SONISPECT®

LIBRETTO SANITARIO

SULLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

Scuola Primaria "G. Cena"

Via Cap. Delgrosso, 2 - Mazzè (TO)

Committente:
Comune di Mazzè
Piazza della Repubblica, 2
10035 Mazzè (TO)

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

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
4.2 IDENTIFICAZIONE DEI CONTROSOFFITTI 15
4.2.1. Tipologia controsoffitto 1 - Fibra Minerale 15
5. ANALISI SFONDELLAMENTO 17
5.1. DIAGNOSI CON BATTITURA MANUALE 17
5.2. DIAGNOSI MEDIANTE SONISPECT® 17
5.2.1. Caratteristiche del metodo 17
5.2.2. Caratteristiche tecniche delle apparecchiature 20
6. RISULTATI DELLE ANALISI 21
6.1. TERMOGRAFIA 21
6.2. INTONACO 22
6.3. SFONDELLAMENTO 24
6.4. CONTROSOFFITTI ED ELEMENTI APPESI 25
7. CONCLUSIONI 26
ALLEGATO - ELABORATI GRAFICI

1. PREMESSA

A seguito dell'incarico conferito dalla Committenza si è proceduto ad una analisi diagnostica per individuare le condizioni all'intradosso dei solai dell'edificio che ospita la Scuola Primaria "G. Cena" sito in Via Cap. Delgrosso, 2 a Mazzè (TO).

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, che tuttavia appare essere il risultato di ampliamenti eseguiti nel corso del tempo.

Il manufatto ammette un impianto planimetrico avente sagoma di forma irregolare, dovuto all'accostamento del corpo palestra al corpo principale; la loro datazione è molto probabilmente differente, principalmente in relazione alle tipologie costruttive impiegate per la loro edificazione.

È disposto complessivamente su tre livelli, due dei quali fuori terra ed uno interrato. In una posizione decentrata è invece ubicato il fabbricato dedicato alla palestra, caratterizzato da un'altezza interna doppia ed una forma regolare, il quale è collegato all'edificio scolastico per mezzo di un corridoio. La disposizione architettonica dei locali nella parte restante della scuola prevede le aule destinate alla didattica al piano terra, i laboratori al piano superiore e il refettorio al piano interrato.

Nel complesso l'intradosso degli orizzontamenti si mantiene ad una quota costante dal piano di calpestio; unicamente in corrispondenza della palestra, le altezze sono nettamente superiori.

L'indagine ha coperto una superficie di circa 1.400 mq.

All'interno dell'edificio è stata riscontrata la presenza di sistemi di controsoffittatura che possono essere classificati come ispezionabili e che riducono l'altezza interna degli ambienti in cui sono installati. Nelle planimetrie allegate con nomenclatura "Tipologia Controsoffitti", le differenti tipologie riscontrate sono individuate mediante apposite retinature colorate.

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 solaio dell'Aula 1 al piano primo.

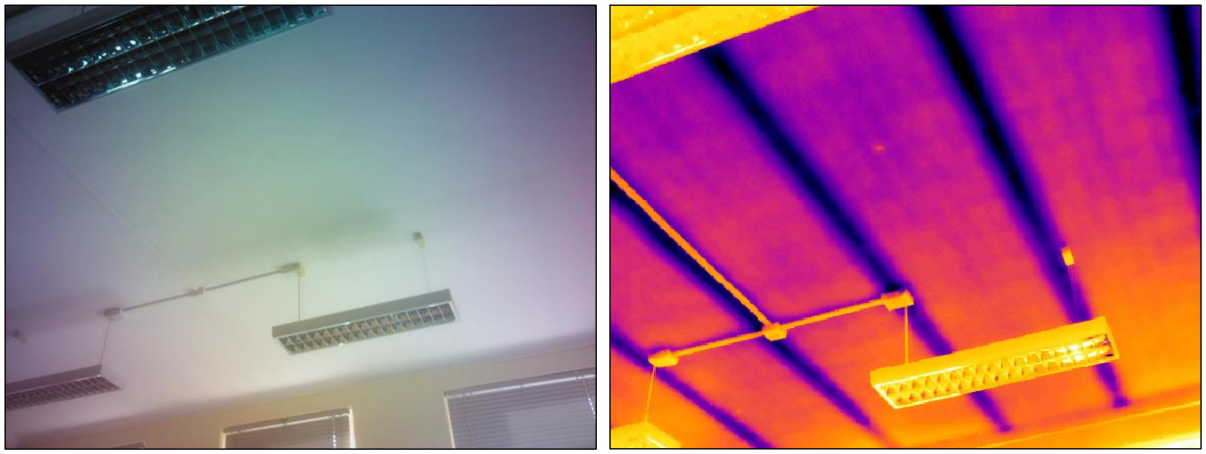


Foto n°3-4 - Individuazione della tramatura caratteristica dell'intradosso del solaio dell'Aula 2 al piano primo.

Foto n°5-6 - Individuazione della tramatura caratteristica dell'intradosso del solaio del Corridoio al piano primo in cui è possibile riscontrare una scansione di travetti risultata costante ed uniforme sull'intera superficie dei plafoni.

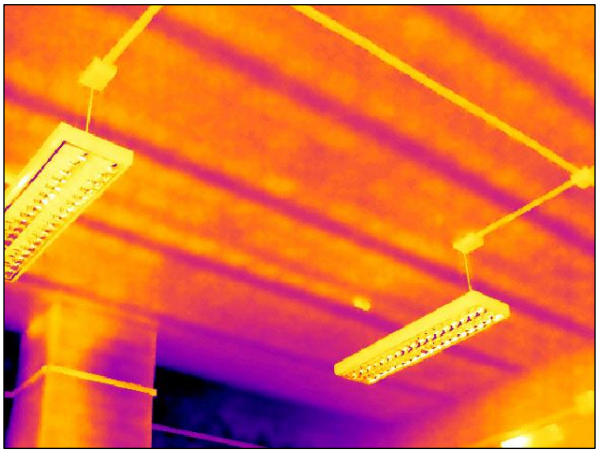


Foto n°7-8 - Individuazione della tramatura caratteristica dell'intradosso del solaio dell'Aula 3 al piano terra. Come si può notare, anche in gran parte del piano terra è presente la stessa tipologia di solaio rilevata al piano superiore.

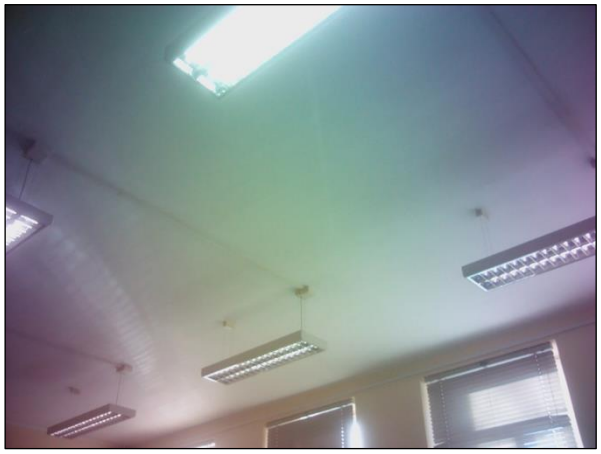
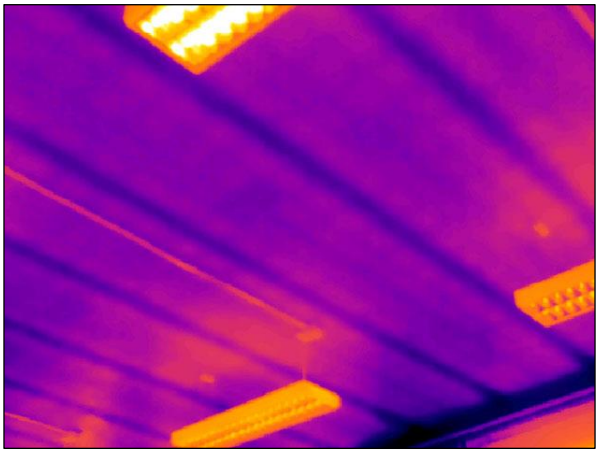



Foto n°9-10 - Individuazione della tramatura caratteristica dell'intradosso del solaio dell'Aula 1 al piano terra.

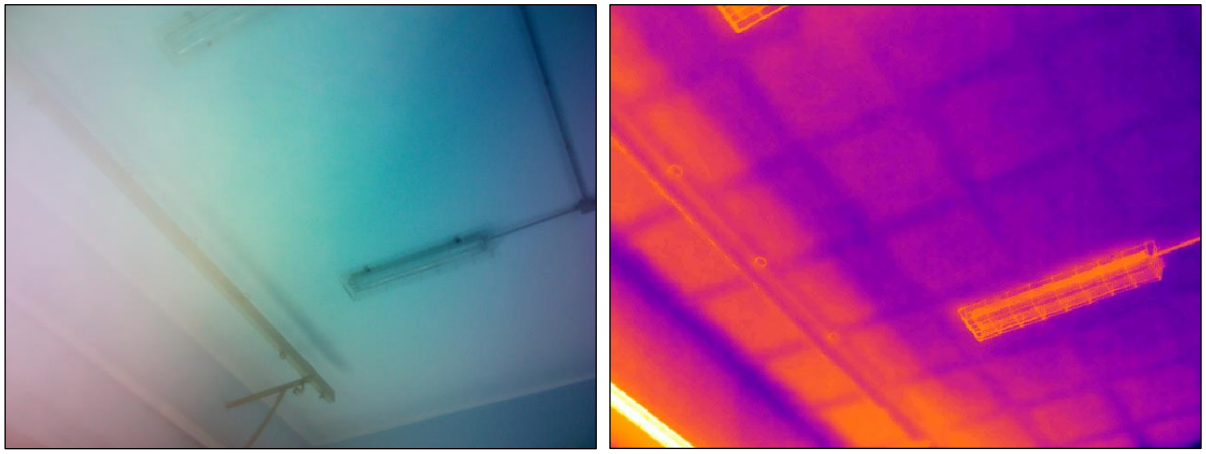


Foto n°11-12 - Il termogramma registrato nella Palestra al piano terra dà la possibilità di riscontrare una seconda tipologia costruttiva che ammette un'ortogonalità dei travetti.

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.

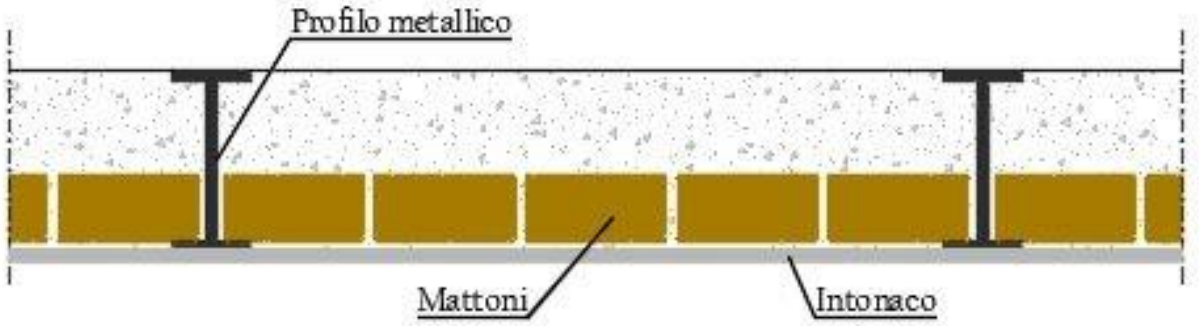
4.1. IDENTIFICAZIONE DEI SOLAI

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. Nel primo caso è stato possibile riscontrare l'impiego di mattoni affiancati a putrelle in acciaio mentre nella seconda tipologia è stato possibile riscontrare l'impiego di pignatte, affiancate a travetti ortogonali gettati direttamente in opera.

4.1.1. Tipologia solaio 1

Questo tipo di solaio è realizzato con profilati in acciaio paralleli tra loro, a cui sono interposti elementi in laterizio che definiscono un intradosso piano.

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

Altezza putrella [cm]	12	Tipologia appoggio	Ala putrelle
Larghezza putrella [cm]	6,4	Tipologia finitura	Civile
Interasse putrelle [cm]	100	Sp. finitura min. [mm]	18
Tipologia alleggerimento	Mattoni pieni	Sp. finitura max. [mm]	20

Foto n°13 - Vista d'insieme del saggio eseguito nel Bagno al piano terra.

Foto n°14 - Particolare della tipologia di alleggerimento in laterizio e dell'appoggio in acciaio.

Foto n°15 - Spessore dello strato di finitura applicato al solaio.

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	Interasse travetto secondario [cm]	70
Orditura travetto	Ortogonale	Altezza allegg. [cm]	24
Larghezza travetto [cm]	12	Tipologia finitura	Civile
Larghezza travetto secondario [cm]	12	Sp. finitura min. [mm]	10
Interasse travetto [cm]	70	Sp. finitura max. [mm]	14

Foto n°16 - Vista d'insieme del saggio eseguito nella Palestra al piano terra.

Foto n°17 - Particolare del fondello del travetto gettato in opera.

Foto n°18 - Spessore dello strato di finitura applicato al solaio.

4.2 IDENTIFICAZIONE DEI CONTROSOFFITTI

In alcune posizioni dell'edificio è stato possibile riscontrare la presenza di sistemi di controsoffittatura di differente tipologia. A seguire, per ciascuna delle stesse tipologie, viene riportata una scheda riassuntiva delle caratteristiche costruttive che riguardano sia gli elementi di finitura che il sistema di pendinaggio impiegato.

4.2.1. Tipologia controsoffitto 1 - Fibra Minerale

Le osservazioni effettuate negli ambienti in cui è presente il sistema di controsoffittatura, attraverso la rimozione temporanea dei pannelli ispezionabili, hanno permesso di osservare l'intercapedine del controsoffitto. In particolare tale operazione ha consentito di apprezzare il sistema di sospensione, lo stato del fissaggio e la tipologia di supporto.
La tabella riportata di seguito mostra le principali informazioni materiche e dimensionali del controsoffitto. Completa la scheda una breve documentazione fotografica di quanto rinvenuto nel corso dell'indagine.

Caratteristiche Controsoffitto

Tipologia struttura	A vista	Tipologia pendini	Fil di ferro intrecciato
Tipologia materiale	Fibra minerale	Tipologia supporto	Alleggerimento
Dimensione pannello	60x60	Passo pendini	120x120
Tipo di fissaggio al supporto	Tassello		

Foto n°19 - Vista generale del controsoffitto in fibra minerale.

Foto n°20 - Particolare della tipologia di pendinaggio utilizzato.

Foto n°21 - Dettaglio della tipologia di fissaggio al supporto.

Foto n°22 - Spessore del pannello del controsoffitto in fibra minerale.

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®

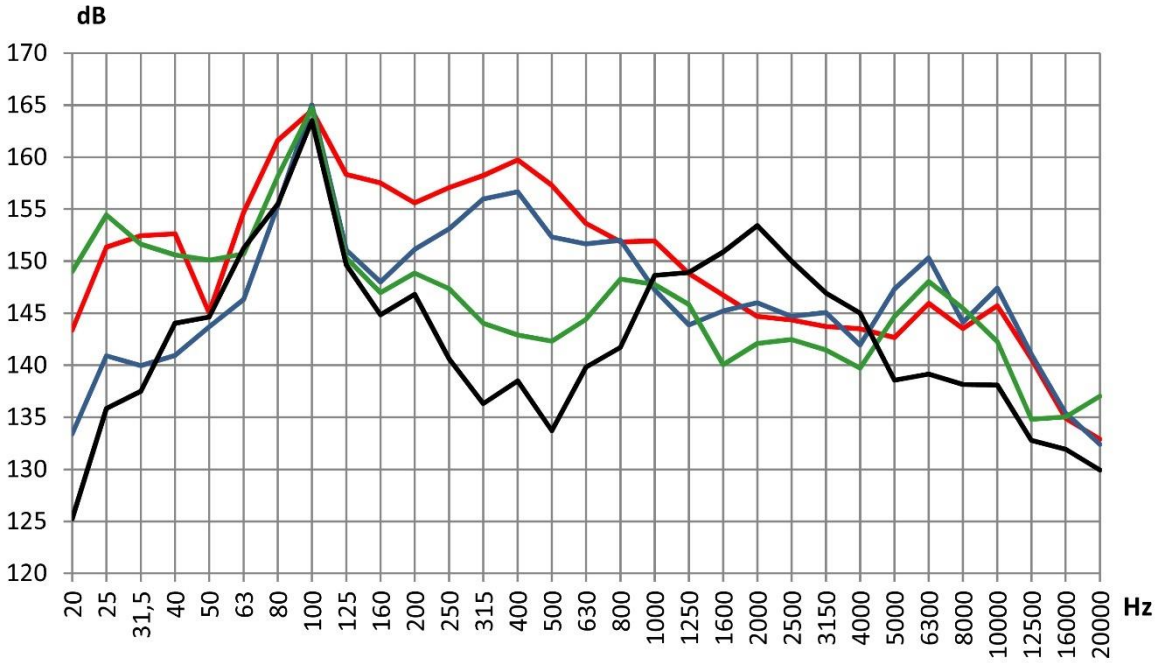
Il metodo ha lo scopo di individuare, con metodi non distruttivi, gli sfondellamenti o le lesioni negli elementi in laterizio e anche i distacchi del solo strato d'intonaco.
La strumentazione per l'indagine con il metodo Sonispect® è composta da un'asta alla cui estremità sono posti uno spintore elettromeccanico 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'analoga 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.
In alcune posizioni, tuttavia, sono state individuate invece zone di differente estensione degradate a causa di efflorescenze superficiali.

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.
Complessivamente l'aderenza dello strato di finitura al supporto è risultata soddisfacente; localmente è stato possibile riscontrare un grado di coesione pessimo: al fine di prevenire un ulteriore peggioramento dell'aderenza della finitura al plafone ed evitare l'innesco di situazioni critiche, si consiglia la pianificazione di un intervento localizzato di rimozione e ripristino.
La documentazione fotografica riportata a seguire permette di evidenziare alcune delle porzioni degradate, osservate durante il sopralluogo.

Foto n°23 - Porzione del plafone della Palestra al piano terra connotata da un grado di aderenza pessimo della finitura.

Foto n°24 - Porzione del plafone del Corridoio al piano terra connotata da un grado di aderenza pessimo della finitura.

Foto n°25 - Porzione del plafone dell'Aula 1 al piano primo connotata da un grado di aderenza scadente della 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 rigidezza elevato, quali sono le travi degli impalcati e gli elementi verticali. Tali posizioni non sono casuali ma dovute alla trasmissione di sforzi di natura torsionale che innescano fenomeni di sollecitazione assiale lungo i setti degli elementi di alleggerimento in corrispondenza della connessione al fondello. In questo modo le prime file degli stessi alleggerimenti risultano le più esposte; ciò non rende comunque le restanti parti degli impalcati immuni dal manifestarsi del fenomeno.
Le analisi condotte hanno permesso di individuare una zona dell'intradosso dei solai connotata da uno stato di conservazione pessimo. Data la situazione rilevata dovrà essere programmato un intervento per la stessa porzione, che si consiglia di estendere alle zone limitrofe in cui siano presenti dei degradi. Si consiglia inoltre di tenere sotto controllo le restanti porzioni in cui è stata individuata una situazione scadente, infatti in questi casi il fenomeno è innescato e l'unica differenza è sul tempo di evoluzione.

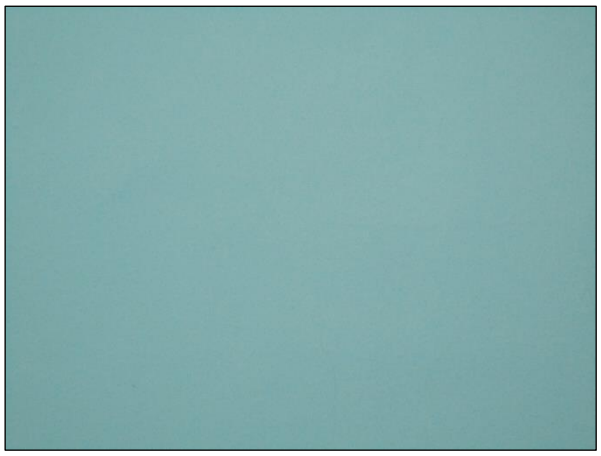


Foto n°26 - Porzione dell'intradosso della Palestra al piano primo in pessimo stato di conservazione.

6.4. CONTROSOFFITTI ED ELEMENTI APPESI

I risultati delle verifiche condotte sui sistemi di controsoffittatura e sulle apparecchiature vincolate agli stessi controsoffitti o direttamente ai solai, tese alla valutazione della qualità, della frequenza, della regolarità e delle modalità adottate per l'esecuzione dei fissaggi, vengono classificati secondo quattro diversi livelli. L'assenza di campiture colorate nelle planimetrie allegate con nomenclatura "Vulnerabilità controsoffitti ed elementi appesi" si riferisce ad una situazione classificata come normale; le porzioni contraddistinte con una colorazione blu rappresentano situazioni di degrado avviato che però non mostrano il rischio di distacco mentre laddove impiegata la colorazione rossa si segnala una condizione di degrado evoluta per le quali si dovrà intervenire al fine di evitare l'innesco di ulteriori rischi. Nei casi in cui invece si riscontri un rischio imminente di collasso dei sistemi appesi viene adottata una retinatura incrociata rossa.
La presenza di sistemi di controsoffittatura classificabili come pesanti, indipendentemente dalla tipologia dei dispositivi di sospensione impiegati, è evidenziata nelle stesse planimetrie con una bordatura di colore rosso che ne delimita l'estensione.
Le osservazioni condotte durante il sopralluogo permettono di considerare come idonea la stabilità sia dei sistemi di controsoffittatura, nonostante i relativi dispositivi di pendinaggio siano realizzati con elementi di fattura artigianale ed il loro fissaggio avvenga in corrispondenza degli alleggerimenti in laterizio dei solai sovrastanti (elementi fragili e tipicamente non portanti), che degli elementi appesi presenti nell'edificio. Si fa notare tuttavia che l'integrità degli ancoraggi dei controsoffitti è direttamente legata al buono stato di conservazione dell'intradosso del solaio; a tale proposito si ricorda che sarebbe buona regola vincolare qualsiasi elemento appeso, agli elementi portanti dell'impalcato.

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.

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

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

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

Le analisi condotte hanno permesso di individuare una zona dell'intradosso dei solai connotata da uno stato di conservazione pessimo. Data la situazione rilevata dovrà essere programmato un intervento per la stessa porzione, che si consiglia di estendere alle zone limitrofe in cui siano presenti dei degradi. Si consiglia inoltre di tenere sotto controllo le restanti porzioni in cui è stata individuata una situazione scadente, infatti 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 ≈85 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.

Mazzè (TO), 13/02/2020

Dott. Ing. Marco Gallotta

Tecnoindagini S.r.l.

TECNOINDAGINI SRL
Via Monte Sabotino n° 14
20095 Cusano M. (MI)
P. IVA 06383520960

ALLEGATO

ELABORATI GRAFICI

INDICE

1. PLANIMETRIE

1.1. Tipologia Solai – Piano Primo

1.2. Tipologia Solai – Piano Terra

1.3. Tipologia Controsoffitti – Piano Terra

1.4. Mappatura Sonispect® – Piano Primo

1.5. Mappatura Sonispect® – Piano Terra

1.6. Vulnerabilità Controsoffitti ed Elementi Appesi – Piano Primo

1.7. Vulnerabilità Controsoffitti ed Elementi Appesi – Piano Terra

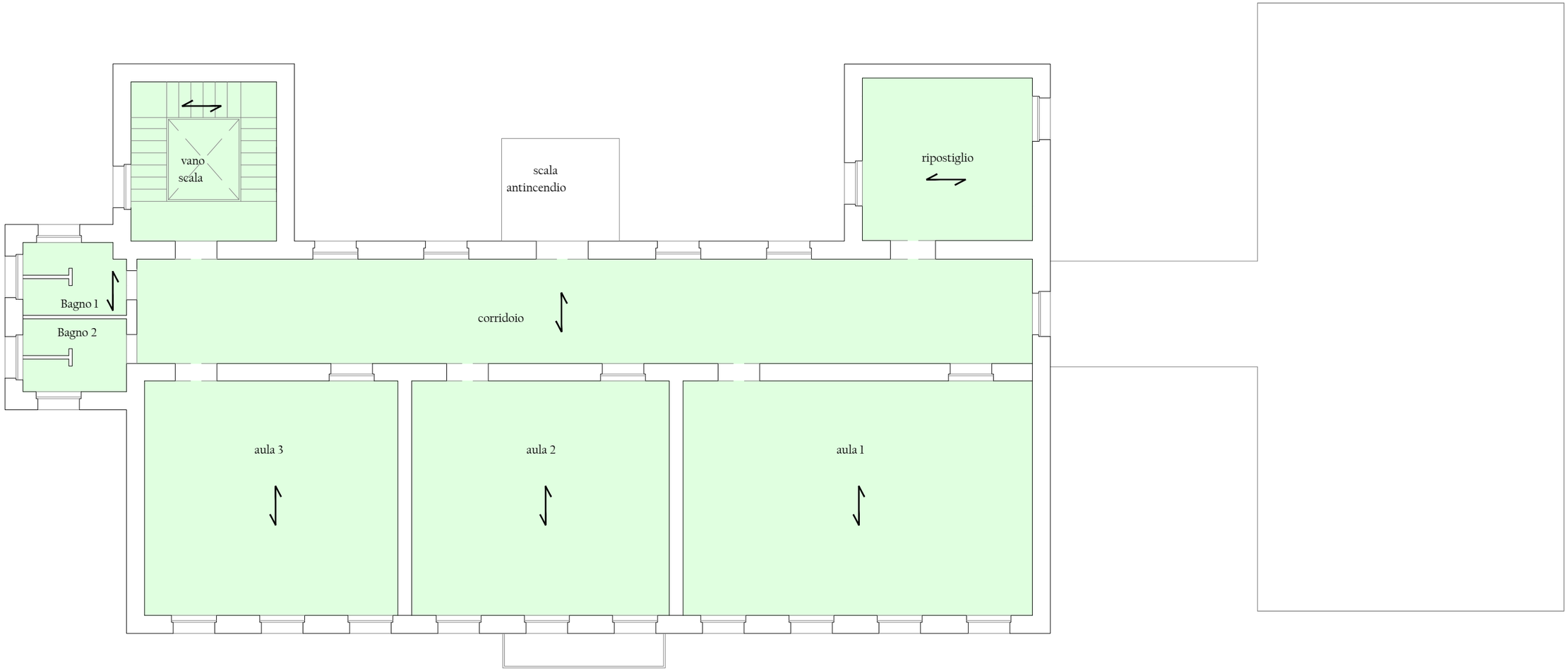
1. PLANIMETRIE

1.1. TIPOLOGIA SOLAI - PIANO PRIMO

LEGENDA

SOLAIO 1

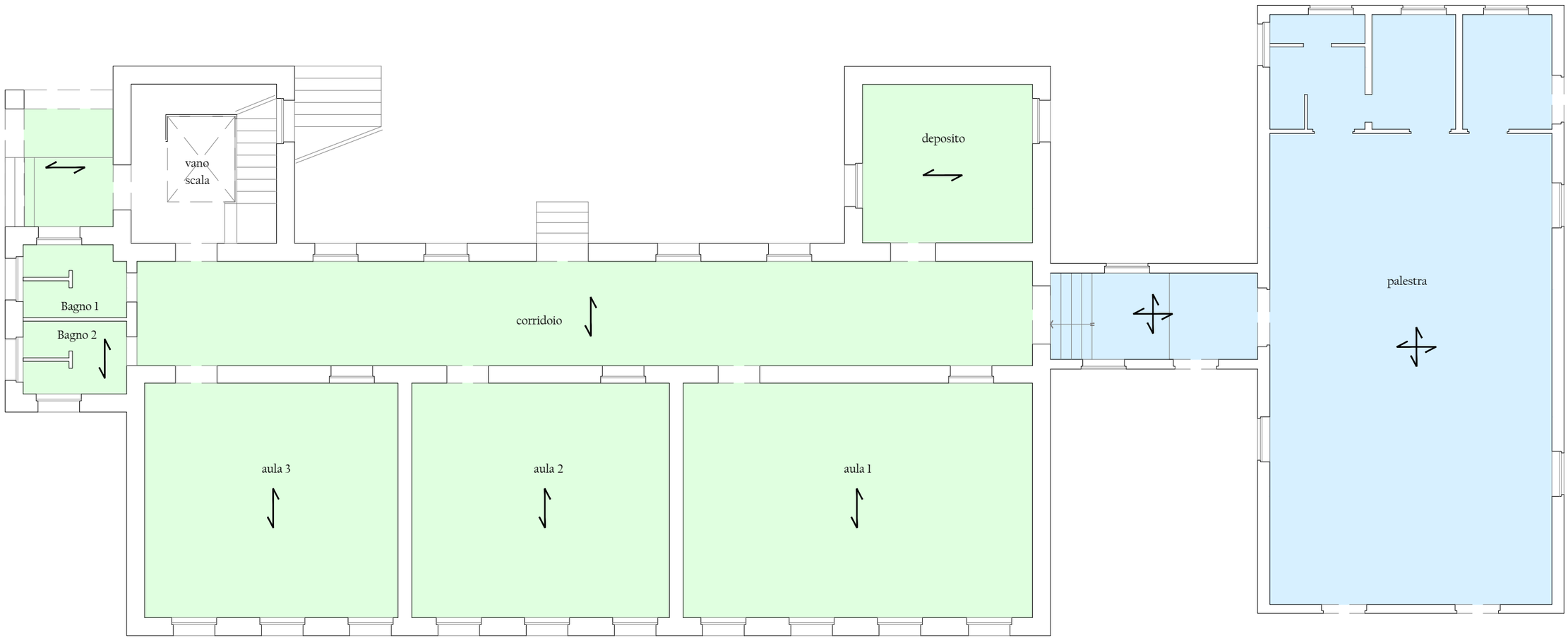
ORDITURA



1.2. TIPOLOGIA SOLAI - PIANO TERRA

LEGENDA

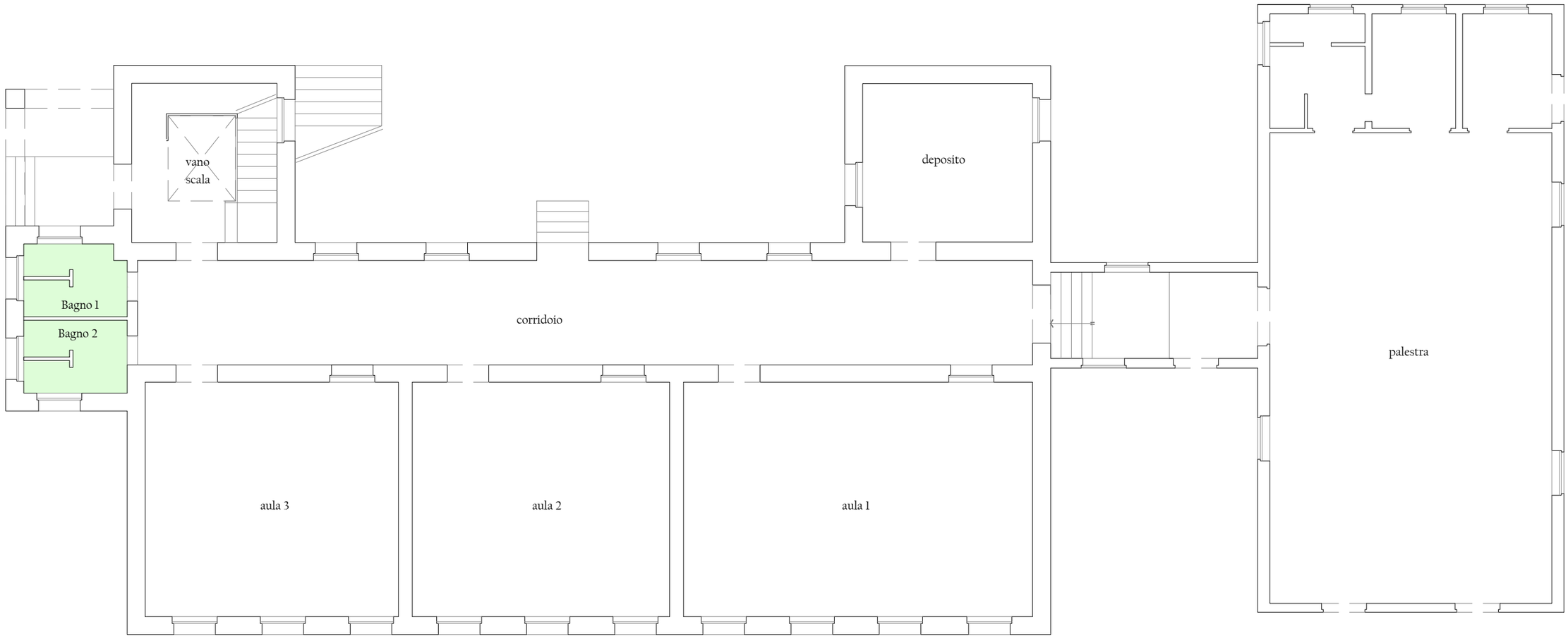
- SOLAIO 1
- SOLAIO 2
- ORDITURA



1.3. TIPOLOGIA CONTROSOFFITTI - PIANO TERRA

LEGENDA

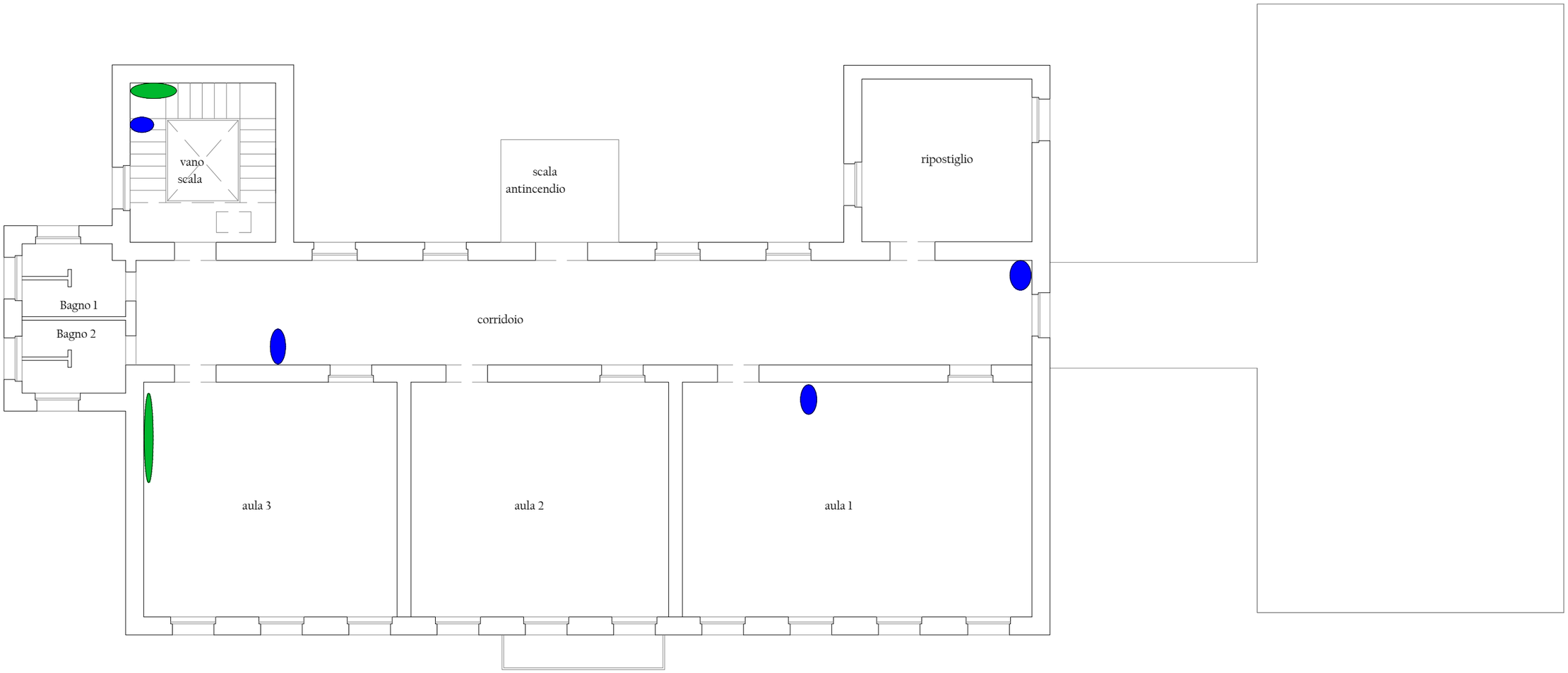
FIBRA MINERALE



1.4. MAPPATURA SONISPECT® - PIANO PRIMO

LEGENDA

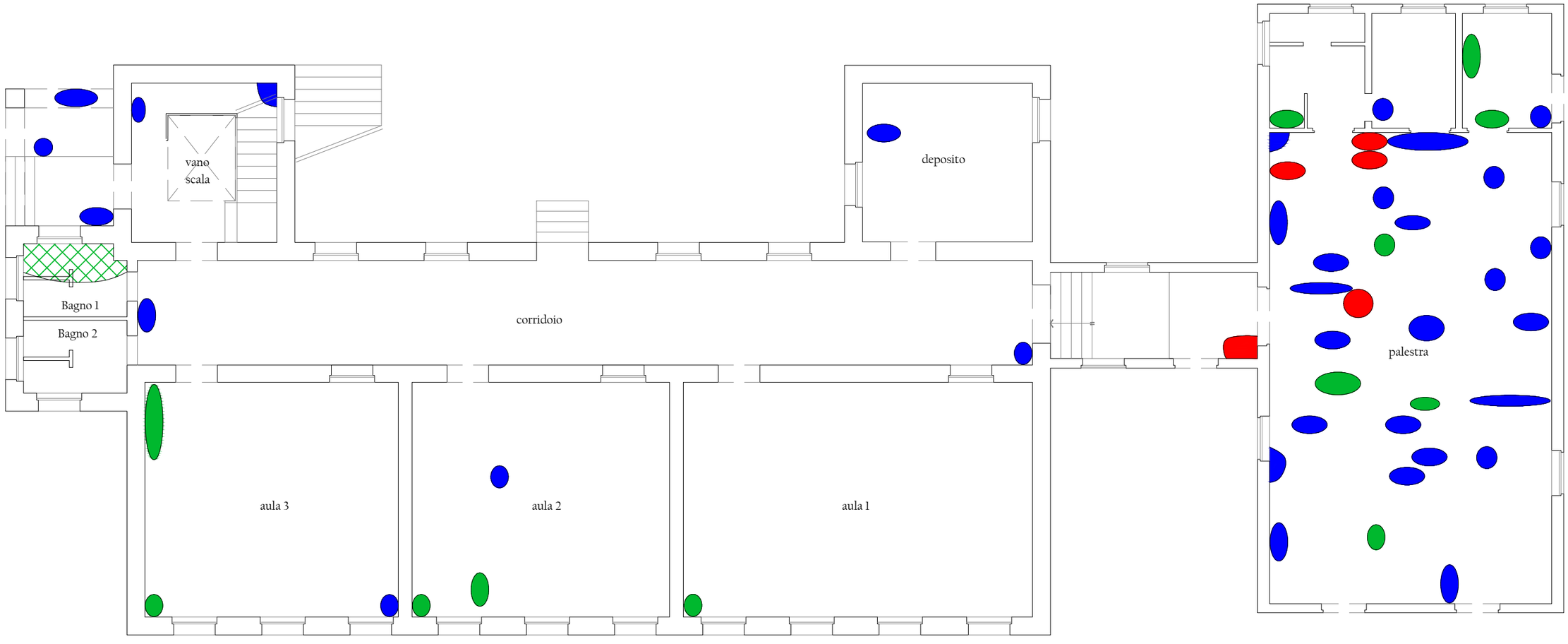
- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- MEDIOCRE
- NORMALE



1.5. MAPPATURA SONISPECT® - PIANO TERRA

LEGENDA

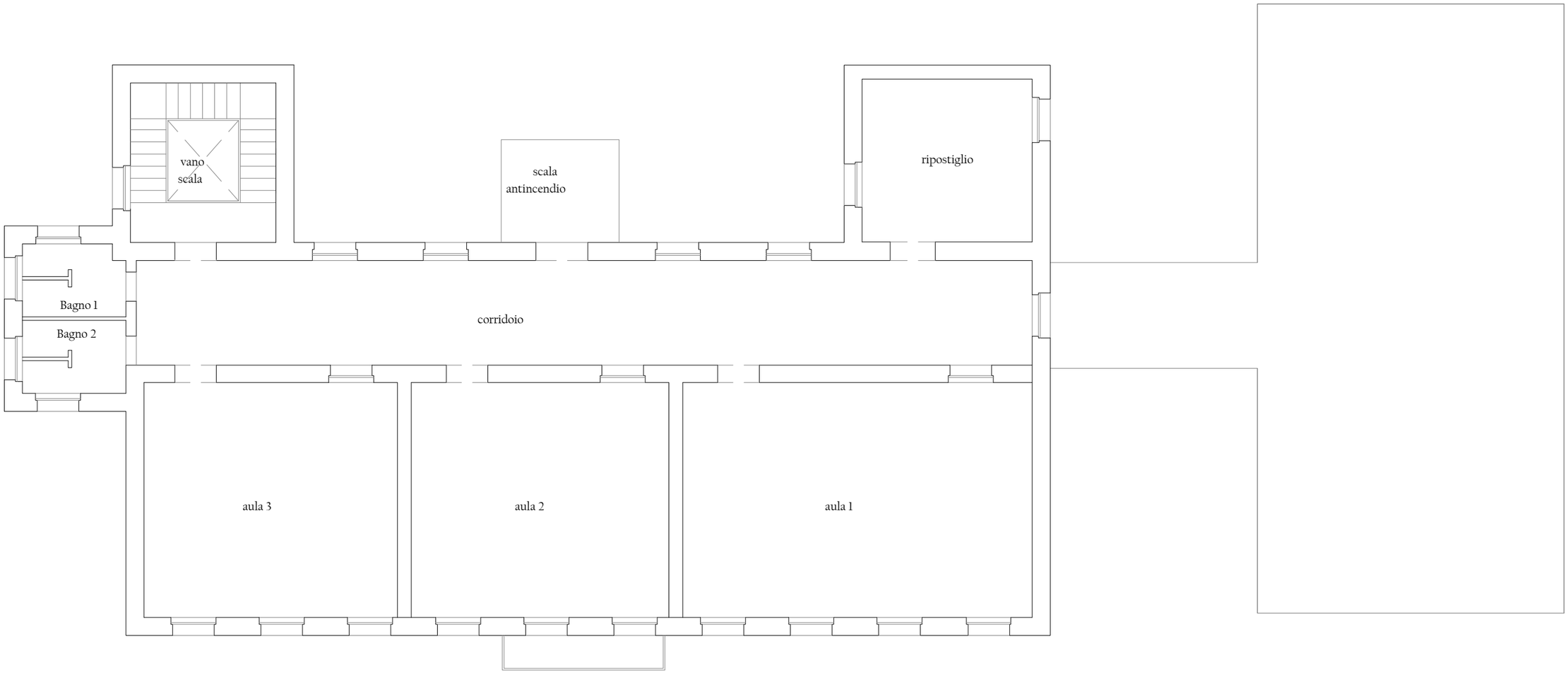
- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- MEDIOCRE
- NORMALE
- INFILTRAZIONI



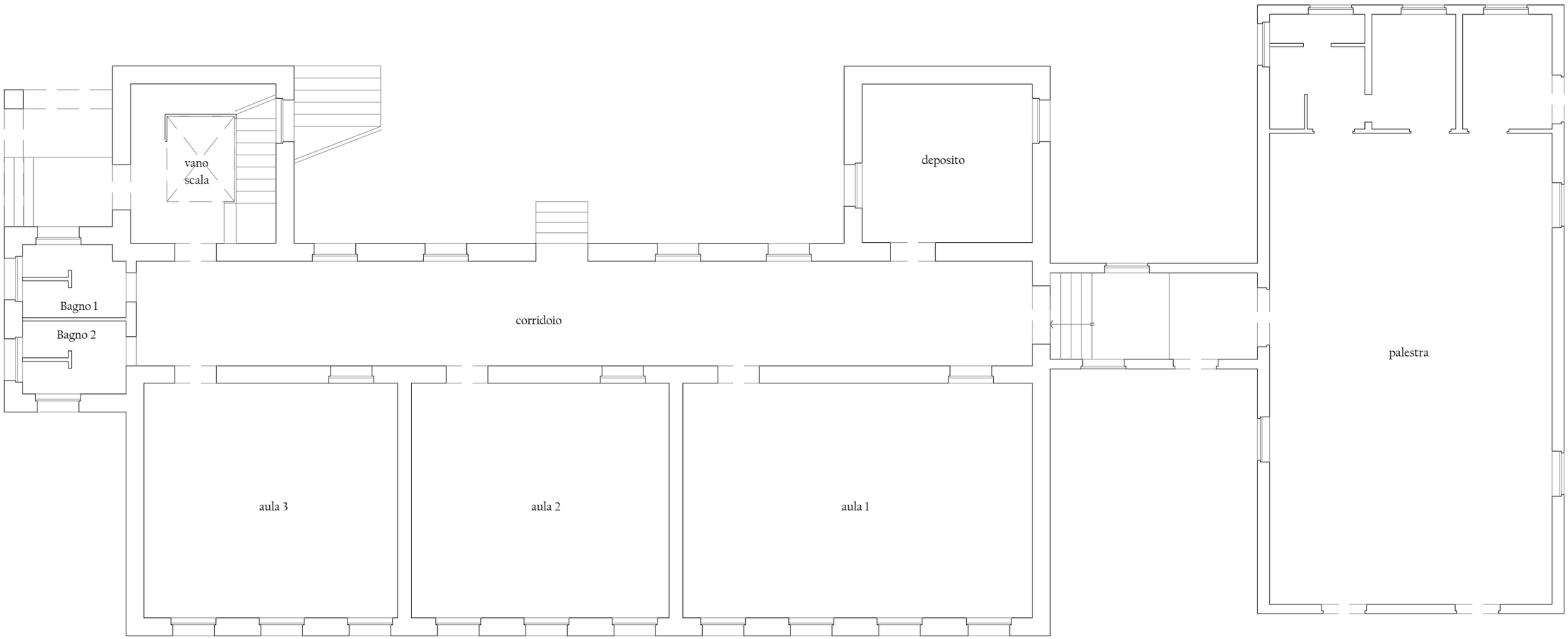
1.6. VULNERABILITA' CONTROSOFFITTI ED ELEMENTI APPESI - PIANO PRIMO

LEGENDA

- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- NORMALE
- CONTROSOFFITTO PESANTE



1.7. VULNERABILITA' CONTROSOFFITTI ED ELEMENTI APPESI - PIANO TERRA

LEGENDA

- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- NORMALE
- CONTROSOFFITTO PESANTE