



 **comune di trieste**  
**area lavori pubblici**

prot.gen. -  
prot.corr. **N-2021 /11/2/8 21/1**  
sezionale **2021/0010257**  
data **27/08/2021**

**Dipartimento Lavori Pubblici,  
Finanza di Progetto e Partenariati  
Servizio Edilizia Scolastica e Sportiva,  
Programmi Complessi**  
Direttore del Servizio: dott.ing. Luigi Fantini

Trieste, 26 agosto 2021

prot. corr.

### **VERBALE DI SOMMA URGENZA**

**OGGETTO:** Interventi di messa in sicurezza in edifici scolastici. Verbale di somma urgenza ex art. 163 D.Lgs. 50/2016

#### **PREMESSO CHE:**

- in relazione ai taluni episodi di sfondellamento di solai verificatisi in edifici scolastici, il Servizio Edilizia Scolastica, ritenendo che essi potessero essere indice della gravità ed estensione del fenomeno, ha avviato, in un'ottica di prevenzione ed in applicazione del principio di precauzione, una campagna di indagini preliminari finalizzate a conoscere la situazione dei solai di tutte le scuole di proprietà comunale in modo da poter definire, pianificare ed attuare le necessarie misure di messa in sicurezza e risanamento;
- in relazione a quanto sopra, lo scrivente Servizio ha provveduto all'affidamento alla ditta **TECNOINDAGINI s.r.l.** di Cusano Milanino (MI) di apposite indagini statiche su solai, su varie scuole, tra le quali la Scuola dell'Infanzia Comunale La Capriola Via Eugenio Curiel, 10, 34148 Trieste
- suddette indagini sono state eseguite nel 2015 ed in seguito ai risultati è stato fatto un intervento di messa in sicurezza intervenendo sulle zone che all'epoca erano catalogate come "PERICOLOSE" o "PESSIME"
- in data 23 agosto 2021 si è verificato un distacco di intonaco e parte del solaio in laterizio in una delle zone che all'epoca erano state classificate come "MEDIOCRI"
- è verosimile ipotizzare che altre zone, all'epoca classificate come "SCADENTI" O "MEDIOCRI", possano avere dei distacchi che rischino di creare situazioni di pericolo per la pubblica incolumità
- si rende necessario intervenire con la messa in sicurezza di tali zone

nella relazione delle indagini diagnostiche, allegata al presente verbale, vengono individuate le zone di intervento dell'edificio distinte per gravità di situazione:

- in relazione alle proiezioni desumibili dai già menzionati sondaggi che hanno certificato la necessità di interventi puntuali per la messa in sicurezza dei solai del predetto edificio scolastico;
- considerato che le tempistiche di variazione del bilancio non sono compatibili con le tempistiche di messa in sicurezza di cui sopra;
- considerato, quindi, che ricorrono i presupposti di cui al comma 6 dell'art. 163 del DLgs 50/2016 per intervenire in regime di somma urgenza;
- necessita pertanto provvedere all'intervento di messa in sicurezza mediante demolizione delle parti a rischio di crollo per poter considerare sicure e fruibili le zone interessate;
- ritenuto, per quanto attiene all'individuazione del soggetto appaltatore che l'ATI SIRAM S.p.A. – Rosso S.r.l. attualmente appaltatrice, per conto dello scrivente, del Servizio di manutenzione edifici a destinazione scolastica ed assimilabile (global service) ha le seguenti caratteristiche in relazione agli interventi da eseguire:
  - operatività diurna e notturna nell'arco delle 24 h
  - operatività feriale e festiva
  - perfetta conoscenza dei luoghi essendo gli stessi che gestisce nell'appalto
  - capacità tecnica di intervento per le opere richieste
  - conosce ed è conosciuta dal personale dipendente dei siti scolastici
  - garantisce l'esecuzione dei lavori nei tempi stretti richiesti e comunque creando il minor disagio possibile;

**RAVVISATA**, pertanto, la necessità di intervenire con gli interventi di messa in sicurezza mediante i seguenti interventi:

- demolizione di intonaci nelle aree a rischio di crollo come da libretti sanitari degli edifici;
- ripristino delle aree demolite mediante posizionamento di pannellature in polistirene;
- rimozione e riposizionamento degli arredi dove presenti
- pulizia accurata dei locali a fine lavori

**ATTESO** l'interesse pubblico di garantire l'agibilità delle scuole in oggetto al fine di assicurare il regolare svolgimento dell'anno scolastico e con esso la tutela del pubblico servizio relativo alla scuola dell'obbligo;

**ATTESO** l'interesse pubblico di consentire l'incolumità di allievi e docenti delle aule e dei vani di transito della scuola;

**CONSIDERATA** l'urgenza di intervenire al fine di poter escludere elementi occulti di pericolosità ed intervenire con magisteri di carattere definitivo;

**VISTO** il disposto di cui all'art. 163 del D.Lgs 50/2016 recante la disciplina degli affidamenti di somma urgenza;

**RAVVISATA** l'opportunità, da parte della SA, in relazione alla necessità e all'urgenza degli interventi di iniziare immediatamente le operazioni di messa in sicurezza suddette;

## Il sottoscritto Direttore di Servizio - RUP

- **ha disposto**, in data 24.08.2021, una verifica ulteriore delle necessità tecniche dell'intervento presso i succitati edifici scolastici, tramite l'ing. Sergio Ashiku Responsabile di P.O. COORDINAMENTO INTERVENTI IN GLOBAL SERVICE SU EDILIZIA SCOLASTICA ED EMERGENZA EDILIZIA SCOLASTICA, il quale ha convocato anche l'ATI SIRAM S.p.A. - Rosso S.r.l., dichiaratasi disposta a dare immediato inizio alle operazioni di messa in sicurezza prima descritte;
- **affida** alla già menzionata impresa, nell'ambito dell'importo per lavori di euro 19.800,00 , come da preventivo allegato, cui si aggiungono oneri per la sicurezza pari a euro 396,00 ed oneri COVID-19 pari a euro 396,00 ai patti e alle condizioni previste dalla summenzionata richiesta di manifestazione di interesse e disponibilità, con inizio lavori il giorno 30 agosto 2021 nel sito della scuola La Capriola:

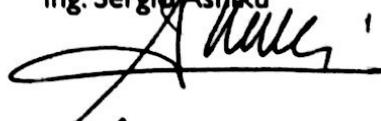
Verrà attivata la procedura per l'ottenimento della copertura finanziaria.

Si da atto che la predetta spesa di euro 25.122,24 è indispensabile ed urgente per la pubblica sicurezza e la pubblica incolumità.

E affinché ciò consti, formula e sottoscrive il presente atto alla presenza dei convenuti.

**IL TECNICO LAVORI**

ing. Sergio Ashiku



**IL DIRETTORE DEL SERVIZIO - RUP**

dott. ing. Luigi Fantini



**PER L'IMPRESA**

geom. Andrea Nigris

Contract Coordinator e Project Manager



Al Dipartimento SERVIZI FINANZIARI, TRIBUTI E PARTECIPAZIONI SOCIETARIE

Sede

per immediata conoscenza con il cenno che quanto prima e comunque entro i termini di legge verrà predisposto il provvedimento di approvazione della spesa.

**IL DIRETTORE DEL SERVIZIO - RUP**

dott. ing. Luigi Fantini



Da: Daniele Crisman dcrisman@rosso-srl.com ✉  
Oggetto: COMUNE GLOBAL - Intervento di Somma Urgenza battitura intonaci Sc. "La Capriola"  
Data: 24 agosto 2021 19:05  
A: Ashiku Sergio sergio.ashiku@comune.trieste.it  
Cc: TROHA, Michele michele.troha@veolia.com, Siram SpA global\_com.ts@siram.it, Massimo Leschiutta mleschiutta@rosso-srl.com



Buonasera,

con la presente si invia un preventivo di massima per l'intervento da eseguirsi in somma urgenza presso la scuola:

- **LA CAPRIOLA**, via Curiel 10

Verranno previste le seguenti fasi lavorative:

- operazioni di coordinamento con il personale delle strutture scolastiche in funzione delle esigenze dello stesso;
- rimozione provvisoria degli arredi se presenti;
- allestimento area di cantiere mediante l'installazione di teli e protezioni su pavimenti e arredi;
- disattivazione degli impianti per consentire la corretta esecuzione delle lavorazioni e la successiva riattivazione una volta concluse le lavorazioni;
- esame degli intonaci ammalorati e successiva demolizione degli stessi;
- f.p.o. di pannelli in polistirene estruso a chiusura delle aree demolite;
- pulizia dei locali a fine lavori;
- riposizionamento degli arredi dove presenti;
- dismissione dell'area di lavoro ed asporto del materiale di risulta alle pubbliche discariche.

Stima intervento: € 19.800,00 + iva.

Va considerato che l'intervento potrebbe essere meno invasivo di quanto previsto, in tal caso anche l'importo proposto sarà rivisto ed adeguato.

Per ulteriori chiarimenti restiamo a sua disposizione.

Cordiali saluti

-

*Daniele Crisman*  
Tel. (+39) 348 3066252

**Siram S.p.A.**  
Direttore Tecnico di Cantiere  
Geom. Andrea Nigris

IL RESPONSABILE DI P.O.  
dott. ing. Sergio Ashiku

**ROSSO SRL**  
MANUTENZIONI E COSTRUZIONI GENERALI



*LIBRETTO SANITARIO  
SULLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI*

*Scuola "La Capriola"  
Via Curiel, 10 - Trieste*



*Committente:  
Comune di Trieste  
Passo Costanzi, 2  
34010 Trieste*



TECNOINDAGINI S.r.l.  
Tel 02 36527601 fax 02 66304937 – [www.tecnoindagini.it](http://www.tecnoindagini.it)  
con il supporto tecnico di: Geom. Angelo Dana

## INDICE

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO	4
3. ANALISI TERMOGRAFICA	5
3.1. Caratteristiche del metodo	5
3.2. Caratteristiche tecniche delle apparecchiature	5
3.3. Indicazioni ricavate	6
4. ANALISI COSTRUTTIVA	7
4.1. IDENTIFICAZIONE DEI SOLAI	7
4.1.1. Tipologia Solaio 1	8
5. ANALISI SFONDELLAMENTO	10
5.1. DIAGNOSI CON BATTITURA MANUALE	10
5.2. DIAGNOSI MEDIANTE SONISPECT®	10
5.2.1. Caratteristiche del metodo	10
5.2.2. Caratteristiche tecniche delle apparecchiature	13
6. RISULTATI DELLE ANALISI	14
6.1. TERMOGRAFIA	14
6.2. INTONACO	15
6.3. SFONDELLAMENTO	16
7. CONCLUSIONI	18
ALLEGATO - ELABORATI GRAFICI	

## 1. PREMESSA

A seguito dell'incarico conferito dalla Committenza si è proceduto ad una analisi diagnostica per individuare le condizioni all'intradosso dei solai dell'edificio che ospita la Scuola "La Capriola" sito in Via Curiel, 10 a Trieste.

La presente relazione è finalizzata alla diagnosi dello stato di conservazione dell'intradosso dei solai mediante valutazione del grado di aderenza dello strato di finitura al plafone e ricerca del fenomeno dello sfondellamento; non include pertanto la stima delle caratteristiche di stabilità strutturali dei solai.

L'analisi diagnostica di prevenzione segue un protocollo di indagine ed è necessario, in una prima fase, acquisire le informazioni utili ad impostare la fase operativa di monitoraggio. In particolare è fondamentale:

- risalire e/o rilevare le planimetrie del fabbricato in modo da compiere una ricostruzione dell'edificio e determinare l'eventuale presenza di ampliamenti o modifiche occorse al manufatto originario;
- conoscere le destinazioni d'uso, originali ed attuali dei locali, per poter risalire alle storie di carico dei diversi solai.

Queste operazioni risultano fondamentali al fine di riconoscere quale tipologia di struttura si andrà ad analizzare; successivamente si procede con le osservazioni in sito.

L'analisi preliminare condotta con l'ausilio della termocamera ad infrarossi può fornire importanti informazioni sullo stato di conservazione dell'intradosso dei solai; demolizioni localizzate permettono di definirne la tipologia costruttiva adottata e di rilevare le geometrie degli elementi impiegati. Questa seconda fase è indispensabile all'attività di indagine, infatti solo un solaio con sistema di alleggerimento in laterizio può essere soggetto al fenomeno dello sfondellamento.

In un primo momento l'analisi degli intradossi avviene mediante battitura manuale dei plafoni: tale procedura consente la ricerca e la valutazione sia dello sfondellamento che di degradi della coesione della finitura. Laddove osservata la presenza di zone ammalorate si procede, ove necessario, ad una diagnosi approfondita mediante Sonispect®.

L'elaborazione dei termogrammi registrati durante il sopralluogo ed il confronto con i risultati ottenuti dalla battitura dei plafoni, consentono infine di stilare una corretta diagnosi dello stato di conservazione degli intradossi. L'indagine così completata, è riassunta nelle mappature allegate alla presente relazione che indicano il grado di avanzamento dei fenomeni di degrado innescati nei vari punti.

## 2. DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

Dalla documentazione raccolta non si è potuto risalire con precisione alla data di costruzione dell'edificio oggetto del monitoraggio, tuttavia è possibile affermare che lo stesso sia di recente realizzazione.

Il manufatto ammette un impianto planimetrico avente sagoma di forma irregolare ed è disposto complessivamente su un unico livello fuoriterra. L'organizzazione degli spazi interni prevede i vari locali disposti lungo il perimetro dell'edificio e connessi da corridoi. Nel complesso l'intradosso degli orizzontamenti si mantiene ad una quota compresa tra 3,00÷3,50 m dal piano di calpestio, mentre la Mensa risulta a doppia altezza. L'indagine ha coperto una superficie di 520 mq.

All'interno dell'edificio è stata riscontrata la presenza di un sistema di controsoffittatura che può essere classificato come non ispezionabile e che riduce l'altezza interna dell'ambiente in cui è installato. Nella planimetria allegata viene individuato mediante un apposita retinatura colorata.

Il Ripostiglio al piano terra è risultato inaccessibile durante il sopralluogo e pertanto escluso dalle indagini. Nella planimetria allegata viene indicato mediante una campitura di colore giallo.

### 3. ANALISI TERMOGRAFICA

Prima di effettuare le indagini atte alla valutazione dello stato dei solai viene compiuta un'osservazione generale dei soffitti utilizzando una termocamera ad infrarossi che consente di individuare anomalie nella formazione dei solai. Ciò può avvenire grazie alla sensibilità di misurazione che permette di localizzare le zone in cui sono presenti delle differenze di temperatura.

#### 3.1. Caratteristiche del metodo

Lo scopo principale della termografia consiste nell'individuazione di errori e difetti nelle strutture dei solai e nella determinazione della loro natura ed estensione. Generalmente viene utilizzata per studiare le variazioni di temperatura sulle superfici di una struttura. Le variazioni nella resistenza termica possono, in determinate condizioni, determinare variazioni di temperatura sulla superficie. La termocamera permette di misurare e rappresentare la radiazione infrarossa emessa da un oggetto. La radiazione, quale funzione della temperatura della superficie di un oggetto, emessa dallo strumento permette di calcolare e visualizzare tale temperatura. La radiazione rilevata dalla termocamera non dipende solo dalla temperatura dell'oggetto, ma è anche una funzione dell'emissività.

L'emissività è una misura che si riferisce alla quantità di radiazione termica emessa dall'oggetto, comparata a quella emessa dal perfetto corpo nero. L'emissività della maggior parte dei materiali da costruzione ha valori compresi tra 0,85 e 0,90.

Le immagini termiche visibili con la termocamera ad infrarossi sono realizzate in modo da minimizzare il più possibile l'interferenza di fattori climatici esterni; di conseguenza risulta particolarmente importante impostare e bilanciare correttamente la temperatura ambiente.

#### 3.2. Caratteristiche tecniche delle apparecchiature

- Campo di misura della temperatura da  $-20\text{ °C}$  a  $+120\text{ °C}$
- Frequenza di immagine: 30 Hz
- Sensibilità termica (NETD mK)  $50\text{ mK @ }+30\text{ °C}$
- Risoluzione spaziale a  $45^\circ$ :  $1,23\text{ mRad}$
- Tipo di sensore: Focal Plane Array (FPA), microbolometro non raffreddato  $640 \times 480$  pixels, vanadium oxide.
- Campo spettrale da  $7,8$  a  $14\text{ }\mu\text{m}$

### 3.3. Indicazioni ricavate

L'osservazione dei plafoni compiuta con l'ausilio della termocamera ad infrarossi, ha permesso di individuare lo scheletro strutturale e l'orditura dei solai. Tali informazioni consentono di determinare le posizioni in cui procedere successivamente con l'analisi costruttiva, al fine di consentire il rilievo della geometria degli elementi costituenti le tipologie di solaio individuate, ed ottimizzare il numero di demolizioni da eseguire.

La documentazione fotografica riportata di seguito sintetizza le informazioni rilevate durante il sopralluogo e permette la distinzione delle principali situazioni riscontrate, confrontando i termogrammi all'infrarosso con le corrispondenti immagini nel visibile.

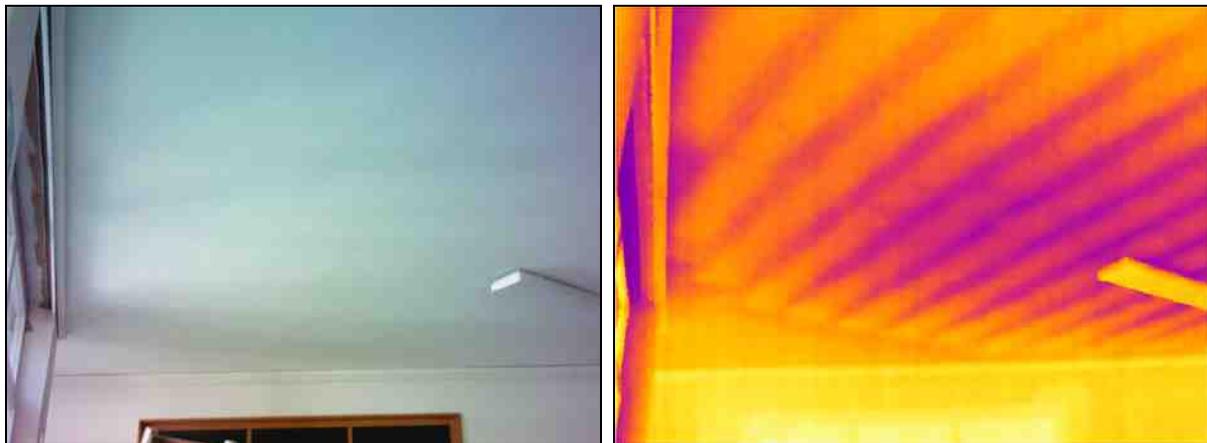


Foto n°1-2 - Individuazione della tramatura caratteristica dell'intradosso dell'Atrio al piano terra.

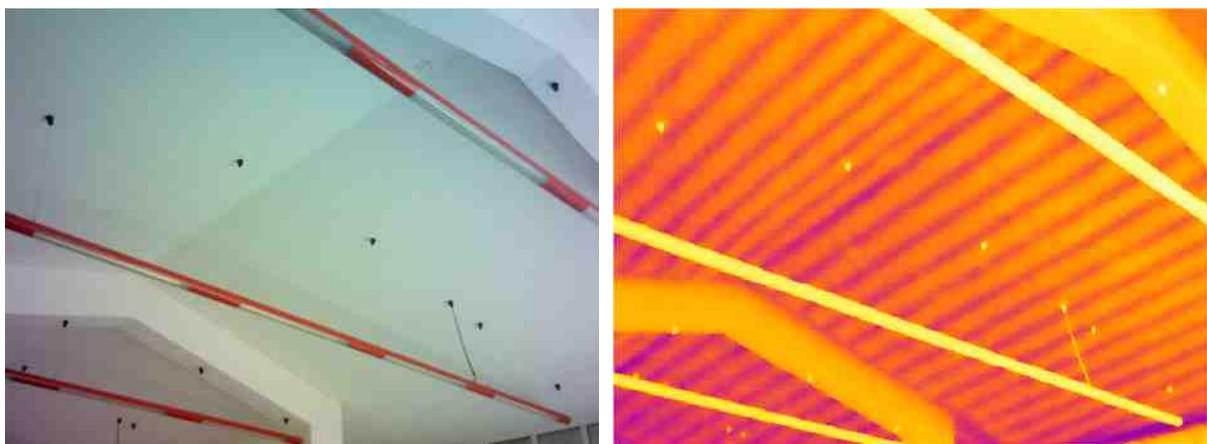


Foto n°3-4 - Individuazione della tramatura caratteristica dell'intradosso della Mensa al piano terra in cui è possibile riscontrare una scansione di travetti risultata costante ed uniforme sull'intera superficie dei plafoni.

## 4. ANALISI COSTRUTTIVA

Grazie all'analisi termografica è possibile individuare le posizioni in cui procedere con le demolizioni superficiali necessarie per conoscere le tipologie dei solai presenti e per constatarne lo stato di salute.

### 4.1. IDENTIFICAZIONE DEI SOLAI

La demolizione localizzata effettuata in un locale dell'edificio e le osservazioni condotte successivamente, hanno permesso di identificare la tipologia di solaio presente. La maggior parte degli impalcati del fabbricato è realizzata secondo le caratteristiche riassunte nella scheda riportata di seguito. Leggere varianti potrebbero essere legate all'altezza e alla geometria degli alleggerimenti, al quantitativo di armatura in relazione alle luci coperte dai solai ed allo spessore dello strato di finitura che difficilmente è costante sull'intera superficie. Nelle planimetrie allegate con nomenclatura "Tipologia Solai", le diverse tipologie costruttive riscontrate sono indicate mediante campiture di colori differenti.

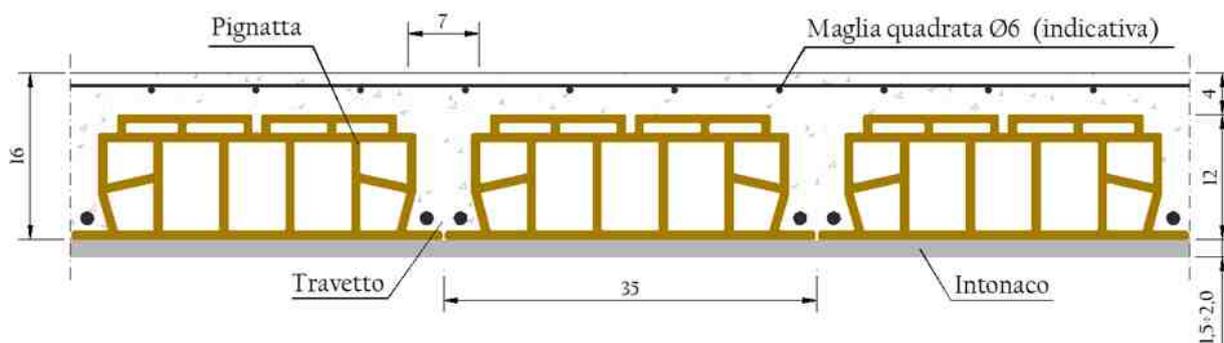
All'interno dell'edificio è stata rilevata un'unica tipologia costruttiva, che impiega una tecnologia mista con alleggerimenti in laterizio e elementi portanti realizzati direttamente in opera.

#### 4.1.1. Tipologia Solaio 1

Le osservazioni effettuate a seguito dei saggi distruttivi eseguiti hanno evidenziato la presenza di un solaio misto in laterocemento ottenuto dall'assemblaggio di cemento armato, con funzione prevalentemente resistente, e laterizi aventi funzione prevalentemente di alleggerimento.

All'interno del disegno posizione, quantità e dimensione dei ferri sono puramente indicative, così come la presenza della rete elettrosaldata annegata all'interno della cappa collaborante superiore, il cui spessore si ipotizza pari a 4 cm.

Lo schema della sezione trasversale e la tabella riportata di seguito mostrano le principali informazioni materiche e dimensionali dell'impalcato. Completa la scheda una breve documentazione fotografica di quanto rinvenuto nel corso dell'indagine.



Disegno n°1 – Schematizzazione dell'andamento della sezione della Tipologia Solaio 1.

#### Caratteristiche Solaio

Tipologia travetto	Gettato	Altezza complessiva [cm]	16
Orditura travetto	Monodirezionale	Tipologia finitura	Civile
Larghezza travetto [cm]	7	Sp. finitura min. [mm]	15
Interasse travetto [cm]	35	Sp. finitura max. [mm]	20
Altezza allegg. [cm]	12	Giacitura	Piana

#### Note

Dall'analisi costruttiva è stato possibile osservare che le barre di armatura non appaiono ben annegate nel getto di calcestruzzo che realizza il travetto.



Foto n°5 - Visione d'insieme della geometria dell'alleggerimento.



Foto n°6 - Visione d'insieme del travetto gettato in opera.



Foto n°7 - Particolare dei ferri d'armatura ormai ossidati.



Foto n°8 - Particolare dello spessore della finitura posto all'intradosso del solaio.

## 5. ANALISI SFONDELLAMENTO

### 5.1. DIAGNOSI CON BATTITURA MANUALE

La battitura manuale della soletta è un metodo per la prima verifica dell'esistenza dello sfondellamento. Sollecitando la superficie del soffitto con colpi regolari si compie la prima valutazione di massima. La presenza di suoni vuoti in zone particolari del solaio indica l'esistenza del fenomeno. Questa operazione di scrematura ci permette di controllare l'intera superficie e di raffinare la diagnosi, in una seconda fase, mediante lo strumento di ispezione sonora. Osservata la presenza di zone ammalorate si procede, ove necessario, ad una diagnosi approfondita mediante Sonispect®.

### 5.2. DIAGNOSI MEDIANTE SONISPECT®

Il metodo ha lo scopo di individuare, con metodi non distruttivi, gli sfondellamenti o le lesioni negli elementi in laterizio e anche i distacchi del solo strato d'intonaco.

La strumentazione per l'indagine con il metodo Sonispect® è composta da un'asta alla cui estremità sono posti uno spintore elettromeccanico con testina battente e un microfono a condensatore direzionale. L'intensità di battuta è costante ed il microfono ne registra la risposta sonora. L'indagine viene svolta mediante auscultazione sonora di impulsi sequenziali emessi e ricevuti su una maglia a geometria fissa ed analizzati nel dominio delle frequenze.

Le valutazioni sull'eventuale difettosità delle aree sono espresse in base alla conoscenza della tipologia costruttiva dei solai, poiché ogni tipologia reagisce con risposte differenti nel campo delle vibrazioni.

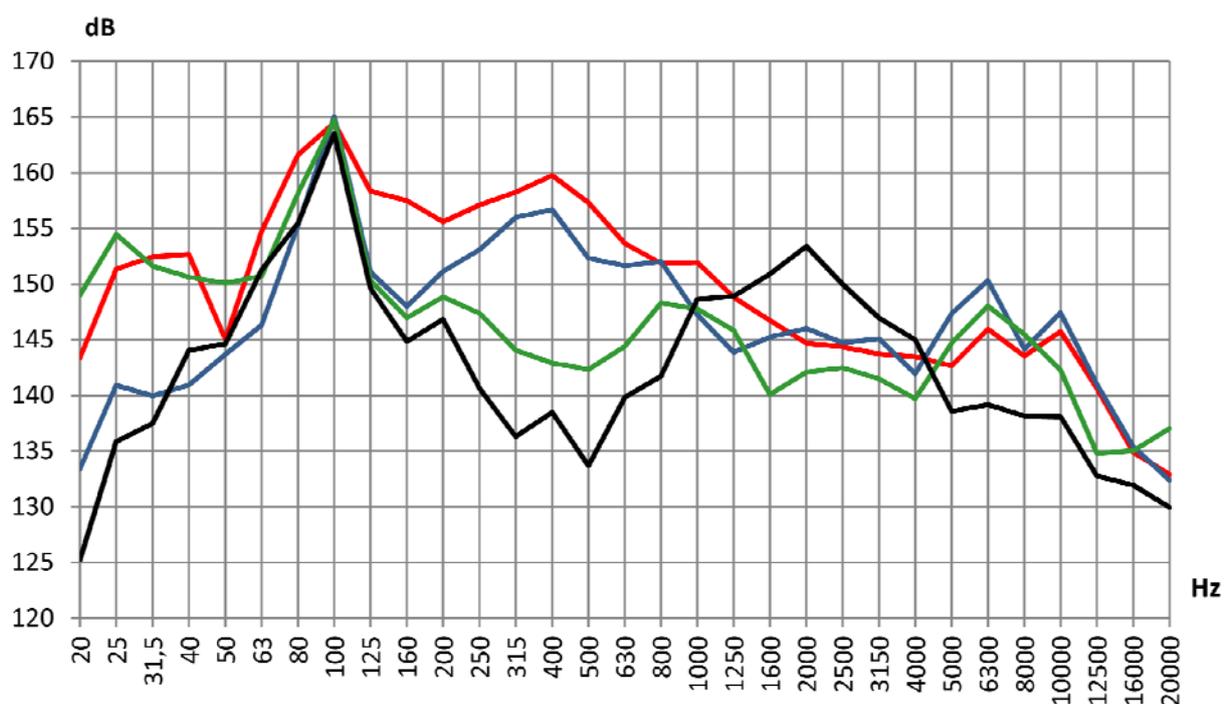
#### 5.2.1. Caratteristiche del metodo

Il metodo presenta delle caratteristiche vantaggiose che ne consentono l'uso in qualsiasi situazione con la certezza dei risultati.

- Rapidità di indagine
- Alta risoluzione
- Rilievo strumentale con eccitatore meccanico a percussione e con microfono ad alta risoluzione
- Elaborazione immediata in terzi di ottava con analizzatore di spettro
- Restituzione a mezzo CAD di immediata comprensione

In base alle analisi effettuate mediante Sonispect® è possibile classificare le situazioni di danneggiamento secondo quattro diversi livelli. Partendo dalla situazione considerata normale, cioè che non presenta alcun fenomeno fessurativo, si arriva a situazioni pessime e pericolose, passando da uno stato mediocre e da uno scadente, in cui il fenomeno è in evoluzione, ma non presenta la precarietà di un probabile distacco. Lo strumento, attraverso l'analisi delle risposte alle battute, è in grado di percepire la differenza di situazione e di indicare le difettosità puntuali o diffuse. Come pessime e pericolose si indicano le risposte che segnalano la sicura rottura con possibile imminente distacco di intonaco e/o laterizio. È possibile compiere dei confronti tra le diverse risposte dalla lettura dei diagrammi di uscita.

Il diagramma presenta in ascissa la frequenza compresa tra 20 Hz e 20000 Hz ed in ordinata il livello di pressione sonora (misurata in dB). Il diagramma di confronto qui riportato si riferisce all'andamento tipico di un solaio analogo in cui sono state osservate patologie simili.



Leggendo i risultati riportati nel diagramma di uscita dello strumento sonico è possibile fare delle osservazioni generali. Si nota che le curve, per una frequenza di 100 Hz, presentano un picco che si assesta intorno ad un valore di 163÷165 dB. Tale picco si riferisce all'impulso di battitura dello spintore, che agendo con la medesima intensità di battuta su ogni punto della superficie procura un'analogia risposta.

Il giudizio sullo stato di salute dell'intradosso del solaio va compiuto nell'intervallo di frequenze compreso tra i 100 Hz ed i 1000 Hz. In tale range la risposta è ben approssimata ed è possibile trovare le variazioni di risposta in modo più preciso.

La linea di colore nero, più bassa, si riferisce ad un solaio normale, in cui non è presente la fessurazione. L'andamento, se pur irregolare, ha dei valori di sensibile decremento di risposta.

In modo analogo si comporta la linea di colore verde, che rappresenta uno stato mediocre. In questo caso la curva risulta leggermente superiore a quella nera indicando una variazione all'interno dell'intradosso. La struttura è globalmente omogenea, ma possono essere presenti delle fessurazioni nello strato superficiale dell'intonaco di finitura dell'intradosso.

La linea di colore blu segnala una condizione transitoria in cui la porzione di intradosso non possiede più le caratteristiche di stabilità del solaio normale, ma non ha raggiunto ancora la situazione di crisi. Per questi casi si può prevedere una degenerazione del problema fino ad un collasso finale. La mutabilità e l'evoluzione del problema, non permettono una previsione temporale del distacco, ma consigliano un periodico monitoraggio in modo da prevenire i rischi.

La linea superiore, di colore rosso, presenta invece da subito delle anomalie. La curva, infatti, non ha più una brusca caduta ed il suono vuoto che si produce mantiene più alta l'intera curva. Ciò significa che la struttura non è omogenea e che presenta un fenomeno piuttosto avanzato di sfondellamento o di perdita di aderenza della finitura intonacata. In queste condizioni potrebbero presentarsi delle situazioni pericolose per gli utenti dei locali.

Nelle mappature allegate le zone in condizione normale non presentano alcuna retinatura colorata, le zone mediocri presentano una retinatura di colore verde, le zone scadenti di colore blu, mentre le zone pessime sono indicate in rosso con retinatura piena. Con una retinatura rossa a righe incrociate vengono indicate porzioni di intradosso pericolose o al limite del distacco. In particolare le porzioni soggette al fenomeno dello sfondellamento sono indicate nelle planimetrie allegate mediante una campitura di forma rettangolare mentre le restanti sono relative allo stato di conservazione dello strato di finitura dei plafoni ed ammettono contorno curvilineo.

## 5.2.2. Caratteristiche tecniche delle apparecchiature

### Analizzatore di spettro digitale

- Risposta in frequenza: 20 ÷ 20 kHz
- Impedenza in entrata (@ 1 kHz) : 1,6 k $\Omega$
- Frequenza di campionamento: fino a 48 Hz
- 16 bit di conversione A/D
- Memoria RAM: 2 GH

### Spintore elettromeccanico

- Testina battente in gomma dura
- Tensione: 12 V
- Resistenza nominale bobina: 1,05 $\Omega$
- Soglia rigidità dielettrica: 1 mA

### Microfono a condensatore direzionale

- Risposta in frequenza: 20 ÷ 20 kHz
- Sensibilità: 9 mV/PA / -41 dBV
- Pressione acustica limite: 112 Pa / 135 dB SPL
- Impedenza elettrica: < 200 $\Omega$

## 6. RISULTATI DELLE ANALISI

L'insieme delle informazioni ottenute durante l'indagine ci permette di riassumere i risultati ottenuti con le diverse analisi.

### 6.1. TERMOGRAFIA

La termografia si è dimostrata uno strumento prezioso per la valutazione delle infiltrazioni e dell'umidità nell'edificio: la capacità di fornire un'immagine fisica dei percorsi di diffusione dell'umidità, offre infatti informazioni più sicure rispetto all'estrapolazione dei dati rilevati da sonde e comporta tempi inferiori. Ciò significa che i difetti di isolamento presenti nelle componenti strutturali che racchiudono un edificio possono essere localizzati ed ispezionati. A causa della sua maggiore capacità termica, la parte umida trattenerà il calore più a lungo di quella asciutta e sarà visibile nelle immagini all'infrarosso; inoltre il materiale da costruzione interessato dall'umidità ha una massa termica più elevata e la sua temperatura diminuisce più lentamente rispetto alle aree circostanti a causa dell'effetto capacitivo conduttivo e termico. Inoltre, la presenza di sacche d'aria tra lo strato di intonaco ed il supporto in laterizio ha permesso l'osservazione diretta delle zone col peggiore grado di conservazione dell'intradosso.

Durante il sopralluogo è stato possibile escludere la presenza di porzioni dei plafoni risultate soggette a fenomeni di infiltrazione tuttora attivi o di recente formazione.

## 6.2. INTONACO

La ricerca di porzioni degli intradossi degli orizzontamenti interessate dal fenomeno dello sfondellamento, ha in parallelo permesso di analizzare lo stato di conservazione del grado di aderenza dello strato di finitura al plafone. Le condizioni di coesione sono dovute sia a cause intrinseche che a fattori esterni: tra le prime possono essere considerate la fattura della malta impiegata, che diminuisce di qualità quando la sua consistenza risulta essere sabbiosa, lo spessore e la vetustà dello strato; come fattori esterni si può annoverare l'eventuale presenza di fenomeni di infiltrazioni e/o efflorescenze superficiali, che determina invece una diminuzione locale della coesione della finitura.

L'osservazione dei soffitti ha permesso di escludere la presenza di zone degradate a causa di efflorescenze superficiali.

Relativamente al grado di aderenza dello strato di finitura del plafone, è stato possibile constatare una conservazione risultata complessivamente soddisfacente; nonostante ciò, localmente è stato possibile ravvisare una coesione pessima che interessa comunque porzioni circoscritte dei soffitti. Al fine di prevenire un ulteriore peggioramento dell'aderenza della finitura al plafone ed evitare l'innescò di situazioni critiche, si dovrà pianificare un intervento puntuale di rimozione e ripristino che si consiglia di estendere alle porzioni degradate limitrofe.

### 6.3. SFONDELLAMENTO

Per le tipologie costruttive che impiegano un sistema di alleggerimento in pignatte o più generalmente blocchi forati in laterizio, il fenomeno dello sfondellamento è da attribuire a lesioni interne che si formano sui setti inferiori degli stessi laterizi mentre nel caso di solai caratterizzati dalla presenza di tavelle o tavelloni, deve essere inteso come fessurazione in corrispondenza del loro appoggio al travetto o all'elemento di supporto. Nella maggior parte dei casi, le porzioni maggiormente interessate sono collocate lungo o in prossimità delle fasce in cui l'orditura dei travetti risulta essere parallela ad elementi aventi un valore di rigidezza elevato, quali sono le travi degli impalcati e gli elementi verticali. Tali posizioni non sono casuali ma dovute alla trasmissione di sforzi di natura torsionale che innescano fenomeni di sollecitazione assiale lungo i setti degli elementi di alleggerimento in corrispondenza della connessione al fondello. In questo modo le prime file degli stessi alleggerimenti risultano le più esposte; ciò non rende comunque le restanti parti degli impalcati immuni dal manifestarsi del fenomeno.

Come si può dedurre dalle mappature allegate, in diverse posizioni sono state individuate situazioni riconducibili alla presenza del fenomeno dello sfondellamento.

Durante il sopralluogo è stato possibile riscontrare nel Portico al piano terra una porzione dell'intradosso che presenta un elevato rischio di crollo a causa di un avanzato fenomeno di sfondellamento. In relazione a tale situazione si dovrà pertanto intervenire tempestivamente al fine di ripristinare le normali condizioni di agibilità, inibendo al contempo la fruizione del locale da parte dell'utenza, sino al termine delle idonee lavorazioni di messa in sicurezza. Inoltre le analisi condotte hanno permesso di individuare zone degli intradossi dei solai connotate da uno stato di conservazione pessimo. Data la situazione rilevata dovrà essere programmato un piano di interventi per le stesse porzioni. Si consiglia inoltre di comprendere negli interventi di messa in sicurezza le eventuali porzioni degradate limitrofe e invece di tenere sotto controllo le porzioni isolate in cui è stata individuata una situazione mediocre o scadente con particolare attenzione a queste ultime. Infatti in questi casi il fenomeno è innescato e l'unica differenza è sul tempo di evoluzione.

La fotografia riportata a seguire permette di evidenziare la porzione dell'intradosso particolarmente degradata osservata durante il sopralluogo.

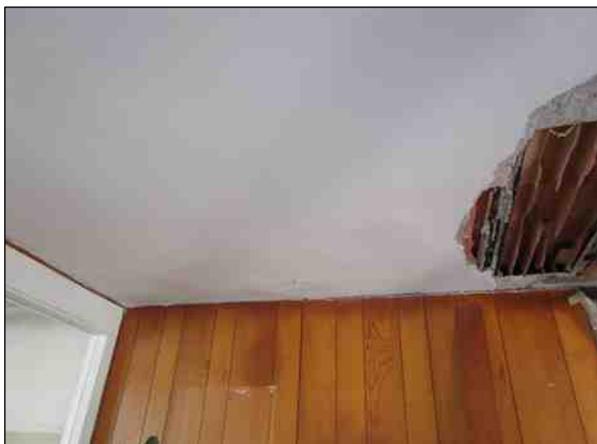


Foto n°9 - Porzione di intradosso nel Portico al piano terra particolarmente degradata che presenta un elevato rischio di crollo.

## 7. CONCLUSIONI

I documenti e le informazioni raccolte permettono di avere un quadro complessivo dello stato di salute dei solai analizzati.

L'osservazione dei soffitti condotta mediante l'ausilio della termocamera ad infrarossi ha dato la possibilità di escludere la presenza di porzioni dei plafoni che risultano interessate da un fenomeno di infiltrazione tuttora attivo o di recente formazione.

Complessivamente l'aderenza dello strato di finitura al supporto è risultata soddisfacente mentre localmente è stato possibile riscontrare un grado di coesione pessimo: al fine di prevenire un ulteriore peggioramento dell'aderenza della finitura al plafone ed evitare l'innescare di situazioni critiche, si consiglia la pianificazione di un intervento localizzato di rimozione e ripristino.

Come si può dedurre dalle mappature allegate, in alcune posizioni sono state individuate situazioni riconducibili alla presenza del fenomeno dello sfondellamento: le analisi condotte hanno infatti permesso di riscontrare nel Portico al piano terra una zona degli intradossi dei solai caratterizzata tuttora da un elevato rischio di crollo (zona connotata da una condizione pericolosa). In questo caso si dovrà intervenire tempestivamente al fine di ripristinare le normali condizioni di agibilità, inibendo al contempo la fruizione del locale da parte dell'utenza, sino al termine delle idonee lavorazioni di messa in sicurezza. Durante il sopralluogo sono state inoltre ravvisate porzioni dei solai connotate invece da uno stato di conservazione pessimo: data la situazione rilevata, in questo secondo caso dovrà essere programmato un piano di interventi per le stesse porzioni. Si consiglia di comprendere negli stessi interventi le zone degradate limitrofe e di tenere sotto controllo le restanti porzioni in cui è stata individuata una situazione mediocre o scadente, poiché in questi casi il fenomeno è innescato e l'unica differenza è sul tempo di evoluzione.

Per quantificare il grado di rischio legato ad un possibile sfondellamento occorre analizzare i due principali fattori che definiscono la quantità di materiale soggetto a possibile crollo.

Il peso dell'intonaco tradizionale di tipo civile è di circa 18 kg/mq per ogni centimetro di spessore. È evidente che l'incremento di spessore provoca un aumento proporzionale di peso.

Le misurazioni dello spessore dello strato di finitura dell'intradosso, effettuate nelle posizioni laddove eseguiti i rilievi delle tipologie costruttive, hanno consentito di riscontrare valori differenti. Ciò non impedisce però di ravvisare in altri punti spessori differenti da quelli misurati. In particolare lo spessore maggiore della finitura può portare ad un più rapido degrado dello strato di supporto. Nel caso di distacchi simultanei anche di parti di laterizio, tale peso va incrementato ulteriormente di circa 10 kg/mq.

Il secondo fattore fondamentale è l'estensione del fenomeno. L'esperienza ottenuta da anni di osservazioni insegna che in molti casi, tale aspetto è quello rilevante.

Infatti, se si considera di estendere i carichi ipotizzati precedentemente su una superficie di circa  $1 \div 2$  mq, è chiaro che un crollo improvviso di  $\approx 75$  kg di materiale costituisce un pericolo. Inoltre, spesso, il fenomeno risulta tanto più imprevedibile quanto più è elevata la superficie ammalorata.

Tali considerazioni sono necessarie per una corretta interpretazione dei risultati ottenuti e per individuare un più corretto metodo di intervento. Per una valutazione puntuale si rimanda alle indicazioni riportate nella relazione, mentre per l'individuazione delle zone interessate da possibili cedimenti si rimanda alle planimetrie allegate che indicano puntualmente la situazione osservata.

E' doveroso ricordare che la presente relazione ha una limitata valenza temporale, in particolar modo nel caso di eventi eccezionali quali esplosioni, incendi o sismi, soprattutto se in un edificio di rilevanza strategica. Non è, infatti, possibile garantire la stabilità dell'intradosso dei solai per tempi illimitati.

Per valutare l'evoluzione dei fenomeni registrati si suggerisce l'esecuzione di un monitoraggio di controllo sui soffitti dell'edificio periodico, ponendo particolare attenzione alle porzioni individuate come scadenti ed indicate in blu nelle planimetrie allegate.

Trieste, 02/11/2015

Ing. Marco Gallotta

Tecnoindagini S.r.l.

**ALLEGATO**

**ELABORATI GRAFICI**

## INDICE

### 1. PLANIMETRIE

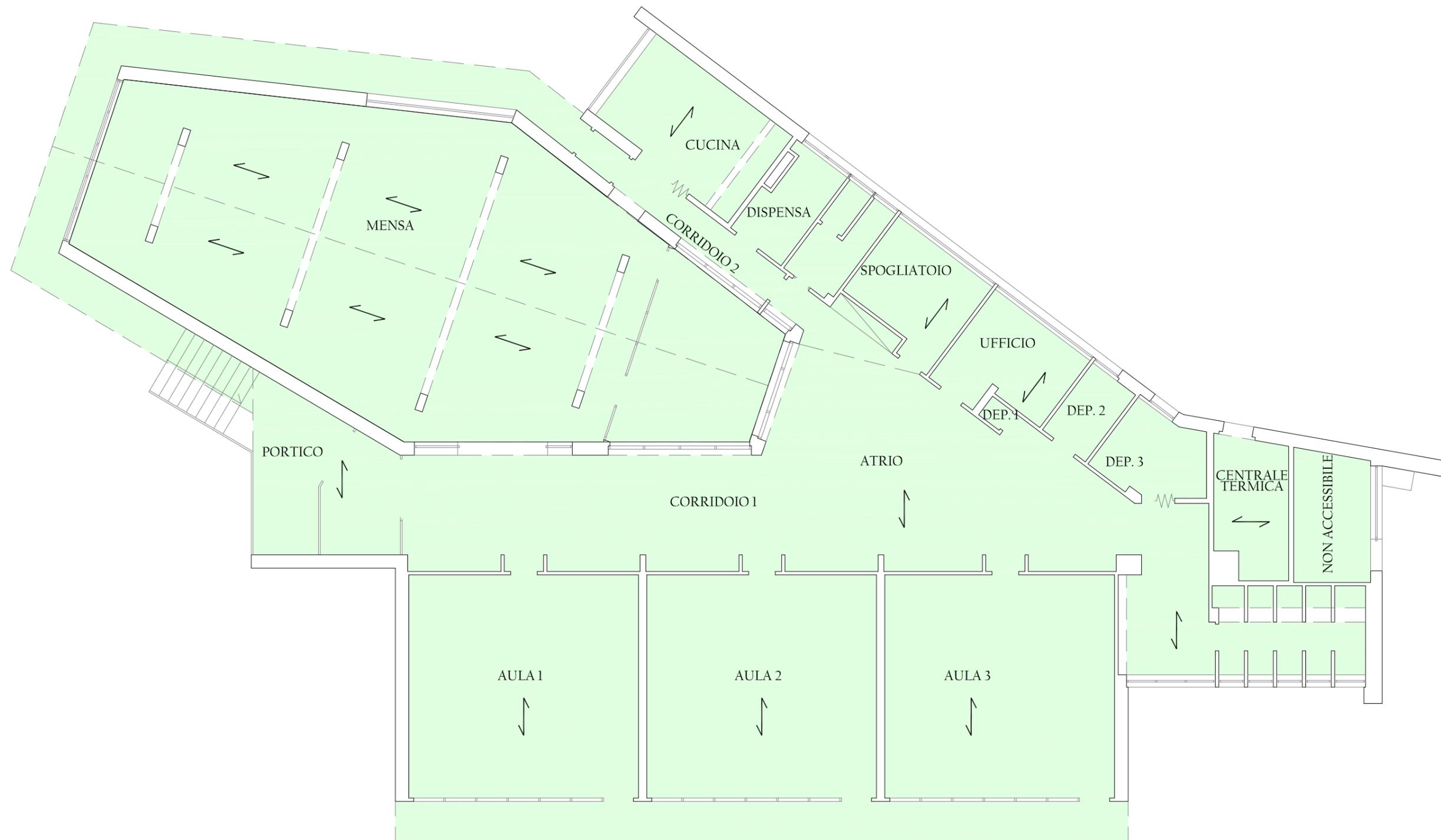
1.1. Tipologia Solai – Piano Terra

1.2. Mappatura Sonispect® – Piano Terra

1. PLANIMETRIE  
1.1. TIPOLOGIA SOLAI - PIANO TERRA

LEGENDA

- SOLAIO 1
- ↔ ORDITURA



## 1.2. MAPPATURA SONISPECT® - PIANO TERRA

