

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio.

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001 settori:

- Materiali da costruzione (Legge n. 1086/71) con Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi;
- Terreni con Decreto n. 54349 del 16/02/2006.

Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova

- Settore prodotti da costruzione (Notifica n. 1676) ai sensi del D.L. 156/03 - D.P.R. n. 246 del 21/04/1993

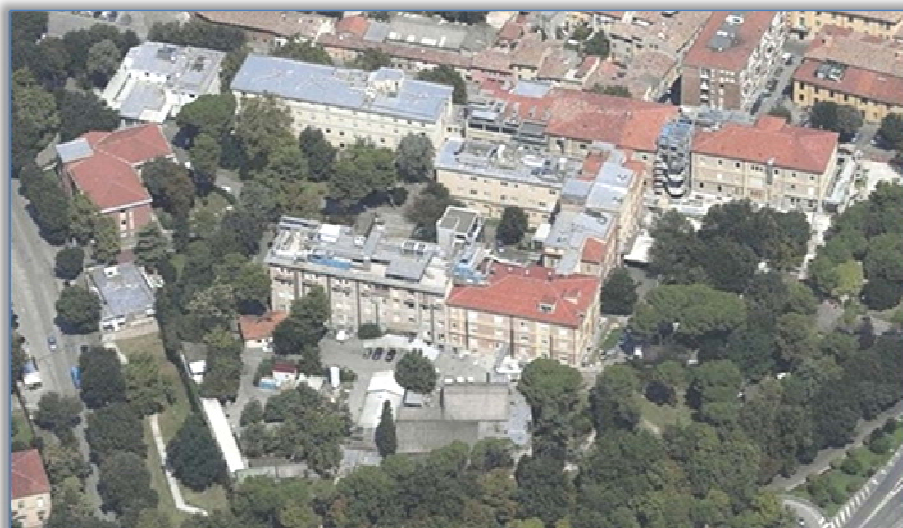


RELAZIONE P4468C/11 DEL 28/03/2011

(Rif. Commessa 4468/10)

OGGETTO: INDAGINI SPERIMENTALI SULLE STRUTTURE ED I MATERIALI PER LA REALIZZAZIONE DI OPERE STRUTTURALI NECESSARIE ALL'ADEGUAMENTO SISMICO DELLE STRUTTURE IN C.C.A. DEL PADIGLIONE "C" POSTO ALL'INTERNO DELL'OSPEDALE SAN SALVATORE
PIAZZALE CARLO CINELLI – PESARO (PU)

PADIGLIONE C



COMMITTENTE: AZIENDA OSPEDALIERA OSPEDALE SAN SALVATORE
Viale Trieste, 391 – Pesaro (PU)

Direttore Tecnico *SGM S.r.l. - Ingegneria Sperimentale*
Dott. Ing. Alberto Bufali

PERUGIA Sede Legale, Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corsciano - Perugia
Tel. +39 075.5170556-5179254-5178092 – Fax +39 075.5178146
E-mail: info@sgmlaboratorio.com - Web site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Antonio Pacinotti, 24 - 37135 Verona
Tel. +39 045.8250321 – Fax +39 045.8232066
E-mail: verona@sgmlaboratorio.com



MILANO
Uffici: Piazza Duomo, 17 - 20121 Milano
Tel. +39 02.876289 - Fax +39 02.45471830

L'AQUILA Via Cardinale Mazzarino, 100 - 67100 (AQ)
Tel. +39 0862.410343 - Fax +39 0862.414992
E-mail: laquila@sgmlaboratorio.com

DUBAI – EMIRATI ARABI
P.O. BOX: 553
UNITED ARAB EMIRATES

Certificato N. IT98/0032

Il sistema di gestione per la qualità di

SGM Srl

Sede principale: Via Y. Gagarin, 69/71 - 06070 S. Mariano (PG) - Italia

Sede secondaria: Via A. Pacinotti, 24 - 37135 VERONA - Italia

**è stato verificato e risulta conforme ai requisiti
della norma ISO 9001:2008 valutato secondo le
prescrizioni del documento SINCERT RT-05**

Scopo della certificazione:

**Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e
prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e
materiali in sito ed in laboratorio.**

Settore EA: 35, 28

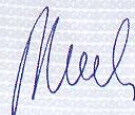
La presente certificazione si intende riferita agli aspetti gestionali dell'impresa
nel suo complesso ed è utilizzabile ai fini della qualificazione delle imprese
di costruzione ai sensi dell'articolo 8 della legge 11 febbraio 1994
e successive modifiche e del D.P.R. 25 gennaio 2000 n. 34.

Questo certificato è valido dal 28/04/2009 fino al 28/04/2012.
La validità è subordinata all'esito soddisfacente dell'attività di sorveglianza periodica.
Ricertificazione da eseguirsi entro il 28/04/2012.
Rev. 4. Certificata dal 20/02/1998.

Ulteriori informazioni riguardanti lo scopo del certificato e l'applicabilità dei requisiti
ISO 9001:2008 possono essere ottenuti consultando l'organizzazione.

Informazioni puntuali e aggiornate circa eventuali variazioni intervenute nello
stato della certificazione si possono ottenere inviando un fax al numero
riportato nel presente certificato o all'indirizzo e-mail sgs.ssc.it@sgs.com

Autorizzato da
Paolo Pineschi



SGS ITALIA S.p.A. - Systems & Services Certification
Via G. Gozzi, 1/A 20129 MILANO - Italy
t +39 02 73 93 1 f +39 02 70 10 94 89 www.sgs.com

Pagina 1 di 1

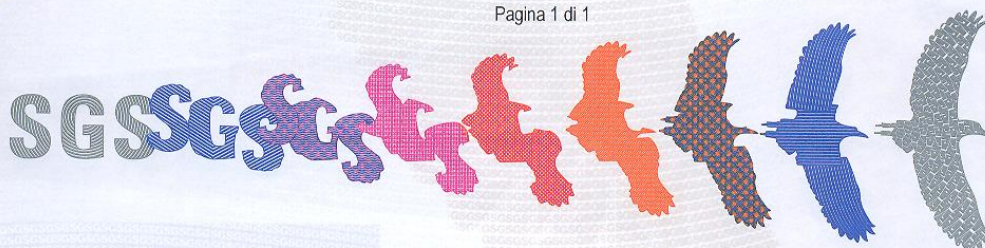
SGS



Copia

SINCERT
ACCREDITAMENTO ORGANISMI DI CERTIFICAZIONE E SPELLEN

SGS N°1234
SSA N°5678
PRD N°9101
Membro di ILIASA per gli schemi di accreditamento ISO, SGA, PRD e PMS
e di ILIARV per gli schemi di accreditamento ISO, SGA e PMS
Signatory of ILIARV for the accreditation schemes QMS, EMS, Product and Person
and of ILIARV for the accreditation schemes QMS, EMS and Product



graphic design atelier roger pfund printed by orrell fössli security printing ltd switzerland

INDICE

INDICE.....	3
PREMESSA.....	4
1. INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI.....	5
1.1. METODO INDIRETTO (SONREB).....	5
1.1.1. INDAGINI SCLEROMETRICHE.....	5
1.1.2. INDAGINI ULTRASONICHE.....	5
1.1.3. ACCOPPIAMENTO SCLEROMETRO E ULTRASUONI.....	5
1.2. RILIEVO PACHOMETRICO DELLA DISPOSIZIONE DELLE BARRE DI ARMATURA.....	6
1.4. PRELIEVO DI CAROTE IN CALCESTRUZZO ED ESECUZIONE IN LABORATORIO DI PROVE DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE E RILIEVI MICROSISMICI SU CALCESTRUZZO E STIMA DEL MODULO ELASTICO.....	6
1.5. DETERMINAZIONE DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE.....	7
1.6. SAGGI CONOSCITIVI PER RILIEVO DIRETTO DELLE ARMATURE.....	7
1.7. SAGGI STRUTTURALI.....	7
1.8. INDAGINI VIDEOENDOSCOPICHE.....	7
1.9. RAPPORTO DI PROVA – INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI.....	8
1.9.1. PILASTRI PIANO INTERRATO- TRAVI E SOLAI PIANO TERRA.....	10
1.9.2. PILASTRI PIANO TERRA – TRAVI PIANO PRIMO.....	24
1.9.3. PILASTRI PIANO PRIMO – SOLAI PIANO SECONDO.....	29
1.9.4. PILASTRI PIANO SECONDO – TRAVI E SOLAI PIANO COPERTURA.....	44
1.9.5. TABELLA RIASSUNTIVA.....	57
2. INDAGINI SPERIMENTALI SU STRUTTURE.....	59
2.1. PROVE DI CARICO STATICO.....	59
2.2. INDAGINI GEORADAR.....	59
2.3. RAPPORTO DI PROVA – INDAGINI SPERIMENTALI SU STRUTTURE.....	60
2.3.1. PROVA DI CARICO STATICO.....	61
2.3.2. INDAGINI GEORADAR.....	70
ALLEGATO A. RAPPORTI DI PROVA LABORATORIO SGM.....	I
ALLEGATO B. METODOLOGIA DELLE INDAGINI SPERIMENTALI.....	I
B.1. MISURA DELLA DUREZZA SUPERFICIALE DEL CALCESTRUZZO.....	II
B.1.1. Generalità e principi di funzionamento.....	II
B.1.2. Attrezzatura impiegata.....	II
B.1.3. Superficie di prova.....	II
B.1.4. Metodologia di prova.....	III
B.2. LETTURE ULTRASONICHE.....	IV
B.2.1. Generalità sulle indagini ultrasoniche.....	IV
B.2.2. Attrezzatura impiegata.....	IV
B.2.3. Metodologia di prova.....	V
B.2.4. Parametri che influenzano le misure.....	VI
B.3. PROVE DI COMPRESSIONE SUI CALCESTRUZZI.....	VII
B.3.1. Prelievo di campioni per prove di compressione.....	VII
B.3.2. Proveni.....	VII
B.4. PROVE DI CARBONATAZIONE.....	VIII
B.4.1. Generalità.....	VIII
B.4.2. Esecuzione delle prove di carbonatazione.....	IX
B.5. PROVE DI CARICO.....	X
B.5.1. Generalità.....	X
B.5.2. Collaborazione laterale.....	X
B.5.3. Analisi dei risultati di prova.....	XI
B.5.6. Trattazione sperimentale.....	XI
B.5.7. Determinazione della freccia teorica.....	XII
B.6. ATTREZZATURE UTILIZZATE.....	XIII
B.6.1. Generalità.....	XIII
B.6.2. Attrezzatura per indagini pachometriche.....	XIII
B.6.3. Attrezzatura per esecuzione battute sclerometriche.....	XIII
B.6.4. Attrezzatura per letture ultrasoniche.....	XIII
B.6.5. Attrezzatura per prelievi di carote in calcestruzzo.....	XIII
B.6.6. Attrezzatura per indagini videoendoscopiche.....	XIII
B.6.7. Attrezzature per prove di carico statico.....	XIII
B.6.8. Attrezzatura per georadar.....	XIII
ALLEGATO C. VERIFICA DI TARATURA.....	I

PREMESSA

La *SGM S.r.l. - ingegneria sperimentale* è stata incaricata dell'esecuzione indagini sperimentali sulle strutture ed i materiali per la realizzazione di opere strutturali necessarie all'adeguamento sismico delle strutture in c.c.a. del padiglione "C" posto all'interno dell'Ospedale San Salvatore – Pesaro (PU).

Le indagini effettuate si articolano come indicato nella tabella seguente:

PADIGLIONE C			
Tipologia di indagine	Numerosità		
	Pilastrì	Travi	Solai
Metodo Indiretto (Sonreb)	8	-	-
Indagini sclerometriche	-	24	48
Indagini pachometriche	23	5	1
Prelievo di carote in calcestruzzo per prove di carbonatazione e di laboratorio	13	1	-
Saggio strutturale o saggio per il rilievo diretto delle armature	1	-	7
Indagini videoendoscopiche	-	-	4
Prova di carico	-	-	1
Indagini georadar	-	-	4

Tali indagini, sono state effettuate, per conto della AZIENDA OSPEDALIERA OSPEDALE SAN SALVATORE – Viale Trieste, 391 – Pesaro (PU), nei giorni 01-02-14 Marzo 2011 dai seguenti Tecnici SGM:

alla presenza di:

<i>Dott. Ing. Gianluca Primi</i>	<i>Responsabile</i>
<i>Geom. Enrico Brunelli</i>	<i>Sperimentatore prove esterne</i>
<i>T.I.M. Stefano Rondolini</i>	<i>Sperimentatore prove esterne</i>
<i>P.I. Andrea Baldacchini</i>	<i>Sperimentatore prove esterne</i>
<i>Sig. Andrea Marconi</i>	<i>Sperimentatore prove esterne</i>

alla presenza di:

<i>Dott. Ing. Giuseppe Mattioli</i>	<i>Progettista</i>
<i>Dott. Ing. Franco Frezzini</i>	<i>Progettista</i>
<i>Dott. Ing. Paolo Sorcinelli</i>	<i>Responsabile Unico del Procedimento</i>

1. INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI

1.1. METODO INDIRETTO (SONREB)

Questo metodo consente di determinare indirettamente la resistenza del calcestruzzo in opera, correlando il valore locale della velocità di propagazione di impulsi ultrasonici e dell'indice di rimbalzo dello sclerometro. Ogni singola area omogenea viene così individuata dalla coppia di valori assunti nella forma del valore medio per ovviare all'effetto delle fluttuazioni naturali:

- velocità di propagazione;
- indice di rimbalzo.

1.1.1. INDAGINI SCLEROMETRICHE

La battuta viene eseguita sulla superficie di cls privata di sporgenze e resa uniforme dall'esecuzione di raschiatura della parte con strumenti idonei. Lo strumento, disposto in modo da formare un angolo pari a 90° rispetto all'elemento indagato, 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. Norma di riferimento UNI EN 12504-2.

1.1.2. INDAGINI ULTRASONICHE

Le indagini ultrasoniche permettono la determinazione dei tempi di propagazione di impulsi di vibrazione in strutture di calcestruzzo fra una o più coppie di punti di rilievo. Scopo dei rilievi è di dedurre essenzialmente la "velocità virtuale o apparente" di propagazione degli impulsi, intesa come rapporto fra distanza geometrica tra i punti di rilievo e tempo di transito rilevato. Per migliorare l'aderenza tra le sonde e la superficie del calcestruzzo ed eliminare le microasperità o vuoti che possono falsare la misura, su tali superfici è stata applicata una pasta da contatto. Norma di riferimento UNI 12504-4.

1.1.3. ACCOPPIAMENTO SCLEROMETRO E ULTRASUONI

Esistono in bibliografia tecnica almeno tre differenti formulazioni corrispondenti alle curve di iso-resistenza, dalle quali dati i valori di V (velocità media di propagazione degli ultrasuoni) e IR (indice di rimbalzo medio) si ottiene il valore di resistenza R_c del calcestruzzo:

- **ARTICOLO J. GASPARIK**, "Prove non distruttive in edilizia", Quaderno didattico A.I.P.N.D., Brescia 1992

$$\text{FORMULA A} \\ R_{C1} = 0.0286 * IR^{1.246} * V^{1.85}$$

con R_c in N/mm^2 e V in km/s

- **ARTICOLO A. DI LEO, G. PASCALE**, "Prove non distruttive sulle costruzioni in cemento armato", Convegno Sistemae Qualità e Prove non Distruttive per l'Affidabilità e la Sicurezza delle Strutture Civili, Bologna, Saie '94, 21 ottobre 1994

$$\text{FORMULA B} \\ R_{C2} = 1.2 * 10^{-9} * IR^{1.058} * V^{2.446}$$

con R_c in N/mm^2 e V in m/s

- **ARTICOLO R. GIACCHETTI, L. LACQUANITI**, "Controlli non distruttivi su impalcati da ponte in calcestruzzo armato" Nota tecnica 04, 18980, Università degli Studi di Ancona, Facoltà di Ingegneria, Istituto di Scienza e Tecnica delle Costruzioni

$$\text{FORMULA C} \\ R_{C3} = 7.695 * 10^{-10} * IR^{1.4} * V^{2.6}$$

con R_c in kg/cm^2 e V in m/s

in cui:

V = Velocità di propagazione degli ultrasuoni

IR = Indice di rimbalzo medio (sclerometro)

R_c = Resistenza cubica convenzionale del calcestruzzo standard

Le formule di cui sopra sono state trasformate secondo un'unica unità di misura, ovvero R_c in N/mm^2 e V in m/s.

Nelle tre formule, come si può notare, i parametri presenti, pur rimanendo sempre gli stessi, presentano differenti valori degli indici esponenziali e ciò in base all'importanza conferita da ogni autore ai vari fattori perturbativi connessi all'impiego del metodo combinato Sonreb.

1.2. RILIEVO PACHOMETRICO DELLA DISPOSIZIONE DELLE BARRE DI ARMATURA

Tali indagini vengono eseguite sull'elemento strutturale indagato mediante pachometro per evidenziare la disposizione delle barre di armatura e segnalarla sull'elemento stesso tramite gessetti o altro. La necessità di eseguire tale fase operativa è anche legata all'esigenza di evitare l'intercettamento delle barre durante l'esecuzione delle battute sclerometriche, delle letture ultrasoniche e durante l'operazione di carotaggio.

Il pachometro utilizzato genera un campo magnetico tra i poli della sonda e quantifica, tramite lo strumento di misura, l'interferenza tra la sonda e un corpo magnetico (barra di armatura).

In alcuni casi quando le barre di armatura sono particolarmente ravvicinate, diventa difficoltosa la loro corretta ubicazione.

Il pachometro può essere utilizzato in due modalità:

- la modalità *quickscan* consente solo il rilievo della disposizione delle barre di armatura;
- la modalità *imagescan* consente oltre al rilievo anche l'acquisizione di immagini scanner che, elaborate tramite apposito software, permettono, in alcuni casi, di effettuare la stima del diametro delle barre di armature e valutare lo spessore del copriferro.

1.4. PRELIEVO DI CAROTE IN CALCESTRUZZO ED ESECUZIONE IN LABORATORIO DI PROVE DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE E RILIEVI MICROSISMICI SU CALCESTRUZZO E STIMA DEL MODULO ELASTICO

L'estrazione di carote viene di regola eseguita mediante una carotatrice di tipo adatto alla durezza del calcestruzzo ed al tipo di aggregato in esso contenuto. Il criterio che viene seguito nel corso dei prelievi è di ridurre al minimo il danneggiamento provocato dall'estrazione sul campione. Nel movimento di avanzamento la carotatrice deve essere esente da vibrazioni, per assicurare che il diametro della carota sia costante ed il suo asse rettilineo; pertanto essa deve essere rigida e correttamente ancorata. Il prelievo viene eseguito in posizione centrale su una area prestabilita, in direzione ortogonale alla superficie. Le norme di riferimento per l'estrazione di campioni di calcestruzzo indurito e per l'esecuzione in Laboratorio delle prove di compressione sono la UNI EN 12504-1 e la UNI EN 12390-3; per l'esecuzione dei rilievi microsismici la UNI EN 12504-4.

Dalle prove di compressione si determina il valore della resistenza del provino f_c che chiamiamo f_{opera} ; dividendo il valore per 0,85 otteniamo la resistenza cilindrica f_{cm} , per ottenere la resistenza cubica a compressione R_c bisogna prendere in considerazione il rapporto altezza/diametro del campione sottoposto a prova e ricavare il coefficiente correttivo d , indicato al Paragrafo C.11.2.6 della Circolare Ministeriale n.617 del 02/02/2009 contenente Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale del 14/01/2008, con il quale dividere il valore della resistenza cilindrica f_{cm} .

In "Allegato A – Rapporti di prova Laboratorio SGM" sono riportati i rapporti di prova relativi alle prove di resistenza alla compressione, ai rilievi microsismici su calcestruzzo eseguite in laboratorio.

1.5. DETERMINAZIONE DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE

Tali indagini vengono eseguite in situ sulle carote in calcestruzzo dopo la loro estrazione. La superficie laterale della carota viene liberata dalle polveri e spruzzata con una soluzione di fenolftaleina all'1% di alcol etilico. La fenolftaleina vira al rosso al contatto con materiale il cui pH è maggiore di circa 9,2 e rimane incolore per valori di pH minori. La profondità di carbonatazione, indicata con d_K , è riportata nei Rapporti di prova come segue:

- solamente il valore d_K se il fronte di carbonatazione corre parallelamente alla faccia di entrata (uscita) della carota in maniera continua e regolare (Figura 1);
- il valore d_K e d_{Kmax} se il fronte di carbonatazione appare variabile tra profondità differenti (Figura 2);
- il valore d_K e d_{Kmax} (picco) se il fronte di carbonatazione corre parallelamente alla faccia di entrata (uscita) della carota, salvo zone carbonatate localmente più in profondità (Figura 3).

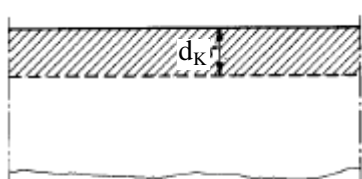


Figura 1

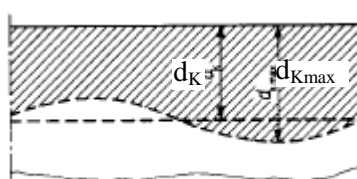


Figura 2

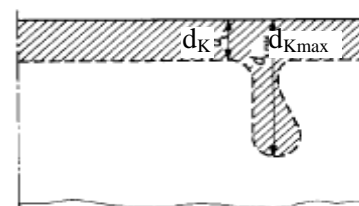


Figura 3

1.6. SAGGI CONOSCITIVI PER RILIEVO DIRETTO DELLE ARMATURE

Tali saggi consistono nella rimozione, tramite scalpellatura, del copriferro e/o dell'intonaco al fine di individuare la geometria e la tipologia degli elementi strutturali indagati e consentire il rilievo diretto delle armature.

















1.7. SAGGI STRUTTURALI

Sono stati eseguiti dei saggi sui solai dei vari piani al fine di individuare la tipologia dei solai.

1.8. INDAGINI VIDEOENDOSCOPICHE

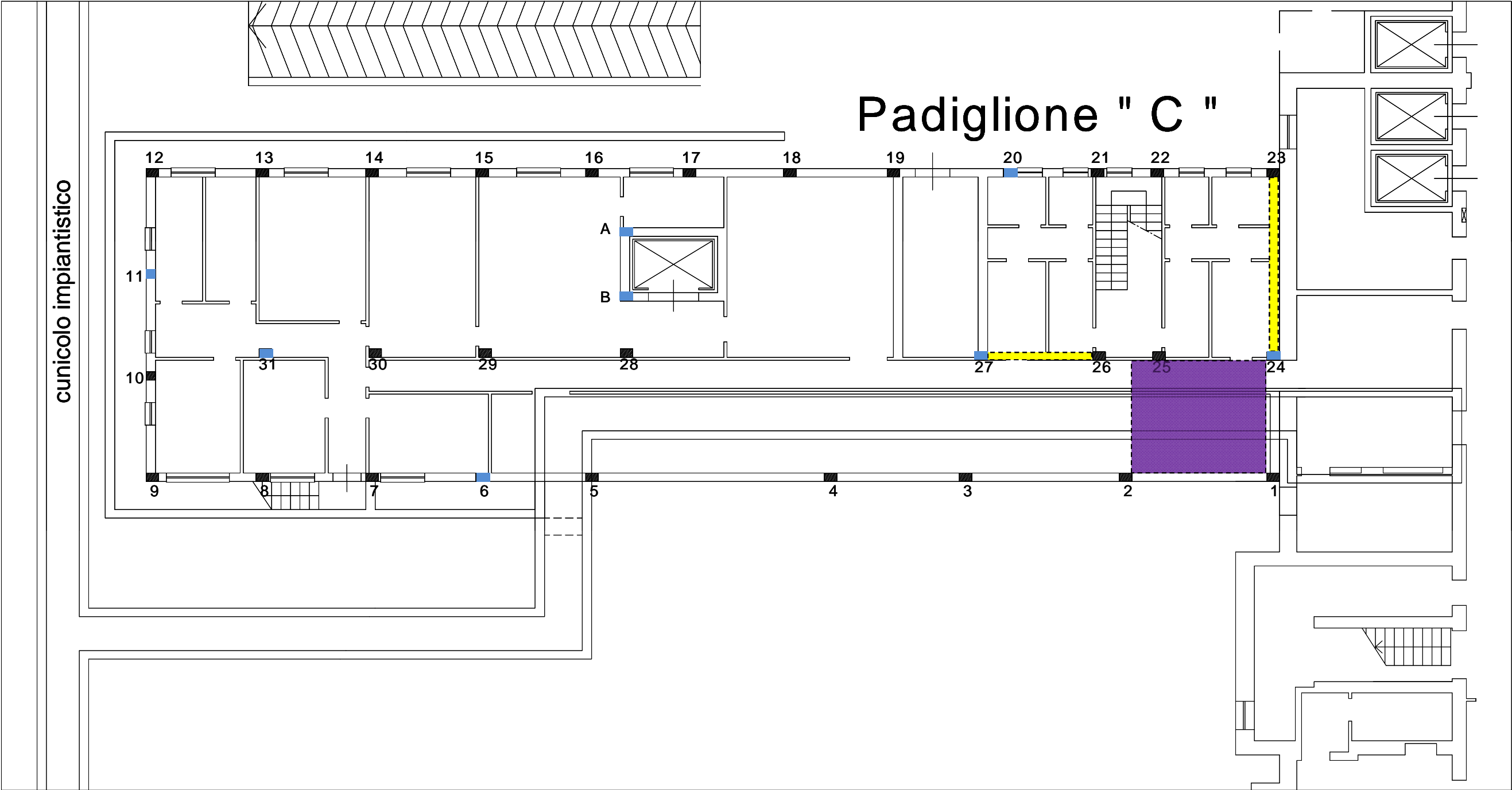
Sono state eseguite in totale n. 4 indagini videoendoscopiche sui solai di vari piani al fine di individuare principalmente le tipologie, le stratificazioni interne e l'eventuale presenza di cavità. Le videoendoscopie sono state condotte in fori di piccolo diametro realizzati in zone opportunamente individuate dai tecnici competenti al fine di limitarne al minimo l'invasività. L'apparecchiatura utilizzata, IPLEX-FX – OLIMPUS, è costituita da un endoscopio snodabile, di lunghezza massima 3,5 m che consente di illuminare ed ispezionare zone altrimenti non visibili, come l'interno delle strutture murarie. La luce generata da una sorgente viene portata alla zona da ispezionare tramite un fascio di fibre ottiche, mentre un altro fascio di fibre ottiche provvede a far tornare l'immagine all'oculare. Per ogni indagine sono state memorizzate alcune immagini fotografiche all'interno del foro.

1.9. RAPPORTO DI PROVA – INDAGINI SPERIMENTALI SU MATERIALI

SIMBOLOGIA	
	Pilastri sottoposti ad indagine
	Travi sottoposte ad indagine
	Solai sottoposti ad indagine
	Immagine pachometrica n.
	Barra verticale/longitudinale rilevata tramite saggio strutturale
	Barra verticale/longitudinale rilevata in modalità imagescan
	Barra verticale/longitudinale rilevata in modalità quickscan
	Barra verticale/longitudinale ipotizzata
	Staffa o barra verticale/longitudinale rilevata tramite saggio strutturale
	Staffa o barra verticale/longitudinale rilevata in modalità imagescan
	Staffa o barra verticale/longitudinale rilevata in modalità quickscan
	Staffa o barra verticale/longitudinale ipotizzata
	Zona di esecuzione delle indagini sclerometriche
	Allineamento per indagini ultrasoniche dirette
	Prelievo di carota in calcestruzzo
	Indagini videoendoscopica

1.9.1. PILASTRI PIANO INTERRATO- TRAVI E SOLAI PIANO TERRA

DISLOCAZIONE IN PIANTA DEGLI ELEMENTI INDAGATI



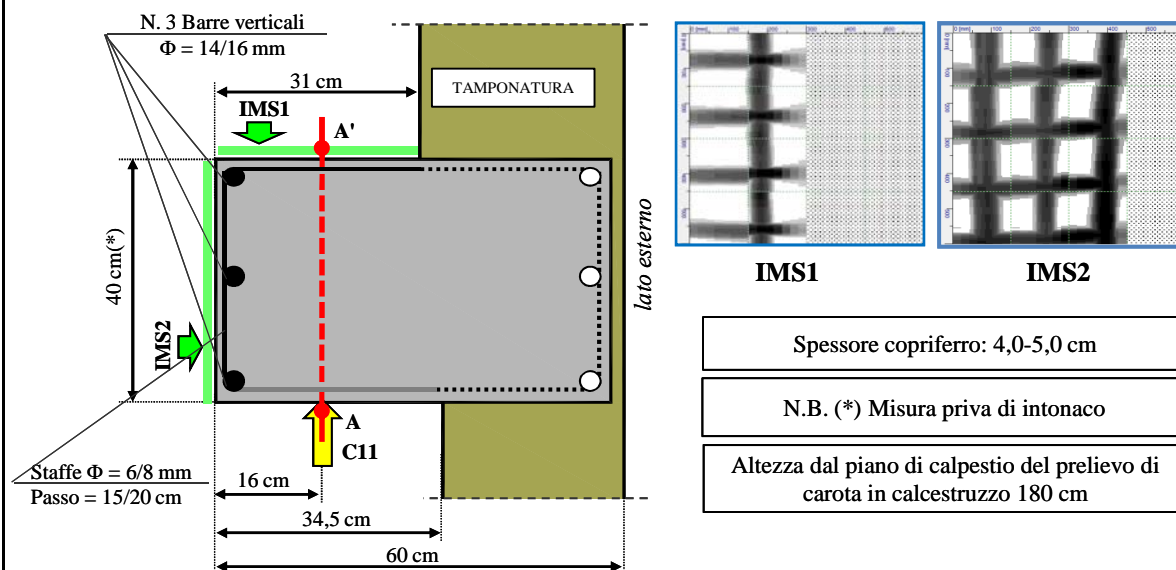
PIANTA PILASTRI PIANO INTERRATO, TRAVI E SOLAIO PIANO TERRA

INDAGINI SVOLTE - PILASTRI PIANO INTERRATO E TRAVI PIANO TERRA

ELEMENTO INDAGATO	Metodo Indiretto (Sonreb)	Indagini sclerometriche	Indagini pachometrica	Esecuzione prelievo, misura della profondità di carbonatazioneprova di compressione ed indagini ultrasoniche in laboratorio	Saggio strutturale o saggio per il rilievo diretto delle armature	Indagini videoendoscopica
PILASTRO 6	1	-	1	1	-	-
PILASTRO 11	-	-	1	-	-	-
PILASTRO 20	1	-	1	-	-	-
PILASTRO 24	-	-	1	1	-	-
PILASTRO 27	-	-	1	1	-	-
PILASTRO 31	-	-	1	1	-	-
PILASTRO A	-	-	1	-	-	-
PILASTRO B	-	-	1	-	-	-
TRAVE TRA PILASTRI 23-24	-	-	1	-	-	-
TRAVE TRA PILASTRI 27-26	-	-	1	1	-	-
SOLAIO TRA PILASTRI 1-2-24-25	-	-	1	-	1	1
TOTALI	2	0	11	5	1	1

PILASTRO 6 - PIANO INTERRATO

INDAGINE PACHOMETRICA ED INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI SCLEROMETRICHE ED ULTRASONICHE E DEL PRELIEVO DI CAROTA IN CALCESTRUZZO



PIANTA

INDAGINI SCLEROMETRICHE

Indice di rimbalzo sclerometrico														Zona di indagine	Indice di rimbalzo medio
Zona di indagine	A	45	46	44	43	42	40	44	42	44	45	46	47	A	44,3
	A'	44	45	46	47	44	42	48	43	45	44	44	42	A'	

INDAGINI ULTRASONICHE SEMIDIRETTE

Allineamento	Tempi di volo				Distanza tra le sonde	Allineamento	Velocità ultrasonica
	n. 1 [μm]	n. 2 [μm]	n. 3 [μm]	Media [μm]			
A-A'	120,7	120,4	121,0	120,7	0,4	A-A'	3314

METODO SONREB

STIMA INDIRETTA R_c MEDIANTE METODO SONREB	Allineamento	Metodo				Stima indiretta R_c
		R_{C1} [N/mm ²]	R_{C2} [N/mm ²]	R_{C3} [N/mm ²]	Media [N/mm ²]	
	A-A'	29,5	27,0	21,6	26,0	26,0

MISURA DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE

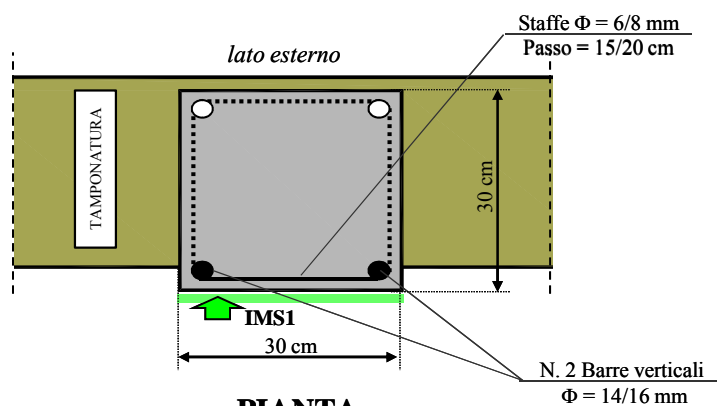
Allineamento del carotaggio: A-A'					CAROTA NON PASSANTE				
Estremo di entrata	A	d_k	0,0	cm	Estremo di uscita	-	d_k	-	cm
		d_{max}	-	cm			d_{max}	-	cm

PROVA DI COMPRESSIONE ED INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO (R3984)

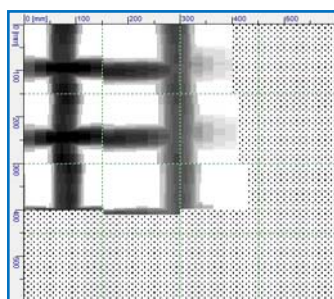
Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	Modulo elastico [N/mm ²]	f_c [N/mm ²]	f_{cm} [N/mm ²]	R_c [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C11	94,2	188,2	2,00	16124	15,4	18,1	21,8	3163

PILASTRO 11 - PIANO INTERRATO

INDAGINE PACHOMETRICA



PIANTA

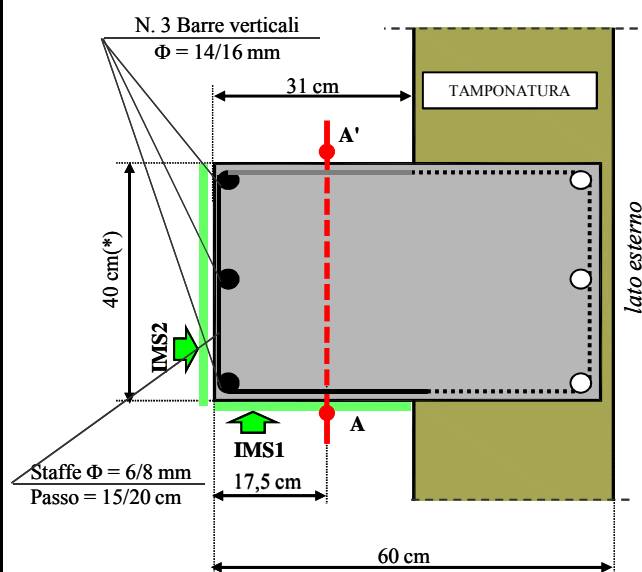


IMS1

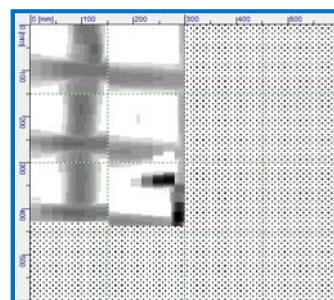
Spessore copriferro: 3,5-4,0 cm

PILASTRO 20 - PIANO INTERRATO

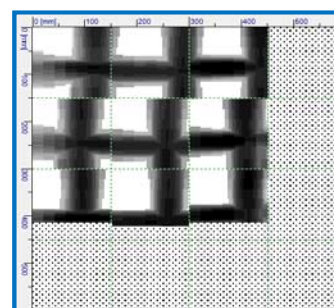
INDAGINE PACHOMETRICA ED INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI SCLEROMETRICHE


PIANTA

N.B. (*) Misura priva di intonaco


IMS1

Spessore copriferro: 4,0-4,5 cm


IMS2

Spessore copriferro: 4,5-5,0 cm

INDAGINI SCLEROMETRICHE

Indice di rimbalzo sclerometrico														Zona di indagine	Indice di rimbalzo medio
Zona di indagine	A	44	49	45	46	43	44	42	45	47	42	44	46	A	44,9
	A'	47	48	46	45	44	43	44	44	46	42	44	47	A'	

INDAGINI ULTRASONICHE SEMIDIRETTE

Allineamento	Tempi di volo				Distanza tra le sonde	Allineamento	Velocità ultrasonica
	n. 1 [μm]	n. 2 [μm]	n. 3 [μm]	Media [μm]			
A-A'	131,1	130,0	130,4	130,5	0,4	A-A'	3065

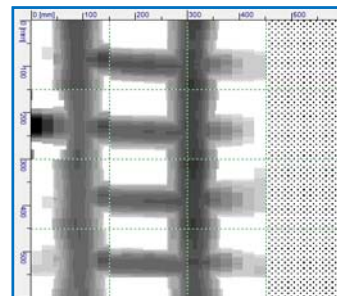
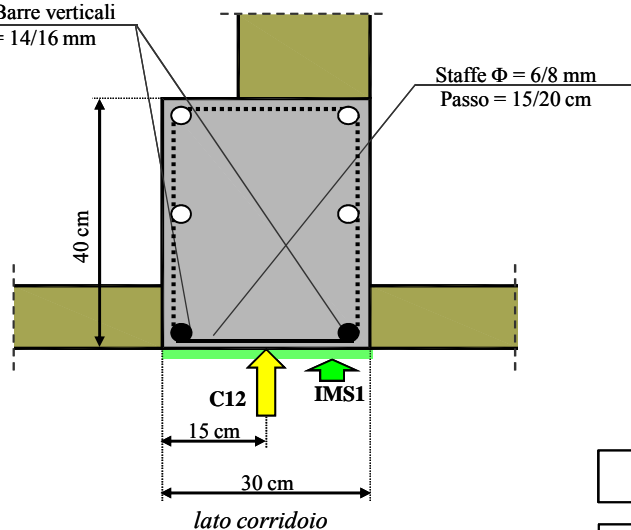
METODO SONREB

STIMA INDIRETTA R _C MEDIANTE METODO SONREB	Allineamento	Metodo				Stima indiretta R _C [N/mm ²]
		R _{C1} [N/mm ²]	R _{C2} [N/mm ²]	R _{C3} [N/mm ²]	Media [N/mm ²]	
	A-A'	26,0	22,6	18,0	22,2	22,2

PILASTRO 30 - PIANO INTERRATO

INDAGINE PACHOMETRICA ED INDIVIDUAZIONE DELLA ZONA DEL PRELIEVO DI CAROTA IN CALCESTRUZZO

N. 2 Barre verticali
 $\Phi = 14/16 \text{ mm}$



IMS1

Spessore copriferro: 6,0-6,5 cm

Altezza dal piano di calpestio del prelievo di carota in calcestruzzo 162 cm

PIANTA

MISURA DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE

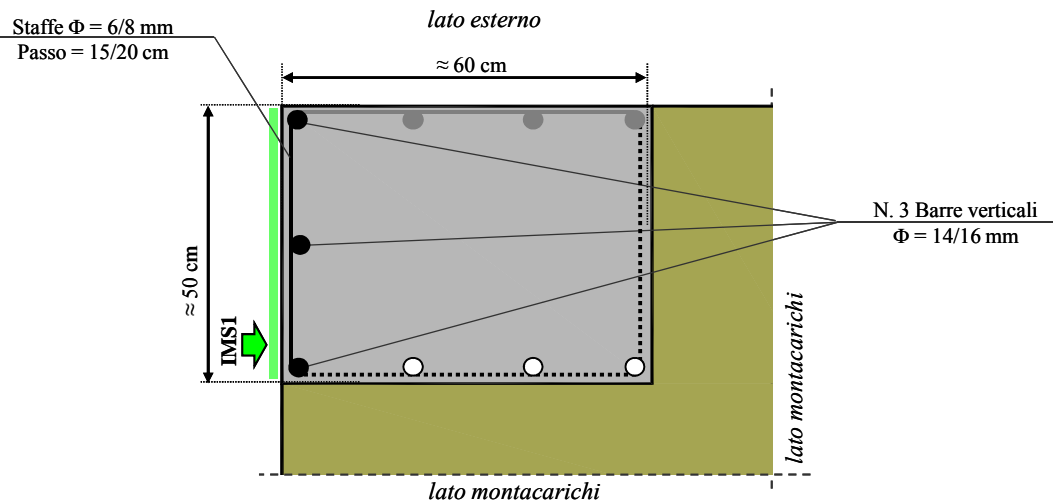
Allineamento del carotaggio: -					CAROTA NON PASSANTE				
Estremo di entrata	-	d _k	1,0	cm	Estremo di uscita	-	d _k	-	cm
		d _{max}	1,5	cm			d _{max}	-	cm

PROVA DI COMPRESSIONE ED INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO (R3984)

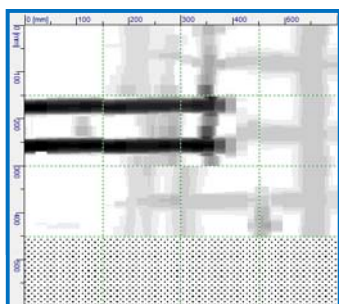
Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	Modulo elastico [N/mm ²]	f_c [N/mm ²]	f_{cm} [N/mm ²]	R_c [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C12	94,2	165,2	1,75	27680	24,0	28,2	32,4	3449

PILASTRO A - VANO MONTACARICHI - PIANO INTERRATO

INDAGINE PACHOMETRICA



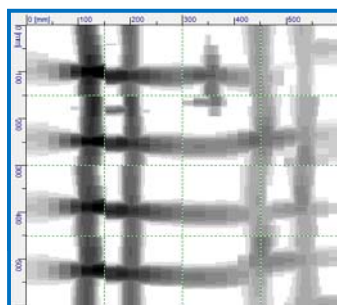
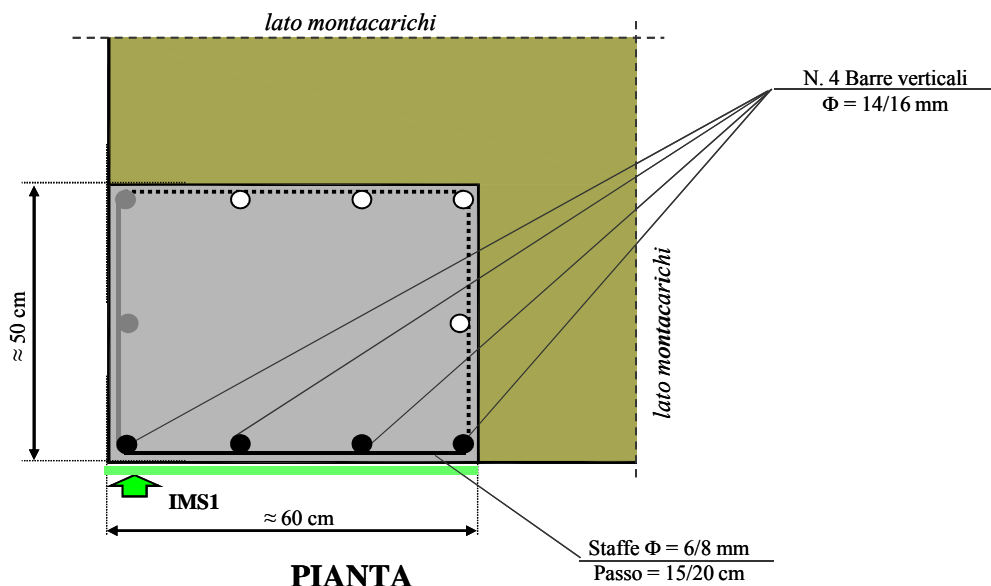
PIANTA



Spessore copriferro: 6,0-6,5 cm

PILASTRO B - VANO MONTACARICHI - PIANO INTERRATO

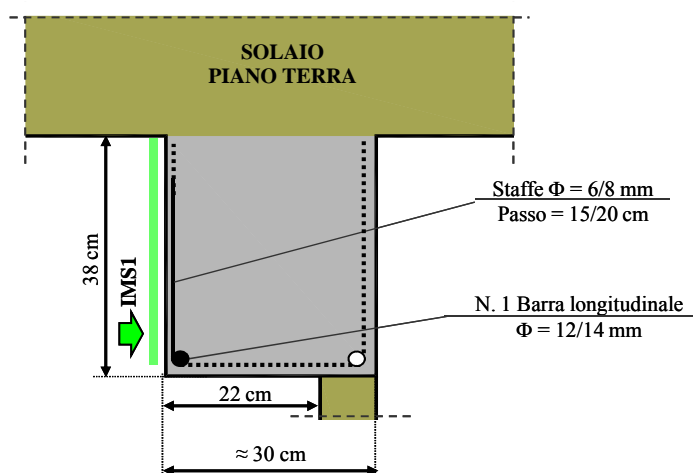
INDAGINE PACHOMETRICA



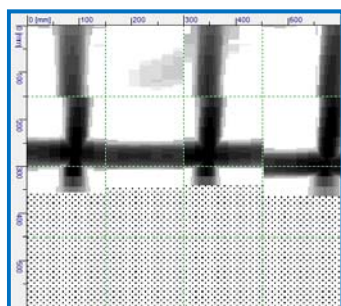
Spessore copriferro: 3,0-3,5 cm

TRAVE TRA PILASTRO 23 E PILASTRO 24 - PIANO TERRA

INDAGINE PACHOMETRICA



SEZIONE A 120 cm DA PILASTRO 24

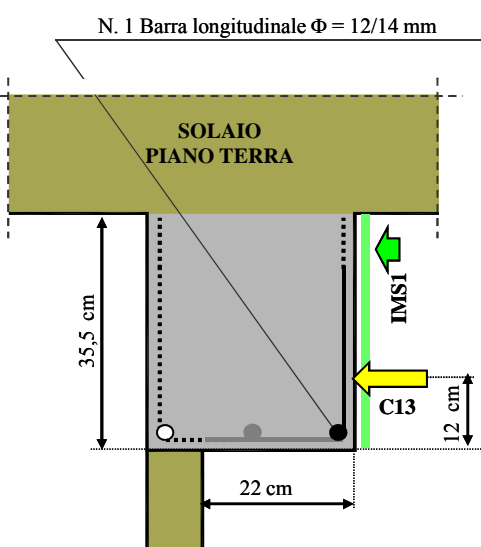


IMS1

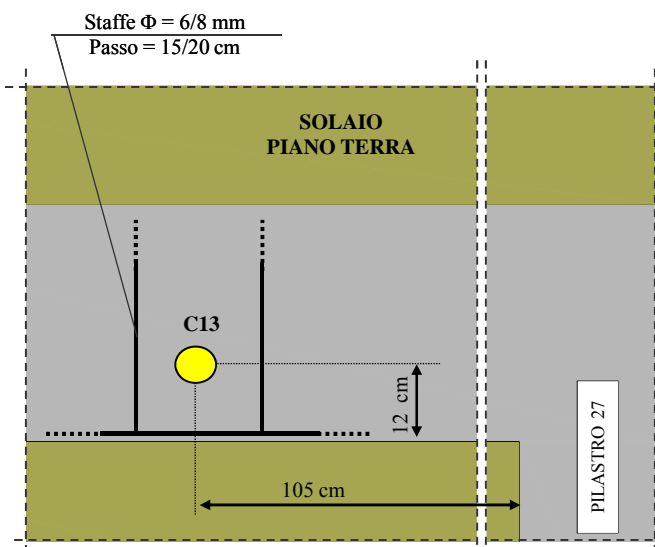
Spessore copriferro: 3,0-3,5 cm

TRAVE TRA PILASTRO 26 E PILASTRO 27 - PIANO TERRA

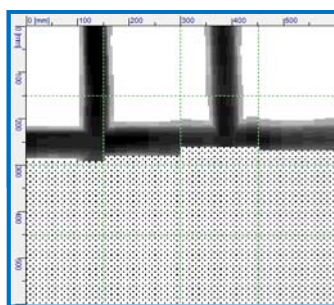
INDAGINE PACHOMETRICA ED INDIVIDUAZIONE DELLA ZONA DEL PRELIEVO DI CAROTA IN CALCESTRUZZO



**SEZIONE
A 105 cm DA PILASTRO 27**



PROSPETTO



IMS1

Spessore copriferro: 3,5-4,0 cm

MISURA DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE

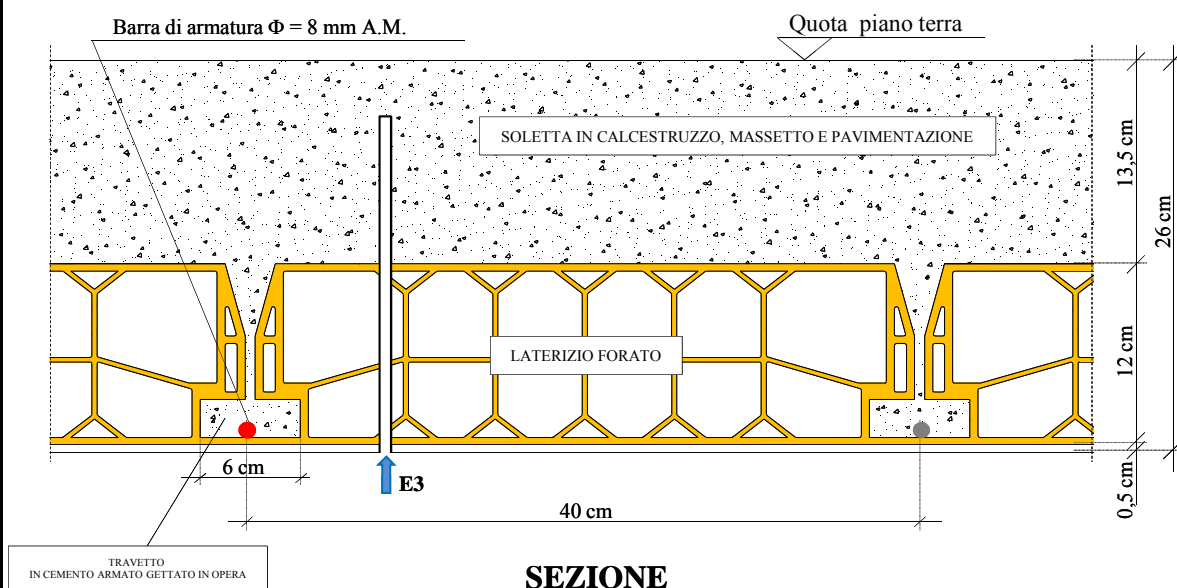
Allineamento del carotaggio: -					CAROTA NON PASSANTE				
Estremo di entrata	-	d_k	0,9	cm	Estremo di uscita	-	d_k	-	cm
		d_{max}	-	cm			d_{max}	-	cm

PROVA DI COMPRESSIONE ED INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO (R3984)

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	Modulo elastico [N/mm ²]	f_c [N/mm ²]	f_{cm} [N/mm ²]	R_c [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C13	94,2	189,1	2,00	19733	16,1	18,9	22,9	3444

SOLAIO TRA PILASTRI 1-2-24-25 - PIANO TERRA

INDAGINE PACHOMETRICA, SAGGIO PER IL RILIEVO DIRETTO DELLE ARMATURE ED INDAGINE VIDEOENDOSCOPICA



COMMENTO

Solaio in laterocemento (tipo SAP), con travetti posti ad interasse di circa 40 cm e barre di armatura $\Phi = 8$ mm A.M..

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



E3-1: Scatto eseguito a circa inizio foro: laterizio forato.



E3-2: Scatto eseguito a circa 10 cm da inizio foro: laterizio forato.

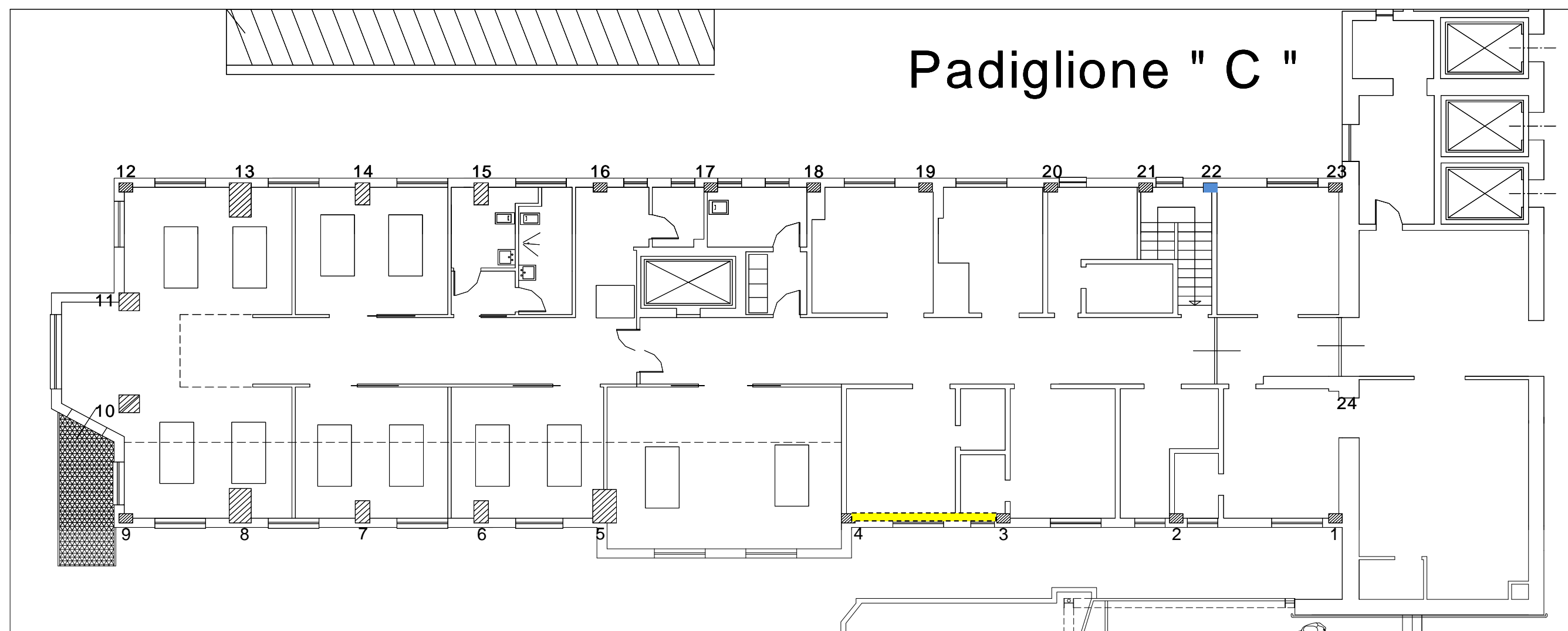


E3-2: Scatto eseguito a circa 12 cm da inizio foro: fine laterizio forato ed inizio soletta in calcestruzzo.



Saggio per il rilievo diretto delle barre di armatura

1.9.2. PILASTRI PIANO TERRA – TRAVI PIANO PRIMO



PIANTA PILASTRI PIANO TERRA E TRAVI PIANO PRIMO

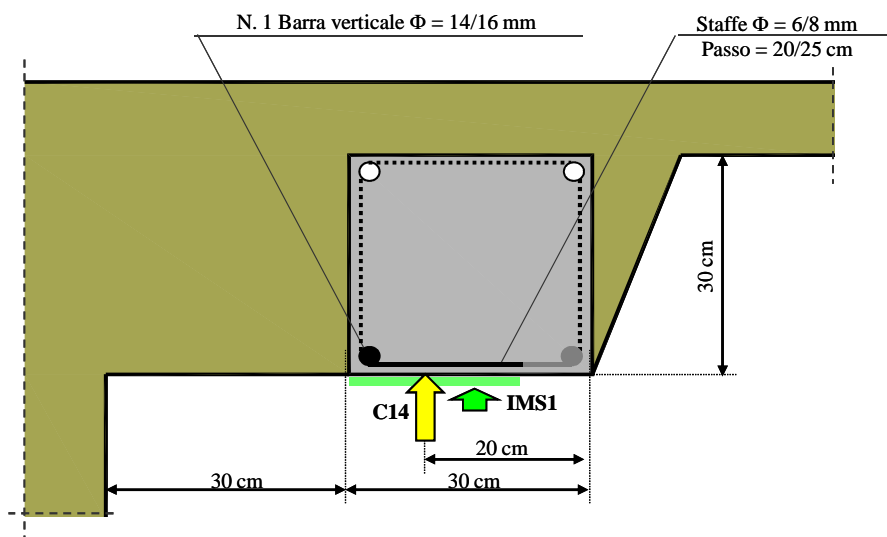
INDAGINI SVOLTE - PILASTRI PIANO TERRA E TRAVI PIANO PRIMO

ELEMENTO INDAGATO	Metodo Indiretto (Sonreb)	Indagini sclerometriche	Indagine pachometrica	Esecuzione prelievo, misura della profondità di carbonatazione prova di compressione ed indagini ultrasuoniche in laboratorio	Saggio strutturale o saggio per il rilievo diretto delle armature	Indagine videoendoscopica
PILASTRO 22	-	-	1	1	-	-
TRAVE TRA PILASTRI 31-32	-	-	1	-	-	-

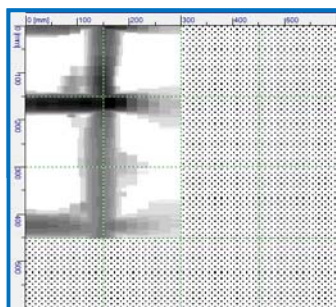
TOTALI	0	0	2	1	0	0
---------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

PILASTRO 22 - PIANO TERRA

INDAGINE PACHOMETRICA ED INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI SCLEROMETRICHE ED ULTRASONICHE E DEL PRELIEVO DI CAROTA IN CALCESTRUZZO



PIANTA



IMS1

Spessore copriferro: 4,0-4,5 cm

Altezza dal piano di calpestio del prelievo di carota in calcestruzzo 180 cm

MISURA DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE

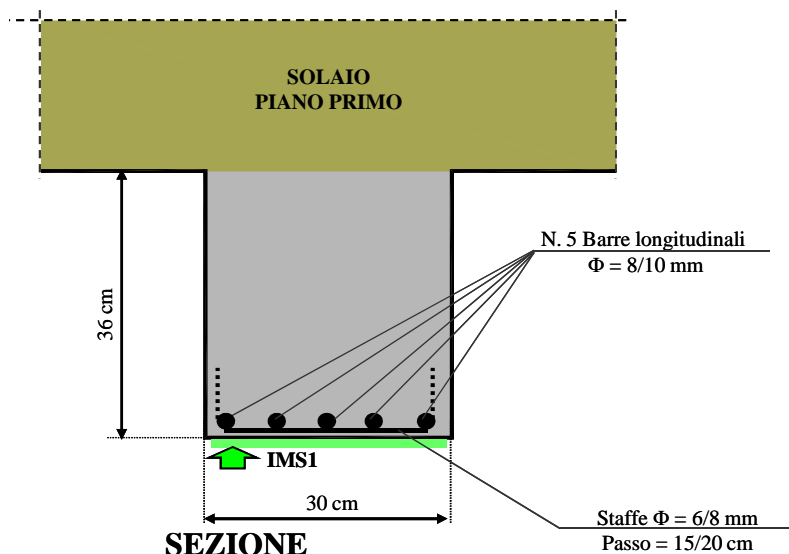
Allineamento del carotaggio: -					CAROTA NON PASSANTE				
Estremo di entrata	-	d_k	1,8	cm	Estremo di uscita	-	d_k	-	cm
		d_{max}	-	cm			d_{max}	-	cm

PROVA DI COMPRESIONE ED INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO (R3984)

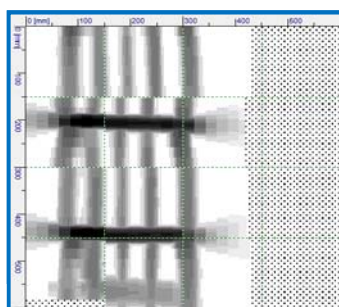
Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	Modulo elastico [N/mm ²]	f_c [N/mm ²]	f_{cm} [N/mm ²]	R_c [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C14	94,2	188,0	2,00	24514	14,9	17,5	21,1	3574

TRAVE TRA PILASTRO 31 E PILASTRO 32 - PIANO PRIMO

INDAGINE PACHOMETRICA



**SEZIONE
A 70 cm DA PILASTRO 31**

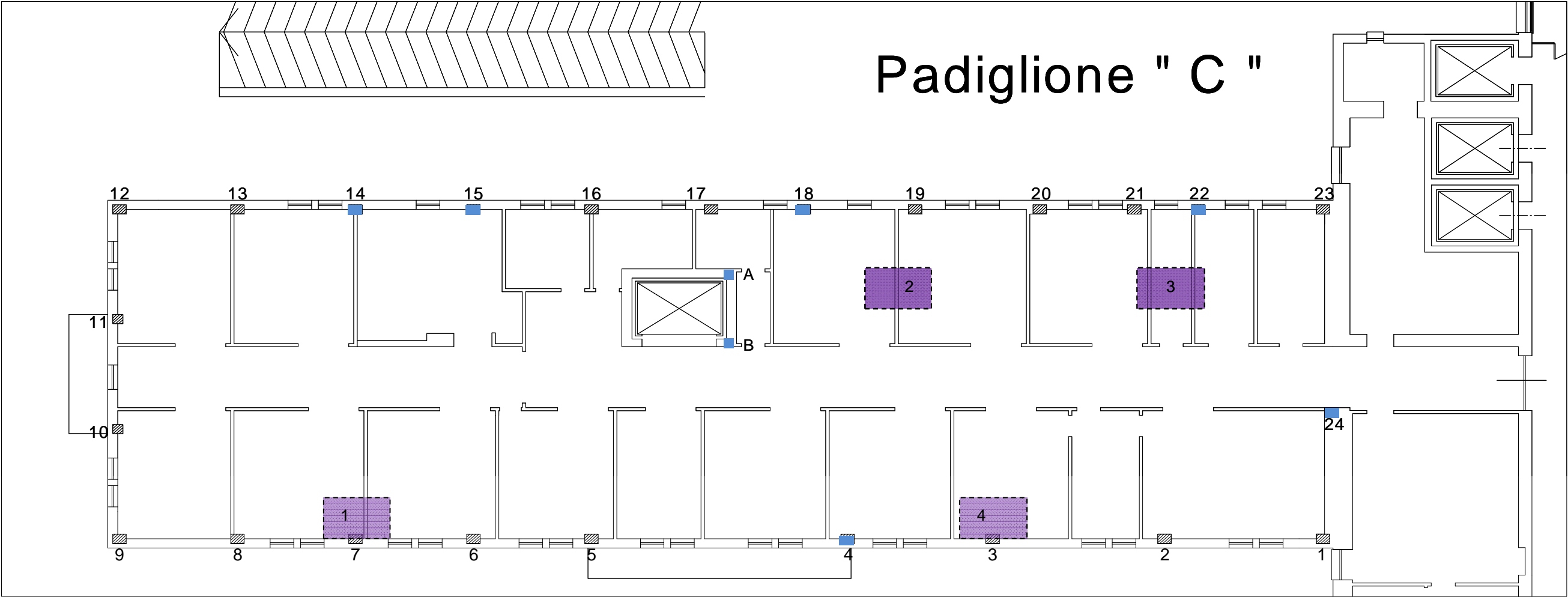


IMS1

Spessore copriferro: 2,5-3,0 cm

1.9.3. PILASTRI PIANO PRIMO – SOLAI PIANO SECONDO

DISLOCAZIONE IN PIANTA DEGLI ELEMENTI INDAGATI



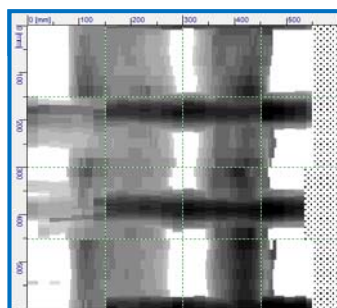
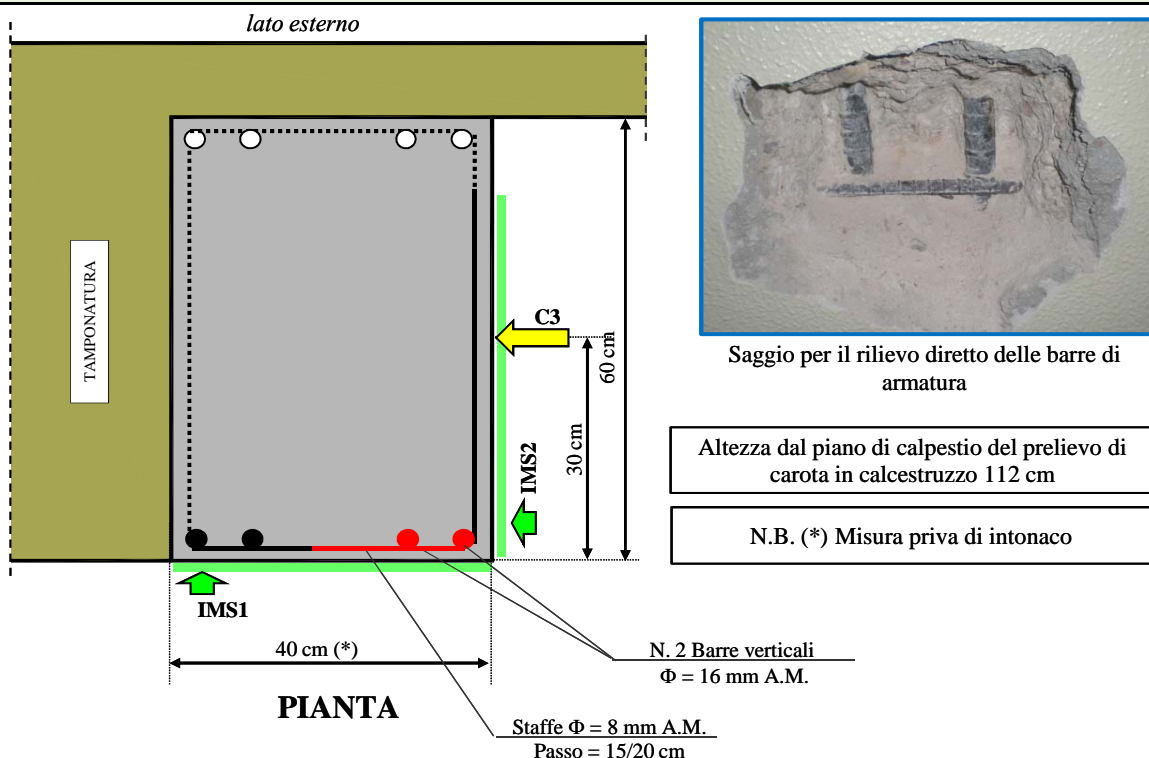
PIANTA PILASTRI PRIMO E SOLAIO PIANO SECONDO

INDAGINI SVOLTE - PILASTRI PIANO PRIMO E TRAVI PIANO SECONDO

ELEMENTO INDAGATO	Metodo Indiretto (Sonreb)	Indagini sclerometriche	Indagini pachometrica	Esecuzione prelievo, misura della profondità di carbonatazione prova di compressione ed indagini ultrasuoniche in laboratorio	Saggio strutturale o saggio per il rilievo diretto delle armature	Indagini videoendoscopica
PILASTRO 4	-	-	1	1	1	-
PILASTRO 14	-	-	1	1	-	-
PILASTRO 15	1	-	1	-	-	-
PILASTRO 18	1	-	1	1	-	-
PILASTRO 22	-	-	1	1	-	-
PILASTRO 24	-	-	1	-	-	-
PILASTRO A	-	-	1	-	-	-
PILASTRO B	-	-	1	-	-	-
SOLAIO 1	-	-	-	-	1	-
SOLAIO 2	-	12	-	-	1	1
SOLAIO 3	-	12	-	-	1	1
SOLAIO 4	-	-	-	-	1	1
TOTALI	2	24	8	4	5	3

PILASTRO 4 - PIANO PRIMO

INDAGINE PACHOMETRICA, SAGGIO DIRETTO PER IL RILIEVO DELLE BARRE DI ARMATURA ED INDIVIDUAZIONE DELLA ZONA DEL PRELIEVO DI CAROTA IN CALCESTRUZZO



IMS1

Spessore copriferro: 6,0-6,5 cm



IMS2

Spessore copriferro: 3,0-3,5 cm

MISURA DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE

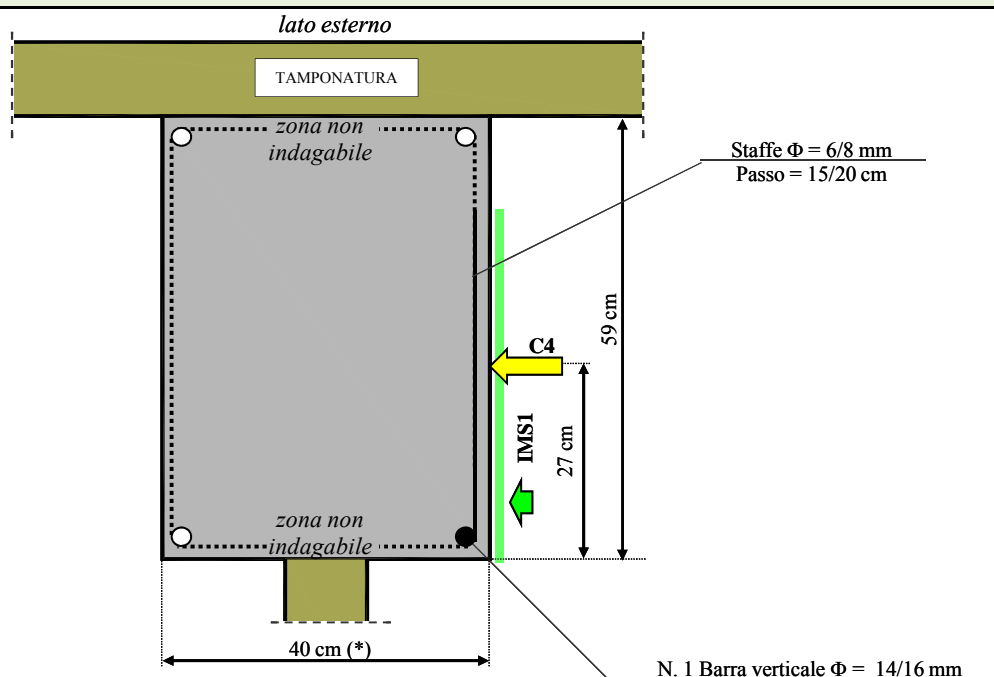
Allineamento del carotaggio: -					CAROTA NON PASSANTE				
Estremo di entrata	-	d _k	0,0	cm	Estremo di uscita	-	d _k	-	cm
		d _{max}	-	cm			d _{max}	-	cm

PROVA DI COMPRESSIONE ED INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO (R3984)

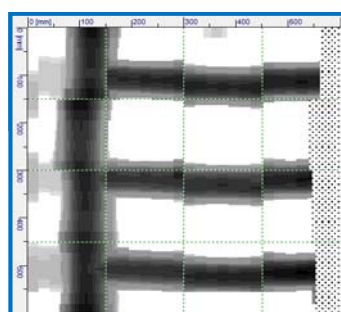
Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	Modulo elastico [N/mm ²]	f _c [N/mm ²]	f _{cm} [N/mm ²]	R _c [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C3	94,2	188,0	2,00	19266	13,0	15,3	18,4	3258

PILASTRO 14 - PIANO PRIMO

INDAGINE PACHOMETRICA ED INDIVIDUAZIONE DELLA ZONA DEL PRELIEVO DI CAROTA IN CALCESTRUZZO



PIANTA



IMS1

Altezza dal piano di calpestio del prelievo di carota in calcestruzzo 118 cm

Spessore copriferro: 4,0-4,5 cm

N.B. (*) Misura priva di intonaco

MISURA DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE

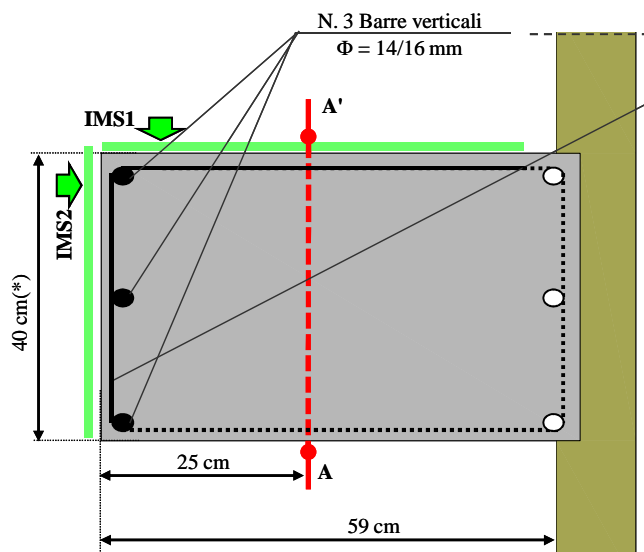
Allineamento del carotaggio: -					CAROTA NON PASSANTE				
Estremo di entrata	-	d_k	2,8	cm	Estremo di uscita	-	d_k	-	cm
		d_{max}	-	cm			d_{max}	-	cm

PROVA DI COMPRESSIONE ED INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO (R3984)

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	Modulo elastico [N/mm ²]	f_c [N/mm ²]	f_{cm} [N/mm ²]	Rc [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C4	94,2	188,1	2,00	20313	21,0	24,7	29,7	3365

PILASTRO 15 - PIANO PRIMO

INDAGINE PACHOMETRICA ED INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI SCLEROMETRICHE ED ULTRASONICHE

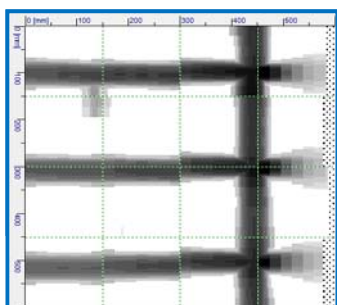


Spessore copriferro: 3,5-4,0 cm

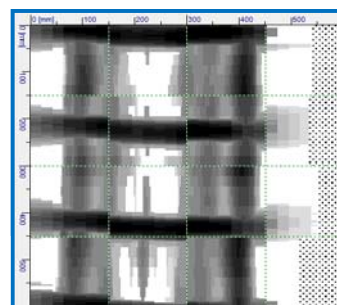
N.B. (*) Misura priva di intonaco

Altezza dal piano di calpestio dell'esecuzione delle indagini è 160 cm

PIANTA



IMS1



IMS2

INDAGINI SCLEROMETRICHE

Indice di rimbalzo sclerometrico														Zona di indagine	Indice di rimbalzo medio
Zona di indagine	A	38	37	35	36	37	39	37	35	34	37	37	38	A	38,2
	A'	42	40	28	44	39	41	43	44	39	38	38	40	A'	

INDAGINI ULTRASONICHE SEMIDIRETTE

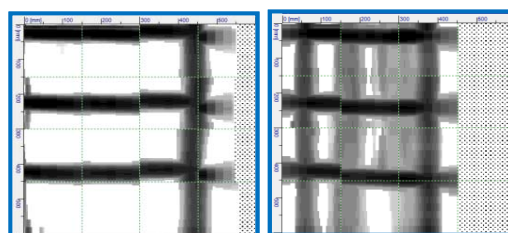
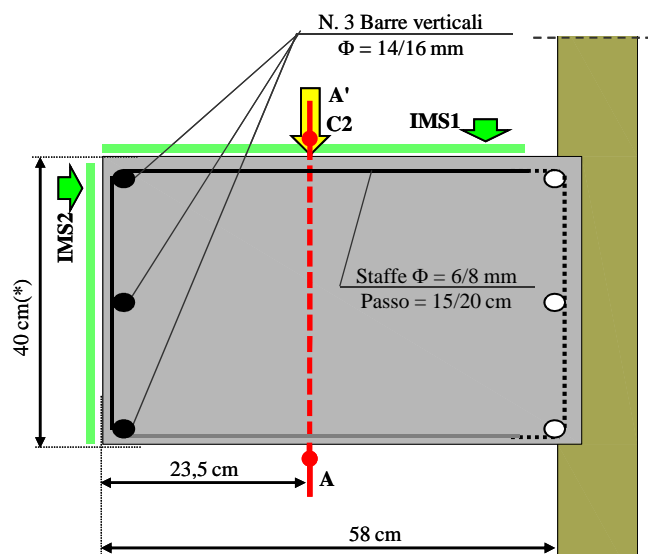
Allineamento	Tempi di volo				Distanza tra le sonde	Allineamento	Velocità ultrasonica
	n. 1 [μm]	n. 2 [μm]	n. 3 [μm]	Media [μm]			
A-A'	126,8	127,7	126,8	127,1	0,4	A-A'	3147

METODO SONREB

STIMA INDIRETTA R_C MEDIANTE METODO SONREB	Allineamento	Metodo				Stima indiretta R_C [N/mm ²]
		R_{C1} [N/mm ²]	R_{C2} [N/mm ²]	R_{C3} [N/mm ²]	Media [N/mm ²]	
	A-A'	22,3	20,3	15,4	19,3	19,3

PILASTRO 18 - PIANO PRIMO

INDAGINE PACHOMETRICA, INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI SCLEROMETRICHE ED ULTRASONICHE E DELLA ZONA DEL PRELIEVO DI CAROTA IN CALCESTRUZZO



lato esterno

IMS1

IMS2

Spessore copriferro: 3,5-4,0 cm

N.B. (*) Misura priva di intonaco

Altezza dal piano di calpestio dell'esecuzioni di tutte le indagini è 177 cm

PIANTA

INDAGINI SCLEROMETRICHE

Indice di rimbalzo sclerometrico														Zona di indagine	Indice di rimbalzo medio
Zona di indagine	A	38	36	37	39	38	37	36	34	38	42	38	40	A	37,7
	A'	36	38	37	36	35	34	37	40	42	38	39	40	A'	

INDAGINI ULTRASONICHE SEMIDIRETTE

Allineamento	Tempi di volo				Distanza tra le sonde	Allineamento	Velocità ultrasonica
	n. 1 [μm]	n. 2 [μm]	n. 3 [μm]	Media [μm]			
A-A'	129,6	130,5	129,4	129,8	0,4	A-A'	3081

METODO SONREB

STIMA INDIRETTA R _C MEDIANTE METODO SONREB	Allineamento	Metodo				Stima indiretta R _C [N/mm ²]
		R _{C1} [N/mm ²]	R _{C2} [N/mm ²]	R _{C3} [N/mm ²]	Media [N/mm ²]	
	A-A'	21,1	19,1	14,3	18,2	18,2

MISURA DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE

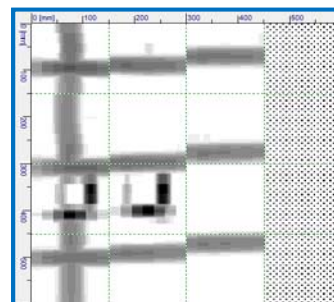
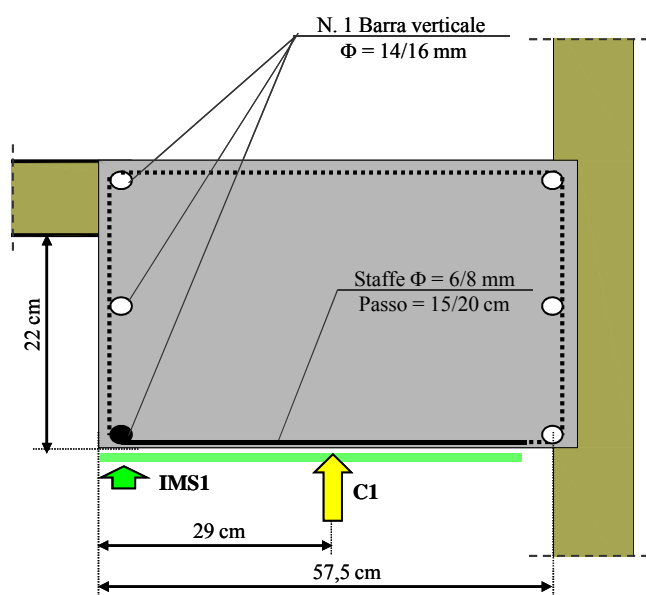
Allineamento del carotaggio: A'-A					CAROTA NON PASSANTE				
Estremo di entrata	A'	d _k	0,0	cm	Estremo di uscita	-	d _k	-	cm
		d _{max}	-	cm			d _{max}	-	cm

PROVA DI COMPRESSIONE ED INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO (R3984)

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	Modulo elastico [N/mm ²]	f _c [N/mm ²]	f _{cm} [N/mm ²]	R _c [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C2	94,2	122,0	1,30	17505	18,1	21,3	22,4	2961

PILASTRO 22 - PIANO PRIMO

INDAGINE PACHOMETRICA ED INDIVIDUAZIONE DELLA ZONA DEL PRELIEVO DI CAROTA IN CALCESTRUZZO



IMS1

Altezza dal piano di calpestio del prelievo di carota in calcestruzzo 180 cm

Spessore copriferro: 2,5-3,0 cm

PIANTA

MISURA DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE

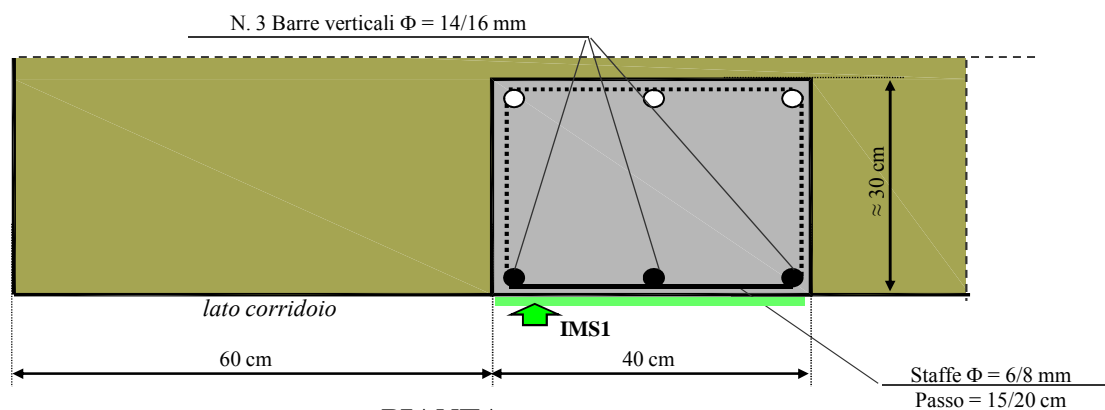
Allineamento del carotaggio: -					CAROTA NON PASSANTE				
Estremo di entrata	-	d _k	0,0	cm	Estremo di uscita	-	d _k	-	cm
		d _{max}	-	cm			d _{max}	-	cm

PROVA DI COMPRESSIONE ED INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO (R3984)

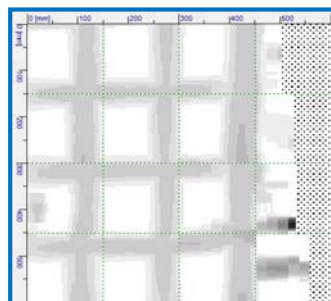
Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	Modulo elastico [N/mm ²]	f_c [N/mm ²]	f_{cm} [N/mm ²]	Rc [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C1	94,2	105,4	1,12	12138	14,8	17,4	17,8	2738

PILASTRO 24 - PIANO PRIMO

INDAGINE PACHOMETRICA



PIANTA

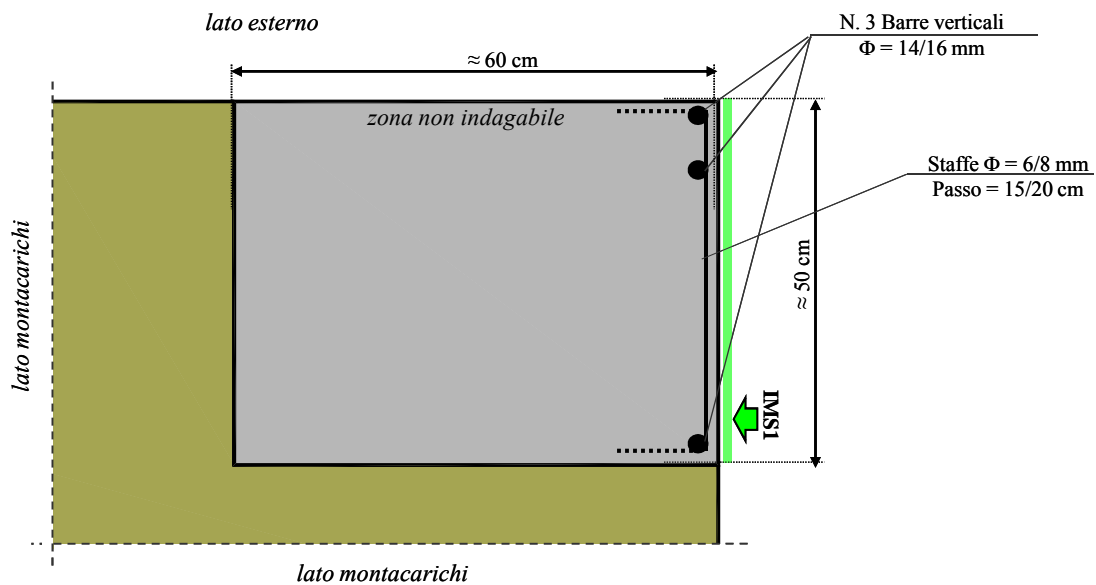


IMS1

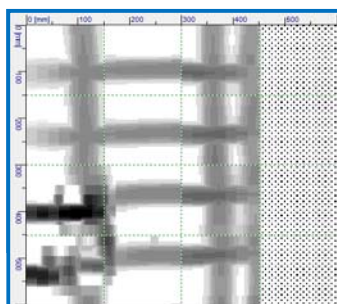
Spessore copriferro: 4,5-5,0 cm

PILASTRO A - PIANO PRIMO

INDAGINE PACHOMETRICA



PIANTA

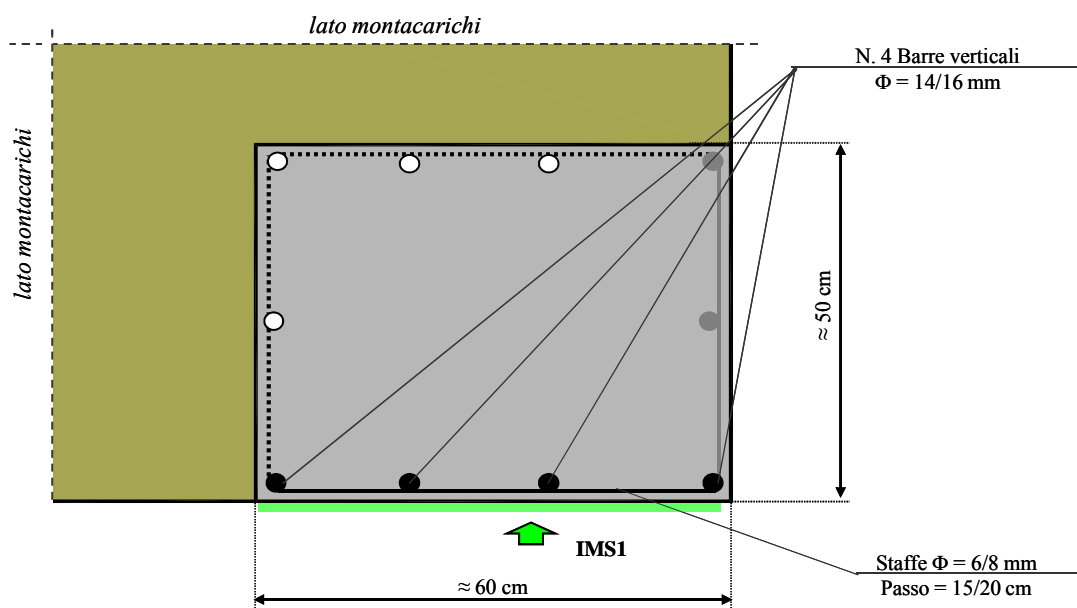


IMS1

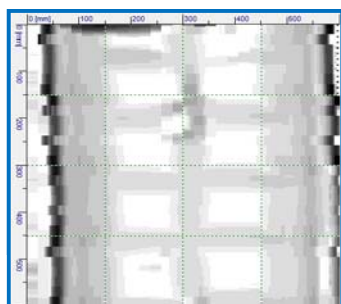
Spessore copriferro: 3,0-3,5 cm

PILASTRO B - PIANO PIANO PRIMO

INDAGINE PACHOMETRICA



PIANTA

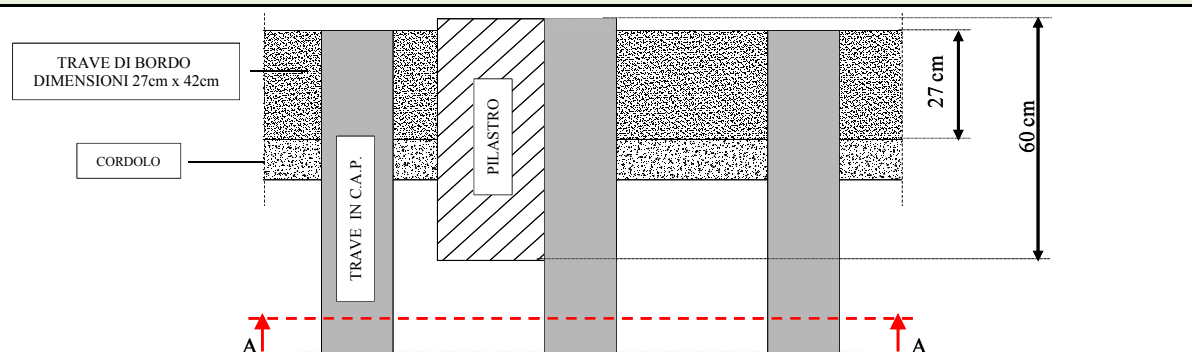


IMS1

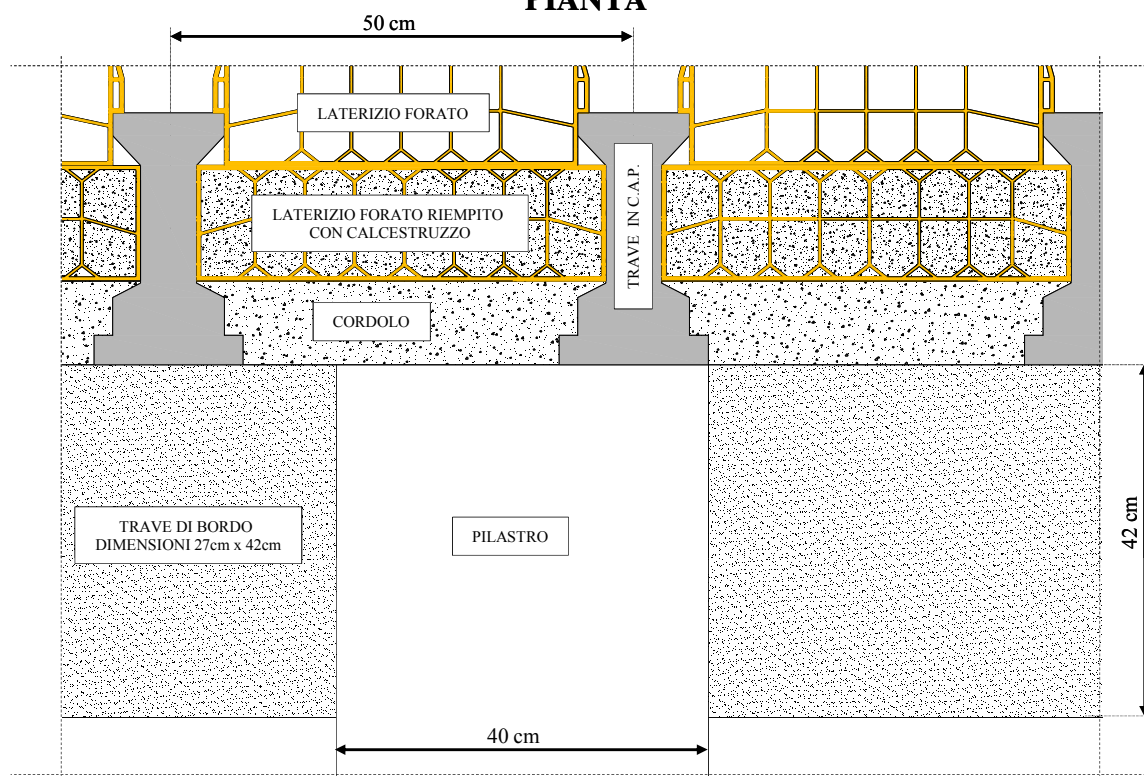
Spessore copriferro: 4,0-4,5 cm

SOLAIO 1 - PIANO SECONDO

SAGGIO STRUTTURALE



PIANTA



SEZIONE A-A

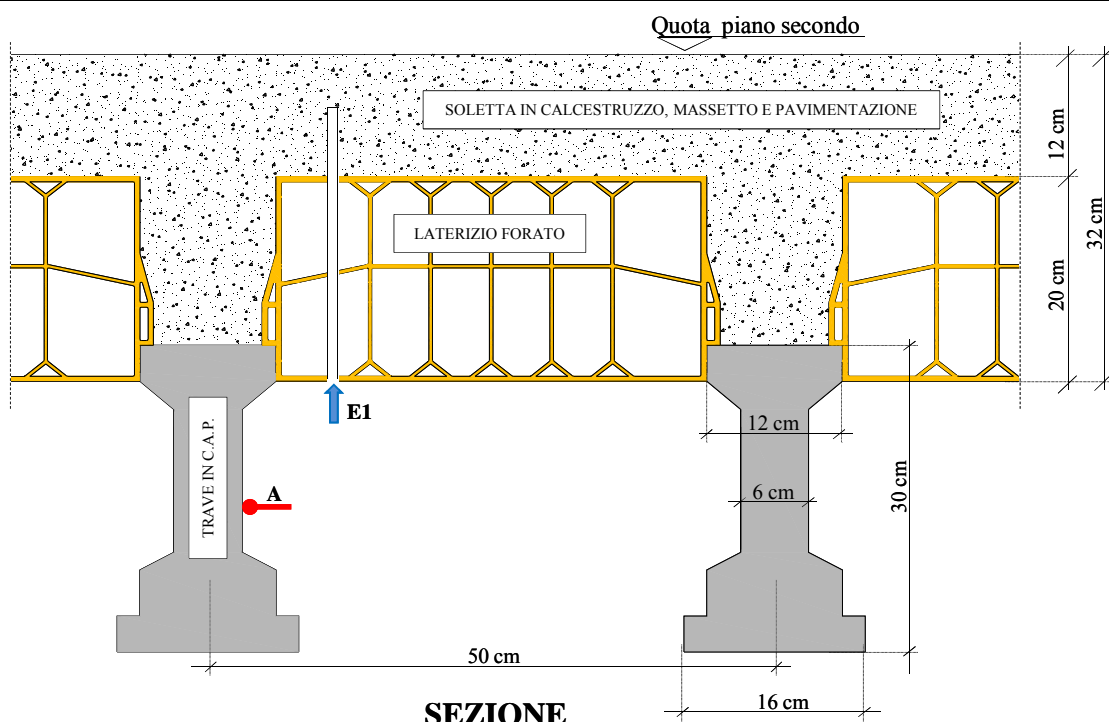


COMMENTO

Solaio in laterocemento, con travi in c.a.p. poste ad interasse di circa 50 cm. Le travi del solaio poggiano sulla trave perimetrale ed i pilastri. Presenza di cordolo.

SOLAIO 2 - PIANO SECONDO

SAGGIO STRUTTURALE, INDAGINE VIDEOENDOSCOPICA ED INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI SCLEROMETRICHE



COMMENTO

Solaio in laterocemento, con travi in c.a.p. poste ad interasse di circa 50 cm.

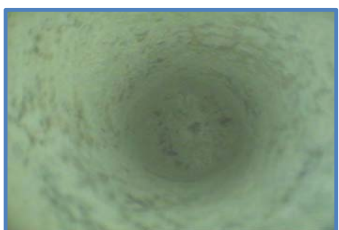
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



E1-1: Scatto eseguito a circa inizio foro: laterizio forato.



E1-2: Scatto eseguito a circa 20 cm da inizio foro: fine laterizio forato ed inizio soletta in calcestruzzo.



E1-3: Scatto eseguito a circa fine foro: soletta in calcestruzzo

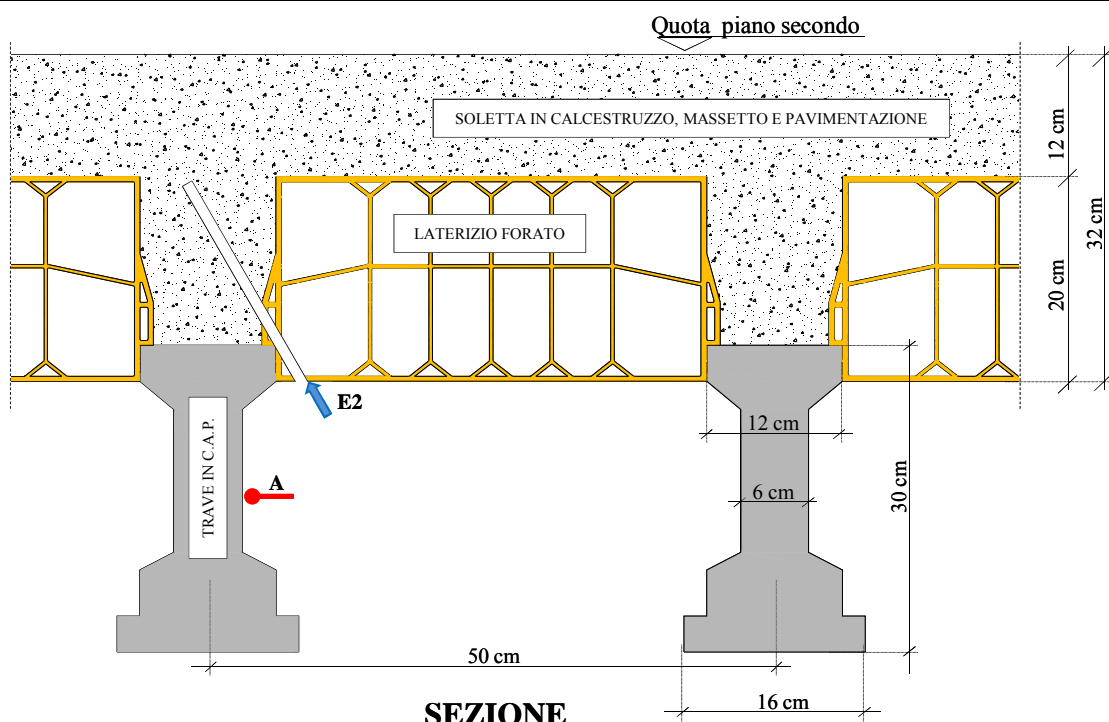


INDAGINI SCLEROMETRICHE

Indice di rimbalzo sclerometrico														IR _{medio}	Stima indiretta RC [N/mm ²]
Zona di indagine	A	54	47	52	48	50	48	52	54	48	50	52	48	50,3	59,8

SOLAIO 3 - PIANO SECONDO

SAGGIO STRUTTURALE, INDAGINE VIDEOENDOSCOPICA ED INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI SCLEROMETRICHE



COMMENTO

Solaio in laterocemento, con travi in c.a.p. poste ad interasse di circa 50 cm.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



E2-1: Scatto eseguito a circa inizio foro: laterizio forato.



E2-2: Scatto eseguito a circa 5 cm da inizio foro: fine laterizio forato ed inizio calcestruzzo.



E2-3: Scatto eseguito a circa fine foro: calcestruzzo

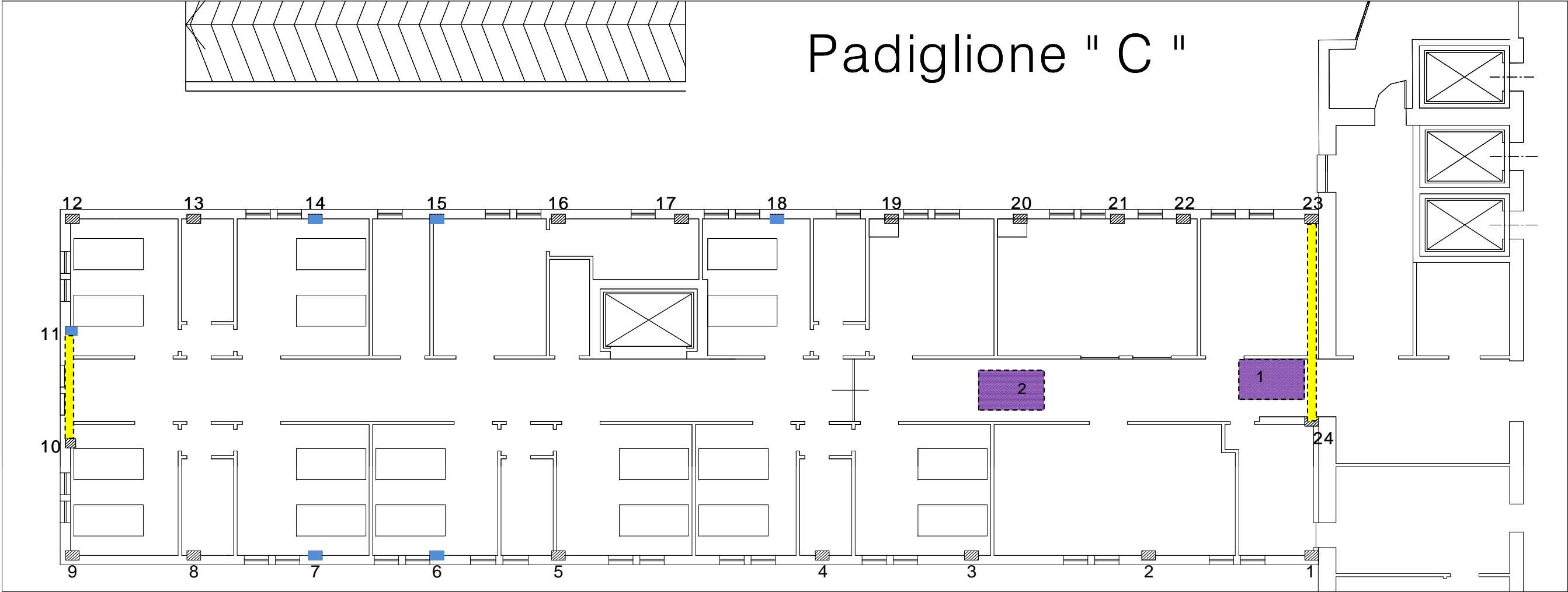


INDAGINI SCLEROMETRICHE

Indice di rimbalzo sclerometrico														IR _{medio}	Stima indiretta RC [N/mm ²]
Zona di indagine	A	50	50	48	50	48	54	49	51	49	46	49	54	49,8	58,9

1.9.4. PILASTRI PIANO SECONDO – TRAVI E SOLAI PIANO COPERTURA

DISLOCAZIONE IN PIANTA DEGLI ELEMENTI INDAGATI



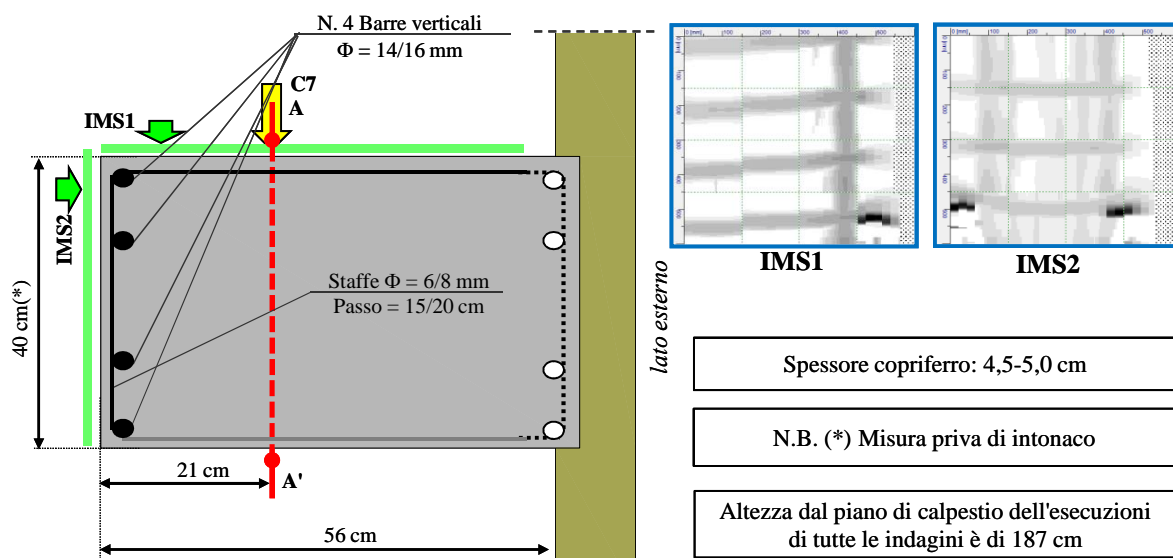
PIANTA PILASTRI PIANO SECONDO , TRAVI E SOLAI PIANO COPERTURA

INDAGINI SVOLTE - PILASTRI PIANO SECONDO, TRAVI E SOLAI PIANO COPERTURA

ELEMENTO INDAGATO	Metodo Indiretto (Sonreb)	Indagini sclerometriche	Indagini pachometrica	Esecuzione prelievo, misura della profondità di carbonatazione prova di compressione ed indagini ultrasuoniche in laboratorio	Saggio strutturale o saggio per il rilievo diretto delle armature	Indagini videoendoscopica
PILASTRO 6	1	-	1	1	-	-
PILASTRO 7	1	-	1	-	-	-
PILASTRO 11	-	-	1	1	-	-
PILASTRO 14	1	-	1	-	-	-
PILASTRO 15	-	-	1	1	-	-
PILASTRO 18	1	-	1	1	-	-
TRAVE TRA PILASTRI 10-11	-	12	1	-	-	-
TRAVE TRA PILASTRI 23-24	-	12	1	-	-	-
SOLAIO 1	-	12	-	-	1	-
SOLAIO 2	-	12	-	-	1	-
TOTALI	4	48	8	4	2	0

PILASTRO 6 - PIANO SECONDO

INDAGINE PACHOMETRICA ED INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI SCLEROMETRICHE ED ULTRASONICHE E DELLA ZONA DEL PRELIEVO DI CAROTA IN CALCESTRUZZO



PIANTA

INDAGINI SCLEROMETRICHE

Indice di rimbalzo sclerometrico														Zona di indagine	Indice di rimbalzo medio
Zona di indagine	A	38	39	39	40	40	42	43	40	38	39	38	40	A	39,6
	A'	40	41	39	38	41	40	38	39	40	37	40	41	A'	

INDAGINI ULTRASONICHE SEMIDIRETTE

Allineamento	Tempi di volo				Distanza tra le sonde	Allineamento	Velocità ultrasonica
	n. 1 [μm]	n. 2 [μm]	n. 3 [μm]	Media [μm]			
A-A'	114,7	114,2	114,0	114,3	0,4	A-A'	3500

METODO SONREB

STIMA INDIRETTA R _C MEDIANTE METODO SONREB	Allineamento	Metodo				Stima indiretta R _C [N/mm ²]
		R _{C1} [N/mm ²]	R _{C2} [N/mm ²]	R _{C3} [N/mm ²]	Media [N/mm ²]	
	A-A'	28,4	27,4	21,3	25,7	25,7

MISURA DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE

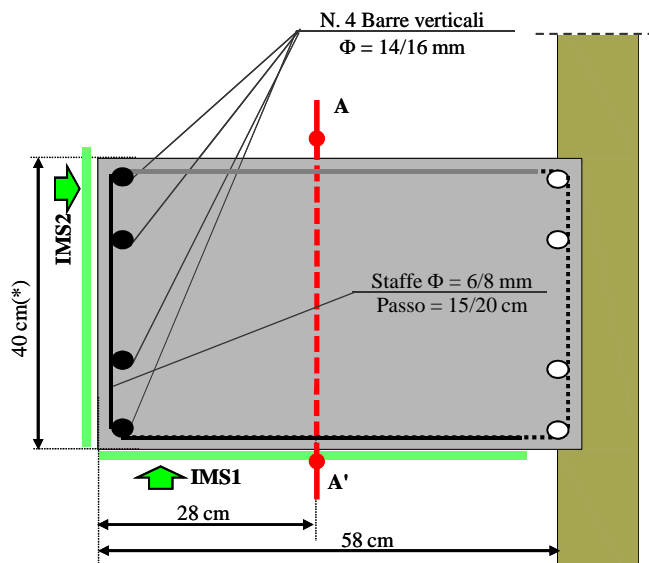
Allineamento del carotaggio: A-A'					CAROTA NON PASSANTE				
Estremo di entrata	A	d _k	3,1	cm	Estremo di uscita	-	d _k	-	cm
		d _{max}	-	cm			d _{max}	-	cm

PROVA DI COMPRESSIONE ED INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO (R3984)

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	Modulo elastico [N/mm ²]	f _c [N/mm ²]	f _{cm} [N/mm ²]	R _c [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C7	94,2	187,9	1,99	22423	25,8	30,4	36,5	3423

PILASTRO 7 - PIANO SECONDO

INDAGINE PACHOMETRICA ED INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI SCLEROMETRICHE ED ULTRASONICHE



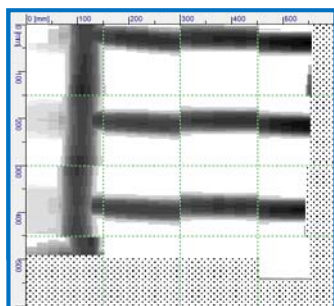
Spessore copriferro: 3,5-4,0 cm

N.B. (*) Misura priva di intonaco

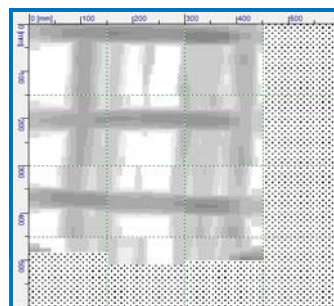
Altezza dal piano di calpestio dell'esecuzioni
delle indagini è 186 cm

lato esterno

PIANTA



IMS1



IMS2

INDAGINI SCLEROMETRICHE

Indice di rimbalzo sclerometrico														Zona di indagine	Indice di rimbalzo medio
Zona di indagine	A	46	42	44	45	44	43	42	41	44	46	47	42	A	45,3
	A'	46	44	45	47	48	47	46	47	48	47	48	47	A'	

INDAGINI ULTRASONICHE SEMIDIRETTE

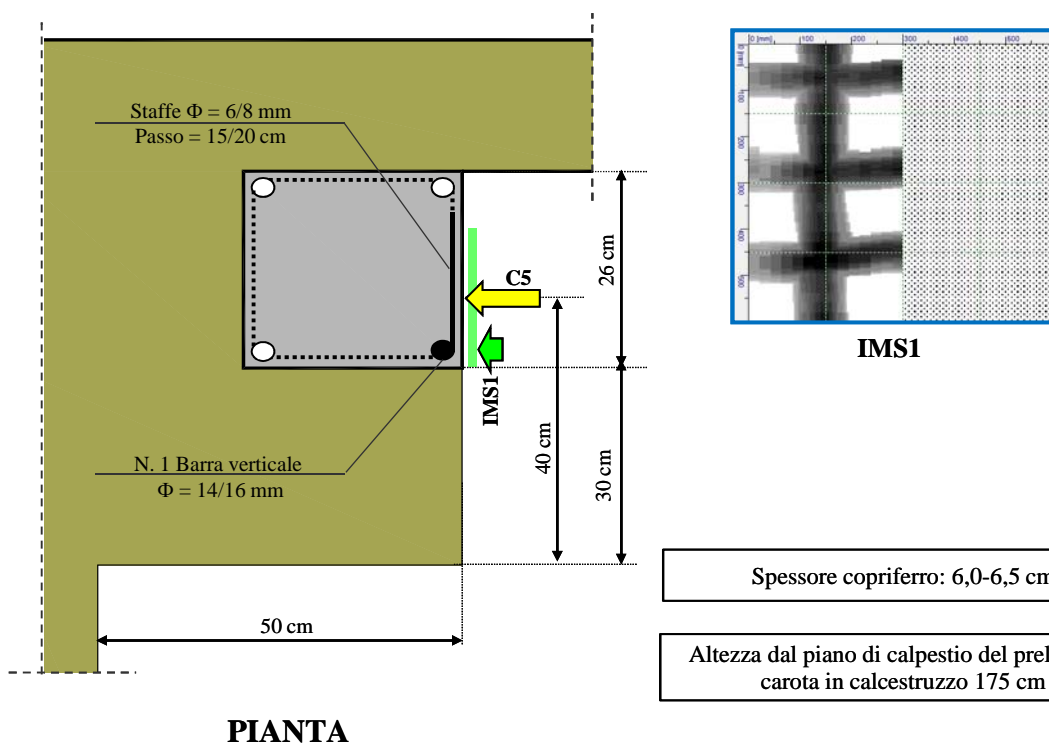
Allineamento	Tempi di volo				Distanza tra le sonde [m]	Allineamento	Velocità ultrasonica (m/s)
	n. 1 [μm]	n. 2 [μm]	n. 3 [μm]	Media [μm]			
A-A'	107,0	108,4	108,2	107,9	0,4	A-A'	3662

METODO SONREB

STIMA INDIRETTA R _C MEDIANTE METODO SONREB	Allineamento	Metodo				Stima indiretta R _C [N/mm ²]
		R _{C1} [N/mm ²]	R _{C2} [N/mm ²]	R _{C3} [N/mm ²]	Media [N/mm ²]	
	A-A'	36,5	35,3	28,9	33,6	33,6

PILASTRO 11 - PIANO SECONDO

INDAGINE PACHOMETRICA ED INDIVIDUAZIONE DELLA ZONA DEL PRELIEVO DI CAROTA IN CALCESTRUZZO



MISURA DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE

Allineamento del carotaggio: -					CAROTA NON PASSANTE				
Estremo di entrata	-	d_k	2,0	cm	Estremo di uscita	-	d_k	-	cm
		d_{max}	2,5	cm			d_{max}	-	cm

PROVA DI COMPRESSIONE ED INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO (R3984)

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	Modulo elastico [N/mm ²]	f_c [N/mm ²]	f_{cm} [N/mm ²]	R_c [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C5	94,2	188,0	2,00	18411	14,1	16,6	20,0	3154

PILASTRO 14 - PIANO SECONDO

INDAGINE PACHOMETRICA ED INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI ESECUZIONE DELLE
INDAGINI SCLEROMETRICHE ED ULTRASONICHE

IMS1IMS2

lato esterno

Spessore copriferro: 3,5-4,0 cm

N.B. (*) Misura priva di intonaco

Altezza dal piano di calpestio dell'esecuzioni di tutte le indagini è di 186 cm

PIANTA

INDAGINI SCLEROMETRICHE

Indice di rimbalzo sclerometrico													Zona di indagine	Indice di rimbalzo medio	
Zona di indagine	A	50	44	50	48	49	47	48	44	49	48	46	47	A	47,7
	A'	47	48	47	48	49	48	49	50	47	46	47	48	A'	

INDAGINI ULTRASONICHE SEMIDIRETTE

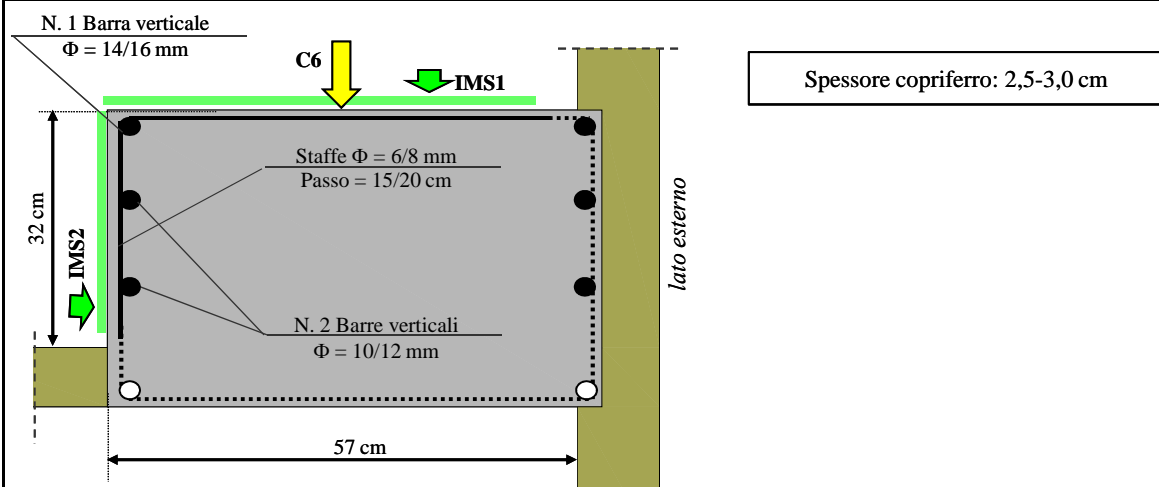
Allineamento	Tempi di volo				Distanza tra le sonde	Allineamento	Velocità ultrasonica
	n. 1 [μm]	n. 2 [μm]	n. 3 [μm]	Media [μm]			
A-A'	106,7	106,8	106,7	106,7	0,4	A-A'	3748

METODO SONREB

STIMA INDIRECTA R _C MEDIANTE METODO SONREB	Allineamento	Metodo				Stima indiretta R _C [N/mm ²]
		R _{C1} [N/mm ²]	R _{C2} [N/mm ²]	R _{C3} [N/mm ²]	Media [N/mm ²]	
	A-A'	40,6	39,5	33,1	37,7	37,7

PILASTRO 15 - PIANO SECONDO

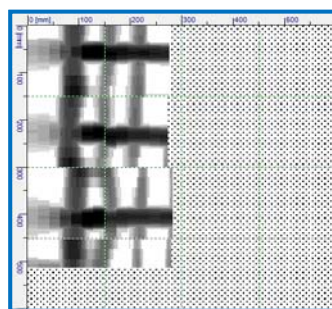
INDAGINE PACHOMETRICA ED INDIVIDUAZIONE DELLA ZONA DEL PRELIEVO DI CAROTA IN CALCESTRUZZO



PIANTA



IMS1



IMS2

MISURA DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE

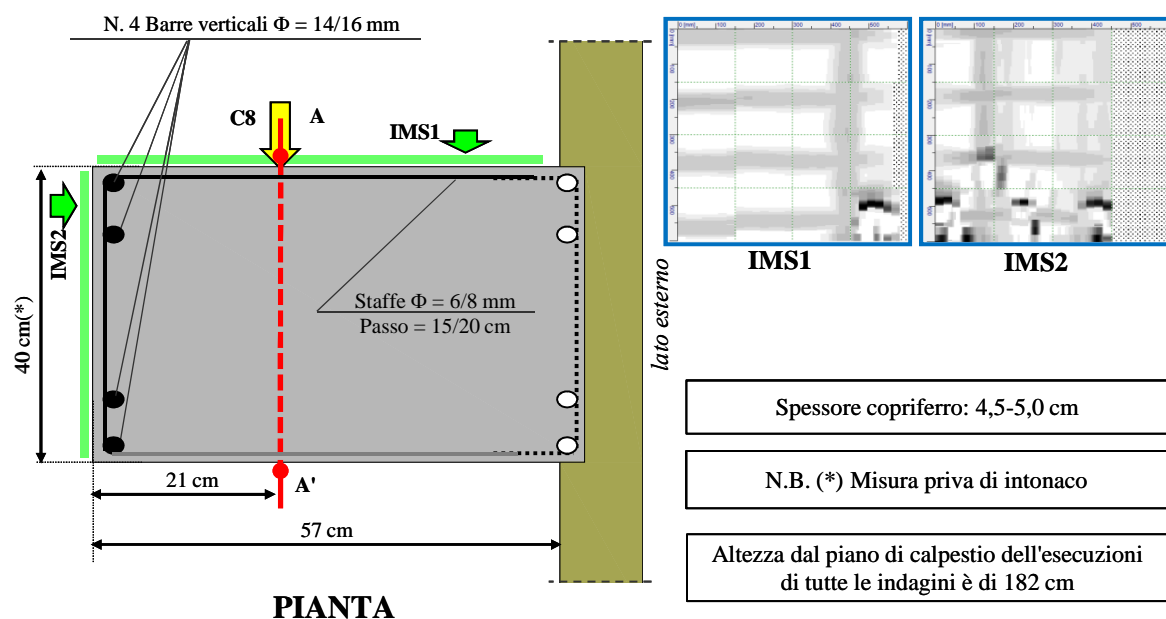
Allineamento del carotaggio: -					CAROTA NON PASSANTE				
Estremo di entrata	-	d_k	0,8	cm	Estremo di uscita	-	d_k	-	cm
		d_{max}	-	cm			d_{max}	-	cm

PROVA DI COMPRESSIONE ED INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO (R3984)

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	Modulo elastico [N/mm ²]	f_c [N/mm ²]	f_{cm} [N/mm ²]	Rc [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C6	94,2	188,0	2,00	26531	32,4	38,1	45,9	3813

PILASTRO 18 - PIANO SECONDO

INDAGINE PACHOMETRICA, INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI SCLEROMETRICHE ED ULTRASONICHE E DELLA ZONA DEL PRELIEVO DI CAROTA IN CALCESTRUZZO



INDAGINI SCLEROMETRICHE

Indice di rimbalzo sclerometrico														Zona di indagine	Indice di rimbalzo medio
Zona di indagine	A	48	46	44	47	45	46	47	47	46	47	45	48	A	46,3
	A'	44	47	48	45	44	46	47	48	47	46	44	48	A'	

INDAGINI ULTRASONICHE SEMIDIRETTE

Allineamento	Tempi di volo				Distanza tra le sonde	Allineamento	Velocità ultrasonica
	n. 1 [μm]	n. 2 [μm]	n. 3 [μm]	Media [μm]			
A-A'	106,5	106,0	106,2	106,2	0,4	A-A'	3765

METODO SONREB

STIMA INDIRETTA R_c MEDIANTE METODO SONREB	Allineamento	Metodo				Stima indiretta R_c [N/mm ²]
		R_{C1} [N/mm ²]	R_{C2} [N/mm ²]	R_{C3} [N/mm ²]	Media [N/mm ²]	
	A-A'	39,5	38,7	32,1	36,8	36,8

MISURA DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE

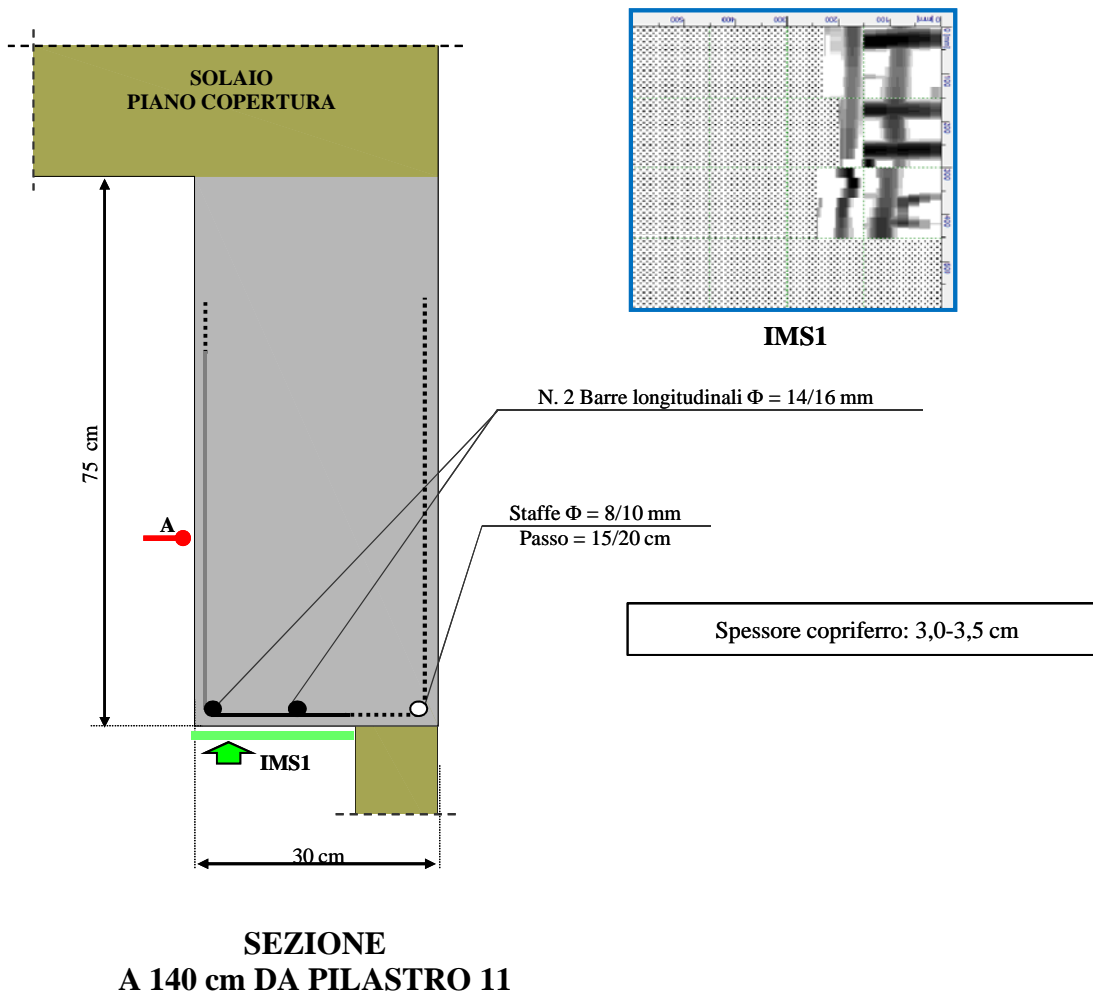
Allineamento del carotaggio: A-A'					CAROTA NON PASSANTE			
Estremo di entrata	A	d_k	2,8	cm	Estremo di uscita	-	d_k	- cm
		d_{max}	-	cm			d_{max}	- cm

PROVA DI COMPRESSIONE ED INDAGINI ULTRASONICHE IN LABORATORIO (R3984)

Contrassegno	Diametro [mm]	Altezza [mm]	Altezza/ Diametro	Modulo elastico [N/mm ²]	f_c [N/mm ²]	f_{cm} [N/mm ²]	R_c [N/mm ²]	Velocità ultrasonica [m/s]
C8	94,2	187,4	1,99	29462	24,3	28,6	34,4	3503

TRAVE TRA PILASTRO 10 E PILASTRO 11 - PIANO COPERTURA

INDAGINE PACHOMETRICA ED INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI SCLEROMETRICHE

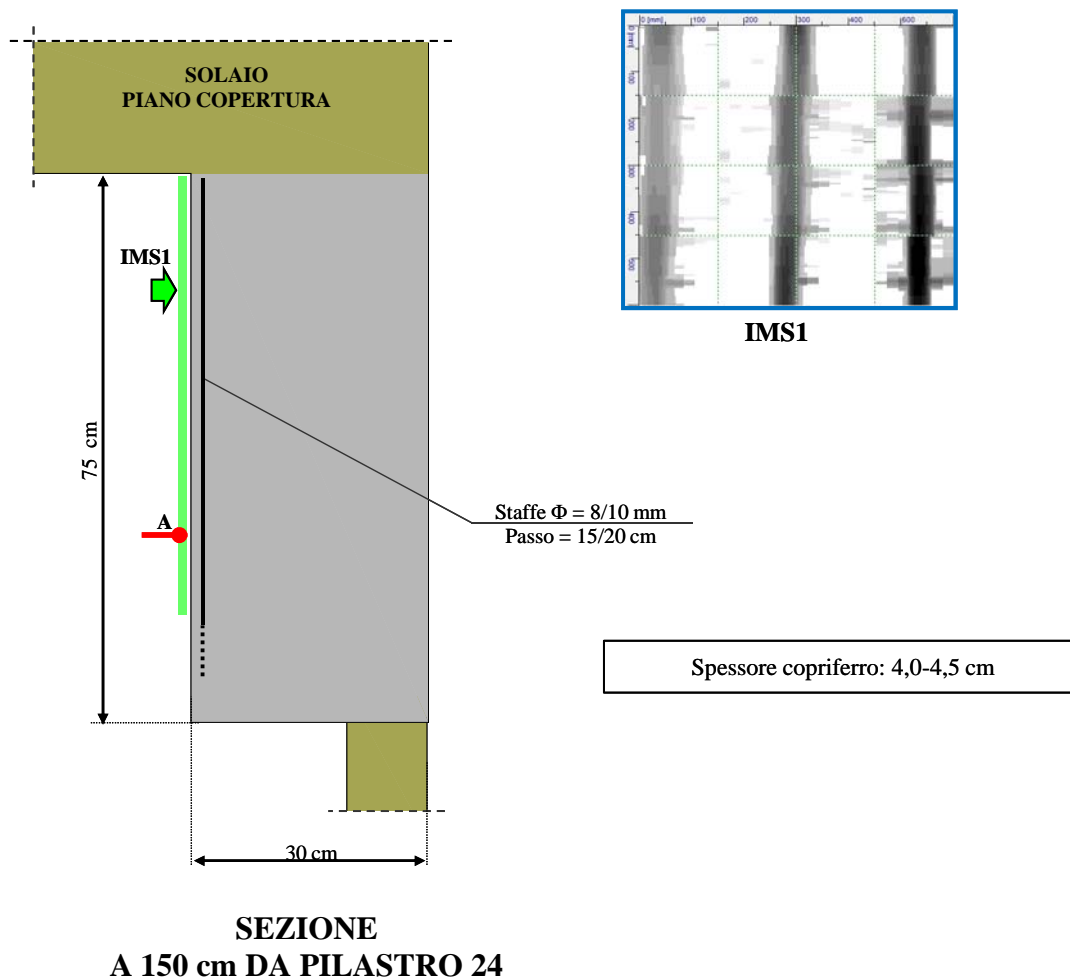


INDAGINI SCLEROMETRICHE

Indice di rimbalzo sclerometrico														IR _{medio}	Stima indiretta RC [N/mm ²]
Zona di indagine	A	43	40	41	45	43	44	40	42	41	42	40	40	41,8	43,7

TRAVE TRA PILASTRO 23 E PILASTRO 24 - PIANO COPERTURA

INDAGINE PACHOMETRICA ED INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI SCLEROMETRICHE

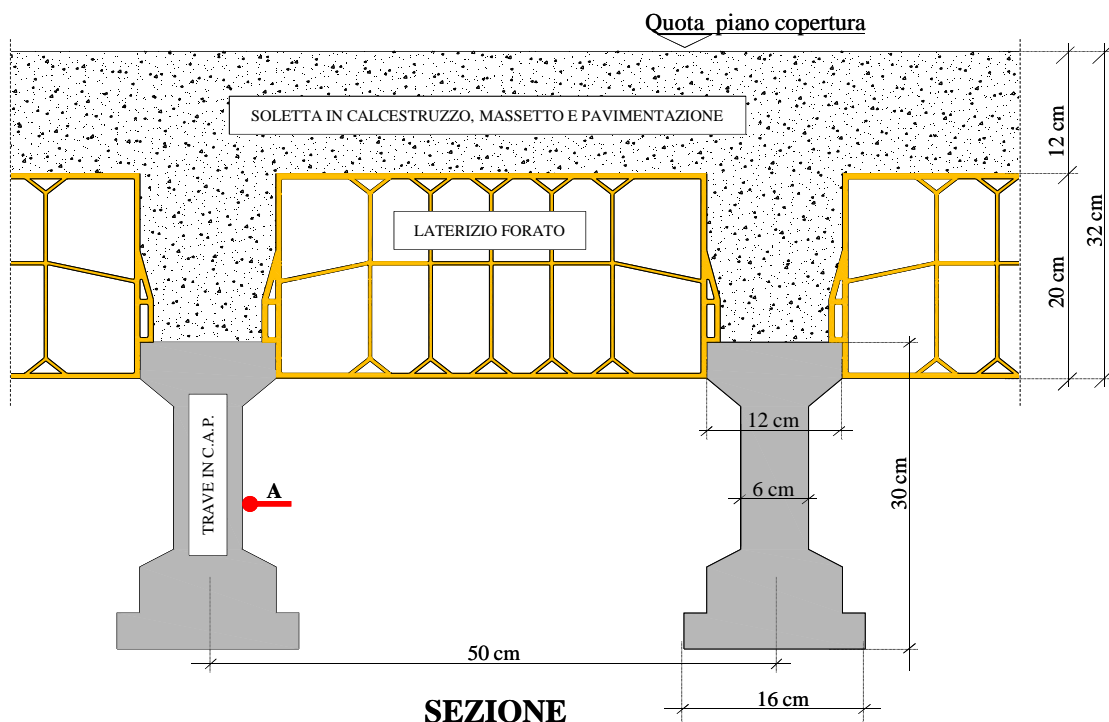


INDAGINI SCLEROMETRICHE

Indice di rimbalzo sclerometrico														IR _{medio}	Stima indiretta RC [N/mm ²]
Zona di indagine	A	35	32	38	34	37	38	36	33	34	35	36	39	35,6	32,9

SOLAIO 1 - PIANO COPERTURA

SAGGIO STRUTTURALE ED INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI SCLEROMETRICHE



COMMENTO

Solaio in laterocemento, con travi in c.a.p. poste ad interasse di circa 50 cm.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

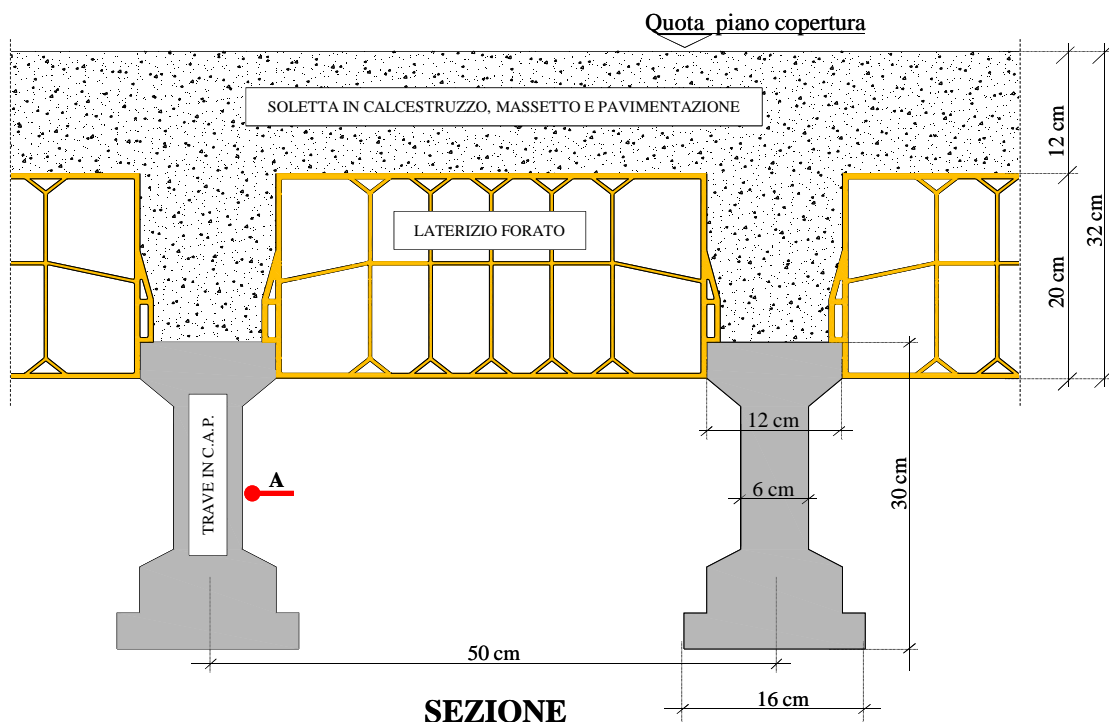


INDAGINI SCLEROMETRICHE

Indice di rimbalzo sclerometrico														IR _{medio}	Stima indiretta RC [N/mm ²]
Zona di indagine	A	49	50	49	51	50	50	48	50	48	52	51	48	49,7	58,6

SOLAIO 2 - PIANO COPERTURA

SAGGIO STRUTTURALE ED INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI SCLEROMETRICHE



COMMENTO

Solaio in laterocemento, con travi in c.a.p. poste ad interasse di circa 50 cm.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



INDAGINI SCLEROMETRICHE

Indice di rimbalzo sclerometrico														IR _{medio}	Stima indiretta RC [N/mm ²]
Zona di indagine	A	54	52	51	48	49	50	48	48	50	51	49	51	50,1	59,4

1.9.5. TABELLA RIASSUNTIVA

TABELLA RIASSUNTIVA

STIMA DELLA RESISTENZA METODO INDIRETTO SONREB									STIMA DELLA RESISTENZA METODO DIRETTO			RIFERIMENTO CERTIFICATO
ELEMENTO INDAGATO	ZONA DI INDAGINE	IR _{medio}	V _{media} (m/s)	R _{C1}	R _{C2}	R _{C3}	R _{CMedia}	R _C (N/mm ²)	f _c (N/mm ²)	f _{cm} (N/mm ²)	R _C (N/mm ²)	
				(N/mm ²)								
PILASTRI PIANO INTERRATO E TRAVI PIANO TERRA												
PILASTRO 6	A-A'	44,3	3314	29,5	27,0	21,6	26,0	26,0	15,4	18,1	21,8	R3984
PILASTRO 20	A-A'	44,9	3065	26,0	22,6	18,0	22,2	22,2	-	-	-	-
PILASTRO 24	-	-	-	-	-	-	-	-	10,3	12,1	14,6	R3984
PILASTRO 27	-	-	-	-	-	-	-	-	22,3	26,2	31,6	R3984
PILASTRO 30	-	-	-	-	-	-	-	-	24,0	28,2	32,4	R3984
TRAVE TRA PILASTRI 26-27	-	-	-	-	-	-	-	-	16,1	18,9	22,9	R3984
PILASTRI PIANO TERRA												
PILASTRO 22	-	-	-	-	-	-	-	-	14,9	17,5	21,1	R3984
PILASTRI PIANO PRIMO E TRAVI IN C.A.P. SOLAI PIANOSECONDO												
PILASTRO 4	-	-	-	-	-	-	-	-	13,0	15,3	18,4	R3984
PILASTRO 14	-	-	-	-	-	-	-	-	21,0	24,7	29,7	R3984
PILASTRO 15	A-A'	38,2	3147	22,3	20,3	15,4	19,3	19,3	-	-	-	R3984
PILASTRO 18	A-A'	37,7	3081	21,1	19,1	14,3	18,2	18,2	18,1	21,3	22,4	R3984
PILASTRO 22	-	-	-	-	-	-	-	-	14,8	17,4	17,8	R3984
TRAVE IN C.A.P SOLAIO 2	A	50,3	-	-	-	-	-	59,8	-	-	-	-
TRAVE IN C.A.P SOLAIO 3	A	49,8	-	-	-	-	-	58,9	-	-	-	-
PILASTRI PIANO SECONDO E TRAVI PIANO COPERTURA												
PILASTRO 6	A-A'	39,6	3500	28,4	27,4	21,3	25,7	25,7	25,8	30,4	36,5	R3984
PILASTRO 7	A-A'	45,3	3662	36,5	35,3	28,9	33,6	33,6	-	-	-	-
PILASTRO 11	-	-	-	-	-	-	-	-	14,1	6,6	20,0	R3984
PILASTRO 14	A-A'	47,7	3748	40,6	39,5	33,1	37,7	37,7	-	-	-	-
PILASTRO 15	-	-	-	-	-	-	-	-	32,4	38,1	45,9	R3984
PILASTRO 18	A-A'	46,3	3765	39,5	38,7	32,1	36,8	36,8	24,3	28,6	34,4	R3984
TRAVE TRA PILASTRI 10-11	A	41,8	-	-	-	-	-	43,7	-	-	-	-
TRAVE TRA PILASTRI 23-24	A	35,6	-	-	-	-	-	32,9	-	-	-	-
TRAVE IN C.A.P SOLAIO 1	A	49,7	-	-	-	-	-	58,6	-	-	-	-
TRAVE IN C.A.P SOLAIO 2	A	50,1	-	-	-	-	-	59,4	-	-	-	-

IR_{medio} Indice di rimbalzo sclerometrico medio

V_{media} Velocità di propagazione media degli ultrasuoni

R_{C1} Resistenza stimata mediante formula di J. Gasparirik

R_{C2} Resistenza stimata mediante formula di A. Di Leo e G. Pascale

R_{C3} Resistenza stimata mediante formula di R. Giacchetti e L. Lacquaniti

R_C = (R_{C1} + R_{C2} + R_{C3})/3 = Resistenza media stimata mediante metodo Sonreb

f_c Resistenza cilindrica a compressione pari a f_{in opera} (paragrafo C.11.2.6. della circolare ministeriale del 02/02/2009)

f_{cm} = f_c/0,85 = Resistenza cilindrica a compressione media

R_C = f_{cm}/d = Resistenza cubica a compressione

d = coefficiente correttivo, posto uguale ad 1 per carote con rapporto h/d pari a 1:1, a 0,83 per rapporto 2:1.

Per rapporti intermedi il coefficiente è calcolato tramite proporzione.

2. INDAGINI SPERIMENTALI SU STRUTTURE

2.1. PROVE DI CARICO STATICO

Per l'esecuzione della prova di carico statico sul solaio del secondo piano in latero-cemento, è stata utilizzata la metodologia che consiste nell'applicazione di due carichi concentrati, simmetrici rispetto la mezzeria del solaio, capaci di indurre, nella sezione di mezzeria, le stesse sollecitazioni flessionali del carico uniformemente distribuito di progetto. Tali carichi saranno chiamati forze equivalenti. I carichi sono stati applicati utilizzando due martinetti oleodinamici comandati da un'apposita centralina; l'entità di tali carichi è stata monitorata tramite una cella di carico posta all'estremità del martinetto.

Si è proceduto all'esecuzione di vari cicli di carico e successivo scarico. Ogni ciclo è stato effettuato aumentando gradualmente il carico mentre il tempo di permanenza è stato quello necessario alla stabilizzazione degli spostamenti.

Gli spostamenti degli elementi strutturali oggetto di prova sono stati rilevati tramite la disposizione, in opportune sezioni, di trasduttori elettronici montati su aste telescopiche.

Tutti gli strumenti e le attrezzature impiegate sono sottoposti periodicamente a taratura, come riportato in "Allegato C – Verifica di taratura".

2.2. INDAGINI GEORADAR

Sono state effettuate scansioni alla quota di calpestio dei vari piani per individuare la tipologia di solai.

Le indagini G.P.R. (Ground Probing Radar), nell'applicazione alla introspezione delle superfici, è una tecnica che consente di rivelare in modo non distruttivo e non invasivo la presenza e la posizione di oggetti presenti all'interno della struttura utilizzando il fenomeno della riflessione delle onde elettromagnetiche.

2.3. RAPPORTO DI PROVA – INDAGINI SPERIMENTALI SU STRUTTURE

2.3.1. PROVA DI CARICO STATICO
SOLAIO IN LATERO-CEMENTO – PIANO SECONDO

Caratteristiche di progetto:

- Luce netta = $L_n = 9,80$ m
- Carico distribuito = $Q = 400$ kg/m²

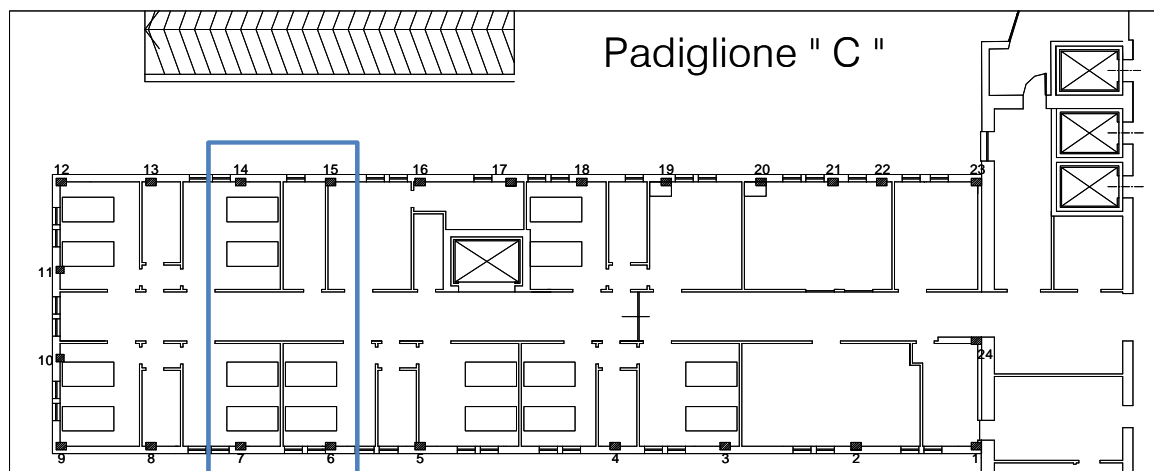
Caratteristiche di prova:

Due carichi F disposti simmetricamente rispetto alla mezzeria

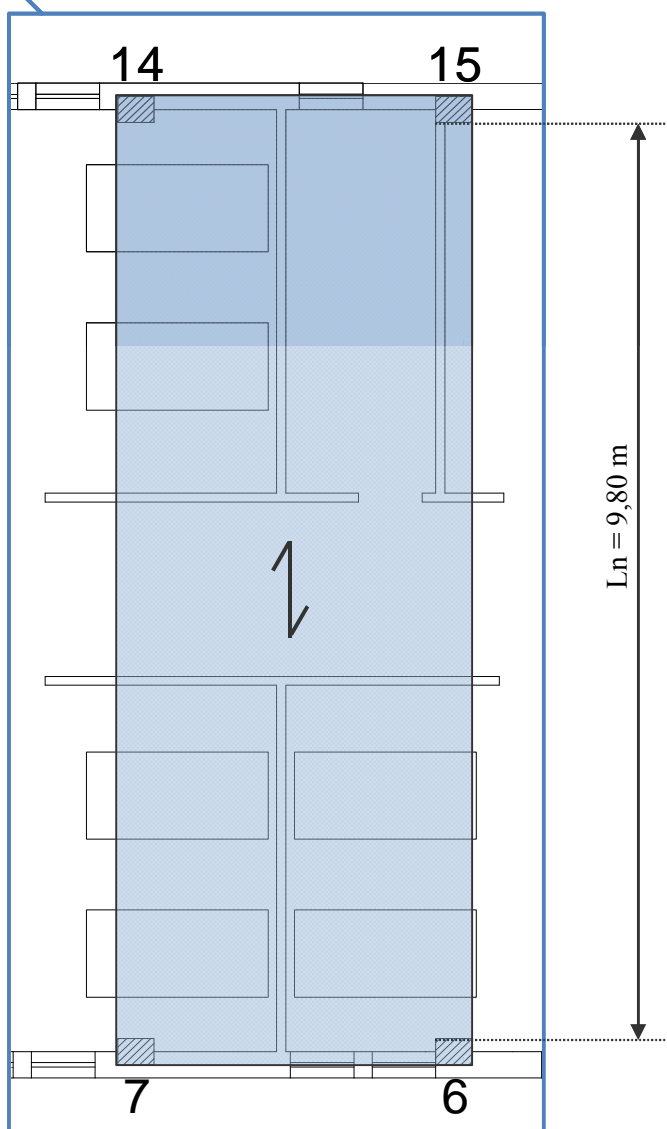
- Coefficiente di collaborazione laterale = $C1 = 2,30$ m
- Carico F da applicare in ciascuna sezione ad 1,10 m dalla mezzeria = 2499 kg
(corrispondente a $Q = 400$ kg/m²)
- Carico F da applicare in ciascuna sezione ad 1,10 m dalla mezzeria = 2500 kg
(corrispondente a $Q = 400$ kg/m²)
- Carico massimo totale applicato = $2F = 5000$ kg

PROVA DI CARICO STATICO

DISLOCAZIONE IN PIANTA DEL SOLAIO SOTTOPOSTO A PROVA



PIANTA PIANO SECONDO

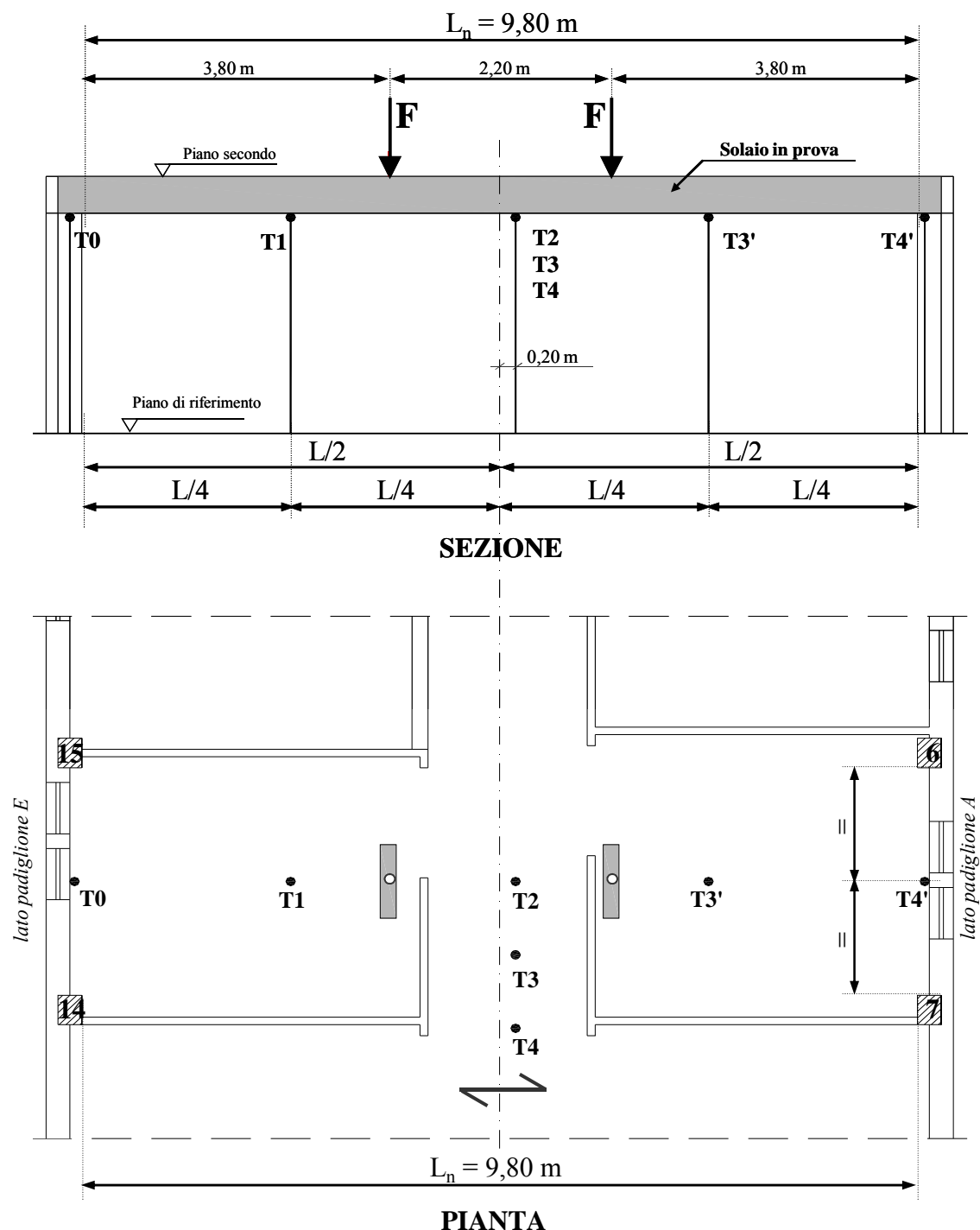




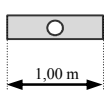
PARTICOLARE PIANTA

PROVA DI CARICO STATICO

SCHEMI GRAFICI DI RIFERIMENTO

POSIZIONE DEI TRASDUTTORI DI SPOSTAMENTO E
DELLA ZONA DI APPLICAZIONE DEL CARICO



Simbologia		
 Trasduttore n.	 Forza applicata	 Trave di ripartizione del carico

PROVA DI CARICO STATICO

VALUTAZIONE DEI COEFFICIENTI C1, C2 E DEL CARICO DA APPLICARE

VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE C1 = COLLABORAZIONE LATERALE

SPOSTAMENTI RILEVATI AL CICLO DI RIFERIMENTO: N. 2

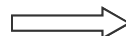
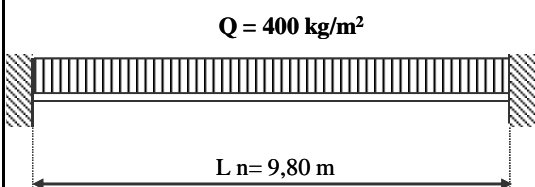
Trasduttore di mezzzeria:	Trasd. T2 =	0,10	[mm]
Primo trasduttore in collaborazione:	Trasd. T3 =	0,07	[mm]
Secondo trasduttore in collaborazione:	Trasd. T4 =	0,05	[mm]
Interasse trasduttori:		1,00	[m]

$$C1 = \frac{[Trasd. T2 + 2 \times (Trasd. T3 + Trasd. T4)] \times interasse}{Trasd. T2} =$$

C1

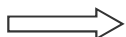
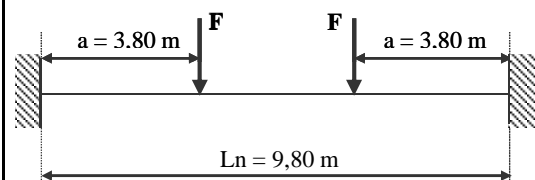
2,30 [m]

MOMENTO NELLA SEZIONE DI MEZZERIA DOVUTO AL CARICO UNIFORMEMENTE DISTRIBUITO (Q)



$$M = QL^2/24$$

MOMENTO NELLA SEZIONE DI MEZZERIA DOVUTO AL CARICO CONCENTRATO (F)



$$M = (Fa^2/L)$$

DALL'EGUAGLIANZA DEI DUE MOMENTI SI RICA VA CHE:

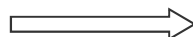
$$F = QL^3/(24a^2)$$

VALUTAZIONE DEL CARICO DA APPLICARE

$$Q = 400 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

$$\text{Luce} = 9,80 \text{ (m)}$$

$$F_{eq} = [Q \times L^3 / 24a^2] \times C1 =$$



$$F = 2499 \text{ [kg]}$$

PROVA DI CARICO STATICO

Il solaio è stato sottoposto in totale a n. 5 cicli di carico e scarico come specificato nella tabella sottostante:

TABELLA DEI CARICHI APPLICATI		
CICLO N.	Carico F massimo applicato in ciascuna sezione	Carico massimo totale applicato (2F)
1	1500 kg	3000 kg
2	1500 kg	3000 kg
3	2000 kg	4000 kg
4	2500 kg	5000 kg
5	2500 kg	5000 kg
	Di tale ciclo viene riportata in dettaglio la tabella "carichi-spostamenti"	

TABELLA RIASSUNTIVA CARATTERISTICHE DI PROVA					
Ciclo n.	Carico distribuito [kg/m ²]	Carico F da applicare in ciascuna sezione [kg]	Carico F massimo applicato in ciascuna sezione [kg]	Carico massimo totale applicato (2F) [kg]	Carico distribuito corrispondente [kg/m ²]
5	400	2499	2500	5000	400

Sono stati applicati due carichi concentrati simmetricamente alla mezzeria equivalenti ad un carico distribuito di 400 kg/m².

Il rilievo degli spostamenti è stato eseguito mediante n. 5 trasduttori le cui posizioni sono riportate nella tabella sottostante:

dal 1° al 2° ciclo di carico

TRASDUTTORE	CODICE	POSIZIONE
T0	PE F273	Appoggio - lato padiglione E
T1	PE F105	L/4 - lato padiglione E
T2	PE F739	a 0,20 m dalla mezzeria
T3	PE F598	1,00 m in collaborazione laterale
T4	PE F599	2,00 m in collaborazione laterale
sensore di temperatura	PE F618	-

dal 3° al 5° ciclo di carico

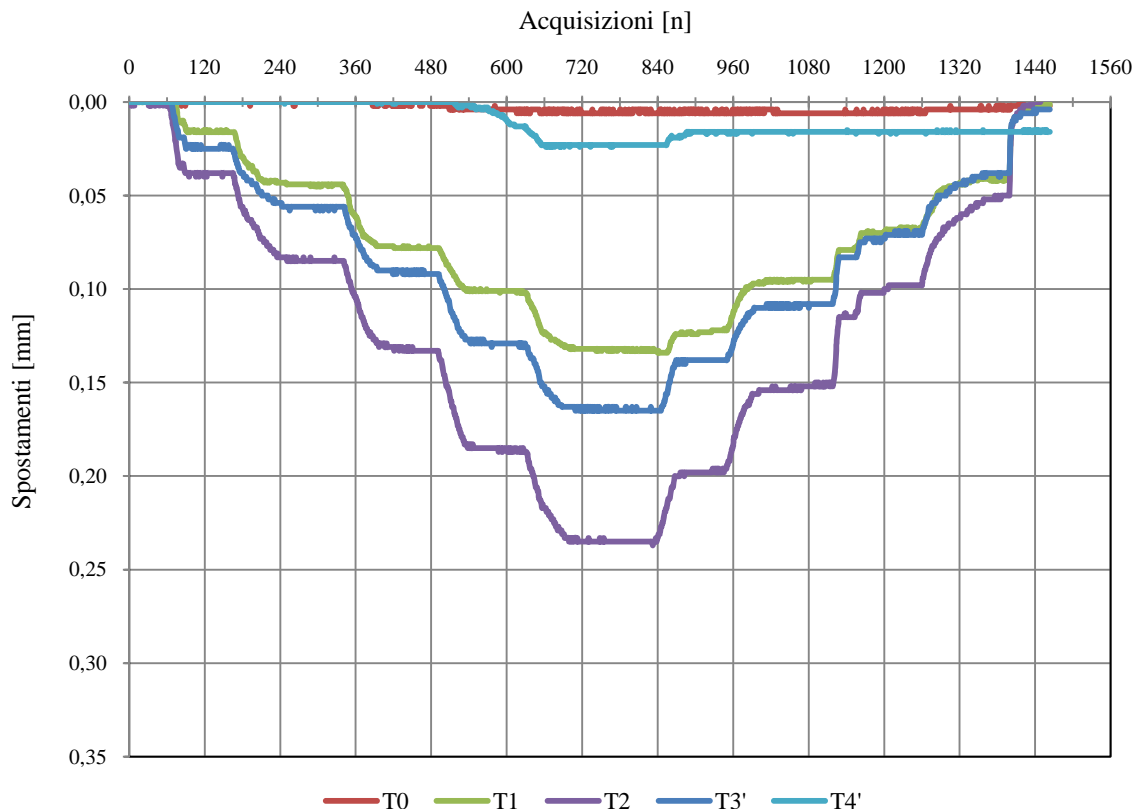
TRASDUTTORE	CODICE	POSIZIONE
T0	PE F273	Appoggio - lato padiglione E
T1	PE F105	L/4 - lato padiglione E
T2	PE F739	a 0,20 m dalla mezzeria
T3'	PE F598	L/4 - lato padiglione A
T4'	PE F100	Appoggio - lato padiglione A
sensore di temperatura	PE F618	-

PROVA DI CARICO STATICO

TABELLA CARICHI-SPOSTAMENTI - CICLO N. 5
VALORI DEI CARICHI APPLICATI E RILIEVO DEGLI SPOSTAMENTI
MEDIANTE TRASDUTTORI ELETTRONICI

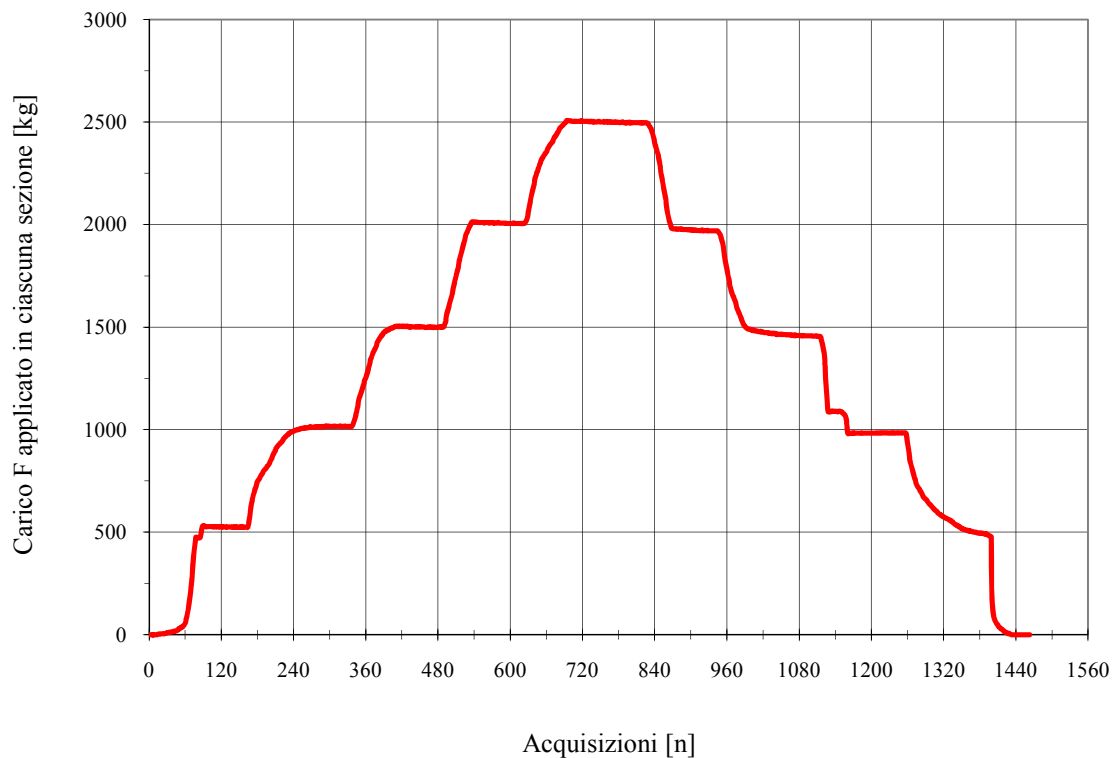
CARICHI			SPOSTAMENTI					TEMP.
Carico F applicato in ciascuna sezione	Carico totale applicato (2F)	Carico distribuito corrispondente	Trasd. T0 Appoggio lato padiglione E	Trasd. T1 L/4 - lato padiglione E	Trasd. T2 Mezzeria	Trasd. T3' L/4 - lato padiglione A	Trasd. T4' Appoggio - lato padiglione A	
[kg]	[kg]	[kg/m ²]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,9
500	1000	80	0,00	0,02	0,04	0,02	0,00	22,2
1000	2000	160	0,00	0,04	0,08	0,06	0,00	22,1
1500	3000	240	0,00	0,08	0,13	0,09	0,00	22,0
2000	4000	320	0,00	0,10	0,18	0,13	0,00	22,1
2500	5000	400	0,01	0,13	0,23	0,16	0,02	22,3
2000	4000	320	0,00	0,12	0,20	0,14	0,02	22,0
1500	3000	240	0,00	0,10	0,16	0,11	0,02	22,0
1000	2000	160	0,00	0,07	0,12	0,07	0,02	22,4
500	1000	80	0,00	0,04	0,05	0,04	0,02	22,1
0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	22,1

DIAGRAMMA ACQUISIZIONI-SPOSTAMENTI - CICLO N. 5



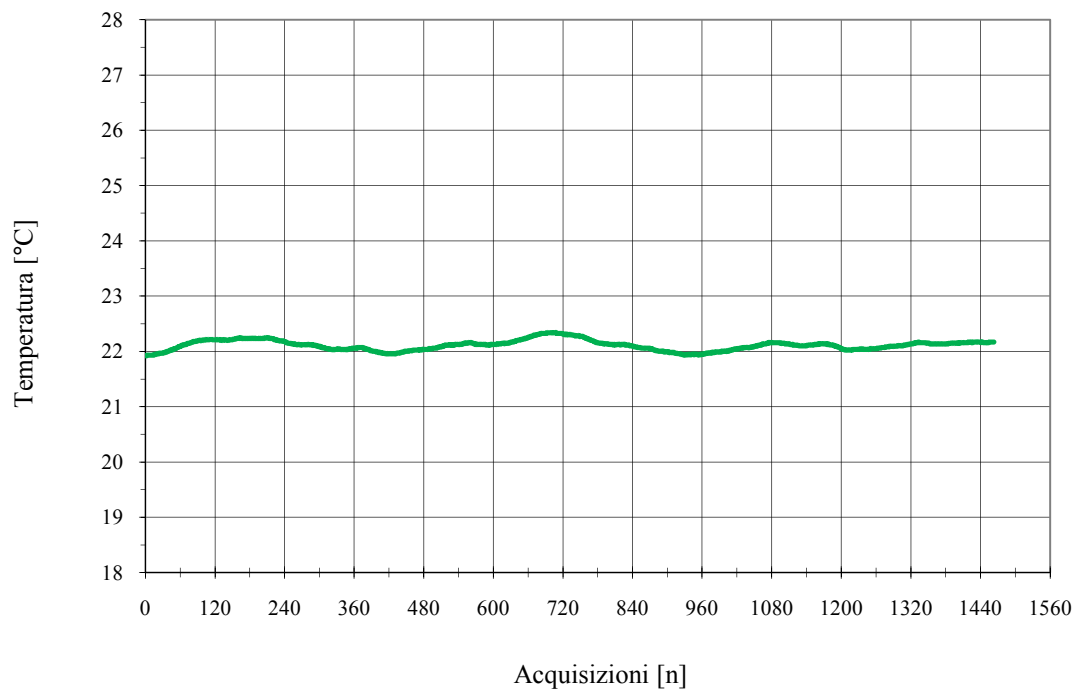
PROVA DI CARICO STATICO

DIAGRAMMA ACQUISIZIONI-CARICO - CICLO N. 5



Il carico totale applicato (2F) è uguale al carico di un martinetto moltiplicato per 2

DIAGRAMMA ACQUISIZIONI-TEMPERATURA - CICLO N. 5



PROVA DI CARICO STATICO

DIAGRAMMA DI ISTERESI - CICLO DI CARICO N. 5 - TRASDUTTORE T2

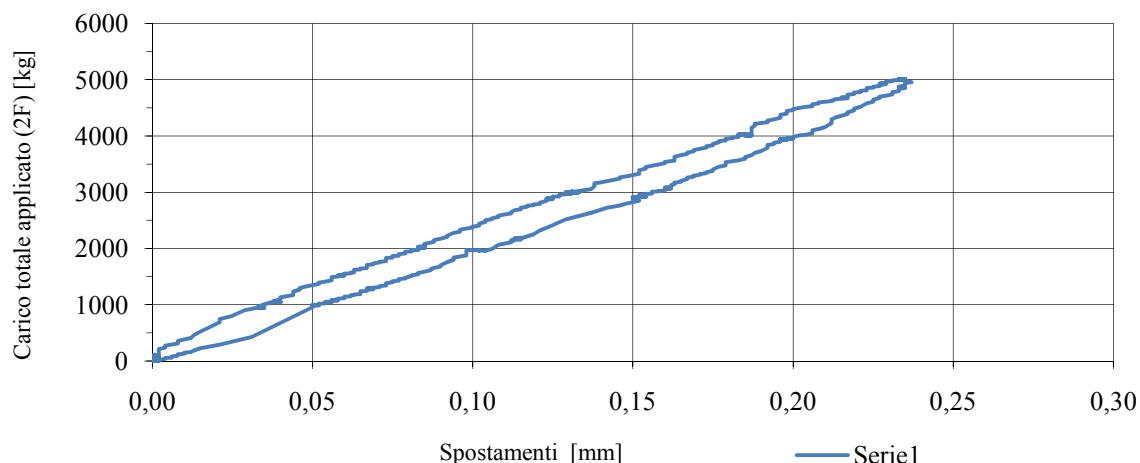


TABELLA CARICHI - FUORI LINEARITÀ

Carico F applicato in ciascuna sezione ad L/3 [kg]	500	1000	1500	2000	2500
Carico totale applicato (2F) [kg]	1000	2000	3000	4000	5000
Carico distribuito corrispondente [kg/m ²]	80	160	240	320	400
Fuori linearità	-	0,0	7,7	11,1	13,0

PARAMETRI CARATTERISTICI

	Valori sperimentali	**Valori di riferimento	Unità di misura
LUCE NETTA:	9,80		m
CARICO DISTRIBUITO MASSIMO APPLICATO:	400		kg/m ²
COLLABORAZIONE LATERALE C1:	2,30		m
AREA DI CARICO:	605		kg·mm
AREA DI SCARICO:	505		kg·mm
AREA DI ISTERESI:	100		kg·mm
AREA DI ISTERESI / AREA DI CARICO:	16,5	≤ 25	%
FUORI LINEARITÀ MEDIA AL CARICO:	8,0		%
FUORI LINEARITÀ MASSIMA AL CARICO:	13,0	≤ 25	%
PERMANENZA (RESIDUO / FRECCIA MASSIMA):	0,0	≤ 10	%
*RIPETIBILITÀ:	100,0	≥ 95	%

* La ripetibilità è stata calcolata tra i cicli n. 4 e n. 5 confrontando gli spostamenti al valore di carico F massimo applicato in ciascuna sezione pari a 2500 kg.

** I valori di riferimento sono riferibili a solai in laterocemento e travi in c.a. e comunque non rappresentano un limite invalicabile, in quanto la loro determinazione non è matematica, bensì statistica. Infatti tali limiti sono emersi dall'esame di centinaia di prove di verifica effettuate su elementi strutturali omologhi.

PROVA DI CARICO STATICO

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



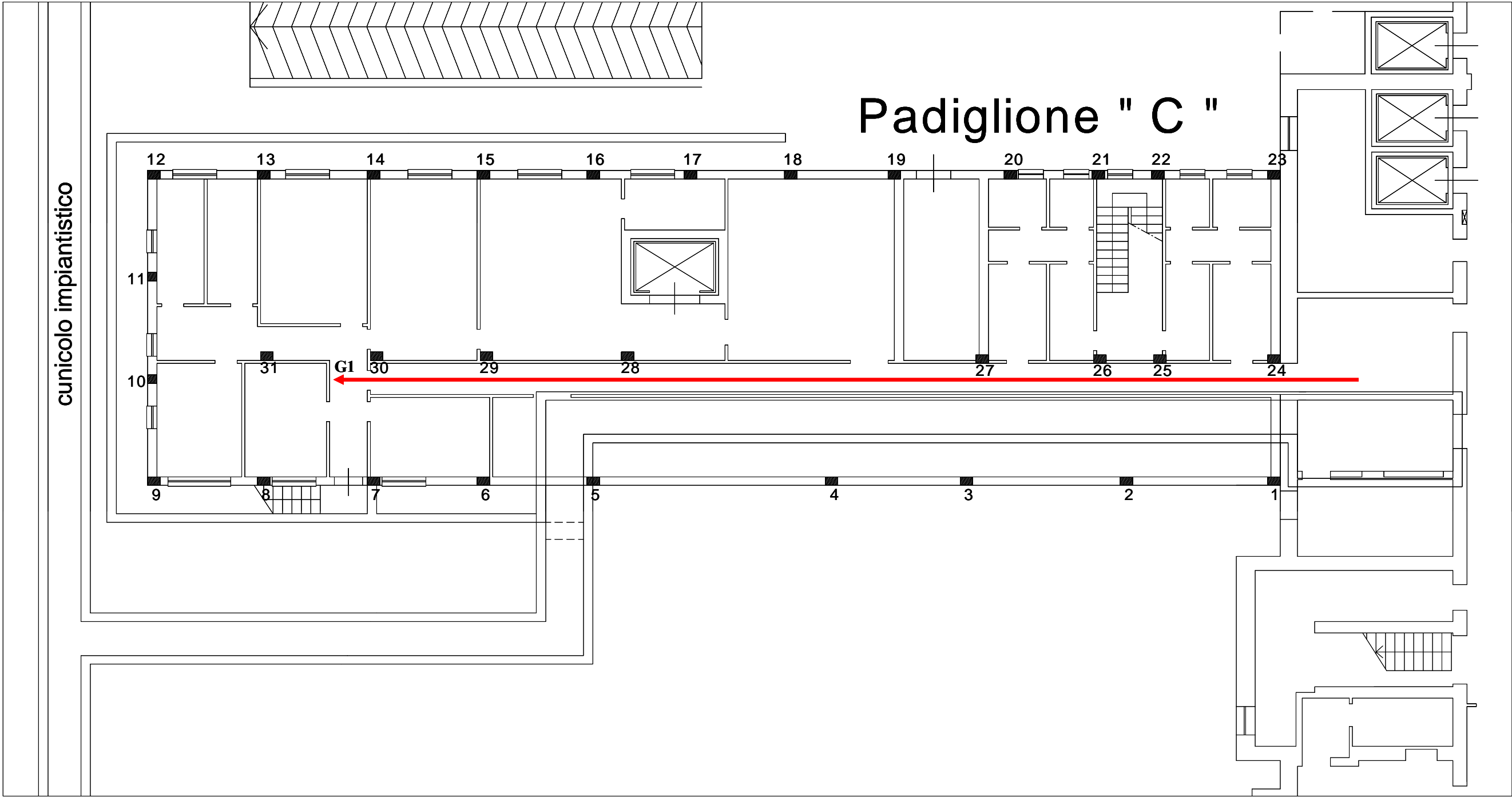
Travi di ripartizione




Martinetti oleodinamici per l'applicazione del carico e trasduttori elettronici montati su aste telescopiche in posizione di collaborazione laterale

2.3.2. INDAGINI GEORADAR

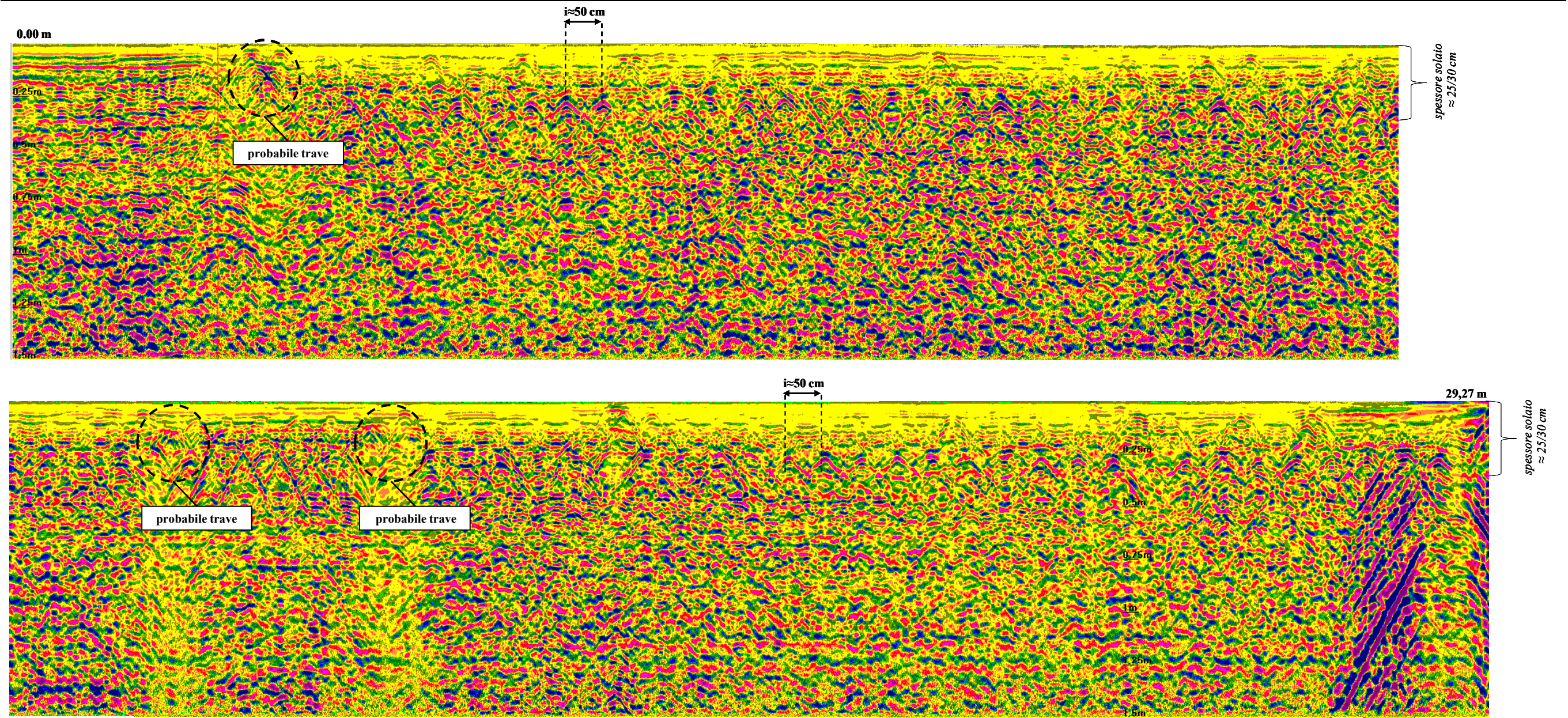
DISLOCAZIONE IN PIANTA DELLE ACQUISIZIONI ESEGUITE



PIANTA PIANO INTERRATO

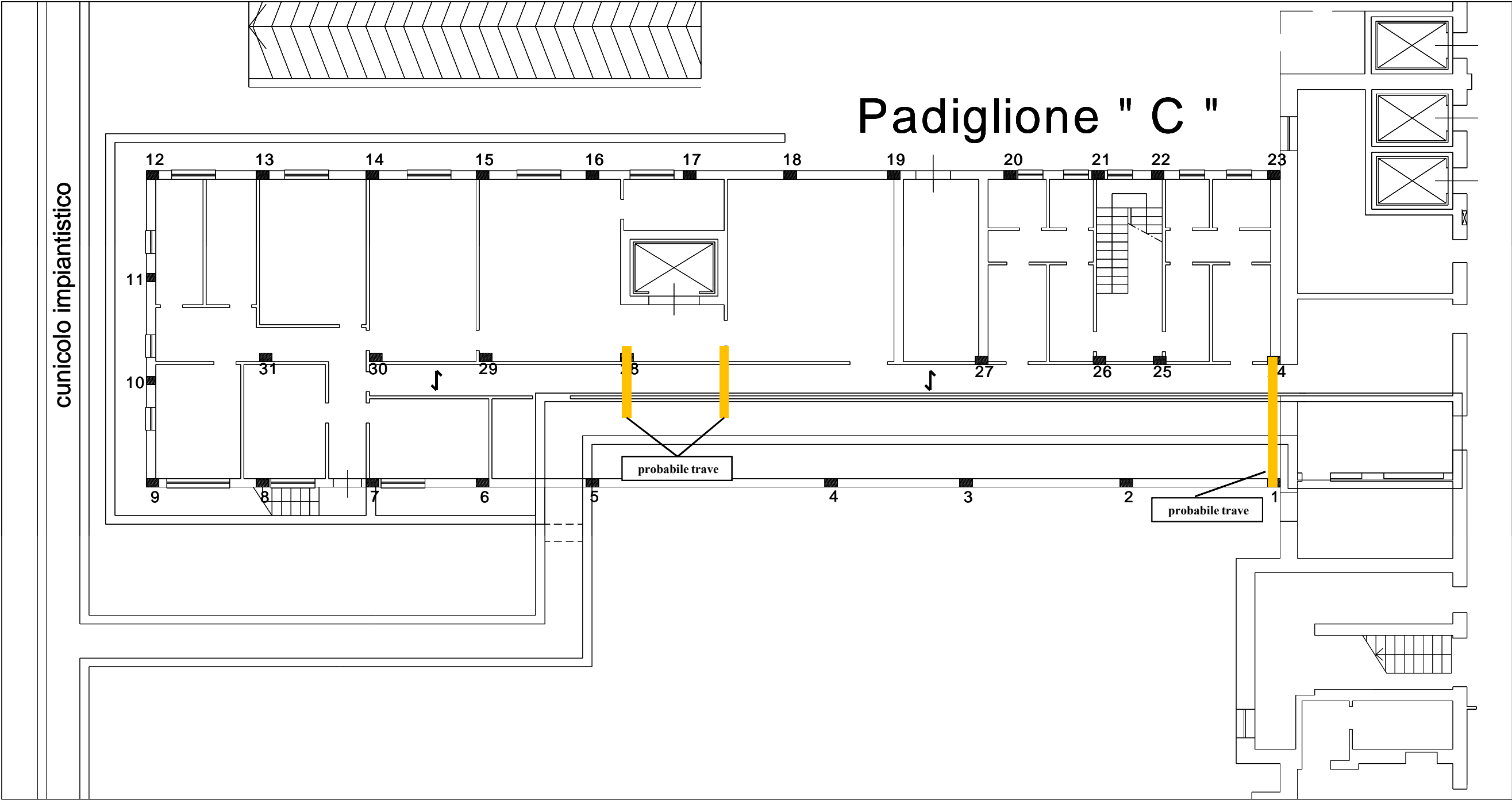
Simbologia	
	Gn = Acquisizioni georadar

ELABORAZIONE GEORADAR



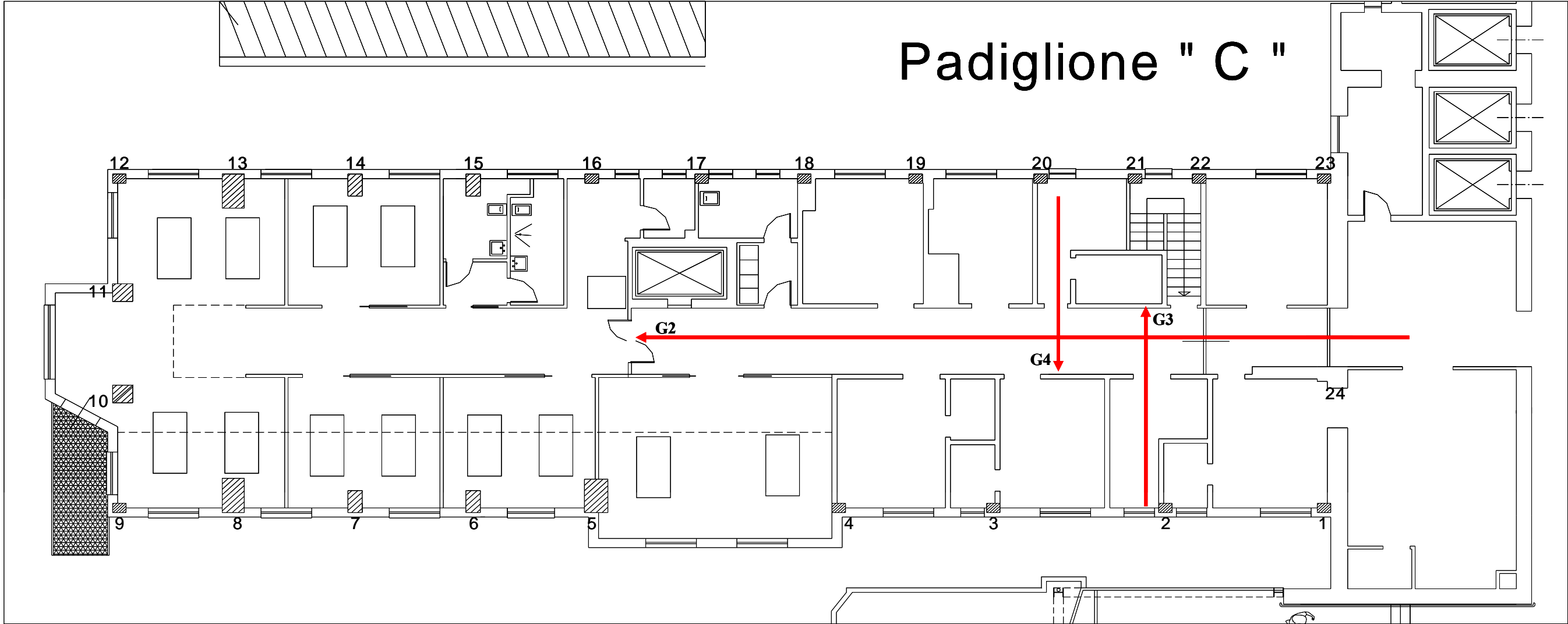
Radargramma AG1 (antenna 2000 MHz): Acquisizione eseguita dal pavimento del piano interrato per una lunghezza di circa 29.27m. Si rileva la presenza di riflessioni puntiformi poste ad interasse di circa 0,50m imputabili alla presenza di elementi metallici (probabile interasse armatura travetti del solaio in latero-cemento con soletta non armata). Si rileva la presenza di una riflessione rettilinea alla profondità di circa 25/30 cm dal piano di acquisizione (probabile intradosso del solaio in latero-cemento).

CONCLUSIONI




PIANTA PIANO INTERRATO

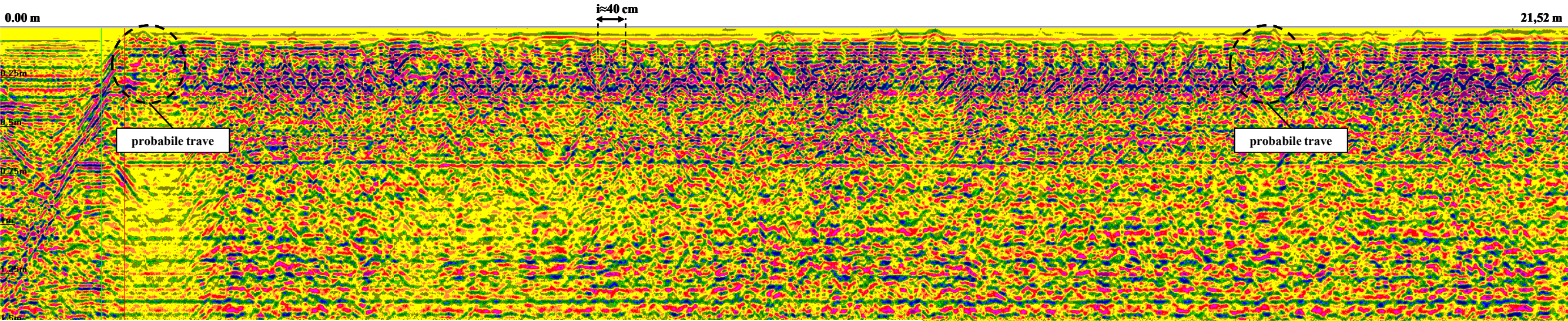
DISLOCAZIONE IN PIANTA DELLE ACQUISIZIONI ESEGUITE



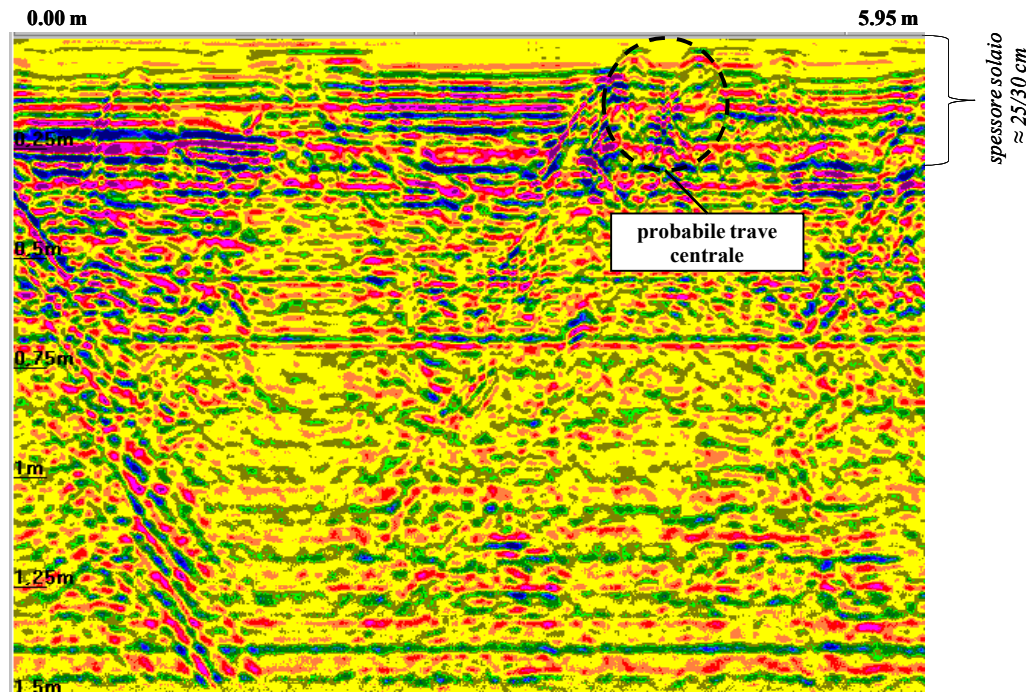
PIANTA PIANO TERRA

Simbologia	
	Gn = Acquisizioni georadar

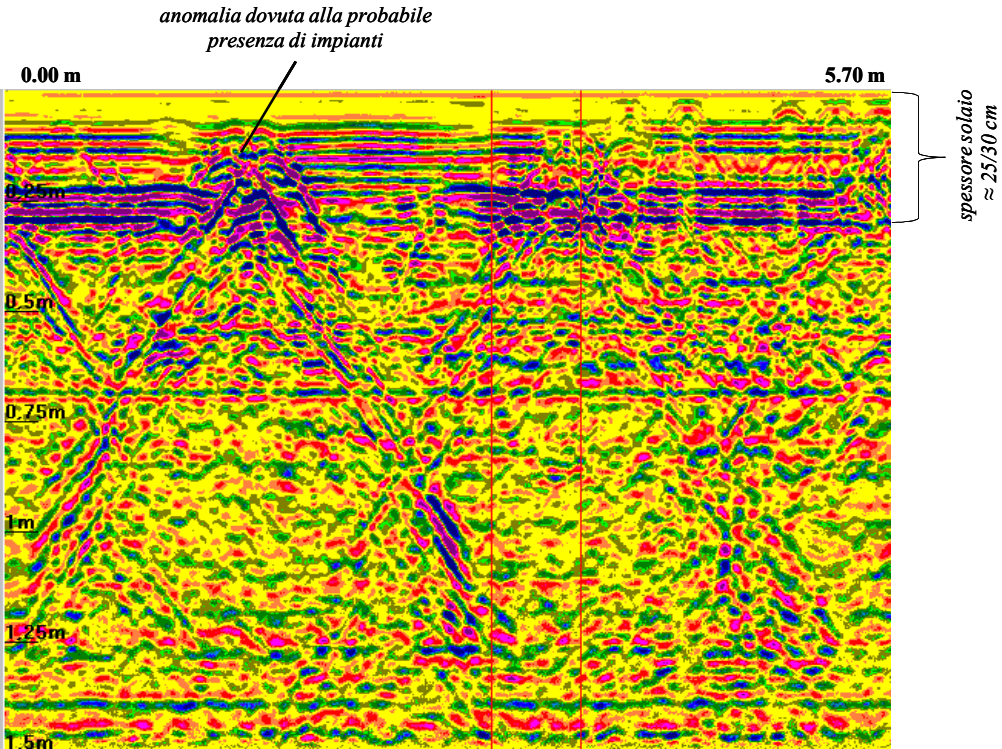
ELABORAZIONE GEORADAR



Radargramma AG2 (antenna 2000 MHz): Acquisizione eseguita dal pavimento del piano terra per una lunghezza di circa 21.52m. Si rileva la presenza di riflessioni puntiformi poste ad interasse di circa 0,40m imputabili alla presenza di elementi metallici (probabile interasse armatura travetti del solaio in latero-cemento con soletta armata).

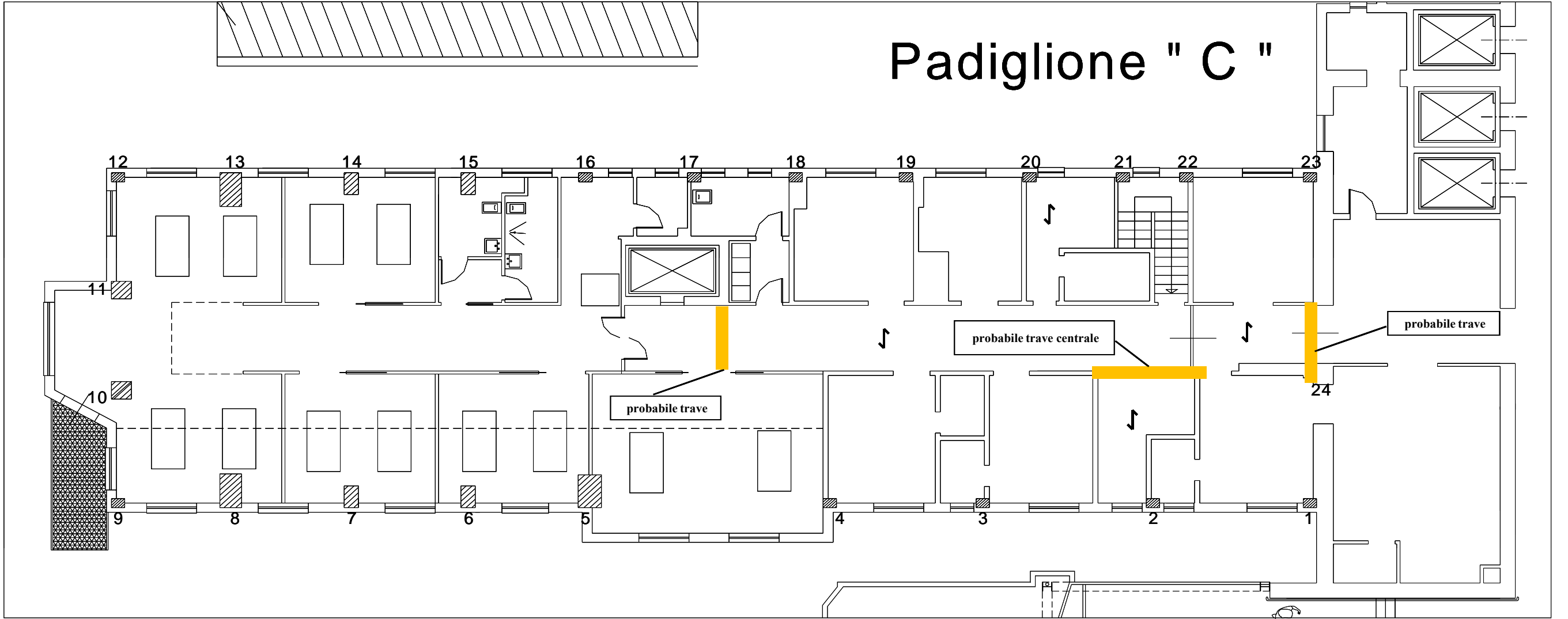


Radargramma AG3 (antenna 2000 MHz): Acquisizione eseguita dal pavimento del piano terra per una lunghezza di circa 5.95 m. Si rileva la presenza di una riflessione rettilinea alla profondità di circa 25/30 cm dal piano di acquisizione (probabile intradosso del solaio in latero-cemento).

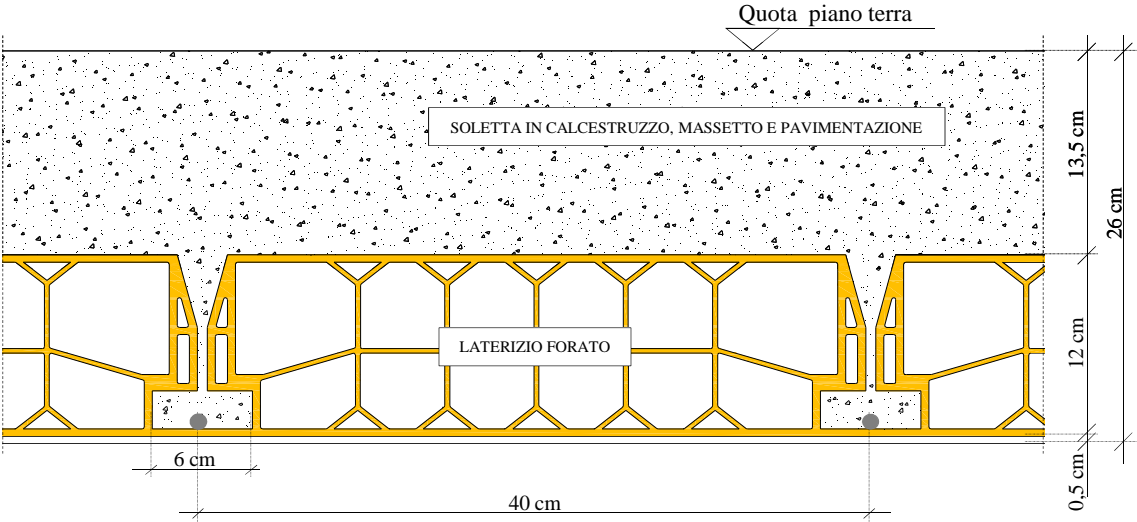


Radargramma AG4 (antenna 2000 MHz): Acquisizione eseguita dal pavimento del piano terra per una lunghezza di circa 5.70 m. Si rileva la presenza di una riflessione rettilinea alla profondità di circa 25/30 cm dal piano di acquisizione (probabile intradosso del solaio in latero-cemento).

DISLOCAZIONE IN PIANTA DELLE ACQUISIZIONI ESEGUITE

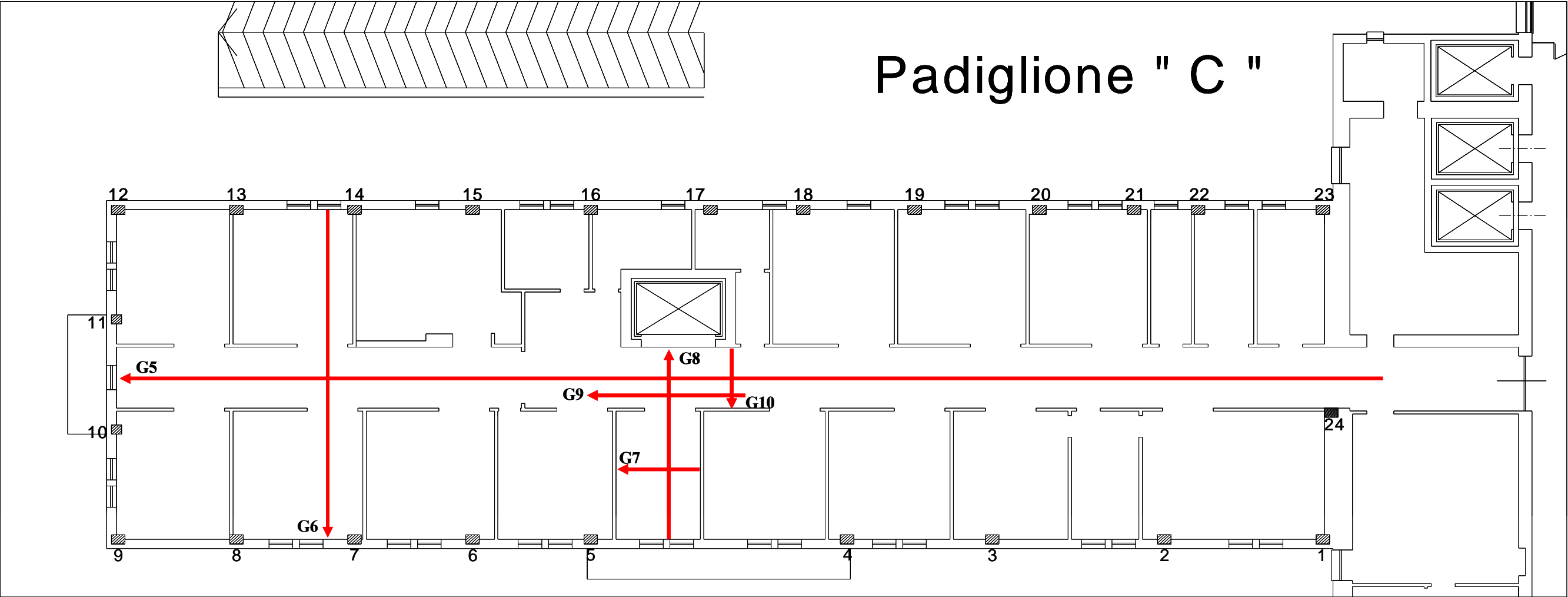


PIANTA SOLAI PIANO TERRA




SEZIONE TIPO (vedi pag.23)

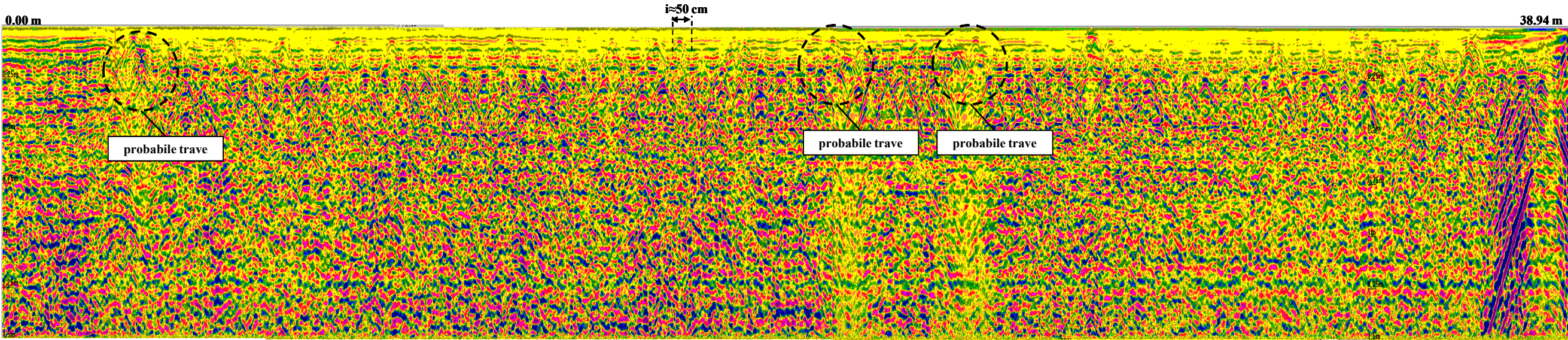
DISLOCAZIONE IN PIANTA DELLE ACQUISIZIONI ESEGUITE



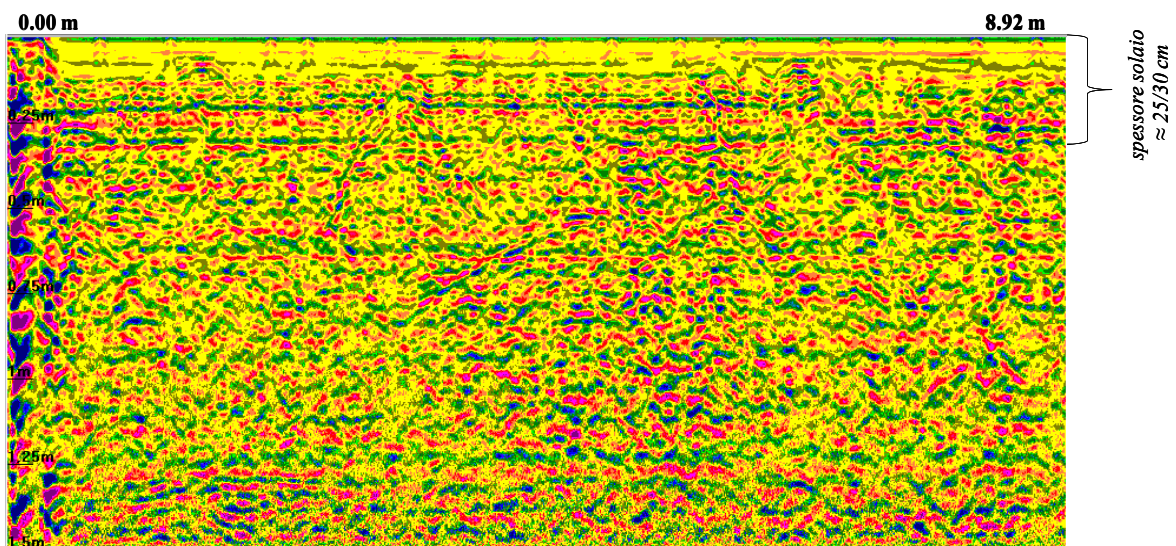
PIANTA PIANO PRIMO

Simbologia	
	Gn = Acquisizioni georadar

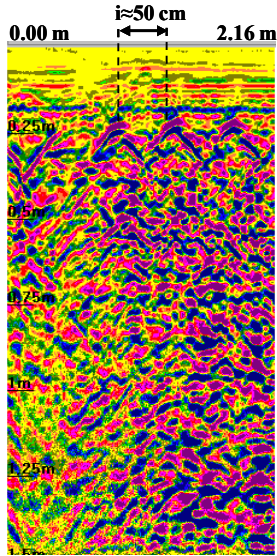
ELABORAZIONE GEORADAR



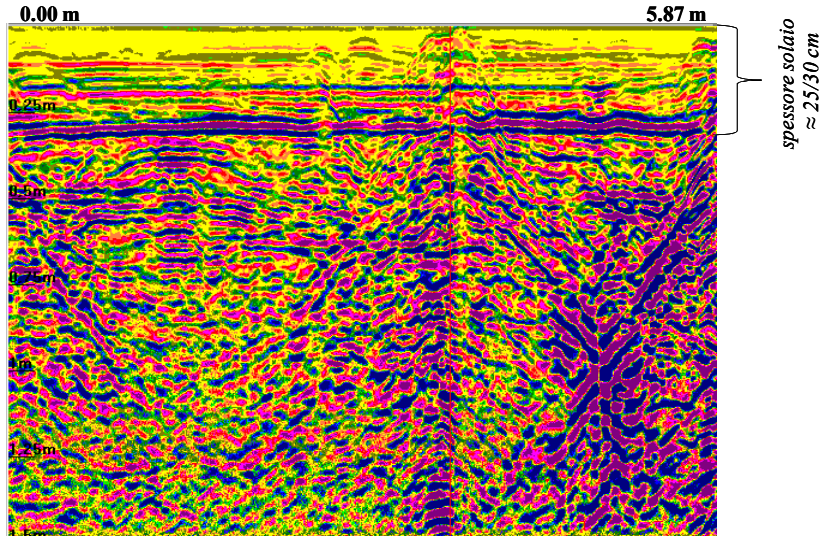
Radargramma AG5 (antenna 2000 MHz): Acquisizione eseguita dal pavimento del piano primo per una lunghezza di circa 38.94m. Si rileva la presenza di riflessioni puntiformi poste ad interasse di circa 0,50m imputabili alla presenza di elementi metallici (probabile interasse armatura travetti del solaio in latero-cemento).



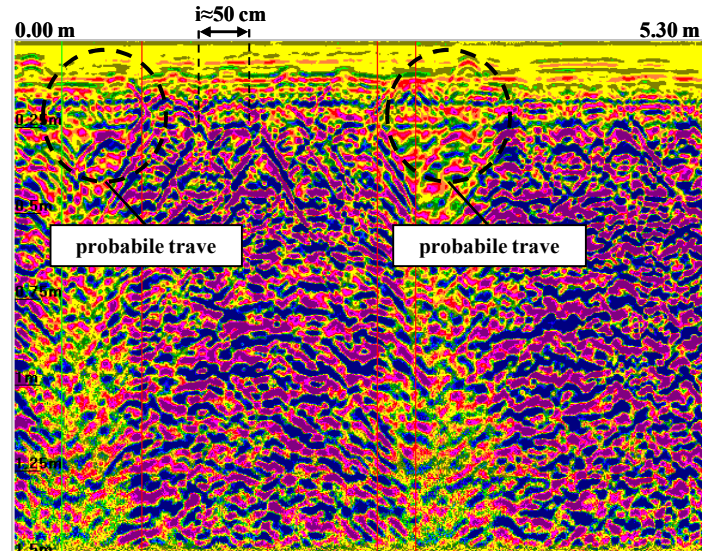
Radargramma AG6 (antenna 2000 MHz): Acquisizione eseguita dal pavimento del piano primo per una lunghezza di circa 8.92 m. Si rileva la presenza di una riflessione rettilinea alla profondità di circa 25/30 cm dal piano di acquisizione (probabile intradosso del solaio in latero-cemento).



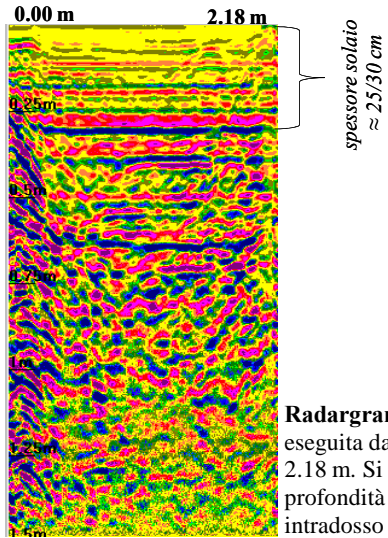
Radargramma AG7 (antenna 2000 MHz): Acquisizione eseguita dal pavimento del piano primo per una lunghezza di circa 2.16m. Si rileva la presenza di riflessioni puntiformi poste ad interasse di circa 0,50m imputabili alla presenza di elementi metallici (probabile interasse armatura travetti del solaio in latero-cemento).



Radargramma AG8 (antenna 2000 MHz): Acquisizione eseguita dal pavimento del piano primo per una lunghezza di circa 5.87 m. Si rileva la presenza di una riflessione rettilinea alla profondità di circa 25/30 cm dal piano di acquisizione (probabile intradosso del solaio in latero-cemento).

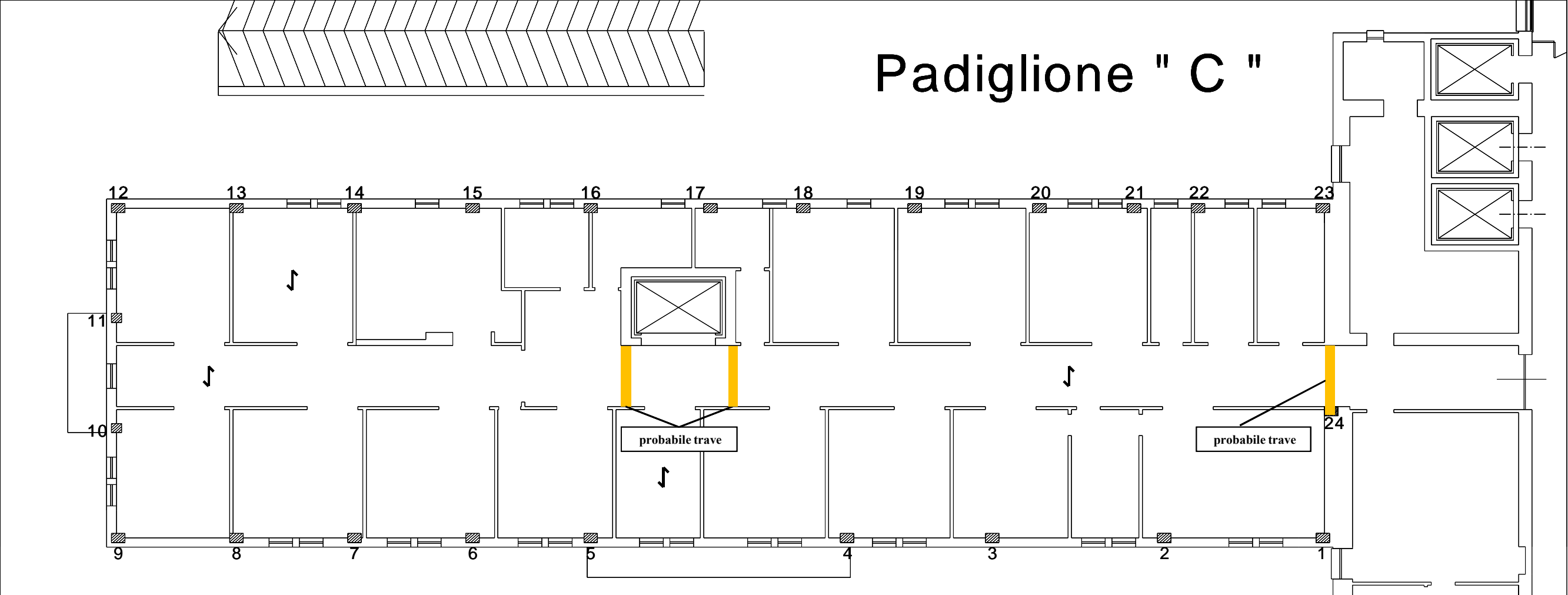


Radargramma AG9 (antenna 2000 MHz): Acquisizione eseguita dal pavimento del piano primo per una lunghezza di circa 5.330 m. Si rileva la presenza di riflessioni puntiformi poste ad interasse di circa 0,50m imputabili alla presenza di elementi metallici (probabile interasse armatura travetti del solaio in latero-cemento).



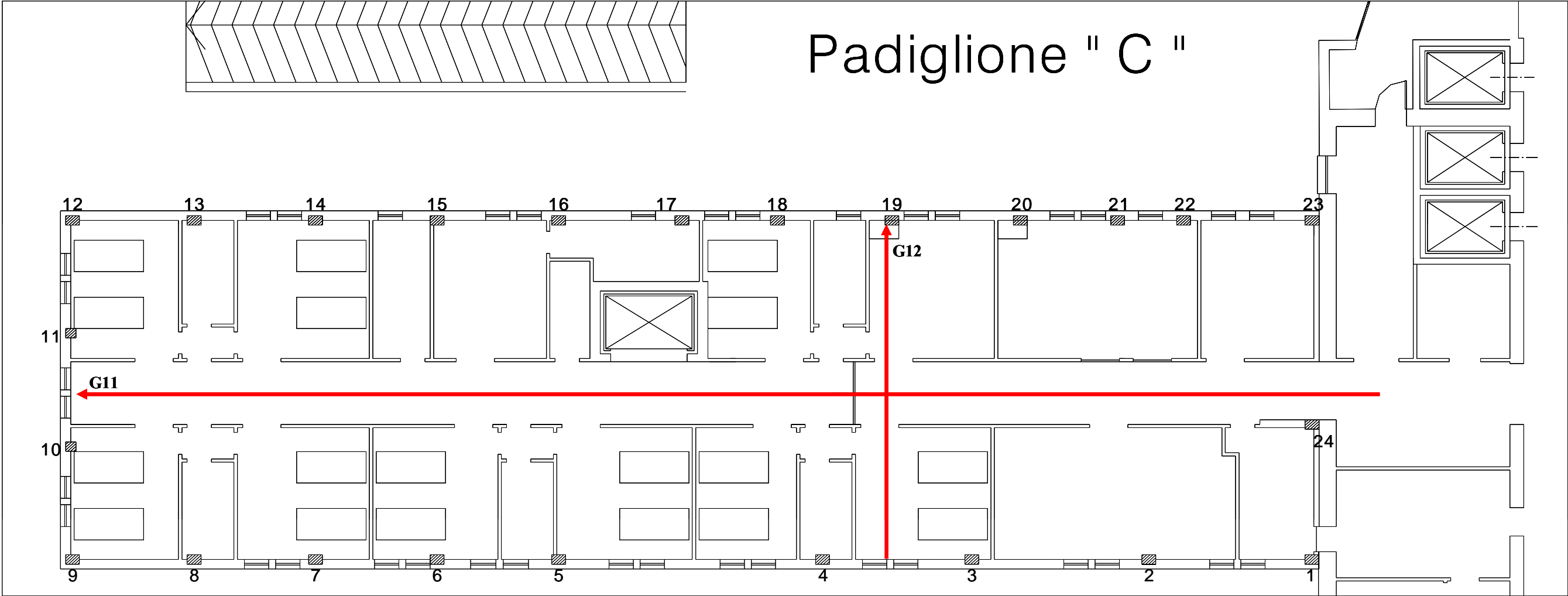
Radargramma AG10 (antenna 2000 MHz): Acquisizione eseguita dal pavimento del piano primo per una lunghezza di circa 2.18 m. Si rileva la presenza di una riflessione rettilinea alla profondità di circa 25/30 cm dal piano di acquisizione (probabile intradosso del solaio in latero-cemento).

DISLOCAZIONE IN PIANTA DELLE ACQUISIZIONI ESEGUITE




PIANTA SOLAI PIANO PRIMO

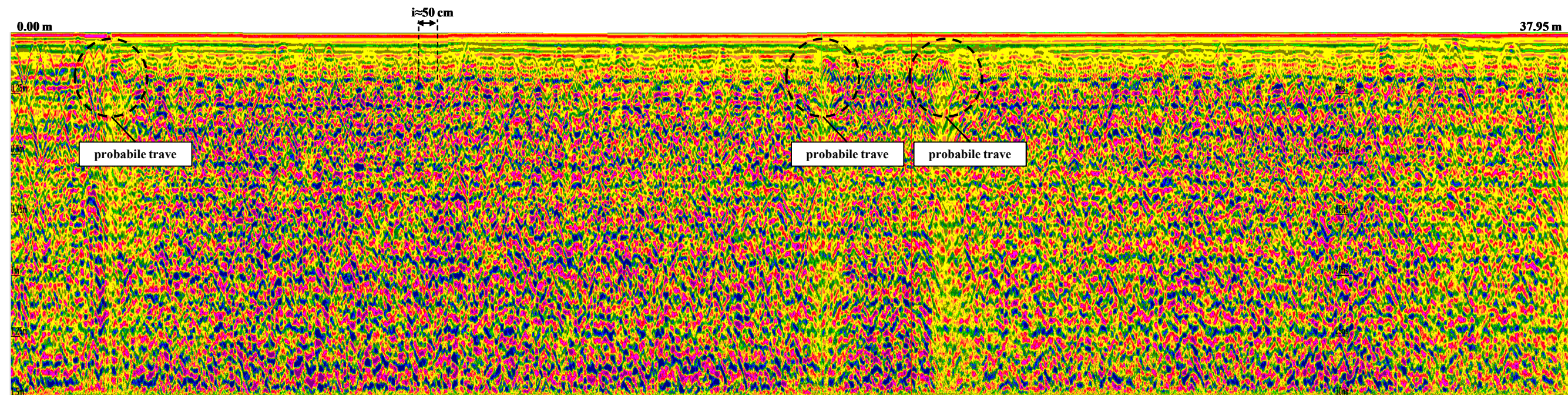
DISLOCAZIONE IN Pianta DELLE ACQUISIZIONI ESEGUITE



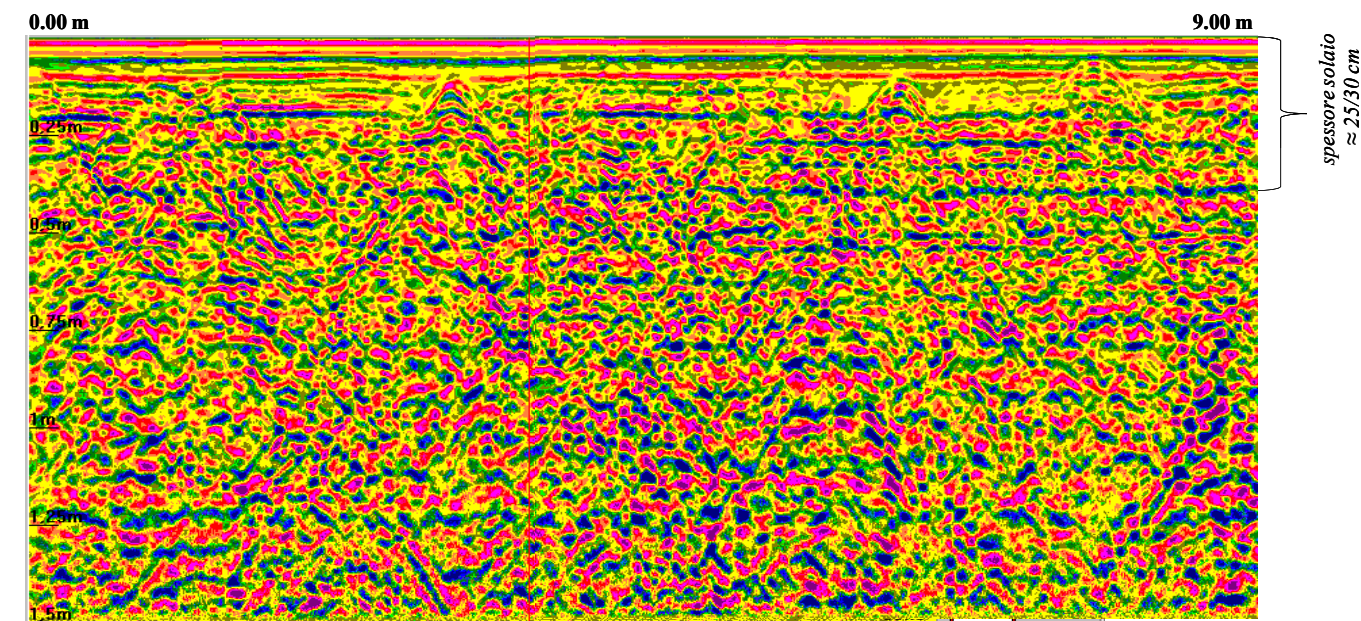
PIANTA PIANO SECONDO

Simbologia	
	Gn = Acquisizioni georadar

ELABORAZIONE GEORADAR

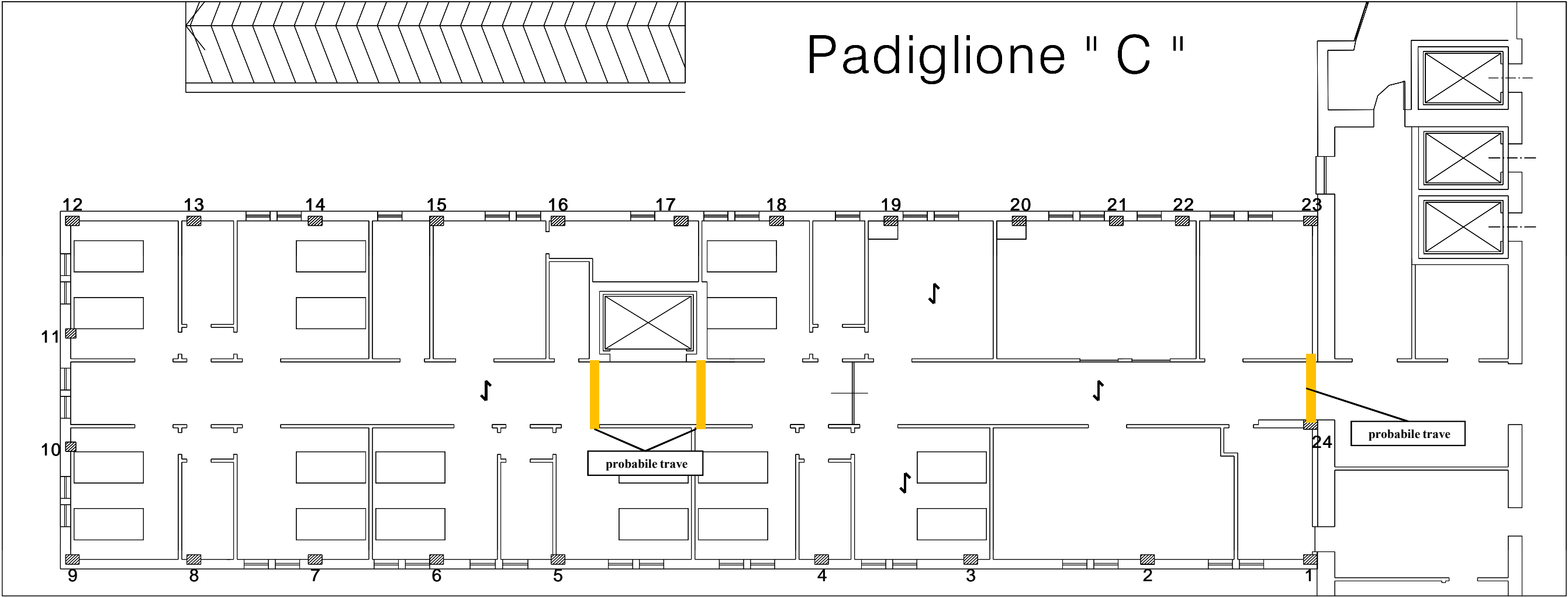


Radargramma AG11 (antenna 2000 MHz): Acquisizione eseguita dal pavimento del piano secondo per una lunghezza di circa 37.95m. Si rileva la presenza di riflessioni puntiformi poste ad interasse di circa 0,50m imputabili alla presenza di elementi metallici (probabile interasse armatura travetti del solaio in latero-cemento).

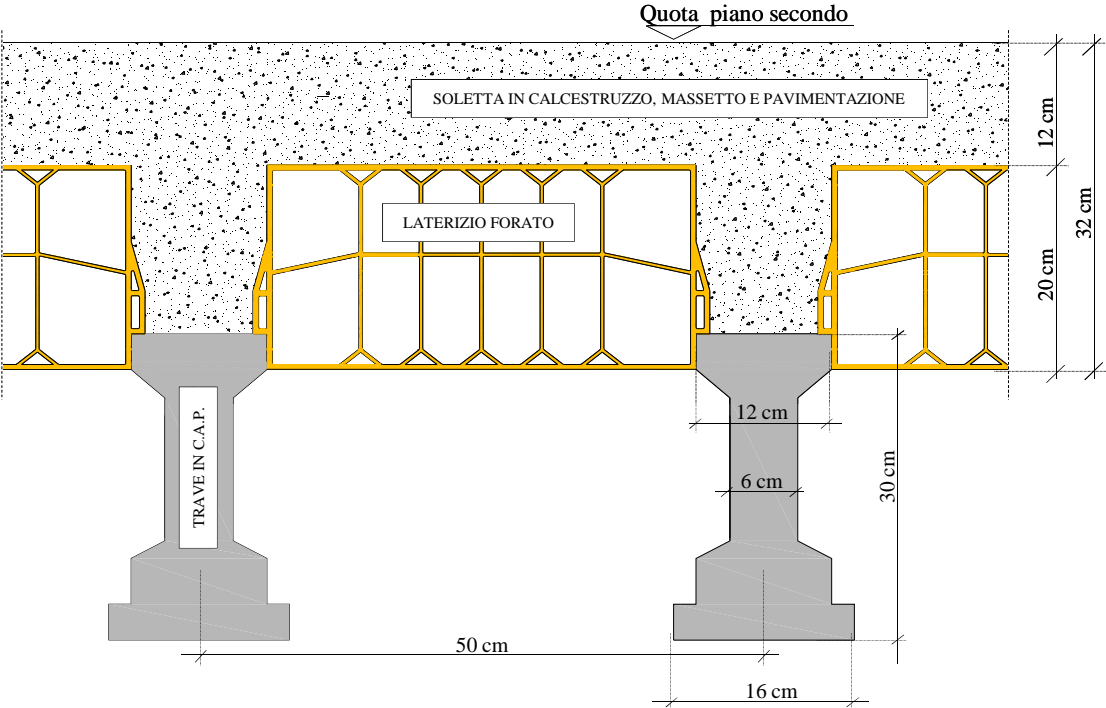


Radargramma AG12 (antenna 2000 MHz): Acquisizione eseguita dal pavimento del piano secondo per una lunghezza di circa 9.00 m. Si rileva la presenza di una riflessione rettilinea alla profondità di circa 25/30 cm dal piano di acquisizione (probabile intradosso del solaio in latero-cemento).

DISLOCAZIONE IN Pianta DELLE ACQUISIZIONI ESEGUITE



PIANTA SOLAI PIANO SECONDO



SEZIONE TIPO (vedi pgg. 40-41-42)

ALLEGATO A. RAPPORTI DI PROVA LABORATORIO SGM



LABORATORIO MATERIALI

PROVE SU CALCESTRUZZO

RAPPORTO DI PROVA N° R3984BE01 del 21/03/2011 - Pagina 1 di 3

RIF. V.A. N° R/3984 del 03/03/2011

DATI DICHIARATI

Intestatario: AZIENDA OSPEDALIERA OSPEDALE SAN SALVATORE

Cantiere: Ospedale San Salvatore

Località: Pesaro (PU)

Natura dei campioni: Carote prelevate da calcestruzzo indurito.

Macchina di prova: ZWICK GmbH & Co - LAB A 52 - Matricola TEL 151043 CEL 01523
CONTROLS - LAB A 131 - Matricola 08010589

RISULTATI DELLE PROVE

Modalità di esecuzione delle prove

Si è adottata la seguente modalità di esecuzione delle prove che, in funzione delle caratteristiche del materiale a disposizione, tiene conto sia di quanto previsto dal D.M. 14/01/08 che dalla Norma UNI 6556-1976.

Riportiamo di seguito le fasi di prova.

1. Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici su tutti i provini secondo UNI EN 12504-4.
2. Stima del valore atteso di tensione di rottura f_c del primo provino sottoposto a prova. Sono stati ipotizzati alcuni valori di f_c .
3. Definizione della struttura dei cicli per il calcolo del Modulo Elastico. E' stata scelta una tensione max s_3 pari a $0,4 \cdot f_c$ ed una tensione min s_0 pari a $0,1 \cdot s_3$.
4. Esecuzione dei cicli per la determinazione del Modulo Elastico secondo la procedura prevista dalla Norma UNI 6556 per ognuno dei valori di f_c ipotizzati.
5. Esecuzione della prova di compressione secondo la procedura prevista dalla Norma UNI EN 12390-3.
6. Definizione del valore del Modulo Elastico scegliendo il ciclo con f_c ipotizzato più vicino al valore rilevato di f_c .
7. Per i provini successivi si è operato in analogia a quanto descritto ai punti precedenti.

Lo Sperimentatore
T.I.M. Stefano Rondolini

Il Direttore
Dott. Ing. Roberto Calzoni

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio.

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001 settori:

- Materiali da costruzione (Legge n. 1086/71) con Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi;
- Terreni con Decreto n. 54349 del 16/02/2006.

Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova

- Settore prodotti da costruzione (Notifica n. 1676) ai sensi del D.L. 156/03 - D.P.R. n. 246 del 21/04/1993



LABORATORIO MATERIALI
PROVE SU CALCESTRUZZO

RAPPORTO DI PROVA N° R3984BE01 del 21/03/2011 - Pagina 2 di 3

RIF. V.A. N° R/3984 del 03/03/2011

DATI DICHIARATI ALL'ACCETTAZIONE			MASSA VOLUMICA				RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE				MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE	ULTRASUONI DIRETTI
N.	Sigla di contrassegno	Provenienza	Data prova	D [kg/m ³]	Φ [mm]	h [mm]	F [KN]	f _c [N/mm ²]	R	P	E [N/mm ²]	Velocità m/s
1	C1	PILASTRO 22 PIANO PRIMO	21/03/2011	2088	94,2	105,4	102,8	14,8	S	TC	12138	2738
2	C2	PILASTRO 18 PIANO PRIMO	21/03/2011	2097	94,2	122,0	125,8	18,1	S	TC	17505	2961
3	C3	PILASTRO 4 PIANO PRIMO	21/03/2011	2102	94,2	188,0	90,4	13,0	S	TC	19266	3258
4	C4	PILASTRO 14 PIANO PRIMO	21/03/2011	2118	94,2	188,1	146,3	21,0	S	TC	20313	3365
5	C5	PILASTRO 11 PIANO SECONDO	21/03/2011	2099	94,2	188,0	98,4	14,1	S	TC	18411	3154
6	C6	PILASTRO 15 PIANO SECONDO	21/03/2011	2193	94,2	188	225,7	32,4	S	TC	26531	3813

R= Tipo di rottura del provino: S= Soddisfacente; A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K= Non soddisfacente

P = Preparazione del provino: NN=Non necessaria, MM=Eseguita molatura, CC=Eseguita cappatura, TC=Eseguito taglio e cappatura, TM= Eseguito taglio e molatura

Lo Sperimentatore

T.I.M. Stefano Rondolini

Il Direttore

Dott. Ing. Roberto Calzoni

PERUGIA Sede Legale, Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corciano - Perugia
Tel. +39 075.5170556-5179254-5178092 - Fax +39 075.5178146
E-mail: info@sgmlaboratorio.com - Web site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Antonio Pacinotti, 24 - 37135 Verona
Tel. +39 045.8250321 - Fax +39 045.8232066
E-mail: verona@sgmlaboratorio.com



MILANO

Uffici: Piazza Duomo, 17 - 20121 Milano
Tel. +39 02.876289 - Fax +39 02.45471830

L'AQUILA Via Cardinale Mazzarino, 100 - 67100 (AQ)

Tel. +39 0862.410343 - Fax +39 0862.414992
E-mail: laquila@sgmlaboratorio.com

DUBAI - EMIRATI ARABI

P.O. BOX: 553
UNITED ARAB EMIRATES

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio.

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001 settori:

- Materiali da costruzione (Legge n. 1086/71) con Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi;
- Terreni con Decreto n. 54349 del 16/02/2006.

Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova

- Settore prodotti da costruzione (Notifica n. 1676) ai sensi del D.L. 156/03 - D.P.R. n. 246 del 21/04/1993



LABORATORIO MATERIALI
PROVE SU CALCESTRUZZO

RAPPORTO DI PROVA N° R3984BE01 del 21/03/2011 - Pagina 3 di 3

RIF. V.A. N° R/3984 del 03/03/2011

DATI DICHIARATI ALL'ACCETTAZIONE			MASSA VOLUMICA				RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE				MODULO ELASTICO SECANTE A COMPRESSIONE	ULTRASUONI DIRETTI
N.	Sigla di contrassegno	Provenienza	Data prova	D [kg/m ³]	Φ [mm]	h [mm]	F [KN]	f _c [N/mm ²]	R	P	E [N/mm ²]	Velocità m/s
7	C7	PILASTRO 6 PIANO SECONDO	21/03/2011	2120	94,2	187,9	179,5	25,8	S	TC	22423	3423
8	C8	PILASTRO 18 PIANO SECONDO	21/03/2011	2129	94,2	187,4	169,4	24,3	S	TC	29462	3503
9	C9	PILASTRO 27 PIANO INTERRATO	21/03/2011	2177	94,2	188,8	155,7	22,3	S	TC	20006	3353
10	C10	PILASTRO 24 PIANO INTERRATO	21/03/2011	2085	94,2	188,8	71,6	10,3	S	TC	14596	3136
11	C11	PILASTRO 6 PIANO INTERRATO	21/03/2011	2154	94,2	188,2	107,3	15,4	S	TC	16124	3163
12	C12	PILASTRO 31 PIANO INTERRATO	21/03/2011	2192	94,2	165,2	167,6	24,0	S	TC	27680	3449
13	C13	TRAVE TRA PILASTRO 26 E PILASTRO 27 PIANO TERRA	21/03/2011	2210	94,2	189,1	112,0	16,1	S	TC	19733	3444
14	C14	PILASTRO 22 PIANO TERRA	21/03/2011	2198	94,2	188,0	103,8	14,9	S	TC	24514	3574

R= Tipo di rottura del provino: S= Soddisfacente; A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K= Non soddisfacente

P = Preparazione del provino: NN=Non necessaria, MM=Eseguita molatura, CC=Eseguita cappatura, TC=Eseguito taglio e cappatura, TM= Eseguito taglio e molatura

Lo Sperimentatore

T.I.M. Stefano Rondolini

Il Direttore

Dott. Ing. Roberto Calzoni

PERUGIA Sede Legale, Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corciano - Perugia
Tel. +39 075.5170556-5179254-5178092 - Fax +39 075.5178146
E-mail: info@sgmlaboratorio.com - Web site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Antonio Pacinotti, 24 - 37135 Verona
Tel. +39 045.8250321 - Fax +39 045.8232066
E-mail: verona@sgmlaboratorio.com



MILANO

Uffici: Piazza Duomo, 17 - 20121 Milano
Tel. +39 02.876289 - Fax +39 02.45471830

L'AQUILA Via Cardinale Mazzarino, 100 - 67100 (AQ)

Tel. +39 0862.410343 - Fax +39 0862.414992
E-mail: laquila@sgmlaboratorio.com

DUBAI - EMIRATI ARABI

P.O. BOX: 553
UNITED ARAB EMIRATES

ALLEGATO B. METODOLOGIA DELLE INDAGINI SPERIMENTALI

B.1. MISURA DELLA DUREZZA SUPERFICIALE DEL CALCESTRUZZO

B.1.1. Generalità e principi di funzionamento

L'indice di rimbalzo della massa battente (Sclerometro), misura la durezza superficiale del materiale di prova. La sua determinazione può essere utilizzato per valutare l'omogeneità del calcestruzzo in sito, per delimitare regioni superficiali nelle strutture con calcestruzzo degradato e di qualità scadente e per stimare le variazioni nel tempo delle proprietà del calcestruzzo, come per esempio quelle provocate dall'idratazione del cemento.

B.1.2. Attrezzatura impiegata

Il metodo consiste nel proiettare una massa calibrata con una determinata energia di percussione contro la superficie del calcestruzzo. La misura consiste nel rilievo di un numero indice, legato all'entità del rimbalzo della massa battente.

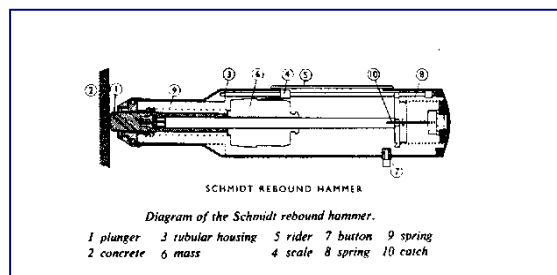


Figura 1

Lo strumento per l'esecuzione di tali prove è lo sclerometro, prodotto e diffuso nella configurazione ad esso data da E. Schmidt (Figura 1). Esso consiste in un contenitore cilindrico che regge un'asta guida lungo la quale scorre la massa battente (martello-hammer).

L'azionamento di questa, partendo dalla posizione di riposo con asta retratta, si svolge con le seguenti fasi:

1. spingendo leggermente l'asta di percussione contro la parete si provoca lo sganciamento dell'asta stessa e la sua completa estensione e, contemporaneamente, l'aggancio del nottolino al risalto del martello; lo strumento è così pronto all'uso;
2. si spinge con movimento lento ed uniforme l'asta di percussione contro la parete da esaminare fino al completo rientro della stessa; questo provoca l'estensione della molla di percussione e, a fine corsa, lo sgancio automatico del martello; quest'ultimo, richiamato dalla molla, batte sul risalto dell'asta che a sua volta trasmette l'energia alla parete;
3. la parte di energia restituita dal solido in prova provoca il rimbalzo del martello che trascina un indice lungo una scala graduata in percentuali dell'estensione iniziale della molla e sulla quale viene effettuata la lettura.

Il valore del rimbalzo della massa battente è misurato mediante un indice di lettura trascinato su una scala lineare alloggiata nella cassa dello strumento.

L'energia di impatto dello sclerometro prevista nella norma UNI è pari a 2,21 J (corrispondente a 0,225 kgm) con lo sclerometro in direzione verticale con il puntale rivolto verso il basso.

B.1.3. Superficie di prova

B.1.3.1. Scelta della superficie di prova

Le parti di calcestruzzo da sottoporre a prova devono avere spessore di almeno 150 mm. I campioni più sottili devono essere rigidamente fissati ad un sopporto.

Vengono evitate le zone che presentano nidi di ghiaia, scalfitture, tessitura superficiale grossolana, porosità elevata e zone con presenza di ferro.

Al fine di poter comparare i risultati, i calcestruzzi dovranno presentare approssimativamente la stessa composizione, età, ed analoghe condizioni di maturazione. Devono essere evitate le superficie intonacate, qualora non sia possibile la rimozione dell'intonaco.

B.1.3.2. Preparazione delle superficie di prova

La circonferenza ideale che delimita la superficie di prova ha diametro compreso fra 150 e 300 mm. Le superfici con tessitura ruvida (grossolana), poco resistenti o coperte di malta disgregata, vengono pulite con pietra abrasiva.

Vengono rimosse eventuali tracce di disarmanti sulle superficie di prova. Le superfici umide sono lasciate asciugare prima dell'esecuzione della prova.

B.1.4. Metodologia di prova

Lo strumento è posizionato perpendicolarmente alla superficie di prova. Si aumenta gradualmente la pressione sul martello fino a produrre l'urto. Dopo l'urto si legge l'indice sclerometrico sulla scala graduata.

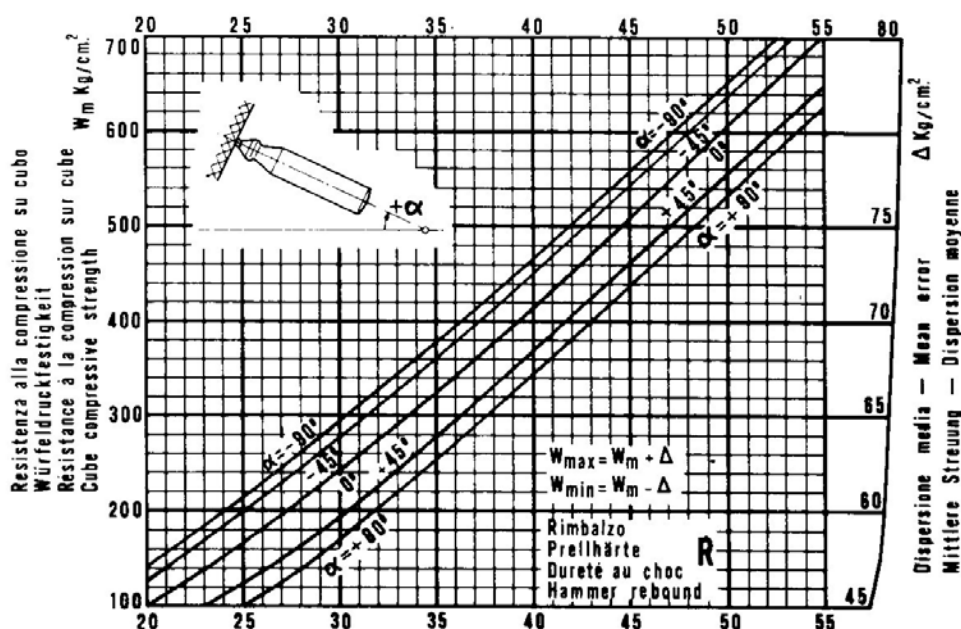
Normalmente vengono effettuate almeno 9 misure in ogni superficie di prova. Le impronte dell'urto non risultano sovrapposte e sono situate almeno a 30 mm dai bordi.

La temperatura del calcestruzzo deve essere maggiore di 0 °C per eliminare risultati anomali dovuti all'azione del gelo.

La temperatura dello sclerometro è maggiore di 10 °C per eliminare attriti anomali sul cursore dello sclerometro. Per poter comparare i risultati, l'angolo di battuta dello sclerometro (orizzontale, verticale o inclinata) è sempre il medesimo.

Si intuisce che la possibilità di stabilire una correlazione teorica tra indice sclerometrico e proprietà del materiale è possibile solo per materiali omogenei, dei quali si conoscano le capacità di smorzamento. Non è questo il caso del calcestruzzo.

La valutazione della resistenza meccanica in base all'indice sclerometrico può trarsi solo in modo empirico, calibrando lo strumento su serie di provini realizzati con calcestruzzo avente la stessa composizione di quello in prova. Tale taratura va effettuata secondo modalità prestabilite e porta, attraverso la elaborazione dei dati sperimentali, ad una curva di correlazione. Quando non è possibile eseguire la taratura dello strumento, si fa fede in genere alle curve di taratura fornite dal costruttore dello strumento, Controls, qui di seguito riportate (fig. 2).



Nel diagramma di correlazione sono preseti diverse curve corrispondenti a diversi angoli di battuta ($\alpha = 0^\circ$, battuta orizzontale). Le curve si riferiscono a calcestruzzi maturi confezionati con cemento Portland, sabbie e inerti di buona qualità, superfici lisce e asciutte.

B.2. LETTURE ULTRASONICHE

B.2.1. Generalità sulle indagini ultrasoniche

La prova consiste nella determinazione dei tempi di propagazione di impulsi di vibrazione in campioni o strutture fra una o più coppie di punti di rilievo. Scopo dei rilievi è di dedurre essenzialmente la “velocità virtuale o apparente” di propagazione degli impulsi, intesa come rapporto fra distanza geometrica tra i punti di rilievo e tempo di transito rilevato, e da essa informazioni sull’elemento in pietra in termini di caratteristiche ed omogeneità.

L’impiego di ultrasuoni fornisce informazioni su ciò che si incontra nello spessore attraversato dagli impulsi e quindi sulle parti interne degli elementi in prova. Pertanto oltre che come metodo di confronto esso può essere impiegato per altre utili applicazioni.

Esso può essere utilmente utilizzato per individuare la presenza di vuoti interni o di fessure. In quest’ultimo caso è anche possibile misurare la profondità della fessura. Altre applicazioni riguardano la possibilità di valutare il degrado del materiale per cicli di gelo e disgelo e per esposizione al fuoco. In quest’ultimo campo sono state presentate numerose applicazioni.

La velocità dell’impulso ultrasonico è infatti tanto più elevata quanto più alta è la resistenza del materiale. Il suo valore dipende dalla densità del mezzo in cui la propagazione avviene. Negli elementi esposti ad incendio l’eliminazione dell’acqua provoca un aumento del volume dei vuoti ed una conseguente riduzione di velocità di propagazione rispetto a quella che si avrebbe sullo stesso materiale integro. L’impiego del metodo in questo campo consente di effettuare accurate mappe del danneggiamento. Alcuni Autori hanno messo anche in relazione la velocità di propagazione e la temperatura di esposizione.

Nello studio di strutture d’epoca il metodo si è prestato al rilievo dello stato di fessurazione, o se si vuole d’integrità, di elementi strutturali di vario tipo.

Con la metodologia descritta si può pertanto indagare su quanto segue:

- variazioni delle proprietà causate dalla storia dell’elemento (manutenzione, sollecitazioni, degrado, ecc.);
- modulo di elasticità dinamico;
- coefficiente di Poisson dinamico.

Il metodo descritto, in relazione alle modalità di propagazione di impulsi vibrazionali, si basa sul fatto che:

- la velocità con cui tali impulsi si propagano in un mezzo è funzione delle caratteristiche elastiche del mezzo (modulo di elasticità e rapporto di Poisson dinamici) e della sua densità;
- le disomogeneità (per esempio fessure, zone degradate, cavità, ecc.), variando la velocità di propagazione e assorbendo parzialmente, riflettendo e rifrangendo l’onda di vibrazione, e attenuandola secondo determinate direzioni, possono essere indagate analizzando tali processi.

Una tecnica particolare, utilizzabile in zone altrimenti inaccessibili, consiste nel praticare sulla parete due fori ad una certa distanza e nel misurare il ritardo tra due sonde di sagoma particolare infilate nei fori stessi.

B.2.2. Attrezzatura impiegata

L’apparecchiatura è composta essenzialmente da:

- a) un dispositivo che, a comando, emette impulsi di vibrazioni meccaniche (emettitore o sonda emittente) in sincronismo con un segnale elettrico. Questo pilota l’avvio di una unità di misura di intervalli di tempo e di una unità di visualizzazione della vibrazione in ricezione;
- b) un dispositivo che, ricevendo delle vibrazioni meccaniche, le trasforma in segnali elettrici (ricevitore o sonda ricevente);
- c) un dispositivo di amplificazione regolabile e di trattamento del segnale emesso dalla sonda ricevente;
- d) un dispositivo elettronico di misura dell’intervallo di tempo fra istante di emissione ed istante di ricezione dell’impulso o della parte di esso che si analizza. L’impulso di vibrazione che perviene alla sonda ricevente, trasformato in segnale elettrico opportunamente amplificato, viene visualizzato sullo schermo del tubo a raggi catodici (CRT) o equivalente di uno oscilloscopio. E’ opportuno che insieme vengano visualizzati anche gli istanti di partenza e di arresto dell’unità di misura dell’intervallo di tempo, per una mutua precisa correlazione ed una continua verifica da parte dell’operatore.

B.2.2.1. Emettitore elettrodinamico

L’emettitore è costituito da un sistema di alimentazione elettronico che genera brevi impulsi elettrici, e da un sistema trasduttore che trasforma ogni singolo impulso elettrico ricevuto in una breve serie di oscillazioni meccaniche del trasduttore stesso: in pratica questo entra in vibrazione alla sua frequenza naturale e si smorza liberamente. Il sistema di alimentazione elettronico può produrre singoli impulsi, a comando dell’operatore, o ripetitivi con cadenza ordinariamente fino a 50÷150/s.

Il trasduttore è costituito da materiale piezoelettrico; il materiale è normalmente alloggiato in un contenitore metallico di protezione, a cui è meccanicamente accoppiato: il tutto è realizzato in modo che ne risulti un oscillatore meccanico di una determinata frequenza naturale.

La frequenza naturale dei trasduttori è nel campo da 15 a 150 kHz. Frequenze maggiori di 200 kHz vengono utilizzate raramente. Su distanze relativamente lunghe e in dipendenza di particolari proprietà del materiale, può risultare conveniente l'uso di frequenze minori di 20 kHz.

Il sistema di alimentazione elettronico genera un segnale elettrico, sincrono all'impulso meccanico della sonda emittente, per pilotare la partenza del misuratore di tempo e sincronizzare la traccia sul tubo a raggi catodici dell'oscilloscopio. Tale segnale di pilotaggio ha un tempo di salita molto breve e costante, in modo da dare un istante di partenza stabile e ripetitivo rispetto all'impulso meccanico.

B.2.2.2 Dispositivo di ricezione

Consiste di un trasduttore (sonda ricevente) che trasforma in segnali elettrici le vibrazioni meccaniche ricevute, di un dispositivo di amplificazione ed accoppiamento all'unità di analisi, ed eventuali filtri.

Il trasduttore (o sonda) ricevente è del tipo piezoelettrico. L'unità di visualizzazione consiste essenzialmente in uno oscilloscopio in cui l'impulso ricevuto, e, volendo, anche quello trasmesso, sono visualizzati come deflessione verticale della o delle tracce.

L'oscilloscopio è attivato da un apposito impulso elettrico sincrono con l'impulso meccanico della sonda emittente. Simultaneamente alla rappresentazione degli impulsi (trasmesso o ricevuto), sullo schermo appaiono per una maggiore precisione della misura gli istanti di partenza e di arresto del dispositivo di misura degli intervalli di tempo.

B.2.2.3. Dispositivo di amplificazione e trattamento del segnale

Il segnale emesso dalla sonda ricevente entra in un opportuno amplificatore, il cui guadagno, regolabile con la risoluzione di 1 dB, può essere variato a volontà, per quantità nota; eventualmente filtrato e trattato per ridurre la componente di rumore ed esaltarne le componenti ripetitivi; visualizzato sullo schermo di un oscilloscopio, e sottoposto al rilievo degli intervalli di tempo. Scopo dell'amplificazione variabile, il cui guadagno massimo deve essere il più elevato possibile in funzione del rapporto segnale - rumore, è di effettuare sia la regolazione di tempo "zero", sia i vari rilievi sull'elemento in esame, con segnale alla misura di ampiezza sensibilmente costante.

Ciò permette inoltre (allorché si ottengano, adottando gli opportuni accorgimenti, segnali in ricezione ripetitivi e costanti in ampiezza e forma al variare della pressione delle sonde sulla struttura) di valutare, al variare dei punti di misura, sia il tempo di propagazione, sia le relative variazioni dell'amplificazione necessarie per avere un segnale di ampiezza costante sullo schermo dell'oscilloscopio.

B.2.3. Metodologia di prova

La misura dei tempi di propagazione degli impulsi di vibrazione viene normalmente eseguita secondo le tre diverse modalità seguenti, in relazione alla direzione di propagazione degli impulsi rispetto alle superfici di emissione e di ricezione della struttura (vedere Fig.1).

L'energia del segnale prodotto dalla sonda emittente è normalmente massima nella direzione perpendicolare alla superficie di accoppiamento.

B.2.3.1. Metodi di trasmissione

Metodo di trasmissione diretta (per trasparenza)

Consiste nell'applicare i trasduttori su due facce opposte dell'elemento da saggiare.

Metodo di trasmissione semi - diretta (diagonale)

Consiste nell'applicare i trasduttori in punti appartenenti a due facce adiacenti, in genere ortogonali.

Metodo di trasmissione indiretta (superficiale)

Consiste nell'applicare i trasduttori in punti diversi di una stessa faccia dell'elemento da saggiare.

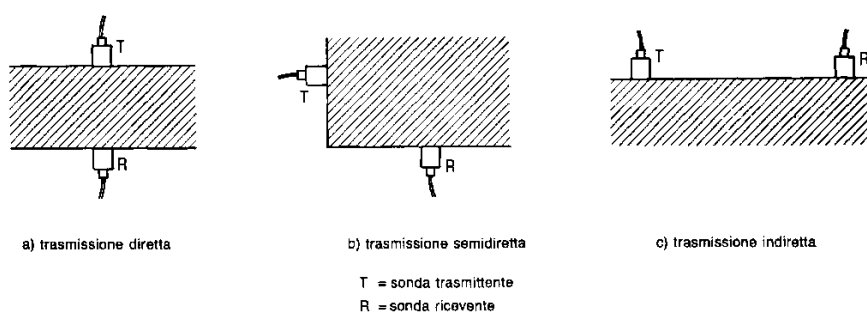


Figura 1

B.2.3.2. Calibrazione

La calibrazione del dispositivo di misura del tempo di transito può essere eseguito sia su un tempo nullo sia su un tempo prestabilito. Nel primo caso le superfici attive dei due trasduttori devono essere accostate direttamente. Nel secondo devono essere applicate agli estremi di una barra di riferimento, per la quale sia noto il tempo di transito, e la cui dimensioni siano compatibili con le frequenze delle sonde.

In ogni caso, l'accoppiamento fra i due trasduttori o tra barra e trasduttori deve essere effettuato con le stesse modalità adottate per l'accoppiamento fra i trasduttori e la superficie dell'elemento da sottoporre a prova.

L'operazione di calibrazione deve essere ripetuta più volte durante una campagna di prove, ed in particolare qualora vengano sostituiti i trasduttori e/o i cavi di collegamento, o quando si verifichino variazioni sensibili delle condizioni ambientali.

B.2.3.3. Preparazione della superficie

La superficie dell'elemento in prova, nei punti di applicazione delle sonde, deve essere:

- pulita;
- levigata mediante smerigliatura, qualora risulti eccessivamente rugosa;
- sufficientemente piana, tale da permettere un contatto uniforme con le sonde.

B.2.3.4. Applicazione delle sonde

L'accoppiamento delle sonde alla superficie dell'elemento da sottoporre a prova deve essere particolarmente accurato, al fine di evitare la presenza di aria, la cui impedenza acustica provoca una attenuazione del segnale.

A questo scopo viene impiegato il grasso di vaselina. Le sonde sono premute contro la superficie esterna. La pressione da applicare dipende dal materiale di accoppiamento e comunque è tale da comprimere detto materiale fino ad ottenere una lettura stabile e ripetibile del tempo di propagazione.

In caso di superficie curva dell'elemento in esame, le dimensioni della superficie utile delle sonde (emittente o ricevente) sono tali che la distanza fra superficie di prova e superficie delle sonde sia ± 1 mm.

B.2.3.5. Misura della lunghezza del percorso

La lunghezza L del percorso degli impulsi è la distanza tra i centri delle superfici di contatto dei trasduttori. Essa viene misurata con approssimazione di $\pm 1\%$ e viene espressa in centimetri.

Qualora la misura diretta non sia praticamente possibile, vengono effettuate stime indirette facendone menzione nel verbale di prova.

B.2.3.6. Misura del tempo di propagazione

La misura viene effettuata mediante lettura sul display digitale. Il valore del tempo di propagazione, espresso in microsecondi, viene determinato con approssimazione all'intero per tempi non minori di 100 μ s, e alla prima cifra decimale per tempi minori di 100 μ s.

B.2.4. Parametri che influenzano le misure

L'influenza delle condizioni di prova deve essere valutata al fine di garantire la riproducibilità delle misure effettuate e la dipendenza delle determinazioni sperimentali quanto più possibile dalle sole proprietà del materiale in esame.

B.2.4.1. Condizioni superficiali del campione

Il grado di rugosità della superficie del campione ed il tipo di accoppiamento sonda - campione influenzano in modo sensibile la misura della velocità di propagazione. Variazioni di pressione sulle sonde portano talvolta a variazioni di ampiezza e modificazioni del segnale in ricezione.

In tal caso:

- la preparazione della superficie di contatto fra sonde e materiale;
- le caratteristiche e quantità del mezzo di accoppiamento;
- la pressione sulle sonde,

vengono ottimizzati in modo che il processo di propagazione diventi riproducibile e costante anche ad ulteriori incrementi del valore di pressione adottato.

B.2.4.2. Temperatura ed umidità ambiente

L'intervallo ottimale di temperatura per le misure di velocità di propagazione di onde vibrazionali è compresa fra 5 e 30 °C, sia per le minima variazioni, in questo campo di temperature, del comportamento fisico - chimico del materiale, sia perché in tale intervallo è normalmente compreso il campo di lavoro delle strumentazioni di misura.

In questo intervallo di temperatura, una umidità relativa ambientale variabile dai 60 ai 90% ha una influenza minima nei rilievi su campioni in condizioni di equilibrio con l'ambiente esterno.

Quando le determinazioni sperimentali vengono eseguite al di fuori degli intervalli di temperature e di umidità suggeriti, si provvede ad una opportuna correzione, attraverso prove condotte su una serie di 3 campioni prelevati in

sito, eseguiti in condizioni normalizzato (per esempio: temperatura 20 °C; umidità relativa 90%), facendone menzione nel verbale di rilievo.

B.2.4.3. Lunghezza del percorso, forma del campioni, frequenze naturali dei trasduttori

Il metodo è utilizzabile in prove di laboratorio e di cantiere indipendentemente dalle dimensioni e dalla forma dei campione, ma in rapporto alla potenza meccanica disponibile nella sonda trasmittente e alla sensibilità dell'apparato ricevente,

Tuttavia l'intervallo di lunghezze di percorso è limitato:

- inferiormente dall'influenza che le condizioni di rugosità superficiale, le caratteristiche fisiche del materiale (per esempio porosità), e soprattutto la composizione possono avere sulle misure.
- superiormente, dalla variazione subita dal segnale in ampiezza e in frequenza.

L'uso di sonde con frequenze più elevate (≥ 50 kHz) permette, su percorsi brevi, di ottenere misure di ritorno più accurato. La velocità degli impulsi può essere sensibilmente influenzata dalle dimensioni trasversali del campione o elemento in esame, rispetto alla direzione di propagazione.

B.3. PROVE DI COMPRESSIONE SUI CALCESTRUZZI

B.3.1. Prelievo di campioni per prove di compressione

B.3.1.1. Generalità

Il prelievo di campioni di calcestruzzo indurito è destinato a prove di laboratorio per la determinazione di massa volumica, per prove meccaniche, di permeabilità, di gelività, ecc.

Mediante una opportuna tecnica, è possibile estrarre dal getto di calcestruzzo dei campioni, che consentono di valutare le caratteristiche meccaniche del cemento armato, a condizione che i campioni estratti siano “*non disturbati*” e che siano stati prelevati in numero *statisticamente significativo*.

B.3.1.2. Metodo di estrazione

Il criterio che viene seguito nel corso dei prelievi è di ridurre al minimo il danneggiamento provocato dall'estrazione sul campione. Le operazioni di prelievo vengono pertanto eseguite quando il calcestruzzo è sufficientemente indurito, ossia quando la sua resistenza a compressione stimata è maggiore di 10 N/mm², evitando inoltre, per quanto possibile, le zone armate ed i giunti.

L'estrazione di carote viene di regola eseguita mediante sonda a corona diamantata (carotatrice) di tipo adatto alla durezza del calcestruzzo ed al tipo di aggregato in esso contenuto. Viene adottato il criterio di utilizzare un diametro della corona non minore di 3 volte il diametro massimo dell'aggregato. Nel movimento di avanzamento la sonda deve essere esente da vibrazioni, per assicurare che il diametro della carota sia costante ed il suo asse rettilineo. La sonda pertanto deve essere rigida e correttamente ancorata.

Le carotatrici impiegate, in questo caso, utilizzano corone diamantate del diametro di 54 mm, con raffreddamento ad acqua a circuito chiuso. Tutti i provini sono stati prelevati conservando il medesimo asse, ortogonale al piano della parete di calcestruzzo da cui sono stati prelevati. I campioni prelevati non hanno presentato irregolarità vistose.

B.3.1.3. Identificazione e descrizione dei campioni

All'atto del prelievo, ogni campione viene identificato chiaramente, annotando il punto specifico di prelievo e l'orientamento nel getto di calcestruzzo, possibilmente con l'aiuto di uno schizzo della struttura.

Successivamente ogni campione viene esaminato attentamente, annotando le irregolarità (fessure, riprese di getto, nidi di ghiaia, segni di segregazione). Viene stimata la dimensione massima dell'aggregato, la forma dell'aggregato grosso ed il rapporto in volume fra aggregato grosso e aggregato fine. Viene rilevata l'eventuale presenza di vuoti dovuti ad incompleta compattazione (grandezza e distribuzione). Quando necessario, viene effettuato un rilievo fotografico.

B.3.1.4. Lavorazione dei campioni

I campioni vengono tagliati e lavorati secondo le tecniche impiegate per il taglio dei materiali litoidi fino ad ottenere provini rispondenti alle indicazioni delle norme UNI relative alle prove a cui gli stessi sono destinati.

Nella lavorazione dei campioni vengono scartati dagli stessi parti eventualmente danneggiate dalle operazioni di estrazione ovvero che contengano armature o corpi estranei. Vengono inoltre registrate posizioni ed orientamento dei provini rispetto ai campioni estratti.

B.3.1.5. Conservazione dei campioni

La conservazione dei campioni è effettuata in camera condizionata a 20±2 °C e 50% di umidità relativa, salvo specifiche diverse condizioni richieste dalle prove a cui gli stessi sono destinati.

B.3.2. Provini

I provini sono stati ricavati da calcestruzzo già indurito, in genere mediante carotaggio. Sulle facce destinate a venire a contatto con i piani della pressa è ammessa una tolleranza di planarità di 0,05 mm. In caso contrario si provvede alla loro spianatura.

La spianatura viene fatta:

- a) mediante rettifica su apposita macchina, usando mole;
- b) mediante applicazione di pasta di cemento o gesso.

In quest'ultimo caso lo strato di spianatura, il più sottile possibile, viene realizzata in modo da risultare perfettamente aderente al calcestruzzo, sufficientemente resistente e indurito così da non frantumarsi durante la prova di compressione, né fessurarsi prima della prova stessa.

La spianatura viene ripetuta se, al momento della prova, la facce spianate presentano un errore di planarità maggiore di 0,05 mm e se gli angoli formati da due facce continue non sono di $90^\circ \pm 30'$.

B.3.2.1. Stagionatura

I provini ricevuti dal Laboratorio vengono conservati in ambiente analogo a quello della prima stagionatura. I provini ricavati da calcestruzzo già indurito vengono conservati in ambiente come sopra specificato, con permanenza di almeno 48 h prima della prova.

B.3.2.2. Apparecchiatura

Per la rottura dei provini si impiegano presse progettate espressamente per prove su materiali poco deformabili. Sono utilizzate presse CONTROLS da 3000 kN, classe 1.

L'apparecchio misuratore permette la valutazione istantanea del carico, per ciascuna delle scale della macchina di prova, con precisione dell'1%. Nel caso in cui la rottura del provino avvenisse sotto un carico minore di 1/5 della portata della macchina, la prova è considerata attendibile.

B.3.2.3. Procedimento

Dopo il prelievo dall'ambiente di stagionatura, le dimensioni del provino sono misurate con precisione di 1 mm; il provino è inoltre pesato con precisione dell'1%.

Il provino, se cubico, è posto sul piatto della macchina in modo che il carico sia applicato normalmente alla direzione di costipamento durante il getto. Non è assolutamente realizzata alcuna interposizione di strati di materiale deformabile (cartone, feltro, piombo, ecc.) tra i piatti della macchina e la facce del provino.

Viene curata in particolare modo la centratura del provino sul piatto inferiore della macchina.

Il piatto superiore è quindi accostato al provino, e la completa aderenza è ottenuta sollevando lentamente il piatto inferiore, in modo da consentire l'assestamento dello snodo sferico.

Sin dall'inizio il carico è applicato gradualmente, senza urti, ed il gradiente di carico corrisponde a $5 \pm 2 \text{ kgf}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ pari a circa $50 \pm 20 \text{ N}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$.

Il carico è aumentato sino alla completa rottura del provino, prendendo nota del carico massimo raggiunto. In base a tale carico si calcola la resistenza a compressione, che è espressa con arrotondamento a $5 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ pari a circa $50 \text{ N}/\text{cm}^2$. Si prende nota del tipo di rottura.

Le prove sono state eseguite presso il laboratorio Autorizzato dal Ministero dei Lavori Pubblici della SGM S.r.l. - *Ingegneria Sperimentale*.

B.4. PROVE DI CARBONATAZIONE

B.4.1. Generalità

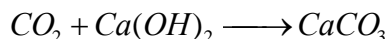
Per effettuare una valutazione sufficientemente attendibile dei risultati delle indagini condotte sul calcestruzzo (siano esse di tipo meccanico che di tipo chimico) è necessario premettere alcune considerazioni generali sui meccanismi di degrado del materiale in ambienti atmosferici ordinari, escludendo pertanto fenomeni di dilavamento o di aggressione da acque solfatiche o altri agenti chimici.

Una pasta di cemento Portland (come in genere è quella utilizzata nelle nostre zone) deriva dalla polvere di cemento omonima impastata con un certo quantitativo di acqua, ed ha come prodotto finale una serie di silicati idrati (molto stabili) e circa il 25% di idrossido di calcio o calce spenta $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Il calcestruzzo, come è noto, a sua volta è costituito dalla pasta di cemento unita a inerti di varia granulometria (a partire dalle sabbie fino alle ghiaie più grossolane). Se l'impasto è ben proporzionato, e se gli inerti sono stati scelti con accuratezza sia in qualità che in distribuzione granulometrica, il calcestruzzo non dovrebbe avere problemi di natura originaria, risultando pertanto un composto di inerti, silicati idrati e calce spenta. L'ambiente interno del composto è inoltre con acidità prossima a pH 13 (cioè fortemente alcalino); tale ambiente è molto importante, poiché è dimostrato che in ambiente così alcalini non si può sviluppare alcuna reazione di ossidazione ed idratazione del ferro, quindi le barre di acciaio inserite nel composto in opera non arrugginiscono.

Nell'atmosfera, tuttavia, è presente dell'anidride carbonica (CO_2), generata semplicemente dal processo di respirazione degli organismi viventi e dall'inversione della fotosintesi clorofilliana, che, essendo un gas, ha la capacità di diffondersi nei mezzi permeabili o porosi. Il calcestruzzo è permeabile, avendo una sua percentuale di vuoti all'interno (percentuale tanto maggiore quanto meno accurata è stata la scelta del fuso granulometrico degli

inerti), per cui la CO_2 vi si diffonde all'interno reagendo con le sostanze chimiche che incontra, dando luogo al fenomeno di carbonatazione.

Infatti l'anidride carbonica reagisce con la calce spenta (presente al 25% nella pasta di cemento) per fornire carbonato di calcio o calcite (marmo):



La molecola della calcite ha dimensioni sensibilmente differenti rispetto a quelle della calce spenta, per cui la carbonatazione può dare luogo a variazioni dimensionali della struttura in c.a. anche superiori a quelle dovute al ben noto fenomeno di ritiro, fino a 800 micron/metro. E' ovvio che se tali variazioni dimensionali sono in qualche modo ostacolate, come di regola, esse determinano uno stato di fessurazione nel calcestruzzo. Tale stato fessurativo favorisce la penetrazione di CO_2 , per cui la reazione di carbonatazione subisce una accelerazione progressiva.

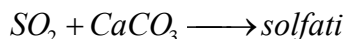
Inoltre l'ambiente interno del calcestruzzo carbonatato è modificato, con una acidità prossima a pH 9 (in alcuni casi anche inferiore). In tale stato più acido, la reazione di ossidazione ed idratazione del ferro non è più ostacolata (anzi se il pH scende ulteriormente, viene accelerata), per cui, se le fessure arrivano a contatto con il ferro di armatura, il vapore acqueo e l'ossigeno presente nell'atmosfera innescano il processo di ossidazione delle barre di acciaio.

Gli ossidi idrati di ferro (la comune ruggine) hanno volume specifici anche 6,5 volte maggiori del ferro originario.

Un simile aumento di volume non può essere contrastato efficacemente dalla resistenza a trazione del calcestruzzo, per cui si determina un aumento dello stato fessurativo e, per ossidazioni incipienti, lo "spalling", cioè l'espulsione di porzioni di calcestruzzo di copriferro. La fessurazione e lo spalling rendono praticamente esposta l'armatura all'atmosfera, e la velocità di ossidazione sale da 10 a 100 volte.

La ruggine formatasi intorno ai ferri di armatura, inoltre, costituisce una camicia di materiale avente scarsissime possibilità di trasmissione di sforzi tangenziali, quindi si perde l'aderenza tra barre e calcestruzzo (ipotesi di base per il funzionamento del cemento armato) e le strutture inflesse subiscono un mutamento del loro comportamento statico, passando da quello di trave a quello di arco molto ribassato e con catena male ancorata. La forma cristallografica della ruggine, inoltre rende assai facile portando a zero la resistenza alla penetrazione dei gas e dei liquidi) il propagarsi del fenomeno lungo l'armatura anche in zone ove il copriferro è ancora integro, aprendo la strada all'innescare del fenomeno della carbonatazione in forma accelerata.

Dopo che la carbonatazione ha completato il suo effetto, cioè dopo che le reazioni chimiche sulla calce spenta sono esaurite, può verificarsi in nuovo ulteriore fenomeno. Se nell'ambiente esterno è presente, magari per effetto di inquinamento da traffico automobilistico, dell'anidride solforica SO_2 essa reagisce con il carbonato di calcio per rendere una serie di solfati (gessi), con caratteristiche di elevata solubilità all'acqua:



Questo è il fenomeno della solfanatazione, già noto per l'effetto devastante sui monumenti in pietre naturali dure o marmi. Nel caso del calcestruzzo, esso tende a sfarinare o sciogliersi in presenza di acqua.

B.4.2. Esecuzione delle prove di carbonatazione

La prova di carbonatazione ha lo scopo di determinare le caratteristiche in sede di indagine sullo stato di conservazione delle armature mediante il prelievo e l'analisi di campioni di calcestruzzo.

In particolare, la prova si può definire un test colorimetrico che utilizza una soluzione di fenolfaleina all'1% di alcool etilico, la quale cambia colore passando da incolore a rosso quando il pH supera 9.2.

Le determinazioni possono essere eseguite sia per indagare sulle cause di un fenomeno di corrosione già avvenuto sia per ricavare elementi di giudizio sul comportamento nel tempo dell'armatura.

Per forti spessori di carbonatazione, oltre ad esistere una situazione di rischio per le sottostanti armature nei riguardi della corrosione, c'è una modifica della durezza superficiale del cls, per cui ad esempio i valori dell'indice sclerometrico possono aumentare.

B.4.2.1 Prelievo di campioni

La determinazione della profondità di carbonatazione viene effettuata su coni di Pull-Out o carote di materiale prelevate in sito.

B.4.2.2. Procedimento

La superficie rotta dei coni di Pull-Out o la superficie delle carote viene liberata da polveri e spruzzata mediante nebulizzatore con la soluzione di fenolfaleina. La determinazione viene effettuata allontanandosi opportunamente da fessure o zone molto porose, ove si avrebbero valori non significativi della superficie saggiata.

La determinazione della profondità di carbonatazione viene effettuata di solito immediatamente dopo il prelevamento; se per ragioni particolari non si può evitare un'attesa, i campioni vengono conservati in recipienti a tenuta di aria.

B.4.2.3. Esito della prova

La fenolftaleina vira al rosso al contatto con materiale il cui pH sia maggiore di circa 9,2 e rimane incolore per valori di pH minori. Se appare solo una debole colorazione viene ripetuto il trattamento con la soluzione di fenolftaleina.

La profondità di carbonatazione d_k viene specificata con precisione di 1 mm.

Se il fronte di carbonatazione non corre parallelamente alla superficie (Figura 2a), la profondità di carbonatazione viene determinata nel modo seguente:

- se il fronte di carbonatazione ha l'aspetto della Figura 2b, vengono registrate la media grafica e il massimo;
- se il fronte di carbonatazione corre parallelo alla superficie salvo zone carbonatate più in profondità come nella Figura 2c, la profondità massima di carbonatazione viene riportata insieme alla profondità normale. In tal caso non deve essere calcolato il valore medio.

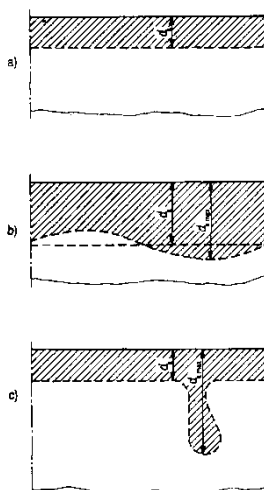


Figura 2

B.5. PROVE DI CARICO

B.5.1. Generalità

Le prove di carico rientrano nel novero di quelle ideate per strutture di cui per vari motivi si vogliono conoscere le effettive caratteristiche di resistenza. La metodologia che descriveremo nel seguito sfrutta le nuove possibilità di applicazione delle sollecitazioni e della misura di parametri identificativi. Essa si basa in parte su semplici elaborazioni della teoria di supporto alle prove di carico, per poi ampliarsi sfruttando la teoria dell'elasticità.

Nella esecuzione delle prove di carico su solai, travi e scale il carico di prova deve essere equivalente al carico distribuito prefissato per la struttura in prova. Comunque si esegua la prova di carico, in generale non è necessario pensare di applicare una stesa di carichi distribuita su tutto l'elemento in oggetto, per cui occorre correlare il sistema di carichi di prova al carico distribuito originario. In particolare occorre tenere conto di due aspetti fondamentali:

- grado di vincolo dell'elemento strutturale in prova;
- collaborazione laterale della parte di struttura non direttamente caricata.

Noti i parametri significativi relativi ai suddetti aspetti, è possibile calcolare il carico equivalente di prova, cioè il carico che induce le stesse sollecitazioni flettenti massime del carico uniformemente distribuito di progetto (oppure, se necessario, il carico concentrato che induce le stesse sollecitazioni taglianti massime). Le considerazioni di dettaglio che seguono, fanno riferimento ad un carico di prova costituito da n.l forza concentrata applicata in mezzzeria dell'elemento in prova per una striscia di 1 mt.

B.5.2. Collaborazione laterale

Se si misura, oltre alla freccia massima in mezzzeria, anche l'abbassamento in direzione trasversale del solaio, sempre in mezzzeria, ponendo dei sensori a distanze costanti (ad esempio a passo 100 cm.), si può valutare l'effettiva collaborazione laterale dell'elemento in prova.

Utilizzando, per applicare il carico, un martinetto oleodinamico collegato ad una cella di carico e ad un registratore digitale, è possibile effettuare la prova in più cicli, per cui si può valutare, ad uno dei primi cicli, il valore degli abbassamenti suddetti. Dal rapporto tra la sommatoria degli abbassamenti trasversali rispetto a quello massimo in mezzzeria si ottiene il valore della collaborazione laterale C1, cioè quella larghezza di elemento in prova che effettivamente reagisce al carico imposto su una striscia unitaria.

B.5.3. Analisi dei risultati di prova

Nota la forza equivalente di prova (ovvero il sistema di forze necessario per l'uguaglianza delle sollecitazioni flettenti di progetto con quelle di prova) si procede applicando una serie di cicli di carico a gradini: un primo ciclo consiste nel sollecitare la struttura con una frazione della forza equivalente F_{eq} , fermarsi per il tempo necessario alla stabilizzazione della freccia e tornare quindi a struttura scarica (ciclo di primo assestamento). Una volta azzerati gli strumenti, si può passare al secondo ciclo di carico ed ai successivi, fino al raggiungimento dell'intero valore della F_{eq} prefissata.

Dal secondo ciclo in poi si possono effettuare sui dati rilevati, oltre che confronti tra i dati sperimentali e modellazioni teoriche, una serie di determinazioni dei cosiddetti "fattori caratteristici" della struttura in prova, che sono:

- **PERMANENZA**: definita come il rapporto percentuale tra il residuo e la sua freccia massima;
- **LINEARITÀ**: definita come il rapporto percentuale tra le tangenti alla curva di isteresi passante per i punti individuati dall'ultimo e dal primo carico;
- **FUORI LINEARITÀ**: definita come il complementare della linearità;
- **RIPETIBILITÀ**: definita come il rapporto percentuale, a parità di carico, tra i valori delle frecce (dedotti del residuo) di due cicli consecutivi.

L'esperienza insegna che esistono dei valori limite dei fattori caratteristici, al disopra dei quali avviene una brusca accelerazione dei fattori stessi, per cui non si ritiene l'elemento strutturale più in condizioni di sicurezza:

$$PERMANENZA < 10\%$$

$$FUORI LINEARITÀ < 25\%$$

$$RIPETIBILITÀ > 95\%$$

In realtà questi valori non rappresentano un limite invalicabile, in quanto la loro determinazione non è matematica, bensì statistica. Infatti tali limiti sono emersi dall'esame di centinaia di prove di verifica effettuate su elementi strutturali, dove il carico applicato corrisponde a quello di esercizio.

B.5.6. Trattazione sperimentale

Dalla formula generale enunciata:

$$F_{eq} = q * C_1 * C_2 * l$$

si ha:

- C_1 è un parametro d'amplificazione dei carichi e, nel caso di solai, rappresenta la striscia collaborante dovuta al restringimento della sezione di carico. Esso è sempre maggiore di 1 ed è proporzionale alla luce L , al rapporto J_y/J_x tra il momento d'inerzia nella direzione longitudinale J_y e quello nella direzione trasversale J_x , ed alla rigidezza del vincolo. Nel caso di travi, C_1 rappresenta la quota di solaio gravante sulla trave in prova.
- C_2 è un coefficiente che dipende solo da un confronto matematico tra il momento dovuto al carico concentrato e quello dovuto al carico distribuito; vale 0,5 nel caso di semplice appoggio e diminuisce fino a 0,33 nel caso di incastro perfetto.
- q (espresso in kg/m^2) è il carico distribuito di progetto.

l (espressa in metri) è la luce della struttura.

Il coefficiente che determina il grado di vincolo è legato al rapporto:

$$RM = ((\delta_{L/4} / \delta_{L/2}) + (\delta_{(3/4)L} / \delta_{L/2})) / 2$$

dove $\delta_{L/4}$, $\delta_{L/2}$ e $\delta_{(3/4)L}$ sono gli abbassamenti depurati dall'abbassamento medio degli appoggi.

La corrispondenza fra il coefficiente R_M , il momento presente all'incastro ed il coefficiente C_2 , è presentata mediante la seguente tabella:

TABELLA I

	R_M	M_a	C_2
Incastro perfetto	0,50	- FL/8	0,33
	0,61	- FL/10,67	0,40
	0,65	- FL/16	0,44
	0,67	- FL/32	0,48
Semplice appoggio	0,69	0	0,50

B.5.7. Determinazione della freccia teorica

Il confronto tra la freccia teorica e la freccia sperimentale dovrà essere effettuato per la condizione di carico con forza equivalente (carico concentrato).

Nella tabella sono riportati i valori della freccia teorica per carichi concentrati in funzione del grado di vincolo C_2 calcolato sperimentalmente, nelle due ipotesi di uguaglianza delle frecce e dei momenti.

TABELLA II

Carico Distribuito			Carico Concentrato			C2 ipotesi dei momenti
Momenti di estremità	Momenti di Mezzeria	Freccia teorica	Momenti di estremità	Momenti di Mezzeria	Freccia teorica	
$-\frac{4}{48}ql^2$	$-\frac{2}{48}ql^2$	$\frac{1}{384}\frac{ql^4}{EJ}$	$-\frac{4}{32}Fl$	$-\frac{4}{32}Fl$	$\frac{2}{384}\frac{Fl^3}{EJ}$	0,33
$-\frac{3}{48}ql^2$	$-\frac{3}{48}ql^2$	$\frac{2}{384}\frac{ql^4}{EJ}$	$-\frac{3}{32}Fl$	$-\frac{5}{32}Fl$	$\frac{3.5}{384}\frac{Fl^3}{EJ}$	0,40
$-\frac{2}{48}ql^2$	$-\frac{4}{48}ql^2$	$\frac{3}{384}\frac{ql^4}{EJ}$	$-\frac{2}{32}Fl$	$-\frac{6}{32}Fl$	$\frac{5}{384}\frac{Fl^3}{EJ}$	0,44
$-\frac{1}{48}ql^2$	$-\frac{5}{48}ql^2$	$\frac{4}{384}\frac{ql^4}{EJ}$	$-\frac{1}{32}Fl$	$-\frac{7}{32}Fl$	$\frac{6.5}{384}\frac{Fl^3}{EJ}$	0,48
0	$-\frac{6}{48}ql^2$	$\frac{5}{384}\frac{ql^4}{EJ}$	0	$-\frac{8}{32}Fl$	$\frac{8}{384}\frac{Fl^3}{EJ}$	0,50

B.6. ATTREZZATURE UTILIZZATE

B.6.1. Generalità

La Società *SGM S.r.l.*, operante secondo il Sistema Qualità UNI EN ISO 9001, certificato SGS Italia S.p.A. n.IT98/0032, ha adottato una serie di procedure operative per la taratura delle sue apparecchiature.

B.6.2. Attrezzatura per indagini pachometriche

Per l'esecuzione di tali indagini è stata utilizzata l'apparecchiatura portatile della Hilti denominata "Ferroskan", codice interno **PE F268**.

B.6.3. Attrezzatura per esecuzione battute sclerometriche

Le misure sono state eseguite con sclerometro, codice interno **PE F604**. La verifica di taratura è stata eseguita ad ogni inizio di giornata su incudine di taratura, codice interno **LAB A123**, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 12504-2.

B.6.4. Attrezzatura per letture ultrasoniche

L'esecuzione di prove per la determinazione della velocità di trasmissione delle onde ultrasoniche attraverso il materiale è stata effettuata mediante apparecchiatura portatile ad ultrasuoni CMS HLF-P della Boviart, codice interno **PE F381**.

La determinazione della velocità di trasmissione delle onde ultrasoniche richiede il rilievo in sito di due grandezze:

1. misura della distanza fra la sonda trasmittente e la sonda ricevente;
2. misura del tempo di propagazione.

La misura del tempo di propagazione è stata effettuata dopo aver proceduto alla calibrazione ad ogni inizio di giornata, utilizzando la barra tarata fornita dalla Casa produttrice l'apparecchiatura portatile ad ultrasuoni, secondo quanto previsto dalla norma UNI 12504-4.

B.6.5. Attrezzatura per prelievi di carote in calcestruzzo

Il prelievo di carote in calcestruzzo è stato eseguito mediante la carotatrice Hilti DD 120 E.

B.6.6. Attrezzatura per indagini videoendoscopiche

Per l'esecuzione di tali indagini è stata utilizzata l'apparecchiatura della Olympus VIDEOENDOSCOPIO IPLEX FX - OLIMPUS, codice interno **PE F643**.

B.6.7. Attrezzature per prove di carico statico

L'istruzione operativa formalizzata interna IOP 01 definisce la procedura per la **taratura dei blocchetti piani paralleli** in acciaio aventi codice interno **LAB A89**, conservati in apposita custodia e protetti con uno strato di grasso di vaselina, utilizzati dalla SGM come riferimenti primario nella erogazione dei propri servizi ai Clienti. Tali blocchetti sono tarati dalla Società LTF Sud S.p.A., come documentato dal Rapporto di Taratura MTA CT2347 del 30/03/10.

Mediante calibro a corsoio, è stata eseguita la verifica dei diametri dei martinetti oleodinamici, codice interno **PE F23** e **PE F29** seguendo l'apposita procedura formalizzata interna denominata IOP 32. Si è proceduto al rilievo del diametro della piastra di spinta e degli eventuali steli presenti in almeno 3 posizioni prelevando le misure in posizioni equidistanti. Il valore medio rilevato (sia per la piastra di spinta che per gli eventuali steli presenti) viene utilizzato per il calcolo della superficie di spinta del martinetto.

La **cella di carico**, codice interno **PE F657**, applicata all'estremità di un martinetto, è stata tarata come documentato dal verbale di taratura SGM.

I trasduttori di spostamento, come gli altri strumenti di misura, seguono l'apposita procedura formalizzata interna denominata IOP 03. La **taratura dei trasduttori**, codice interno **PE F100**, **PE F105**, **PE F273**, **PE F598**, **PE F599** e **PE F739** è documentata mediante i verbali di taratura SGM. I sensori sono collegati, tramite appositi cavi schermati, ad una unità elettronica di acquisizione codice interno **PE F224**, tale unità è provvista di n. 8 punti di acquisizione e registrazione in digitale degli andamenti delle frecce. La precisione complessiva del sistema di rilevazione costituito da sensori, cavi e strumenti è dell'ordine dell'1% delle letture effettuate.

La sonda di temperatura utilizzata, codice interno **PE F618**.

B.6.8. Attrezzatura per georadar

Per l'esecuzione di tali indagini è stata utilizzata l'apparecchiatura della BOVIART, codice interno **PE F524**.

ALLEGATO C. VERIFICA DI TARATURA

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio.

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001 settori:

- Materiali da costruzione (Legge n. 1086/71) con Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi;
- Terreni con Decreto n. 54349 del 16/02/2006.

Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova

- Settore prodotti da costruzione (Notifica n. 1676) ai sensi del D.L. 156/03 - D.P.R. n. 246 del 21/04/1993



LABORATORIO MATERIALI

VERIFICA DI TARATURA

RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF100/110125 del 25/01/2011

Pag. 1 di 1

DATI STRUMENTO DA TARARE

Tipo: Trasduttore potenziometrico lineare
Codice: PE F100
Corsa: 25 mm
Istruzione operativa di taratura: IOP 03

DATI STRUMENTI DI RIFERIMENTO

Tipo: Blocchetti pianparalleli
Codice: LAB A89
Rapporto di taratura: MTA CT2347 - MTA Srl - Centro SIT N° 187
Istruzione operativa di taratura: IOP 01
Tipo: Calibratore multifunzionale
Codice: PE F354
Rapporto di taratura: ARO 330688 - ARO SRL - Centro SIT N°46
Istruzione operativa di taratura: SPO-08-A.26

RISULTATI DELLA TARATURA

Data prova: 25/01/2011
Controlli preliminari:

Valore di riferimento [mm]	Valore indicato [mm]	Errore %
0,000	0,000	0,00
6,250	6,254	0,06
12,500	12,460	-0,32
18,750	18,732	-0,10
25,000	24,963	-0,15

Lo Sperimentatore

Dott. Ing. Jorge Javier Lara Consuegra

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Ing. Roberto Calzoni

PERUGIA Sede Legale, Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corciano - Perugia
Tel. +39 075.5170556-5179254-5178092 - Fax +39 075.5178146
E-mail: info@sgmlaboratorio.com - Web site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Antonio Pacinotti, 24 - 37135 Verona
Tel. +39 045.8250321 - Fax +39 045.8232066
E-mail: verona@sgmlaboratorio.com



MILANO

Uffici: Piazza Duomo, 17 - 20121 Milano
Tel. +39 02.876289 - Fax +39 02.45471830

L'AQUILA

Via Cardinale Mazzarino, 100 - 67100 (AQ)
Tel. +39 0862.410343 - Fax +39 0862.414992
E-mail: laquila@sgmlaboratorio.com

DUBAI - EMIRATI ARABI

P.O. BOX: 553
UNITED ARAB EMIRATES

- Materiali da costruzione (Legge n. 1086/71) con Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi;
- Terreni con Decreto n. 54349 del 16/02/2006.

LABORATORIO MATERIALI

VERIFICA DI TARATURA

RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF105/110125 del 25/01/2011

Pag. 1 di 1

DATI STRUMENTO DA TARARE

Tipo: Trasduttore potenziometrico lineare
Codice: PE F105
Corsa: 25 mm
Istruzione operativa di taratura: IOP 03

DATI STRUMENTI DI RIFERIMENTO

Tipo: Blocchetti pianparalleli
Codice: LAB A89
Rapporto di taratura: MTA CT2347 - MTA Srl - Centro SIT N° 187
Istruzione operativa di taratura: IOP 01
Tipo: Calibratore multifunzionale
Codice: PE F354
Rapporto di taratura: ARO 330688 - ARO SRL - Centro SIT N°46
Istruzione operativa di taratura: SPO-08-A.26

RISULTATI DELLA TARATURA

Data prova: 25/01/2011
Controlli preliminari:

Valore di riferimento [mm]	Valore indicato [mm]	Errore %
0,000	0,000	0,00
6,250	6,267	0,28
12,500	12,565	0,52
18,750	18,889	0,74
25,000	25,181	0,72

Lo Sperimentatore

Dott. Ing. Jorge Javier Lara Consuegra

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Ing. Roberto Calzoni

PERUGIA Sede Legale, Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corciano - Perugia
Tel. +39 075.5170556-5179254-5178092 - Fax +39 075.5178146
E-mail: info@sgmlaboratorio.com - Web site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Antonio Pacinotti, 24 - 37135 Verona
Tel. +39 045.8250321 - Fax +39 045.8232066
E-mail: verona@sgmlaboratorio.com

MILANO

Uffici: Piazza Duomo, 17 - 20121 Milano
Tel. +39 02.876289 - Fax +39 02.45471830

L'AQUILA

Via Cardinale Mazzarino, 100 - 67100 (AQ)
Tel. +39 0862.410343 - Fax +39 0862.414992
E-mail: laquila@sgmlaboratorio.com

DUBAI - EMIRATI ARABI

P.O. BOX: 553
UNITED ARAB EMIRATES

- Materiali da costruzione (Legge n. 1086/71) con Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi;
- Terreni con Decreto n. 54349 del 16/02/2006.

LABORATORIO MATERIALI

VERIFICA DI TARATURA

RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF273/110201 del 01/02/2011

Pag. 1 di 1

DATI STRUMENTO DA TARARE

Tipo: Trasduttore potenziometrico lineare
Codice: PE F273
Corsa: 50 mm
Istruzione operativa di taratura: IOP 03

DATI STRUMENTI DI RIFERIMENTO

Tipo: Blocchetti pianparalleli
Codice: LAB A89
Rapporto di taratura: MTA CT2347 - MTA Srl - Centro SIT N° 187
Istruzione operativa di taratura: IOP 01
Tipo: Calibratore multifunzionale
Codice: PE F354
Rapporto di taratura: ARO 330688 - ARO SRL - Centro SIT N°46
Istruzione operativa di taratura: SPO-08-A.26

RISULTATI DELLA TARATURA

Data prova: 01/02/2011
Controlli preliminari:

Valore di riferimento [mm]	Valore indicato [mm]	Errore %
0,000	0,000	0,00
12,500	12,453	-0,38
25,000	24,918	-0,33
37,500	37,392	-0,29
50,000	49,871	-0,26

Lo Sperimentatore

Dott. Ing. Jorge Javier Lara Consuegra

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Ing. Roberto Calzoni

PERUGIA Sede Legale, Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corsiano - Perugia
Tel. +39 075.5170556-5179254-5178092 - Fax +39 075.5178146
E-mail: info@sgmlaboratorio.com - Web site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Antonio Pacinotti, 24 - 37135 Verona
Tel. +39 045.8250321 - Fax +39 045.8232066
E-mail: verona@sgmlaboratorio.com

MILANO

Uffici: Piazza Duomo, 17 - 20121 Milano
Tel. +39 02.876289 - Fax +39 02.45471830

L'AQUILA Via Cardinale Mazzarino, 100 - 67100 (AQ)

Tel. +39 0862.410343 - Fax +39 0862.414992
E-mail: laquila@sgmlaboratorio.com

DUBAI - EMIRATI ARABI

P.O. BOX: 553
UNITED ARAB EMIRATES



- Materiali da costruzione (Legge n. 1086/71) con Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi;
- Terreni con Decreto n. 54349 del 16/02/2006.

- Settore prodotti da costruzione (Notifica n. 1676) ai sensi del D.L. 156/03 - D.P.R. n. 246 del 21/04/1993

LABORATORIO MATERIALI

VERIFICA DI TARATURA

RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF598/110125 del 25/01/2011

Pag. 1 di 1

DATI STRUMENTO DA TARARE

Tipo: Trasduttore potenziometrico lineare
Codice: PE F598
Corsa: 50 mm
Istruzione operativa di taratura: IOP 03

DATI STRUMENTI DI RIFERIMENTO

Tipo: Blocchetti pianparalleli
Codice: LAB A89
Rapporto di taratura: MTA CT2347 - MTA Srl - Centro SIT N° 187
Istruzione operativa di taratura: IOP 01
Tipo: Calibratore multifunzionale
Codice: PE F354
Rapporto di taratura: ARO 330688 - ARO SRL - Centro SIT N°46
Istruzione operativa di taratura: SPO-08-A.26

RISULTATI DELLA TARATURA

Data prova: 25/01/2011
Controlli preliminari:

Valore di riferimento [mm]	Valore indicato [mm]	Errore %
0,000	0,000	0,00
12,500	12,512	0,09
25,000	25,022	0,09
37,500	37,505	0,01
50,000	49,990	-0,02

Lo Sperimentatore

Dott. Ing. Jorge Javier Lara Consuegra

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Ing. Roberto Calzoni

PERUGIA Sede Legale, Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corciano - Perugia
Tel. +39 075.5170556-5179254-5178092 - Fax +39 075.5178146
E-mail: info@sgmlaboratorio.com - Web site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Antonio Pacinotti, 24 - 37135 Verona
Tel. +39 045.8250321 - Fax +39 045.8232066
E-mail: verona@sgmlaboratorio.com

MILANO

Uffici: Piazza Duomo, 17 - 20121 Milano
Tel. +39 02.876289 - Fax +39 02.45471830

L'AQUILA

Via Cardinale Mazzarino, 100 - 67100 (AQ)
Tel. +39 0862.410343 - Fax +39 0862.414992
E-mail: laquila@sgmlaboratorio.com

DUBAI - EMIRATI ARABI

P.O. BOX: 553
UNITED ARAB EMIRATES



- Materiali da costruzione (Legge n. 1086/71) con Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi;
- Terreni con Decreto n. 54349 del 16/02/2006.

- Settore prodotti da costruzione (Notifica n. 1676) ai sensi del D.L. 156/03 - D.P.R. n. 246 del 21/04/1993



LABORATORIO MATERIALI

VERIFICA DI TARATURA

RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF599/101221 del 21/12/2010

Pag. 1 di 1

DATI STRUMENTO DA TARARE

Tipo: Trasduttore potenziometrico lineare
Codice: PE F599
Corsa: 50 mm
Codice acquirente: -
Canale acquirente: -
Istruzione operativa di taratura: IOP 03

DATI STRUMENTI DI RIFERIMENTO

Tipo: Blocchetti pianparalleli
Codice: LAB A89
Rapporto di taratura: MTA CT2347 - MTA Srl - Centro SIT N° 187
Istruzione operativa di taratura: IOP 01
Tipo: Calibratore multifunzionale
Codice: PE F354
Rapporto di taratura: ARO 330688 - ARO SRL - Centro SIT N°46
Istruzione operativa di taratura: SPO-08-A.26

RISULTATI DELLA TARATURA

Data prova: 21/12/2010

Controlli preliminari:

Valore di riferimento		Valore indicato	Errore
[mm]	[mA]	[mA]	%
0,000	4,000	4,000	0,00
12,500	8,000	8,000	-0,01
25,000	12,000	12,024	0,20
37,500	16,000	16,061	0,38
50,000	20,000	20,135	0,67

Lo Sperimentatore

Arch. Jorge Javier Lara Consuegra

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Ing. Roberto Calzoni

PERUGIA

SGM S.r.l. Sede Legale, Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001

Via Y. Gagarin, 69/71 - 06070 S. Mariano di Corciano - Perugia

Tel. +39 075.5170556-5179254-5178092 - Fax +39 075.5178146

E-mail: info@sgmlaboratorio.com - Web site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA

Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001

Via Antonio Pacinotti, 24 - 37135 Verona

Tel. +39 045.8250321 - Fax +39 045.8232066

E-mail: verona@sgmlaboratorio.com



MILANO

Uffici: Piazza Duomo, 17 - 20121 Milano

Tel. +39 02.876289 - Fax +39 02.45471830

L'AQUILA

Uffici: Via Cardinale Mazzarino, 100 - 67100 L'Aquila

Tel. +39 0862.410343 - Fax +39 0862.414992

Email: laquila@sgmlaboratorio.com

DUBAI - EMIRATI ARABI

P.O. BOX: 553

UNITED ARAB EMIRATES

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio.

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001 settori:

- Materiali da costruzione (Legge n. 1086/71) con Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi;

- Terreni con Decreto n. 54349 del 16/02/2006.

Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova

- Settore prodotti da costruzione (Notifica n. 1676) ai sensi del D.L. 156/03 - D.P.R. n. 246 del 21/04/1993



LABORATORIO MATERIALI

VERIFICA DI TARATURA

RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF657/101210 del 10/12/2010

Pag. 1 di 2

DATI STRUMENTO DA TARARE

Tipo: Cella di carico METIOR da 25000 KN mod. TRQ-32/12-CE matr. 200812379
Codice: PE F657
Portata: 20000 Kg a Compressione
Codice acquirettore: PEF 312
Canale acquirettore: 07
Istruzione di taratura: IOP 15

DATI STRUMENTO DI RIFERIMENTO

Tipo: Cella di taratura AEP TRANSDUCERS da 100 KN mod. TCE-TM matr. 205749
Cella di taratura AEP TRANSDUCERS da 1000 KN mod. KAL matr. 54378
Codice: LAB A90
LAB A57
Codice acquirettore: LAB A58
Rapporto di taratura: Certificati N° 73009F del 20/05/2009 e N° 159909F del 17/11/2009 emessi da AEP TECHNOLOGY Centro SIT n° 093
Istruzione di taratura: UNI EN ISO 376

RISULTATI DELLA TARATURA

Data prova: 10/12/2010

CARICO INDICATO F_i		CARICO VERO F_{vm}		RIPETIBILITA'	ACCURATEZZA
[KN]	[Kg]	[KN]	[Kg]	R %	A %
39,24	4000,0	39,16	3992,0	0,00	-0,20
78,48	8000,0	78,06	7957,7	0,01	-0,53
117,72	12000,0	116,76	11901,7	0,03	-0,82
156,96	16000,0	155,86	15888,3	0,01	-0,70
196,20	20000,0	194,57	19833,7	0,01	-0,83

Lo Sperimentatore

Dott. Katia Giannelli

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Ing. Roberto Calzoni

PERUGIA Sede Legale, Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corciano - Perugia
Tel. +39 075.5170556-5179254-5178092 - Fax +39 075.5178146
E-mail: info@sgmlaboratorio.com - Web site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Antonio Pacinotti, 24 - 37135 Verona
Tel. +39 045.8250321 - Fax +39 045.8232066
E-mail: verona@sgmlaboratorio.com



MILANO

Uffici: Piazza Duomo, 17 - 20121 Milano
Tel. +39 02.876289 - Fax +39 02.45471830

L'AQUILA

Via Cardinale Mazzarino, 100 - 67100 (AQ)
Tel. +39 0862.410343 - Fax +39 0862.414992
E-mail: laquila@sgmlaboratorio.com

DUBAI - EMIRATI ARABI

P.O. BOX: 553
UNITED ARAB EMIRATES

Rilievi, monitoraggi, ispezioni, elaborazione dati, certificazioni e prove sperimentali di prodotti da costruzione, strutture, terreni e materiali in sito ed in laboratorio.

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001 settori:

- Materiali da costruzione (Legge n. 1086/71) con Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi;
- Terreni con Decreto n. 54349 del 16/02/2006.

Organismo di Ispezione, Certificazione e Prova

- Settore prodotti da costruzione (Notifica n. 1676) ai sensi del D.L. 156/03 - D.P.R. n. 246 del 21/04/1993



LABORATORIO MATERIALI VERIFICA DI TARATURA

RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF657/101210 del 10/12/2010

Pag. 2 di 2

DATI STRUMENTO DA TARARE

Tipo: Cella di carico METIOR da 25000 KN mod. TRQ-32/12-CE matr. 200812379
Codice: PE F657
Portata: 15000 Kg a Trazione
Codice acquirente: PEF 312
Canale acquirente: 07
Istruzione di taratura: IOP 15

DATI STRUMENTO DI RIFERIMENTO

Tipo: Cella di taratura AEP TRANSDUCERS da 100 KN mod. TCE-TM matr. 205749
Cella di taratura AEP TRANSDUCERS da 1000 KN mod. KAL matr. 54378
Codice: LAB A90
LAB A57
Codice acquirente: LAB A58
Rapporto di taratura: Certificati N° 73109F del 20/05/2009 e N° 160009F del 18/11/2009 emessi da AEP
TECHNOLOGY Centro SIT n° 093
Istruzione di taratura: UNI EN ISO 376

RISULTATI DELLA TARATURA

Data prova: 10/12/2010

CARICO INDICATO Fi		CARICO VERO Fvm		RIPETIBILITA'	ACCURATEZZA
[KN]	[Kg]	[KN]	[Kg]	R %	A %
29,43	3000,0	29,45	3002,33	0,10	0,08
58,86	6000,0	58,93	6006,67	0,03	0,11
88,29	9000,0	88,40	9011,33	0,01	0,13
117,72	12000,0	117,88	12016,00	0,02	0,13
147,15	15000,0	147,36	15021,00	0,01	0,14

Lo Sperimentatore

Dott. Katia Giannelli

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Ing. Roberto Calzoni

PERUGIA Sede Legale, Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Y. Gagarin, 69/71 - 06073 S. Mariano di Corciano - Perugia
Tel. +39 075.5170556-5179254-5178092 - Fax +39 075.5178146
E-mail: info@sgmlaboratorio.com - Web site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001
Via Antonio Pacinotti, 24 - 37135 Verona
Tel. +39 045.8250321 - Fax +39 045.8232066
E-mail: verona@sgmlaboratorio.com



MILANO

Uffici: Piazza Duomo, 17 - 20121 Milano
Tel. +39 02.876289 - Fax +39 02.45471830

L'AQUILA

Via Cardinale Mazzarino, 100 - 67100 (AQ)
Tel. +39 0862.410343 - Fax +39 0862.414992
E-mail: aquila@sgmlaboratorio.com

DUBAI - EMIRATI ARABI

P.O. BOX: 553
UNITED ARAB EMIRATES

- Materiali da costruzione (Legge n. 1086/71) con Decreto n. 38194 del 14/01/1994 e successivi;
- Terreni con Decreto n. 54349 del 16/02/2006.

- Settore prodotti da costruzione (Notifica n. 1676) ai sensi del D.L. 156/03 - D.P.R. n. 246 del 21/04/1993

LABORATORIO MATERIALI VERIFICA DI TARATURA

RAPPORTO INTERNO DI TARATURA N° PEF618/101222 del 22/12/2010

Pag. 1 di 1

DATI STRUMENTO DA TARARE

Tipo: Sonda di temperatura
Codice: PE F618
Campo di misura: + 0 / + 97 °C
Istruzione operativa di taratura: IOP 25

DATI STRUMENTO DI RIFERIMENTO

Tipo: Termometro primario
Codice: LAB A110
Rapporto di taratura: SIET 0081-SIT/06 - SIET S.p.A. - Centro SIT N° 96
Istruzione operativa di taratura: IOP 24

RISULTATI DELLA TARATURA

Data prova: 22/12/2010

Controlli preliminari: Positivi

Valore di riferimento [°C]	Valore indicato [°C]	Errore [°C]
0,0	-0,4	-0,4
14,0	13,6	-0,4
32,0	31,9	-0,1
38,0	38,1	0,1
44,0	44,2	0,2

Lo Sperimentatore

Arch. Jorge Javier Lara Consuegra

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Ing. Roberto Calzoni

PERUGIA

SGM S.r.l. Sede Legale, Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001

Via Y. Gagarin, 69/71 - 06070 S. Mariano di Corsignano - Perugia

Tel. +39 075.5170556-5179254-5178092 - Fax +39 075.5178146

E-mail: info@sgmlaboratorio.com - Web site: www.sgmlaboratorio.com

VERONA

Uffici e Laboratori certificati UNI EN ISO 9001

Via Antonio Pacinotti, 24 - 37135 Verona

Tel. +39 045.8250321 - Fax +39 045.8232066

E-mail: verona@sgmlaboratorio.com



MILANO

Uffici: Piazza Duomo, 17 - 20121 Milano

Tel. +39 02.876289 - Fax +39 02.45471830

L'AQUILA

Uffici: Via Cardinale Mazzarino, 100 - 67100 L'Aquila

Tel. +39 0862.410343 - Fax +39 0862.414992

Email: laquila@sgmlaboratorio.com

DUBAI - EMIRATI ARABI

P.O. BOX: 553

UNITED ARAB EMIRATES