L2$	$\Delta 3/L3$	$\Delta 4$
0	0	0	0	0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0
1	0,89	116	209	310	4,6E-04	8,4E-04	1,2E-03	0
2	1,78	171	289	453	6,8E-04	1,2E-03	1,8E-03	-6
3	2,67	214	358	534	8,6E-04	1,4E-03	2,1E-03	-13
4	3,56	239	385	583	9,6E-04	1,5E-03	2,3E-03	-21
5	4,45	246	408	607	9,8E-04	1,6E-03	2,4E-03	-24
2,5	2,225	235	396	603	9,4E-04	1,6E-03	2,4E-03	-18
0	0	214	366	560	8,6E-04	1,5E-03	2,2E-03	1
2	1,78	219	379	593	8,8E-04	1,5E-03	2,4E-03	-4
4	3,56	233	401	607	9,3E-04	1,6E-03	2,4E-03	-18
6	5,34	240	402	625	9,6E-04	1,6E-03	2,5E-03	-26
8	7,12	248	433	637	9,9E-04	1,7E-03	2,5E-03	-42
10	8,9	246	446	648	9,8E-04	1,8E-03	2,6E-03	-75
5	4,45	230	432	639	9,2E-04	1,7E-03	2,6E-03	-64
0	0	208	380	606	8,3E-04	1,5E-03	2,4E-03	-20
3	2,67	215	396	630	8,6E-04	1,6E-03	2,5E-03	-39
6	5,34	226	423	633	9,0E-04	1,7E-03	2,5E-03	-56
9	8,01	238	438	649	9,5E-04	1,8E-03	2,6E-03	-66
12	10,68	231	438	651	9,2E-04	1,8E-03	2,6E-03	-99
0	0	164	364	599	6,6E-04	1,5E-03	2,4E-03	-22

Distanza martinetti D [cm]	Coefficiente Km	Coefficiente Ka	Pressione massima raggiunta [bar]	Tensione di prima fessurazione σ [kg/cm ²]
50	0.89	1	12.0	10.68

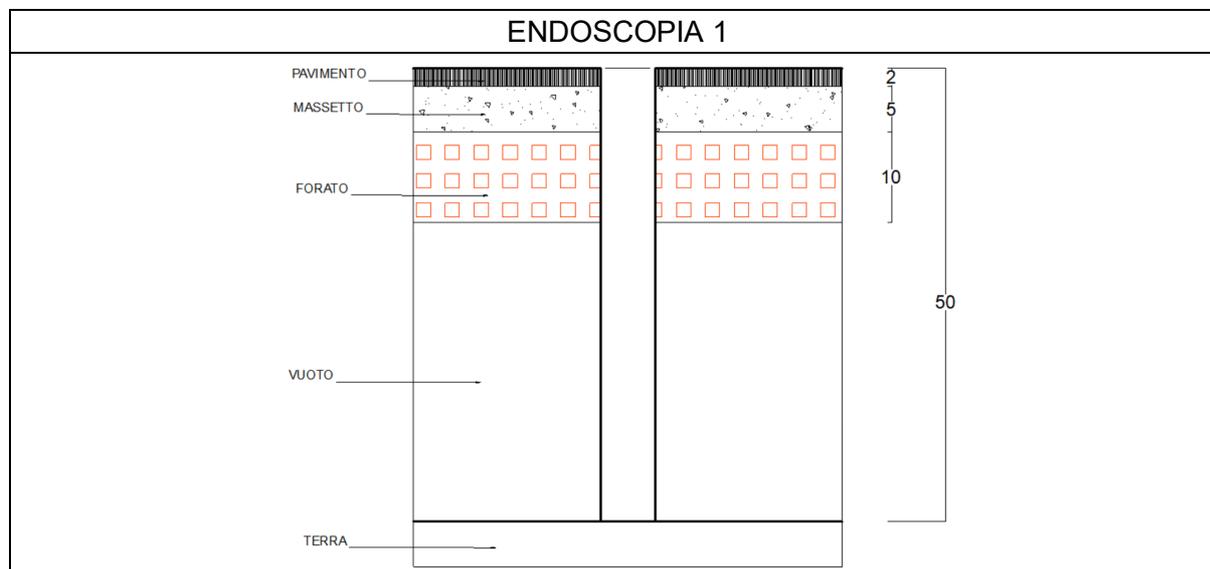


Rapporto di prova N. 01412 del 23/75/2019. Il presente documento non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del responsabile del Laboratorio.





4.3 - Indagine con endoscopio



L'esame visivo ha evidenziato 4 strati così identificati, dall'esterno verso l'interno:

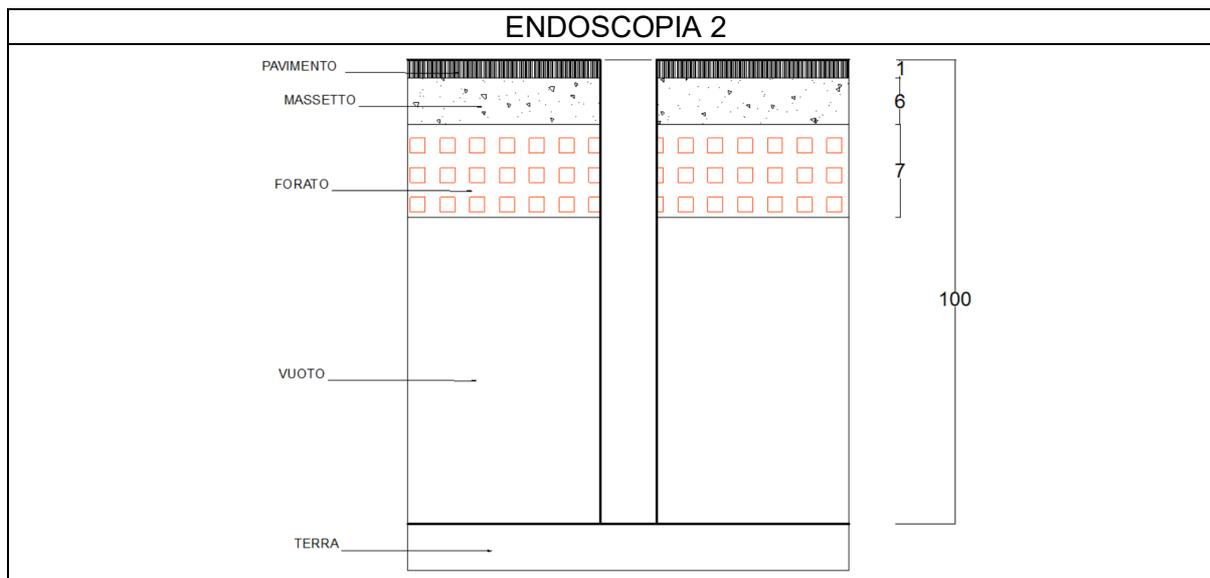
Strato di profondità \approx 2cm costituito dal pavimento più colla;

Strato di profondità \approx 5cm costituito dal massetto;

Strato di profondità \approx 10cm costituito da mattone forato;

Strato di profondità \approx 33cm costituito da vuoto.





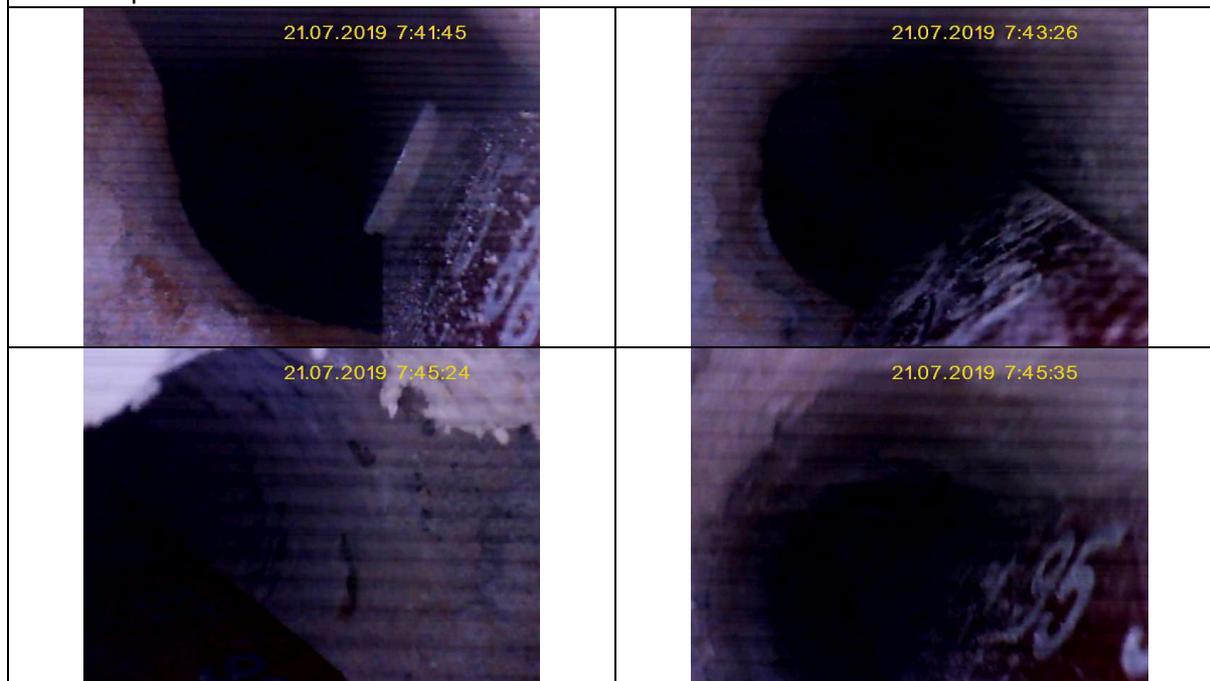
L'esame visivo ha evidenziato 4 strati così identificati, dall'esterno verso l'interno:

Strato di profondità \approx 1cm costituito dal pavimento più colla;

Strato di profondità \approx 6cm costituito dal massetto;

Strato di profondità \approx 7cm costituito da mattone forato;

Strato di profondità \approx 86cm costituito da vuoto.



Lo Sperimentatore
del Laboratorio

Per. ind. Marco Cavicchio

Il Direttore Responsabile
del Laboratorio

Dott. Ing. Simone Scalamandrè

Rapporto di prova N. 01412 del 23/75/2019. Il presente documento non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del responsabile del Laboratorio.

Pag. 16/16