S.R.T. SRL
Studi e Ricerche sul Territorio

Via Piave 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) – Tel 019/885476
e-mail info@laboratoriosrt.it – pec srtsrl@gigapec.it

STUDIOTECNICOINGEGNERIA

Via del Roggetto 43/3 - 17031 Albenga (SV)
mail studio@ingbadoino.it – pec edgardo.badoino1@ingpec.eu

COMUNE DI GENOVA
PROVINCIA DI GENOVA

OSPEDALE ANTERO MICONE - CC
PALAZZINA UFFICI – AG
VIA DOMENICO OLIVA n. 22 – GENOVA (GE)

PROVA DI CARICO
SOLAIO PIANO 1

Capitale sociale € 20.000,00 - P.Iva 01644720094

SOMMARIO

1 INTRODUZIONE 3
2 DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO 3
2.1 DATI EDIFICIO E UBICAZIONE 3
2.2 DESCRIZIONE DELL'IMMOBILE 4
3 METODI DI ANALISI 5
3.1 TERMOGRAFIA 5
3.1.1 APPARECCHIATURA UTILIZZATA PER LE INDAGINI 5
3.1.2 DESCRIZIONE DEL METODO 5
3.2 PROVA DI CARICO e MODALITA' OPERATIVE 6
3.2.1 ASPETTI GENERALI 6
3.2.2 ASPETTI NORMATIVI 6
3.2.3 DESCRIZIONE DEL METODO 6
3.2.4 STRUMENTAZIONE DI MISURA UTILIZZATA 6
3.2.5 REALIZZAZIONE DEL CARICO DI PROVA 8
3.2.6 CARICO EQUIVALENTE 13
3.2.7 DETERMINAZIONE DELLA FASCIA COLLABORANTE b 14
3.2.8 INCREMENTO CARICO PER EFFETTO FASCIA COLLABORANTE 15
3.2.9 CARICO TOTALE DI PROVA Qa 15
3.2.10 CARICO EFFETTIVO AGENTE SULL'IMPRONTA Qa eff 16
3.2.11 CARICO UNIFORMENETE DISTRIBUITO EFFETTIVO 16
3.2.12 SOLLECITAZIONI E FRECCE 16
3.2.13 VERIFICA SPERIMENTALE DELLE CONDIZIONI DI VINCOLO 17
3.2.14 ANALISI DEI DATI SPERIMENTALI 18
4 RILIEVI E DESCRIZIONE DELLE INDAGINI 19
4.1 TERMOGRAFIE 19
5 RISULTATI DI ANALISI 19
5.1 CALCESTRUZZO 19
5.1.1 VALUTAZIONE RESISTENZA CALCESTRUZZO E CALCOLO MODULO ELASTICO 19
5.2 ACCIAIO 19
5.2.1 ACCIAIO ARMATURA SOLAI 19
5.3 MOMENTO DI INERZIA DELLE SEZIONI 20
5.3.1 MOMENTO DI INERZIA SEZIONE SOLAIO S1 20
5.4 PROVA DI CARICO 1 21

5.4.1 DESCRIZIONE DELLA PROVA 21
5.4.2 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA 24
5.5.3 DATI DI INDAGINE 25
5.4.4 REPORT DI PROVA – Tabella delle letture 26
5.4.5 DIAGRAMMI ACQUISITI 27
6 RELAZIONE INTERPRETATIVA DELLE PROVE DI CARICO 27
6.1 PREMESSA 27
6.2 ANALISI DELLA PROVA DI CARICO 28
6.3 STUDIO DELLA CONFIGURAZIONE INSTALLAZIONE STRUMENTO DI ANALSI 32
CONCLUSIONI 34
BIBLIOGRAFIA 35
ALEGATI 35

1 INTRODUZIONE

La società S.R.T. S.r.l. è stata incaricata dal ASL 3 Liguria di effettuare una prova di carico sui solai di n. 2 vani adiacenti collocati al piano primo del laboratorio di analisi dell'Ospedale P.A. Micone di Sestri Ponente per valutarne l'adeguatezza statica a sopportare i carichi previsti per l'installazione di una nuova strumentazione di analisi necessaria alla struttura ospedaliera.

Le indagini svolte consistono in n. 1 prova di carico con due sacconi su solaio ed alla verifica delle caratteristiche geometriche, meccaniche e fisiche degli elementi costituenti gli impalcati dell'edificio.

Il Laboratorio S.R.T. S.r.l. con sede in via Piave n. 122/A in Vado Ligure (SV), è autorizzato dal Ministero e delle Infrastrutture e Trasporti per le prove di cui all'art. 20 L. 1086/71 e s.m.i., e opera con tecnici Certificati di Livello II per i controlli non distruttivi.
L'incarico ricevuto è assolto in collaborazione con il Dott. Ing. Badoino Edgardo, Iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Savona con n° 1442 e studio professionale in via del Roggetto n. 43/3 in Albenga (SV) di cui il Laboratorio si avvale per le analisi numeriche della prova di carico e le verifiche svolte.

2 DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

2.1 DATI EDIFICIO E UBICAZIONE

EDIFICIO: Ospedale Antero Micone
SEDE: Via Domenico Oliva n. 22 – Genova

Figura 1: Ortofoto ubicazione edificio scolastico [fonte: Google Maps]

2.2 DESCRIZIONE DELL'IMMOBILE

L'edificio, collocato all'ingresso del complesso ospedaliero si sviluppa su 3 piani fuori terra ed è costituito da una struttura con pilastri e travi in calcestruzzo armato e solai in laterocemento.

I locali oggetto delle indagini sono destinati a laboratorio analisi.

3 METODI DI ANALISI

3.1 TERMOGRAFIA

3.1.1 APPARECCHIATURA UTILIZZATA PER LE INDAGINI

Le indagini sono eseguite utilizzando una Termocamera Flir B335, avente le seguenti caratteristiche tecniche:

Specifiche FLIR B335

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

3.1.2 DESCRIZIONE DEL METODO

La TERMOGRAFIA IR è una tecnica diagnostica non distruttiva che misura la radiazione infrarossa emessa da un corpo ed è in grado di determinarne la temperatura superficiale.

La radiazione infrarossa, scoperta nei primi anni del 1800 da Friedrich Wilhelm Herschel, è emessa da tutti gli oggetti sopra lo zero assoluto (-273.16°C) ed è generata da un'accelerazione delle particelle cariche elettricamente. Quando un oggetto si scalda, aumenta la sua attività molecolare e quindi aumenta l'energia irradiata.

Sono generate delle mappe, rappresentative delle zone indagate, che associano ad una temperatura rilevata un colore corrispondente.

La mappatura della temperatura superficiale è fondamentale per poter valutare lo stato di conservazione dei materiali stessi. Materiali a differenti temperature sono sintomatici di patologie di degrado in atto sull'edificio o sull'impianto tecnologico analizzato.

La moderna termografia a infrarossi viene eseguita mediante dispositivi ottici elettronici che rilevano e misurano la radiazione mettendola in relazione con la temperatura superficiale della struttura o dell'apparecchiatura.

3.2 PROVA DI CARICO e MODALITA' OPERATIVE

3.2.1 ASPETTI GENERALI

Le prove di carico su solaio sono eseguite mediante l'applicazione di un carico di prova in grado di indurre nelle strutture resistenti del solaio le sollecitazioni previste in fase progettuale. La prova permette di valutare il comportamento delle opere sotto le azioni di esercizio di un elemento in opera.

Le finalità delle prove di carico statiche sono:

- Controllare la conformità della struttura a portare i carichi di esercizio;
- Stabilire il massimo carico di servizio in condizioni di sicurezza;
- Determinare la capacità portante ultima della struttura.

Nel corso delle prove di carico statiche si analizzano:

- Valori dei carichi e delle sollecitazioni agenti;
- Valori degli spostamenti e/o delle deformazioni;
- Valori di eventuali aperture di fessure.

3.2.2 ASPETTI NORMATIVI

Le prove di carico sono richiamate al punto 9.2 – prove di carico del Cap. 9 "Collaudo statico" delle Norme tecniche delle Costruzioni, di cui al DM 14/01/2008.

3.2.3 DESCRIZIONE DEL METODO

Il metodo impiegato per l'esecuzione delle prove di carico prevede l'applicazione di un carico parzialmente uniforme sull'intradosso del solaio da indagare. Il carico di prova è ottenuto utilizzando uno o più sacconi posizionati simmetricamente rispetto alla mezzeria del solaio cercando di coprire il più possibile l'intera luce dell'impalcato per meglio rappresentare la condizione del carico uniforme ed ottenere sollecitazioni e risposte deformative più coerenti con le espressioni teoriche di progetto.
Il carico è calcolato per produrre in mezzeria lo stesso stato tensionale massimo previsto per le imposizioni normative relative alla destinazione d'uso.
La condizione di carico che si sviluppa va confrontata con il carico distribuito di prova attraverso l'eguaglianza del momento in mezzeria.

3.2.4 STRUMENTAZIONE DI MISURA UTILIZZATA

<u>Trasduttori</u>
La rilevazione delle deformazioni è eseguita utilizzando una serie di Trasduttori di spostamento lineare L da 50 mm

<u>Sacconi d'acqua</u>
Il carico è applicato riempiendo con acqua uno o più serbatoi a cuscino in tessuto poliestere SO.CA.P. tipo "S" rettangolare con le seguenti dimensioni dell'impronta di carico:

D = 3,0 m dimensione longitudinale dell'impronta del saccone utilizzato

C = 2,0 m dimensione trasversale dell'impronta del saccone utilizzato

Af = (3m x 2m) = 6,0mq Superficie impronta di carico

In base a tabelle fornite dalla ditta produttrice l'impronta a terra ha dimensioni maggiori quando il saccone supera il livello d'acqua di 60cm;

Carico in funzione dell'altezza di un serbatoio						
Altezza H (cm)	20	40	60	75	80	84
Carico (kg/m²)	200	400	580	700	730	750
Carico in funzione dell'altezza di due serbatoi sovrapposti						
	serbatoio inferiore		serbatoio superiore			
Altezza totale (cm)	20	40	60	80	100	120
Carico (kg/m²)	200	400	600	800	1000	1200

pertanto l'impronta ha le seguenti dimensioni:

hw=60cm	Q=580 Kg/mq	D' = 3,04 m	C' = 2,04 m	A'f=6,21 mq
hw=75cm	Q=700 Kg/mq	D' = 3,08 m	C' = 2,08 m	A'f=6,43 mq
hw=80cm	Q=730 Kg/mq	D' = 3,11 m	C' = 2,11 m	A'f=6,58 mq
hw=83cm	Q=750 Kg/mq	D' = 3,14 m	C' = 2,14 m	A'f=6,72 mq

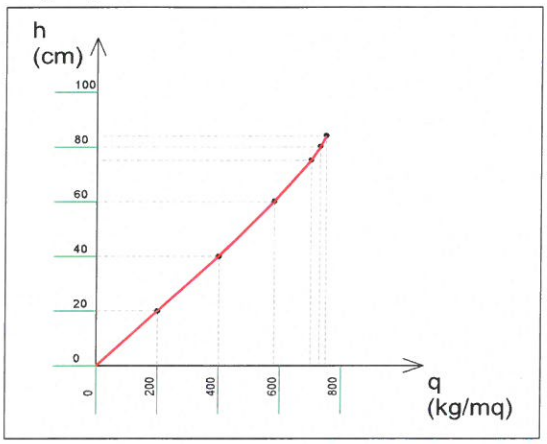


Figura 2: Diagramma correlazione carico / altezza acqua nel saccone

Centralina di acquisizione

I dati sono rilevati da una centralina: Acquisitore Dinamico DaTa500

Frequenza di acquisizione: 10 ÷ 200 kHz

Risoluzione 24 bit

IEPE—MSI adapter ±0,1 V, ±1 V, ±10 V

Accuratezza: 10V, 1 V, 100 mV, 10 mV: 0,1% del valore

La centralina di acquisizione registra in continuo i valori delle misure dei trasduttori di spostamento. Un computer collegato alla centralina consente l'elaborazione in sito e la rappresentazione in tempo reale della risposta strumentale.

Aste porta trasduttori

Le aste posizionate a terra su un treppiede hanno un sistema telescopico che permette di raggiungere il punto di misura all'intradosso del solaio anche se questo è posto ad altezze considerevoli.
Le aste sono costituite da una lega di alluminio che ha una dilatazione termica pari a 0,000024, cioè 0,024mm per ogni metro e ogni grado.
Un trasduttore specifico posizionato fuori dall'area di carico ha la funzione di rilevare le deformazioni dovute alle dilatazioni termiche. Tali valori compensano positivamente o negativamente le misure sperimentali.
Per prove con durata "breve" in cui è previsto che il ciclo termico giornaliero non sia interamente completato si omette tale comparazione ma si esegue la prova in condizioni "al buio" cioè evitando che il sole filtrante da una bucatura possa variare significativamente lo stato termico medio dell'ambiente.

3.2.5 REALIZZAZIONE DEL CARICO DI PROVA

Le NTC 2018 forniscono i carichi di esercizio commisurati alla destinazione d'uso dell'opera.

La destinazione d'uso relativa ad un ambiente ospedaliero è definito nella Tabella 3.1.II, la Cat. C1 ed equivalgono a:

- Cat.C1 Car qk= 3,0 kN/mq

Oltre al carico di servizio che il solaio deve sopportare è richiesto la verifica di un carico specifico data dal peso proprio di uno strumento che dovrà essere posizionato all'interno dei vani oggetto di prova.

- Cat. U Strumento per analisi **P= 6,20 kN**

Tale strumento distribuisce il suo peso su un impronta che è desunta dalla scheda tecnica del prodotto.

L'impronsta dello strumento è dfinita in E=932mm; D=2296mm
Pertanto l'area di carico prevede una distribuzione estesa all'impronta di

- Qstu= 6,20 kN/(0,93m x 2,23m)= **2.98 kN/mq**

TABELLA DEI CARICHI – NTC 2018

Tab. 3.1.II - *Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni*

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	**Ambienti ad uso residenziale**			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	**Uffici**			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	**Ambienti suscettibili di affollamento**			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00

Figura 3: Valori dei carichi di esercizio per le diverse categorie di edifici

3 Dati tecnici

Finalità di questo capitolo

Questo capitolo illustra al lettore il Genesis FE500 e i suoi componenti principali. Contiene dati tecnici, di prestazione e requisiti necessari all'utilizzo.

3.1 Identificazione ed etichettatura del prodotto

Targhetta di identificazione

I dettagli per l'identificazione dell'apparecchiatura possono essere letti sulla targhetta di identificazione situata nella parte posteriore sinistra dello strumento Genesis FE500.

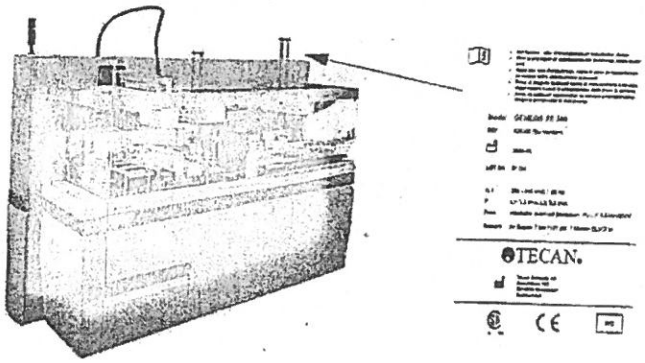


Fig. 3-1 Genesis FE500

Sulla targhetta di identificazione si trovano i seguenti dati:

- Dati di identificazione
  - Modello
  - REF: dati per l'ordinazione (numero categorico) di Genesis FE500
  - Data di produz.: data di produzione
  - LOT SN: numero di serie
- Dati tecnici
  - U, f: tensione di alimentazione (Volt), frequenza (Hertz)
  - P: potenza assorbita (VA)
  - Fuse: protezione mediante fusibili richiesta (A)
  - Remark:
- Nome e indirizzo del produttore
- Contrassegno di conformità

Altri dettagli per l'identificazione del prodotto, come i dati specifici dello strumento ordinato, possono essere tratti dal libretto **Genesis FE500 Maintenance and Service Logbook**.

3.2.2 Peso

Strumento base	circa 395 kg
Centrifuga (CEN)	110 kg
Unità di ispezione provette (TIU)	8,2 kg
Decapper (DEC)	16,5 kg
Etichettatrice di provette secondarie con stampante di codice a barre (STL)	70 kg
Aliquoter (ALI)	6 kg
Configurazione completa dello strumento	circa 620 kg

3.2.3 Dimensioni dell'area di scarico

Numero di posizioni della griglia	32
Distanza della griglia	25 mm
Area utilizzabile	810 x 390 mm

3.2.4 Alimentazione

Tab. 3-1 Panoramica Europa e USA

	Europa	USA
N. cat.	620300 (versione UE)	620400 (versione US)
Tensione	398 - 415 VAC, 2L/N/PE, 50 Hz	191 - 220 VAC, 2L/N/PE, 60 Hz
Potenza	L1: 1,2 kVA L2: 2,8 kVA	L1: 1,2 kVA L2: 2,8 kVA

Pressione dell'aria	min. 7 bar
Portata d'aria	max. 65l/min.

TECAN.

3.2 Caratteristiche dello strumento

3.2.1 Genesis FE500 Dimensioni complessive

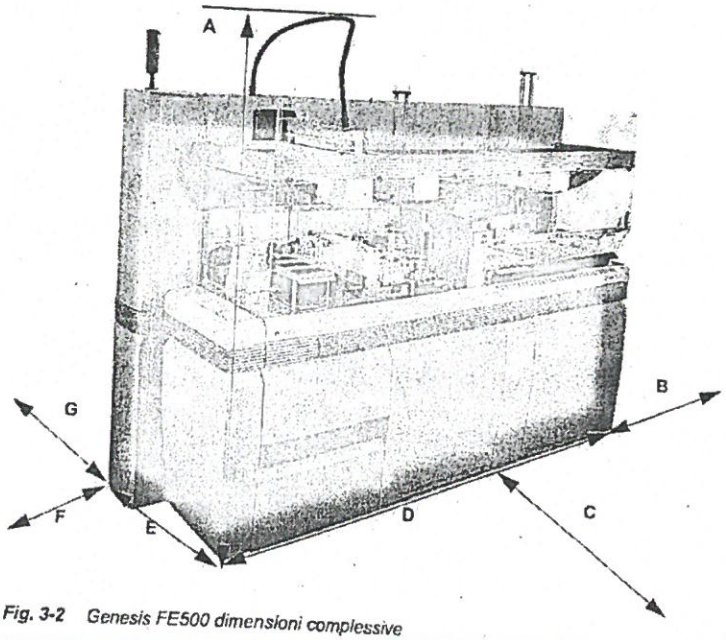


Fig. 3-2 Genesis FE500 dimensioni complessive

A	max. 1726 mm	E	932 mm
B	min. 400 mm	F	min. 400 mm
C	min. 1000 mm	G	min. 800 mm
D	2296 mm		

ATTENZIONE

Non coprire mai le aperture di ventilazione (sul lato posteriore dello strumento).

Il carico di prova deve tener conto della destinazione d'uso e dei carichi permanenti non ancora presenti sul solaio.

Pertanto il **carico di prova** è calcolato secondo la seguente formulazione

$$q_{prova} = q_{acc} + q_{perm} \qquad (1)$$

3.2.6 CARICO EQUIVALENTE

Il carico equivalente di prova è il carco che occorre applicare al solaio per produrre in un punto le stesse sollecitazioni massime di progetto.

Solitamente, non essendo possibile o conveniente caricare l'intera impronta dell'orizzontamento, il carico viene applicato su una superficie ridotta del solaio.

Le norme Tecniche per le Costruzioni 2008 parlano di "sollecitazioni massime di esercizio".

Nel casi in esame si imprime un carico distribuito su un impronta limitata del solaio mediante l'impiego di un saccone rettangolare che dovrà essere riempito d'acqua. Con tale carico si vuole indurre nella mezzeria del solaio il massimo momento flettente che è possibile calcolare analiticamente in considerazione del carico accidentale previsto per la destinazione d'uso considerata.

$$q = q_{coll} = k \cdot (q_{acc} + q_{perm}) \qquad (2)$$

Dove:

q_{perm} è il carico permanente non ancora in opera.

k = coeff che tiene conto degli effetti di ripartizione trasversale del carico

La determinazione del carico equivalente *qa* è calcolata uguagliando i momenti flettenti in mezzeria dei due sistemi statici analoghi con differenti situazioni di carico, come è rappresentato nello schema seguente

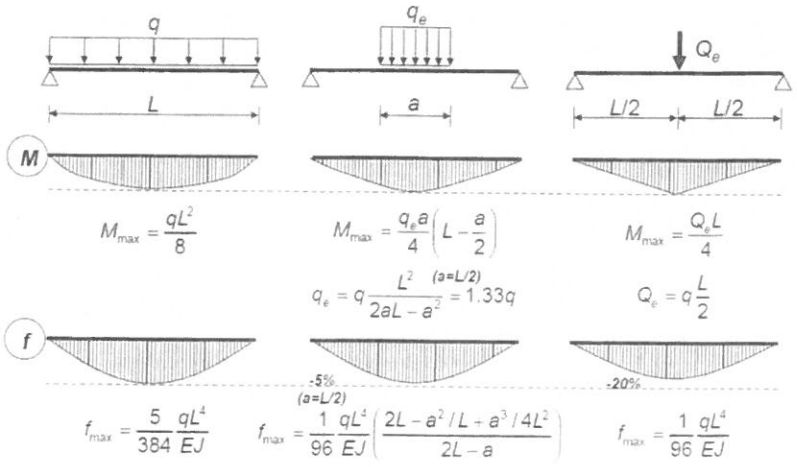


Figura 4: Carico equivalente: Determinazione in base al momento flettente

Nell'ipotesi di solaio in semplice appoggio l'uguaglianza tra i Momenti porta alla seguente formula del **carico equivalente**:

$$q_a = \frac{qL^2}{2LD - D^2} \qquad (3)$$

Dove:

q = carico uniformemente distribuito.

L = luce del solaio

D = dimensione longitudinale dell'impronta del saccone utilizzato

3.2.7 DETERMINAZIONE DELLA FASCIA COLLABORANTE b

I solai si comportano come piastre vincolate sui quattro lati. Di fatto anche i travetti distanti dalla zona caricata forniscono un contributo collaborando con quello più sollecitato.

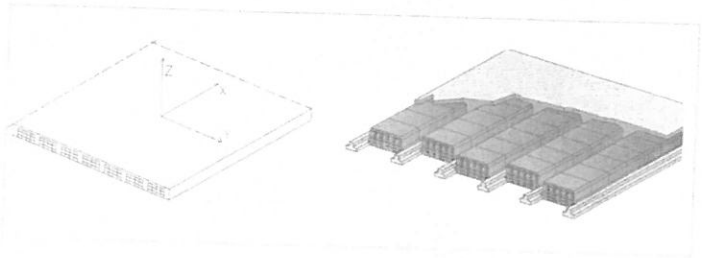


Figura 5: Solaio tipo con travetti collaboranti

Pertanto, quando non è possibile caricare l'intera specchiatura di solaio compresa tra quattro pilastri, al fine di sollecitare la zona caricata così come previsto in progetto, è necessario determinare con buona approssimazione la zona di solaio collaborante e valutare di conseguenza l'entità della zavorra necessaria per la prova.

Sperimentalmente è possibile determinare la dimensione trasversale della **fascia collaborante b** maggiore rispetto alla dimensione trasversale dell'impronta di carico del saccone.
Tale fascia coinvolge i travetti non direttamente soggetti al carico di prova ma collaboranti (grazie alla presenza della caldana armata con i ferri di ripartizione) con i travetti direttamente caricati.

La formulazione proposta discende dall'uguaglianza delle aree sottese alle linee elastiche delle deformate trasversali di due sistemi congruenti caricate con il carico q.

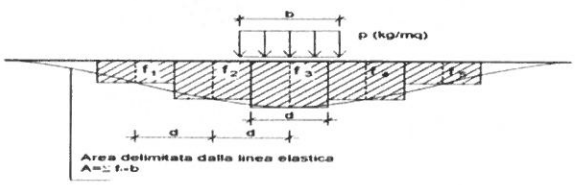


Figura E.3. Calcolo dell'area sottesa dalla linea di inflessione trasversale mediante somma dei rettangoli di compenso

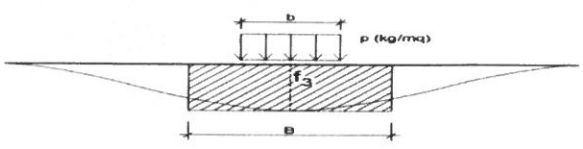


Figura E.4. Deformata trasversale

Figura 6:

Fascia collaborante **b**

$$b = \frac{(f_c + 2\sum f_i) \cdot s}{f_c} \qquad (4)$$

Dove:

fc = freccia sperimentale misurata in mezzeria

fi = frecce sperimentali misurata in senso trasversale alla luce del solaio

s = distanza tra i punti di misura delle frecce trasversali

3.2.8 INCREMENTO CARICO PER EFFETTO FASCIA COLLABORANTE

Il carico equivalente deve essere incrementato del fattore k visto nella (2) al fine di permettere al solaio una deformazione congruente con le ipotesi progettuali in modo da considerare l'effetto della fascia che porta ad una minore deformazione del solaio.

Pertanto si individua il fattore k chiamato anche **Incremento di carico i** così calcolato:

$$i = \frac{b}{C} \qquad (5)$$

Dove:

b = dimensione della fascia collaborante

C = dimensione trasversale dell'impronta del saccone utilizzato

Il **carico equivalente qa** prima calcolato con la (3) è quindi incrementato del fattore **i** e pertanto si ottiene:

$$q_a' = q_a \cdot i = q_a \frac{b}{C} \qquad (6)$$

3.2.9 CARICO TOTALE DI PROVA Qa

La **quantità d'acqua Qa** che dovrà essere immessa all'interno del saccone per simulare il carico distribuito sul solaio considerato, l'impronta effettiva del carico e l'incremento dovuto per l'effetto della fascia collaborante sono così calcolate:

$$Q_a = q_a' \cdot A_f \qquad (7)$$

Dove:

Af = superficie dell'impronta a terra del saccone utilizzato = D x C

Occorre tenere in considerazione la deformazione del saccone durante il riempimento in quanto l'impronta effettiva a terra aumenta in funzione del livello di acqua presente. In base alle indicazioni fornite dal produttore del saccone è possibile valutare l'incremento delle dimensioni in pianta in relazione alla quantità d'acqua presente. Pertanto l'impronta a terra del saccone è calcolata con:

$$A_f' = D' \cdot C' \qquad (8)$$

Dove:

D' = dimensione longitudinale effettiva dell'impronta del saccone in carico

C' = dimensione trasversale effettiva dell'impronta del saccone in carico

3.2.10 CARICO EFFETTIVO AGENTE SULL'IMPRONTA Qa eff

Per determinare il cario effettivamente agente sull'impronta è necessario ridurre il carico della collaborazione trasversale valutato sull'effettiva impronta di carico A'f, per cui si ha

$$q_a^{'} = \frac{Q_a}{A_f^{'}} \qquad (9)$$

$$i = \frac{b}{C'} \qquad (10)$$

e si ottiene il **carico effettivo qa eff** su impronta a terra

$$q_a eff = q_a^{'} / i' \qquad (11)$$

3.2.11 CARICO UNIFORMENETE DISTRIBUITO EFFETTIVO

Conosciuto il carico effettivo agente sull'impronta è possibile ricalcolare con la formula (3) il valore del carico uniformemente distribuito e valutare le sollecitazioni e deformazioni sperimentali con quelle teoriche.

Pertanto il **carico uniformemente distribuito effettivo qeff** risulta

$$q_{eff} = \frac{q_{aeff}(2LD - D^2)}{L^2} \qquad (12)$$

3.2.12 SOLLECITAZIONI E FRECCE

La prova di carico conduce ad applicare un carico di prova su una limitata porzione di solaio e a rilevare sperimentalmente le deformazioni. A livello teorico il carico attribuito al solaio ha una distribuzione uniforme su tutta la specchiatura. Si ha pertanto un sistema statico rappresentato da configurazione con carico uniformemente distribuito (condizione teorica) e carico uniforme parzialmente distribuito (condizione di prova), pertanto si distinguono due condizioni differenti:

Solaio in semplice appoggio	
Carico distribuito qeff (cond. teorica)	Carico ripartito qa eff (Cond. di prova)
M=1/8 qeff L^2	M=1/4 qa eff DL-1/8qa eff D^2

Dall'uguaglianza dei momenti si ricava la (12) e si procede con un confronto corretto delle frecce per determinare la freccia sperimentale

$$f = \frac{q_a D}{96EJ}(2L^3 - LD^2 + \frac{D^3}{4}) \qquad (13)$$

Solaio con incastro perfetto	
Carico distribuito qeff (cond. teorica)	Carico ripartito qa eff (Cond. di prova)
M=1/4 qeff L^2-1/8 qeff L^2-1/12qeff L^2	M=1/4 qa eff DL-1/8qa eff D^2-1/24 qaeff DL(3-D^2/L^2)

Dall'uguaglianza dei momenti si ricava

$$q_{eff} = \frac{q_{aeff} L^2}{3LD - 3D^2 + \frac{D^3}{L}} \qquad (14)$$

ed una freccia sperimentale pari a

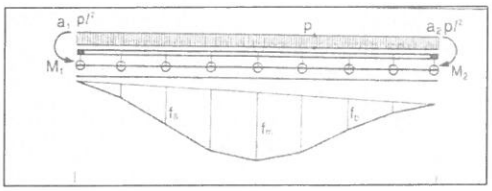
$$f = \frac{q_a D}{384EJ}(2L^3 - 2LD^2 + D^3) \qquad (15)$$

3.2.13 VERIFICA SPERIMENTALE DELLE CONDIZIONI DI VINCOLO

La prova di carico permettere di ottenere le indicazione sul grado di vincolo all'appoggio del solaio. Prescindendo dalle condizioni statiche secondo le quali è stato calcolato il solaio in sede di progetto, è comunque realistico pensare che in opera il solaio abbia un comportamento differente rispetto alle condizioni teoriche. Questo è dovuto al fatto che un solaio può essere dimensionato e calcolato con vincoli di semplice appoggio. Nella realtà lo stesso solaio trova un semincastro nelle travi o nei cordoli che lo sostengono perimetralmente.

Le reali condizioni di vincolo pertanto non sono note perché non corrispondono esattamente alle ipotesi progettuali e non sono rilevabili con indagini in loco che permettano una descrizione del nodo di appoggio.

La prova di carico riesce a dare una conoscenza diretta del grado di incastro in appoggio. Con l'opportuna disposizione di flessimetri lungo l'asse longitudinale della striscia caricata si rileva sperimentalmente la linea elastica del solaio.



Calcolando i rapporti fra gli abbassamenti ai quarti della luce ed in mezzeria:

$$R_1 = \frac{f_{1/4}}{f_{1/2}} \qquad R_2 = \frac{f_{3/4}}{f_{1/2}} \qquad (16)$$

e ponendo:

$$a_1 = \frac{1.30R_1 - 0.93 + (3.90 - 6.30R_1)a_2}{6.30R_1 - 5.50} \qquad (17)$$

$$a_2 = \frac{1.49 - 0.79R_1 - 1.30R_2}{15.04 - 10.08(R_1 + R_2)} \qquad (18)$$

si risale ai momenti di estremità

$$M_1 = a_1 pl^2 \qquad M_2 = a_2 pl^2 \qquad (19)$$

Per cui la freccia teorica effettiva in mezzeria alla quale dovrà risultare inferiore quella sperimentale sarà data da:

$$f = \frac{5}{384}\frac{pl^4}{EJ} - (M_1 + M_2)\frac{l^2}{16EJ} \qquad (20)$$

3.2.14 ANALISI DEI DATI SPERIMENTALI

La prova di carico permette di ottenere le deformazioni della struttura in fase di carico, le deformazioni viscose a carico applicato ed il recupero elastico durante le fasi di scarico.
Le strutture hanno un comportamento elasto - plastico in quanto se i materiali fossero perfettamente elastici la curva f=F(q) risulterebbe una retta "r". Poiché le strutture non sono perfettamente elastiche, la prova segue una spezzata "s" che mette in luce le perdite di energia e le deformazioni residue.

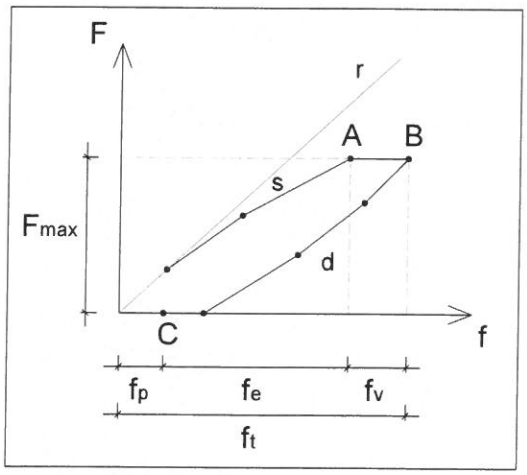


Figura 7: Diagramma schematico "Freccia-Carico" con indicazione delle frecce

4 RILIEVI E DESCRIZIONE DELLE INDAGINI

4.1 TERMOGRAFIE

Sul solaio è stata eseguita un indagine con termocamera per verificare l'orditura. Le informazioni relative all'orditura dei solai sono contenute nell'allegato A2.

5 RISULTATI DI ANALISI

5.1 CALCESTRUZZO

5.1.1 VALUTAZIONE RESISTENZA CALCESTRUZZO E CALCOLO MODULO ELASTICO

Valutato il periodo di edificazione e considerato che le strutture nel loro complesso non presentano segni di degrado in quanto sono assenti quali distacchi o espulsioni di ferri, si ritiene che sia ammissibile qualificare il calcestruzzo con una resistenza Rc=25 N/mmq.

Resistenza calcestruzzo = Rc = 25 N/mmq.

Stimata la resistenza del calcestruzzo si calcola il modulo elastico secante Ecm mediante le formulazioni indicate nelle NTC2018

Le norme tecniche per le costruzioni (paragrafo 11.2.10.3) stabiliscono che per modulo elastico istantaneo del calcestruzzo deve essere assunto quello secante tra la tensione nulla e 0,40 fcm, dove fcm è la resistenza cilindrica media a compressione del calcestruzzo.

Si ha pertanto:

REISTENZA CARATTERISTICA MEDIA – SOLAI SCUOLA S1

$Rck = 25{,}0\ N/mm^2$

$fck = 0{,}83\ Rck = 0{,}83 \times 25{,}0 = 20{,}75\ N/mm^2$

$fcm = fck + 8 = 20{,}75 + 8 = 28{,}75\ N/mm^2$

Ecm $= 22.000 \times [fcm/10]^{0,3} =$ **29.962** $[N/mm^2]$

Tale valore del Modulo Elastico è assunto per le analisi sugli elementi del solaio tipologia S1.

5.2 ACCIAIO

5.2.1 ACCIAIO ARMATURA SOLAI

Le valutazioni sulle caratteristiche fisiche dell'acciaio di armatura individuato all'interno degli elementi strutturali indagati vengono dedotti valutando il periodo di costruzione dell'edificio e dalle indicazioni storiche apprese durante i sopralluoghi eseguiti.

Sulla base delle considerazioni storiche-tipologiche a cui il materiale può essere attribuito si individuano le caratteristiche degli acciai presenti nelle strutture dell'edificio. Pertanto non sono stati eseguiti prelievi di campioni e non è stato possibile eseguire delle prove dirette in laboratorio.

Dalle informazioni documentali e da quanto si è potuto apprendere con saggi esplorativi le strutture di orizzontamento appartenenti all'impalcato laterocementizio del piano terra appartengono al periodo di costruzione dell'edificio e quindi appartenenti agli acciai prodotti negli anni '70

L'acciaio impiegato è il tipo FeB32 – ferro tondino normale

L'attribuzione delle proprietà meccaniche dell'acciaio deriva da uno studio bibliografico da cui si ottengono informazioni sulle caratteristiche di rottura e snervamento.

Tabella 1 - Evoluzione temporale delle principali indicazioni normative relative alla classificazione degli acciai di armatura

Normativa	R.D.L. n°2229/1939			LL.PP. n°1472/1957				D.M.30/05/1972					D.M. 30/05/1974			
Tipologia	liscio			liscio			a.m.	liscio		aderenza migliorata (a.m)			liscio		a.m.	
Denominazione	Dolce	Semi duro	Duro	Aq42	Aq50	Aq60		FeB22	FeB32	A38	A41	FeB44	FeB22	FeB32	FeB38	FeB44
Snervamento (kgf/mm^2)	≥23	≥27	≥31	≥23	≥27	≥31	/	≥22	≥32	≥38	≥41	≥44	≥22	≥32	≥38	≥44
Rottura (kgf/mm^2)	42-50	50-60	60-70	42 - 50	50 - 60	60-70	/	≥34	≥50	≥46	≥50	≥55	≥34	≥50	≥46	≥55
Allungamento (%)	≥20	≥16	≥14	≥20	≥16	≥14	≥12	≥24	≥23	≥14	≥14	≥12	≥24	≥23	≥14	≥12

Figura 8: Tabella 1 estratta da: GERARDO MARIO VERDERAME, PAOLO RICCI, MARILENA ESPOSITO, FILIPPO CARLO SANSIVIERO "Le caratteristiche meccaniche degli acciai impiegati nelle strutture in c.a. realizzate dal 1950 al 1980" Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Università degli Studi di Napoli Federico II

In sede di analisi, a seguito delle indagini eseguite e sostenuti da indicazioni bibliografiche, possiamo attribuire alle barre in acciaio lisce che caratterizzano le armature dei solai le seguenti caratteristiche meccaniche:

fy ≥ 320 [MPa]
ft = 500 [MPa] σamm = 1400 [kg/cmq]

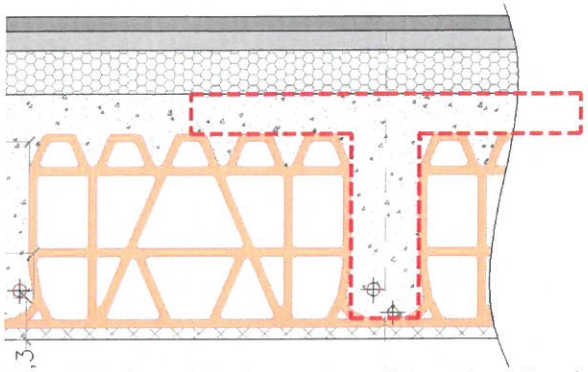
La tensione ultima di progetto fyd=fy/1,15 = 278 [N/mmq] è considerata per il calcolo del momento resistente della sezione.

5.3 MOMENTO DI INERZIA DELLE SEZIONI

5.3.1 MOMENTO DI INERZIA SEZIONE SOLAIO S1

La geometria della sezione resistente del calcestruzzo e la posizione delle barre posizionate all'interno della sezione è stata ipotizzata ma non direttamente, non essendo oggetto della presente indagine; tuttavia alcune verifiche in fase di sopralluogo, consentono di affermare che la sezione considerata per la verifica del solaio, consente un calcolo con buon margine di sicurezza.
Sulla base della sezione ipotizzata si calcola il Momento di Inerzia omogeneizzato della sezione.
Geometria della sezione resistente del solaio (Interasse nervature i=50 cm)

Il calcolo è eseguito con l'ausilio del programma PresFle della ditta Concrete S.r.l. di Padova.



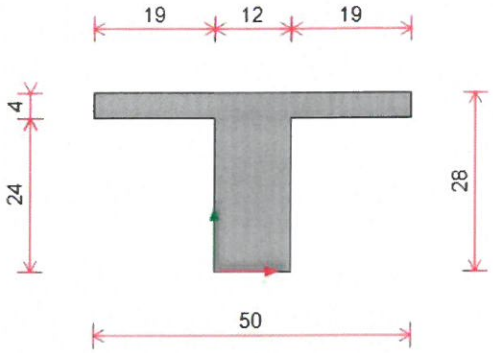


Figura 9: Sezione reistente nervatura solaio e schematizzazione geometrica

Xg	6
Yg	17,7
Area	488
Jx	37225,09
Jy	45122,67
Jxy	0
Jm	37225,09
Jn	45122,67
α X su M	0
Area Tx FEM	166,67
Area Ty FEM	280
JxFEM	37225,09
JyFEM	45122,67
JtFEM	17217,4

Figura 10: Definizione geometrica sezione solaio S1 e calcolo Jxid

Momenti di inerzia da calcolo:

Jx,id	= 37.225 cm^4	Momento di inerzia della sezione (larghezza b=50cm)
Jx,id	= 74.450 cm^4	Momento di inerzia riferita ad una striscia di solaio larga 1m

5.4 PROVA DI CARICO 1

5.4.1 DESCRIZIONE DELLA PROVA

La prova è stata eseguita posizionando due serbatoi sul solaio delle stanze al Piano Primo. Gli spostamenti sono stati registrati dai comparatori analogici posizionati nelle sottostanti camere al Piano Terreno.

Il serbatoio di carico è stato posizionato nella mezzeria del solaio rispettando la simmetria del vano; si sono impiegati n° 7 comparatori di misura delle frecce localizzati all'intradosso del solaio e disposti in senso longitudinale e trasversale alla luce del solaio.

La disposizione del serbatoio e degli strumenti di misura sono indicati nell'allegata **SCHEDA A3**

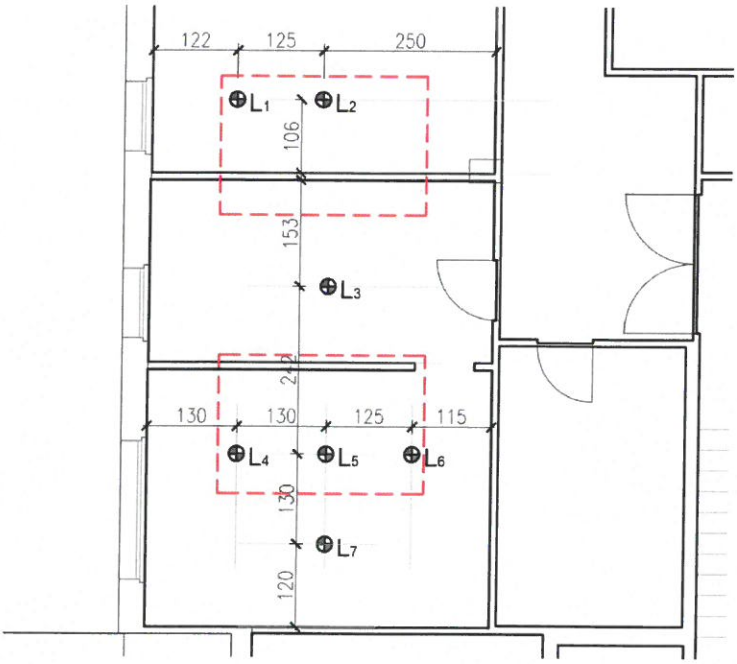


Figura 11: *Solaio vani PT – disposizione comparatori nei vani al PT*

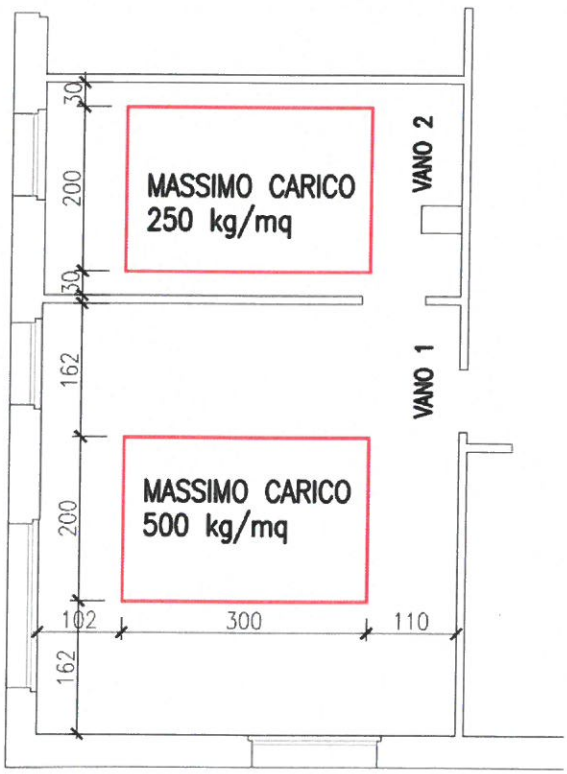


Figura 12: *Solaio vani P1 – disposizione serbatoi di carico*

CICLI DI CARICO E STEP

E' stato eseguito un singolo ciclo di carico, raggiungendo i seguenti carichi massimi:

Q s1 = 5,0 kN/mq	massa di prova del primo serbatoio (saccone 3x2m)
Q s2 = 2,5 kN/mq	massa di prova del secondo serbatoio (saccone 3x2m)

Per effetto della distribuzione del carico di impronta e delle aree di solaio collaboranti il carico di prova si riduce al carico equivalente distribuito pari a:

Q eff = 3,11 kN/mq	carco equivalente distribuito sul solaio (Serbatoio 1)

- La fase di carico ha seguito una successione di 9 step con incrementi di 0,50 kN/mq
- Raggiunto il massimo carico si è mantenuto nel tempo il carico con sosta di 45 min.
- La fase di scarico ha seguito una successione di 3 step con decrementi di 2,50 kN/mq
- Raggiunto lo scarico totale le misurazioni si sono protratte per ulteriori 15 min.

ANOMALIE E QUADRI FESSURATIVI

L'indagine visiva preventiva alla prova sull'intradosso del solaio ha constatato l'assenza di un quadro fessurativo.

Durante la prova non sono stati rilevati segni di apertura di fessure o cavillature, non si sono registrati scricchiolii o rumori prodotti dal rilascio di tensioni strutturali.

Al termine della prova le condizioni del solaio non sono mutate rispetto allo stato iniziale.

5.4.2 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Figura 13: Disposizione comparatori di misura - Vano 1

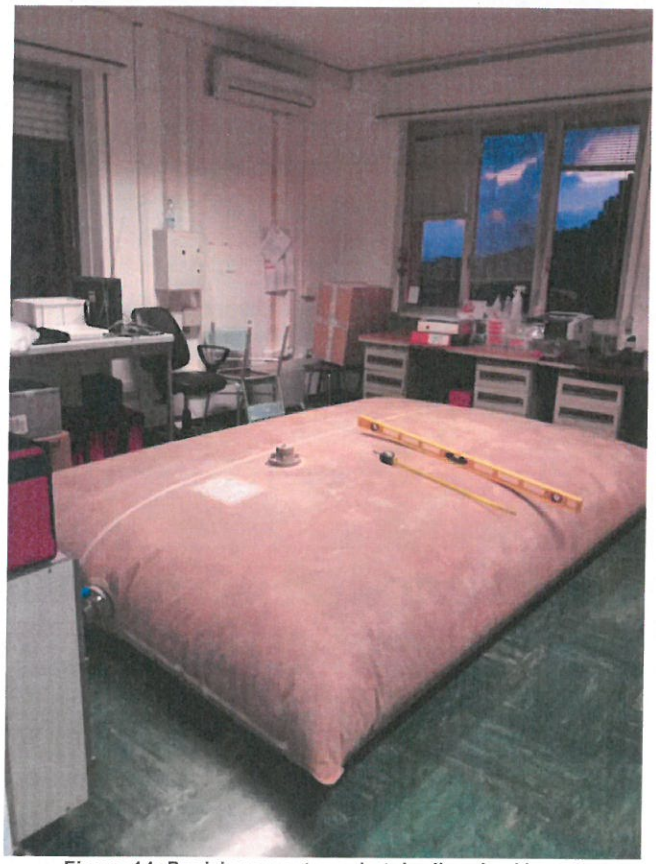


Figura 14: Posizionamento serbatoio di carico Vano 1

Figura 15: Disposizione serbatoio di carico - Vano 2

Figura 16: Centralina di acquisizione dati

Immagini scattate durante l'esecuzione della prova in cui sono ripresi i trasduttori di rilevamento delle deformazioni, la centralina, il PC di acquisizione dei dati ed il saccone d'acqua utilizzato per simulare il carico di prova.

5.5.3 DATI DI INDAGINE

SOLAIO

Luce	L	6,50 (Vano 1); 4,70 (vano 2)	[m]
Largh Trasv	Lt	5,00	[m]

CARICO

q acc	3,00	[kN/m²] carico da normativa Tab.3,1,II NTC 17/01/2018
q perm	0,00	[kN/m²] valutazione carichi permanenti non ancora in opera

q prova = q acc + q perm= 3,00 [kN/m²] carico totale non in opera

SACCO DI CARICO

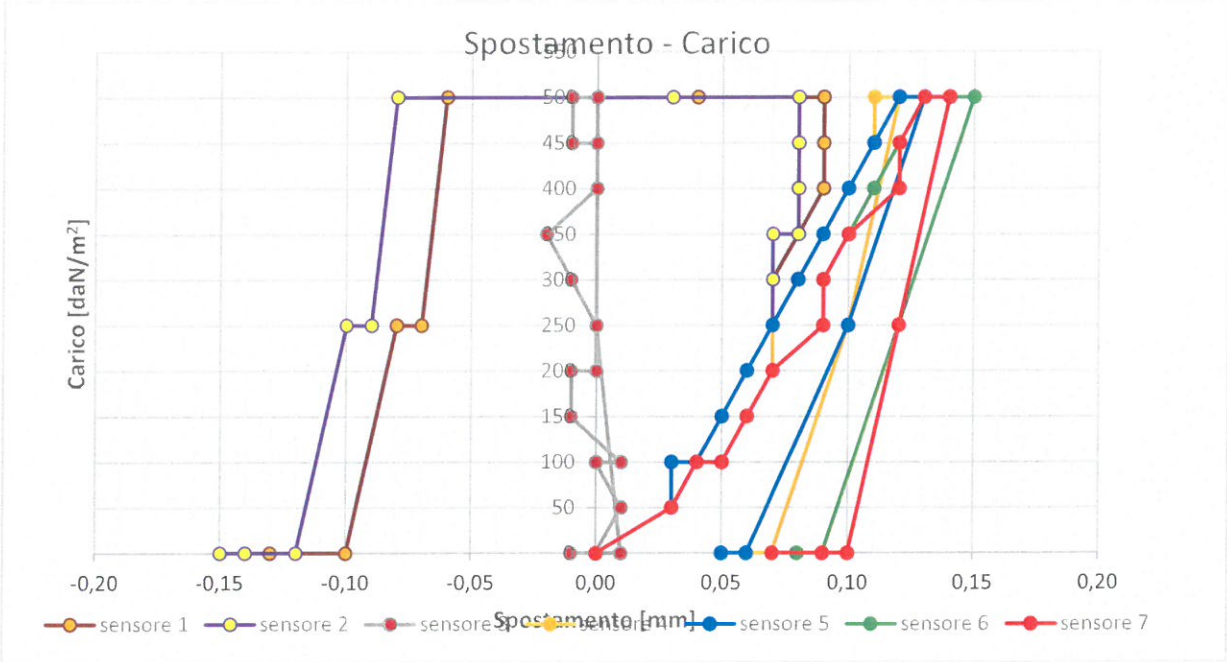
C	2,00	[m]	dimensione trasversale del saccone
D	3,00	[m]	dimensione longitudinale del saccone
h	0,75	[m]	altezza massima di riempimento
Af	6,0	[m2]	Impronta a Terra del saccone
V	4,50	[m3]	volume massimo del saccone
Qmax	45,00	[kN]	Carico massimo di applicazione

5.4.4 REPORT DI PROVA – Tabella delle letture

Commitente:	ASL 3 - Genova	Prova n.	1	Rapporto di prova n.	xxxx
Località:	Ospedale Micone - Sestri Ponente	Carico massimo:	500 (daN/m²)	Data esecuzione prova	17/01/2019
Opera:	solaio 1° piano - Laboratorio Analisi				

ora	carico [daN/m²]	letture [mm]													
		sensore 1		sensore 2		sensore 3		sensore 4		sensore 5		sensore 6		sensore 7	
		lettura [mm]	spost. [mm]	lettura [mm]	spost. [mm]	lettura [mm]	spost. [mm]	lettura [mm]	spost. [mm]	lettura [mm]	spost. [mm]	lettura [mm]	spost. [mm]	lettura [mm]	spost. [mm]
16:30	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16:33	50	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
16:37	100	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
16:44	100	0,04	0,04	0,04	0,04	0,01	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
16:47	150	0,05	0,05	0,05	0,05	-0,01	-0,01	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06
16:50	200	0,06	0,06	0,06	0,06	-0,01	-0,01	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07
16:55	200	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,00	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07
16:57	250	0,07	0,07	0,07	0,07	0,00	0,00	0,07	0,07	0,07	0,07	0,09	0,09	0,09	0,09
16:58	300	0,07	0,07	0,07	0,07	-0,01	-0,01	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09
17:05	350	0,08	0,08	0,07	0,07	-0,02	-0,02	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10
17:21	350	0,08	0,08	0,08	0,08	-0,02	-0,02	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10
17:26	400	0,09	0,09	0,08	0,08	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12
17:28	450	0,09	0,09	0,08	0,08	0,00	0,00	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12
17:30	450	0,09	0,09	0,08	0,08	-0,01	-0,01	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12
17:31	500	0,09	0,09	0,08	0,08	-0,01	-0,01	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13
17:43	500	0,04	0,04	0,03	0,03	-0,01	-0,01	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
18:16	500	-0,06	-0,06	-0,08	-0,08	0,00	0,00	0,12	0,12	0,13	0,13	0,15	0,15	0,14	0,14
18:29	250	-0,07	-0,07	-0,09	-0,09	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12
18:34	250	-0,08	-0,08	-0,10	-0,10	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12
18:49	0	-0,10	-0,10	-0,12	-0,12	0,01	0,01	0,07	0,07	0,06	0,06	0,09	0,09	0,10	0,10
19:03	0	-0,12	-0,12	-0,14	-0,14	-0,01	-0,01	0,06	0,06	0,05	0,05	0,08	0,08	0,09	0,09
		-0,13		-0,15		-0,01		0,06		0,05		0,08		0,07	

5.4.5 DIAGRAMMI ACQUISITI



6 RELAZIONE INTERPRETATIVA DELLE PROVE DI CARICO

6.1 PREMESSA

Il sottoscritto Ing. Edgardo Badoino, con studio in Albenga, via del Roggetto n. 43/3, iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Savona alla posizione n. 1442, redige la presente relazione tecnica, relativa alla prova di carico eseguita dal Laboratorio S.R.T. S.r.l. di Vado Ligure, presso l'Ospedale Micone di Genova al fine di determinare la capacità portante del solaio al piano primo in cui è prevista l'installazione di uno strumento operativo per le analisi diagnostiche ospedaliere.

La determinazione del carico di prova e dal relativo quantitativo d'acqua nel serbatoio (saccone), così come le caratteristiche geometriche e la caratterizzazione dei materiali, sono stati esaurientemente esposte ne report della prova di carico riportata nella prima parte della presente relazione.

Nella prova di carico è stato modellato il campo di solaio interessato dal carico di prova, costituito da un' orditura latero-cementizia con successione di travetti e pignatte di alleggerimento.
Il solaio è stato ipotizzato con una sezione resistente a T di altezza totale di 28 cm di cui 4 cm di caldana collaborante.
Il comportamento del solaio è a piastra, con vincoli perimetrali costituiti da incastri.
Tale configurazione è stata implementata mediante software ottenendo un valore della deformata teorica inferiore al risultato sperimentale.

Determinato lo schema statico si sono attribuite al modello le caratteristiche del materiale costituente il solaio.

Mediante il modello di analisi si è riprodotta la simulazione della prova di carico applicando il carico di prova su una doppia superficie equivalente alle impronte del saccone a terra.

Dalle analisi si è potuto confrontare i risultati di deformazione del solaio durante la prova sperimentale e lo stato teorico.

Si precisa che le pareti divisorie tra i vani al piano terreno costituiscono una linea di appoggio del solaio modificando la naturale deformazione dello stesso. Il comportamento deformativo sperimentale del solaio ha evidenziato come la parete di tamponatura abbia offerto un contrasto al cedimento e tale situazione viene riproposta nel modello matematico per meglio confrontare i risultati.
Si precisa inoltre che si è considerata una orditura unica in un solo senso (nord- sud) sebbene una piccola parte del solaio abbia nervature poste in senso ortogonale, questo perchè si considera a favore di sicurezza un orientamento univoco del solaio escludendo la limitata area con solaio diversamente orientata.

6.2 ANALISI DELLA PROVA DI CARICO

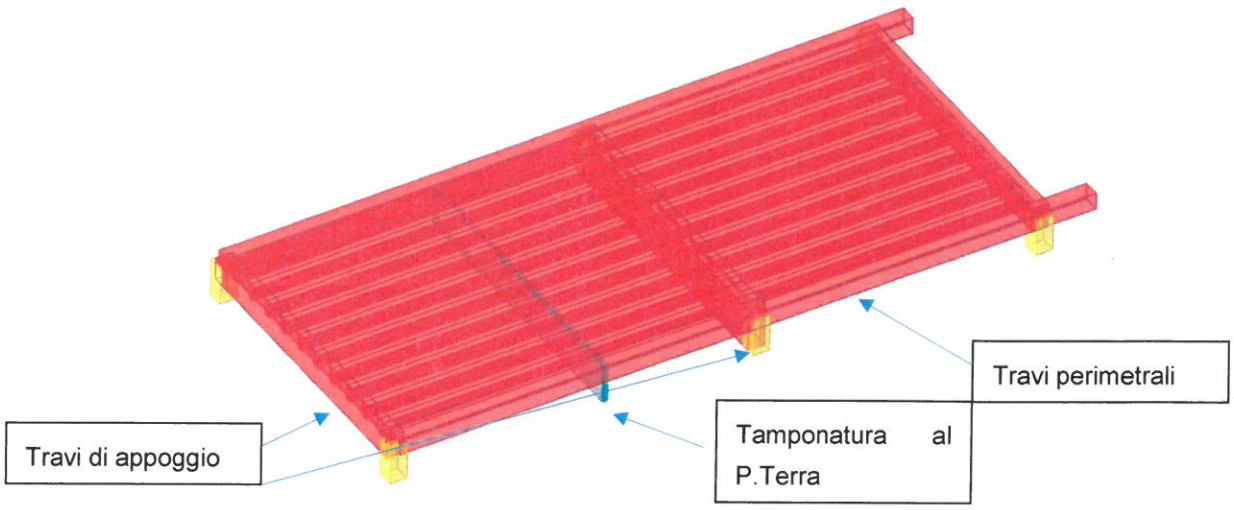


Figura 17: Modello costruttivo del solaio sottoposto a prova

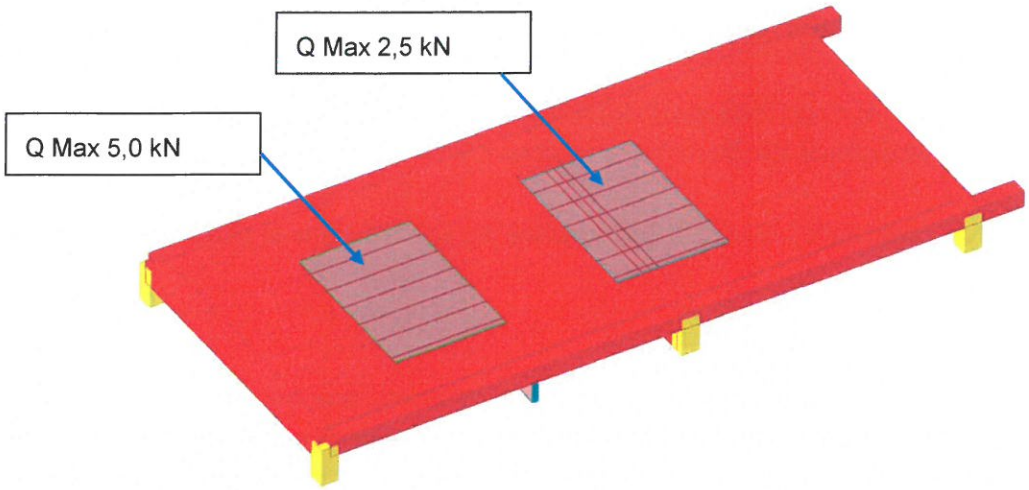


Figura 18: Solaio con aree di carico per simulazione prova

Materiali

Calcestruzzo	Rck 25 Mpa	E = 29.962 MPa
Acciaio	FeB38k	

Vincoli

Incastro

Figura 19: Sezione trasversale - Successione di travi a T costituenti il solaio

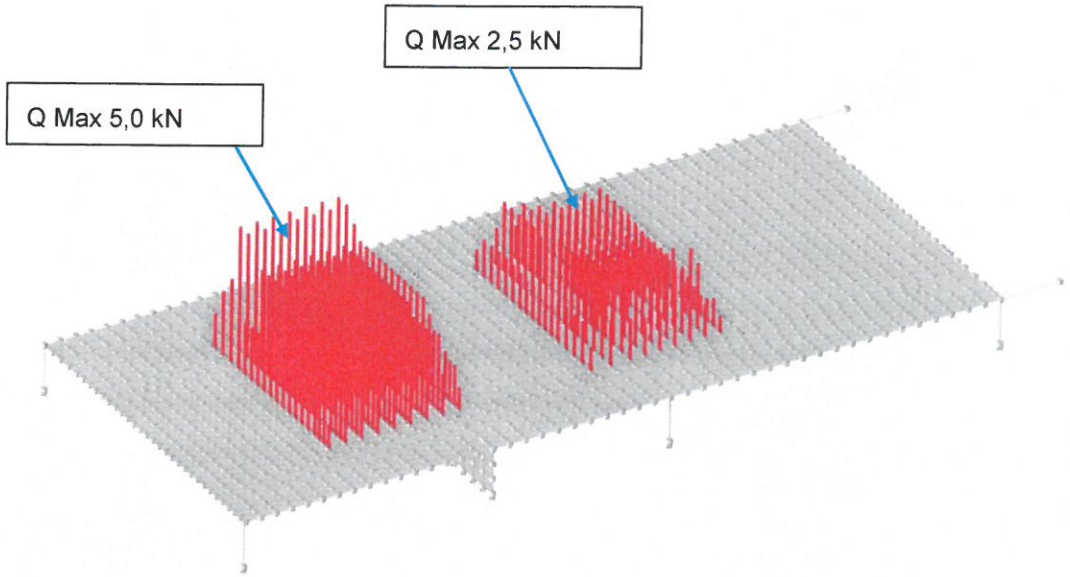


Figura 20: Applicazione del carico di prova per simulazione prova di carico

DEFORMAZIONI

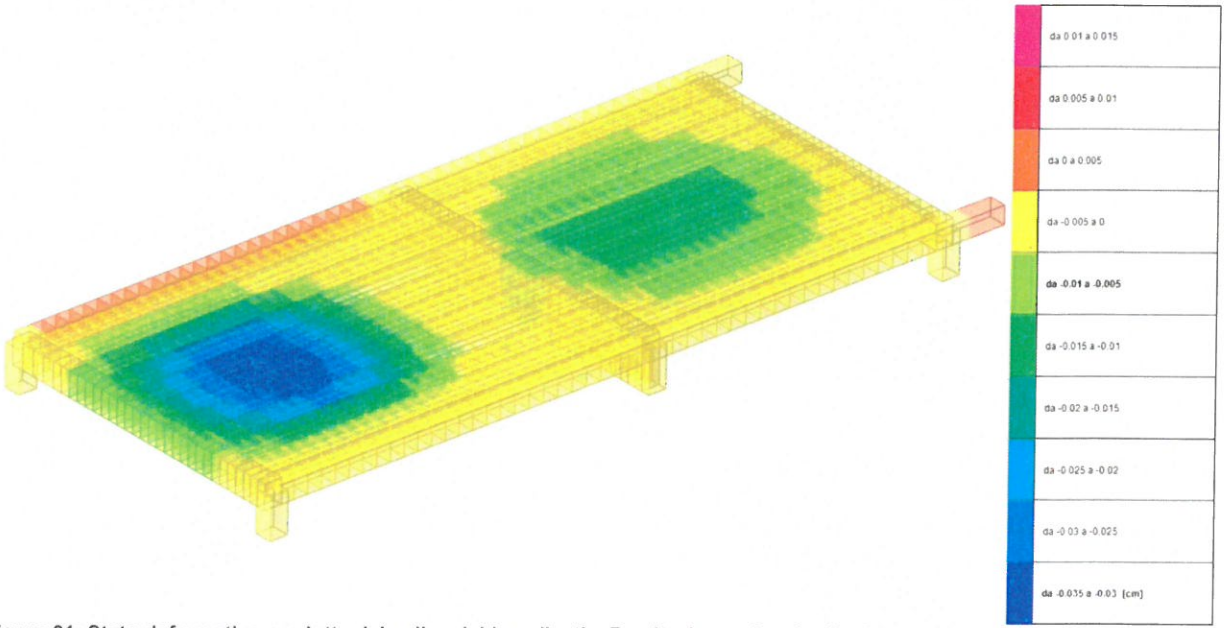


Figura 21: Stato deformativo prodotto dai soli carichi applicati – Restituzione a bande di colore

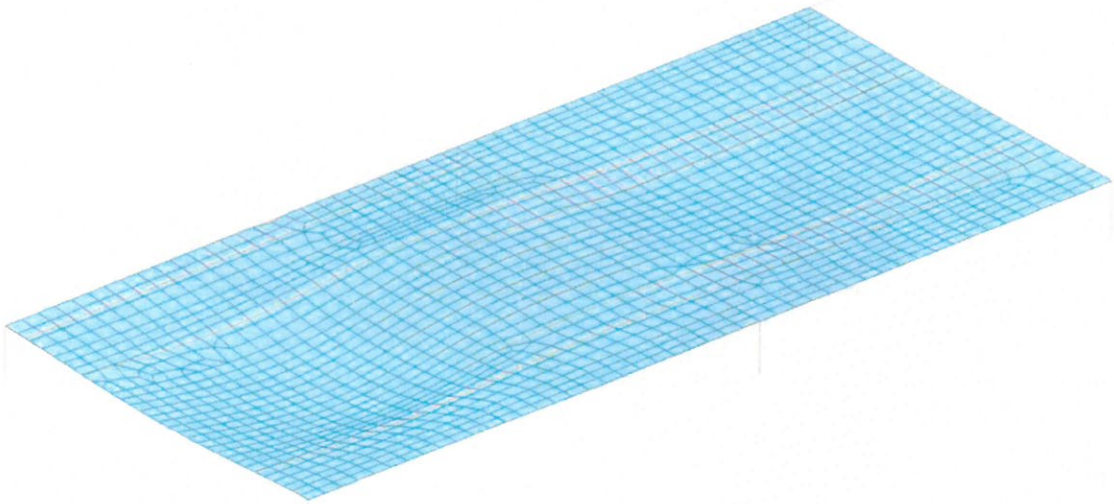


Figura 22: Stato deformativo prodotto dai soli carichi applicati – Restituzione piastra deformata

INDAGINE SPOSTAMENTI E CONFRONTI CON PROVA SPERIMETALE

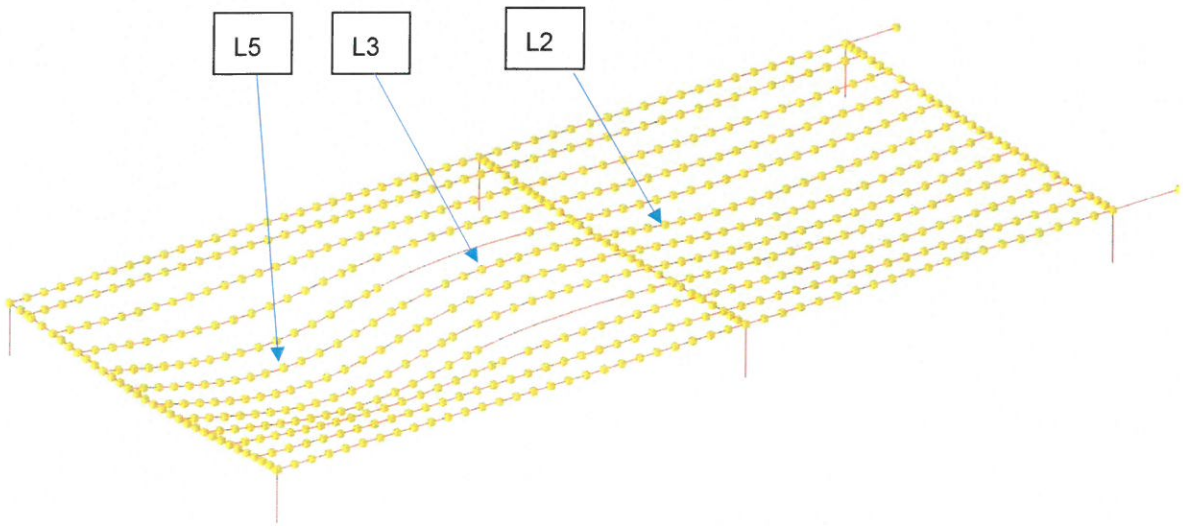


Figura 23: Stato deformativo della nervature del solaio e punti di misura sperimentali

1. Punto di misura L5

Deformazione sperimentale	0,13 mm
Deformazione teorica	0,32 mm

Stato di verifica: 0,13 mm < 0,32 mm verificato

2. Punto di misura L3

Deformazione sperimentale	-0,010 mm
Deformazione teorica	-0,012 mm

Stato di verifica: sia nello stato sperimentale che in quello teorico si rileva in tale punto di rilievo un innalzamento del solaio dovuto all'effetto del carico applicato in modo concentrato su una porzione della specchiatura orizzontale. I dati presentano uno stato di uguale e comparabile deformazione con il risultato che la modellazione è coerente e risponde alle sollecitazioni indotte da un carico rappresentativo della prova.

3. Punto di misura L2

Deformazione sperimentale	0,03 mm
Deformazione teorica	0,11 mm

Stato di verifica: 0,03 mm < 0,11 mm verificato

6.3 STUDIO DELLA CONFIGURAZIONE INSTALLAZIONE STRUMENTO DI ANALSI

Sulla base dei dati forniti relativi allo strumento di analisi da installare nel vano al piano primo si esegue un caso studio per determinare lo stato deformativo del solaio sottoposto al carico della macchina.
Si ipotizza la posizione del macchinario al centro del vano per massimizzare le sollecitazioni indotte e le relative deformazioni.

Si considera pertanto una distribuzione del carco Qstru = 2,98 kN/mq sull'area di impronta della macchina e un carico distribuito di 0,50 kN/mq sulla restante superficie per simulare la presenza sull'impalcato del personale medico e tecnico, mobilio e altra attrezzatura.

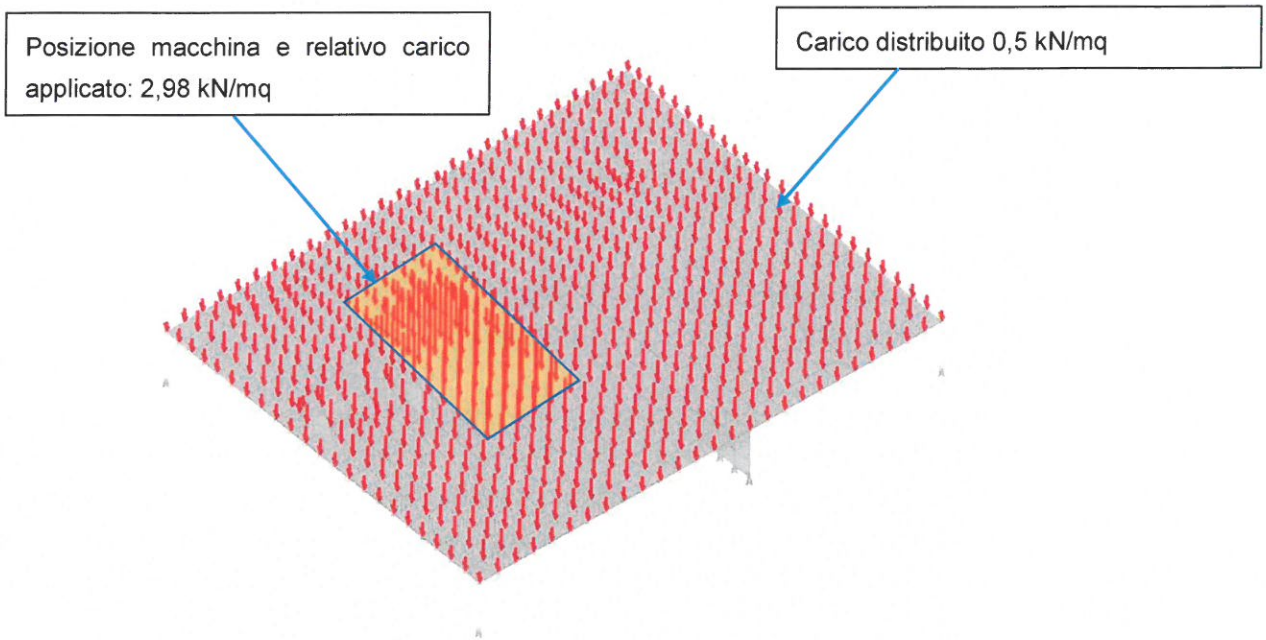
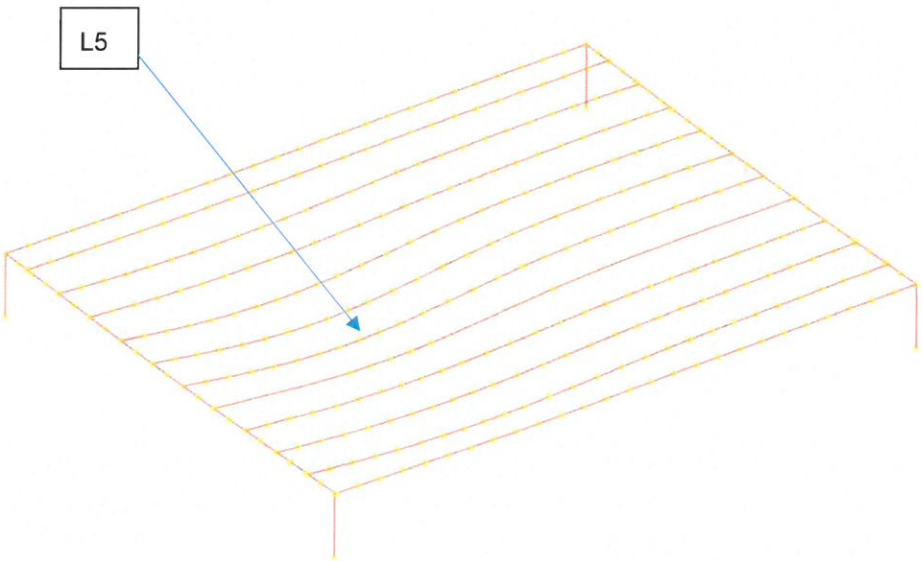


Figura 24: Applicazione del carico dello strumento di Laboratorio



1. Punto di misura L5

Deformazione teorica prova	0,32 mm	(risposta teorica della prova eseguita)
Deformazione teorica	0,15 mm	(con carico strumento di analisi)
Deformazione sperimentale	0,13 mm	(carico di prova – serbatoio1)

Stato di verifica: 0,15 mm < 0,32 mm verificato

La deformazione è congruente con gli spostamenti rilevati durante la prova sperimentale.

CONCLUSIONI

Sulla base delle sopraccitate considerazioni e ad evasione dell'incarico conferito dalla Società S.R.T. S.r.l., il sottoscritto Dott. Ing. Edgardo Badoino, ritiene che:

- Le deformazioni riscontrate risultano proporzionali rispetto all'incremento di carico e le frecce in mezzeria risultano inferiori rispetto al risultato teorico.
- Che la deformazione residua mantenuta dal solaio soggetto a prova ha dimostrato un comportamento elastico degli elementi.
- I solai oggetto della prova (solaio di calpestio al piano primo) sono strutturalmente idonei alle normali funzioni di esercizio in quanto il solaio ha una struttura consistente con esito positivo della prova di carico e quindi idonei a sopportare i carichi previsti dalla Normativa vigente in relazione alla destinazione d'uso ospedaliera
- I solai oggetto di prova sono idonei a sopportare il carico della strumentazione "Genesis FE500" con caratteristiche riportate nella relativa scheda tecnica fornita dalla ASL al Laboratorio S.R.T. Srl di Vado Ligure, in quanto nelle condizioni di carico indicato nell'ipotesi formulata ed indicata nei precedenti capitoli, la deformazione non raggiunge la deformazione teorica calcolata con modello matematico e si attesta su un ordine di cedimento congruente con il valore misurato sperimentalmente durante la prova di carico in cui il carico di prova (5,0 kN/mq) ha simulato un carico uniformemente distribuito sull'impalcato di 3,11kN/mq, quindi superiore al carico di esercizio richiesto dalle normative vigenti per i locali ad uso ospedaliero.

CONSIDERAZIONI

- Per meglio distribuire i carichi sul solaio si consiglia vivamente di posizionare la strumentazione "Genesis FE500" o apparecchiature simili, lungo i lati delle pareti, quindi in zone in cui è presente la trave strutturale di impalcato o il cordolo perimetrale; evitare, per quanto possibile la posizione al centro del vano.
- Verificare che la strumentazione abbia superfici di appoggio a terra di ampie dimensioni e nel caso fosse provvista di "piedini" di appoggio predisporre piastre in acciaio sottostanti per distribuire il carico su zone più ampie del solaio.
- Le pareti di tamponamento hanno dimostrato di collaborare con i solai riducendone le deformazioni. La conformazione delle pareti divisorie non dovrà essere variata apportando demolizioni o scassi.

In buona fede per quanto suesposto, ringrazia per la fiducia accordata e rimanendo a disposizione per ogni ulteriore chiarimento, porgono distinti saluti.

Vado Ligure, lì 11/02/2019

Laboratorio Prove S.R.T. s.r.l.

S.R.T. STUDI E RICERCHE SUL TERRITORIO s.r.l.
LABORATORIO PROVE MATERIALI
Via Piave, 122 a-VADO LIGURE (SV)
Tel. 019.885476
P.IVA: 02139320044

Ing. Edgardo Badoino

Prov. SV - Sez A - Settore e-b
Dott. Ing. Edgardo Badoino
n° 1442

BIBLIOGRAFIA

I riferimenti normativi e le formulazioni tecniche sono state desunte dai seguenti testi:

- D.M. 17 gennaio 2018 – Norme tecniche per le costruzioni
- *S. Lombardo, G. Mirabella* – Collaudo tecnico amministrativo – Ed. Dario Flaccovio Editore
- *S. Lombardo, V. Venturi* – Collaudo statico delle strutture – Ed. Dario Flaccovio Editore
- *S. Martinello* – Prove in sito – Pubblicato da 4Emme Service S.p.a.
- *B. Barbarito* – Verifica sperimentale delle strutture – Ed. UTET
- *A. Zizzi, S. Mineo, S. Bufarini, V. D'Aria* – Controlli e verifiche delle strutture di calcestruzzo armato in fase di esecuzione – EPC Libri
- *S. Bufarini, V. D'Arida, D. Squillaciotti* – Collaudo statico, prove di carico su solai ed impalcati – EPC Libri
- *Luigi Ronchi* – Criteri di realizzazione dei solai in latero cemento – Andil sezione "Solai" – Ed. Laterocunsult
- *Pier Luigi Ghittoni* – La progettazione strutturale dei solai di cemento armato e laterizio - Andil sezione "Solai" – Ed. Laterocunsult
- *Carmelo Pulvirenti* – Indagini strutturali – Ed. Grafill srl – 2016
- *G. Gazzola* - Manualetto RDB - a cura di RDB Spa,– Pontenure (PC)

ALEGATI

- SCHEDA A1, A2, A3, A4: Planimetrie descrittive della prova di carico.

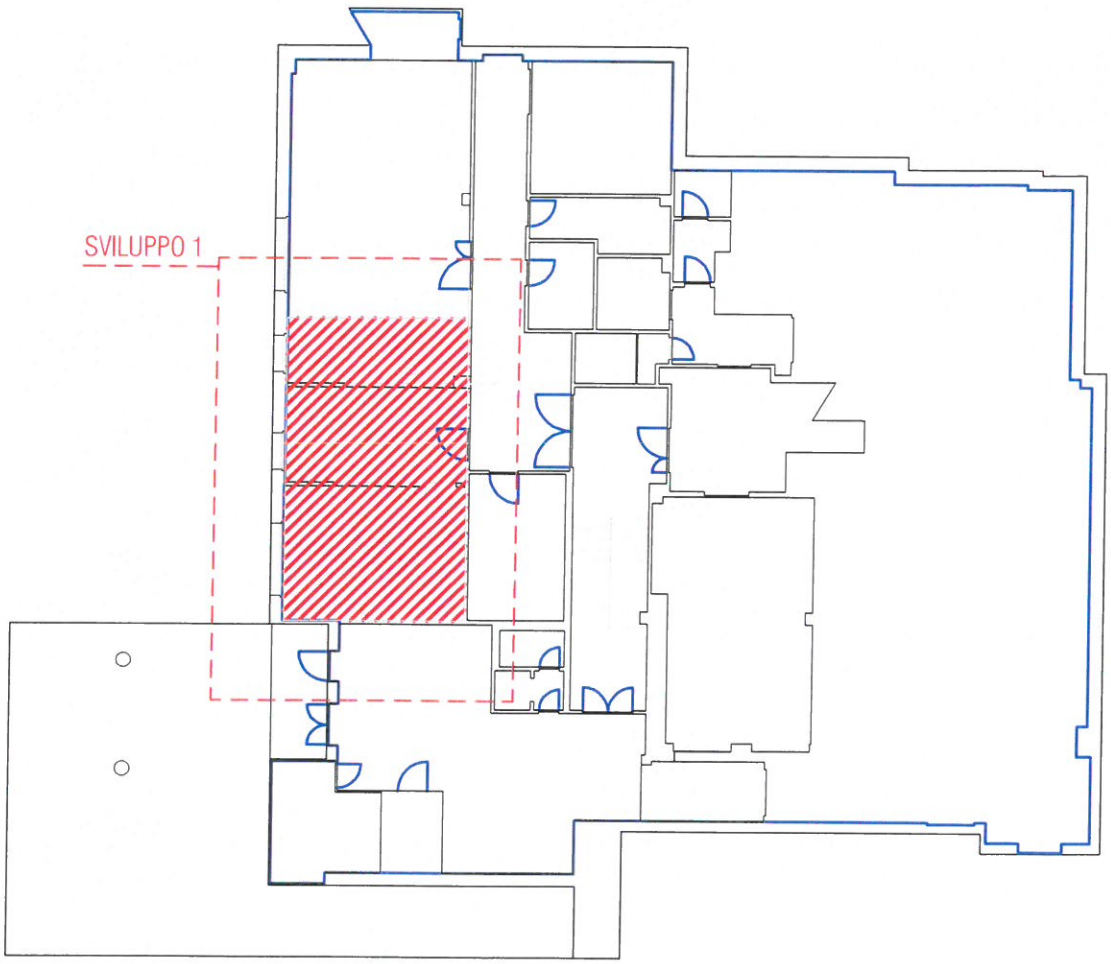
S.R.T. SRL
Studi e Ricerche sul Territorio

INDAGINI DIAGNOSTICHE STRUTTURALI
SCHEDA TECNICA DI RILEVAMENTO DEI SOLAI

SCHEDA A1

DATI GENERALI		TAVOLA	DATA
EDIFICIO:	Ospedale Antero Micone Palazzina Uffici - via Oliva, 22 - Genova	SCHEDA DI PROVA	11/02/2019
COMMITTENTE:	ASL Genova	ELEMENTO TECNICO PROVA DI CARICO 1 ZONA INTERESSATA DALLA PROVA	

PROVA DI CARICO 1



PIANTA PIANO TERRENO

SCALA 1:200

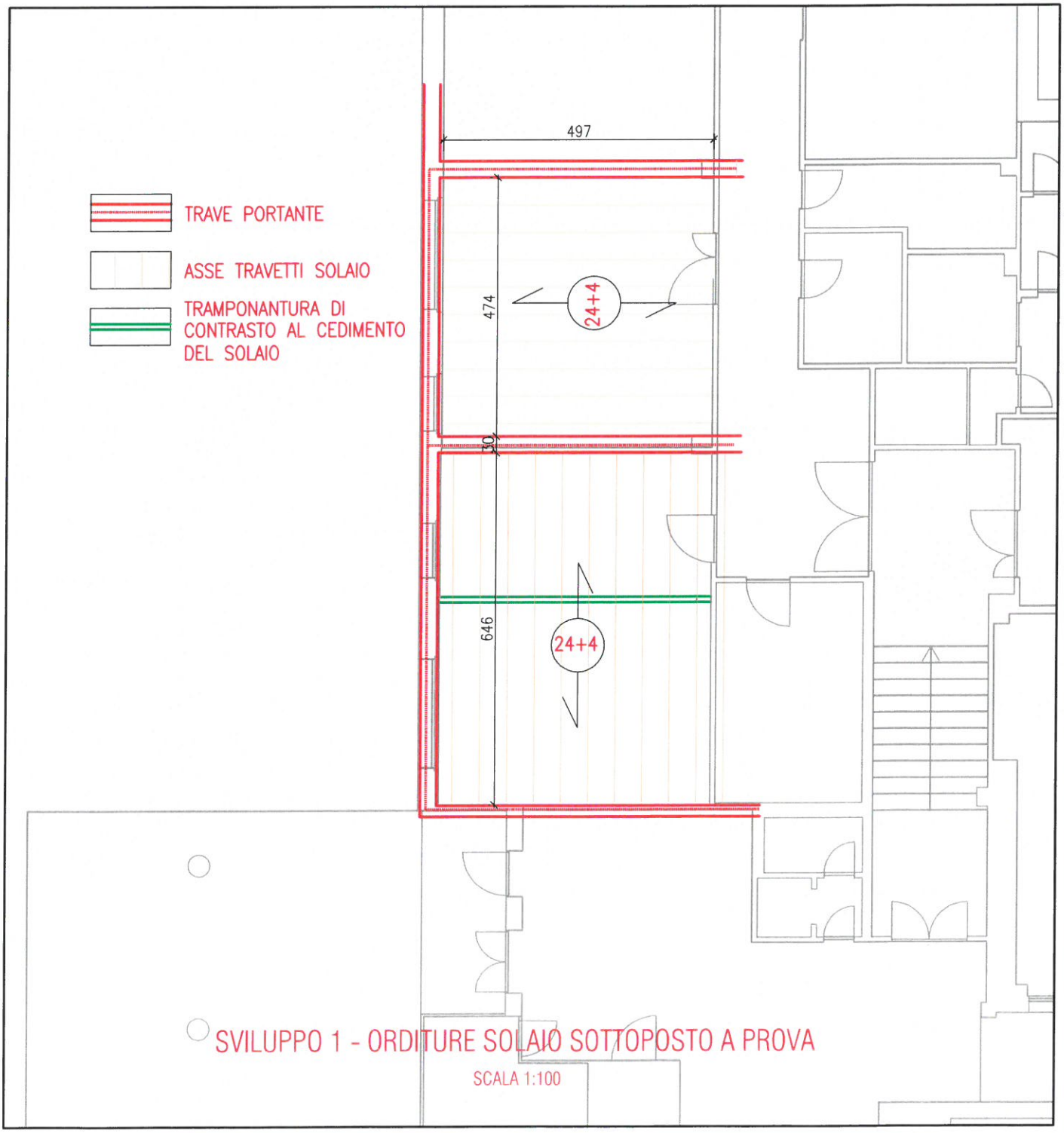
S.R.T. SRL
Studi e Ricerche sul Territorio

INDAGINI DIAGNOSTICHE STRUTTURALI
SCHEDA TECNICA DI RILEVAMENTO DEI SOLAI

SCHEDA A2

DATI GENERALI	TAVOLA	DATA
EDIFICIO: Ospedale Antero Micone Palazzina Uffici - via Oliva, 22 - Genova COMMITTENTE: ASL Genova	SCHEDA DI PROVA	11/02/2019
	ELEMENTO TECNICO PROVA DI CARICO 1 ORDITURA SOLAIO	

PROVA DI CARICO 1



SVILUPPO 1 - ORDITURE SOLAIO SOTTOPOSTO A PROVA

SCALA 1:100

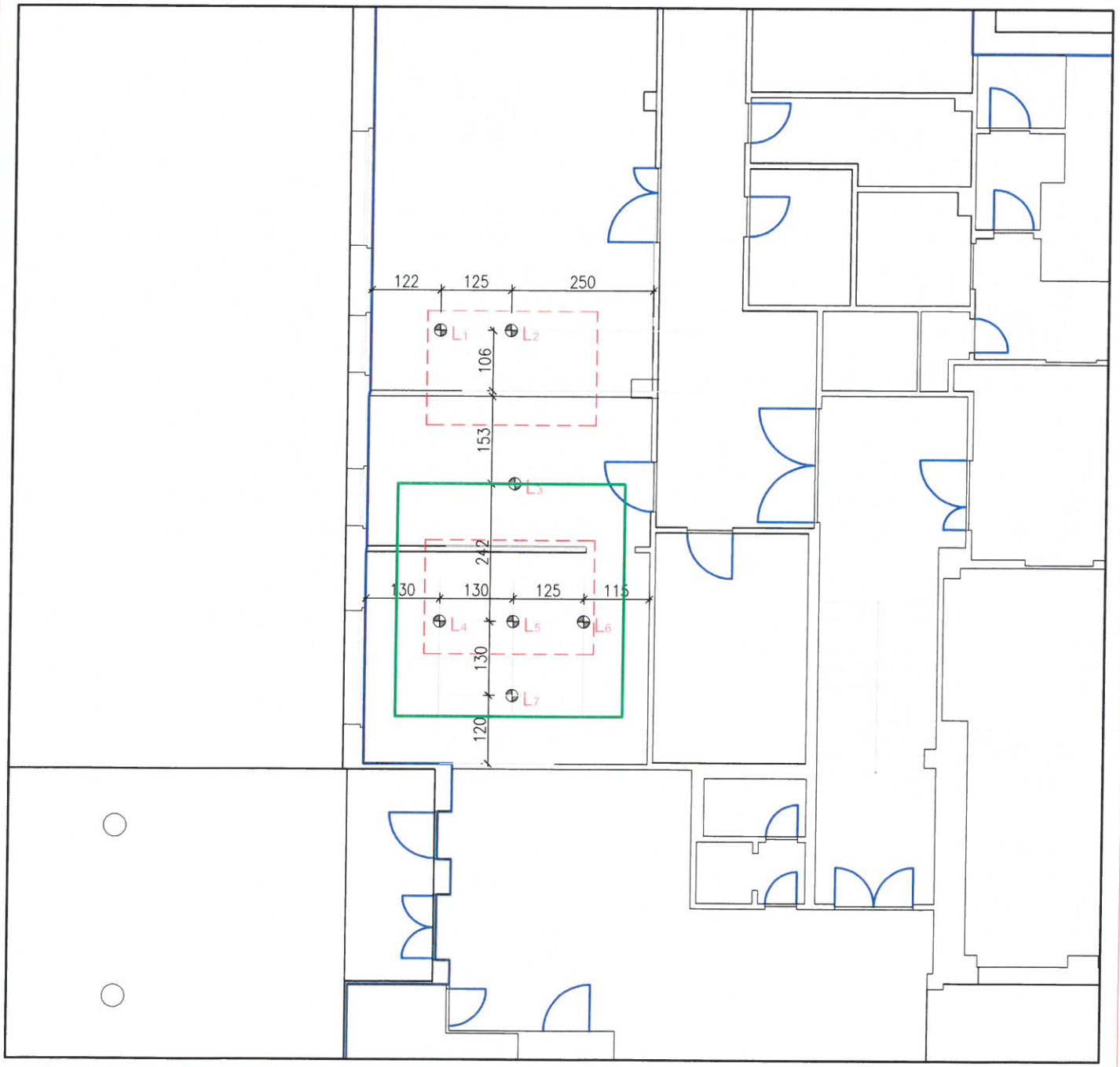
S.R.T. SRI
Studi e Ricerche sul Territorio

INDAGINI DIAGNOSTICHE STRUTTURALI
SCHEDA TECNICA DI RILEVAMENTO DEI SOLAI

SCHEDA A3

DATI GENERALI		TAVOLA	DATA
EDIFICIO:	Ospedale Antero Micone Palazzina Uffici - via Oliva, 22 - Genova	SCHEDA DI PROVA	11/02/2019
COMMITTENTE:	ASL Genova	ELEMENTO TECNICO PROVA DI CARICO 1 DISPOSIZIONE TRASDUTTORI DI RILEVAMENTO	

PROVA DI CARICO 1



SVILUPPO 1 - PIANO TERRA - POSIZIONE PUNTI DI RILEVAMENTO PROVA DI CARICO (STATIVI)

SCALA 1:100

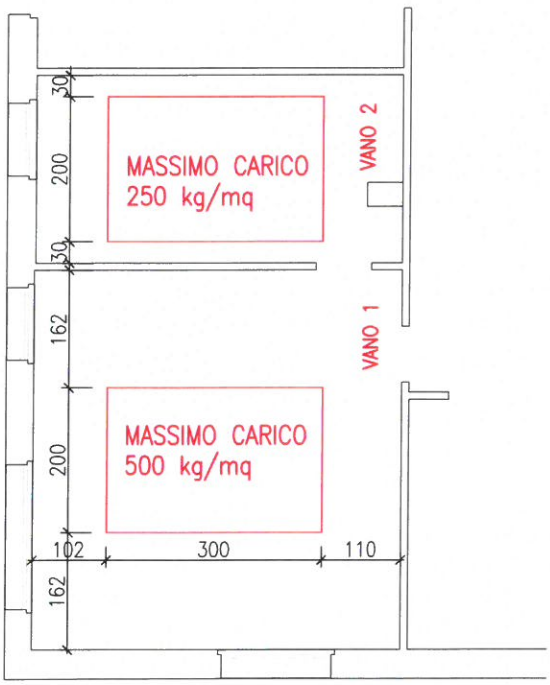
S.R.T. SRL
Studi e Ricerche sul Territorio

INDAGINI DIAGNOSTICHE STRUTTURALI
SCHEDA TECNICA DI RILEVAMENTO DEI SOLAI

SCHEDA A4

DATI GENERALI		TAVOLA	DATA
EDIFICIO:	Ospedale Antero Micone Palazzina Uffici - via Oliva, 22 - Genova	SCHEDA DI PROVA	11/02/2019
COMMITTENTE:	ASL Genova	ELEMENTO TECNICO PROVA DI CARICO 1 POSIZIONE CARICO DI PROVA	

PROVA DI CARICO 1



SVILUPPO 1 - PIANO PRIMO - POSIZIONE SACCONI DI PROVA

SCALA 1:100