

GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)

Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it

P. IVA 01469080624

RAPPORTO DI PROVA

OGGETTO: INDAGINI DIRETTE ED INDIRETTE PER LA CARATTERIZZAZIONE STRUTTURALE DI UN EDIFICIO SCOLASTICO



LOCALITÀ:

COMUNE DI GUARDIA SANFRAMONDI

INDIRIZZO:

VIA SEBASTIANO GUIDI

DATA ESECUZIONE PROVE:

18 - 19 Luglio 2013

LUOGO:

Ex scuola media S. Guidi

RESPONSABILI DELLA SPERIMENTAZIONE

Ing. Guido Ruggiero

Geom. Fabio Palmieri

Dott. Pietro Sparago

GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

GEOARCHEOS s.a.s.

di Sparago Pietro & C.

Via Pugliano snc

82030 SAN SALVATORE TELESINO (BN)

P IVA 01469080624

GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)
Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it
P. IVA 01469080624

PREMESSA

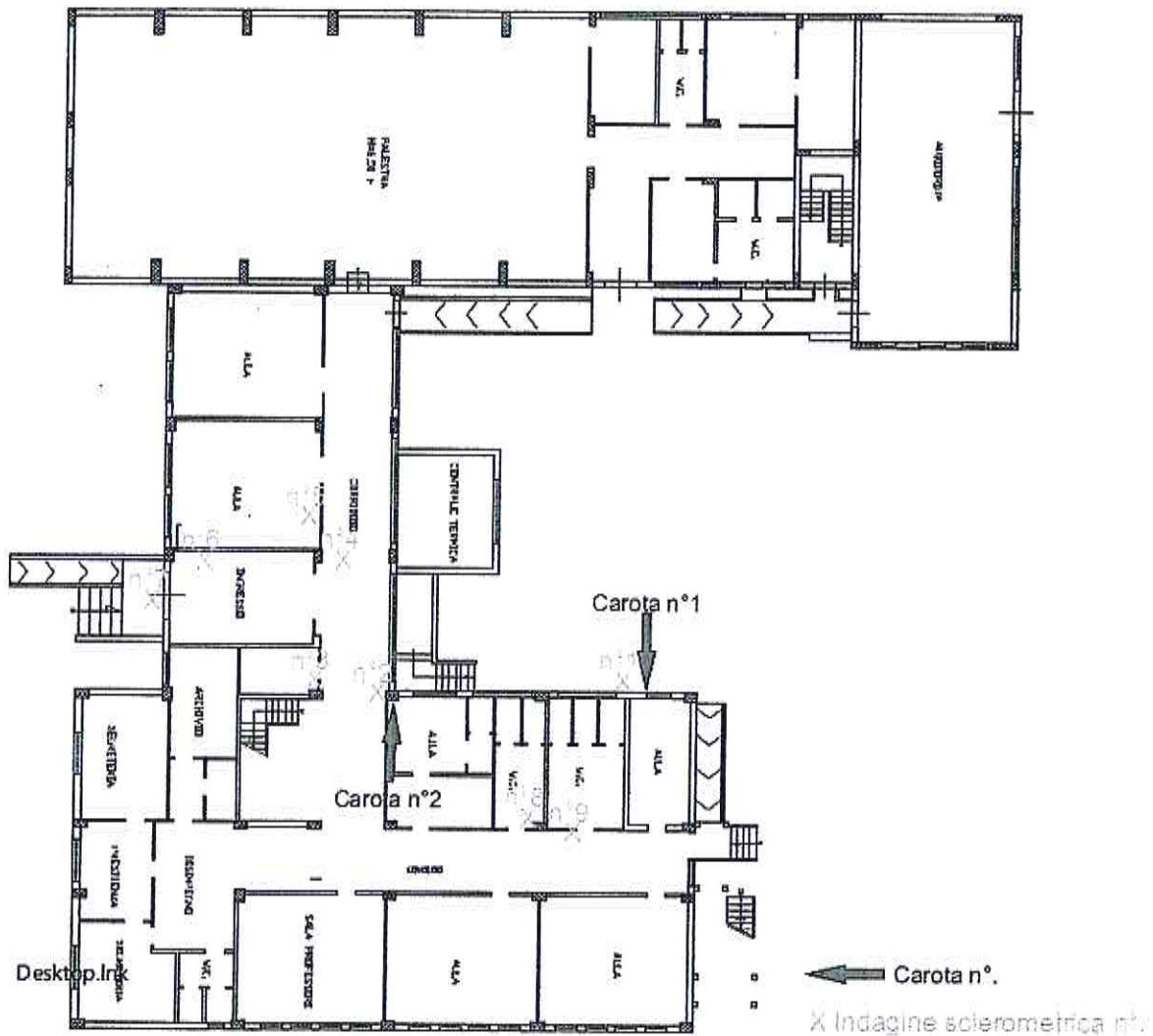
Il presente lavoro illustra i risultati di una campagna di prove dirette e indirette su elementi strutturali campione di un edificio scolastico sito nel comune di Guardia Sanframondi. Le indagini sono state effettuate allo scopo di individuare e caratterizzare gli elementi strutturali componenti l'edificio.

Le prove sono state eseguite in ottemperanza alla Circolare 2 febbraio 2009, n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

AREA DELLE INDAGINI



INDAGINI SCLEROMETRICHE ED ESTRAZIONE CAROTE



1. INDAGINE SCLEROMETRICA (UNI EN 12504/2)

Le strutture investigate, al piano seminterrato, si presentano allo stato rustico per cui non si è reso necessario eliminare lo strato di intonaco. Operazione preliminare è stata la rilevazione della disposizione dei ferri d'armatura dell'elemento strutturale indagato mediante pacometro e loro segnatura sull'elemento stesso tramite gessetti o altro.

L'esecuzione delle battute sclerometriche è stata eseguita nelle zone precedentemente individuate avendo avuto cura di mantenere una sufficiente distanza dalle armature rilevate ed è stata effettuata secondo le seguenti fasi:

1. esecuzione di n. 12 battute per ogni zona di misura individuata. La battuta deve essere eseguita sulla superficie di cls privata di sporgenze e resa uniforme dall'esecuzione di raschiatura della parte con mola a mano. Lo strumento è stato disposto in modo da formare un angolo pari a 0° rispetto all'orizzontale; possono usarsi altri angoli, ma 0° è il più semplice da mantenere per tutte le battute. Lo strumento è appoggiato alla superficie da provare con l'asta di percussione in posizione di massima estensione; l'asta di percussione viene pressata contro la superficie da provare. Nel momento in cui si raggiunge il fine corsa dell'asta dentro il fusto dello sclerometro si ha il colpo di martello della massa battente con l'indicazione su scala graduata del ritorno del martello in percento dello spostamento iniziale prima dell'urto.

In particolare, le prove sclerometriche consentono di valutare la resistenza del calcestruzzo attraverso curve standard correlandola con l'entità di rimbalzo di una massa battente e quindi con la durezza superficiale del materiale stesso.

GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)
Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it
P. IVA 01469080624

Lo strumento consiste in un'asta che, premuta contro la superficie in esame perpendicolarmente, carica una molla da cui si sgancia una massa battente; con l'urto di tale massa nota si produce un rimbalzo della stessa che trascina un indice su una scala permettendo così di leggere l'indice di rimbalzo I.

Con tale metodo si ottengono informazioni sullo stato superficiale del conglomerato pertanto la superficie deve essere liscia e, per avere una misura attendibile, occorre che la prova venga ripetuta un minimo di 12 volte, essendo la prova stessa sensibile a variazioni locali del calcestruzzo (presenza di aggregati grossi, porosità, etc.), soprattutto se si presenta degradato e/o alterato (es. carbonatazione). Delle 12 battute il valore minimo e il valore massimo verranno scartati e la media riguarderà le restanti 10 battute.

- **Strumento utilizzato per l'indagine:**

Sclerometria: Sclerometro BOVIAR GEI CONCRETE matr. n° 10E00 219 M.

Di seguito in allegato si trasmette la tabella con i risultati dell'indagine eseguita.

GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)
 Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it
 P. IVA 01469080624

Riferimento	Angolo inclinaz. su orizz.	Letture rimbalzo	Angolo rif. curva	Letture media	Resistenza Rck	RCK medio	Rck m 80%
	-90° a 0°	(> 0)	°	(*)	MPa		MPa
1 TRAVE - 1	0	31	0	33	25	29	23
2	0	33	0		28		
3	0	34	0		30		
4	0	34	0		30		
5	0	32	0		27		
6	0	35	0		31		
7	0	31	0		25		
8	0	36	0		33		
9	0	33	0		28		
10	0	33	0		28		

(*) valore medio di 10 battute (su 12 effettuate con eliminazione della Min e Max)



GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)
Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it
P. IVA 01469080624

Riferimento	Angolo inclinaz. su orizz.	Letture rimbalzo	Angolo rif. curva	Letture media	Resistenza Rck	RCK medio	Rck m 80%
	-90° a 0°	(> 0)	°	(*)	MPa		MPa
1	PILASTRO - 2	0	34	0	34	30	24
2		0	34	0		30	
3		0	31	0		25	
4		0	36	0		33	
5		0	37	0		35	
6		0	33	0		28	
7		0	35	0		31	
8		0	34	0		30	
9		0	32	0		27	
10		0	33	0		28	

(*) valore medio di 10 battute (su 12 effettuate con eliminazione della Min e Max)



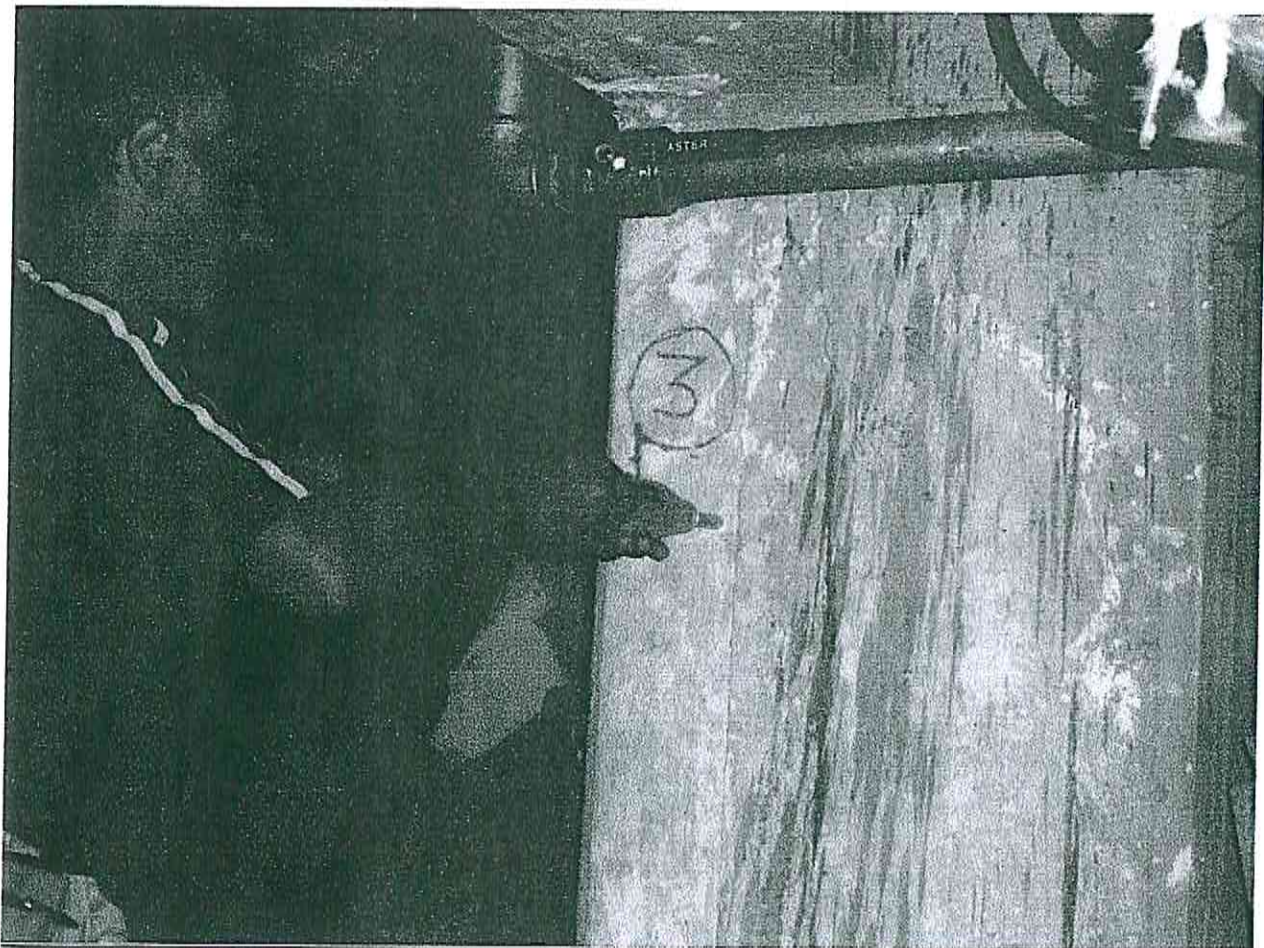
GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)
Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it
P. IVA 01469080624

Riferimento	Angolo inclinaz. su orizz.	Lettura rimbalzo	Angolo rif. curva	Lettura media	Resistenza Rck	RCK medio	Rck m 80%	
	-90° a 0°	(> 0)	°	(*)	MPa		MPa	
1	PILASTRO - 3	0	31	0	32	25	27	21
2		0	33	0		28		
3		0	34	0		30		
4		0	32	0		27		
5		0	30	0		23		
6		0	35	0		31		
7		0	36	0		33		
8		0	30	0		23		
9		0	31	0		25		
10		0	28	0		20		

(*) valore medio di 10 battute (su 12 effettuate con eliminazione della Min e Max)



GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)
Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it
P. IVA 01469080624

Riferimento	Angolo inclinaz. su orizz.	Lettura rimbalzo	Angolo rif. curva	Lettura media	Resistenza Rck	RCK medio	Rck m 80%
	-90° a 0°	(> 0)	°	(*)	MPa		MPa
1	PILASTRO - 4	0	30	0	33	23	28
2		0	34	0		30	
3		0	30	0		23	
4		0	36	0		33	
5		0	35	0		31	
6		0	36	0		33	
7		0	33	0		28	
8		0	31	0		25	
9		0	32	0		27	
10		0	32	0		27	

(*) valore medio di 10 battute (su 12 effettuate con eliminazione della Min e Max)



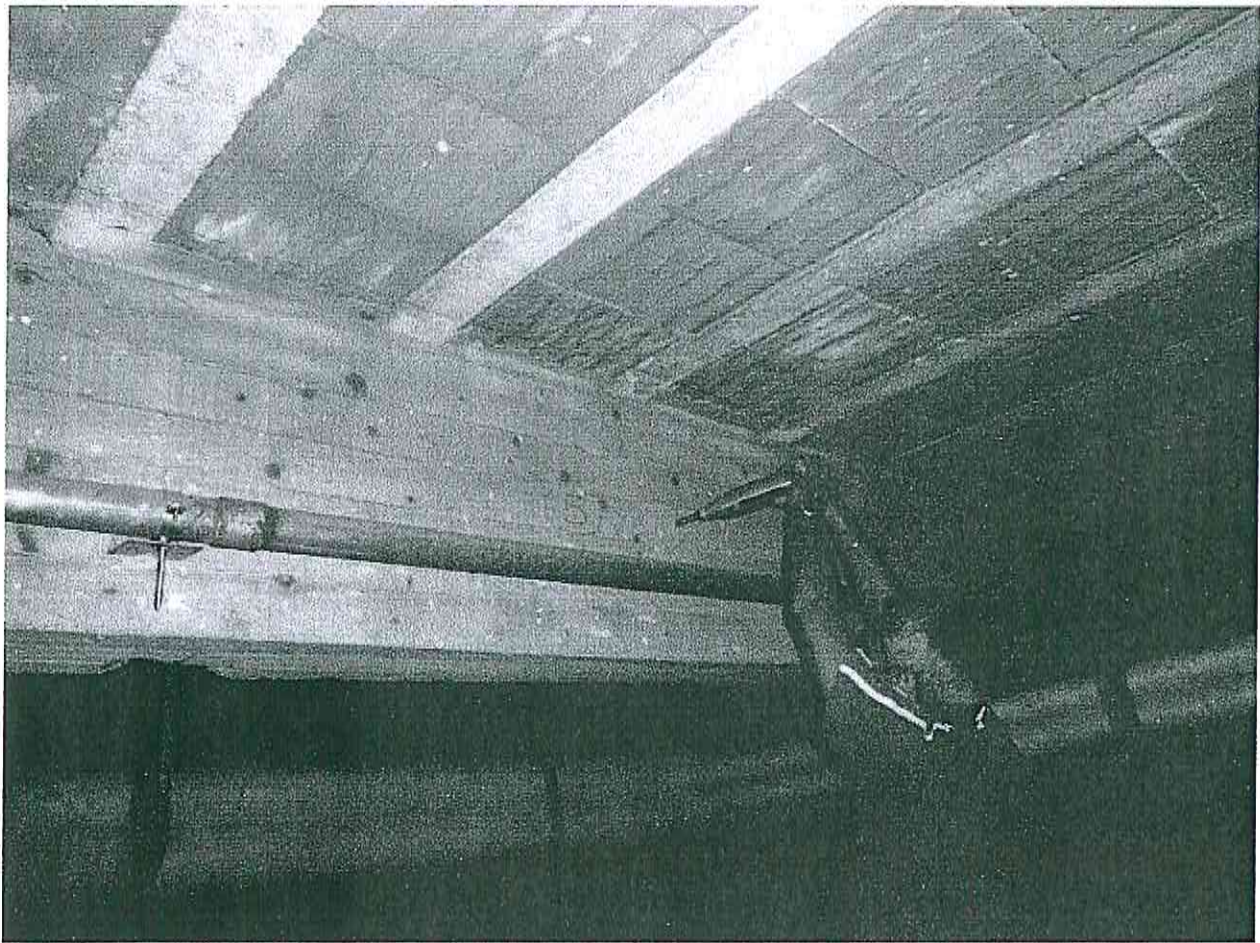
GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)
Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it
P. IVA 01469080624

Riferimento	Angolo inclinaz. su orizz.	Letture rimbalzo	Angolo rif. curva	Letture media	Resistenza Rck	RCK medio	Rck m 80%
	-90° a 0°90	(> 0)	°	(*)	MPa		MPa
1 TRAVE - 5	0	32	0	31	27	25	20
2	0	30	0		23		
3	0	31	0		25		
4	0	31	0		25		
5	0	33	0		28		
6	0	34	0		30		
7	0	30	0		23		
8	0	30	0		23		
9	0	29	0		22		
10	0	32	0		27		

(*) valore medio di 10 battute (su 12 effettuate con eliminazione della Min e Max)



GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)
Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it
P. IVA 01469080624

Riferimento	Angolo inclinaz. su orizz.	Lettura rimbalzo	Angolo rif. curva	Lettura media	Resistenza Rck	RCK medio	Rck m 80%	
	-90° a 0°	(> 0)	°	(*)	MPa		MPa	
1	PILASTRO - 6	0	34	0	33	30	28	22
2		0	33	0		28		
3		0	30	0		23		
4		0	30	0		23		
5		0	30	0		23		
6		0	33	0		28		
7		0	35	0		31		
8		0	35	0		31		
9		0	34	0		30		
10		0	32	0		27		

(*) valore medio di 10 battute (su 12 effettuate con eliminazione della Min e Max)



GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)

Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it

P. IVA 01469080624

Riferimento	Angolo inclinaz. su orizz.	Lettura rimbalzo	Angolo rif. curva	Lettura media	Resistenza Rck	RCK medio	Rck m 80%	
	-90° a 0°	(> 0)	°	(*)	MPa		MPa	
1	TRAVE - 7	0	30	0	31	23	26	21
2		0	32	0		27		
3		0	32	0		27		
4		0	32	0		27		
5		0	34	0		30		
6		0	30	0		23		
7		0	30	0		23		
8		0	33	0		28		
9		0	31	0		25		
10		0	30	0		23		

(*) valore medio di 10 battute (su 12 effettuate con eliminazione della Min e Max)



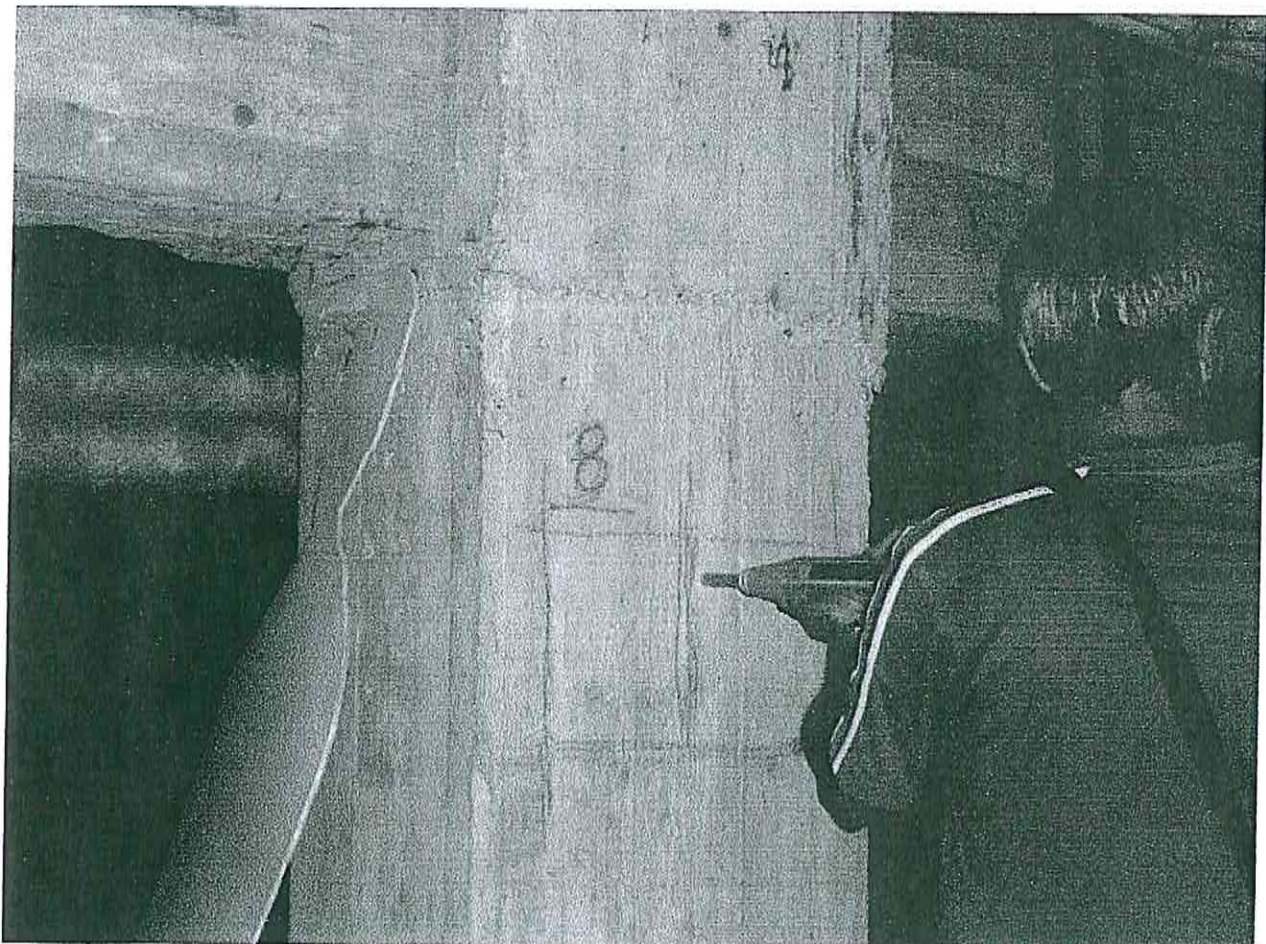
GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)
Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it
P. IVA 01469080624

Riferimento	Angolo inclinaz. su orizz.	Letture rimbalzo	Angolo rif. curva	Letture media	Resistenza Rck	RCK medio	Rck m 80%	
	-90° a 0°	(> 0)	°	(*)	MPa		MPa	
1	PILASTRO - 8	0	34	0	34	30	29	23
2		0	34	0		30		
3		0	34	0		30		
4		0	35	0		31		
5		0	36	0		33		
6		0	32	0		27		
7		0	32	0		27		
8		0	34	0		30		
9		0	32	0		27		
10		0	34	0		30		

(*) valore medio di 10 battute (su 12 effettuate con eliminazione della Min e Max)



GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)
 Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it
 P. IVA 01469080624

Riferimento	Angolo inclinaz. su orizz.	Letture rimbalzo	Angolo rif. curva	Letture media	Resistenza Rck	RCK medio	Rck m 80%
	-90° a 0°	(> 0)	°	(*)	MPa		MPa
1 TRAVE - 9	0	30	0	32	23	27	21
2	0	33	0		28		
3	0	32	0		27		
4	0	30	0		23		
5	0	30	0		23		
6	0	34	0		30		
7	0	31	0		25		
8	0	35	0		31		
9	0	32	0		27		
10	0	34	0		30		

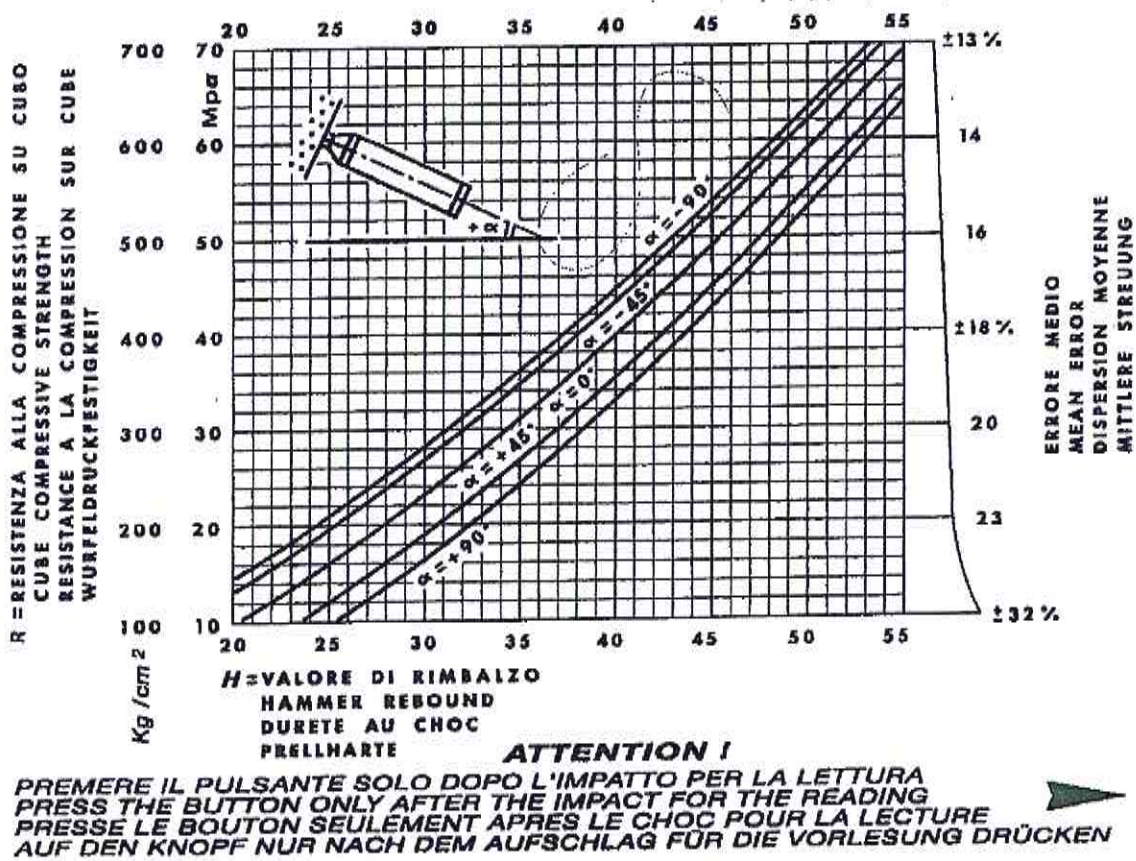
(*) valore medio di 10 battute (su 12 effettuate con eliminazione della Min e Max)



GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)
 Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it
 P. IVA 01469080624



2. PRELIEVO CAROTE

Sono state prelevate complessivamente **2 carote** su elementi strutturali denominati “TRAVE” [carota 01], “PILASTRO” [carota 02] .

Su ciascun degli elementi indagati è stata effettuata l’operazione preliminare di rilevazione della disposizione dei ferri d’armatura mediante pacometro [strumento costituito da una sonda emettitrice di campo magnetico collegata ad un’unità di elaborazione digitale ed acustica] e loro segnatura sull’elemento stesso tramite gessetti evidenziando sia le barre longitudinali che le staffe al fine di evitare l’intercettamento delle stesse durante l’esecuzione della carota.

Le carote in calcestruzzo sono state prelevate mediante carotatrice a corona diamantata, secondo quanto indicato dalla norma UNI EN 12504-1 (2002), adottando il criterio di ridurre al minimo il danneggiamento del campione nel corso delle operazioni di estrazione.

Le carote sono state sottoposte a “Prova a compressione” presso il laboratorio tecnologico sperimentale per prove sui materiali da costruzione SANNIO TEST SRL con sede in San Giorgio del Sannio (BN). I risultati sono allegati alla presente relazione illustrativa ed individuati sul **certificato n. 3359C/13**.

GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)

Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it

P. IVA 01469080624

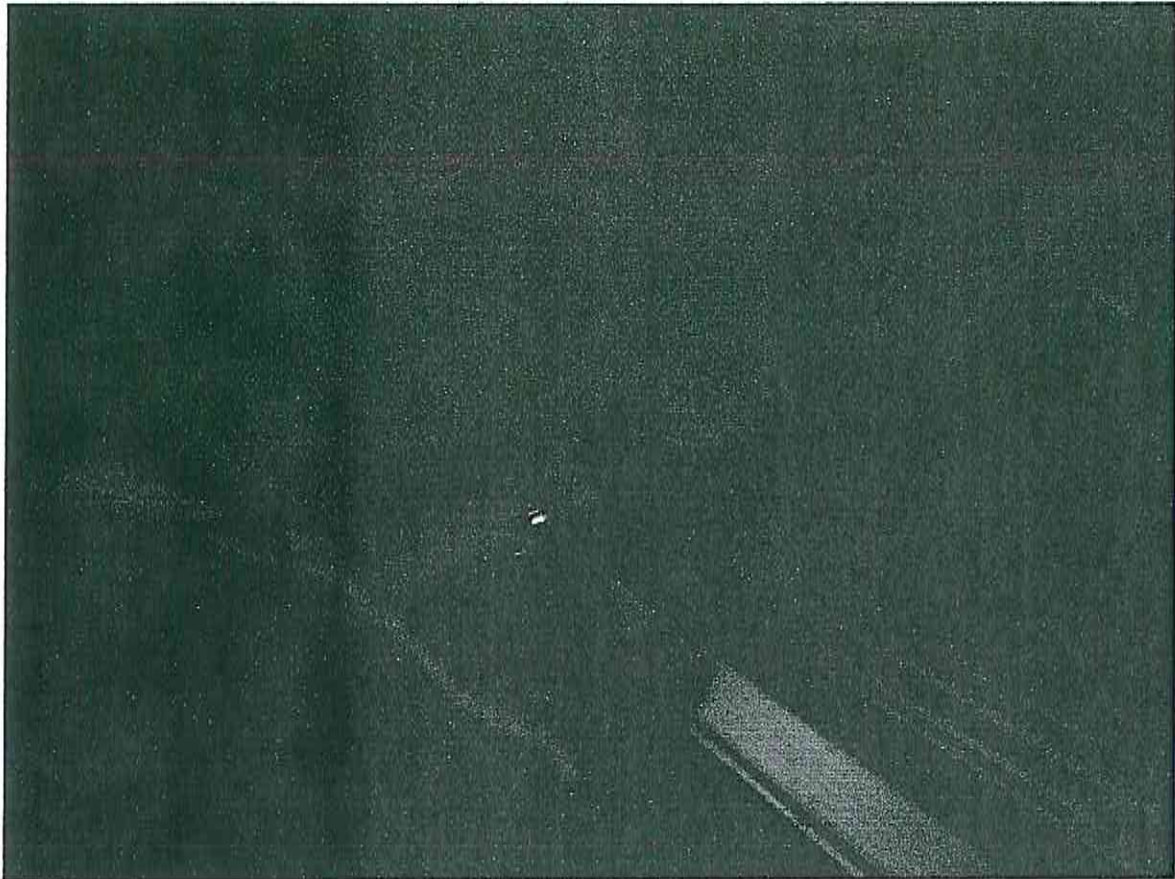


Prelievo carota 1

GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)
Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it
P. IVA 01469080624



Prelievo carota 2

GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)
Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it
P. IVA 01469080624



CERTIFICATO DI PROVA A COMPRESSIONE
(UNI EN 12390 - 1, UNI EN 12390 - 3, DM 14.01.2008)

Giorgio del Sannio li 23/07/2013

Richiedente : Ditta GEOARCHEOS s.a.s.
Oggetto dei lavori : Messa in sicurezza ex scuola media S. Guidi - Via S. Guidi Guardia Sanframondi
Committente : Comune di Guardia Sanframondi

Prova presa : -----

Numero Certificato : 3359C/13

Numero verbale di accettazione : 2088

Data di accettazione : 22/07/2013

RISULTATI DELLE PROVE SU PROVINI CILINDRICI

Sigla	Data prelievo dichiarata	Rck dich. (Mpa)	Sp. (**)	Diametro e alt. (mm)			Massa (Kg)	Area Compr. (mmq)	Resistenza Unitaria (N/mmq)	Data di prova	Tipo rott. (*)	Posizione prelievo dichiarata
				h	Ø							
2088/1	18/07/2013	---	Si	100,0	50,0	0,0	0,46	1.962	25,32	23/07/2013	1	Trave di fondazione
2088/2	18/07/2013	----	Si	99,0	50,0	0,0	0,45	1.962	18,70	23/07/2013	1	pilastro entrata semint.

Prelievo dei campioni non è stato eseguito dal Laboratorio

1 Soddisfacente - 2 Insoddisfacente

- Spianatura : non effettuata se il provino risulta conforme alla norma

La richiesta di prova è stata sottoscritta dal Direttore dei lavori.

Lo Sperimentatore
Geom. Raffaele Petrone



Il Direttore del Laboratorio
dott. Ing. Michele Larocca

INDAGINI INDIRETTE: TERMOGRAFIA IR

TIPOLOGIA E MODALITA' DI INDAGINE

Tecnica telemetrica in grado di determinare la temperatura radiante di una superficie con notevole risoluzione spaziale e precisione. Si tratta di un mezzo di diagnosi non distruttiva basato sull'analisi di immagini che evidenziano discontinuità termiche.

La metodologia sfrutta la capacità di alcuni dispositivi (sensori bolometrici) di rivelare l'intensità della radiazione nella zona termica dello spettro elettromagnetico, ovvero quella dell'infrarosso.

L'energia termica, o infrarossa, consiste in una luce la cui lunghezza d'onda risulta troppo grande per essere individuata dall'occhio umano; si tratta della porzione dello spettro elettromagnetico che viene percepita come calore.

A differenza della luce visibile, nel mondo dei raggi infrarossi tutti gli elementi con una temperatura al di sopra dello zero assoluto (cioè a $0\text{ K} = -273,15\text{ °C}$) emettono calore.

Più è alta la temperatura dell'oggetto, più quest'ultimo irradierà raggi infrarossi.

Il principio quindi si basa sulla misura della distribuzione delle temperature superficiali dell'oggetto in esame. Un'anomalia di tale distribuzione di temperature è indicativa di un possibile difetto.

La termocamera è uno strumento che rileva, a distanza, l'energia infrarossa (o termica) e la converte in un segnale elettronico, che viene in seguito elaborato al fine di produrre immagini video e realizzare calcoli della temperatura.

Il calore rilevato da una termocamera può essere quantificato con estrema precisione permettendo all'utente di monitorare la performance termica e allo stesso tempo, di identificare e valutare l'entità di problemi di natura termica.

Tuttavia, la radiazione rilevata dalla telecamera non è unicamente dipendente dalla temperatura degli oggetti ma è anche determinata dall'emissività, dalla radiazione originata dall'ambiente circostante che viene riflessa sull'oggetto e dall'assorbimento della radiazione derivante dall'oggetto nonché della radiazione riflessa da parte dell'atmosfera.

Nella maggior parte dei casi la termografia viene utilizzata per una prima mappatura delle zone caratterizzate da anomalie superficiali, sulle quali poi eventualmente effettuare indagini più approfondite in grado di esaminare il mezzo in profondità.

GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)
Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it
P. IVA 01469080624

Per rilevare la temperatura con precisione, è opportuno ovviare agli effetti provocati dalla presenza di diverse sorgenti di radiazione. Questa procedura viene eseguita automaticamente in tempo reale dalla termocamera in dotazione.

Tuttavia, è necessario che la termocamera disponga dei seguenti parametri che si riferiscono agli oggetti:

- L'emissività dell' oggetto
- La temperatura riflessa
- La distanza tra l'oggetto e la temperatura
- L'umidità relativa.

Emissività

Poiché l'emissività è il parametro più importante dell'oggetto, è necessario che tale parametro venga impostato correttamente. In breve, l'emissività è una misura che si riferisce alla quantità di radiazione termica emessa da un oggetto.

Generalmente, i materiali di cui sono composti gli oggetti e i trattamenti effettuati sulla superfici presentano emissività comprese tra 0,1 e 0,95.

Temperatura ambiente riflessa

Questo parametro viene utilizzato per bilanciare la radiazione riflessa nell' oggetto e quella emessa dall'atmosfera tra la Termocamera e l'oggetto.

Se l'emissività è bassa, la distanza molto elevata e la temperatura dell' oggetto relativamente simile a quella dell' ambiente, risulta particolarmente importante impostare e bilanciare correttamente la temperatura ambientale.

Distanza

Per distanza si intende la distanza esistente tra l'oggetto e il fronte dell' ottica della Termocamera.

Questo parametro viene utilizzato per bilanciare l'assorbimento della radiazione tra l'oggetto e la Termocamera dovuto alla trasmittanza che diminuisce all'aumentare della distanza.

GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)
Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it
P. IVA 01469080624

Umidità relativa

La Termocamera consente anche di ovviare al fatto che la trasmittanza dipende in una certa misura dall'umidità relativa dell'atmosfera.

Pertanto, è necessario impostare l'umidità relativa sul valore corretto.

Attrezzatura utilizzata

La termocamera utilizzata è la Flir Modello B 335 con le seguenti caratteristiche:

Specifiche FLIR B335

Caratteristiche immagine	
Campo visivo (FOV)	25° × 19° / 0,4 m
Sensibilità termica/NETD	50 mK
Messa a fuoco	Manuale/Automatica
Zoom	Zoom digitale 1-2x continuo e funzione panorama
Campo spettrale	7,5-13 µm
Risoluzione IR	320 × 240 pixel
Presentazione delle immagini	
Display	LCD a colori da 3,5", touch-screen incorporato
Modalità immagine	Immagini IR, immagini visiva, FLIR Picture-in-Picture, galleria immagini in miniatura
FLIR Picture-in-Picture	Scalabile
Misurazione	
Intervallo di temperatura	-20°C a +120°C
Precisione	±2°C
Funzioni di misura	

SOLAI

Sono state eseguite indagini termografiche per individuare le tipologie strutturali e le direzioni di orditura dei solai, indicate nelle planimetrie di seguito riportate con i vettori di colore rosso.

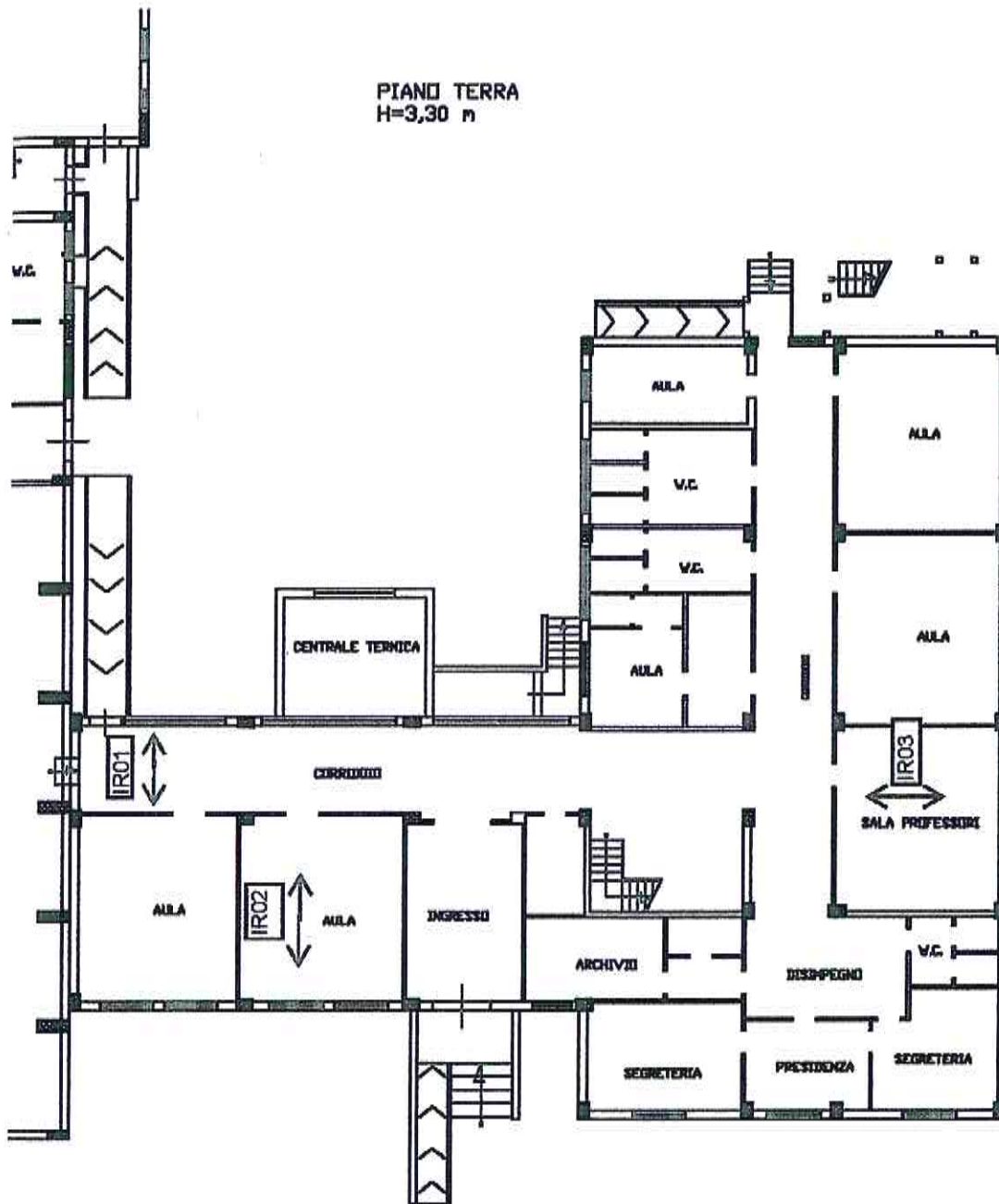
I solai ai quali sono riferite le direzioni di orditura sono quelli sovrastanti i locali rappresentati in planimetria.

Dalla lettura dei termogrammi si è verificato il passo tra gli elementi portanti (travetti) che è risultato regolare e sempre attestato su valori di 50 cm..

GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)
Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it
P. IVA 01469080624



GeoArcheos s.a.s

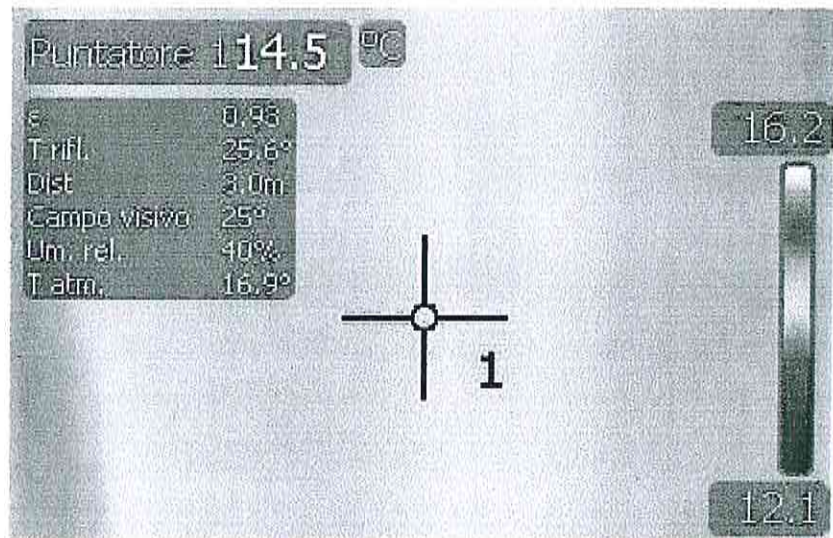
Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)
Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it
P. IVA 01469080624

Termogramma IR01



Termogramma IR02

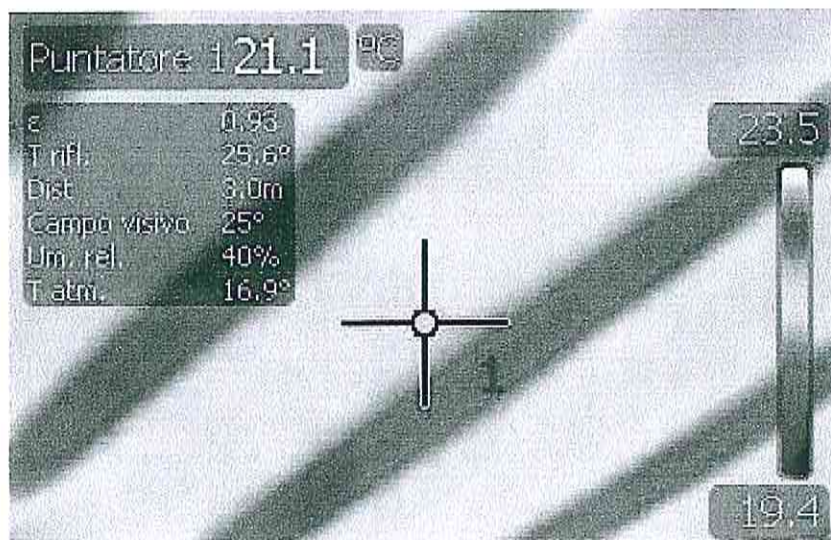


GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)
Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it
P. IVA 01469080624

Termogramma IR03



GeoArcheos s.a.s

Sistemi integrati per la Diagnostica e il Monitoraggio

Via Pugliano, snc 82030 S.Salvatore Telesino (BN)
Tel. +39.340.6800296 - geoarcheos@legalmail.it
P. IVA 01469080624

CERTIFICATO DI CALIBRAZIONE



MODELLO FLIR B335 CERTIFICATO DI CALIBRAZIONE

Calibration Certificate

Model FLIR B335

Serial No. 456001754

Calibration Site FLIR Systems AB, Sweden

Calibration Date July 09, 2010

This is to certify that the calibration of the camera identified above is carried out using radiation sources that are traceable to National Standards at the *SP Technical Research Institute of Sweden* or to *NIST, National Institute of Standards and Technology (USA)*.


QUALITY CONTROL

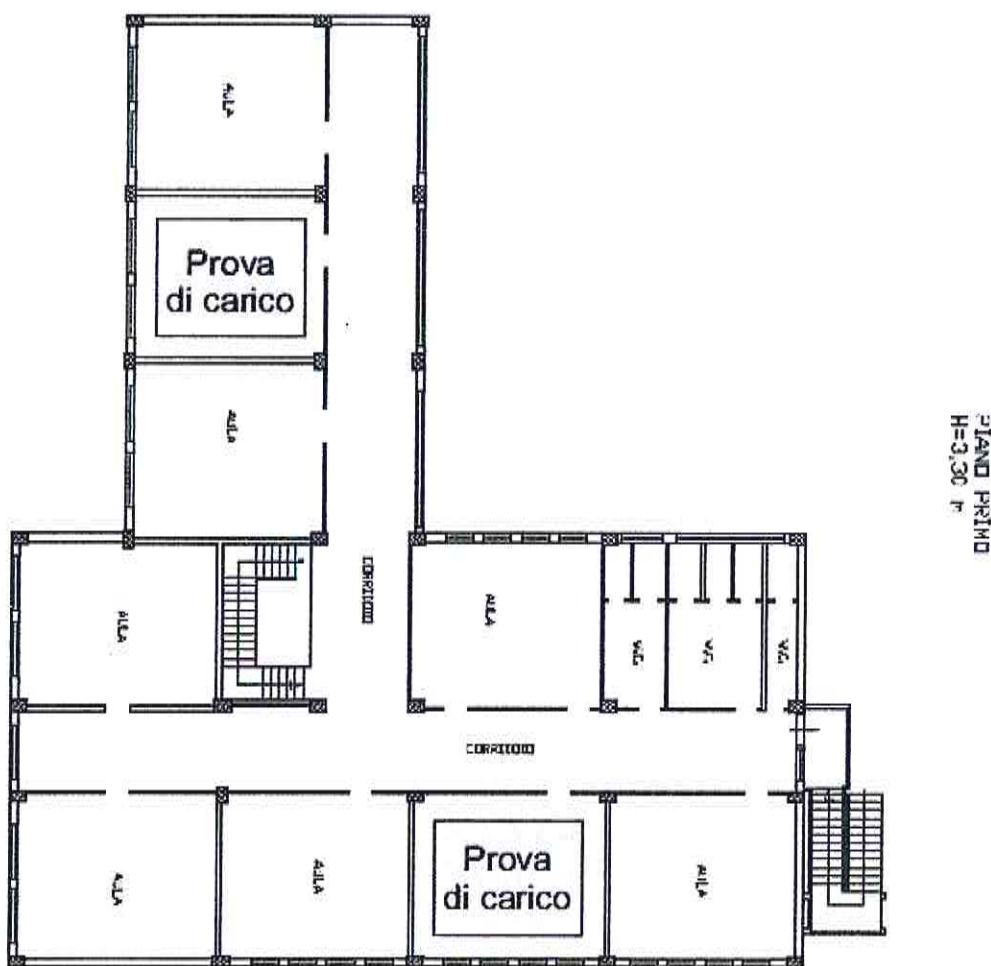


FLIR SYSTEMS AB, BOX 11, SE-171 23 HANinge, SWEDEN
TELEPHONE: +46 8 2215 0000 FAX: +46 8 2215 0001
WWW.FLIR.COM

3. PROVA DI CARICO SU SOLAIO

Il giorno 19 Luglio 2013 sull'edificio oggetto di indagine, la società Geoarcheos in collaborazione con il laboratorio SANNIO TEST SRL di San Giorgio del Sannio ha eseguito due prove di carico su altrettanti solai scelti a campione in funzione delle luci e della destinazione d'uso.

Le prove sono state condotte al piano primo e la loro ubicazione è riportata nello schema seguente.

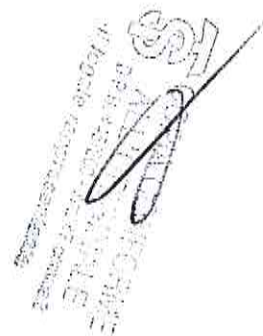


Le modalità di esecuzione delle prove e le relative risultanze sono riportate nello specifico allegato individuato con **rapporto di prova n. E081/13 del 23.07.2013**.

Rapporto di prova n° E081/13

del 23 luglio 2013

RICHIEDENTE: GEOARCHEOS sas



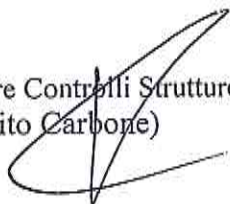
CANTIERE : *INDAGINI STRUTTURALI PER IL COMPLETAMENTO DEI LAVORI DI MESSA
IN SICUREZZA DELLA EX SCUOLA MEDIA "S. GUIDI"*
Loc. Via S: Guidi GUARDIA SANFRAMONDI (BN)

COMMITTENTE: COMUNE DI GUARDIA SANFRAMONDI

PROVE ESEGUITE:

- N° 2 PROVE DI CARICO SU SOLAIO

Il Responsabile settore Controlli Strutture
(Dott. geol. Vito Carbone)



IL Direttore del Laboratorio
(dott. ing. Michele Larocca)



PREMESSA

Il giorno 19 luglio 2013 sono state eseguite due prove di carico su alcuni solai, scelti a campione in funzione delle luci e della destinazione d'uso, relativi al fabbricato in c.a. dell'ex Scuola Media "S. Guidi" ubicato nel comune di Guardia Sanframondi (BN).

Lo scopo delle prove è la verifica del comportamento e delle proprietà elastiche delle strutture sottoposte ai carichi d'esercizio, rappresentati dal carico accidentale più i carichi permanenti eventualmente mancanti.

DESCRIZIONE DELL'APPARECCHIATURA

Le prove sono state eseguite utilizzando la seguente attrezzatura:

- a) gommone riempito di acqua per realizzare il carico
- b) sensori elettronici per la rilevazione dei cedimenti
- c) unità elettronica di comando e registrazione su carta degli andamenti dei cedimenti.

MODALITA' DI CARICO

Per l'applicazione del carico di collaudo della struttura in prova è stata utilizzata la metodologia del "carico distribuito". In particolare per realizzare il carico è stato utilizzato un gommone di dimensioni nominali tali da creare un'area di carico larga 3 m per 4 m nel senso della luce del solaio in prova.

MISURAZIONE DEI CEDIMENTI

I cedimenti della struttura sollecitata sono stati rilevati con l'attrezzatura denominata "Collaudatore GS02" della 4EMME, e in particolare per tutte le prove sono stati utilizzati cinque sensori elettronici posti a contrasto della struttura medesima e collegati ad una centralina elettronica che registra su carta l'andamento delle frecce (cedimenti) in funzione del tempo.

CALCOLO DELLA FORZA IMPOSTA

Il carico da imporre alla struttura in prova, nel caso non venga caricata nella sua interezza, viene calcolato utilizzando la seguente formula che tiene della collaborazione laterale della soletta di ripartizione in cls:

$$Q_{eq} = (Q+Q') \times K_1 \quad (1)$$

dove Q = sovraccarico accidentale, Q' = carichi permanenti eventualmente mancanti e K_1 rappresenta il coefficiente di equivalenza indicativo della larghezza della zona di struttura non caricata ma collaborante.

K_1 viene calcolato in opera utilizzando la formula $K_1 = \{[(f_4+f_5) \times 2 + f_3] \times d\} / f_3 / C$

dove f_4 e f_5 = valore di cedimento misurato ai sensori disposti trasversalmente alla luce; f_3 = cedimento in mezzzeria; d interasse sensori; C = larghezza gommone .

Ancora, se si è in presenza di un carico che non copre tutta la luce del solaio, per eguagliare il momento massimo, è necessario applicare un carico equivalente calcolato con la seguente espressione:

$$q_a = [(Q+Q') \times L^2] / (2 \times L \times B - B^2) \quad (2)$$

dove q_a = carico equivalente, L = luce del solaio, B = lunghezza gommone utilizzato.

MODALITA' DI PROVA

Il carico ed i tempi di prova sono stati preventivamente concordati.

In particolare, il carico di prova è stato applicato con 3 / 4 incrementi in fase di carico e due in quella di scarico, corrispondente ognuno al 50% del carico di prova raggiunto.

Il passaggio ai vari incrementi, o decrementi, è stato effettuato dopo l'avvenuta stabilizzazione dei cedimenti a carico costante, mentre il carico di prova è stato mantenuto per almeno 30 min.

RISULTATI DELLA PROVA

Il diagramma ottenuto si interpreta leggendo i vari fondo scala (f.s.) di seguito riportati.

Se il fondo scala dei cedimenti è stato fissato in 2,00 mm per tutti i sensori utilizzati vale a dire che se i pennini dei sensori segnassero l'intera larghezza del foglio avremmo una lettura pari a 2,00 mm. Il foglio è diviso in dieci parti principali corrispondenti ciascuna a 0,2 mm (1/10 del f.s. scelto), a loro volte suddivise

in ulteriori dieci parti corrispondenti ognuna a 0,02 mm (1/100 del f.s. scelto).

Per f.s. diversi valgono le stesse argomentazioni innanzi riportate; pertanto ognuna delle divisioni principali vale 1/10 del valore del f.s. scelto, mentre quelle secondarie valgono ognuna 1/100 sempre del valore di f.s. scelto.

Nel senso verticale si possono rilevare i tempi di applicazione del carico avendo imposto una velocità di scorrimento della carta pari a 20,0 cm/h.

Di seguito si riportano i risultati per ogni singola prova corredati dalla tabella e dal grafico "carico/cedimenti" relativi alla freccia del sensore in mezzeria relativi a ciascuna prova.

Per l'ubicazione delle campate di solaio in prova e la disposizione del gommone e dei sensori si rimanda alle planimetrie allegate.

La Società si assume la responsabilità per la precisione delle misure eseguite. L'elaborazione dei dati rappresenta solo un sussidio da verificare ed approvare da parte del Collaudatore.

PROVA N° 1

eseguita il 19.07.2013

INDIVIDUAZIONE STRUTTURA IN PROVA :

SOLAIO CALPESTIO AULA 1° PIANO

CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA SOTTOPOSTA A COLLAUDO

Sulla base delle note progettuali fornite dal richiedente le prove, la struttura esaminata risulta realizzata con le seguenti caratteristiche costruttive:

Tipo struttura : solaio in laterocemento

Interasse : cm 50

Luce L : m 6,0

Sovraccarico accidentale Q : kg/mq 300

carico permanente mancante Q' : kg/mq 0

CALCOLO DELLA FORZA IMPOSTA

Il carico da imporre alla struttura in prova viene calcolato utilizzando le formule (1) e (2) che tengono conto della collaborazione laterale della soletta di ripartizione in cls e dell'eventuale porzione di luce non caricata e pertanto avremo :

$$Q_{eq} = q_a \times K_1$$

Nel caso specifico è risultato essere: $q_a = 337 \text{ kg/mq}$ e $K_1 = 1,06$

Pertanto sulla base dei parametri così applicati, la forza equivalente risulta:

$$Q_{eq} = 337 \times 1,06 = 356,2 \text{ kg/mq}$$

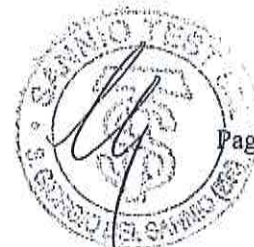
In particolare, è stato applicato un sovraccarico di 360 kg/mq.

DISPOSIZIONE DEI SENSORI:

I sensori sono stati disposti così come di seguito indicato:

- Sensore n° 1: in corrispondenza dell'appoggio
- “ n° 2: ad ¼ della luce
- “ n° 3: in corrispondenza della mezzeria del solaio
- “ n° 4: 1° collaborante in mezzeria a 1,0 m dal sensore n° 3
- “ n° 5: 2° collaborante in mezzeria a 2,0 m dal sensore n° 3.

Rapporto di prova n° E081/13



Pagina 5 di 8

FONDO SCALA UTILIZZATI:

CARICO : ---- kg CEDIMENTI: 2,00 mm AVANZ. CARTA: 20 cm/h

RISULTATI DELLA PROVA

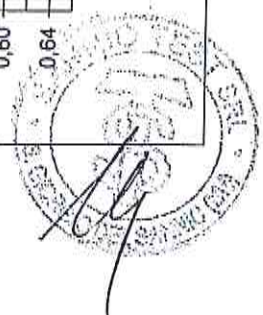
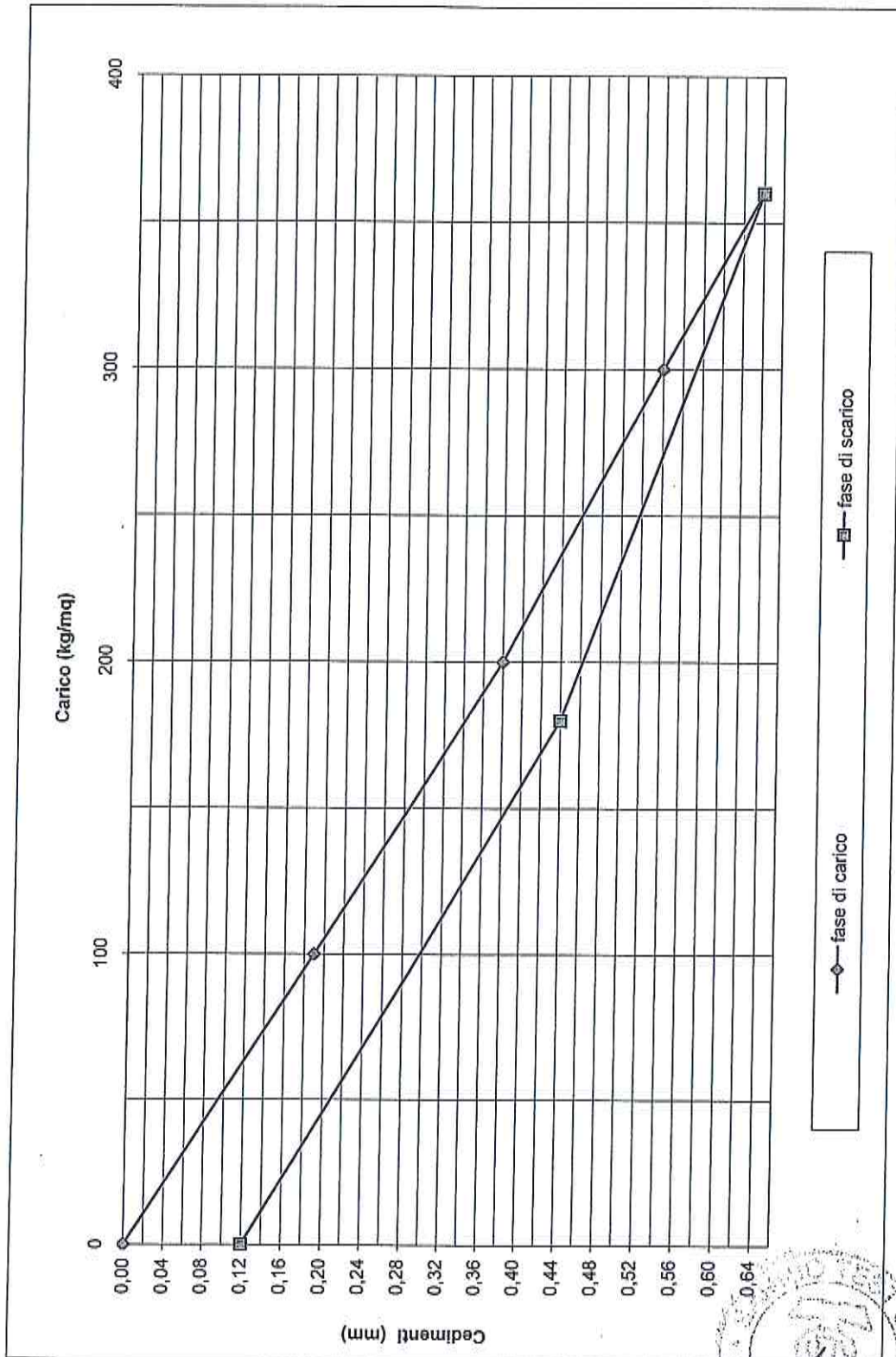
Sulla scorta delle rilevazioni effettuate ai vari carichi di seguito si riporta la tabella delle rilevazioni effettuate ai vari cicli di carico per ogni sensore e in allegato il grafico "carico/cedimenti" per il sensore in mezzeria.

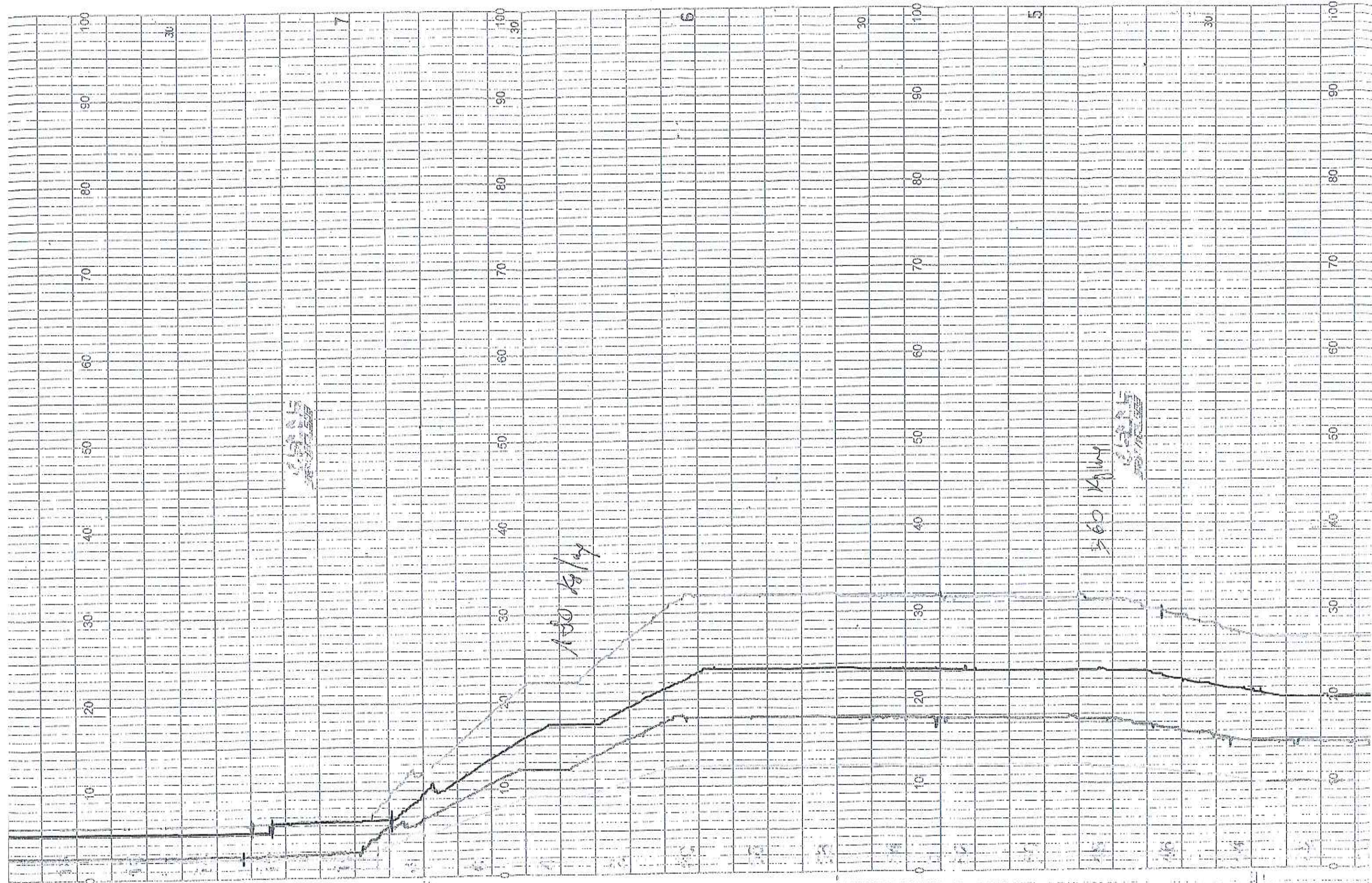
Fase di	carico kg/m ²	Cedimenti in mm				
		APP Sens. n° 1	1/4 Sens. n° 2	MEZZERIA Sens. n° 3	Sens. n° 4	Sens. n° 5
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
carico	100	0,01	0,09	0,19	0,15	0,06
carico	200	0,02	0,21	0,38	0,28	0,13
carico	300	0,03	0,29	0,54	0,39	0,20
carico	360	0,03	0,36	0,64	0,47	0,25
scarico	180	0,03	0,24	0,44	0,35	0,18
scarico	0	0,01	0,05	0,12	0,10	0,05

allegato 1 al rapporto di prova n° E81/13

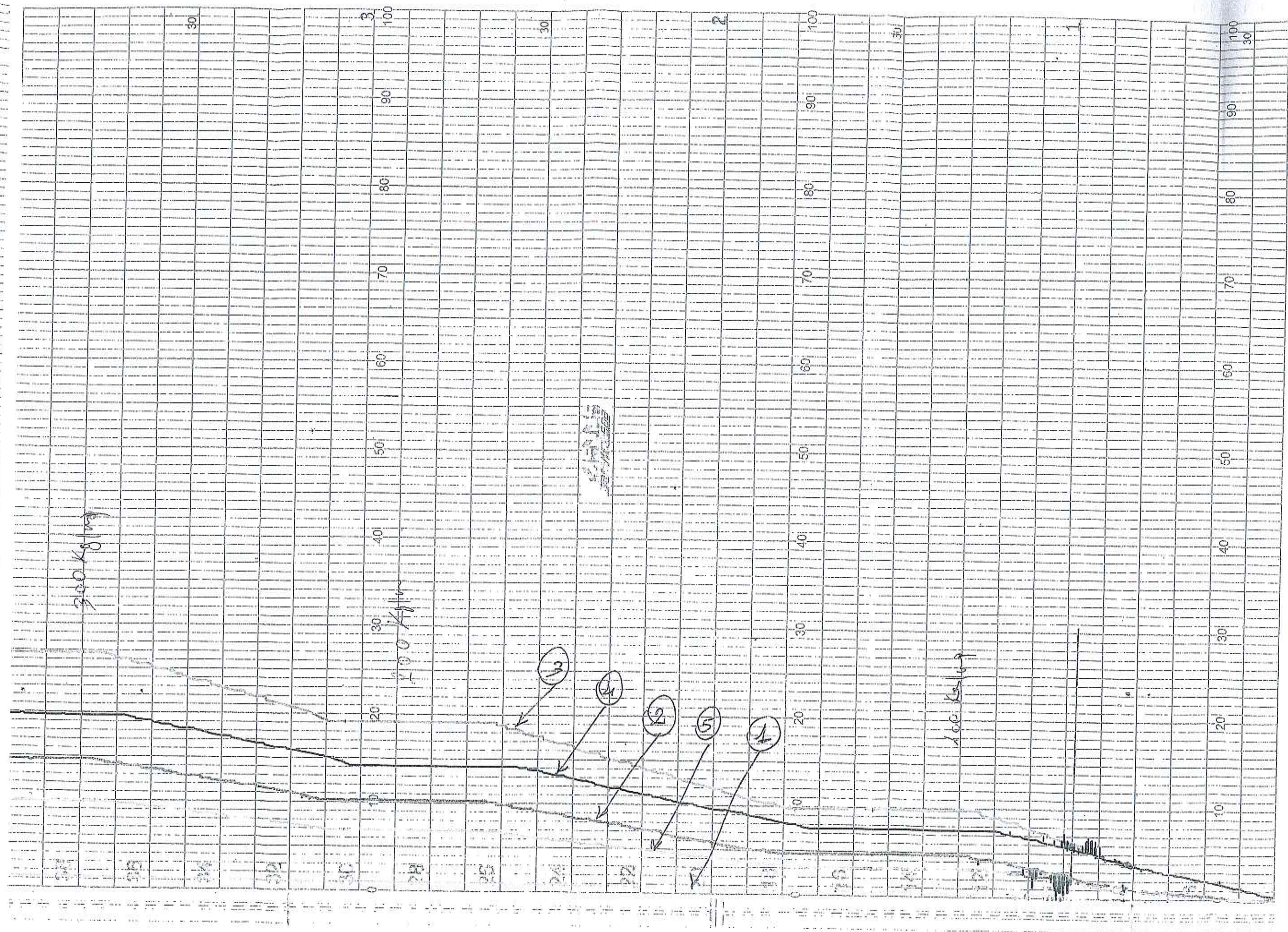
prova n° 1 di 2

GRAFICO CARICO - CEDIMENTI MEZZERIA STRUTTURA





Time (yr)	100 kg/yr (kg)	260 kg/yr (kg)
0	0	0
10	10	10
20	20	15
30	35	15
40	25	15
50	25	15
60	25	15
70	25	15
80	25	15
90	25	15
100	10	5



PROVA N° 2

eseguita il 19.07.2013

INDIVIDUAZIONE STRUTTURA IN PROVA :

SOLAIO CALPESTIO AULA 1° PIANO

CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA SOTTOPOSTA A COLLAUDO

Sulla base delle note progettuali fornite dal richiedente le prove, la struttura esaminata risulta realizzata con le seguenti caratteristiche costruttive:

Tipo struttura : solaio in laterocemento

Interasse : cm 50

Luce L : m 6,8

Sovraccarico accidentale Q : kg/mq 300

carico permanente mancante Q' : kg/mq 0

CALCOLO DELLA FORZA IMPOSTA

Il carico da imporre alla struttura in prova viene calcolato utilizzando le formule (1) e (2) che tengono conto della collaborazione laterale della soletta di ripartizione in cls e dell'eventuale porzione di luce non caricata e pertanto avremo :

$$Q_{eq} = q_a \times K_1$$

Nel caso specifico è risultato essere: $q_a = 361 \text{ kg/mq}$ e $K_1 = 1,02$

Pertanto sulla base dei parametri così applicati, la forza equivalente risulta:

$$Q_{eq} = 361 \times 1,02 = 368,5 \text{ kg/mq}$$

In particolare, è stato applicato un sovraccarico di 370 kg/mq.

DISPOSIZIONE DEI SENSORI:

I sensori sono stati disposti così come di seguito indicato:

- Sensore n° 1: in corrispondenza dell'appoggio
- “ n° 2: ad $\frac{1}{4}$ della luce
- “ n° 3: in corrispondenza della mezzeria del solaio
- “ n° 4: 1° collaborante in mezzeria a 1,0 m dal sensore n° 3
- “ n° 5: 2° collaborante in mezzeria a 2,0 m dal sensore n° 3.

Rapporto di prova n° E081/13

FONDO SCALA UTILIZZATI:

CARICO : ---- kg CEDIMENTI: 2,00 mm AVANZ. CARTA: 20 cm/h

RISULTATI DELLA PROVA

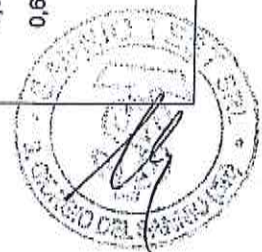
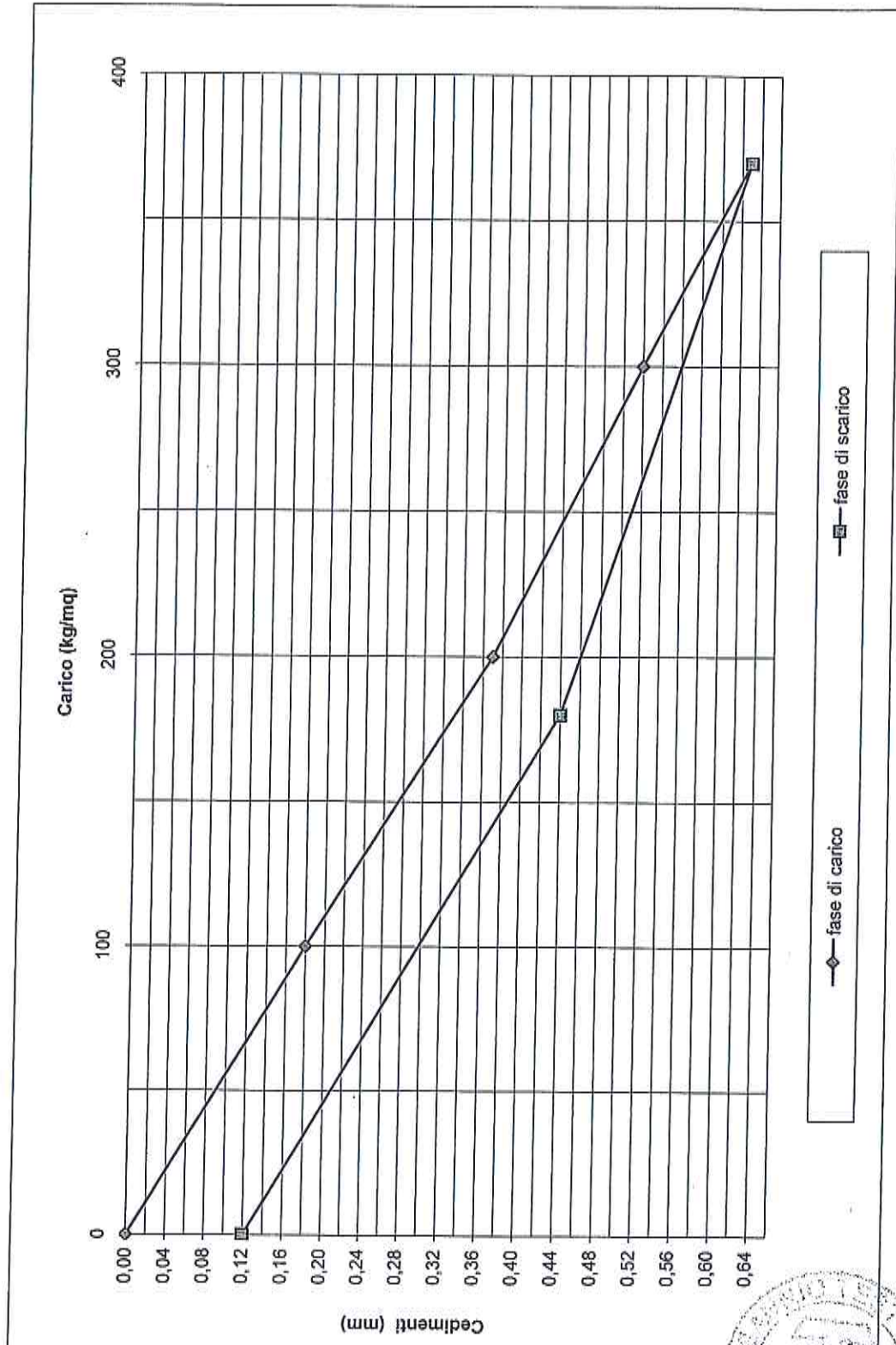
Sulla scorta delle rilevazioni effettuate ai vari carichi di seguito si riporta la tabella delle rilevazioni effettuate ai vari cicli di carico per ogni sensore e in allegato il grafico "carico/cedimenti" per il sensore in mezzeria.

Fase di	carico kg/m ²	Cedimenti in mm				
		Sens. n° 1	Sens. n° 2	Sens. n° 3	Sens. n° 4	Sens. n° 5
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
carico	100	0,01	0,11	0,18	0,10	0,03
carico	200	0,02	0,23	0,37	0,21	0,08
carico	300	0,03	0,32	0,52	0,30	0,13
carico	370	0,06	0,40	0,63	0,38	0,17
scarico	185	0,03	0,27	0,44	0,31	0,12
scarico	0	0,00	0,06	0,12	0,10	0,01

allegato 2 al rapporto di prova n° E81/13

prova n° 2 di 2

GRAFICO CARICO - CEDIMENTI MEZZERIA STRUTTURA



W. J. ...

30

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

16

30

15

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

38

29

26

25

20

18

17

14

12

13

30

14

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

30

13

Ass King

Ass King

40

35

30

25

20

15

10

5

0

0

0

0

0

0

0

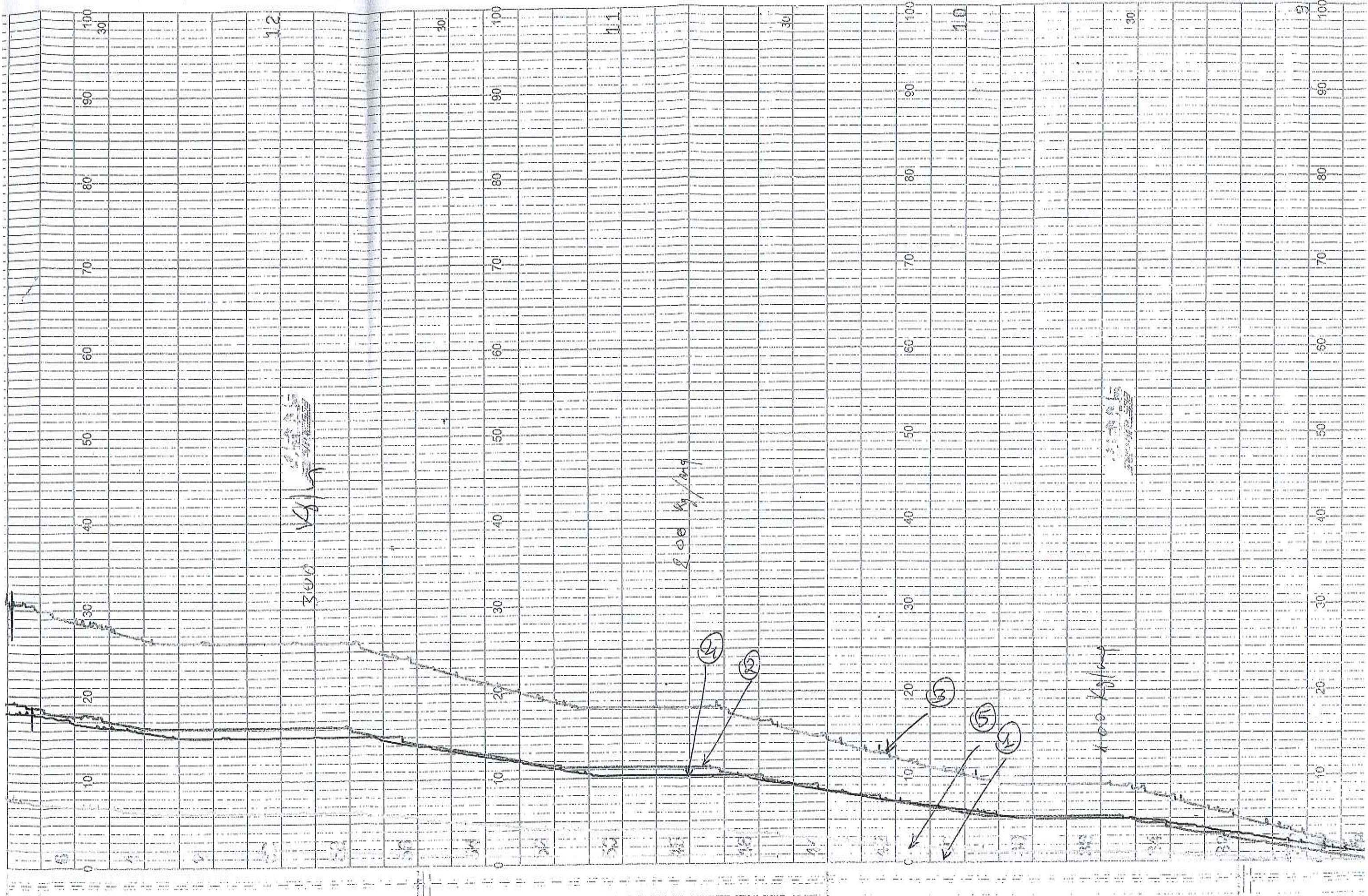
0

0

0

0

0



3000 V81

200 kg/m³

100 kg/m³

12

11

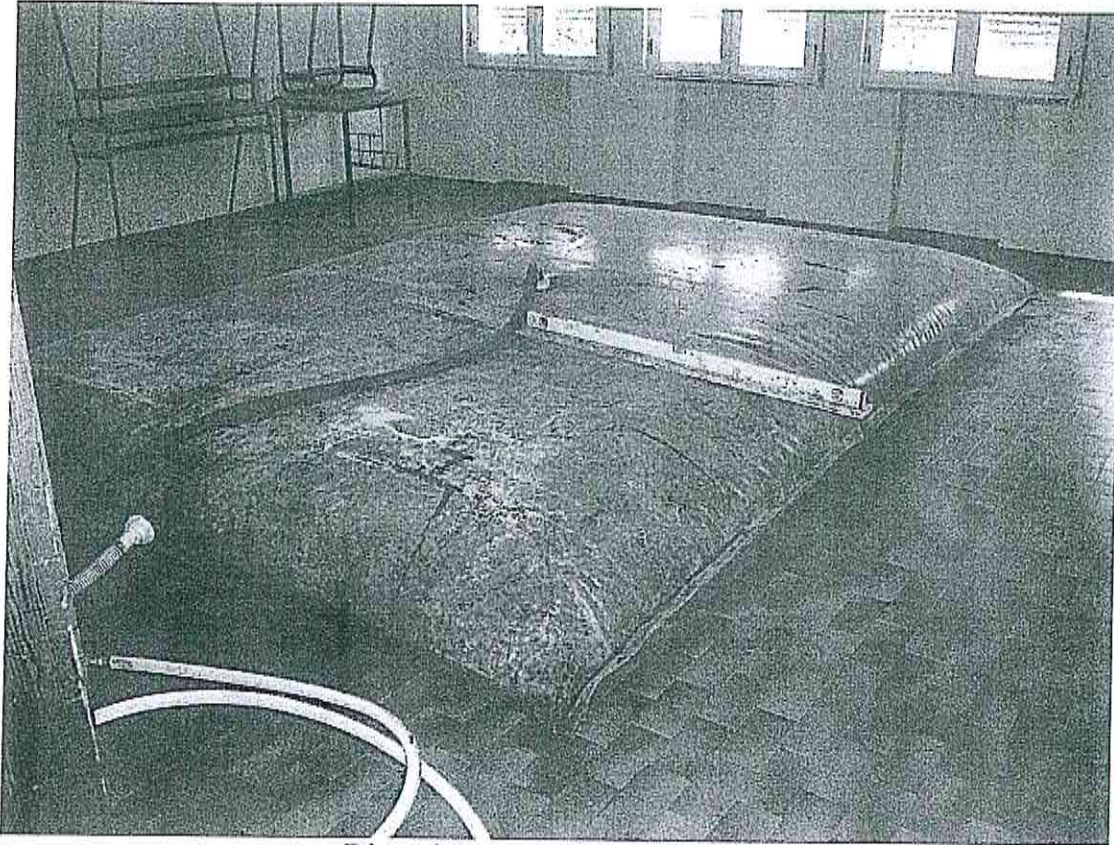
10

30

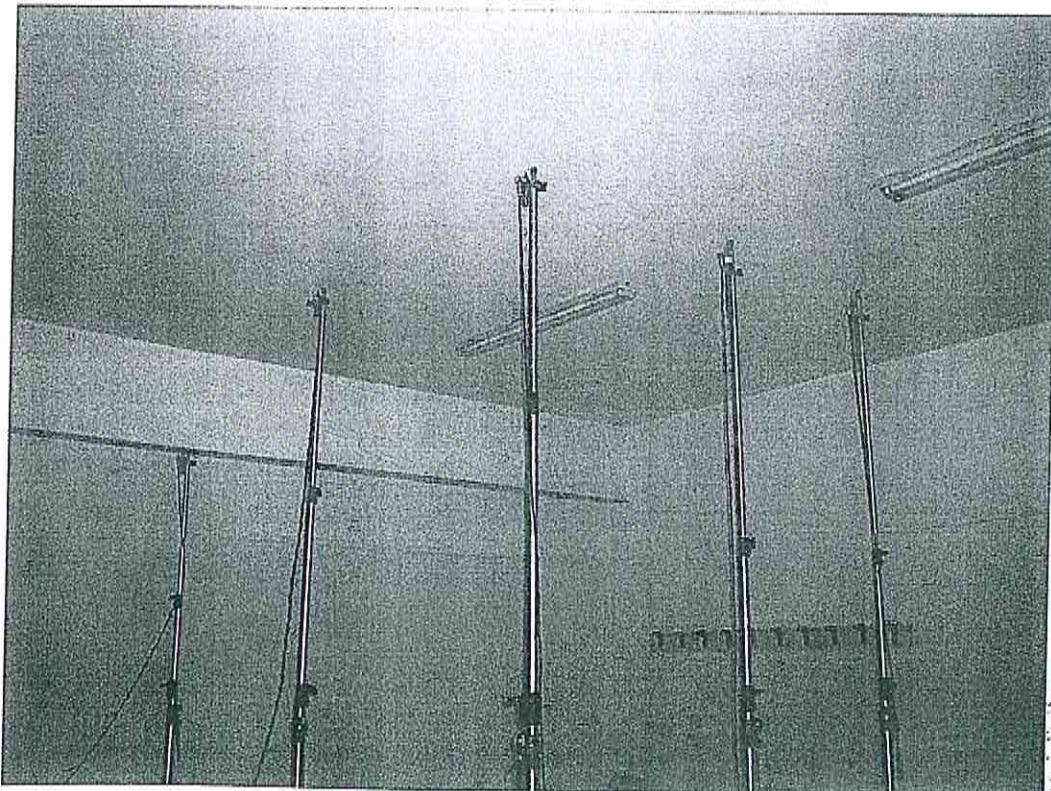
9

Allegato fotografico

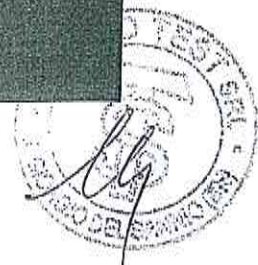
Prova n° 1 di 2

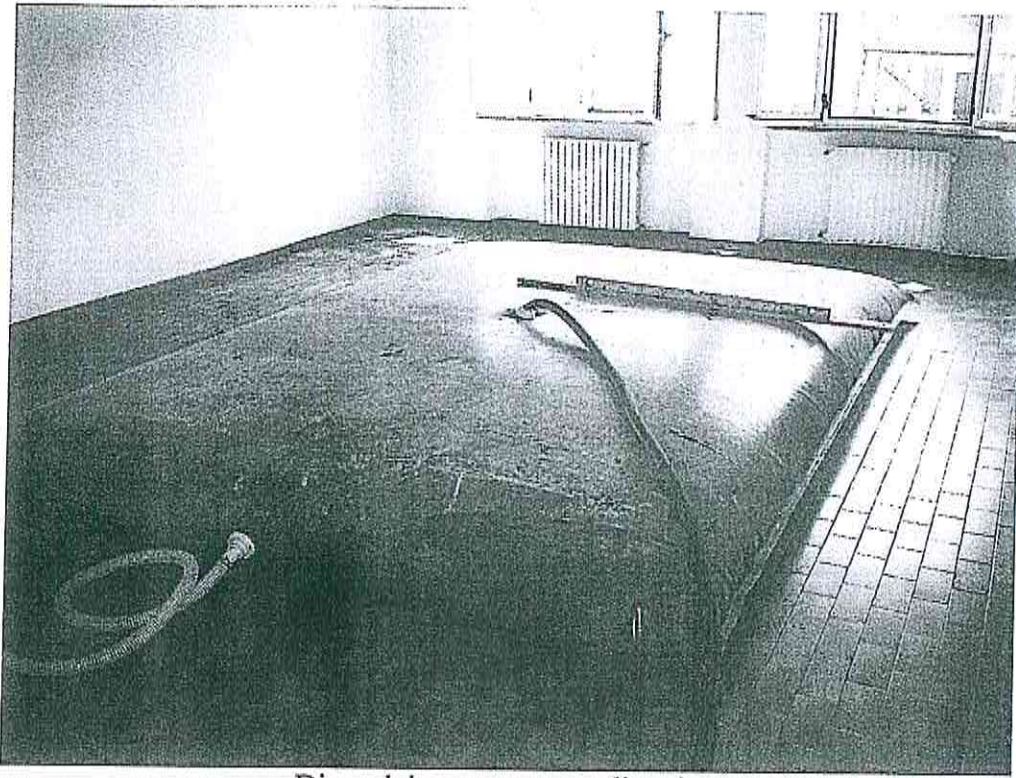


Disposizione gommone di carico



Disposizione sensori elettronici

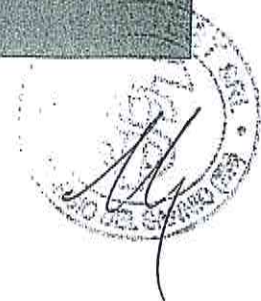




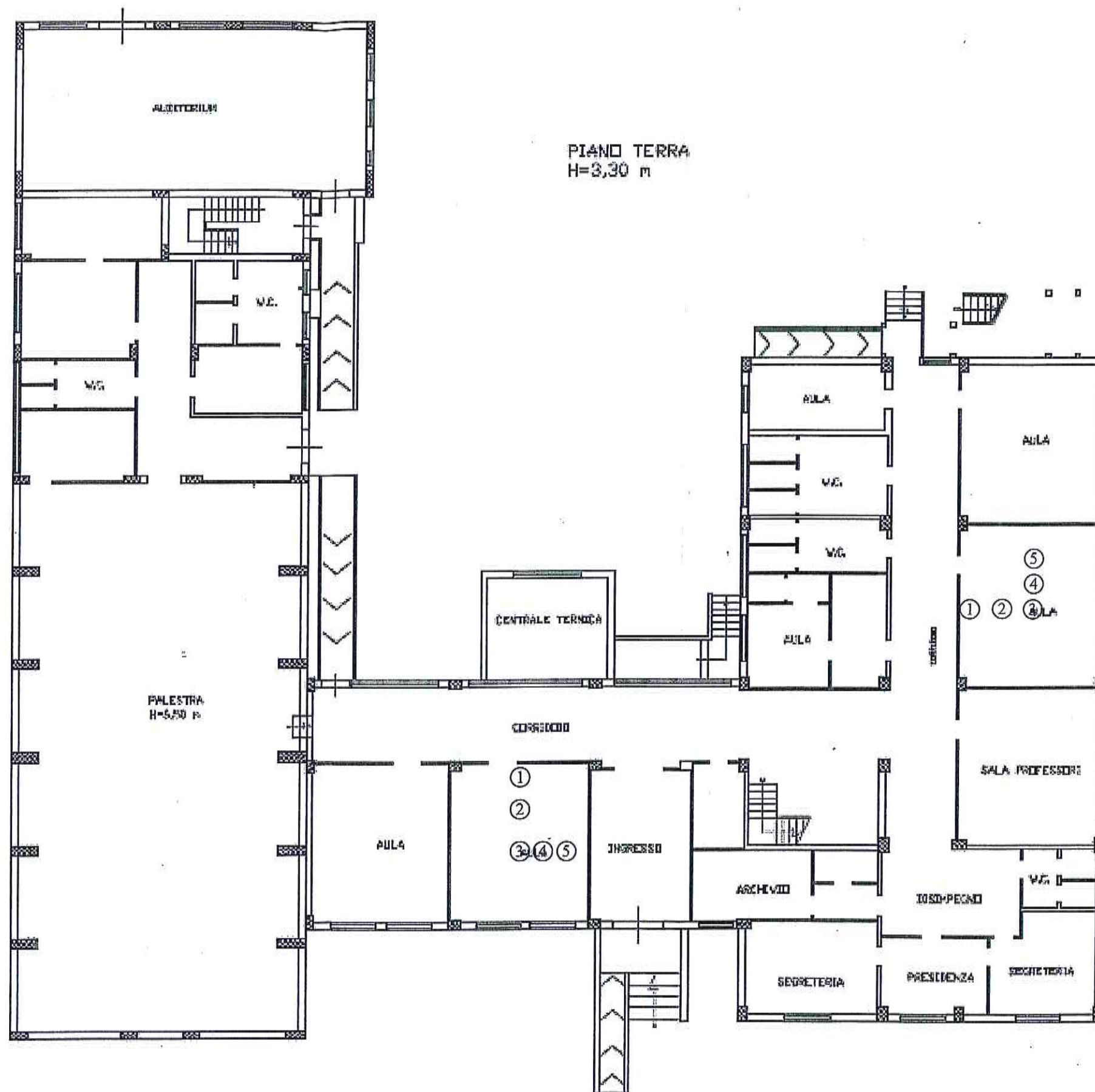
Disposizione gommone di carico



Disposizione sensori elettronici



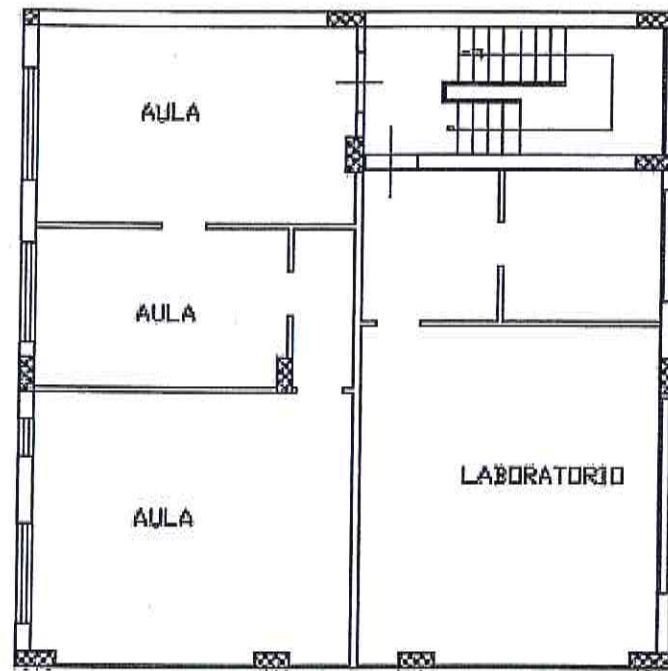
SCHEMATIZZAZIONE POSIZIONE PUNTI DI MISURA



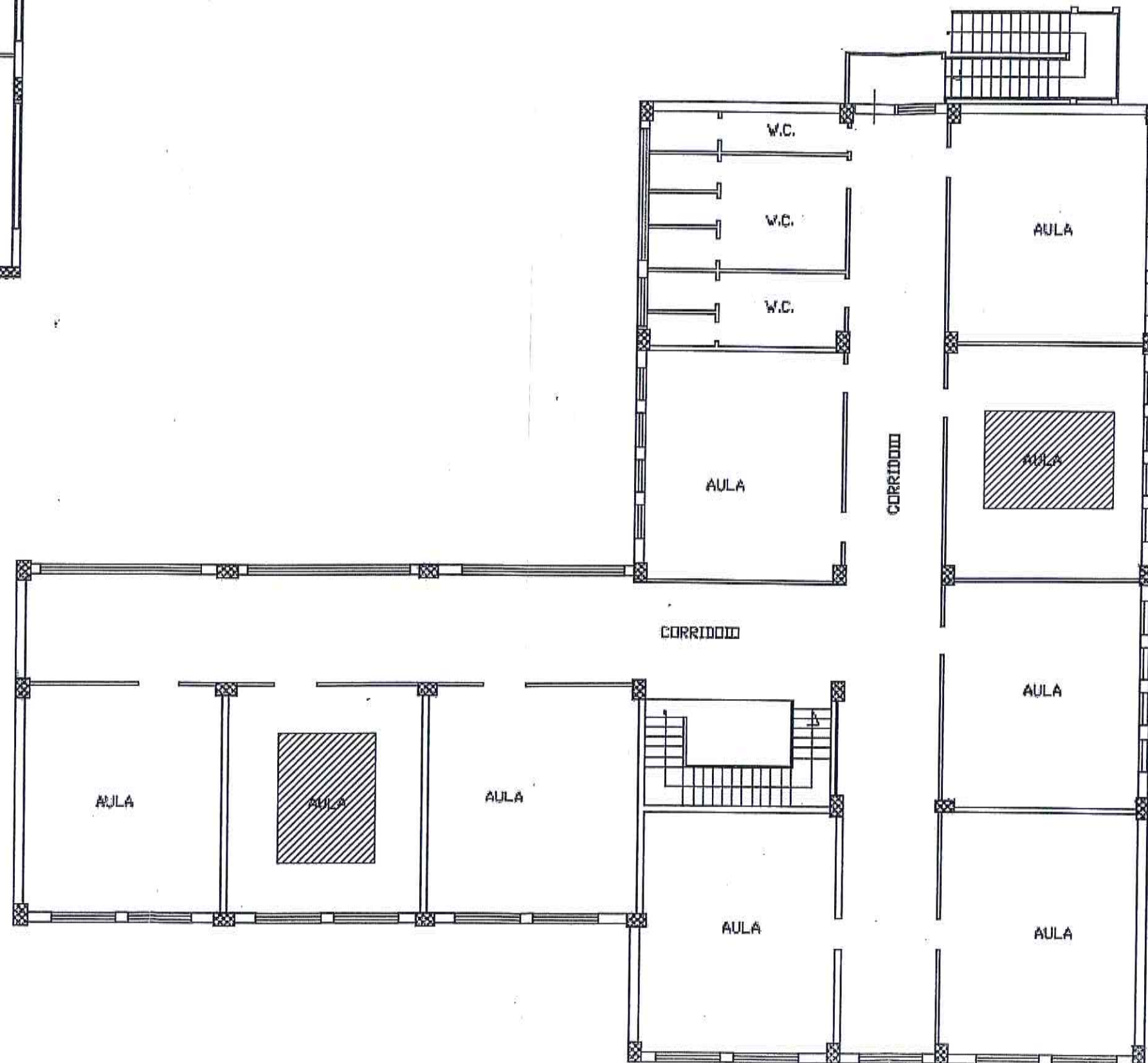
LEGENDA

- ① Sensori prova di carico n°1
- ② Sensori prova di carico n°2

PLANIMETRIA CON INDIVIDUAZIONE PROVE



PIANO PRIMO
H=3,30 m



LEGENDA

-  PROVA DI CARICO N°1
-  PROVA DI CARICO N°2