



"Finanziato dall'Unione Europea - NextGenerationEU"



CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA
DIREZIONE SERVIZI GENERALI, SCUOLE E GOVERNANCE
Servizio Edilizia - Ufficio Prevenzione Incendi e Progetti Speciali

EDIFICIO - ATTIVITA':

Via Archimede 42,44,46 - Genova 16142
I.I.S. Eugenio Montale/Nuovo I.P.C.

CODICE

EDIFICIO	ATTIVITA'
SIGE273	A

COMMESSA: LAS.21.00003-I.I.S. EUGENIO MONTALE -NUOVO I.P.C.-SUCCURSALE VIA ARCHIMEDE 42-44-46,16142 GENOVA
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO MEDIANTE RIQUALIFICAZIONE DEI PROSPETTI E MESSA IN SICUREZZA DEI SOFFITTI

CODICE COMMESSA

SER.

FASE: ESECUTIVO

STATO: PROGETTO

OGGETTO DELLA TAVOLA:

Relazione tecnica - Anti-sfondellamento

N° TAVOLA

EDG-04

SCALA

/

PROGETTISTI: Arch. GABRIELLA INNOCENTI - Dodi Moss S.r.l.

Ing. MARCO PIETRO RUGGIERI - Dodi Moss S.r.l.

Ing. ANDREA GUERRA - Dodi Moss S.r.l.

REVISIONE ☒ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F

DATA 07/2022

RIF. FILE ANAGEDIL:

STAFF di PROGETTAZIONE

APPROVAZIONE DOCUMENTO

RESP. UFFICIO

Arch. R. Burroni - Geom. F. Rosazza Battore

DIRIGENTE TECNICO

Ing. Davide Nari

R.U.P.

Arch. Roberta Burroni



“Finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU”



**Città Metropolitana
di Genova**

**Direzione Servizi Generali, Scuole e Governance
Servizio Edilizia**

Oggetto : LAS.21.00003.SER.00001.

Affidamento diretto del servizio di progettazione definitiva ed esecutiva dell'intervento di efficientamento energetico mediante riqualificazione dei prospetti dell'edificio e messa in sicurezza dei soffitti

MONTALE EUGENIO/NUOVO I.P.C.

VIA ARCHIMEDE, 42, 44, 46 GENOVA.

CUP D38B20001020001 CIG ZBB3557EEB

RELAZIONE TECNICA ANTISFONDELLAMENTO

IL PROGETTISTA

INDICE

PARTE I – DESCRIZIONE DELL’OPERA	3
1 PREMESSA.....	3
2 NORME	3
3 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA OGGETTO DI INTERVENTO	3
3.1 IDENTIFICAZIONE DEI SOLAI	4
PARTE II – INTERVENTO PER LA MESSA IN SICUREZZA DEI SOFFITTI	7
4 CRITICITÀ RISCONTRATE.....	7
4.1 RISULTATI DELLE ANALISI 2017	7
4.2 RISULTATI DELLE ANALISI 2022	7
4.3 RAFFRONTI	8
5 INTERVENTO.....	8
6 CONCLUSIONE	9

PREMESSA

L'intervento oggetto della presente relazione riguarda la messa in sicurezza dei soffitti dell'istituto "Eugenio Montale – Nuovo I.P.C. – succursale" sito in via Archimede 42-44-46 a Genova (GE).

Nell'intraprendere l'incarico è stata visionata la documentazione ricevuta dalla committenza, con particolare attenzione alle tavole del progetto strutturale originario, risalente al 1959 firmato dall'Ing. Natale Valdata (Tav. 20181004142436411) – (vedi Tavola ES01), e al documento "Libretto Sanitario sullo Sfondellamento dei Solai – Cod. A17052" (ALLEGATO 1), redatto da Tecnoindagini s.r.l. il 27 febbraio 2017.

A seguito di alcune criticità riscontrate nel suddetto documento, si è proceduto a richiedere una revisione dell'analisi diagnostica precedentemente effettuata, per verificare l'evoluzione dei fenomeni innescati e rilevati all'intradosso dei solai. Conseguentemente è stato redatto un nuovo documento "Libretto Sanitario sullo Sfondellamento dei Solai – Revisione del 9 Maggio 2022 – Cod. A22039" (ALLEGATO 2).

NORME

Il quadro normativo di riferimento pone le basi per la progressiva risoluzione delle problematiche legate alla sicurezza degli edifici, connesse agli elementi anche non strutturali ed in particolare al rischio di crolli di soffitti e controsoffitti.

- NTC'08 (D.M. 14/01/2008) che precisano che una struttura deve essere "progettata, eseguita, collaudata e soggetta a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il più alto livello di sicurezza" e che pongono come principio base per la sicurezza degli edifici il concetto di Salvaguardia della vita umana, cioè dei fruitori degli edifici.
- Intesa Istituzionale Stato-Regioni del 28/01/2009 concernente gli indirizzi per prevenire e fronteggiare le vulnerabilità degli elementi non strutturali negli edifici scolastici, che definisce prioritaria la valutazione di sicurezza nei confronti di soffitti, controsoffitti ed elementi appesi ai solai, in relazione al tragico evento dell'Istituto "Darwin" di Rivoli (TO) del 22 novembre 2008.
- NTC'18 (D.M. 17/01/2018) che confermando che l'obiettivo della sicurezza degli edifici e delle strutture è la Salvaguardia della vita umana, precisano che le prestazioni in termini di sicurezza di una costruzione nel suo complesso, devono includere gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA OGGETTO DI INTERVENTO

La scuola oggetto d'intervento è situata in via Archimede 42-44-46 Genova.

Il complesso scolastico, costruito nei primi anni Sessanta del secolo scorso ed adibito a scuola secondaria di secondo grado, presenta il fronte principale, prospetto Est, affacciato su via Archimede lungo l'asse longitudinale. L'edificio risulta essere di 60 metri di lunghezza e presenta una larghezza variabile, in direzione trasversale, da 10 a 18 metri ed un'altezza in gronda (al netto dei volumi emergenti in copertura) di circa 20 metri.

Il fabbricato può essere suddiviso in 3 volumi:

- Corpo Nord, inscrivibile in un rettangolo di dimensioni 18x15.5 m , esteso su cinque livelli fuori terra, a cui si aggiunge un volume tecnico in copertura e un locale seminterrato (ex centrale termica), collegati da un corpo scale-ascensore ed adibito ad aule e laboratori scolastici, ad eccezione di alcuni locali al piano terra (sede dell'appartamento dell'ex custode) e al piano primo (sede della scuola Vespertina l'Oasi);
- Corpo centrale, inscrivibile in un rettangolo di dimensioni 21x12 m, esteso su cinque livelli fuori terra e dedicato a palestra (nel primo livello a doppia altezza), aule scolastiche (nei livelli superiori) ed i collegamenti orizzontali per tutti e cinque i piani;
- Corpo Sud, inscrivibile in un rettangolo di dimensioni 25x15.5 m, esteso su cinque livelli fuori terra, ai quali si aggiunge un volume tecnico in copertura, collegati da un corpo scale-ascensore ed adibiti ad aule e laboratori scolastici, ad eccezione del piano terra (sede di locali accessori della palestra).

L'organizzazione degli spazi interni vede i vari ambienti allineati sul lato di un corridoio centrale, che si sviluppa per tutta la lunghezza dell'edificio e che costituisce il connettivo orizzontale.

Ciascuno dei tre volumi presenta un accesso diretto indipendente: da via Archimede attraverso porticati, per i corpi Nord e Sud, dal cortile presente sul retro (prospetto Ovest) per il corpo centrale.

3.1 IDENTIFICAZIONE DEI SOLAI

Come rilevato dalle indagini svolte da Tecnoindagini s.r.l. e dalla documentazione ricevuta dalla committenza, i solai sono tutti in laterocemento gettati in opera. All'interno dell'edificio sono state rilevate tre tipologie costruttive, che impiegano tecnologia mista con alleggerimenti in laterizio. È stato possibile riscontrare l'utilizzo di elementi portanti realizzati direttamente in opera per tutte e tre le tipologie. Per gli alleggerimenti, invece, nel caso della tipologia di solaio 1 è stata utilizzata una doppia tavella di alleggerimento, mentre nella tipologia di solaio 2 l'alleggerimento è realizzato mediante l'uso di volterrane; per quanto riguarda la tipologia di solaio 3, ossia le scale, anch'esse realizzate in laterocemento, l'alleggerimento viene descritto come "Blocchi in laterizio" nella Tav. 20181004142436411 (vedi Tavola ES01) del progetto originale.

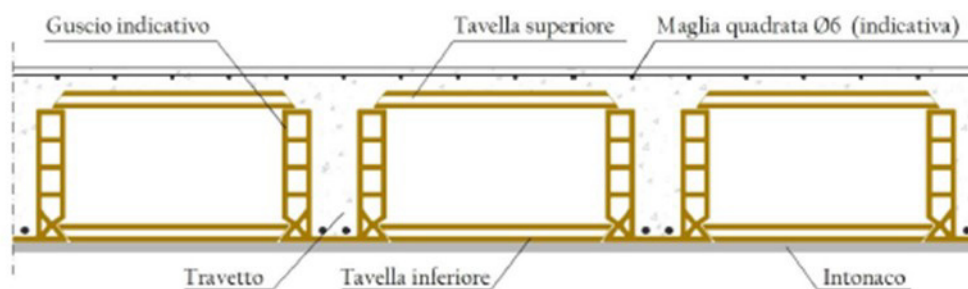
La mappatura delle tipologie di solai identificate è riportata nella tavola di progetto DS01.

•Tipologia Solaio 1

Solaio misto in laterocemento: travetti e soletta collaborante in cemento armato gettato in opera, con tavelle in laterizio aventi funzione prevalentemente di alleggerimento.

Il disegno sottostante e la corrispondente tabella mostrano indicativamente la sezione tipo della tipologia di solaio 1 e le sue dimensioni. Si sono ipotizzate le quantità dei ferri e le loro posizioni, così come la presenza della rete elettrosaldata annegata nella cappa collaborante superiore.

La rappresentazione è stata estratta dal documento "Libretto Sanitario sullo Sfondellamento dei Solai – Cod. A17052" (ALLEGATO 1), redatto da Tecnoindagini s.r.l. il 27 febbraio 2017.



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

Caratteristiche Solaio

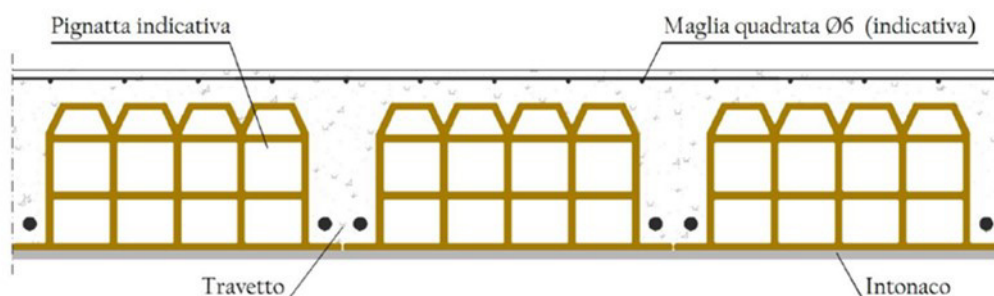
Tipologia travetto	Gettato	Altezza alleggerimento inferiore [cm]	3
Orditura travetto	Monodirezionale	Altezza intercapedine tra blocchi [cm]	36
Larghezza travetto [cm]	10	Altezza complessiva [cm]	46
Interasse travetto [cm]	70	Tipologia finitura	Civile
Alleggerimenti sovrapposti	Si	Sp. finitura min. [mm]	15
Presenza intercapedine	Si	Sp. finitura max. [mm]	20
Altezza alleggerimento superiore [cm]	3		

•Tipologia solaio 2

Solaio misto in laterocemento: travetti e soletta collaborante in cemento armato gettato in opera, con volterrane in laterizio aventi funzione prevalentemente di alleggerimento.

Il disegno sottostante e la corrispettiva tabella mostrano indicativamente la sezione tipo della tipologia di solaio 1 e le sue dimensioni. Si sono ipotizzate le quantità dei ferri e le loro posizioni, così come la presenza della rete elettrosaldata annegata nella cappa collaborante superiore.

La rappresentazione è stata estratta dal documento "Libretto Sanitario sullo Sfondellamento dei Solai – Cod. A17052" (ALLEGATO 1), redatto da Tecnoindagini s.r.l. il 27 febbraio 2017.



Disegno n°2 - Schematizzazione dell'andamento della sezione della Tipologia Solaio 2.

Caratteristiche Solaio

Tipologia travetto	Gettato	Altezza complessiva [cm]	24
Orditura travetto	Monodirezionale	Tipologia finitura	Civile
Larghezza travetto [cm]	8	Sp. finitura min. [mm]	8
Interasse travetto [cm]	36	Sp. finitura max. [mm]	10
Altezza allegg. [cm]	20		

•Tipologia solaio 3

Come si nota osservando la Tav. 20181004142436411 (vedi Tavola ES01) del progetto originale, firmato dall'Ing. Natale Valdata nel 1959, la struttura delle scale risulta anch'essa mista in laterocemento. La struttura portante è progettata con travetti in cemento armato gettati in opera, intervallati da blocchi in laterizio con funzione di alleggerimento.

CRITICITÀ RISCONTRATE

Di seguito si riportano le criticità riscontrate nelle indagini, rispettivamente del 27 febbraio 2017 (ALLEGATO 1) e del 9 maggio 2022 (ALLEGATO 2), riguardanti:

- Infiltrazioni attive
- Condizione dell'intonaco
- Fenomeno di sfondellamento

Il raffronto tra i risultati di tali indagini è stato riportato graficamente nelle tavole DS02 ÷ DS07.

4.1 RISULTATI DELLE ANALISI 2017

- INFILTRAZIONI ATTIVE: Grazie al sopralluogo, sono state individuate infiltrazioni attive, o di recente formazione, poste nelle zone Spogliatoio 2 al piano terra, Vano Scala 2 e Bagno 2 al secondo piano. È stato possibile, in alcuni casi, individuare interventi di ripristino dei soffitti, precedentemente eseguiti, mediante l'utilizzo della termocamera ad infrarossi.
- CONDIZIONE DELL'INTONACO: in diverse zone, l'osservazione dei soffitti ha evidenziato la presenza di efflorescenze superficiali, indicative di aree soggette a degrado. Nei soffitti dell'Ingresso 2 al Piano Terra, del Corridoio 1 al Piano Primo e del Bagno 1 al Piano Secondo, sono state individuate porzioni di differenti estensioni caratterizzate da un eccessivo distacco della finitura. In diversi casi, inoltre, le analisi hanno dato la possibilità di individuare un grado di coesione dell'intonaco classificabile come pessimo.
- SFONDELLAMENTO: in diversi vani sono state individuate situazioni riconducibili alla presenza del fenomeno dello sfondellamento.

Durante il sopralluogo, è stato possibile riscontrare porzioni degli intradossi dei solai ad elevato rischio di crollo, a causa di un avanzato fenomeno di sfondellamento. Le zone individuate si trovano nell'Ingresso 1 al Piano Terra, nell'Aula 4 e nel Bagno 1 al Piano Secondo.

Le analisi condotte hanno, inoltre, permesso di individuare porzioni dei solai caratterizzate da uno stato di conservazione pessimo.

4.2 RISULTATI DELLE ANALISI 2022

- INFILTRAZIONI ATTIVE: Nel corso del sopralluogo, sono state individuate infiltrazioni attive, o di recente formazione, poste nel Bagno 1 al Piano Primo.
- CONDIZIONE DELL'INTONACO: in diverse zone, si è osservata la presenza di porzioni di soffitto degradate da efflorescenze superficiali. In particolare, nelle aree dei soffitti in corrispondenza degli scarichi dei servizi igienici; è possibile dunque ricondurre tali fenomeni a perdite degli impianti di scarico dei servizi.

Nelle mappature allegate al documento “Libretto Sanitario sullo Sfondellamento dei Solai – Revisione del 9 Maggio 2022 – Cod. A22039” (ALLEGATO 2), le zone che presentano efflorescenze sono state individuate mediante una retinatura incrociata di colore verde.

In alcune aree del soffitto, individuate all'Ingresso 2 al Piano Terra, nel Corridoio 1 e nel Locale 2 al Piano Primo e nel Bagno 1 al Piano Secondo, è stato possibile constatare che, in un'ampia porzione del soffitto, l'intonaco risulta eccessivamente distaccato.

- SFONDELLAMENTO: Il fenomeno dello sfondellamento è stato individuato in diverse aree dei soffitti.

Durante il sopralluogo si sono riscontrate porzioni degli intradossi ad un elevato rischio di crollo, a causa di uno stato avanzato del fenomeno di sfondellamento. Le zone individuate si trovano all'Ingresso 1 e 2 del Piano Terra, nel Corridoio 1 del Piano Primo e nel Corridoio del Piano Secondo.

Le analisi condotte hanno, inoltre, permesso di individuare porzioni dei solai caratterizzate da uno stato di conservazione pessimo.

4.3 RAFFRONTO

Come si può dedurre dal confronto delle mappature allegate al “Libretto Sanitario sullo Sfondellamento dei Solai – Cod. A17052” (ALLEGATO 1) con le mappature allegate al documento “Libretto Sanitario sullo Sfondellamento dei Solai – Revisione del 9 Maggio 2022 – Cod. A22039” (ALLEGATO 2), consultabile nelle tavole di progetto DS02 ÷ DS07, dal 2017 al 2022 lo stato di degrado dei soffitti ha subito un'importante estensione del fenomeno.

INTERVENTO

Per il ripristino delle condizioni di sicurezza dei soffitti, è possibile procedere con diversi tipi di intervento. Tra i più utilizzati si riscontrano:

- Intervento di tipo Tradizionale

Consiste nell'asportazione e ripristino delle porzioni di soffitto soggette a rischio. Viene eseguito mediante lo scrostamento degli intonaci e l'asportazione delle parti ammalorate di laterizio. A seguito di ciò viene inserita un'armatura metallica, per una migliore adesione dell'intonaco, per poi procedere al ripristino dello stesso.

- Intervento con Sistema di Controsolaio “a Secco”

È un sistema composto da elementi studiati per il rinforzo dei soffitti. Non richiede nessun tipo di demolizione e viene, invece, applicato direttamente all'intradosso dei solai. Può essere di tipo sospeso o in aderenza.

Per la messa in sicurezza dei soffitti dell'I.I.S. Eugenio Montale si è deciso di intervenire con un Sistema di controsoffitto a secco in aderenza, previo smontaggio e stoccaggio dell'impianto elettrico a soffitto, per garantire la quota di 3,00 m dal piano di calpestio, che assicura il livello di sicurezza e comporta costi più limitati rispetto ad un intervento di tipo tradizionale.

Il sistema consiste nel rivestire le superfici intradossali dei solai con lastre in gesso rivestito/fibrorinforzate, dello spessore di 12.5 mm, ad elevata resistenza meccanica e classe di reazione al fuoco A2-s1, d0, fissate ad un ossatura metallica di supporto composta da profili di acciaio zincato sagomato ad Omega, ancorata alla struttura portante del solaio, con viti autofilettanti in acciaio temperato. La struttura sarà realizzata con profili con marcatura CE in conformità con la norma UNI EN 14195 riguardante “Profili per Sistemi in Lastre in Gesso Rivestito”, in classe A1 di reazione al fuoco.

L'orditura primaria sarà fissata al solaio tramite gancio semplice distanziato, per l'applicazione in perfetta aderenza. Il sistema di sospensione sarà fissato all'elemento strutturale attraverso apposito e idoneo

tassello. La tenuta del tassello dovrà essere verificata in cantiere in funzione della tipologia di elemento strutturale e del suo stato di conservazione. Lungo le pareti perimetrali vengono installate guide sagomate ad U, per una migliore aderenza.

Il rivestimento della struttura verrà realizzato con un singolo strato di lastre in gesso rivestito/fibrorinforzato antincendio, idrorepellenti, ad alta densità e resistenza meccanica, con una maggiore durezza superficiale e portata ai carichi sospesi. Il rivestimento sarà fissato all'orditura metallica mediante apposite viti autofilettanti.

A seguito dell'installazione del sistema di antisfondellamento si procederà con le lavorazioni accessorie quali rasatura, tinteggiatura e ripristino dell'impianto elettrico a soffitto.

CONCLUSIONE

Tenuto conto dell'analisi del raffronto, tra l'indagine svoltasi nel 2017 e l'indagine successiva svoltasi nel 2022, e la conseguente osservazione del livello di espansione dello stato di degrado, si è deciso di eseguire l'intervento nella sua interezza, per una superficie di intervento totale complessiva di circa 3.500 mq. (3.492,24 mq)

ALLEGATO 1

LIBRETTO SANITARIO

SULLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

IIS "Eugenio Montale" - Nuovo I.P.C. - Succursale
Via Archimede, 42-44-46 - Genova



Committente:
Città Metropolitana di Genova
Piazzale Mazzini, 2
16122 Genova



TECNOINDAGINI S.r.l.
Tel 02 36527601 fax 02 66304937 – www.tecnoindagini.it
con il supporto tecnico di: Ing. Carlo Piccinini

INDICE

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO	5
3. ANALISI TERMOGRAFICA	6
3.1. Caratteristiche del metodo	6
3.2. Caratteristiche tecniche delle apparecchiature	6
3.3. Indicazioni ricavate	7
4. ANALISI COSTRUTTIVA	10
4.1. IDENTIFICAZIONE DEI SOLAI	10
4.1.1. Tipologia Solaio 1	11
4.1.2. Tipologia Solaio 2	13
5. ANALISI SFONDELLAMENTO	15
5.1. DIAGNOSI CON BATTITURA MANUALE	15
5.2. DIAGNOSI MEDIANTE SONISPECT®	15
5.2.1. Caratteristiche del metodo	15
5.2.2. Caratteristiche tecniche delle apparecchiature	18
6. RISULTATI DELLE ANALISI	19
6.1. TERMOGRAFIA	19
6.2. INTONACO	21
6.3. SFONDELLAMENTO	23
7. CONCLUSIONI	25
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 IIS "Eugenio Montale" - Nuovo I.P.C. - Succursale sito in Via Archimede, 42-44-46 a Genova.

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.

In parallelo alle analisi condotte sugli intradossi dei solai vengono eseguite verifiche sia sui sistemi di controsoffittatura che sulle apparecchiature vincolate agli stessi controsoffitti o direttamente ai

solai; lo scopo è quello di rilevare eventuali fenomeni di degrado in atto o la presenza di vulnerabilità relative alle tecniche costruttive impiegate, che potrebbero causare la perdita di funzionalità e/o di resistenza dei dispositivi di sospensione. Le analisi, condotte mediante semplice osservazione, sono pertanto rivolte al rilievo del sistema di fissaggio dei controsoffitti e delle apparecchiature appese, in modo tale da poter valutare la qualità, la frequenza, la regolarità e le modalità adottate per l'esecuzione dei fissaggi, al fine di poter fornire un giudizio in relazione al carico supportato.

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 non sia di recente realizzazione.

Il manufatto ammette un impianto planimetrico avente sagoma di forma regolare a "stecca", ed è disposto complessivamente su cinque livelli fuoriterra a cui si aggiunge una piccola parte interrata e alcuni locali sulla copertura. L'organizzazione degli spazi interni prevede i vari ambienti allineati sul lato di un corridoio centrale che si sviluppa per tutta la lunghezza dell'edificio e che costituisce il connettivo orizzontale. Due vani scale e un ascensore svolgono, invece, la funzione di connettivi verticali e permettono lo smistamento degli utenti ai vari locali, nei quali l'intradosso degli orizzontamenti si mantiene ad una quota compresa tra 2,50÷3,00 m dal piano di calpestio. Unicamente in corrispondenza della Palestra le altezze sono doppie.

L'indagine ha coperto una superficie di circa 3500 mq.

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 °C a +120 °C
- Frequenza di immagine: 30 Hz
- Sensibilità termica (NETD mK) 50 mK @ +30°C
- Risoluzione spaziale a 45°: 1,23 mRad
- Tipo di sensore: Focal Plane Array (FPA), microbolometro non raffreddato 640x480 pixels, vanadium oxide.
- Campo spettrale da 7,8 a 14 μm

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.

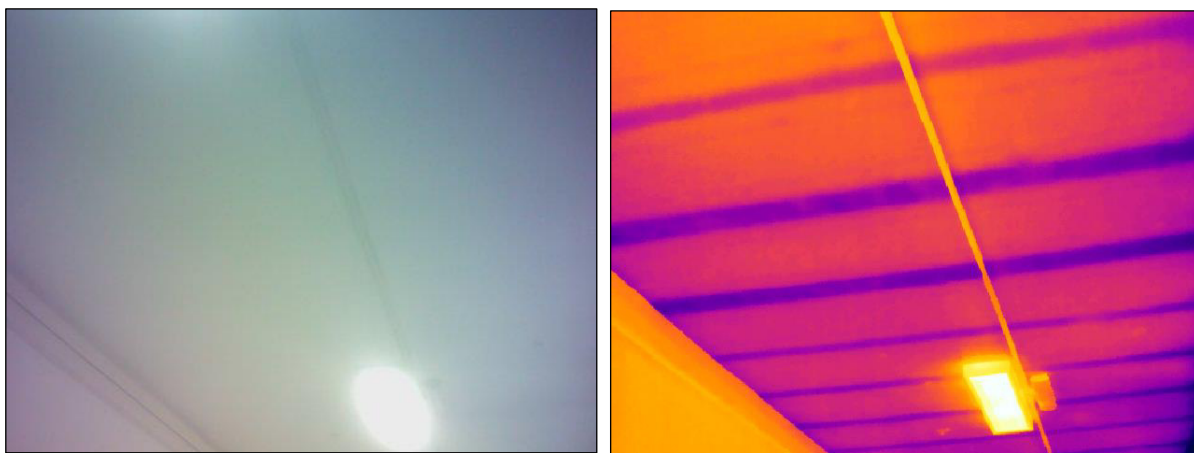


Foto n°1-2 - Individuazione della tramatura caratteristica dell'intradosso del Corridoio al quarto piano. Gli elementi portanti sono caratterizzati da una colorazione più scura mentre il sistema di alleggerimento è contraddistinto da tonalità più chiare.

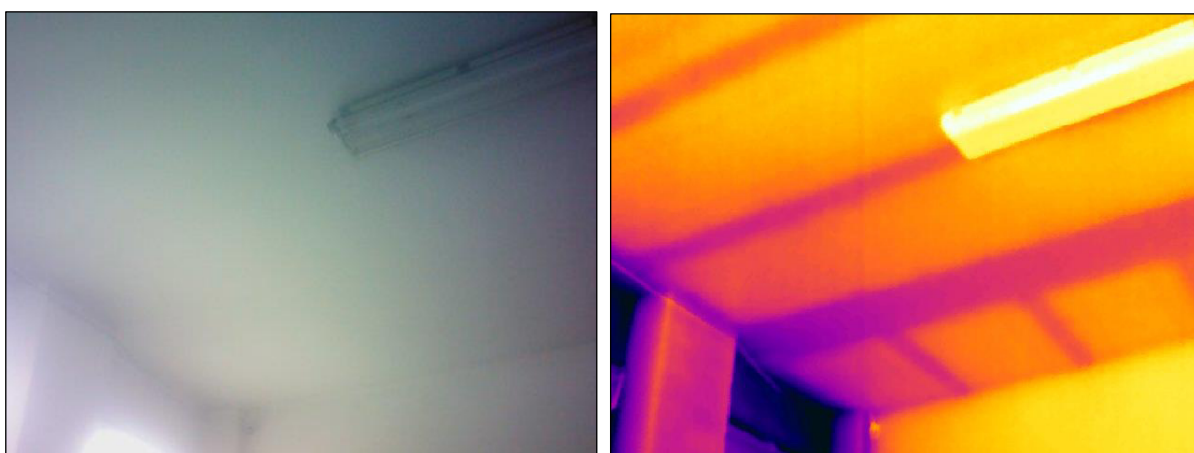


Foto n°3-4 - Nell'Ambulatorio Medico al secondo piano è stato individuato il tracciato caratteristico di una trave confinata nello spessore dell'impalcato.



Foto n°5-6 - Individuazione della tramatura caratteristica dell'intradosso dell'Aula al piano terra in cui è possibile riscontrare un cambiamento del verso di orditura del solaio.

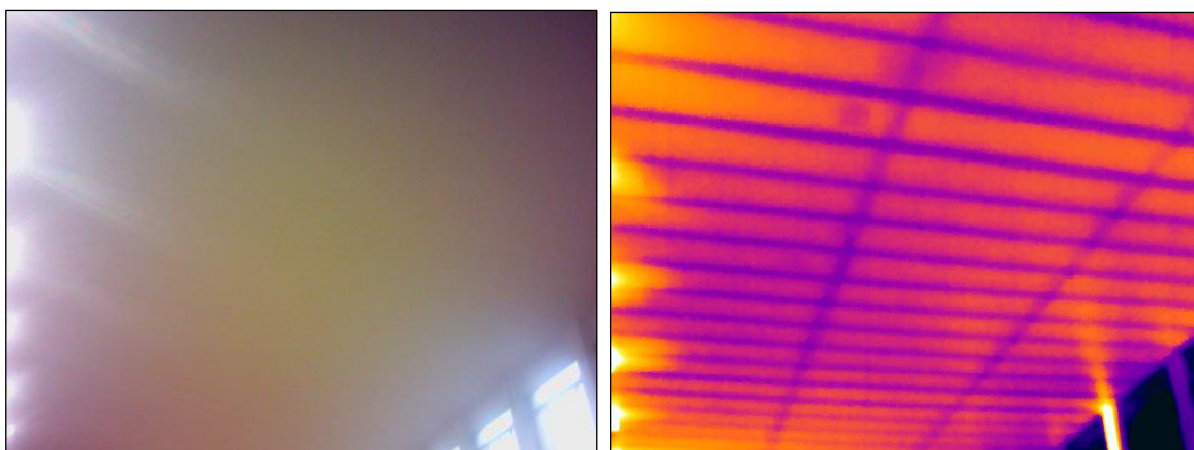


Foto n°7-8 - Individuazione della tramatura caratteristica dell'intradosso della Palestra al piano terra.



Foto n°9-10 - Il termogramma registrato all'interno dell'Aula 6 al quarto piano mostra un intradosso caratterizzato da una struttura portante dai contorni poco definiti intervallata da elementi di alleggerimento di notevole larghezza, di cui se ne può leggere la sagoma.

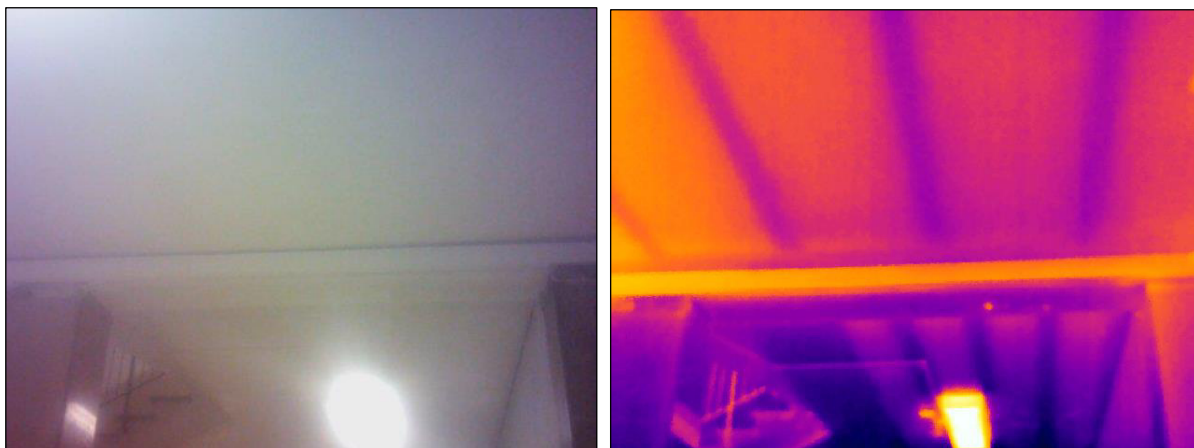


Foto n°11-12 - Il termogramma registrato nell'Atrio I al piano terra mostra due differenti tipologie costruttive, che si differenziano per la dimensione dell'elemento di alleggerimento.



Foto n°13-14 - Individuazione della tramatura caratteristica dell'intradosso della Sala Bidelli al piano secondo.

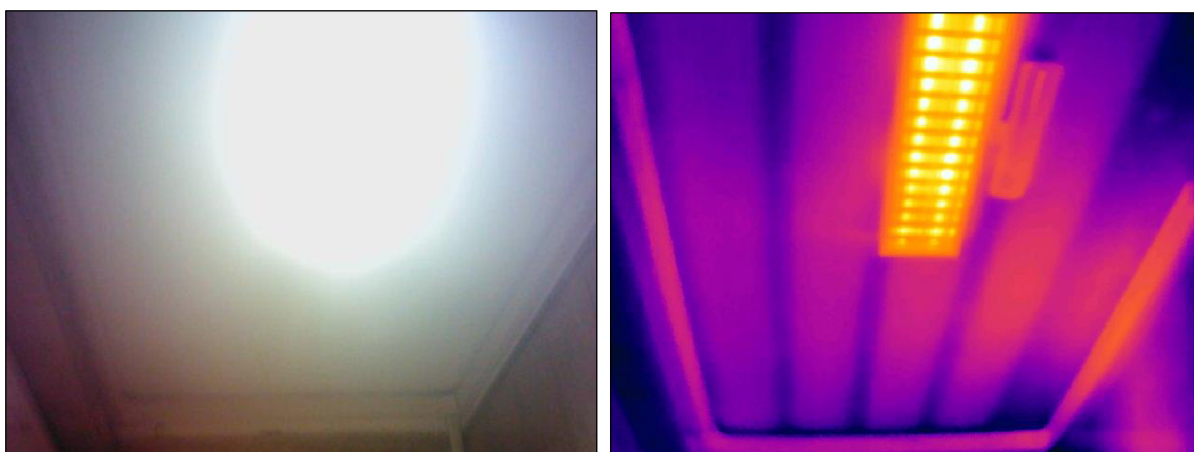


Foto n°15-16 - Intradosso del Corridoio 3 al piano terra in cui la modesta linearità e nitidezza del tratto identificativo dei travetti portanti indica la presumibile presenza di un elemento portante gettato direttamente in opera.

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

Le demolizioni localizzate effettuate in alcuni punti dell'edificio e le osservazioni condotte successivamente, hanno permesso di identificare le tipologie di solaio presenti. La maggior parte degli impalcati del fabbricato è realizzata secondo le caratteristiche riassunte nelle schede riportate 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.

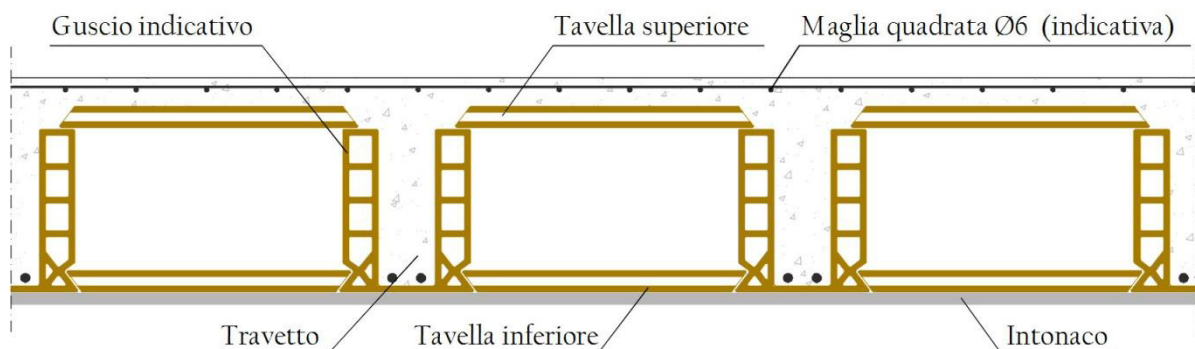
All'interno dell'edificio sono state rilevate due tipologie costruttive, che impiegano tutte tecnologia mista con alleggerimenti in laterizio. In entrambi i casi è stato possibile riscontrare l'impiego di elementi portanti realizzati direttamente in opera, nel caso principale affiancati a una doppia tavella di alleggerimento, mentre nel secondo caso l'alleggerimento è realizzato mediante l'impiego di pignatte.

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 alleggerimento inferiore [cm]	3
Orditura travetto	Monodirezionale	Altezza intercapedine tra blocchi [cm]	36
Larghezza travetto [cm]	10	Altezza complessiva [cm]	46
Interasse travetto [cm]	70	Tipologia finitura	Civile
Alleggerimenti sovrapposti	Si	Sp. finitura min. [mm]	15
Presenza intercapedine	Si	Sp. finitura max. [mm]	20
Altezza alleggerimento superiore [cm]	3		



Foto n°17 - Individuazione del Solaio 1 all'interno dello Spogliatoio 2 al piano terra e visione dell'intercapedine creata dalla tipologia costruttiva.



Foto n°18 - Particolare della tavella inferiore.



Foto n°19 - Dettaglio dell'incastro della tavella inferiore al guscio in laterizio.



Foto n°20 - Particolare della tavella superiore appoggiata al guscio.



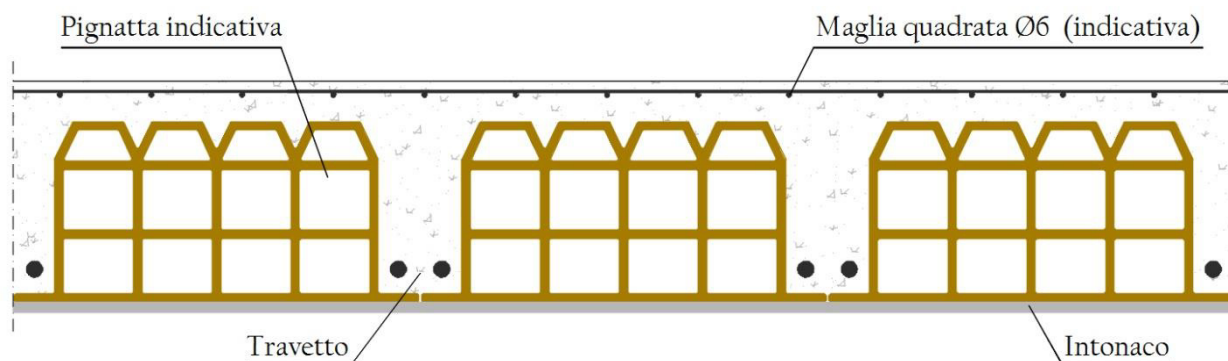
Foto n°21 - Dettaglio dello spessore dello strato di finitura applicato al plafone.

4.1.2. Tipologia Solaio 2

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°2 - Schematizzazione dell'andamento della sezione della Tipologia Solaio 2.

Caratteristiche Solaio

Tipologia travetto	Gettato	Altezza complessiva [cm]	24
Orditura travetto	Monodirezionale	Tipologia finitura	Civile
Larghezza travetto [cm]	8	Sp. finitura min. [mm]	8
Interasse travetto [cm]	36	Sp. finitura max. [mm]	10
Altezza allegg. [cm]	20		



Foto n°22 - Individuazione del Solaio 2 all'interno dell'Ambulatorio Medico al piano secondo.



Foto n°23 - Particolare del travetto gettato in opera.



Foto n°24 - Dettaglio della geometria interna
dell'elemento di alleggerimento.



Foto n°25 - Particolare dello strato di finitura che
riveste l'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.

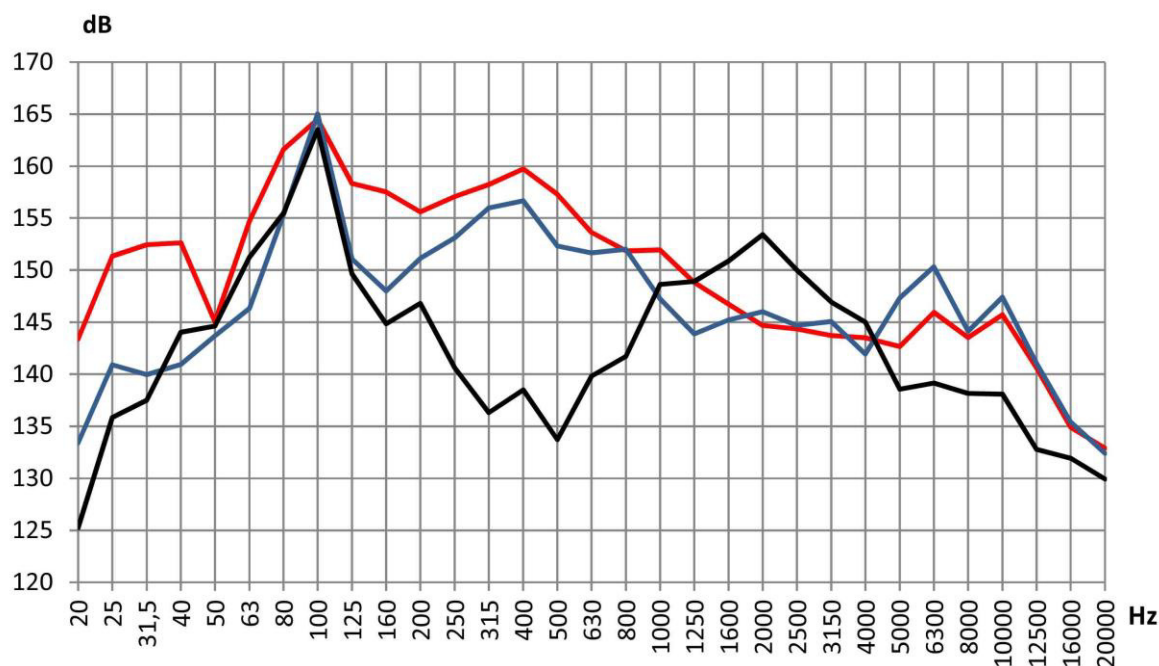
5.2.1. Caratteristiche del metodo

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 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.

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 scadenti sono evidenziate con una colorazione 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.

5.2.2. Caratteristiche tecniche delle apparecchiature

Analizzatore di spettro digitale

- Risposta in frequenza: 20 ÷ 20 kHz
- Impedenza in entrata (@ 1 kHz) : 1,6 kΩ
- 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: 1,05Ω
- 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: < 200Ω

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 tratterrà 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 individuare in alcune posizioni, fenomeni di infiltrazione tuttora attivi o di recente formazione, localizzati nello Spogliatoio 2 al piano terra, nel Vano Scala 2 e nel Bagno 2 al secondo piano.

Le interazioni fisiche e chimiche tra i materiali, inoltre, possono produrre, a seguito della saturazione di acqua nella soletta, la dilatazione dei laterizi che, spingendo sui travetti, generano delle compressioni capaci di innescare la fessurazione dei setti ed il successivo distacco del fondello. Un ulteriore effetto nocivo dovuto all'acqua ed all'aria è l'ossidazione corrosiva dei ferri d'armatura nei travetti; tale situazione influisce negativamente anche sulle caratteristiche prestazionali stesse dell'impalcato. Per cui è importante individuare la causa di formazione delle infiltrazioni e ridurre le portate.

L'osservazione mediante termocamera ad infrarossi ha dato la possibilità di constatare che in alcuni casi, sono stati eseguiti interventi di ripristino dell'intradosso, segno come la situazione odierna sia la conseguente evoluzione di un fenomeno già localmente presente in passato.

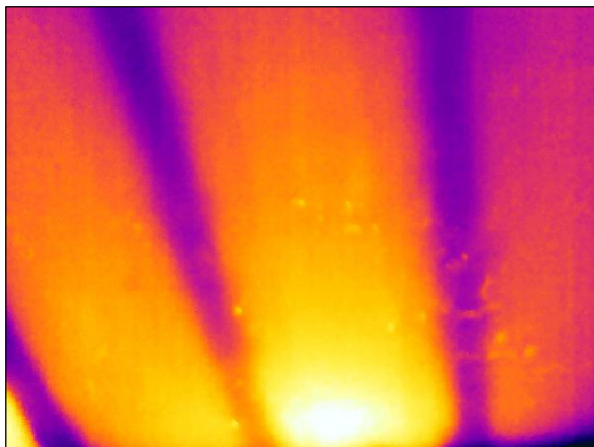


Foto n°26 - Piano terra, Spogliatoio 2: individuazione di un'area caratterizzata dalla presenza di un'infiltrazione attiva.



Foto n°27 - Infiltrazione attiva nel Vano Scala 2 al secondo piano.

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.

In diverse posizioni, l'osservazione dei soffitti ha evidenziato la presenza di zone di differente estensione degradate a causa di efflorescenze superficiali. In queste posizioni è stata intensificata la battitura al fine di individuare l'effettivo stato del solaio ed il grado di coesione dell'intonaco al plafone. Non è sempre possibile risalire all'origine della loro formazione, ma è evidente che l'umidità può diminuire la resistenza dei materiali e procurarne il deperimento.

In alcune posizioni dei soffitti, più precisamente nell'Ingresso 2 al piano terra; nel Corridoio 1 al primo piano; nel Bagno 1 al secondo piano, sono state individuate porzioni di differente estensione dei plafoni connotate da un eccessivo distacco della finitura: in relazione a tali situazioni si dovrà pianificare un tempestivo intervento teso al ripristino delle normali condizioni di sicurezza ed in parallelo inibire la fruizione degli stessi locali all'utenza sino al termine delle idonee lavorazioni. Inoltre le analisi condotte hanno dato la possibilità di ravvisare in diversi casi, un grado di coesione dello strato di finitura con il supporto classificabile come pessimo. Al fine di prevenire un ulteriore peggioramento delle condizioni di aderenza ed evitare l'innescare di situazioni critiche, si dovrà pianificare un intervento localizzato di rimozione e ripristino. Si consiglia inoltre di comprendere negli stessi interventi anche le eventuali porzioni degradate limitrofe, infatti in questi casi il fenomeno è innescato e l'unica differenza è sul tempo di evoluzione.

La documentazione fotografica riportata a seguire permette di evidenziare alcune delle porzioni degradate, osservate durante il sopralluogo.



Foto n°28 - Porzione del plafone dell'Ingresso 2 al piano terra connotata da un grado di aderenza della finitura considerato pericoloso.



Foto n°29 - Porzione del plafone del Corridoio 1 al piano primo connotata da un grado di aderenza della finitura considerato pericoloso.



Foto n°30 - Porzione del plafone del Bagno 1 al secondo piano connotata da un grado di aderenza della finitura considerato pericoloso.



Foto n°31 - Porzione della finitura intonacata della Sala Bidelli al secondo piano connotata da una condizione di conservazione pessima.

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 rigidità 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 zone degli intradossi dei solai, individuate **nell'Ingresso 1 al piano terra; nell'Aula 4 e nel Bagno 1 al secondo piano**, che presentano tuttora un elevato rischio di crollo a causa di un avanzato fenomeno di sfondellamento. In relazione a tali situazioni si dovrà pertanto intervenire tempestivamente al fine di ripristinare le normali condizioni di agibilità, inibendo al contempo la fruizione degli stessi locali da parte dell'utenza, sino al termine delle idonee lavorazioni di messa in sicurezza. Le analisi condotte hanno inoltre permesso di ravvisare zone dei solai connotate 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 scadente, poiché in questi casi il fenomeno è innescato e l'unica differenza è sul tempo di evoluzione.

La documentazione fotografica riportata a seguire permette di evidenziare alcune delle porzioni degradate, osservate durante il sopralluogo.



Foto n°32 - Piano secondo, Aula 4: individuazione di alcuni elementi di alleggerimento connotati da un elevato rischio di crollo (condizione pericolosa).



Foto n°33 - Piano secondo, Bagno 1: individuazione di alcuni elementi di alleggerimento connotati da un elevato rischio di crollo (condizione pericolosa).



Foto n°34 - Porzione dell'intradosso dello Spogliatoio 1 al piano terra in pessimo stato di conservazione.



Foto n°35 - Piano terra, Corridoio 1: individuazione di alcuni elementi di alleggerimento interessati dal fenomeno dello sfondellamento.



Foto n°36 - Porzione dell'intradosso del Corridoio 2 al piano terra in pessimo stato di conservazione.



Foto n°37 - Piano primo, Bagno: individuazione di alcuni elementi di alleggerimento interessati dal fenomeno dello sfondellamento.

7. CONCLUSIONI

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

Le osservazioni condotte durante il sopralluogo permettono di considerare come idonea la stabilità sia dei sistemi di controsoffittatura che degli elementi appesi presenti nell'edificio.

In alcune posizioni, tuttavia, sono state individuate invece zone di differente estensione degradate a causa di efflorescenze superficiali.

L'osservazione dei soffitti condotta mediante l'ausilio della termocamera ad infrarossi ha dato la possibilità di riscontrare zone dei plafoni che risultano interessate da fenomeni di infiltrazione tuttora attivi o di recente formazione, localizzate nello Spogliatoio 2 al piano terra, nel Vano Scala 2 e nel Bagno 2 al secondo piano.

Nei casi in cui il rivestimento dei plafoni ammetta un eccessivo distacco, come riscontrato nell'Ingresso 2 al piano terra; nel Corridoio 1 al primo piano; nel Bagno 1 al secondo piano (zone connotate da una condizione pericolosa), si dovrà procedere tempestivamente con un idoneo intervento teso al ripristino delle normali condizioni di sicurezza ed al contempo inibire la fruizione all'utenza sino al termine delle lavorazioni. In alcune posizioni è stato inoltre 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 dovrà programmare un intervento localizzato di rimozione e ripristino. Si consiglia infine di comprendere negli stessi interventi le porzioni degradate limitrofe, infatti in questi casi il fenomeno è innescato e l'unica differenza è sul tempo di evoluzione.

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 zone degli intradossi dei solai caratterizzate tuttora da un elevato rischio di crollo, nell'Ingresso 1 al piano terra; nell'Aula 4 e nel Bagno 1 al secondo piano (zone connotate da una condizione pericolosa). In questi casi si dovrà intervenire tempestivamente al fine di ripristinare le normali condizioni di agibilità, inibendo al contempo la fruizione degli stessi locali 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 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 ≈ 90 kg di materiale, se consideriamo il Solaio S1, 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.

Indagini diagnostiche
Analisi intradossi solai
con metodo Sonispect®

Genova, 27/02/2017

IIS "Eugenio Montale" - Nuovo I.P.C. - Succursale
Via Archimede, 42-44-46 - Genova
Cod. A17052

Dott. Ing. Marco Gallotta



Tecnoindagini S.r.l.

TECNOINDAGINI SRL
Via Monte Sabotino n° 14
20095 Cusano M. (MI)
P. IVA 06383520969

ALLEGATO

ELABORATI GRAFICI

INDICE

1. PLANIMETRIE

- 1.1. Tipologia Solai – Piano Copertura
- 1.2. Tipologia Solai – Piano Quarto
- 1.3. Tipologia Solai – Piano Terzo
- 1.4. Tipologia Solai – Piano Secondo
- 1.5. Tipologia Solai – Piano Primo
- 1.6. Tipologia Solai – Piano Terra
- 1.7. Tipologia Solai – Piano Seminterrato
- 1.8. Mappatura Sonispect® – Piano Copertura
- 1.9. Mappatura Sonispect® – Piano Quarto
- 1.10. Mappatura Sonispect® – Piano Terzo
- 1.11. Mappatura Sonispect® – Piano Secondo
- 1.12. Mappatura Sonispect® – Piano Primo
- 1.13. Mappatura Sonispect® – Piano Terra
- 1.14. Mappatura Sonispect® – Piano Seminterrato

1. PLANIMETRIE
1.1. TIPOLOGIA SOLAI - PIANO COPERTURA

LEGENDA

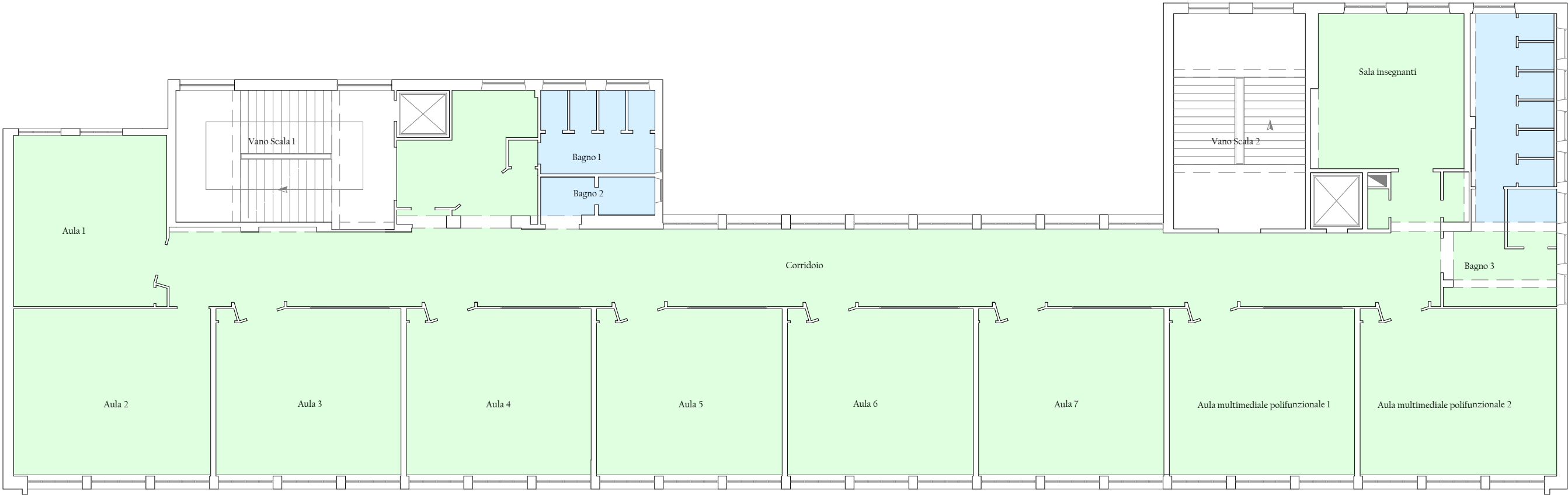
- SOLAIO 2
- NON RILEVABILE



1.2. TIPOLOGIA SOLAI - PIANO QUARTO

LEGENDA

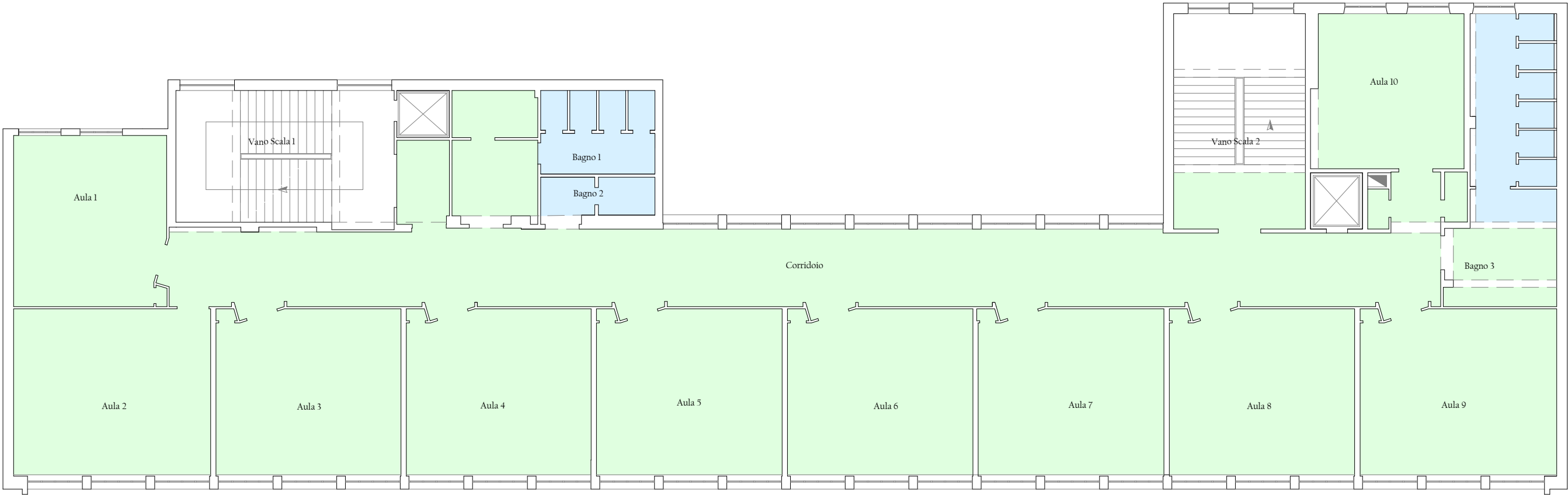
- SOLAIO 1
- SOLAIO 2



1.3. TIPOLOGIA SOLAI - PIANO TERZO

LEGENDA

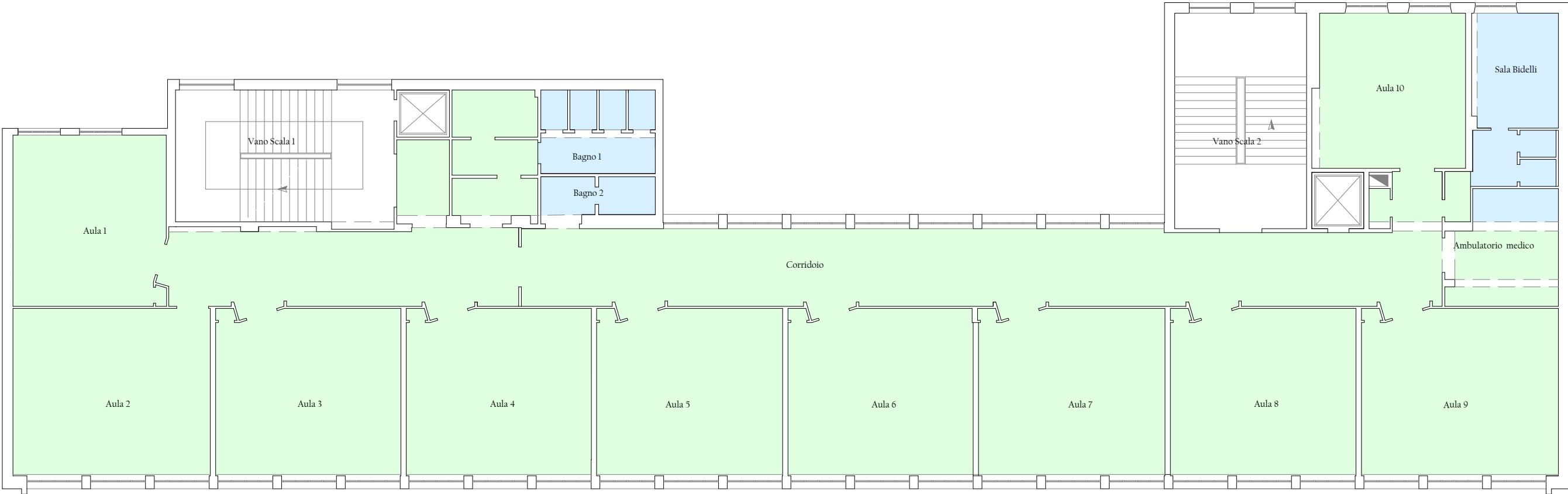
- SOLAIO 1
- SOLAIO 2



1.4. TIPOLOGIA SOLAI - PIANO SECONDO

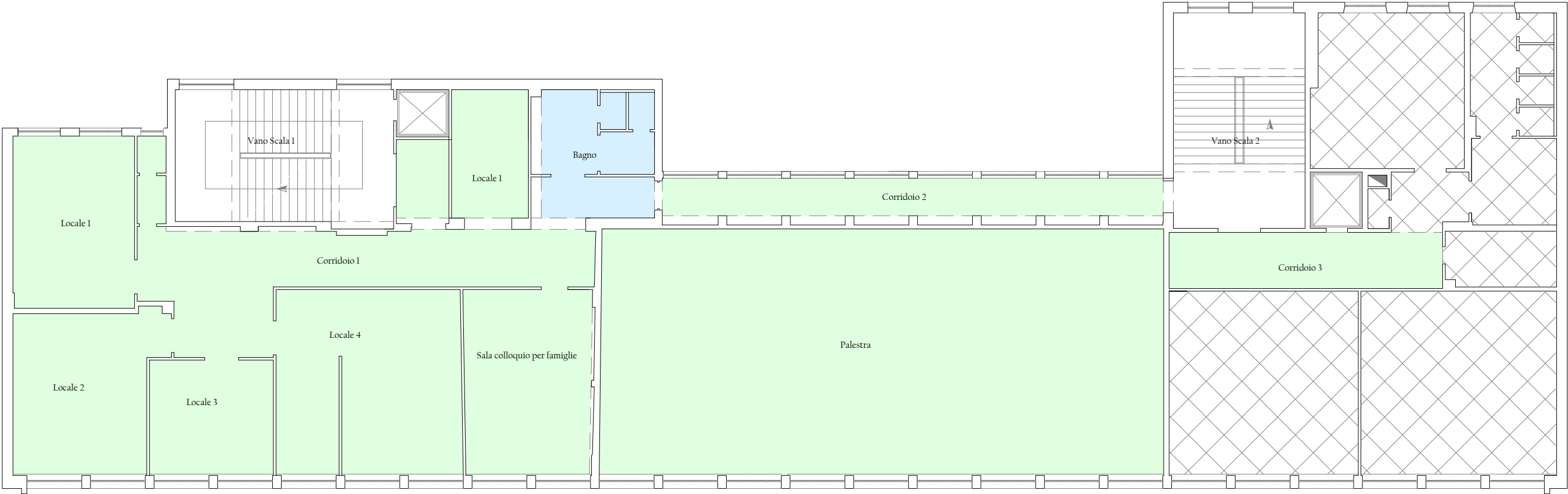
LEGENDA

- SOLAIO 1
- SOLAIO 2



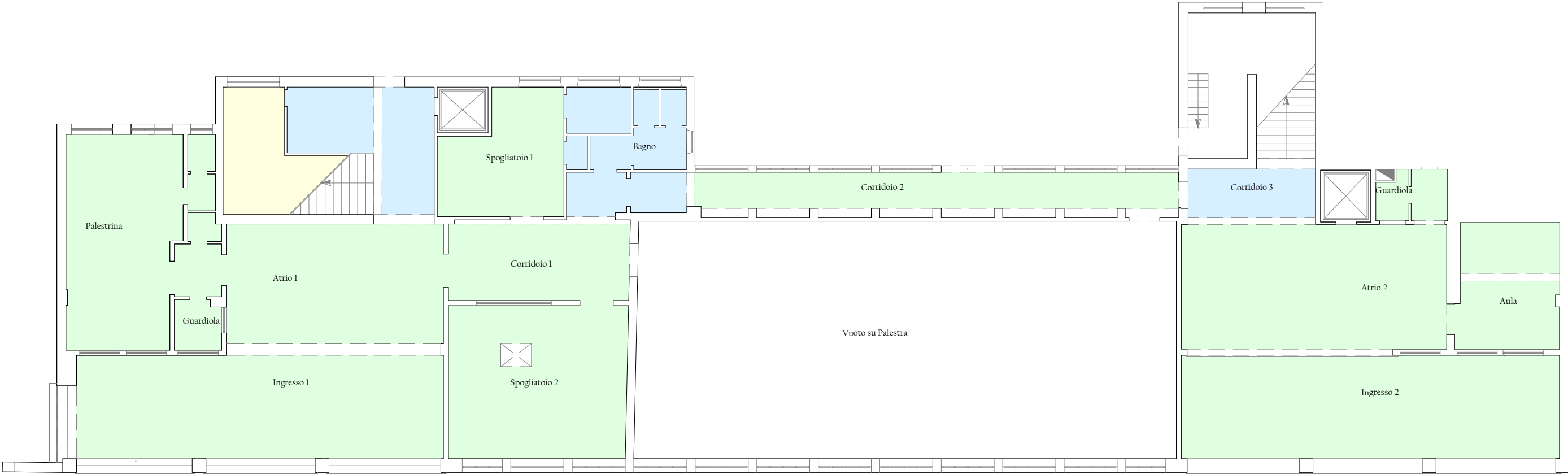
1.5. TIPOLOGIA SOLAI - PIANO PRIMO

- LEGENDA
- SOLAIO 1
 - SOLAIO 2
 - ZONE ESCLUSE DAL MONITORAGGIO



1.6. TIPOLOGIA SOLAI - PIANO TERRA

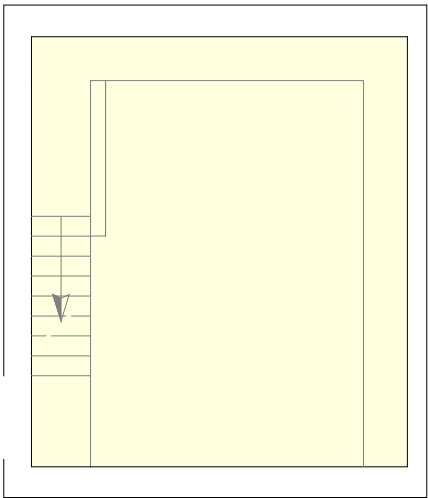
- LEGENDA
- SOLAIO 1
 - SOLAIO 2
 - ZONE ESCLUSE DAL MONITORAGGIO



1.7. TIPOLOGIA SOLAI - PIANO SEMINTERRATO

LEGENDA

■ NON RILEVABILE



1.8. MAPPATURA SONISPECT® - PIANO COPERTURA

LEGENDA

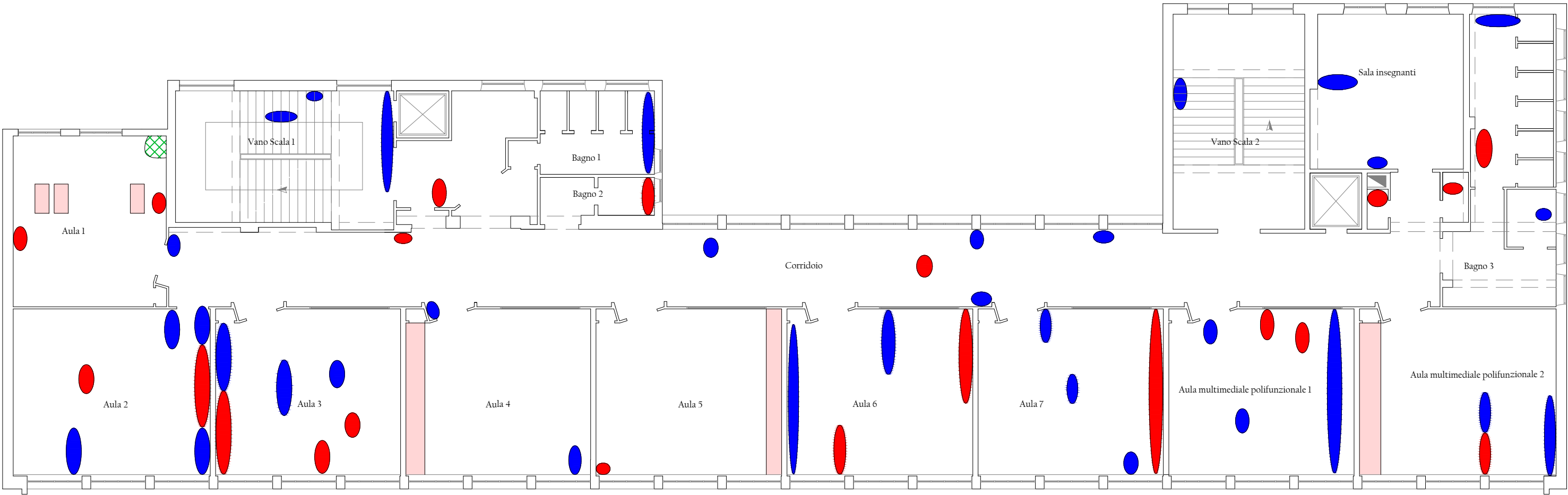
- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- NORMALE
- ZONE ESCLUSE



1.9. MAPPATURA SONISPECT® - PIANO QUARTO

LEGENDA

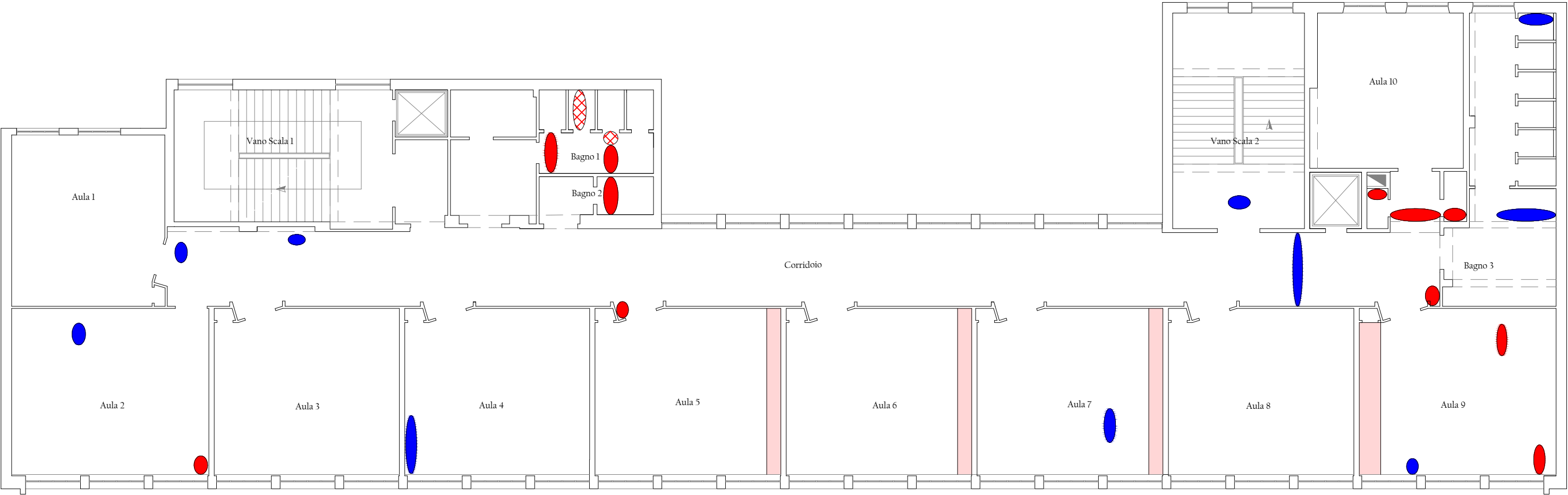
- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- NORMALE
- INFILTRAZIONI
- CARTONGESSO



1.10. MAPPATURA SONISPECT® - PIANO TERZO

LEGENDA

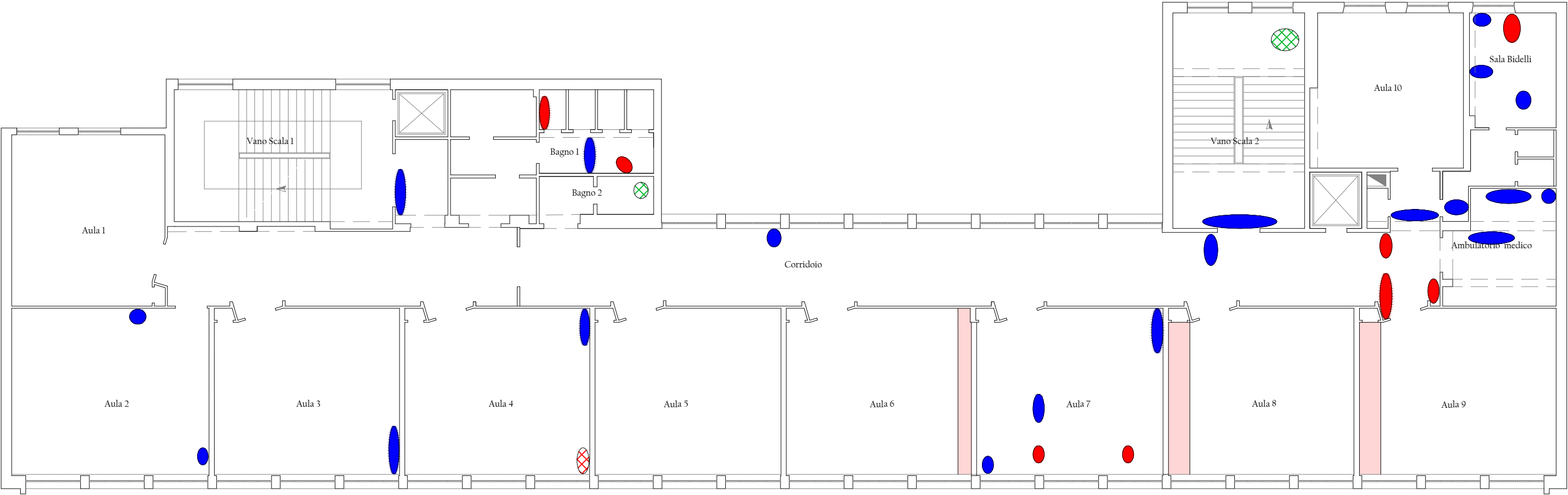
- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- NORMALE
- CARTONGESSO



1.11. MAPPATURA SONISPECT® - PIANO SECONDO

LEGENDA

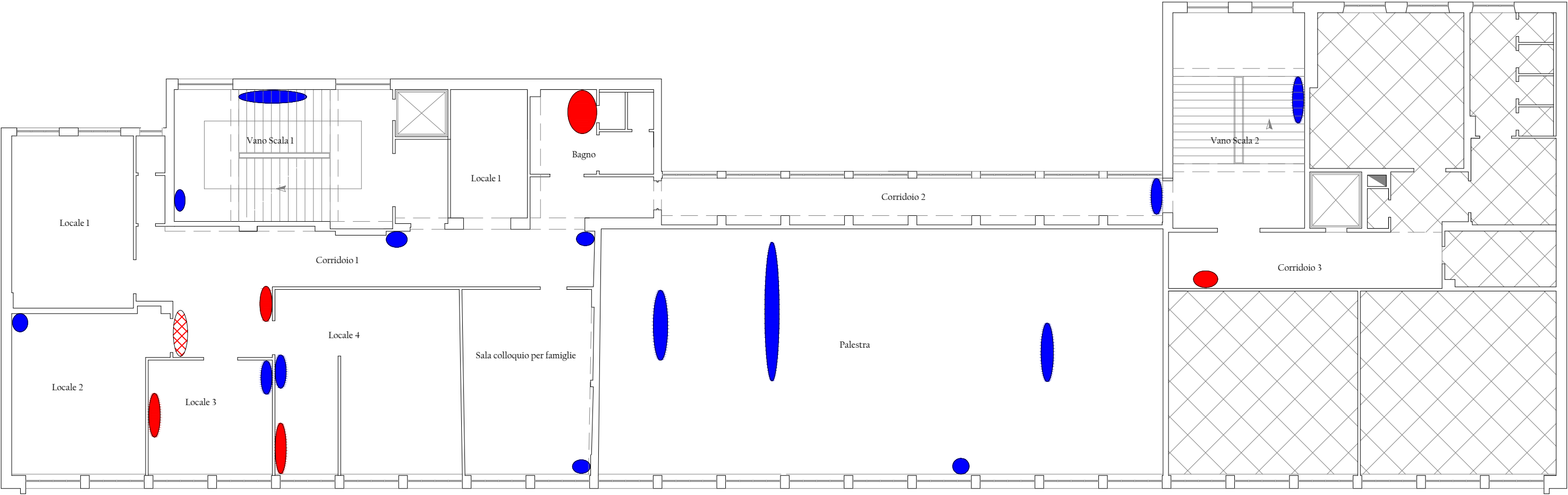
- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- NORMALE
- INFILTRAZIONI
- CARTONGESSO



1.12. MAPPATURA SONISPECT® - PIANO PRIMO

LEGENDA

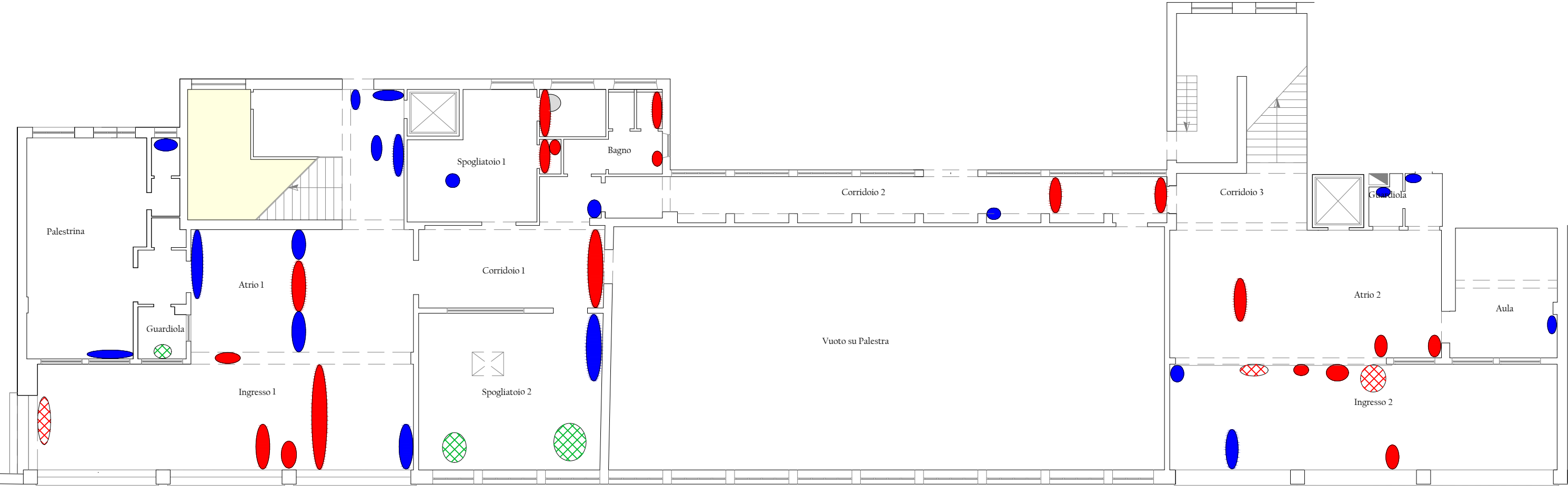
- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- NORMALE
- ZONE ESCLUSE DAL MONITORAGGIO



1.13. MAPPATURA SONISPECT® - PIANO TERRA

LEGENDA

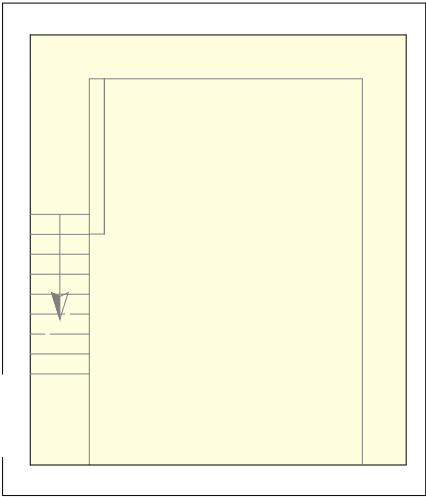
- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- NORMALE
- INFILTRAZIONI
- INTONACO RIMOSSO



1.14. MAPPATURA SONISPECT® - PIANO SEMINTERRATO

LEGENDA

- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- NORMALE
- ZONE ESCLUSE



ALLEGATO 2

***LIBRETTO SANITARIO
SULLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI***

REVISIONE DEL 9 MAGGIO 2022

IIS “Eugenio Montale”

Via Archimede 42-44-46 – Genova (GE)



Committente:

DDI MOSS SRL

Corso Torino, 14/4

16129 Genova



TECNOINDAGINI S.r.l.

Tel 02 36527601 fax 02 66304937 – www.tecnoindagini.it

con il supporto tecnico dell'Arch. Marco Pogliani

INDICE

1.	PREMESSA	4
2.	DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO	6
3.	ANALISI TERMOGRAFICA	7
3.1.	Caratteristiche del metodo	7
3.2.	Caratteristiche tecniche delle apparecchiature	7
4.	ANALISI COSTRUTTIVA	8
4.1.	IDENTIFICAZIONE DEI SOLAI	8
4.1.1.	Tipologia solaio 1	8
4.1.2.	Tipologia solaio 2	9
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	18
7.	CONCLUSIONI	23
ALLEGATO - ELABORATI GRAFICI		

1. PREMESSA

A seguito dell'incarico conferito dalla Committenza si è proceduto alla revisione dell'analisi diagnostica già effettuata in data 17 febbraio 2017 per verificare l'evoluzione dei fenomeni innescati e rilevati all'intradosso dei solai dell'edificio che ospita l'IIS "Eugenio Montale" sito in Via Archimede, 42-44-46 a Genova (GE).

La presente relazione è finalizzata all'esecuzione del monitoraggio periodico a garanzia della stabilità degli intradossi. L'indagine non include la valutazione delle caratteristiche di stabilità strutturali dei solai.

L'analisi diagnostica per la prevenzione del rischio di sfondellamento, eseguita come revisione di un monitoraggio già eseguito, segue un protocollo di indagine leggermente differente, infatti molte informazioni necessarie ad una corretta diagnosi sono già note prima delle analisi in situ.

In particolare sono generalmente note:

- ✓ destinazioni d'uso dei locali;
- ✓ tipologie edilizie che costituiscono gli impalcati oggetto di indagine;
- ✓ planimetrie generali del fabbricato e distribuzione dei locali;
- ✓ posizioni e tipologie delle controsoffittature;
- ✓ patologie e problematiche già evidenziate durante i precedenti sopralluoghi.

Queste informazioni risultano fondamentali per capire quale tipo di struttura si andrà ad analizzare. La revisione, pertanto, si esegue prevalentemente con le osservazioni in situ. Anche durante la revisione dell'edificio, già un primo impatto visivo con l'ausilio della termocamera ad infrarossi può fornire importanti informazioni sullo stato di salute dei solai e su possibili modifiche occorse all'impalcato.

Evitando l'analisi costruttiva si procede all'analisi delle solette dei singoli locali tramite una prima battitura manuale, che indica la presenza del fenomeno e fornisce alcune valutazioni di massima sull'evoluzione delle porzioni già deteriorate.

Per un'analisi più approfondita e precisa nei punti maggiormente significativi si effettua la diagnosi mediante Sonispect®, che utilizza una strumentazione composta da un'asta alla cui estremità sono posti un battente ed un microfono capace di misurare l'intensità della battitura. La risposta sonora identifica il grado di salute del solaio.

L'indagine dei solai, così completata, permette di tracciare delle planimetrie retinate che indicano il grado di avanzamento del fenomeno nei vari punti.

In parallelo alle analisi condotte sugli intradossi dei solai vengono eseguite verifiche sia sui sistemi di controsoffittatura che sulle apparecchiature vincolate agli stessi controsoffitti o direttamente ai solai; lo scopo è quello di rilevare eventuali fenomeni di degrado in atto o la presenza di vulnerabilità

relative alle tecniche costruttive impiegate, che potrebbero causare la perdita di funzionalità e/o di resistenza dei dispositivi di sospensione. Le analisi, condotte mediante semplice osservazione, sono pertanto rivolte al rilievo del sistema di fissaggio dei controsoffitti e delle apparecchiature appese, in modo tale da poter valutare la qualità, la frequenza, la regolarità e le modalità adottate per l'esecuzione dei fissaggi, al fine di poter fornire un giudizio in relazione al carico supportato.

2. DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

Dalla documentazione raccolta non si è potuto risalire con precisione alla data di costruzione dell'edificio oggetto del monitoraggio, che tuttavia appare essere il risultato di ampliamenti eseguiti nel corso del tempo.

Il manufatto ammette un impianto planimetrico avente sagoma di forma regolare, ed è disposto complessivamente su cinque livelli fuoriterra a cui si aggiunge una piccola parte interrata e alcuni locali sulla copertura. L'organizzazione degli spazi interni prevede i vari ambienti allineati sul lato di un corridoio centrale che si sviluppa per tutta la lunghezza dell'edificio e che costituisce il connettivo orizzontale. Due vani scale e un ascensore svolgono, invece, la funzione di connettivi verticali e permettono lo smistamento degli utenti ai vari locali, nei quali l'intradosso degli orizzontamenti si mantiene ad una quota compresa tra 2,50 e 3,00 m dal piano di calpestio. Unicamente in corrispondenza della palestra le altezze sono superiori. L'indagine ha coperto una superficie di 3.500mq.

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 a 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°C a $+120^{\circ}\text{C}$
- ✓ Laser di puntamento Classe 2
- ✓ Sensibilità termica (NETD mK) $60\text{ mK @ }+30^{\circ}\text{C}$
- ✓ IFOV (con lente da 25°) $1,36\text{ mRad}$
- ✓ Tipo di sensore: Focal Plane Array (FPA), microbolometro non raffreddato 320×240 pixels, vanadium oxide.
- ✓ Campo spettrale da $7,5$ a $13\text{ }\mu\text{m}$

4. ANALISI COSTRUTTIVA

La lettura dei risultati ricavati dalla precedente indagine, permette di risalire alle tipologie di solaio presenti all'interno dell'edificio. Si ricorda che sono state osservate due tipologie costruttive con intradosso intonacato. I solai sono tutti in laterocemento gettati in opera: in particolare uno è caratterizzato da alleggerimenti in tavelle e l'altro da pignatte. Nelle planimetrie allegate, con nomenclatura "Tipologie Solai", sono individuabili le differenti tipologie mediante campiture di colori differenti. Si rammenta che leggere varianti potrebbero essere legate all'altezza e alla geometria degli alleggerimenti e al quantitativo di armatura in relazione alle luci coperte dai solai ed allo spessore dell'intonaco che difficilmente è costante sull'intera superficie.

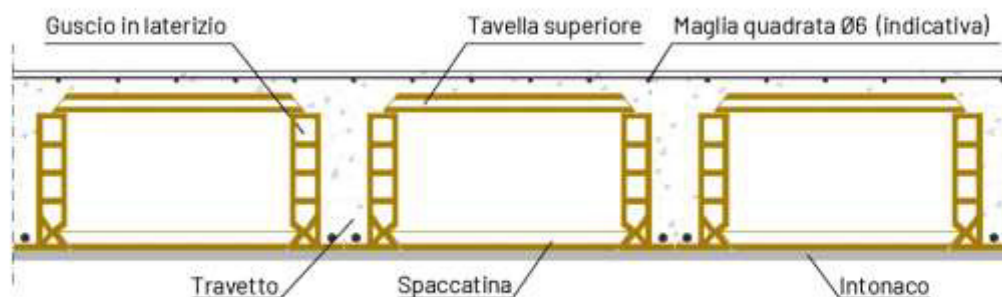
Di seguito vengono riepilogati gli schemi semplificati delle sezioni trasversali dei solai in cui è possibile individuare le geometrie degli alleggerimenti e dei travetti ed in cui sono riportate le principali dimensioni (interasse dei travetti, altezza solaio, spessore intonaco, ecc.).

La disposizione delle armature è puramente indicativa non avendo realizzato un'analisi distruttiva delle solette.

Si rimanda direttamente al Libretto Sanitario Cod. n°A17052 del 27 febbraio 2017 per la descrizione dettagliata delle varie tipologie di solaio.

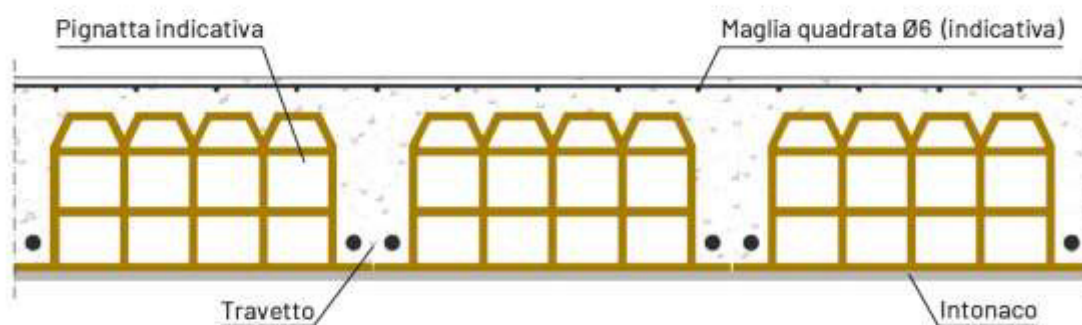
4.1. IDENTIFICAZIONE DEI SOLAI

4.1.1. Tipologia solaio 1



Disegno n°1 – Schematizzazione della tipologia di solaio 1.

4.1.2. Tipologia solaio 2



Disegno n°2 – Schematizzazione della tipologia di solaio 2.

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 sonica. 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 sonica 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.

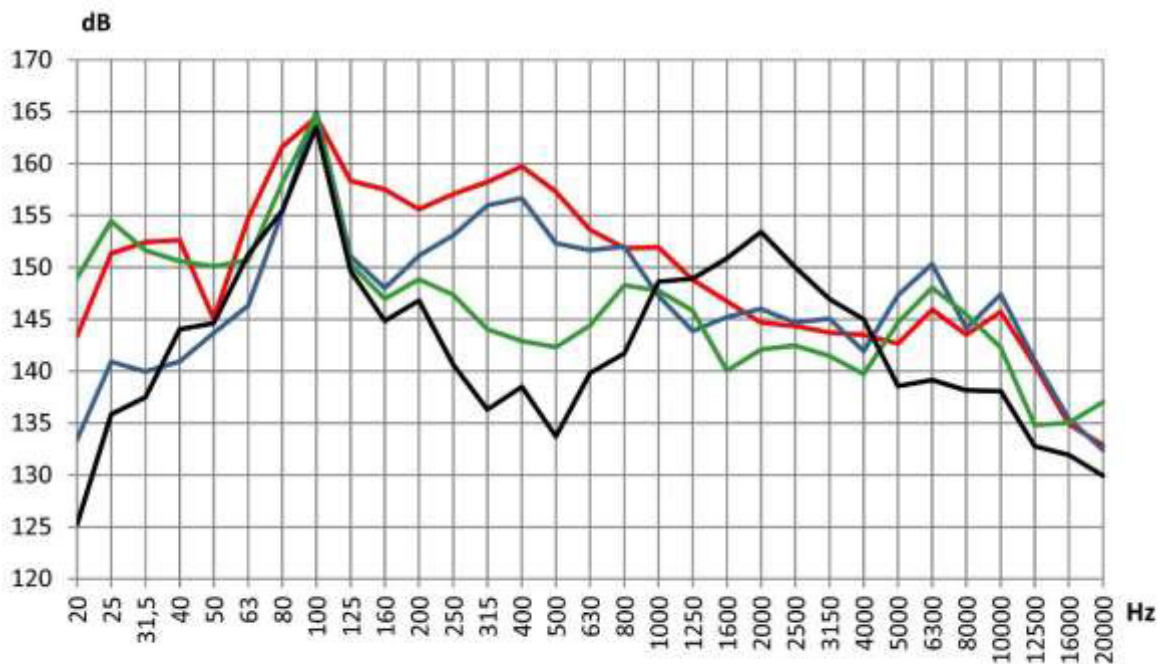
5.2.1. Caratteristiche del metodo

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.

5.2.2. Caratteristiche tecniche delle apparecchiature

Analizzatore di spettro digitale

- Risposta in frequenza: 20 ÷ 20 kHz
- Impedenza in entrata (@ 1 kHz) : 1,6 kΩ
- 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: 1,05Ω
- 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: < 200Ω

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 tratterrà 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. In diverse posizioni, l'osservazione dei soffitti ha evidenziato la presenza di zone di differente estensione degradate a causa di efflorescenze superficiali. Nelle mappature allegate tali zone sono individuate mediante una retinatura incrociata di colore verde. In queste posizioni è stata intensificata la battitura al fine di individuare l'effettivo stato del solaio ed il grado di coesione dell'intonaco al plafone. Non è sempre possibile risalire all'origine della loro formazione, ma è evidente che l'umidità può diminuire la resistenza dei materiali e procurarne il deperimento.

In alcuni casi, la maggior parte dei quali interessa i solai sommitali e le posizioni degli intradossi in cui collocati gli scarichi dei servizi igienici, l'osservazione dei soffitti ha evidenziato la presenza di porzioni di differente estensione dei plafoni, che risultano ammalorate a causa di efflorescenze superficiali sulla finitura dell'intradosso. Tali fenomeni sono riconducibili pertanto alla percolazione di acque meteoriche e a perdite degli impianti di scarico dei servizi igienici.

In una porzione del soffitto (Ingresso 2 al piano terra, Corridoio 1 e Locale 3 al piano primo, Bagno 1 al piano secondo), è stato possibile constatare che in un'ampia porzione del soffitto lo strato di finitura risulta eccessivamente distaccato: si dovrà pertanto procedere tempestivamente con un idoneo intervento teso al ripristino delle normali condizioni di sicurezza ed al contempo inibire la fruizione del locale da parte dell'utenza; si consiglia inoltre di comprendere nello stesso intervento le porzioni degradate limitrofe, infatti in questi casi il fenomeno è innescato e l'unica differenza è sul tempo di evoluzione.

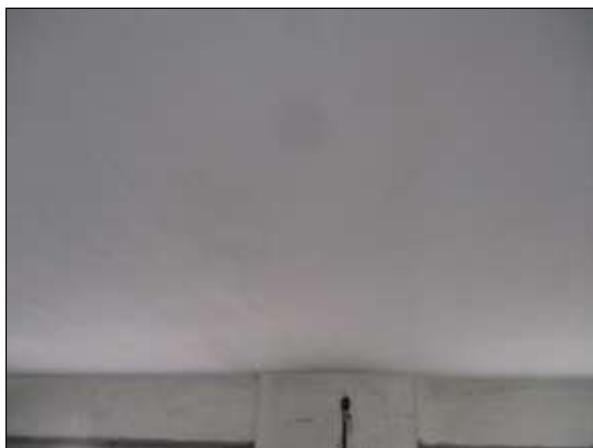


Foto n°1 - Porzione del plafone del Locale Serbatoi al piano quinto connotata da un grado di aderenza scadente dello strato di finitura.

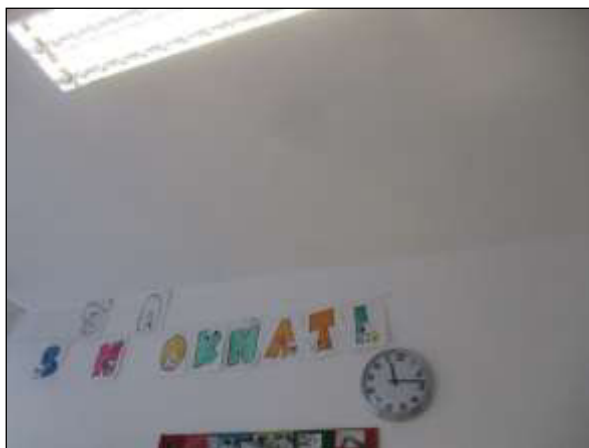


Foto n°2 - Porzione del plafone del Locale 3 al piano primo connotata da un grado di aderenza pessimo dello strato di finitura.



Foto n°3 - Porzione del plafone del Vano Scala 2 al piano quinto connotata da una lesione che interessa il solo strato di finitura.



Foto n°4 - Porzione del plafone dell'Aula 2 al piano quarto connotata da una lesione che interessa il solo strato di finitura.



Foto n°5 - Porzione del plafone del Vano Scala 1 al piano quarto connotata da una lesione che interessa il solo strato di finitura.



Foto n°6 - Porzione del plafone dell'Aula 3 al piano quarto connotata da una lesione che interessa il solo strato di finitura.



Foto n°7 - Porzione del plafone dell'Aula 6 al piano quarto connotata da una lesione che interessa il solo strato di finitura.



Foto n°8 - Porzione del plafone dell'Aula 6 al piano quarto connotata da una lesione che interessa il solo strato di finitura.

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 rigidità 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.

Durante il sopralluogo è stato possibile riscontrare zone degli intradossi che presentano tuttora 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 degli stessi locali 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.



Foto n°9 - Porzione dell'intradosso del Corridoio al piano quarto connotata da una conservazione pessima.



Foto n°10 - Porzione dell'intradosso del Corridoio al piano quarto connotata da una conservazione pessima.

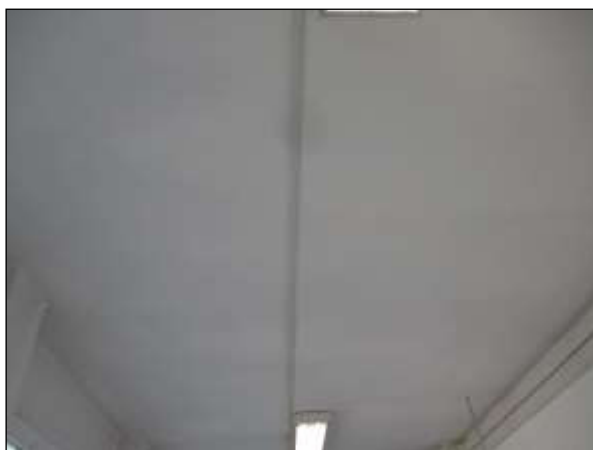


Foto n°11 - Porzione dell'intradosso del Corridoio al piano quarto connotata da una conservazione pessima.



Foto n°12 - Porzione dell'intradosso dell'Aula 3 al piano quarto connotata da una conservazione pessima.



Foto n°13 - Porzione dell'intradosso dell'Aula 5 al piano quarto connotata da una conservazione pessima.

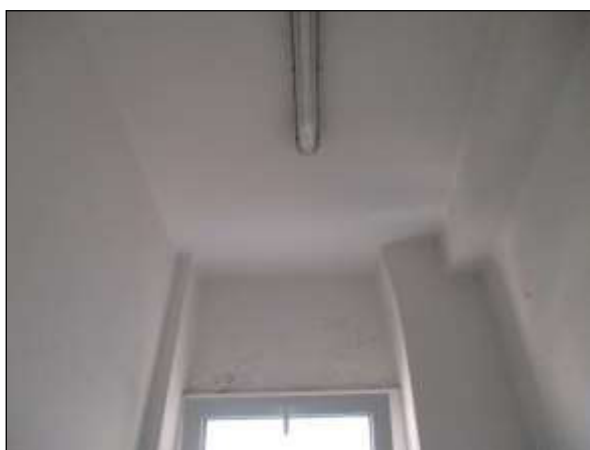


Foto n°14 - Porzione dell'intradosso del Bagno 2 al piano quarto connotata da una conservazione pessima.



Foto n°15 - Porzione dell'intradosso dell'Aula Polifunzionale 1 al piano quarto connotata da una conservazione pessima.



Foto n°16 - Porzione dell'intradosso del Vano Scala al piano rialzato connotata da una conservazione pessima.



Foto n°17 - Porzione dell'intradosso dell'Aula 9 al piano terzo connotata da una conservazione pessima.



Foto n°18 - Porzione dell'intradosso dell'Aula 9 al piano terzo connotata da una conservazione pessima.

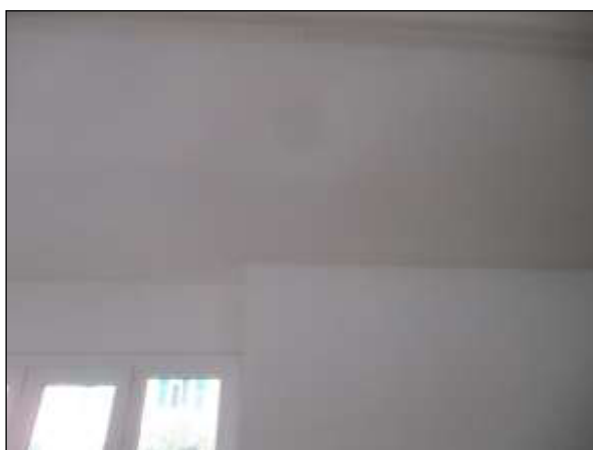


Foto n°19 - Porzione dell'intradosso del Corridoio al piano secondo connotata da una conservazione pessima.



Foto n°20 - Porzione dell'intradosso del Corridoio al piano secondo connotata da una conservazione pessima.



Foto n°21 - Porzione dell'intradosso dell'Aula 7 al piano secondo connotata da una conservazione pessima.



Foto n°22 - Porzione dell'intradosso del Locale 1 al piano primo connotata da una conservazione pessima.



Foto n°23 - Porzione dell'intradosso dell'Ingresso 1 al piano terra connotata da una conservazione pessima.

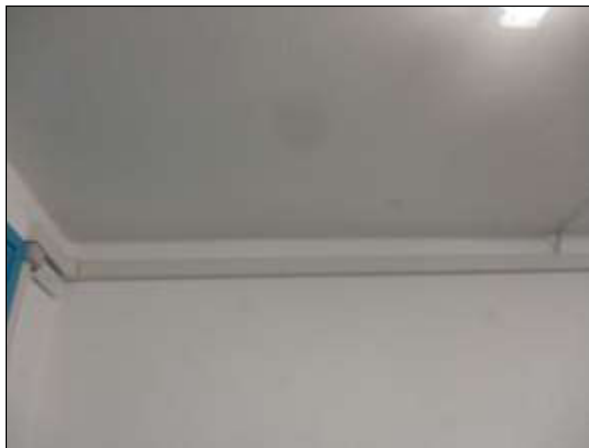


Foto n°24 - Porzione dell'intradosso dello Spogliatoio 2 al piano terra connotata da una conservazione pessima



Foto n°25 - Porzione dell'intradosso del solaio del Corridoio al piano secondo connotata da un concreto rischio di crollo.

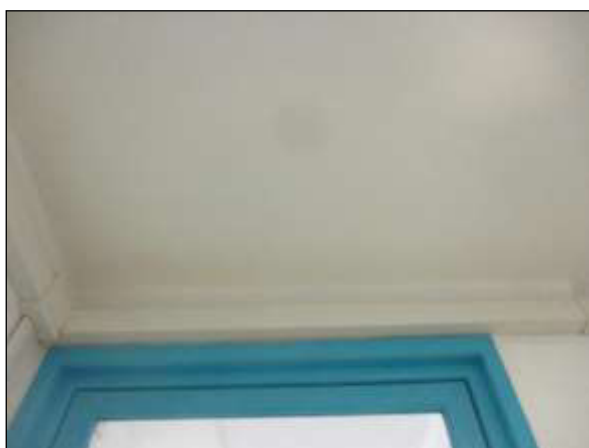


Foto n°26 - Porzione dell'intradosso del solaio del Corridoio al piano primo connotata da un concreto rischio di crollo.



Foto n°27 - Porzione dell'intradosso del solaio dell'Ingresso 1 al piano terra connotata da un concreto rischio di crollo.



Foto n°28 - Porzione dell'intradosso del solaio dell'Ingresso 2 al piano terra connotata da un concreto rischio di crollo.



Foto n°29 - Porzione dell'intradosso del solaio dell'Ingresso 2 al piano terra connotata da un concreto 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 riscontrare una zona di plafone che risulta interessata da un fenomeno di infiltrazione tuttora attivo o di recente formazione. In altri casi è stata constatata invece la presenza di zone degradate a causa di efflorescenze superficiali.

Nei casi in cui il rivestimento dei plafoni ammetta un eccessivo distacco (zone connotate da una condizione pericolosa), si dovrà procedere tempestivamente con un idoneo intervento teso al ripristino delle normali condizioni di sicurezza ed al contempo inibire la fruizione all'utenza sino al termine delle lavorazioni. Si consiglia inoltre di comprendere nello stesso intervento le porzioni degradate limitrofe, infatti in questi casi il fenomeno è innescato e l'unica differenza è sul tempo di evoluzione.

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 zone degli intradossi dei solai caratterizzate tuttora da un elevato rischio di crollo (zone connotate da una condizione pericolosa). In questi casi si dovrà intervenire tempestivamente al fine di ripristinare le normali condizioni di agibilità, inibendo al contempo la fruizione degli stessi locali 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÷2 mq, è chiaro che un crollo improvviso di ~65 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.

Genova (GE), 03/05/2022

Ing. Marco Gallotta



Tecnoindagini S.r.l.



ALLEGATO

ELABORATI GRAFICI

INDICE

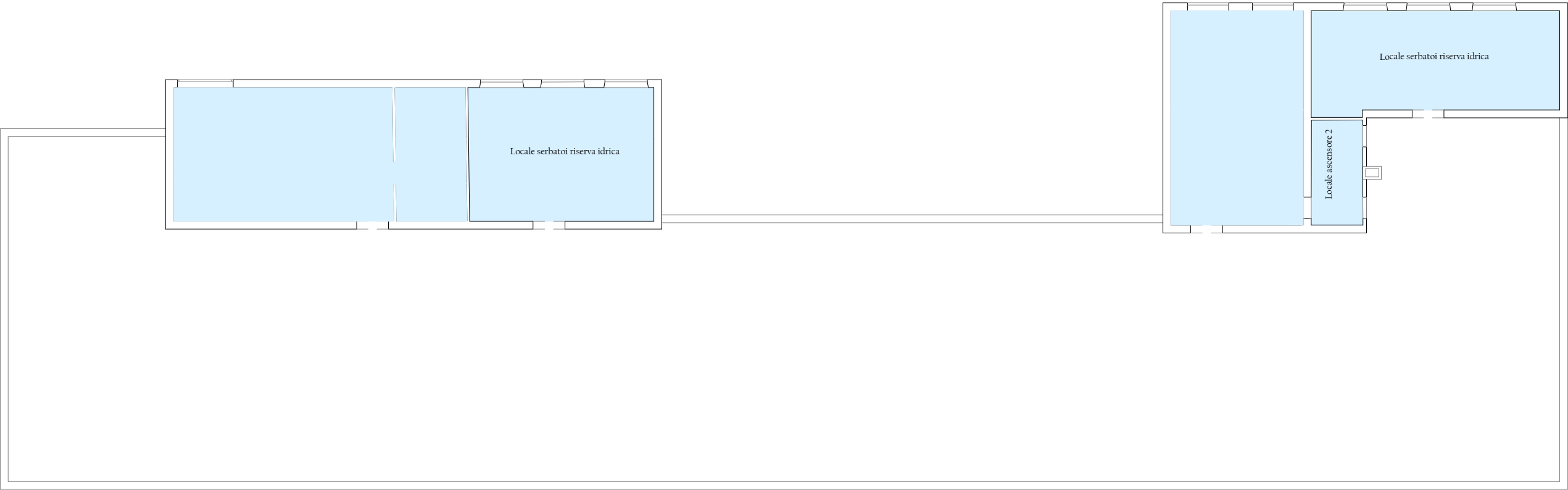
1. PLANIMETRIE

- 1.1. Tipologia Solai – Piano Copertura
- 1.2. Tipologia Solai – Piano Quarto
- 1.3. Tipologia Solai – Piano Terzo
- 1.4. Tipologia Solai – Piano Secondo
- 1.5. Tipologia Solai – Piano Primo
- 1.6. Tipologia Solai – Piano Terra
- 1.7. Mappatura Sonispect® – Piano Copertura
- 1.8. Mappatura Sonispect® – Piano Quarto
- 1.9. Mappatura Sonispect® – Piano Terzo
- 1.10. Mappatura Sonispect® – Piano Secondo
- 1.11. Mappatura Sonispect® – Piano Primo
- 1.12. Mappatura Sonispect® – Piano Terra
- 1.13. Vulnerabilità Controsoffitti ed Elementi Appesi – Piano Copertura
- 1.14. Vulnerabilità Controsoffitti ed Elementi Appesi – Piano Quarto
- 1.15. Vulnerabilità Controsoffitti ed Elementi Appesi – Piano Terzo
- 1.16. Vulnerabilità Controsoffitti ed Elementi Appesi – Piano Secondo
- 1.17. Vulnerabilità Controsoffitti ed Elementi Appesi – Piano Primo
- 1.18. Vulnerabilità Controsoffitti ed Elementi Appesi – Piano Terra

1. PLANIMETRIE
1.1. TIPOLOGIA SOLAI - PIANO COPERTURA

LEGENDA

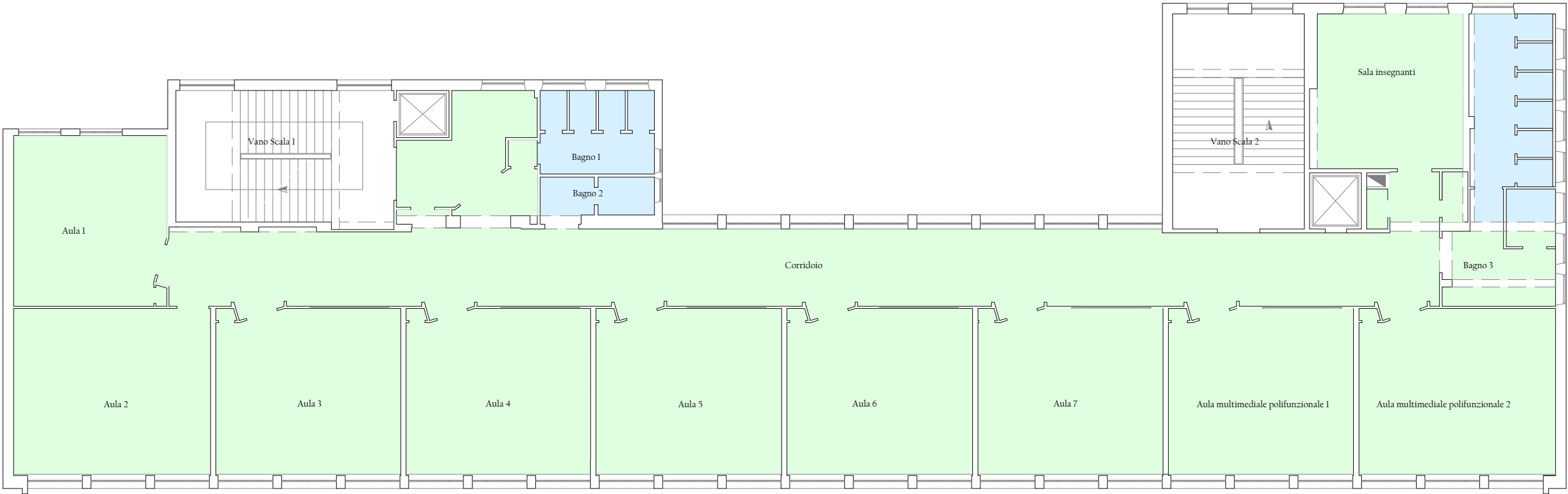
SOLAIO 2



1.2. TIPOLOGIA SOLAI - PIANO QUARTO

LEGENDA

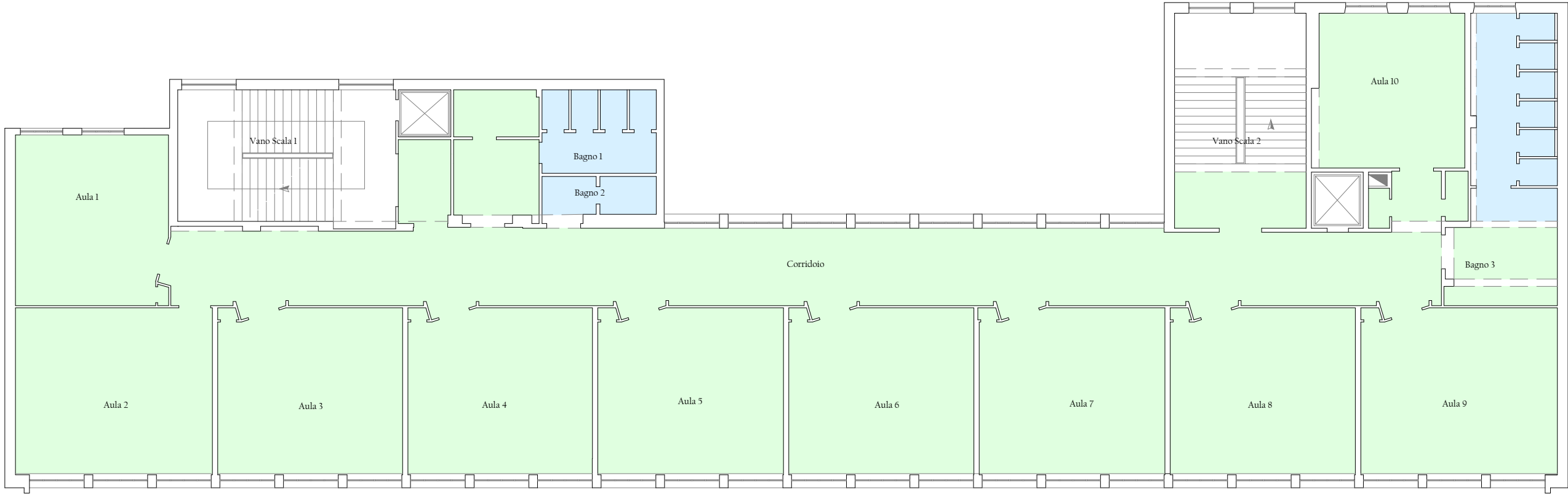
- SOLAIO 1
- SOLAIO 2



1.3. TIPOLOGIA SOLAI - PIANO TERZO

LEGENDA

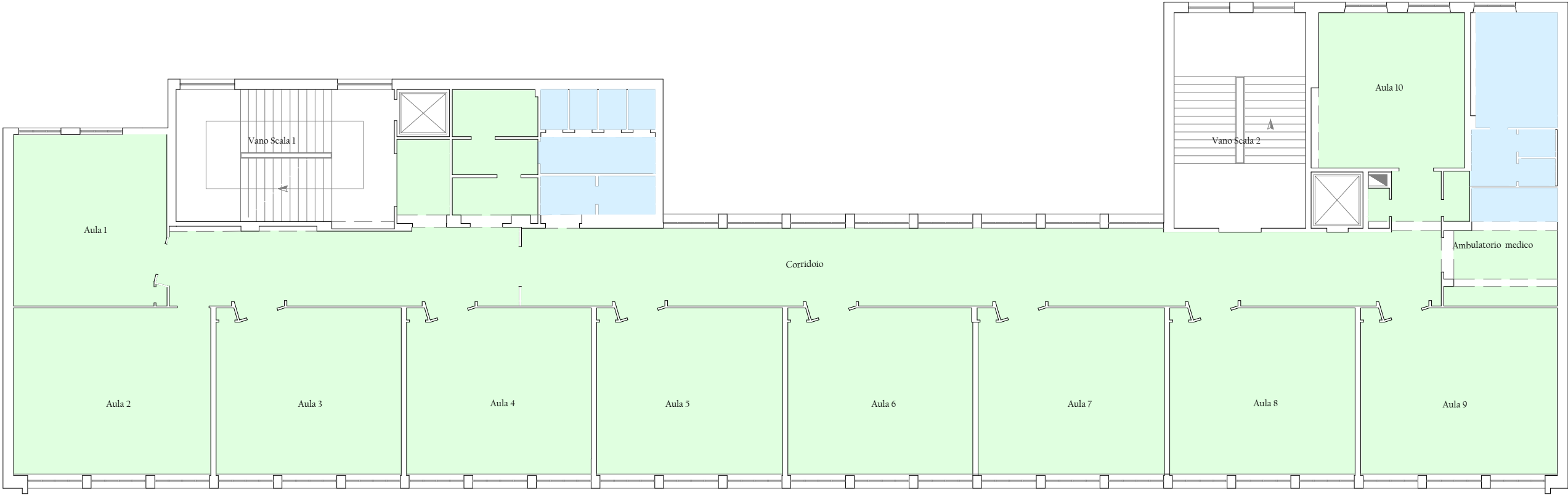
- SOLAIO 1
- SOLAIO 2



1.4. TIPOLOGIA SOLAI - PIANO SECONDO

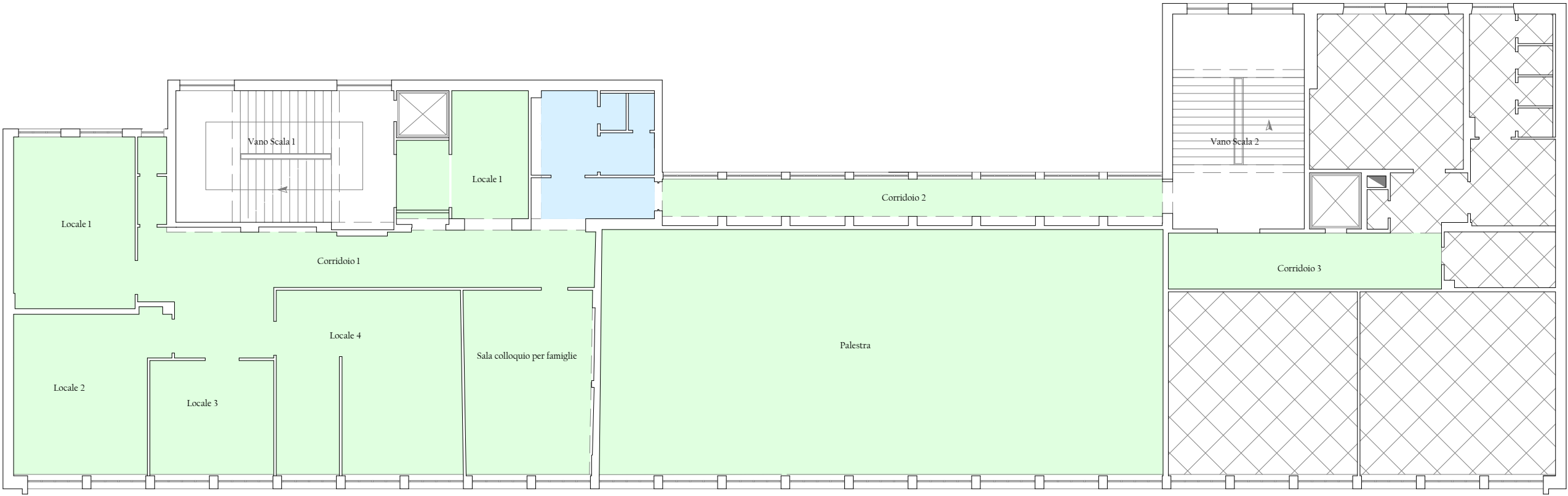
LEGENDA

- SOLAIO 1
- SOLAIO 2



1.5. TIPOLOGIA SOLAI - PIANO PRIMO

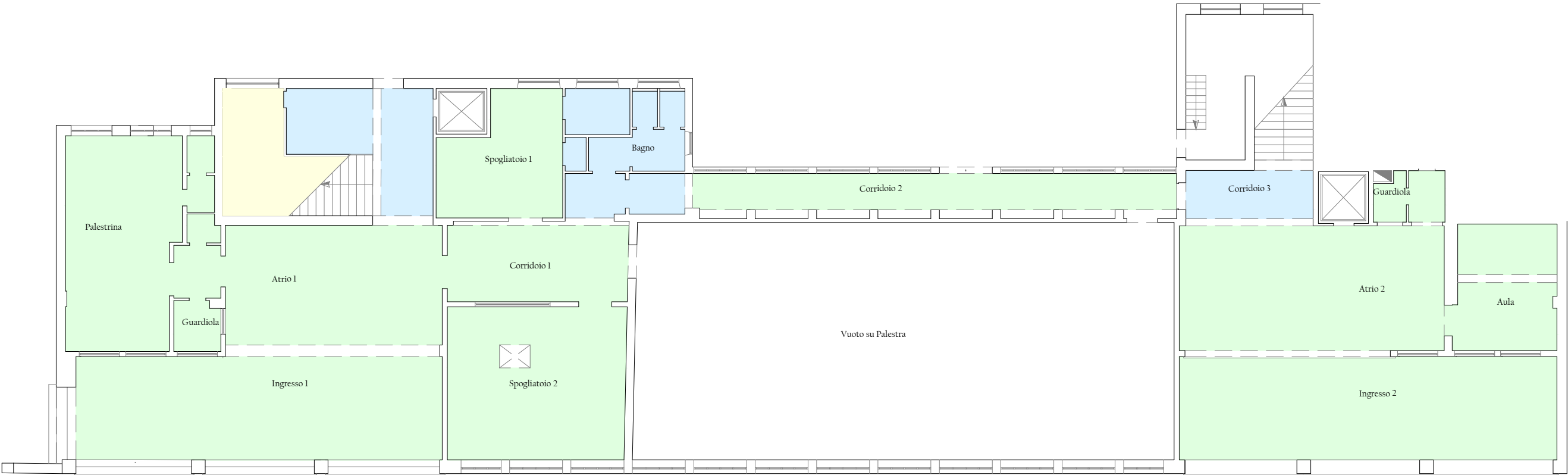
- LEGENDA
- SOLAIO 1
 - SOLAIO 2
 - ZONE ESCLUSE DAL MONITORAGGIO



1.6. TIPOLOGIA SOLAI - PIANO TERRA

LEGENDA

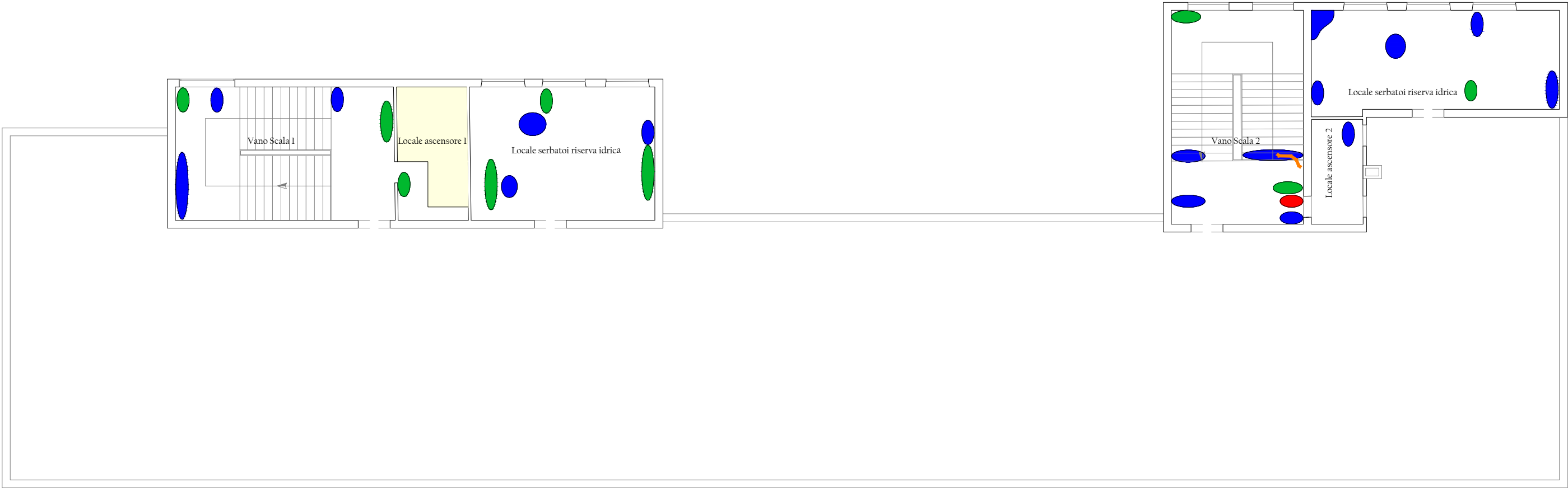
- SOLAIO 1
- SOLAIO 2
- NON RILEVABILE



1.7. MAPPATURA SONISPECT® - PIANO COPERTURA

LEGENDA

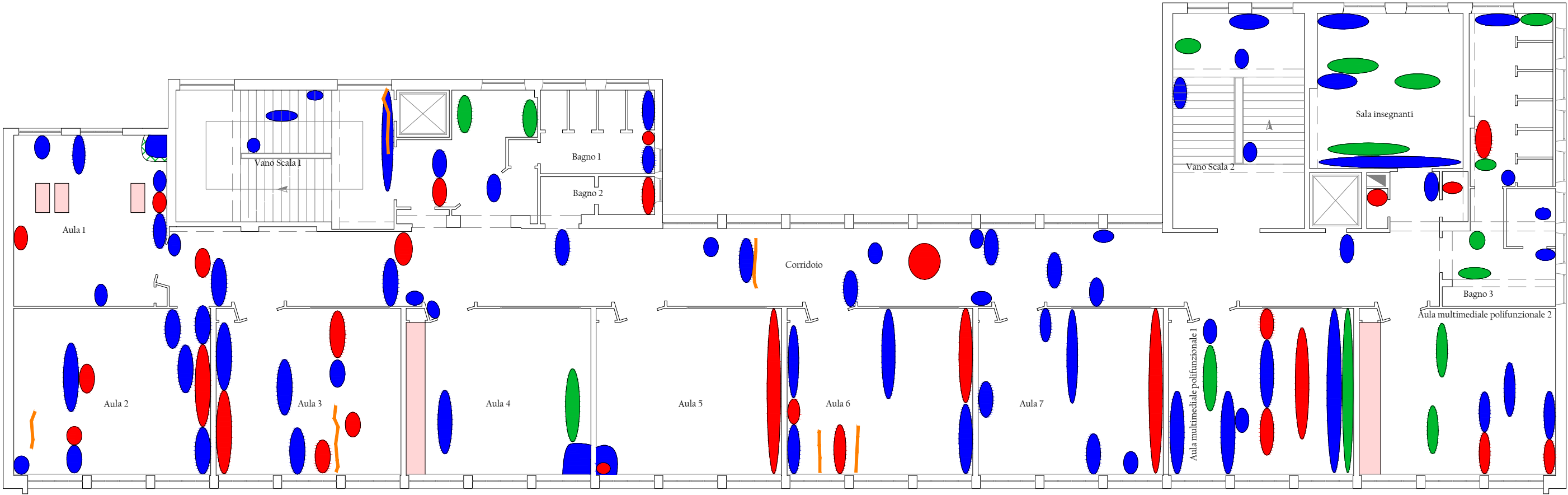
- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- MEDIOCRE
- NORMALE
- FESSURAZIONI
- ZONE ESCLUSE



1.8. MAPPATURA SONISPECT® - PIANO QUARTO

LEGENDA

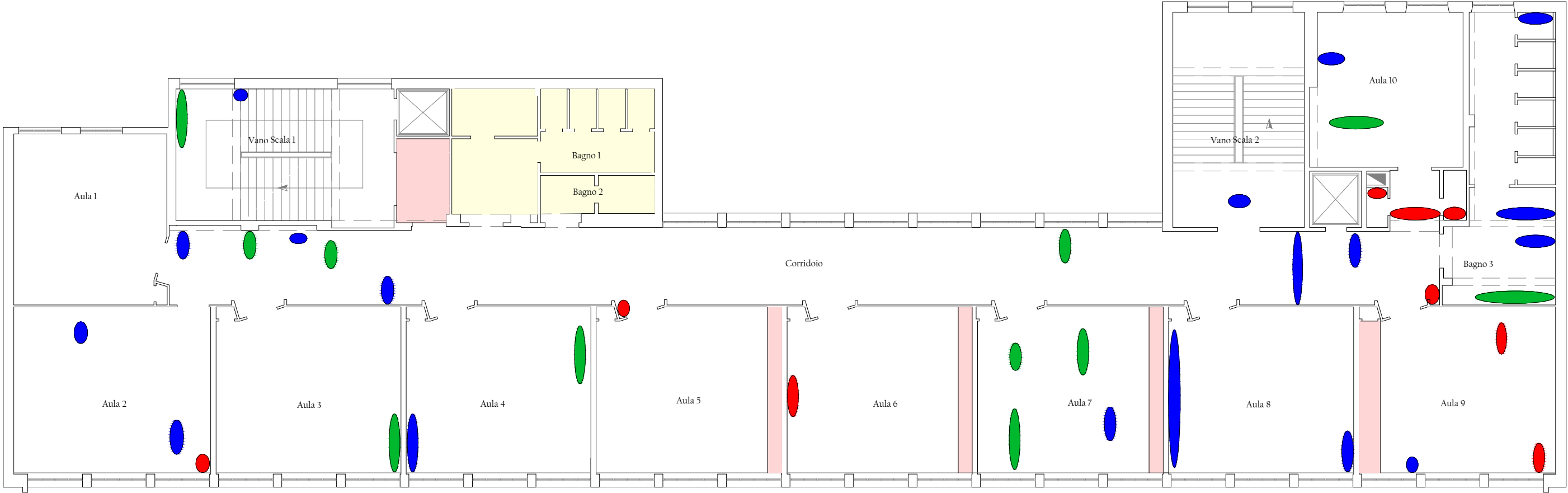
- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- MEDIOCRE
- NORMALE
- INFILTRAZIONI
- FESSURAZIONI
- CARTONGESSO



1.9. MAPPATURA SONISPECT® - PIANO TERZO

LEGENDA

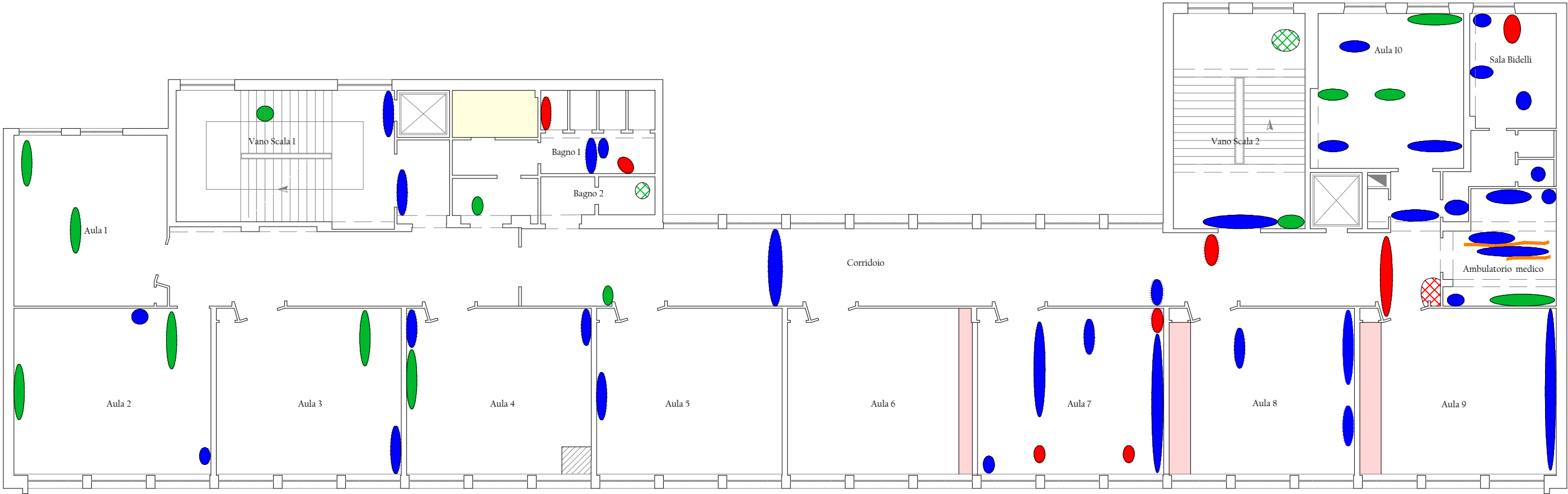
- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- MEDIOCRE
- NORMALE
- CARTONGESSO
- ZONE ESCLUSE



1.10. MAPPATURA SONISPECT® - PIANO SECONDO

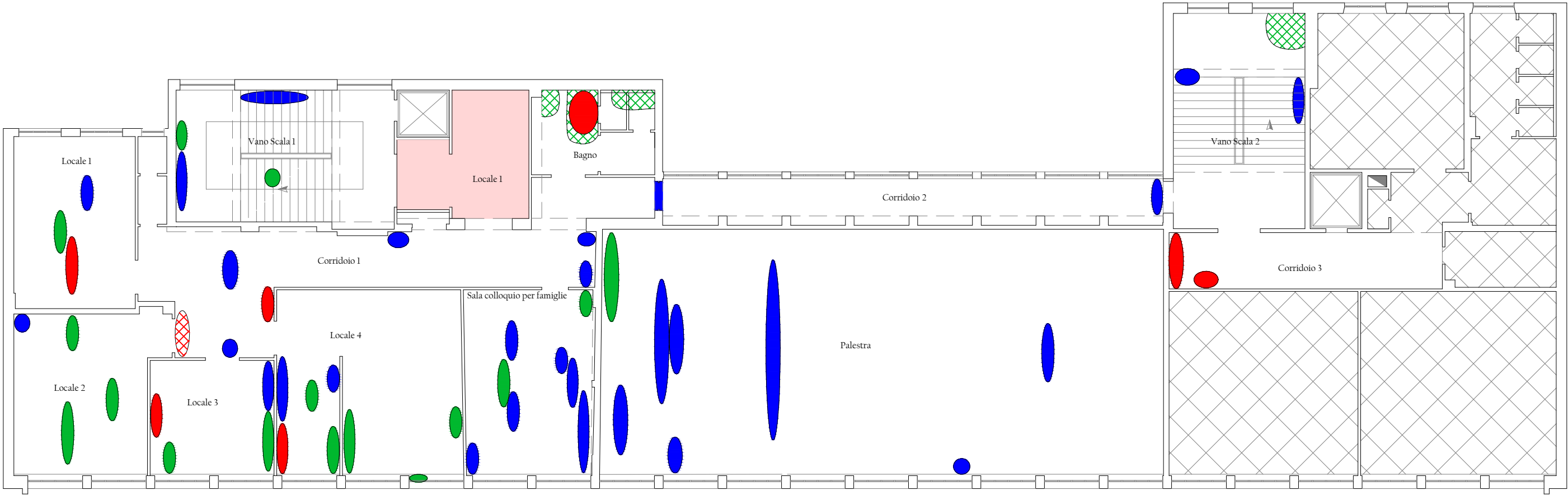
LEGENDA

- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- MEDIOCRE
- NORMALE
- INFILTRAZIONI
- RIPRISTINO
- FESSURAZIONI
- CARTONGESSO



1.11. MAPPATURA SONISPECT® - PIANO PRIMO

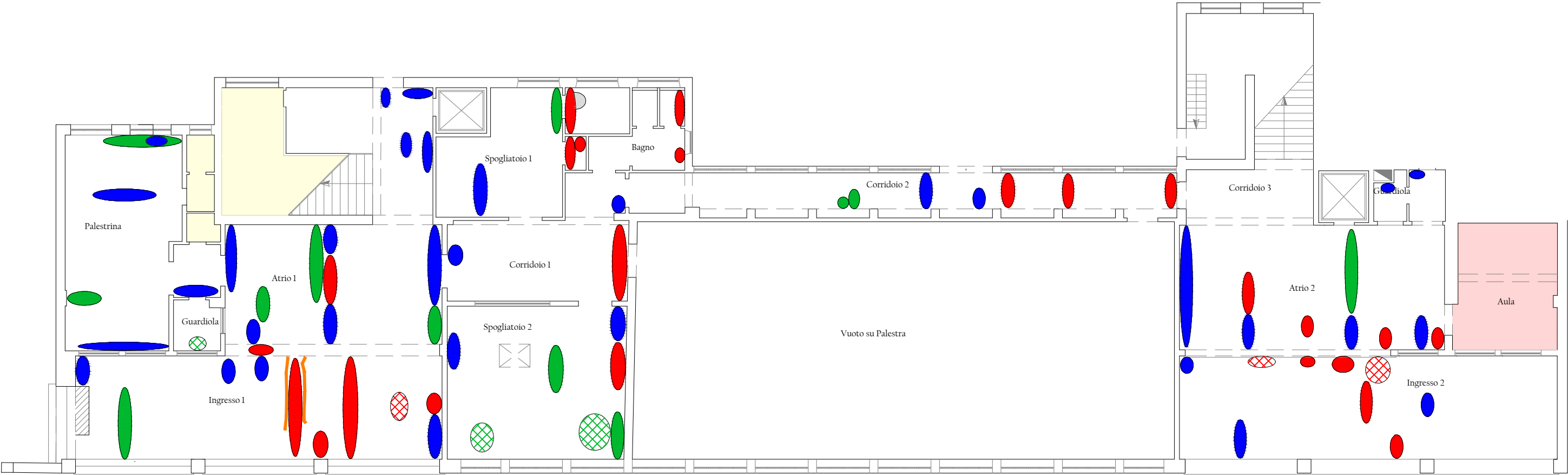
- LEGENDA
- PERICOLOSO
 - PESSIMO
 - SCADENTE
 - MEDIOCRE
 - NORMALE
 - INFILTRAZIONI
 - CARTONGESSO
 - ZONE ESCLUSE DAL MONITORAGGIO



1.12. MAPPATURA SONISPECT® - PIANO TERRA

LEGENDA

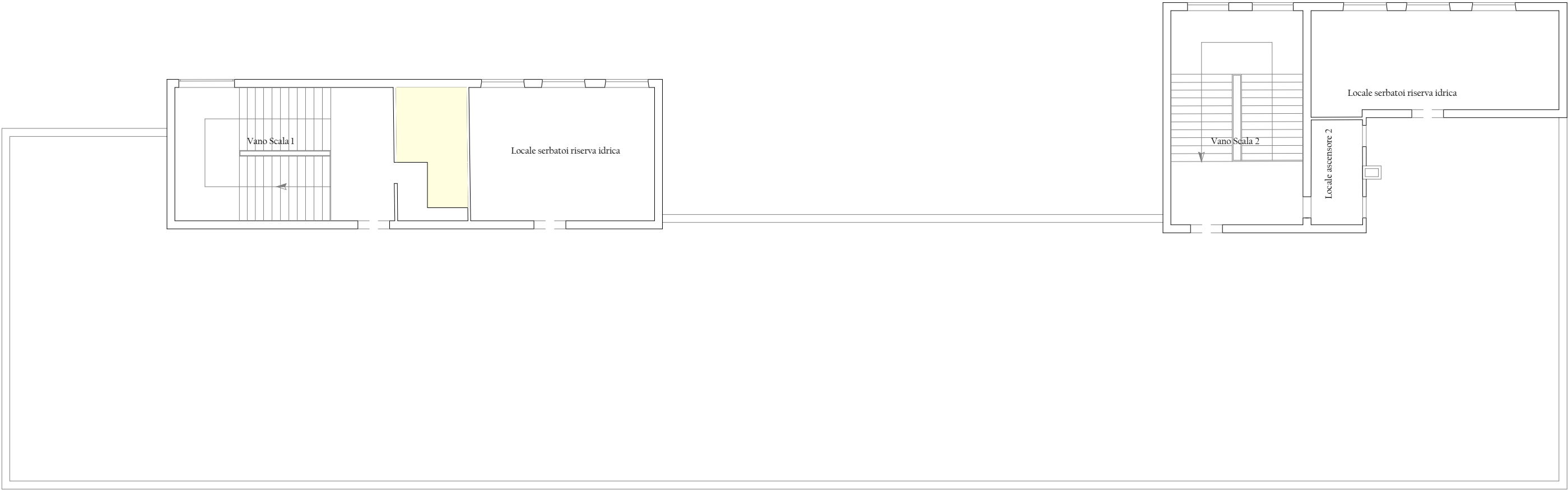
- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- MEDIOCRE
- NORMALE
- INFILTRAZIONI
- INTONACO RIMOSSO
- RIPRISTINO
- FESSURAZIONI
- CARTONGESSO
- ZONE ESCLUSE



1.13. VULNERABILITÀ CONTROSOFFITTI ED ELEMENTI APPESI - PIANO COPERTURA

LEGENDA

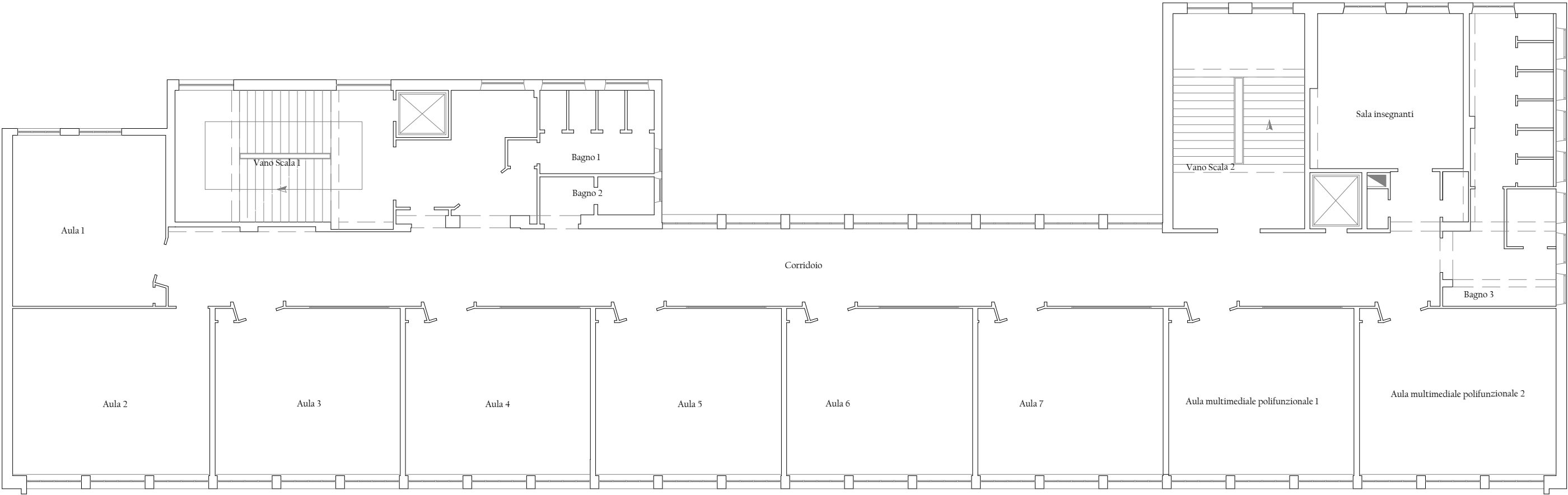
- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- NORMALE
- CONTROSOFFITTO PESANTE
- ZONE ESCLUSE



1.14. VULNERABILITÀ CONTROSOFFITTI ED ELEMENTI APPESI - PIANO QUARTO

LEGENDA

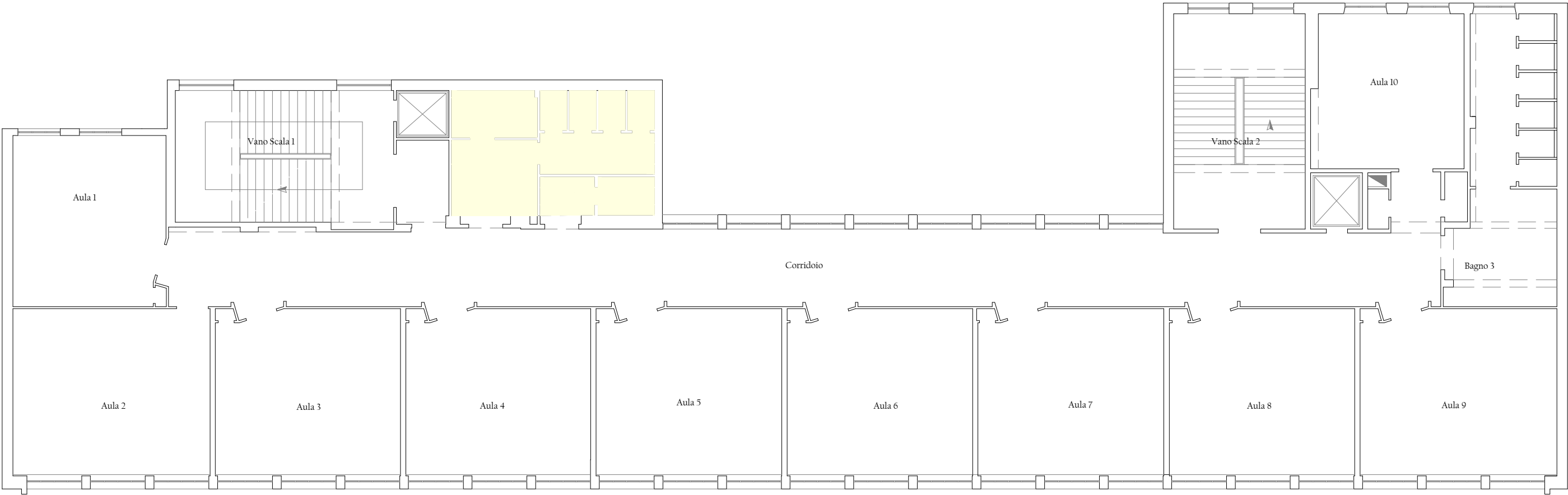
- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- NORMALE
- CONTROSOFFITTO PESANTE



1.15. VULNERABILITÀ CONTROSOFFITTI ED ELEMENTI APPESI - PIANO TERZO

LEGENDA

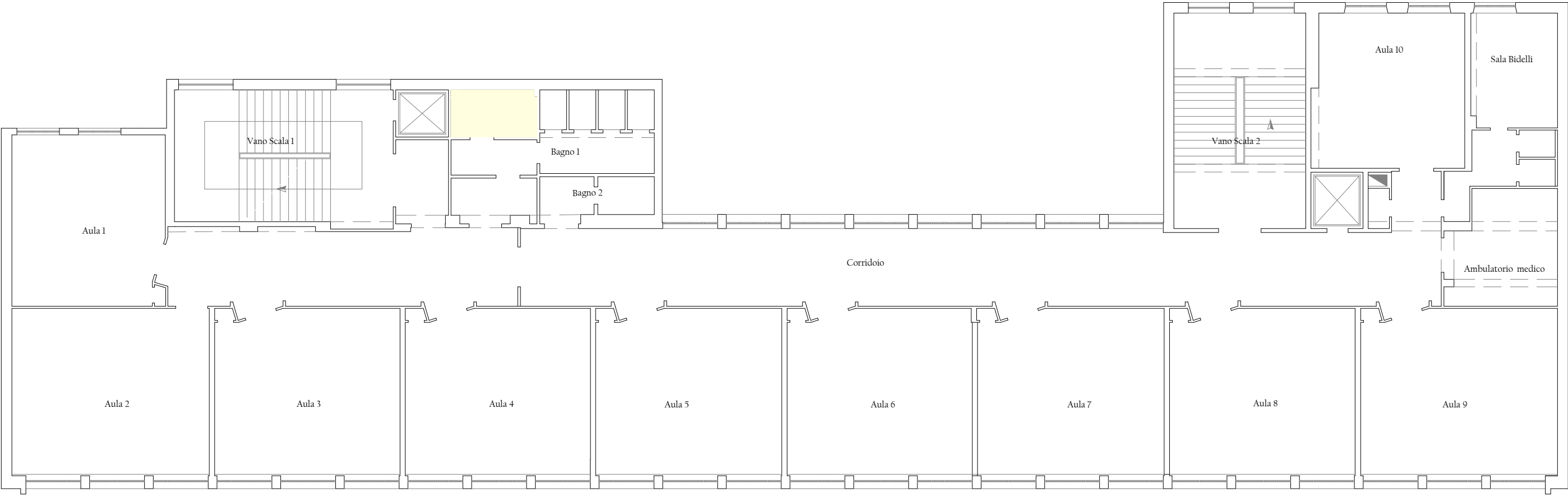
- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- NORMALE
- CONTROSOFFITTO PESANTE
- ZONE ESCLUSE



1.16. VULNERABILITÀ CONTROSOFFITTI ED ELEMENTI APPESI - PIANO SECONDO

LEGENDA

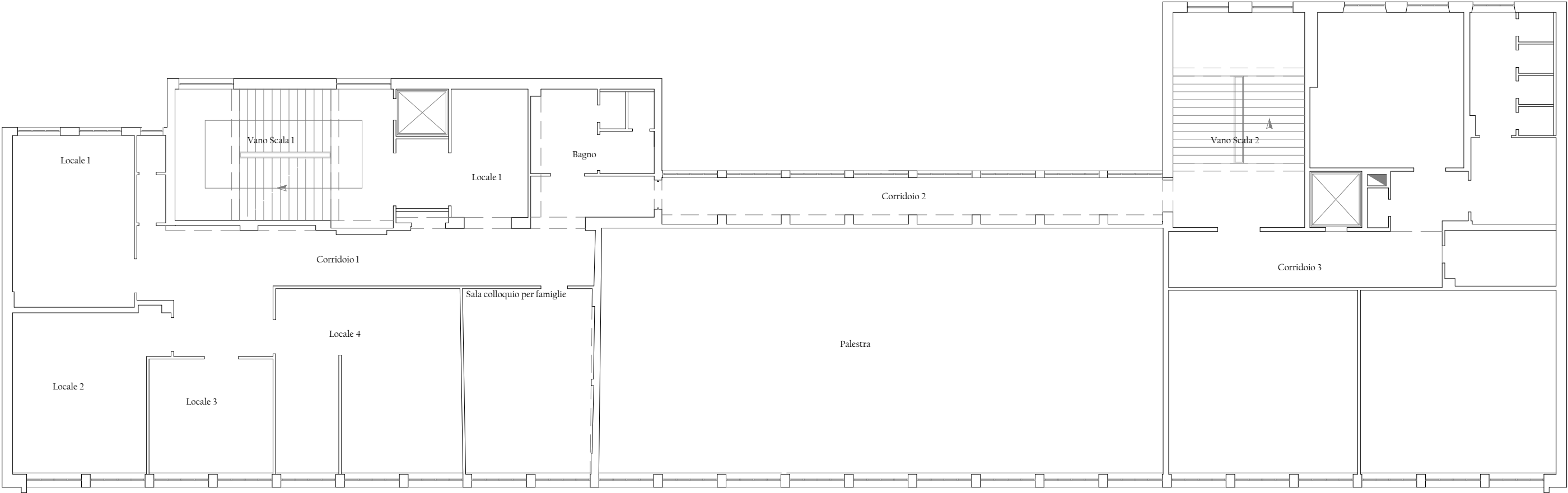
- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- NORMALE
- CONTROSOFFITTO PESANTE
- ZONE ESCLUSE



1.17. VULNERABILITÀ CONTROSOFFITTI ED ELEMENTI APPESI - PIANO PRIMO

LEGENDA

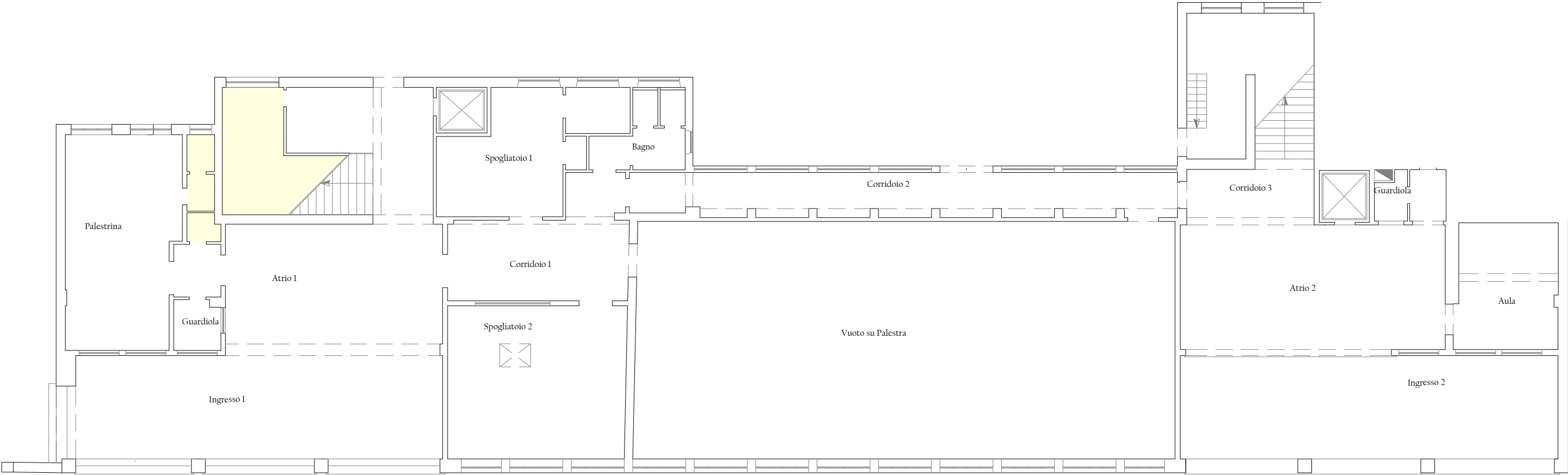
- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- NORMALE
- CONTROSOFFITTO PESANTE



1.18. VULNERABILITÀ CONTROSOFFITTI ED ELEMENTI APPESI - PIANO TERRA

LEGENDA

- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- NORMALE
- CONTROSOFFITTO PESANTE
- ZONE ESCLUSE



PROPOSTA DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA
MESSA IN SICUREZZA DEI SOLAI
RELAZIONE ILLUSTRATIVA INTERVENTI

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. INQUADRAMENTO DELLA PROPOSTA DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA	5
3. DEFINIZIONE DELL'INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA STRUTTURALE E NON STRUTTURALE DEI SOLAI	7
4. TECNICHE DI INTERVENTO A CONTENIMENTO DI FENOMENI DI SFONDELLAMENTO E/O DISTACCO DI INTONACO	9
5. STUDIO DI VALUTAZIONE TECNICO-ECONOMICA DEL RISCHIO SFONDELLAMENTO E MESSA IN SICUREZZA	13
ALLEGATO – ELABORATI GRAFICI “LOCALIZZAZIONE INTERVENTI”	

1. INTRODUZIONE

Il presente documento è stato redatto a seguito delle indagini diagnostiche dei solai, quale “Relazione tecnica illustrativa degli interventi”, strumento propedeutico alla definizione tecnico-economica degli interventi di manutenzione straordinaria in primis degli edifici scolastici, in attuazione delle disposizioni dell’Art. 10 del D.L. 12/09/2013, n.104 secondo il quale “*al fine di favorire interventi straordinari di ristrutturazione, miglioramento, messa in sicurezza, adeguamento sismico, efficientamento energetico di immobili di proprietà pubblica adibiti all’istruzione scolastica e all’alta formazione artistica, musicale e coreutica e immobili adibiti ad alloggi e residenze per studenti universitari, di proprietà degli enti locali, nonché la costruzione di nuovi edifici scolastici pubblici e la realizzazione di palestre scolastiche nelle scuole o di interventi volti al miglioramento delle palestre scolastiche esistenti per la programmazione triennale 2013-2015, le Regioni interessate possano essere autorizzate dal Ministero dell’economia e delle finanze, d’intesa con il Ministero dell’istruzione, dell’università e della ricerca e con il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, a stipulare appositi mutui trentennali con oneri di ammortamento a totale carico dello Stato, con la Banca europea per gli investimenti, con la Banca di sviluppo del Consiglio d’Europa, con la società Cassa depositi e prestiti Spa e con i soggetti autorizzati all’esercizio dell’attività bancaria ai sensi del decreto legislativo 1° settembre 1993, n.385*” e dei successivi Piani Triennali di interventi straordinari per l’Edilizia Scolastica.

Lo stesso documento può essere esteso alla messa in sicurezza di edifici pubblici in genere o anche ad edifici privati aperti o meno al pubblico.

In relazione alle vulnerabilità in argomento, ed alla sicurezza strutturale e non strutturale degli edifici scolastici e non, la loro vetustà pone una situazione con degradi sempre crescenti che devono essere gestiti contemporaneamente. Le normative impongono azioni preventive volte al mantenimento della sicurezza.

Per seguire le indicazioni delle NTC, si deve mettere in atto una pianificazione delle misure di prevenzione e protezione. Questo significa impostare un piano nel tempo in cui si programmano gli interventi di manutenzione prima che il degrado diventi evidente e pericoloso. L’obiettivo è prevenire il degrado, evitare i pericoli e contenere i costi.

Uno degli elementi più critici all’interno degli edifici è l’intradosso dei solai, infatti circa il 60% delle segnalazioni di richieste di interventi sono ormai legate al rischio di crolli o distacchi di parti di esso. In particolare, emerge che il rischio maggiore è lo sfondellamento, che è tra i rischi più ricorrenti nell’edilizia italiana: di tutte le vulnerabilità degli edifici, più della metà delle situazioni di pericolo sono infatti da imputare a questo fenomeno.

Rilievi statistici oltre a recenti e preoccupanti episodi di cronaca a livello nazionale fanno chiaramente capire che, per gli edifici pubblici o privati, e scolastici in particolare, tale rischio non è assolutamente trascurabile.

Grazie alle indicazioni messe a disposizione dalle istituzioni, per gli interventi di manutenzione straordinaria, è quindi possibile non vanificare le indagini diagnostiche condotte sugli edifici ed intervenire in maniera preventiva prima che il fenomeno si estenda e comporti pericoli e costi sempre maggiori.

In particolare, proprio il quadro normativo di riferimento dell’ultimo decennio, pone le basi per la progressiva risoluzione delle problematiche legate alla sicurezza degli edifici, connesse agli elementi anche non strutturali ed in particolare al rischio di crolli di soffitti e controsoffitti.

RICHIAMATE le NTC’08 (D.M. 14/01/2008) che precisano che una struttura deve essere “*progettata, eseguita, collaudata e soggetta a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il più alto livello di sicurezza*” e che pongono come principio base per la sicurezza degli edifici il concetto di *Salvaguardia della vita umana*, cioè dei fruitori degli edifici.

RICHIAMATA l’Intesa Istituzionale Stato-Regioni del 28/01/2009 concernente gli indirizzi per prevenire e fronteggiare le vulnerabilità degli elementi non strutturali negli edifici scolastici, che definisce prioritaria la valutazione di sicurezza nei confronti di soffitti, controsoffitti ed elementi appesi ai solai, in relazione al tragico evento dell’Istituto “Darwin” di Rivoli (TO) del 22 novembre 2008.

RICHIAMATE le NTC'18 (D.M. 17/01/2018) che confermando che l'obiettivo della sicurezza degli edifici e delle strutture è la Salvaguardia della vita umana, precisano che le prestazioni in termini di sicurezza di una costruzione nel suo complesso, devono *includere gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti*.

RICHIAMATA la legge "Buona Scuola" n.107 del 2015 ed il relativo Bando MIUR 2016, che al fine di garantire la sicurezza degli edifici scolastici e di prevenire eventi di crollo dei relativi solai e controsoffitti, ha autorizzato il finanziamento di *indagini diagnostiche degli edifici scolastici*, propedeutiche agli interventi di messa in sicurezza degli edifici scolastici.

RICHIAMATO il Decreto del 01/07/2017, meglio conosciuto con la denominazione "Scorrimento graduatorie Bando MIUR 2016", che al fine di garantire la sicurezza degli edifici scolastici e di prevenire eventi di crollo dei relativi solai e controsoffitti, ha autorizzato il nuovo finanziamento di *indagini diagnostiche degli edifici scolastici*, propedeutiche agli interventi di messa in sicurezza degli edifici scolastici, in relazione alle risorse non assegnate in attuazione del precedente Decreto n.933 del 2015.

VISTO il Decreto del Ministero dell'Economia e delle Finanze, adottato di concerto con il Ministero dell'istruzione, dell'università e della ricerca e con il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 3 gennaio 2018, n. 47, pubblicato nella Gazzetta ufficiale 4 aprile 2018, n. 78, con il quale, in attuazione di quanto previsto all'art. 10 del citato D.L. n. 104/2013 vengono stabiliti: l'oggetto del finanziamento, la natura ed i criteri per la definizione dei *Piani regionali triennali e annuali di edilizia scolastica*, gli stati di avanzamento e monitoraggio nonché le relative tempistiche.

VISTE le diverse Delibere di Giunta Regionale dei mesi aprile e maggio 2018 con la quale viene di fatto approvato il documento programmatico contenente i criteri per la formazione del Piano Regionale Triennale e dei Piani Annuali di edilizia scolastica ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 10 del DL n. 104/2013 e del Decreto interministeriale n. 47/2018.

VISTE che le suddette Delibere Regionali danno mandato, di fatto, ai Settori Educazione e Istruzione o organi equipollenti di competenza, di adottare tutti gli atti e provvedimenti necessari ai fini della formazione del Piano regionale triennale e dei Piani annuali, di edilizia scolastica e della loro trasmissione nei termini previsti.

VISTO che secondo il disposto del suddetto Decreto Interministeriale n. 47/2018 le Regioni trasmettono al Ministero dell'istruzione, università e ricerca e, per conoscenza, al Ministero dell'economia e delle finanze e al Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, entro il 2 agosto 2018 i piani regionali triennali di edilizia scolastica redatti sulla base delle richieste presentate dagli enti locali e soggetti a conferma annuale circa l'attualità degli interventi ivi inseriti, per gli anni 2019 e 2020.

RICHIAMATO il Decreto del 08/01/2020, meglio conosciuto con la denominazione "Bando MIUR 2019", che al fine di garantire la sicurezza degli edifici scolastici e di prevenire eventi di crollo dei relativi solai e controsoffitti, ha autorizzato il nuovo finanziamento di *indagini diagnostiche degli edifici scolastici*, propedeutiche agli interventi di messa in sicurezza degli edifici scolastici, con emissione delle graduatorie degli enti provinciali e comunali finanziati.

appare pertanto **PRIORITARIO** vista la volontà di proseguire sul filone già avviato della messa in sicurezza degli edifici scolastici, a seguito dello screening diagnostico dello stato di salute dei solai, controsoffitti ed elementi appesi, definire un **PIANO MANUTENTIVO PER LA MESSA IN SICUREZZA DEI SOLAI**, proprio degli edifici scolastici in primis, ma non solo, anche per edifici pubblici e/o privati in genere.

2. INQUADRAMENTO DELLA PROPOSTA DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA

Il presente documento, sulla scorta dello studio di valutazione dello stato di salute dei solai di cui alla relazione tecnica denominata “*Libretto Sanitario sullo sfondellamento dei solai*”, ha l'obiettivo di valutare la fattibilità tecnico/operativa di un intervento di manutenzione straordinaria per la messa in sicurezza dell'edificio.

Le indagini condotte nella campagna diagnostica hanno consentito di ottenere una serie di mappature del degrado dei soffitti degli edifici, che rappresentano una fotografia dello stato dell'edificio oltreché un indicatore dell'evoluzione del fenomeno negli anni, consentendo di definire con sufficienti margini di tempo gli interventi di messa in sicurezza necessari e/o prioritari.

Le condizioni di tenuta in sicurezza degli intonaci dei soffitti e degli elementi intradossali dei solai, dipende da molteplici fattori raggruppabili nelle seguenti macrocategorie:

1) Materiali/Componenti solai

- a. Errata geometria dei materiali di alleggerimento (presenza setti sfalsati, ecc.)
- b. Qualità scadente dei materiali di alleggerimento all'origine (mancanza, in passato, di processi produttivi controllati/qualità di prodotto);
- c. Invecchiamento e riduzione delle prestazioni dei materiali (calcestruzzo, acciaio, ecc.);
- d. Perdita delle prestazioni di aderenza delle finiture ad intonaco;
- e. Errata appensione di carichi puntuali su componenti fragili e non strutturali (i laterizi);

2) Difetti strutturali

- a. difetti di progettazione (solai snelli, trasferimento non idoneo di azioni e coazioni alle componenti del solaio, ecc.);
- b. errori in fase di esecuzione degli impalcati (errata realizzazione di dettagli costruttivi, ecc.);

3) Difetti strutturali connessi alla vita dell'edificio

- a. difetti di impiego (cambio di destinazione d'uso, aumento dei carichi agenti, ecc.);
- b. manomissioni e trasformazioni strutturali e non strutturali avvenute durante la vita dell'edificio;
- c. eventi esterni governabili e non (sisma, incendi, infiltrazioni, vibrazioni, variazioni termiche ambientali, ecc.);
- d. vetustà dell'edificio o invecchiamento degli elementi strutturali e non strutturali.

In base ai risultati delle indagini condotte ed agli studi effettuati sulle problematiche legate ai fenomeni di sfondellamento o in generale dei crolli spontanei di soffitti, controsoffitti ed elementi appesi, è inevitabile confermare che il fenomeno di degrado dei soffitti (“sfondellamento”) ha carattere peggiorativo con il passare degli anni.

Sebbene il mercato offra diverse “soluzioni tecniche” per il ripristino dei solai, le amministrazioni/enti locali (gestori edifici pubblici e privati) devono necessariamente indirizzarsi su di una soluzione in grado di rispondere sia alla natura del degrado, garantendo i più alti standard di qualità e sicurezza, sia alle esigenze più funzionali degli utilizzatori degli edifici (attività scolastiche, finestre temporali utili per gli interventi ridotte nell'arco dell'anno, ecc.).

Dopo anni di esperienze diverse vissute da moltissime realtà locali per interventi già eseguiti con risultati egregi, si è consolidata l'adozione di un intervento di messa in sicurezza a secco, che comporta costi

ragionevoli, comparabili a quelli di un intervento di messa in sicurezza tradizionale che preveda la demolizione ed il ripristino, e garantisce non solo una totale protezione, ma anche un significativo miglioramento dell'ambiente sia sotto l'aspetto estetico che funzionale.

La soluzione "a secco" qui di seguito proposta soddisfa, inoltre, i seguenti requisiti non trascurabili:

- a. *Portata certificata e assicurata*, idonea a garantire elevati coefficienti di sicurezza (nei confronti del rischio-peso materiale potenzialmente suscettibile di crollo al suolo);
- b. *Certificazione prestazioni meccaniche* del prodotto e dell'installazione in opera;
- c. *Certificazione nei confronti di impatti/urti*, particolarmente richiesta in ambienti destinati a spazio-gioco e palestre;
- d. *Certificazione di prestazione passiva al fuoco*, per ambienti che richiedono classi minime di resistenza al fuoco (Certificati Prevenzione Incendi, ecc.);
- e. *Garanzia* presente e futura, mediante Polizza RC prodotto e Polizza postuma decennale;
- f. *Intervento non distruttivo*;
- g. *Versatilità di impiego*, idoneità per differenti tipologie costruttive (travetti in c.a., travetti in acciaio, travetti in legno, ecc.);
- h. *Nessuna necessità di sostituzione/eliminazione impianti*, corpi illuminanti, controsoffitti esistenti;
- i. *Elevata rapidità* di intervento;
- j. *Ridotte interferenze* e nessun disagio agli utenti ed alle attività svolte;
- k. *Eliminazione imprevisti*, legati ad una tipologia di intervento di tipo tradizionale e non sottoposto a validazione progettuale;
- l. *Riduzione dei costi di intervento*, in comparazione alla tipologia di intervento di tipo "tradizionale"

Altri interventi che rientrano nelle tipologie "tradizionali", quali ad esempio la demolizione e asportazione delle parti ammalorate e/o rifacimento con reti portaintonaco e successiva intonacatura, sono al contrario particolarmente invasivi, costosi, non certificati e di difficile realizzazione, a meno di interventi molto localizzati e rischiano di estendere eccessivamente le computazioni di intervento ipotizzate, nonché gli impegni finanziari.

3. DEFINIZIONE DELL'INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA STRUTTURALE E NON STRUTTURALE DEI SOLAI

La manutenzione ordinaria e straordinaria dei solai è una questione di sicurezza: il degrado strutturale o non strutturale del solaio, può generare situazioni di rischio e pericolo, crolli e cedimenti totali o parziali. Per garantire la salvaguardia della vita, quindi, è indispensabile intervenire con azioni specifiche di messa in sicurezza.

Pignatte travetti e soletta sono i tre elementi principali di un solaio. Completano gli elementi di finitura: intonaco all'intradosso e pavimentazione all'estradosso. All'interno di questo sistema costruttivo è evidente una distinzione tra le componenti strutturali ovvero i travetti e quelle non strutturali vale a dire alleggerimenti (pignatte) ed intonaci.

Le indagini diagnostiche hanno consentito di portare alla luce eventuali problematiche strutturali e/o non strutturali, valutando il pericolo, la diffusione e l'eventuale messa in sicurezza e relative tempistiche sulle priorità degli interventi.

Lo "sfondellamento", nella maggior parte dei casi, non è un fenomeno "strettamente" strutturale, in quanto non compromette la stabilità dell'impalcato. Con questo termine, infatti, si intende il distacco e la successiva caduta dalla parte inferiore dei blocchi di alleggerimento e dell'intonaco a civile di finitura dei soffitti. Un fenomeno tipico dei solai in laterocemento, in cui le pignatte vengono sollecitate al punto di rompersi nella parte inferiore e distaccarsi dal resto del solaio. Oggi però questo termine comprende anche altri fenomeni, tra cui distacchi di intonaco, strutture continue in arelle (incannicciati o camorcanna) o di rete intonacata, ovvero il distacco di tutte le componenti non strutturali che compongono lo strato di finitura dell'intradosso del solaio.

In alcuni casi, tuttavia, il degrado delle porzioni intradossali è la diretta conseguenza di una carenza strutturale: quando, cioè, il solaio non è in grado di garantire i requisiti di stabilità e sicurezza previsti in fase di progetto e per la destinazione d'uso dell'immobile, o comunque in relazione agli standard previsti dalle normative tecniche vigenti (NTC'18). Quando il solaio è snello, quando perde rigidità e capacità portante, quando si discosta dai requisiti richiesti dalla normativa, è necessario intervenire con sistemi di rinforzo che sopperiscano non solo al potenziale fenomeno di sfondellamento, ma forniscano un recupero delle prestazioni meccaniche e strutturali.

Per ovviare a questa duplice problematica si propone un sistema di intervento "a secco", meglio descritto nel seguito: Sistema "Controsolaio" Antisfondellamento, installato all'intradosso dei solai a contrasto di fenomeni di sfondellamenti o di distacco dello strato di intonaco e di rinforzo strutturale del solaio.

Prima di concludere, pare doveroso segnalare che **non tutti i solai e/o orizzontamenti si prestano ad una installazione usuale dei sistemi di contenimento del fenomeno dello sfondellamento a secco**. Infatti, questi sistemi, hanno la peculiarità di ancorarsi alle nervature portanti dei solai (i travetti), che devono pertanto garantire una sezione e resistenza tale da non inficiare la tenuta e la portata del pacchetto "antisfondellamento" nel suo complesso. **Laddove i travetti non garantiscano le necessarie prestazioni**, sopra citate (*dimensione trasversale di travetti in c.a. inferiore a 5 cm, travetti in laterizi armati, ecc.*), è necessario porre sotto un adeguato procedimento progettuale la variante di applicazione in relazione alla tipologia di solaio da sanare. Le tecniche più diffuse fanno riferimento ad un ancoraggio passante l'intera sezione del solaio (che però, spesso, impatta economicamente sulla necessità di accedere all'estradosso del solaio, e con le conseguenti opere di rimozione e demolizione dei pavimenti o massetti) o ancora la **realizzazione di strutture resistenti ex-novo** (introduzione putrelle in acciaio o altro, ecc.) indipendenti dai solai e/o orizzontamenti che siano in grado fornire quella resistenza e capacità applicative necessaria al sistema di messa in sicurezza a secco. In quest'ultimo caso, la necessità progettuale, è rivolta oltreché alla valutazione delle resistenze e capacità applicative sopra citate, alla corretta valutazione del "disturbo" indotto da questi nuovi elementi strutturali all'organismo strutturale esistente dell'edificio.

A seguire viene sottoposta oltre alla tecnica di intervento a secco sopra citata, anche la metodologia di intervento di “**tipo tradizionale**” mediante rimozione e rifacimento delle parti intradossali instabili, con una indicazione economica forfettaria, ricordando che questa modalità di intervento difficilmente si confà ad interventi estesi, data la mancanza di una vera e propria certificazione e tutela assicurativa dell'intervento. Spesso, alcune tipologie di solai, come le **volte in muratura**, fanno preferire, nonostante le limitazioni sopra citate, queste metodologie di intervento anche alla luce della possibilità di agire mediante interventi piuttosto circoscritti.

4. TECNICHE DI INTERVENTO A CONTENIMENTO DI FENOMENI DI SFONDELLAMENTO E/O DISTACCO DI INTONACO

A seguire, sottoponiamo le soluzioni e/o tecniche di intervento sopra citate (in questo documento, non viene presa in considerazione la possibilità di intervento con reti in fibre di vetro, che si pongono ad un livello intermedio tra la soluzione a secco proposta e la soluzione con trattamento tradizionale):

1) SISTEMA "CONTROSOLAIO" ANTISFONDELLAMENTO "A SECCO"

Il Sistema "Controsolaio" Antisfondellamento è uno speciale sistema "a secco", composto da elementi studiati, progettati e connessi per il rinforzo e il miglioramento strutturale (flessionale) dei solai, oltreché funzionale nel disinnescare ogni tipo di crollo non strutturale del solaio. Il sistema non richiede nessuna demolizione né all'estradosso del solaio né all'intradosso del solaio (non sono pertanto necessari interventi di rimozione delle finiture e impianti quali massetti, tubazioni e pavimenti), e può essere classificato "di impatto zero" in termini di aumento di peso della struttura. **Il sistema di rinforzo a placcaggio esterno ha un effetto positivo anche in termini di miglioramento sismico dell'edificio**, rendendo il solaio più resistente alle azioni orizzontali derivanti dalle azioni sismiche, riducendo i meccanismi di collasso di piano.

Il sistema prevede di rivestire le superfici intradossali dei solai da mettere in sicurezza e oggetto di rinforzo strutturale mediante lastre in gesso fibrorinforzato, fissate mediante viti autofilettanti in acciaio temperato ad una ossatura metallica di supporto da ancorare efficacemente alla struttura del solaio (spessore complessivo pacchetto pari a 5 cm circa). L'ossatura metallica strutturale di supporto è realizzata da una serie di profili in acciaio zincato sagomati ad "Omega", da disporsi ortogonalmente alla direzione di orditura del solaio e da ancorarsi ai travetti di qualsiasi tipologia (C.A., Acciaio, Legno, ecc.), mediante viti in acciaio in Classe 8.8 e tasselli ad espansione in ottone. Lungo le pareti perimetrali si prevede l'installazione di guide perimetrali sagomate ad "U", per la perfetta aderenza e tenuta.

In relazione alla tipologia costruttiva del solaio, della valutazione del Rischio (peso di materiale suscettibile di crollo, intonaco e/o fondelli delle pignatte) e della sua snellezza o perdita di prestazione strutturale, deve essere progettata ad hoc la conformazione dell'ossatura metallica primaria, in particolare in relazione al passo dei montanti sagomati a "Omega" ed alla distanza dei connettori alla struttura del solaio per ogni profilo, in modo da ottenere una portata minima garantita che assicuri un **coefficiente di sicurezza di almeno 2** rispetto al rischio.

A seguito dell'installazione dell'ossatura portante metallica all'intradosso del solaio, **devono essere effettuate, nelle fasi di cantiere, una serie di prove a trazione sugli ancoraggi della controsoffittatura** con carico di prova almeno pari a 60 Kg, al fine di ottenere la certificazione dell'installazione in opera.

La soluzione di messa in sicurezza, attraverso il Sistema "Controsolaio" Antisfondellamento deve essere **certificata da Laboratori Prove Materiali abilitati dal Ministero Infrastrutture e Trasporti (Laboratori Ufficiali ai sensi della L.1086/71)**, in relazione a:

- i) Incremento della rigidezza flessionale del solaio;
- ii) Capacità portante del Sistema di Controsoffittatura "Antisfondellamento" minima di 160 Kg/mq;

Inoltre, in relazione alle prestazioni richieste, è possibile richiedere anche le seguenti certificazioni:

- iii) Resistenza all'impatto ai sensi della norma EN 13964:2014 Annex D;
- iv) Certificazione REI 60 o REI120 per solai e coperture ai sensi della UNI EN 1365-2:2014.

La soluzione di messa in sicurezza, attraverso installazione del Sistema "Controsolaio" Antisfondellamento deve essere, inoltre, **certificata da un professionista abilitato ai collaudi statici**, in relazione a:

- i) Regolare esecuzione;
- ii) Garanzia di tenuta del sistema installato.

La soluzione di messa in sicurezza, attraverso installazione del Sistema "Controsolaio" Antisfondellamento deve essere, inoltre, garantita mediante produzione di:

- i) Assicurazione RC prodotto;
- ii) Polizza postuma decennale.

e qualsivoglia altra certificazione che si renda necessaria in ottemperanza alla normativa vigente e di riferimento per interventi di messa in sicurezza degli edifici pubblici e/o privati.

IMPORTO INDICATIVO 100 €/MQ (IVA esclusa)

L'importo unitario esposto, relativo all'installazione "standard" del sistema è comprensivo delle opere accessorie, come smontaggio e rimontaggio corpi illuminanti, tinteggiature, movimentazione degli arredi, ecc. mentre sono esclusi i costi relativi alla sicurezza (piani di lavoro e/o ponteggi), sono invece inclusi i trabattelli.

E' esclusa dalla quotazione sopra esposta la progettazione e realizzazione di eventuali interventi di tipo "strutturale" ex novo, indipendenti dal solaio, in grado di fornire quella resistenza e capacità applicative necessarie al sistema di messa in sicurezza a secco (es.: *dimensione trasversale di travetti in c.a. inferiore a 5 cm, travetti in laterizi armati*, ecc.) come ad esempio l'introduzione di nervature metalliche (putrelle in acciaio) da ancorare alla struttura portante verticale esistente.

IMPORTO INDICATIVO 150÷160 €/MQ (IVA esclusa)

O ancora, è esclusa la progettazione e realizzazione di quelle opere necessarie al ripristino delle prestazioni meccaniche strutturali dei solai, nonché per l'incremento delle prestazioni oltre i limiti previsti dalla certificazione del sistema Controsolaio strutturale "Antisfondellamento". Data la variabilità delle tecniche e modalità di intervento si rimanda direttamente alla fase progettuale per la definizione economica necessaria.

2) INTERVENTO DI TIPO "TRADIZIONALE", MEDIANTE DEMOLIZIONI, RIMOZIONI, DISFACIMENTI E RIPRISTINI INTRADOSSALI

Relativamente alla necessità di interventi su superfici ridotte (interventi puntuali su superfici circoscritte pari a $1 \div 2$ mq) o ancora su tipologie costruttive voltate (es. *volte in muratura di mattoni pieni o forati*) è possibile condurre un intervento di tipo "tradizionale" mediante asportazione e ripristino delle parti ammalorate. Anche in questo caso sono escluse, e da valutare separatamente, eventuali opere di rinforzo e consolidamento strutturale delle apparecchiature murarie.

In generale le opere sopra citate si riferiscono a:

SCROSTAMENTO INTONACI E ASPORTAZIONE PARTI DI LATERIZIO

Nell'operazione di scrostamento di intonaco interno od esterno, sia rustico che civile, è compresa l'umidificazione, la scrostatura fino al vivo della struttura muraria, la spazzolatura finale, il lavaggio e la pulizia della superficie scrostata, la movimentazione delle macerie nell'ambito del cantiere, il carico e trasporto agli impianti di stoccaggio, di recupero o a discarica. Sono esclusi gli oneri di smaltimento. Nel caso di intonaco in buono stato viene effettuata la piccozzatura al fine di rendere la superficie scabra ed idonea a ricevere i successivi rivestimenti. Nonché, se necessario, si prevede la demolizione ed asportazione di parti di laterizi instabili dei blocchi di alleggerimento per solai, ed opere di riempimento con prodotti schiumogeni espandenti.

ARMATURE RIPRESE DI INTONACO

Esecuzione per una migliore adesione dell'intonaco di nuova realizzazione di armatura delle riprese di intonaco con rete metallica di filo di ferro di peso non inferiore a 0,750 Kg/mq, compresi tagli, adattamenti, sfridi e fissaggi.

RIPRISTINO SUPERFICI INTONACI

Gli interventi di ripresa di superfici di intonaco ammalorate o interessate ad interventi di parziale rifacimento o ripristino, devono essere impostati con molta attenzione tecnica, in modo di garantire alla fine delle lavorazioni superfici uniformi assimilabili a quelle nuove, per la cui finitura dovranno essere previsti ulteriori interventi solo di opere da verniciatore e non ulteriori rasature e stuccature. In particolare, le finiture di rappezzi a civile potranno di norma essere applicate solo su superfici a civile nuove, mai interessate da tinteggiature o verniciature o altri interventi di finitura che ne hanno modificato la struttura. Su superfici già interessate da tinteggiature, spesso ripetute, sarà opportuno di norma applicare finiture a stucco o rasature di tipo liscio, in grado di ottenere più facilmente una superficie uniforme che dopo la tinteggiatura si presenterà come nuova, pertanto si procederà in generale a:

- irruvidimento di supporti lisci o poco assorbenti con primer aggrappante a base di resine ed inerti silicei, applicato a pennello o rullo per promuovere l'adesione di intonaci;
- consolidamento di supporti deboli, inconsistenti, sfarinanti, assorbenti, con primer a base di resina poliuretanica in soluzione, applicato a pennello o rullo;
- ripresa saltuaria dell'intonaco diffusamente ammalorato su soffitti interni. Compresa l'ispezione dell'intera superficie, lo scrostamento dell'intonaco deteriorato fino al vivo della muratura e la scarnitura dei giunti, l'abbassamento, il carico e trasporto delle macerie agli impianti di stoccaggio, di recupero o a discarica, la pulizia ed il lavaggio delle superfici da ripristinare, l'intonaco di sottofondo e di finitura al civile, i piani di lavoro, il maggior onere di mano d'opera conseguente agli apprestamenti, alle preparazioni, agli spostamenti.

IMPORTO INDICATIVO 120 €/MQ (IVA esclusa)

L'importo unitario esposto, relativo ad intervento di tipo "tradizionale" è comprensivo delle opere accessorie, come smontaggio e rimontaggio corpi illuminanti, tinteggiature, movimentazione degli arredi, ecc. mentre sono esclusi i costi relativi alla sicurezza (piani di lavoro e/o ponteggi), sono invece inclusi i trabattelli.

3) INTERVENTO DI RIMOZIONE DI CONTROSOFFITTI PESANTI E RELATIVA MESSA IN SICUREZZA

In relazione alla individuazione di sistemi di controsoffittatura classificabili come “pesanti” (es. intradossi in “Perret”, intradossi in legno mineralizzato intonacati, controsoffitti continui in gesso, ecc.), indipendentemente dalla tipologia di sospensione, si suggerisce un intervento di completa demolizione e/o rimozione e successiva messa in sicurezza del plafone sovrastante.

Si ricorda infatti che l'Intesa Istituzionale raggiunta nella Conferenza Unificata del 28 gennaio 2009, e pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 33 del 10 febbraio 2009, relativa agli indirizzi per prevenire e fronteggiare le eventuali situazioni di rischio connesse alla vulnerabilità di elementi anche non strutturali negli edifici scolastici, considera la presenza di “controsoffitti pesanti” altamente vulnerabile e quindi potenzialmente rischiosa per l'utenza.

IMPORTO INDICATIVO 160 €/MQ (IVA esclusa)

L'importo unitario esposto, relativo all'intervento di demolizione e/o rimozione di “controsoffitti pesanti” e successiva messa in sicurezza dei plafoni è comprensivo delle opere accessorie, come smontaggio e rimontaggio corpi illuminanti, movimentazione degli arredi, ecc. mentre sono esclusi i costi relativi alla sicurezza (piani di lavoro e/o ponteggi), sono invece inclusi i trabattelli.

5. STUDIO DI VALUTAZIONE TECNICO-ECONOMICA DEL RISCHIO SFONDELLAMENTO E MESSA IN SICUREZZA

Sulla scorta dello studio di valutazione dello stato di salute dei solai di cui alla relazione tecnica denominata “Libretto Sanitario sullo sfondellamento dei solai”, appare prioritaria la messa in sicurezza degli ambienti che hanno evidenziato uno stato di conservazione classificabile “pericoloso” e “pessimo” secondo la scala di degrado proposta.

Nonostante il fenomeno possa essere circoscritto inizialmente a singole porzioni di locale, è stato previsto nel presente studio l'intervento sull'intero ambiente.

Sulla base del progetto di interventi di messa in sicurezza dei solai di edifici pubblici e privati (scolastici e non) è possibile stimare:

1) INTERVENTO TIPO I:

Sistema “CONTROSOLAIO” Antisfondellamento “a secco”

Un importo forfettario unitario di 100 €/mq + IVA, che prevede la realizzazione di Controsolaio Strutturale Antisfondellamento “a secco”, nella modalità di installazione standard (comprendente le opere accessorie, come smontaggio e rimontaggio corpi illuminanti, tinteggiature, movimentazione degli arredi, ecc. mentre sono esclusi i costi relativi alla sicurezza (piani di lavoro e/o ponteggi), sono invece inclusi i trabattelli).

Intervento Tipo I.A: Nella tabella finale, strumento utile per la definizione del quadro economico della proposta di messa in sicurezza, si distinguono **interventi con carattere di urgenza**, che interessano le superfici di solaio localizzabili nelle planimetrie allegate mediante **retinatura “piena” di colore rosso**, ed **interventi cautelativamente consigliabili**, a carattere anche differibile nel tempo che interessano superfici di solaio caratterizzate da un degrado diffuso prevalentemente legato allo stato conservativo dell'intonaco, ma che non ha ancora raggiunto una condizione pessima e/o pericolosa rispetto alla scala di valori proposta, e localizzabili nelle planimetrie allegate mediante **retinatura “piena” di colore blu**.

Intervento Tipo I.B: Relativamente a quelle tipologie di solaio per le quali **non è certa** la possibilità di installazione “standard” del sistema (*dimensione trasversale di travetti in c.a. inferiore a 5 cm, travetti in laterizi armati, ecc.*), **dovrà essere condotta in opera da ditta specializzata** l'esecuzione di prove di tenuta di tasselli meccanici inseriti nei travetti del solaio, al fine di valutare la fattibilità dell'intervento in condizione “standard” o, al contrario di procedere al progetto di una modalità di intervento differente. Relativamente a questo secondo caso, nella tabella finale, strumento utile per la definizione del quadro economico della proposta di messa in sicurezza, si distinguono **interventi con carattere di urgenza**, che interessano le superfici di solaio localizzabili nelle planimetrie allegate mediante **retinatura “piena” di colore violetto**, ed **interventi cautelativamente consigliabili**, a carattere anche differibile nel tempo che interessano superfici di solaio caratterizzate da un degrado diffuso prevalentemente legato allo stato conservativo dell'intonaco, ma che non ha ancora raggiunto una condizione pessima e/o pericolosa rispetto alla scala di valori proposta, e localizzabili nelle planimetrie allegate mediante **retinatura “a quadretti” di colore violetto**.

2) INTERVENTO TIPO 2:

INTERVENTO TRADIZIONALE (demolizioni, rifacimenti e ripristini intradossali, ecc)

Un importo forfettario unitario di 120 €/mq + IVA, che prevede l'esecuzione di scarificazioni di intonaco e/o asportazioni parti di laterizio, e ripristino superfici intradossali intonacate, (comprendente le opere accessorie, come smontaggio e rimontaggio corpi illuminanti, tinteggiature, movimentazione degli arredi, ecc. mentre sono esclusi i costi relativi alla sicurezza (piani di lavoro e/o ponteggi), sono invece inclusi i trabattelli).

Nella tabella finale, strumento utile per la definizione del quadro economico della proposta di messa in sicurezza, si distinguono **interventi con carattere di urgenza**, che interessano superfici di solaio localizzabili nelle planimetrie allegate mediante retinatura "a tratti obliqui" di colore rosso, ed **interventi cautelativamente consigliabili**, a carattere anche differibile nel tempo che interessano superfici di solaio caratterizzate da un degrado diffuso prevalentemente legato allo stato conservativo dell'intonaco, ma che non ha ancora raggiunto una condizione pessima e/o pericolosa rispetto alla scala di valori proposta, e localizzabili nelle planimetrie allegate mediante retinatura "a tratti obliqui" di colore blu.

3) **INTERVENTO TIPO 3:**

INTERVENTO DI DEMOLIZIONE E/O RIMOZIONE DI CONTROSOFFITTI PESANTI

Un importo forfettario unitario di 160 €/mq + IVA, che prevede la completa demolizione di controsoffitti "pesanti" e smaltimento dei materiali di risulta nonché la successiva messa in sicurezza dei plafoni sovrastanti, (comprendente le opere accessorie, come smontaggio e rimontaggio corpi illuminanti, movimentazione degli arredi, ecc. mentre sono esclusi i costi relativi alla sicurezza (piani di lavoro e/o ponteggi), sono invece inclusi i trabattelli).

Nella tabella finale, strumento utile per la definizione del quadro economico della proposta di messa in sicurezza, si riportano le superfici interessate da **interventi di demolizione e/o rimozione di "controsoffitti pesanti"**, localizzabili nelle planimetrie allegate mediante retinatura "a tratti incrociati" di colore arancio.

Di seguito la tabella riepilogativa degli interventi distinti per tipologia:

	SUPERFICIE INTERVENTO (MQ)	IMPORTO UNITARIO (€/MQ)	IMPORTO COMPLESSIVO (€)
INTERVENTO TIPO 1.A			
Urgente	1.111	100	111.100,00
Differibile	0	100	0,00
INTERVENTO TIPO 1.B			
Urgente	0	100	0,00
Differibile	0	100	0,00
INTERVENTO TIPO 2			
Urgente	1	120	120,00
Differibile	0	120	0,00
INTERVENTO TIPO 3	0	160	0,00
		TOTALE	111.220,00

Nota:

- Intervento Tipo 1.A: Sistema "CONTROSOLAIO" Antisfondellamento "a secco"
- Intervento Tipo 1.B: Sistema "CONTROSOLAIO" Antisfondellamento "a secco" previa verifica idoneità ancoraggi in opera
- Intervento Tipo 2: Intervento "TRADIZIONALE" (demolizioni, rifacimenti e ripristini intradossali, ecc.)
- Intervento Tipo 3: Intervento di demolizione/rimozione "CONTROSOFFITTI PESANTI"

Da tener presente che nel caso, di scelta di:

- 4) intervento di tipo "tradizionale" (Intervento Tipo 2) la quantificazione economica potrebbe dover essere incrementata di un 20÷25%;
- 5) interventi di rinforzo strutturale ex novo, in particolare nel caso di introduzione di putrelle metalliche, si può valutare forfettariamente un incremento unitario di 150÷160 €/MQ (IVA esclusa)

Il presente documento, non esula, dalla attenta lettura e comprensione della relazione tecnica sullo stato di salute dei solai denominata "Libretto Sanitario sullo sfondellamento dei solai", con particolare riguardo a precisazioni in merito alle vulnerabilità riscontrate per solai, controsoffitti ed elementi appesi, che potrebbero rendere necessarie lavorazioni anche diverse ed aggiuntive rispetto a quelle qui proposte.

Si allega alla presente Relazione Illustrativa degli interventi di messa in sicurezza dei solai, l'elaborato grafico "Localizzazione Interventi".

Genova, 09/05/2022

Dott. Ing. Marco Gallotta

Tecnoindagini S.r.l.



TECNOINDAGINI SRL
Via Monte Sabotino n° 14
20095 Cusano M. (MI)
P.IVA 06383520969

ALLEGATO

ELABORATI GRAFICI “LOCALIZZAZIONE INTERVENTI”

1. PLANIMETRIE
1.1. LOCALIZZAZIONE INTERVENTI - MESSA IN SICUREZZA SOLAI - PIANO COPERTURA



LEGENDA - INTERVENTO TIPO 1.A

- INTERVENTI "CONTROSOLAIO" A SECCO - URGENTI
- INTERVENTI "CONTROSOLAIO " A SECCO - DIFFERIBILI

LEGENDA - INTERVENTO TIPO 1.B - previa verifica ancoraggi

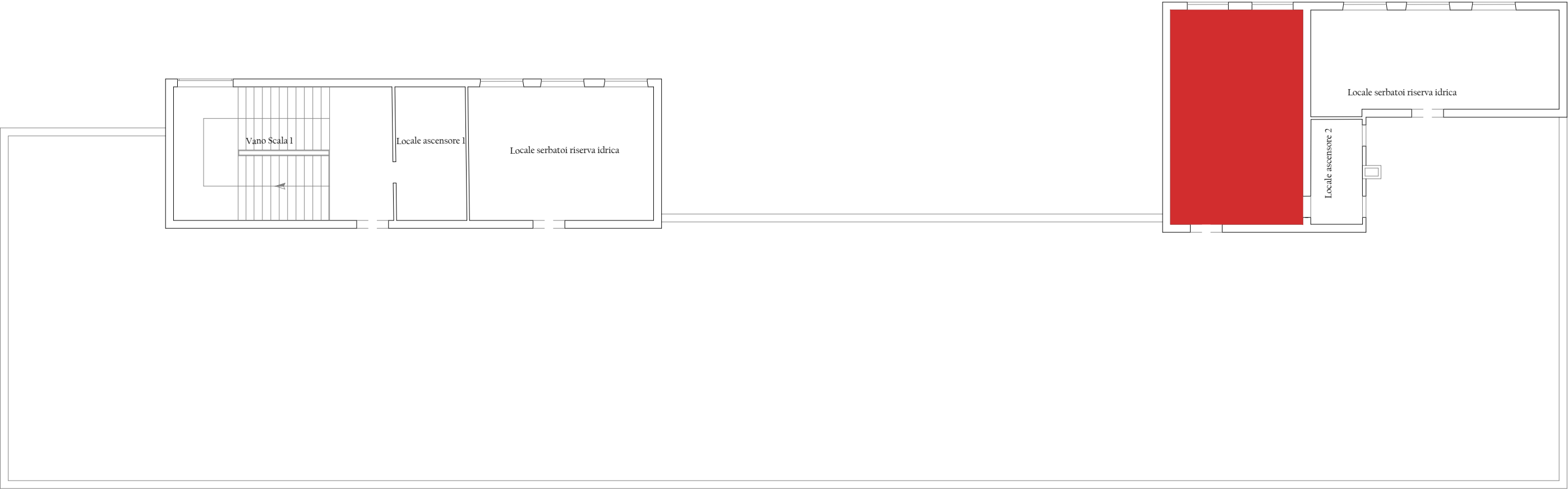
- INTERVENTI "CONTROSOLAIO" A SECCO - URGENTI
- INTERVENTI "CONTROSOLAIO " A SECCO - DIFFERIBILI

LEGENDA - INTERVENTO TIPO 2

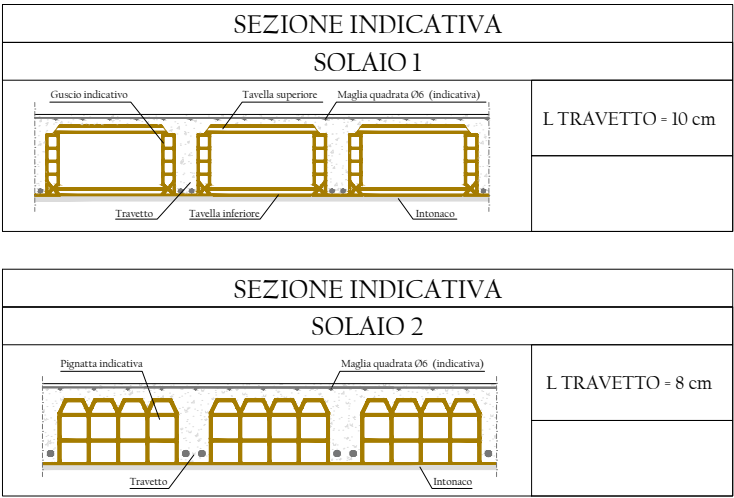
- INTERVENTI "TRADIZIONALE" - URGENTI
- INTERVENTI "TRADIZIONALE " - DIFFERIBILI

LEGENDA - INTERVENTO TIPO 3

- RIMOZIONE CONTROSOFFITTO PESANTE
E MESSA IN SICUREZZA



1.2. LOCALIZZAZIONE INTERVENTI - MESSA IN SICUREZZA SOLAI - PIANO QUARTO



LEGENDA - INTERVENTO TIPO 1.A

- INTERVENTI "CONTROSOLAIO" A SECCO - URGENTI
- INTERVENTI "CONTROSOLAIO " A SECCO - DIFFERIBILI
- CARTONGESSO PREESISTENTE

LEGENDA - INTERVENTO TIPO 1.B - previa verifica ancoraggi

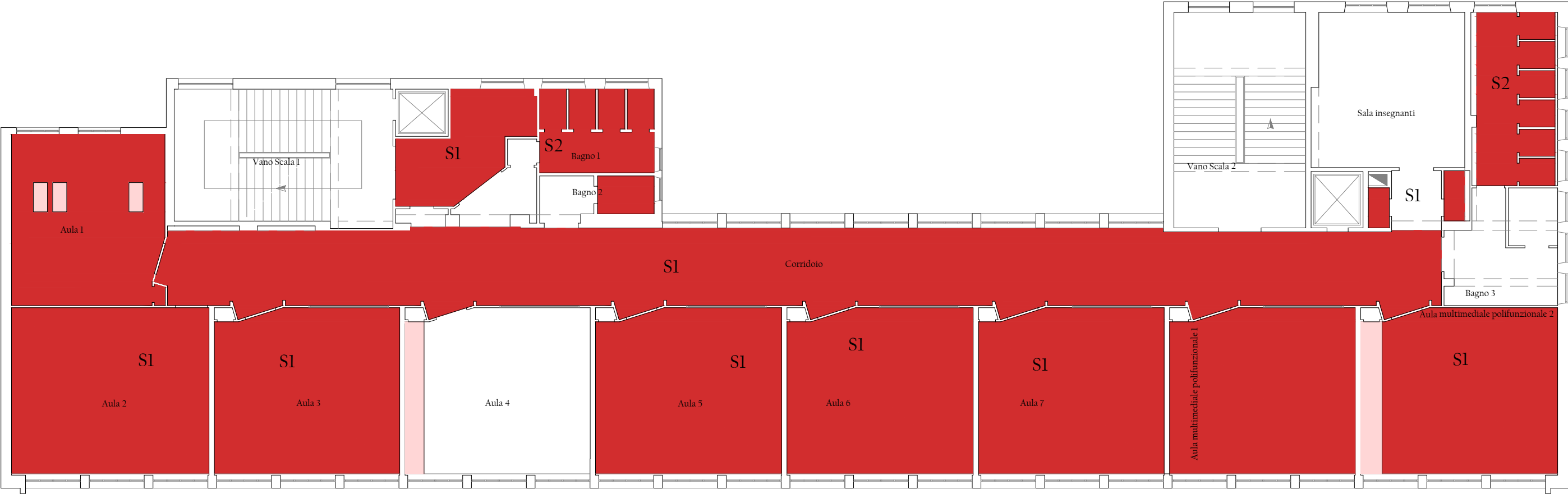
- INTERVENTI "CONTROSOLAIO" A SECCO - URGENTI
- INTERVENTI "CONTROSOLAIO " A SECCO - DIFFERIBILI
- CARTONGESSO PREESISTENTE

LEGENDA - INTERVENTO TIPO 2

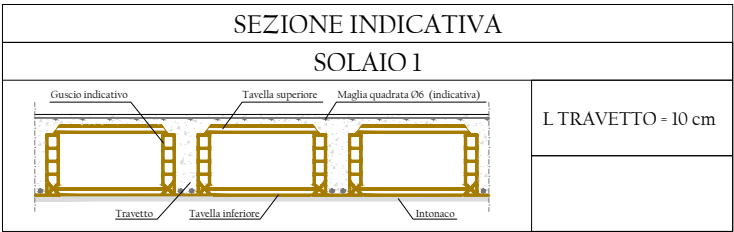
- INTERVENTI "TRADIZIONALE" - URGENTI
- INTERVENTI "TRADIZIONALE " - DIFFERIBILI

LEGENDA - INTERVENTO TIPO 3

- RIMOZIONE CONTROSOFFITTO PESANTE
E MESSA IN SICUREZZA



1.3. LOCALIZZAZIONE INTERVENTI - MESSA IN SICUREZZA SOLAI - PIANO TERZO



LEGENDA - INTERVENTO TIPO 1.A

- INTERVENTI "CONTROSOLAIO" A SECCO - URGENTI
- INTERVENTI "CONTROSOLAIO " A SECCO - DIFFERIBILI
- CARTONGESSO PREESISTENTE

LEGENDA - INTERVENTO TIPO 1.B - previa verifica ancoraggi

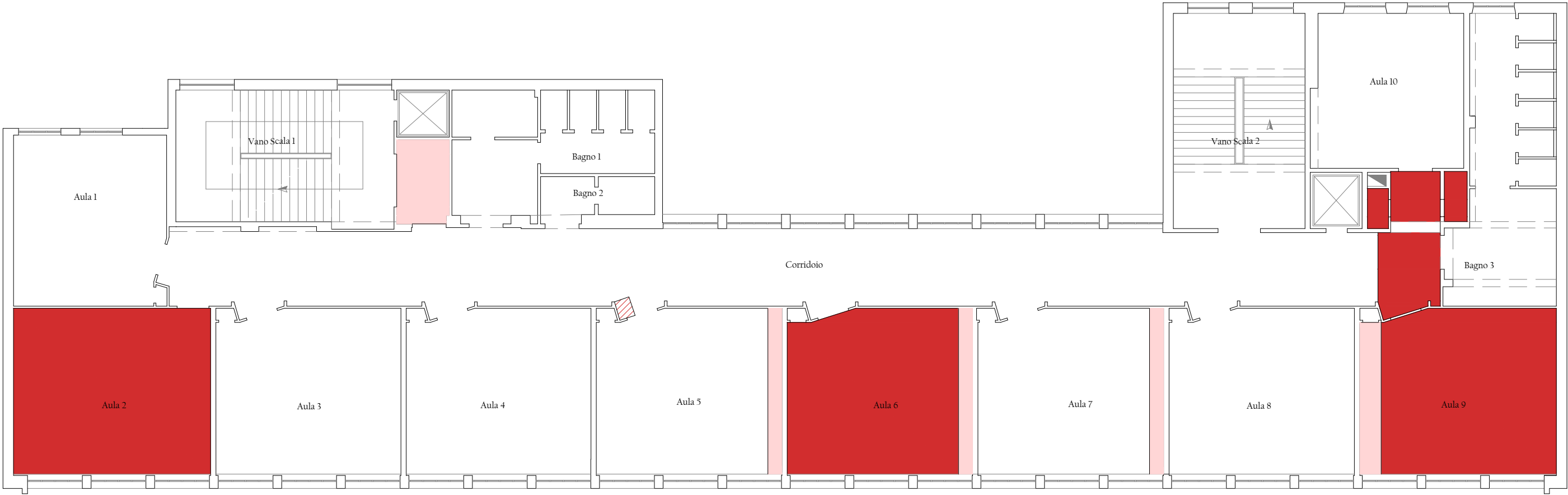
- INTERVENTI "CONTROSOLAIO" A SECCO - URGENTI
- INTERVENTI "CONTROSOLAIO " A SECCO - DIFFERIBILI
- CARTONGESSO PREESISTENTE

LEGENDA - INTERVENTO TIPO 2

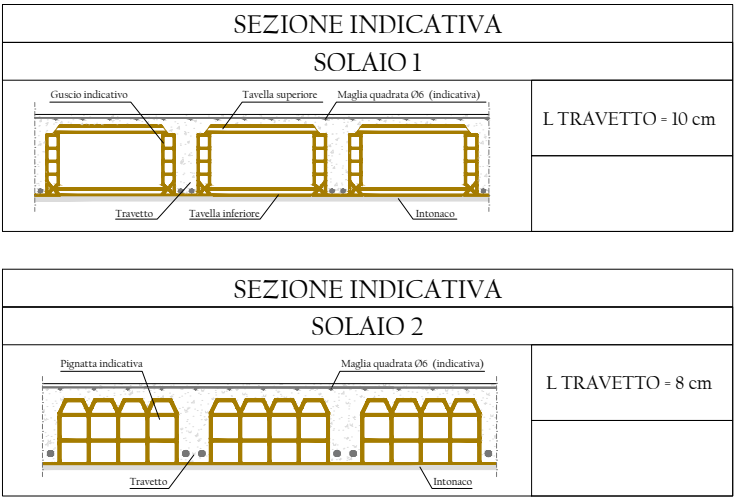
- INTERVENTI "TRADIZIONALE" - URGENTI
- INTERVENTI "TRADIZIONALE " - DIFFERIBILI

LEGENDA - INTERVENTO TIPO 3

- RIMOZIONE CONTROSOFFITTO PESANTE E MESSA IN SICUREZZA



1.4. LOCALIZZAZIONE INTERVENTI - MESSA IN SICUREZZA SOLAI - PIANO SECONDO



LEGENDA - INTERVENTO TIPO 1.A

- INTERVENTI "CONTROSOLAIO" A SECCO - URGENTI
- INTERVENTI "CONTROSOLAIO " A SECCO - DIFFERIBILI
- CARTONGESSO PREESISTENTE

LEGENDA - INTERVENTO TIPO 1.B - previa verifica ancoraggi

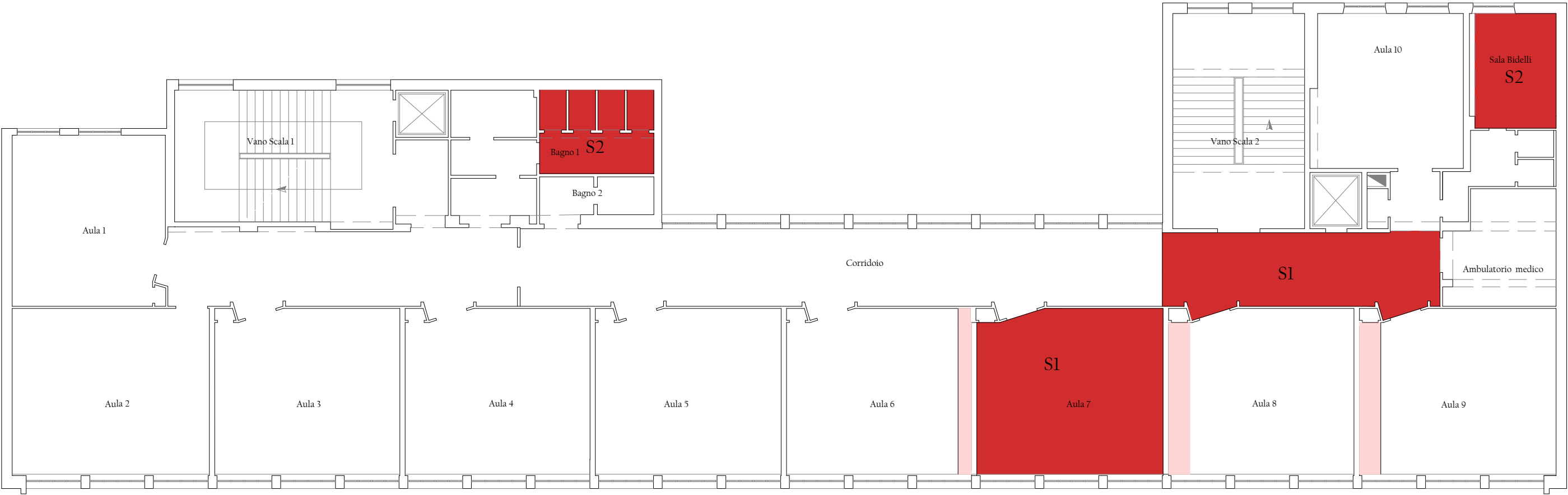
- INTERVENTI "CONTROSOLAIO" A SECCO - URGENTI
- INTERVENTI "CONTROSOLAIO " A SECCO - DIFFERIBILI
- CARTONGESSO PREESISTENTE

LEGENDA - INTERVENTO TIPO 2

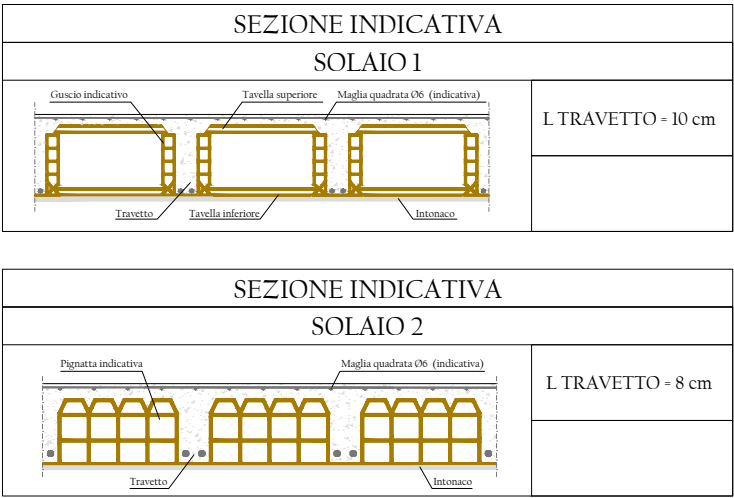
- INTERVENTI "TRADIZIONALE" - URGENTI
- INTERVENTI "TRADIZIONALE " - DIFFERIBILI

LEGENDA - INTERVENTO TIPO 3

- RIMOZIONE CONTROSOFFITTO PESANTE
E MESSA IN SICUREZZA



1.5. LOCALIZZAZIONE INTERVENTI - MESSA IN SICUREZZA SOLAI - PIANO PRIMO



LEGENDA - INTERVENTO TIPO 1.A

- INTERVENTI "CONTROSOLAIO" A SECCO - URGENTI
- INTERVENTI "CONTROSOLAIO " A SECCO - DIFFERIBILI
- CARTONGESSO PREESISTENTE

LEGENDA - INTERVENTO TIPO 1.B - previa verifica ancoraggi

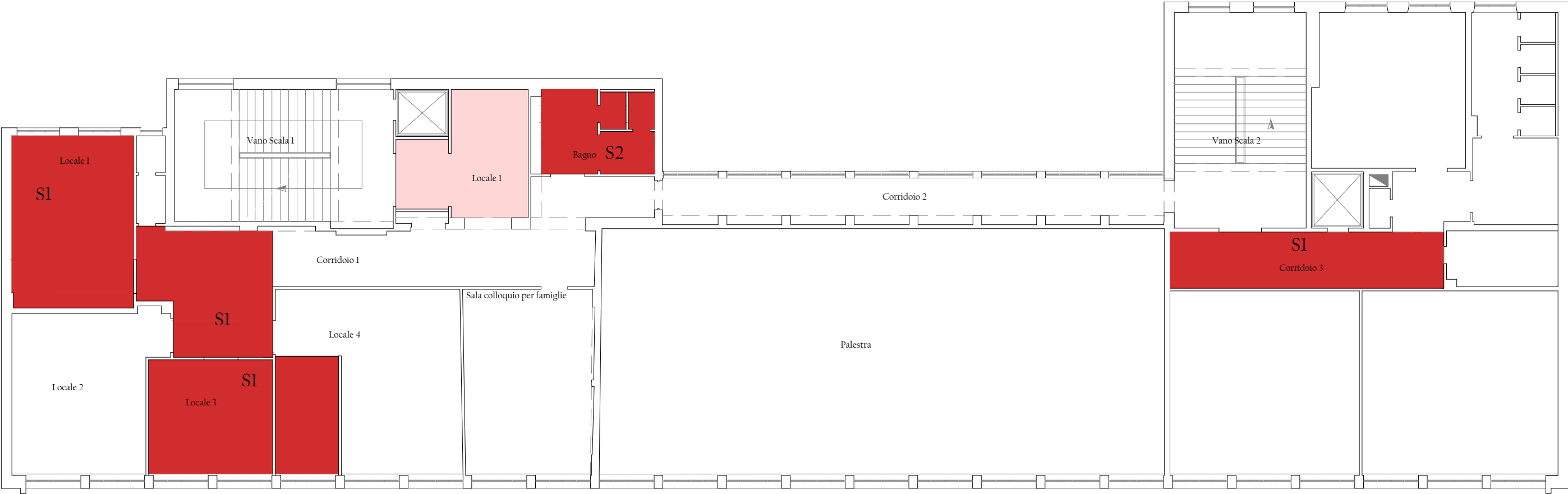
- INTERVENTI "CONTROSOLAIO" A SECCO - URGENTI
- INTERVENTI "CONTROSOLAIO " A SECCO - DIFFERIBILI
- CARTONGESSO PREESISTENTE

LEGENDA - INTERVENTO TIPO 2

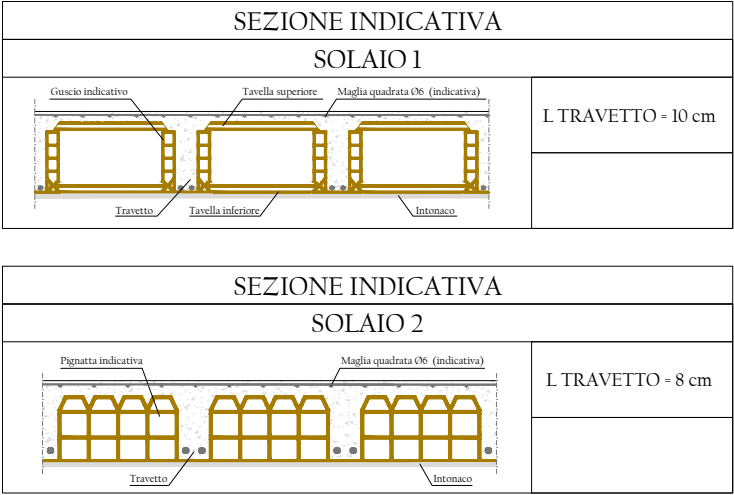
- INTERVENTI "TRADIZIONALE" - URGENTI
- INTERVENTI "TRADIZIONALE " - DIFFERIBILI

LEGENDA - INTERVENTO TIPO 3

- RIMOZIONE CONTROSOFFITTO PESANTE
E MESSA IN SICUREZZA



1.6. LOCALIZZAZIONE INTERVENTI - MESSA IN SICUREZZA SOLAI - PIANO TERRA



LEGENDA - INTERVENTO TIPO 1.A

- INTERVENTI "CONTROSOLAIO" A SECCO - URGENTI
- INTERVENTI "CONTROSOLAIO " A SECCO - DIFFERIBILI
- CARTONGESSO PREESISTENTE

LEGENDA - INTERVENTO TIPO 1.B - previa verifica ancoraggi

- INTERVENTI "CONTROSOLAIO" A SECCO - URGENTI
- INTERVENTI "CONTROSOLAIO " A SECCO - DIFFERIBILI
- CARTONGESSO PREESISTENTE

LEGENDA - INTERVENTO TIPO 2

- INTERVENTI "TRADIZIONALE" - URGENTI
- INTERVENTI "TRADIZIONALE " - DIFFERIBILI

LEGENDA - INTERVENTO TIPO 3

- RIMOZIONE CONTROSOFFITTO PESANTE
E MESSA IN SICUREZZA

