



## REPORT INDAGINI NON STRUTTURALI LIBRETTO SOFFITTI

Date indagini : 05/06/2018

Committente: COMUNE DI SEREGNO (MB)

Sito d'indagine : SCUOLA PRIMARIA CADORNA

Operatore: geom. Alberto Betti – Albo Professionale Geometri Savona n°1066

Domicilio in Savona Corso Ricci 76/3 tel.0197415042 fax 0192070563 email info@omegasoluzioni.it PEC omega1srl@legalmail.it

### PREMESSA

I servizi previsti consistono nelle indagini sullo stato dell'intradosso dei solai, finalizzate al rilievo di potenziali dissesti locali in grado di produrre il cedimento dell'intonaco, dei blocchi di laterizio tra i travetti, il cosiddetto "sfondellamento" in caso di solai laterocementizi, o delle eventuali controsoffittature.

Gli effetti di tali eventi pur non producendo né una perdita di stabilità di un solaio, né una rilevante riduzione della sua capacità portante, possono, tuttavia, rivelarsi seri per l'incolumità di coloro che sono presenti negli ambienti sottostanti. Ad esempio, nel caso del crollo dei fondelli in un solaio laterocementizio, il peso della porzione caduta varia tra circa 35 e 75 Kg/mq, in relazione allo spessore dell'intonaco (1÷3 cm).

Gli edifici maggiormente soggetti allo "sfondellamento" evidenziano deficienze comuni quali:

- errori progettuali della struttura (campate dei solai troppo differenti tra loro, con conseguenti porzioni di solai integralmente compresse; luci eccessive delle travi a spessore che producono tensioni troppo alte; luci delle travi analoghe a quelle dei solai con conseguenti effetti piastra);
- difetti progettuali dei laterizi (sfalsamento in orizzontale dei setti interni dei blocchi, con conseguente possibile rottura dei setti verticali);
- scadente riempimento dei travetti (armatura metallica poggiata sul fondo dei travetti a contatto delle pignatte ed elevata granulometria del calcestruzzo rispetto alle dimensioni dei travetti).

Lo "sfondellamento" è spesso generato da più cause simultanee e nasce sempre per il superamento della resistenza dei blocchi. Benchè non assolvano funzioni statiche, infatti, i laterizi subiscono tutti le azioni applicate ai solai, a cominciare dai carichi verticali ovvero il peso proprio, i carichi permanenti e i sovraccarichi accidentali.

Esistono, inoltre, varie sollecitazioni che possono gravare in modo inatteso sui solai, blocchi compresi: all'estradosso, l'applicazione di carichi verticali eccedenti i carichi di progetto; all'intradosso, la sospensione di impianti e controsoffitti o l'applicazione di intonaci cementizi, soprattutto se di elevato spessore e soggetti a ritiro elevato.

Ulteriori tensioni impreviste possono nascere anche per una cattiva manutenzione dell'edificio: umidità e stillicidi d'acqua causano un'espansione dei laterizi, nonché la corrosione dei ferri dei travetti con le conseguenti spinte sia sul calcestruzzo intorno all'armatura sia sui laterizi adiacenti.

I solai di copertura, inoltre, sono più sensibili alle deficienze manutentive e possono essere sottoposti a significative escursioni termiche nel loro spessore.

Occorre considerare, peraltro, che i materiali di cui sono costituiti i laterizi possono mostrare in opera prestazioni assai modeste, anche se sono in possesso degli opportuni requisiti progettuali: sin dall'inizio, infatti, i blocchi possono risultare difettosi, mentre altre carenze possono verificarsi sia all'atto della realizzazione del solaio sia successivamente (ad es. rotture o fessurazioni per l'applicazione a posteriori di

Omega srl Corso Ricci 76/3 17100 SAVONA

tel.0197415042 email info@omegasoluzioni.it web www.omegasoluzioni.it

controsoffitti, impianti, etc). Simili lesioni, oltre a provocare una diminuzione delle capacità meccaniche delle pignatte, possono anche innescare fratture che, aumentando nel tempo a causa delle tensioni esistenti, coinvolgono parti di laterizio sempre maggiori, fino a indurne la caduta. Il fenomeno, infatti, è progressivo e può verificarsi anche molti anni dopo la costruzione del solaio, senza che l'evento sia preceduto da significative anomalie.

Poiché il fenomeno è di tipo locale, inoltre, il dissesto può verificarsi anche a causa di pochi laterizi inadatti e conseguentemente, l'effettiva resistenza dei blocchi dovrebbe essere accertata non su un campione limitato di pignatte, ma verificata diffusamente sui vari solai.

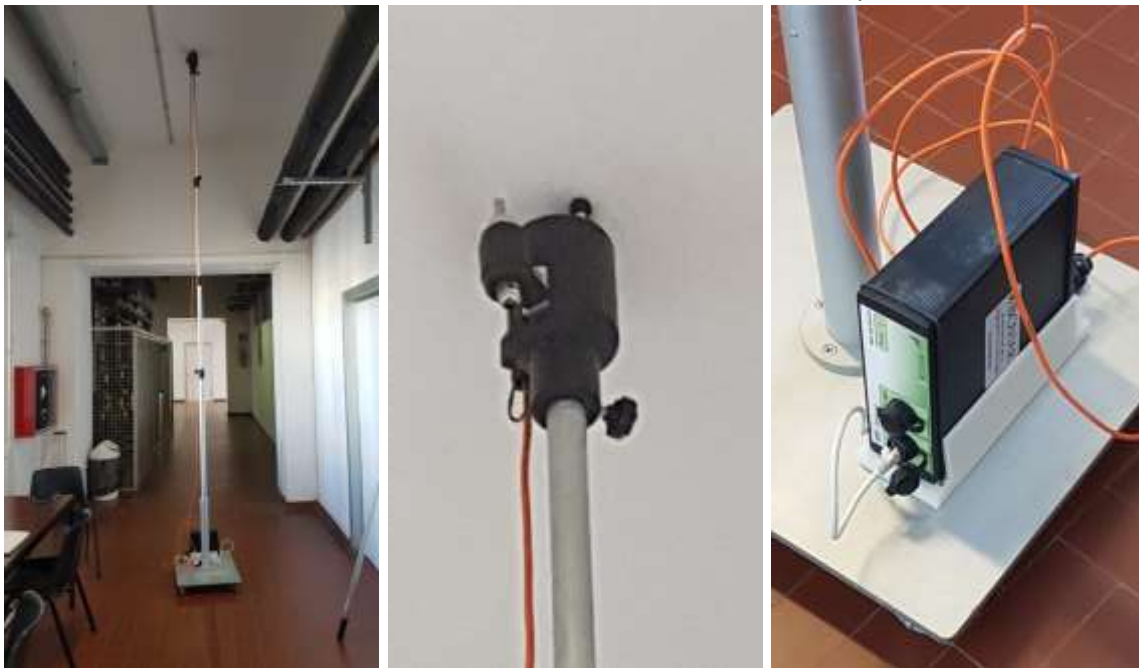
In sostanza, esaminare soltanto le aree in cui il fenomeno è in corso porterebbe a ignorare, a danno della sicurezza, parti dei solai dove attualmente il processo è a un livello non ancora rilevabile dalla strumentazione o è addirittura assente, ma può svilupparsi in tempi brevi o medi poiché sussistono le cause di innesco.

## STRUMENTAZIONE E METODOLOGIA OPERATIVA

### ACQUISIZIONE DI FENOMENI ECOMETRICI

#### Strumentazione

- Unità di Calcolo (Personal Computer)
- Sistema di Acquisizione ecometrico bicanale SOLGEO Mod.SES N.seriale 16010 , impulsatore elettromeccanico, microfono ricevitore, unità di calcolo tablet, asta telescopica



#### Metodologia

La tecnica di indagine è una delle applicazioni della conosciuta metodologia ECOMETRICA o SONICA.

Il concetto applicativo è quello di sollecitare meccanicamente l'intradosso di un solaio con un impulsatore meccanico per caratterizzare il segnale di risposta di ogni zona attraverso un'analisi spettrale nel dominio del tempo e della frequenza .

### INDAGINI TERMOGRAFICA

#### Strumentazione

Omega srl Corso Ricci 76/3 17100 SAVONA

tel.0197415042 email info@omegasoluzioni.it web www.omegasoluzioni.it

Termocamera Flir E50bx

- sensibilità termica <math>0.045\text{ }^{\circ}\text{C}</math>

Fov  $45^{\circ} \times 34^{\circ}$

- sensori infrarosso: microbolometri non raffreddati FPA (Focal Plane Array);
- range di misura: da  $-20,0^{\circ}\text{C}$  a  $+100,0^{\circ}\text{C}$ ;
- risoluzione termica:  $240 \times 180$  pixel;

### Metodologia

La termografia all'infrarosso è una tecnica di misura telemetrica della radiazione infrarossa emessa dai corpi con temperatura superiore allo  $0^{\circ}$  assoluto, che consente di acquisire la mappa bidimensionale delle misure radiometriche e di trasformarle nell'immagine rappresentativa della distribuzione della temperatura superficiale, evidenziando eventuali discontinuità e/o anomalie termiche.

La logica interpretativa consiste nella diversa capacità radiante dei componenti strutturali quali pietre, intonaci, lapidei naturali, elementi metallici, legno, ecc., che generano una determinata distribuzione delle temperature superficiali dell'oggetto in esame. Lo strumento termografico fornisce dei valori che, tramite una opportuna curva di calibrazione, vengono trasformati in mappe termiche, le quali mostrano, attraverso una graduazione di diversi colori, la temperatura delle superfici dei materiali e, se in regime transitorio, la presenza di processi di riscaldamento e di raffreddamento.

Le informazioni raccolte sono documentate mediante realizzazione di immagini all'infrarosso (termogrammi), analizzate con uno specifico software di elaborazione, e corredate anche delle corrispondenti foto nel visibile per una migliore e immediata lettura.

In particolare, nella diagnosi strutturale i termogrammi evidenziano la composizione strutturale primaria degli orizzontamenti ed il verso d'orditura; le condizioni al contorno, con particolare riferimento al gradiente termico, non consentono sempre di rilevare anomalie da distacchi, specie nei solai interpiano, ma si evidenzia chiaramente la presenza di anomalie provocate da infiltrazioni o perdite.

## **DESCRIZIONE DELLA CAMPAGNA DI INDAGINI**

Di seguito sono indicate le fasi della campagna di indagini effettuata.

### **ISPEZIONE VISIVA**

Individuazione a vista degli elementi di criticità :

- Presenza dei segnali, anche iniziali, dei dissesti in oggetto;
- Differenze di temperatura significative tra intradosso ed estradosso a cui sono esposti i solai di copertura;
- Corrosione delle armature dei travetti nei solai laterocementizi;
- Presenza di carichi di rilievo applicati all'intradosso dei solai (ad es. controsoffittature) o all'estradosso (ad es. arredi particolarmente pesanti);
- Lesioni o degrado dei laterizi (ad es. demolizioni, fessurazioni e forature per collegamento di impianti o controsoffitti);
- Posa dei laterizi scorretta (ad es. giunti di sezione variabile, giunti riempiti in modo parziale, blocchi fuori sede).
- Esistenza di umidità o stillicidi.

### **TERMOGRAFIA**

La termografia è una tecnica diagnostica non invasiva in grado di determinare la temperatura superficiale di un corpo, misurandone la radiazione infrarossa emessa. L'energia termica emessa viene visualizzata e

**Omega srl Corso Ricci 76/3 17100 SAVONA**

**tel.0197415042 email [info@omegasoluzioni.it](mailto:info@omegasoluzioni.it) web [www.omegasoluzioni.it](http://www.omegasoluzioni.it)**

misurata attraverso l'uso di una termocamera. Tramite l'analisi termografica può essere identificata la tipologia dei solai al fine di verificare, anzitutto, se le strutture degli impalcati siano laterocementizi.

Nel caso si verifichi tale ultima ipotesi, occorre effettuare il rilievo degli scheletri strutturali nonché della eventuale presenza di infiltrazioni e condizioni di rilevante ammaloramento e deterioramento degli elementi che compongono il solaio.

Le zone indagate sono rappresentate attraverso delle mappe in falsi colori, che associano ad una temperatura rilevata un corrispondente colore. La mappatura delle temperature superficiali è necessaria per il riconoscimento dei materiali differenti ovvero del medesimo tipo soggetti a fenomeni di deterioramento diversificati.

Le oscillazioni termiche giornaliere determinano gradienti di temperatura che sono rilevabili mediante l'indagine in questione.

L'individuazione delle aree caratterizzate da stati anomali dovranno essere sottoposte a ulteriori indagini rappresentate dalla battitura dell'intradosso dei solai.

L'assenza di scambio termico in molti locali e nei solai di interpiano non rende possibile la corretta elaborazione dei termogrammi e conseguentemente l'ottenimento delle necessarie informazioni.

Nelle aree controsoffittate non sono state eseguite le riprese termografiche in quanto non potrebbero fornire nessuna informazione utile a verificare la stabilità del corpo appeso, trattandosi di un rilievo di superficie e quindi limitato al pannello e stante l'assenza di scambio termico della lama d'aria compresa tra controsoffitto e intradosso solaio; sono state invece effettuate indagini interne alla sottostruttura per poterne certificare l'idoneità con la metodologia aventi descritta.

#### INDAGINE MEDIANTE BATTITURA MANUALE

Battitura manuale con asta metallica dotata di punta arrotondata con una maglia regolare di circa 30x30 cm.

Sollecitando la superficie del soffitto con colpi regolari si compie la prima valutazione dello stato della struttura.

La presenza di suoni vuoti o sordi in zone particolari del solaio indica l'esistenza del fenomeno e ne permette la classificazione di rischio sulla scorta dell'esperienza professionale dell'operatore.

#### INDAGINI STRUMENTALI

Laddove è stato ritenuto necessario un approfondimento rispetto alle evidenze emerse dalla battitura manuale, e comunque in ogni tipo di zona per ogni tipologia primaria di solaio o corpo di fabbrica, è stata effettuata un'indagine strumentale, rilevando i valori in frequenza conseguenti ad un impulso meccanico indotto, procedendo quindi con l'analisi secondo criteri comparativi rispetto ai valori di risposta ottenuti in zona integra preventivamente determinata.

#### CONTROSOFFITTI

In presenza di controsoffitti rimovibili l'analisi delle criticità è stata eseguita con le seguenti modalità :

- rimozione, pesatura e rilievo geometrico di ogni tipologia di pannello
- ispezione visiva e fotografica dello stato dei pendini e rilievo del loro passo
- calcolo del peso di carico del pendino in relazione ai dati precedenti, applicazione di un ampio coefficiente di sicurezza (3,00) e verifica a trazione di alcuni pendini a trazione con dinamometro digitale

Le risultanze delle singole prove effettuate sui controsoffitti rimovibili, unitamente alla documentazione fotografica esterna ed interna, sono indicate nell'elaborato schede controsoffitti.

#### GEOMETRIA SOLAI – SAGGI ESPLORATIVI

La tipologia e geometria del solaio è stata rilevata mediante esplorazione diretta

**Omega srl Corso Ricci 76/3 17100 SAVONA**

**tel.0197415042 email [info@omegasoluzioni.it](mailto:info@omegasoluzioni.it) web [www.omegasoluzioni.it](http://www.omegasoluzioni.it)**

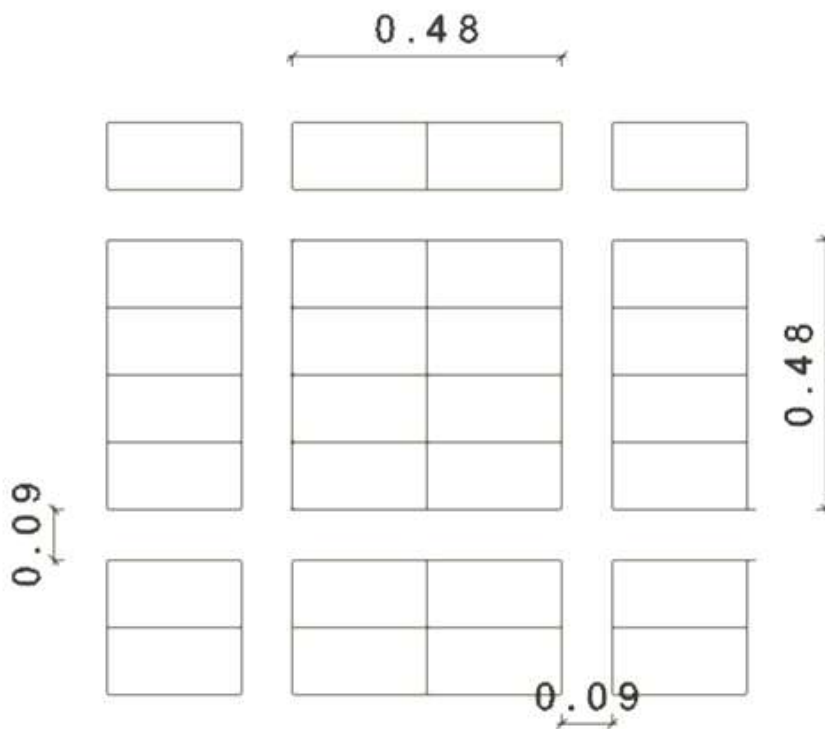






Solaio in travetti incrociati

PIANTA



## SEZIONE



## CONCLUSIONI

Le risultanze delle indagini sono sintetizzate nella planimetria allegata nella quale le aree sono classificate :

- A. Dissesto in atto (ad esempio presenza del fenomeno di sfondellamento; distacco evidente dell'intradosso con rigonfiamento dell'intonaco; fessure e crepe si allargano e/o si muovono vistosamente durante la battitura nelle zone limitrofe al danno rilevato e si verifica caduta di materiale durante le indagini);
- B. Rischio alto (ad esempio distacco evidente dell'intradosso con rigonfiamento dell'intonaco; fessure e crepe si allargano e/o si muovono durante la battitura nelle zone limitrofe al danno rilevato; sussiste un rischio concreto di caduta di materiale);
- C. Rischio medio (ad esempio fessure e cavillature superficiali sull'intonaco senza particolari segni di deperimento e senza movimenti sullo strato di intradosso; presenza di infiltrazioni, anche diffuse, che non pregiudicano la coesione l'impasto e l'aderenza al supporto, anomalie sonore marcate alla battitura);
- D. Rischio basso (ad esempio difetti visivi o micro fessurazioni superficiali limitate al solo strato dell'intonaco; infiltrazioni non recenti e/o localizzate, anomalie sonore lievi alla battitura);
- E. Rischio non significativo.

Nelle zone A e B è consigliabile un intervento immediato quanto meno finalizzato alla rimozione del materiale onde evitarne l'accidentale caduta.

Nelle parti "sfondellate" per l'intervento ripristinatorio si consiglia la completa rimozione del materiale anche sulle aree adiacenti, la messa in opera di spezzoni in ferro ad aderenza migliorata di piccolo diametro ( 6 o 8 mm ) a cavallo tra gli elementi sani e quelli soggetti a sfondellamento, sfruttando le camere vuote del laterizio, ove presenti, ed il successivo riempimento con malta a ritiro controllato fibrorinforzata fino al filo inferiore del laterizio.

Per la riparazione delle porzioni di intonaco distaccate si consiglia la completa rimozione del materiale anche sulle aree adiacenti, la posa in opera di una rete fine porta intonaco supportata da tasselli infissi negli

elementi strutturali, l'accurata pulizia del supporto e la successiva ricostruzione dell'intonaco, favorendo l'aderenza al supporto con l'uso di lattice.

In relazione alla quantità ed all'estensione delle zone A o B potrebbe essere più opportuno valutare la posa in opera di una controsoffittatura certificata antisfondellamento, sempre previa rimozione del materiale in fase di distacco.

Nelle zone C è consigliabile un monitoraggio annuale per verificare l'evoluzione del fenomeno.

Nelle zone D è consigliabile biennale per verificare l'evoluzione del fenomeno.

## INTERPRETAZIONE DEI SEGNALI SONICI

La vibrazione sonora indotta dalla sorgente meccanica e quella ricevuta dal microfono viene rappresentata, nei grafici sotto riportati, nel dominio del tempo e in quello della frequenza mediante sovrapposizione del segnale di riferimento preventivamente acquisito per la struttura in esame ( blu) con quello prodotto dall'impulso (rosso).

Il primo grafico indica come varia nel tempo di osservazione la posizione di un punto generico P dalla sorgente fino alla completa attenuazione della vibrazione indotta.

I parametri da considerare per la corretta interpretazione dei grafici sono :

- La frequenza, rappresentata dall'inverso distanza tra due punti consecutivi ( periodo) delle creste dell'onda di propagazione
- L'intensità rappresentata, nel dominio del tempo, dalla distanza tra l'asse orizzontale e le creste dell'onda di propagazione
- L'ampiezza, rappresentata, nel dominio della frequenza, dalla distanza tra l'asse orizzontale e le creste dell'onda di propagazione
- L'attenuazione, rappresentata, nel dominio del tempo, che dal tempo che impiega l'energia dell'onda a dissiparsi ( ampiezza =0 )
- La predominanza di componenti spettrali tendenti a bande di bassa, media o altra frequenza

Un intradosso compatto in termini di adesione dell'intonaco al supporto e di compattezza del supporto stesso ( fondello. Mattone, calcestruzzo...), presenta, normalmente, un comportamento molto simile al segnale di riferimento sia nel dominio del tempo, sia in quello della frequenza.

Il degrado è rappresentato dal distacco del segnale in esame rispetto al segnale di riferimento, normalmente caratterizzato da componenti spettrali maggiori nelle basse frequenze.

Da un semplice esame visivo delle forme d'onda risulta quindi associabile un grafico ad una tipologia di zona secondo la classificazione indicata ( A,B,C,D,E)

## NOTE PARTICOLARI

In generale non sono state rilevate marcate criticità, solo alcune zone anomale da mantenere monitorate nel tempo al fine di verificare l'evoluzione o l'insorgere di eventuali quadri fessurativi.

Savona 28/06/2018

Geom.Alberto Betti

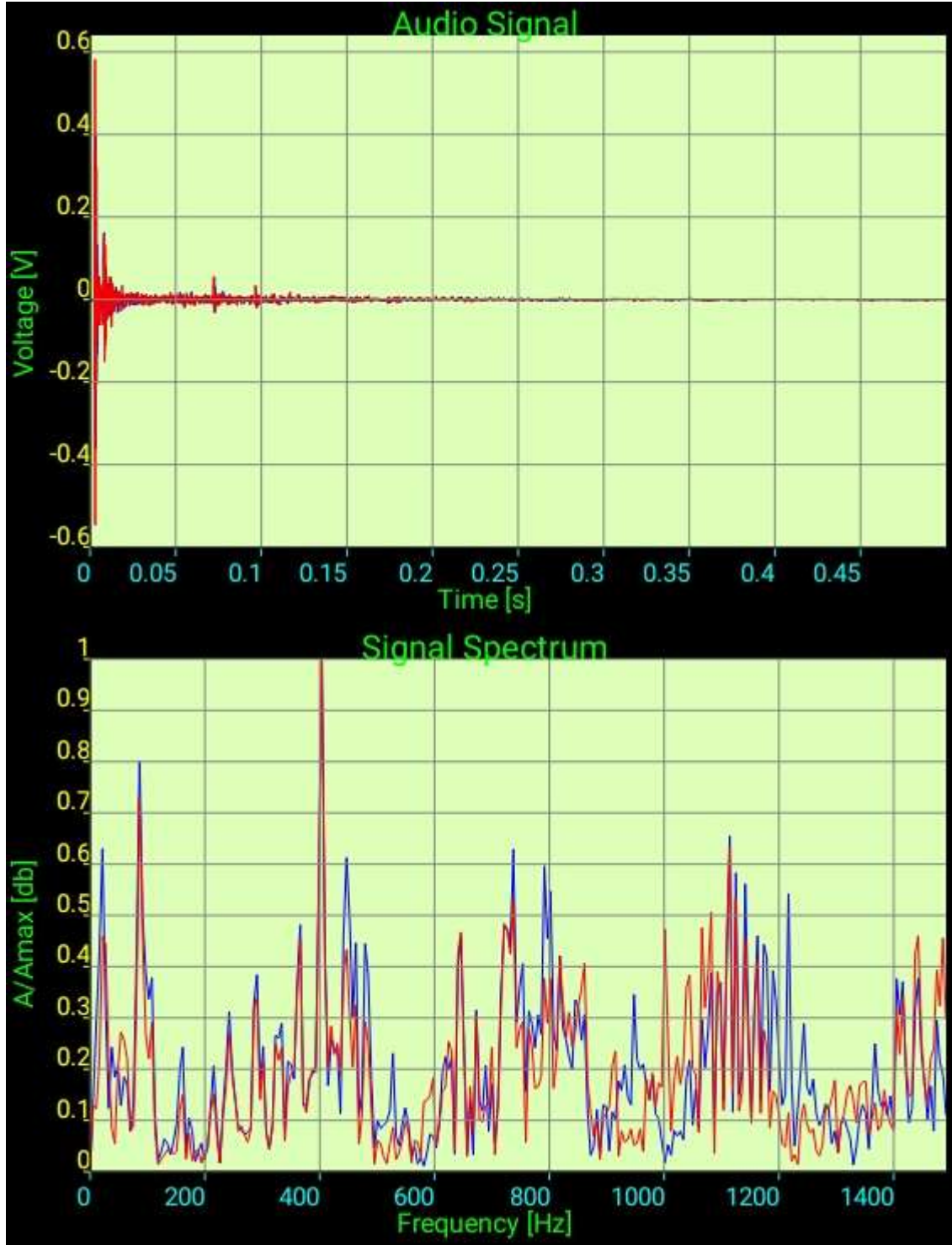




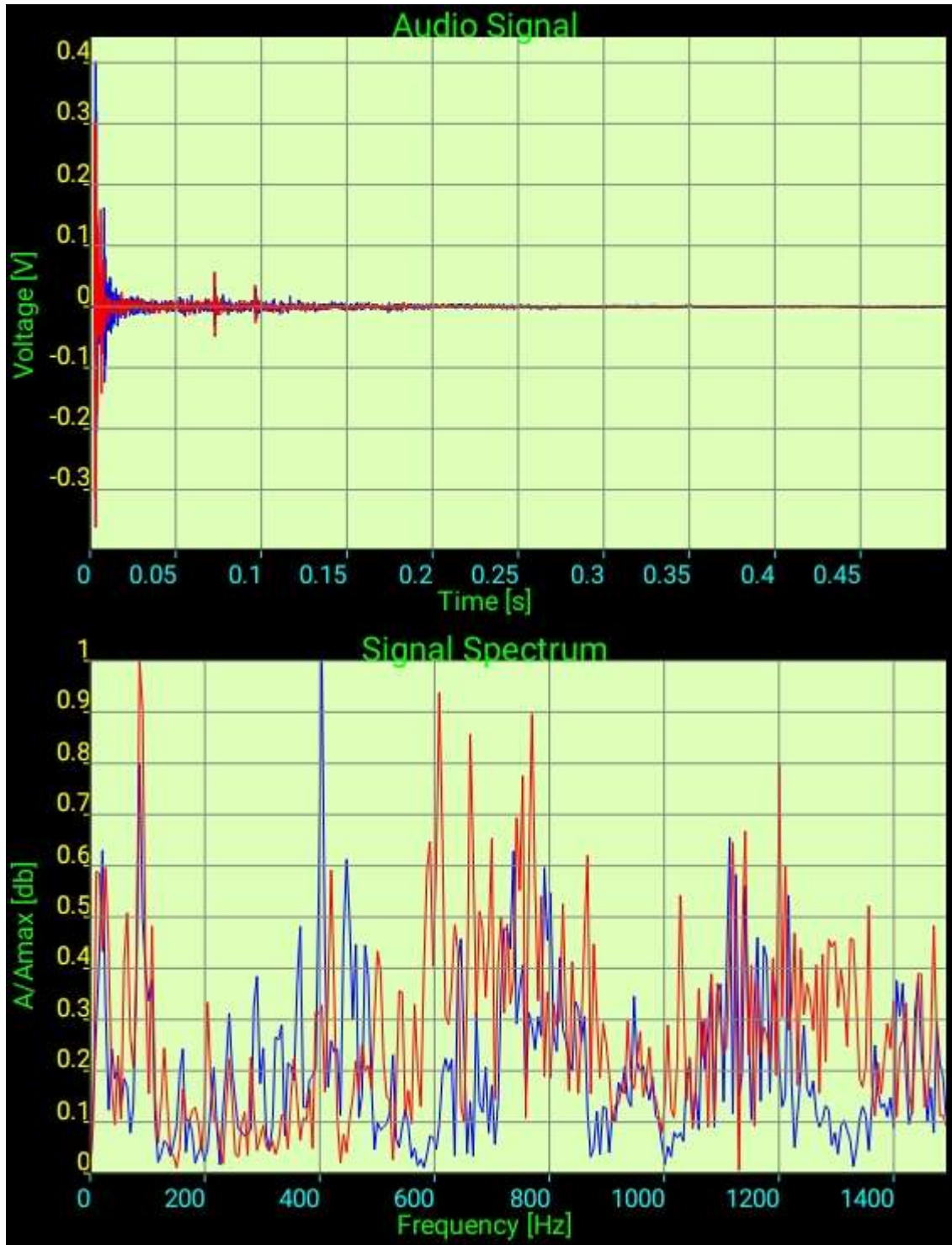
Allegati :  
Media segnali sonici acquisti  
Planimetrie  
Report termografico  
Schede controsoffitti

## MEDIA SEGNALI SONICI ACQUISITI

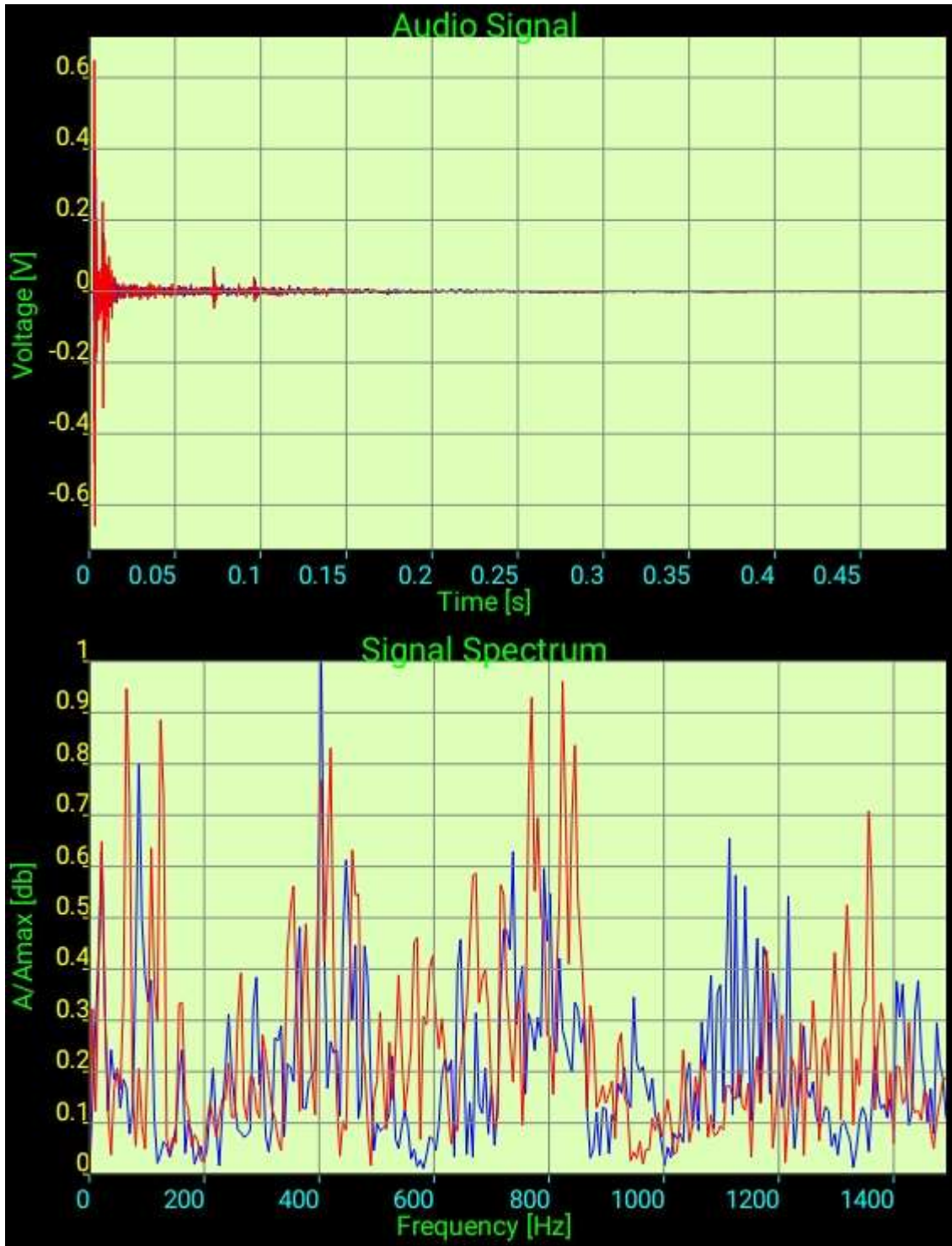
ZONA E



ZONA D



ZONA C





ZONA B

