

Giacomo Mecatti

# SFONDELLAMENTO DEI SOLAI E CADUTA CONTROSOFFITTI

CAUSE, INDAGINI ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA

- INQUADRAMENTO NORMATIVO ▪ TECNICHE DI INDAGINE ▪ METODI DI MESSA IN SICUREZZA
- SCHEDE OPERATIVE ▪ TIPOLOGIE STORICHE DI SOFFITTI E CONTROSOFFITTI



**SOFTWARE INCLUSO**

CON LE SCHEDE OPERATIVE DA IMPIEGARE NEI SOPRALLUOGHI

**Glossario** (principali termini tecnico-normativi), **F.A.Q.** (domande e risposte sui principali argomenti),  
**Test iniziale** (verifica della formazione di base), **Test finale** (verifica dei concetti analizzati)



The GRAFILL logo, featuring the word "GRAFILL" in a bold, black, sans-serif font, with a blue dot above the letter "I" and a dashed line above the letters "G" and "R".



↳ <b>INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE INCLUSO</b> .....	"	173
Note sul software incluso .....	"	173
Requisiti hardware e software .....	"	173
Download del software e richiesta della password di attivazione .....	"	173
Installazione ed attivazione del software .....	"	174
↳ <b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	"	175

## PREMESSA

La caduta di elementi non strutturali dall'intradosso dei solai (sfondellamento delle pignatte, distacco di controsoffitti, caduta di elementi appesi, come: plafoniere o impianti) rappresenta senza dubbio un rischio di cui è necessario tener conto e sicuramente da valutare con attenzione quando si progetta o si cura la manutenzione di un edificio, al pari di quello legato allo stato di conservazione delle strutture portanti vere e proprie.

Avviene infatti troppo spesso che la corretta conservazione delle parti intradossali dei solai sia trascurata o non adeguatamente indagata.

I dati statistici (sulla base di una ricerca su quelli giunti alla cronaca – sicuramente in difetto sul totale –) dei fenomeni di caduta di elementi secondari parlano di circa 200 casi nel 2015 tra caduta di elementi intradossali dei solai (rottura e caduta di fondelli, che per brevità in seguito identificheremo come “sfondellamento” dei solai) e casi di caduta di controsoffitti, ed isolati – ma non meno pericolosi – casi di caduta di elementi appesi (illuminazione).

Questi semplici dati, che verranno ripresi con maggior precisione nei prossimi capitoli, impongono ai tecnici impegnati “giornalmente” nella progettazione, manutenzione e gestione degli edifici un’attenta riflessione e forse un preciso sforzo nel *dover cominciare a vedere* i problemi da nuovi punti di vista: non più (o non solo) legati a deformazione e resistenza delle strutture portanti ma (anche) alla stabilità e tenuta degli elementi che ne compongono la finitura intradossale; talvolta, come vedremo più avanti, i temi si intersecano, altre volte sono scissi e i rischi legati alla caduta di elementi, componenti o parti di solaio devono essere conosciuti e compresi come vere e proprie nuove “competenze” rispetto a quelle ordinariamente possedute.

Cosicché un solaio “ben dimensionato” sotto il piano strettamente strutturale può presentare problemi di caduta di fondelli che prescindono dagli aspetti strettamente “di calcolo” ma che necessitano di osservazioni e conoscenze più ampie, o comunque diverse, e che si può dire fin da ora, coinvolgono trasversalmente chi ha concepito il solaio e chi lo ha realizzato.

Viceversa errori in fase di concezione del solaio possono essere proprio alla base di tali fenomeni e palesarsi col trascorrere del tempo.

Quando ci si appropria ad una struttura esistente specialmente se, come spesso avviene, non sono disponibili chiare o complete informazioni su tutto ciò che l’ha riguardata nel corso della sua esistenza, è lecito domandarsi:

- chi ha ideato (forse neanche progettato) il solaio e le sue parti intradossali?
- da che materiale è costituito (laterizio, calcestruzzo, legno)?
- che caratteristiche ha la finitura dell’intradosso (intonaco, controsoffitto, rivestimento di vario tipo)?
- sono presenti ulteriori parti appese (illuminazione, impianti in genere)?

Già dare qualche risposta a queste prime domande richiede l’avvio di quella fase “diagnostico-conoscitiva” imprescindibile per approcciarsi in maniera corretta, oggi giorno, alla cono-

scenza del costruito e dare risposte tecnicamente valide su cause e rimedi delle problematiche che lo possono riguardare.

Questo testo, con un taglio pratico e diretto, frutto delle esperienze dell'autore condivise con la società d'ingegneria *Sicuring* specializzata da anni nelle indagini strutturali e non strutturali sul patrimonio edilizio (che ha gentilmente concesso le immagini fotografiche e termografiche riportate), vuol fornire qualche spunto di riflessione ed un supporto operativo per tutti coloro (tecnici ed operatori a vario titolo) che giornalmente sono coinvolti nel controllo e manutenzione degli edifici, illustrando le più importanti indagini che possono essere impiegate nell'individuazione delle cause di tali fenomeni, fino a presentare alcune tecniche di possibile messa in sicurezza.

## METODOLOGIE DI INDAGINE “NON DISTRUTTIVE”

Abbiamo visto nei capitoli precedenti quelle che possono essere le cause più frequenti che portano al distacco di intonaco, dei fondelli di laterizio delle pignatte, alla rottura e distacco delle tavelle nel caso di soffitti “a camera d’aria”, ovvero cosiddetti “controsoffitti in laterizio” (capitolo 3), ed anche alla caduta dei controsoffitti (capitoli 2 e 3).

Come detto in precedenza una utile guida per indagare ed esprimere un giudizio sullo stato di conservazione degli elementi esaminati può essere quella costituita dal già richiamato Capitolato Tecnico redatto dal CONSIP: in esso vengono presentate alcune metodologie, secondo anche una precisa sequenza logica.

Per l’effettuazione di *indagini sui soffitti* (intradossi solai):

- un primo approccio di ispezione visiva e con impiego di termocamera al fine di individuare la tipologia di solaio (lo “scheletro strutturale”), circoscrivere le aree in cui approfondire le indagini o evidenziare quelle con le problematiche più evidenti o di immediato intervento;
- un primo approfondimento costituito dall’esecuzione della “battitura manuale” delle superfici circoscritte dalle precedenti indagini;
- un ulteriore affinamento tramite l’impiego di un’indagine strumentale (acustica, impulsiva, dinamica) che consenta di giungere ad un giudizio sul possibile rischio secondo criteri comparativi (tra parti in buono stato e parti in cui si sospettano o si sono evidenziati problemi).

Assieme a tali aspetti viene raccomandata l’esecuzione di saggi esplorativi (almeno: 1 ogni 250 m<sup>2</sup>, o per ogni tipologia costruttiva di solaio) finalizzati alla individuazione di eventuali difetti locali o estendibili a superfici più vaste (se ad esempio legati alle modalità realizzative dei componenti il solaio).

Per l’effettuazione di *indagini sui controsoffitti di tipo “non ispezionabile”* (cioè la cui ispezione in maniera estesa comporterebbe la necessità di rimuovere completamente gli elementi costituenti e tra essi vengono compresi: quelli “con camera a canne” o “in cannicciato”; quelli costituiti da lastre di cartongesso, oppure quelli con pannelli – in gesso o altro materiale – aventi struttura portante nascosta e la cui rimozione comporterebbe il danneggiamento del controsoffitto medesimo):

- ispezione visiva dall’esterno/intradosso per individuare avvallamenti, infiltrazioni, fessurazioni, ammaloramenti della finitura;
- ispezione visiva dall’interno/estradosso, previa apertura di un passaggio per individuare tipologia, interasse e modalità di fissaggio dei pendini;

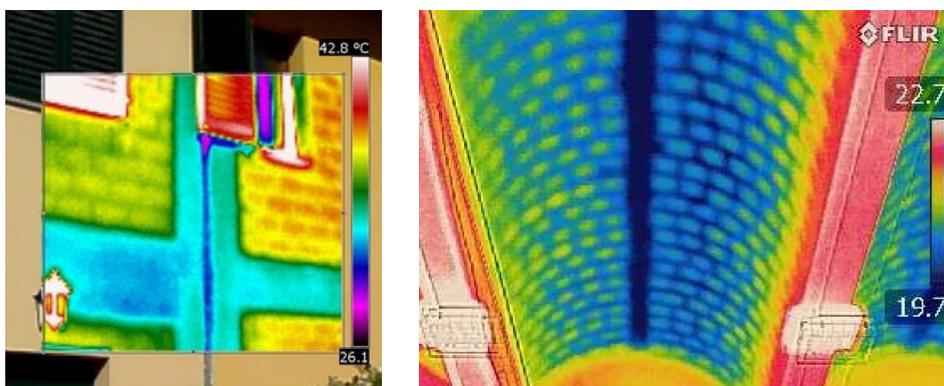
- esecuzione di prova di carico sui pendini, tenendo conto del peso degli elementi sorretti dagli stessi.

Per l’effettuazione di *indagini sui controsoffitti di tipo “ispezionabile”* (cioè tutti quelli che consentono l’agevole rimozione degli elementi/pannelli di finitura):

- ispezione visiva dall’esterno/intradosso per valutare lo stato di conservazione dei componenti o eventuali ammaloramenti;
- ispezione visiva dall’interno/estradosso, previa apertura “a campione” dei pannelli per individuare tipologia, interasse e modalità di fissaggio dei pendini;
- esecuzione di prova di carico sui pendini, tenendo conto del peso degli elementi sorretti dagli stessi.

Per quanto riguarda le indagini sui controsoffitti *non ispezionabili* può essere inoltre consigliata l’esecuzione anche di analisi dell’intradosso tramite termocamera per individuare agevolmente l’orditura portante o il posizionamento e fissaggio di eventuali ulteriori elementi appesi, quali: plafoniere, bocchette di areazione, elementi poggiati all’interno del controsoffitto o, ancor peggio, su di esso caduti (ad esempio fenomeni silenti di sfondellamento del solaio sovrastante), aspetti questi più direttamente valutabili nel caso invece di soffitti di tipo ispezionabile.

Nella specifica Appendice 1 di questo volume vengono forniti alcuni schemi riepilogativi indicanti sia metodologie di indagine suggerite (e relative strumentazioni necessarie) sia un possibile confronto tra componente indagato-esame necessario-rischio evidenziato-possibile intervento (per quest’ultimo aspetto vengono suggeriti, dall’autore a titolo esemplificativo, alcuni possibili interventi che dovranno però essere condivisi o definiti più precisamente in accordo con l’affidatario delle indagini).



**Figura 4.1.** Riprese termografiche di facciata (giunto rilevato tra due edifici) ed intradosso di volta; la termografia rappresenta la tecnica più utile e rapida per effettuare una prima ricognizione sugli ambienti ed individuare o riscontrare facilmente le prime informazioni disponibili

Di seguito alcuni esempi su quelle che comunemente sono le tecniche maggiormente impiegate in alcuni casi pratici.

## INDAGINI E VERIFICHE SU:

### 1. Intonaco

- *Controllo*: sono presenti fessurazioni e lesioni?  
*Verifica*: visiva/strumentale (termografia, es.: per individuare la sottostante orditura dei travetti e riscontrare se le lesioni sono dovute ad ordinarie dilatazioni o distacchi in atto)
- *Controllo*: sono presenti segni di distacco o rigonfiamenti?  
*Verifica*: termografica ed igrometrica (possibili infiltrazioni non più attive o condizioni ambientali sfavorevoli: elevata umidità dei locali)
- *Controllo*: sono presenti lesioni, “ragnatele” o cavillature?  
*Verifica*: visiva e strumentale (es.: analisi della composizione della malta; scala di Rainer)

### 2. Fondelli (solai con blocchi di alleggerimento quali pignatte)

- *Controllo*: sono presenti vuoti nelle gole dei travetti?  
*Verifica*: strumentale (termografica, ultrasonica, endoscopica)
- *Controllo*: sono presenti difetti nell’impasto delle pignatte?  
*Verifica*: strumentale (endoscopica, analisi di laboratorio)
- *Controllo*: sono presenti errori nella geometria del blocco di alleggerimento?  
*Verifica*: strumentale (endoscopica, termografica) e visiva (rilievo del disegno della pignatta)
- *Controllo*: è presente distacco prossimo o in atto di fondelli?  
*Verifica*: visiva/diretta (battitura ed esame della risposta)

### 3. Controsoffitti ispezionabili

- *Controllo*: gli ancoraggi sono correttamente fissati?  
*Verifica*: visiva/strumentale (prova di tenuta applicando un carico concentrato o con utilizzo di apposito estrattore; rilievo del numero e tipologia di pendinatura)
- *Controllo*: le finiture (pannelli) si presentano integre?  
*Verifica*: visiva (osservazione di presenza di rotture o lesioni sui pannelli)

### 4. Controsoffitti non ispezionabili

- *Controllo*: finiture (eventuali lesioni del rivestimento, pannelli, etc.)  
*Verifica*: visiva/strumentale (termografia per individuazione dell’orditura e di eventuale presenza di materiali depositati al di sopra)
- *Controllo*: quali modalità di sospensione impiegate?  
*Verifica*: visiva/strumentale (saggio diretto/endoscopia)

### 5. Ulteriori fattori ambientali/antropici e di utilizzo degli ambienti, su cui indagare

- *Controllo*: è presente elevata umidità?  
*Verifica*: strumentale (igrometrica)

- *Controllo*: si riscontrano eccessive dilatazioni termiche?  
*Verifica*: strumentale (termografica)
- *Controllo*: sono presenti infiltrazioni?  
*Verifica*: strumentale (termografica) e documentale/storica (fascicolo del fabbricato)
- *Controllo*: sono state effettuate modifiche agli ambienti e/o alla loro destinazione d’uso?  
*Verifica*: documentale (fascicolo del fabbricato)
- *Controllo*: si riscontrano errori concettuali nella disposizione dei solai?  
*Verifica*: visiva (presenza di campi di solaio irregolari) e documentale (reperimento calcoli e documenti di progetto, ricostruzione storica dell’edificio)

È opportuno che l’esito di questi controlli ed indagini non distruttivi venga riportato su una planimetria che consenta di avere una visione d’insieme, fornendo una lettura su larga scala dei fenomeni rilevati in modo cioè da poterne dare un’interpretazione più ampia e corretta da ricondurre ad esempio a particolari esposizioni dell’edificio, a fattori esterni, od a concezioni strutturali e geometriche che altrimenti non emergerebbero con chiarezza.

I risultati così ottenuti possono fornire una vera e propria “mappatura” dei rischi presenti.

Le anomalie termiche (immagini seguenti) rilevate tramite termografie possono indirizzare successivi approfondimenti con ulteriori tecniche più o meno invasive (endoscopie, saggi diretti, etc.) scegliendo di operare, per successivi step, da un livello non distruttivo ad uno totalmente distruttivo o invasivo in funzione della gravità ed entità del problema oltre che dell’oggettiva difficoltà di interpretazione e conoscenza della parte indagata.

La presenza di una anomalia disposta trasversalmente all’orditura dei travetti (**Figura 4.2**) può necessitare di verifiche dirette per capire se sia riconducibile alla presenza di impianti sottraccia o ad una ben precisa scelta realizzativa ad esempio con riempimento di alcune pignatte con getto o alla realizzazione di rompitratta di solaio, o al passaggio di impianti.



Figura 4.2



Figura 4.3

L’anomalia rappresentata in **Figura 4.3** richiede la battitura diretta ed eventualmente un successivo microsaggio o endoscopia per poter comprendere se sia riconducibile ad un difetto insito nella pignatta o ad una precedente ripresa o risarcitura di una parte ammalorata o rotta.

Le **Figure da 4.4 a 4.6** indicano la presenza di getto tra alcune pignatte e quindi la loro non perfetta aderenza e continuità già in fase realizzativa. La **Figura 4.7** indica una rottura tra due pignatte risarcita con materiale incoerente.



Figura 4.4

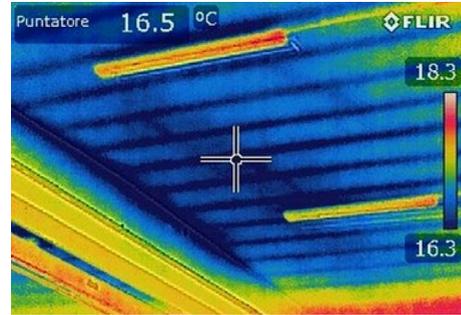


Figura 4.5

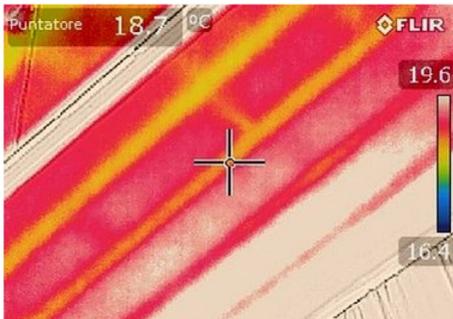


Figura 4.6

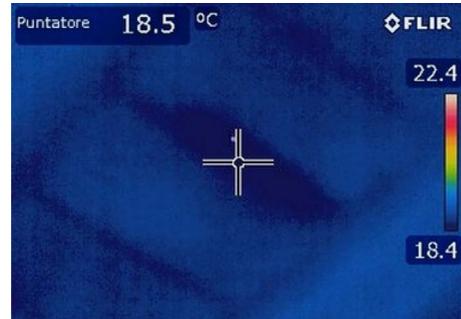


Figura 4.7

Le **Figure 4.8 e 4.9**, ad esempio, evidenziano un distacco in atto tra tavelle limitrofe.

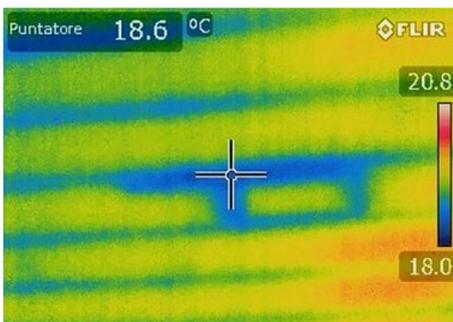


Figura 4.8



Figura 4.9

L'indagine termografica consente di comprendere le modalità di fissaggio delle plafoniere, ovvero se lo siano alla struttura portante il controsoffitto, oppure direttamente al relativo pannello o indipendentemente da entrambi (**Figure 4.10 e 4.11**).

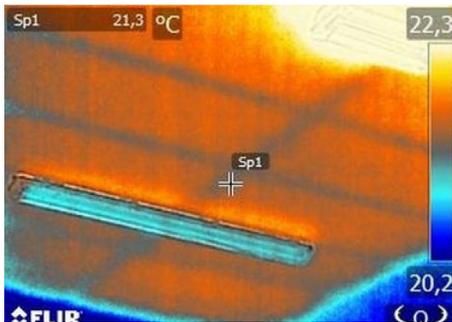


Figura 4.10



Figura 4.11

La mancanza di travetto sulla parte perimetrale limitrofa alla parete può costituire premessa ad un futuro danneggiamento delle pignatte disposte parallelamente ad essa (**Figura 4.12**).

Tramite termografia è possibile individuare agevolmente la diversa orditura dei solai e quindi poter accertare puntualmente eventuali danneggiamenti locali nelle zone di convergenza (vedi **Figure da 4.13 a 4.15**).

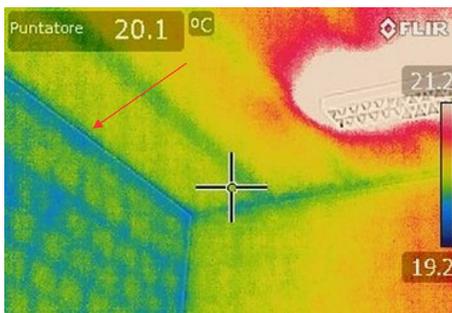


Figura 4.12

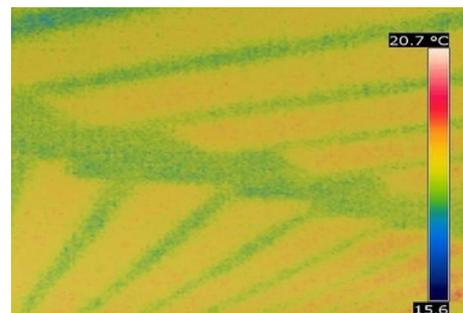


Figura 4.13

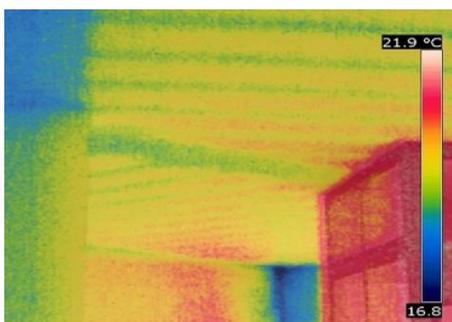


Figura 4.14

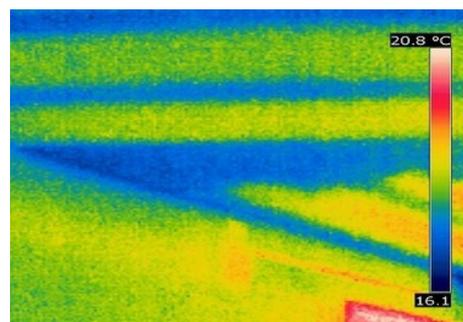


Figura 4.15

Questa prima fase di indagine “qualitativa” permette quindi di indirizzare le successive fasi di affinamento in quanto dall’interpretazione delle immagini radiometriche si può dedurre se

gli eventuali problemi riscontrati siano ascrivibili ad esempio ad una non corretta geometria dell'impalcato (rastremazioni, irregolarità, eccessiva lunghezza delle luci di solaio, etc.) o anche insite nella natura stessa degli elementi di alleggerimento (pignatte); nel caso di controsoffitti continui (in cartongesso o ad intonaco a gesso) consente inoltre di individuare l'orditura della struttura portante.

L'analisi costruttiva del solaio mediante l'esecuzione di microdemolizioni (endoscopie) consente inoltre la corretta classificazione della tipologia costruttiva degli elementi costituenti il solaio: pignatte (fondelli, setti, camere), travetti, intonaco; tramite tale indagine è possibile individuare spessori, criticità e vulnerabilità attribuibili alla particolare tipologia costruttiva e quindi di particolare interesse in quanto potenzialmente estendibili alle altre parti realizzate con medesime modalità.

Nella **Figura 4.16** una ripresa con microendoscopio: in evidenza la presenza di fissaggio di plafoniera che ha provocato la rottura all'interno della pignatta.



**Figura 4.16**

Nelle **Figure 4.17 e 4.18** riprese fotografiche tramite microendoscopio in cui vengono evidenziate le lesioni presenti all'interno delle pignatte.



**Figura 4.17**



**Figura 4.18**

Di fondamentale importanza risulta essere anche l'analisi con battitura manuale e sonica/ultrasonica (**Figure 4.19 e 4.20**), essa infatti consente di saggiare direttamente le condizioni dell'intradosso testando anche la presenza di dissesti in atto.



Figura 4.19



Figura 4.20

Con questa fase si possono riscontrare immediatamente i fenomeni di sfondellamento in essere verificando, a seguito della pressione sull'intradosso (fondello), distacchi di parti che apparentemente coese al di sotto dell'intonaco sono già staccate dal supporto ovvero accertare il distacco in atto dell'intonaco stesso: più diffusamente la diversa risposta sonora della superficie alla battitura dà un'indicazione sullo stato in cui versa il solaio e sull'eventuale stato di avanzamento del fenomeno con possibile interpretazione delle difettosità legate alla presenza di fratture interne.

Nelle zone in cui sono state accertate situazioni di sfondellamento delle pignatte e/o altri elementi in laterizio, oltre alle analisi e/o indagini soniche sopraindicate, possono essere effettuate prove di trazione sulla resistenza al distacco del laterizio (pulloff del fondello) ripetute poi, per confronto, anche in altre parti in cui non si sono evidenziati fenomeni di rottura o sfondellamento.

La prova si può svolgere applicando un carico crescente ad un opportuno tassello post-inserito nella pignatta e direttamente collegato al fondello; contemporaneamente all'applicazione del carico viene misurata la deformazione dell'intradosso in prossimità del tassello tramite comparatore millesimale.

È infine possibile riportare su grafico l'andamento dello spostamento in funzione del carico applicato ed individuare il comportamento elastico, plastico, fragile dei fondelli. Le prove di carico effettuate in altri punti, in cui non sono presenti evidenti fenomeni di rottura o sfondellamento, applicando via via piccoli carichi statici e verificando il comportamento deformativo consentono, per confronto con quelli portati fino a rottura, di rivelare la condizione delle ulteriori parti indagate.

Per quanto riguarda i controsoffitti, l'analisi costruttiva mediante osservazione visiva, termografica e/o endoscopica consiste schematicamente nella determinazione dei materiali costituenti ovvero: caratteristiche e dimensioni dei pannelli, tipologia e regolarità dei fissaggi, interasse e tipologie di supporto delle sospensioni (e valutare ad esempio la rispondenza o meno alla UNI EN 13964 “*Controsoffitti. Requisiti e metodi di prova*”).

L'ispezione nei controsoffitti può rivelare situazioni compromesse o difettose o problematiche dettate da successive modifiche o all'introduzione nel tempo di impianti inizialmente non previsti (**Figure 4.21 e 4.22**).



Figura 4.21



Figura 4.22

In base alla diversa tipologia di controsoffitto ispezionabile (ovvero a pannelli) o non ispezionabile (ovvero continuo) si possono impiegare mirate metodologie di indagine:

- nel caso di controsoffiti ispezionabili l’osservazione viene eseguita rimuovendo temporaneamente un numero di pannelli sufficiente alle osservazioni visive dirette da eseguire;
- nel caso di controsoffiti non ispezionabili le osservazioni sono eseguite mediante analisi termografica e le informazioni sono completate con saggio diretto (carotaggio o micro-carotaggio).

Per le parti ispezionabili e removibili (pannelli) viene valutato il peso dei vari componenti il sistema tenendo anche conto di eventuali elementi appesi, ciò in previsione della successiva fase di prova con carico da applicare alle pendinature portanti il controsoffitto: per ogni tipologia di controsoffitto ispezionabile osservato sono eseguite prove statiche collegando al sistema di pendinatura un carico proporzionale al peso del controsoffitto; scopo di tale prova è certificarne la stabilità: la prova si svolge applicando un carico noto e per esempio pari al doppio di quello sopportato dal pendino testato (per ottenere cioè un coefficiente di sicurezza  $\geq 2$  rispetto al peso proprio del controsoffitto). L’esito della prova consente di valutare la resistenza del supporto, la resistenza allo sfilamento del fissaggio e la verifica della pendinatura in genere (di corpi illuminanti o carichi puntuali eventualmente presenti).

Tale tipologia di prova è per lo più applicabile laddove la pendinatura sia stata eseguita secondo la regola dell’arte e le indicazioni del produttore del sistema (cfr. UNI EN 13964); viceversa non trova facile o alcuna applicabilità laddove il sistema sia realizzato con altri elementi non standard o con soluzioni “artigianali”, quali: fil di ferro, profili riadattati, fissaggi improvvisati, etc..

Tutte le informazioni note ed i risultati delle valutazioni susseguenti le indagini confluiscono infine in una planimetria (“mappatura”) che esprime sinteticamente ed in maniera immediatamente leggibile la gravità o meno dei problemi riscontrati.

A completamento o in affiancamento alle indagini preventive (termografia, endoscopia, saggi, battitura) può essere poi necessario impiegare test specifici per valutare la possibilità di messa in opera dei presidi antisfondellamento eventualmente necessari a seguito delle valutazioni svolte e la loro effettiva riuscita (in sede di collaudo); è così spesso consigliabile effettuare test di estra-

zione (*ante e post operam*) per valutare sia l’effettiva fattibilità dell’intervento (installazione dei fissaggi atti a sostenere i presidi antisfondellamento) sia la reale portata dei fissaggi installati e la loro rispondenza alle premesse progettuali.

Ciò può essere realizzato con:

- test di estrazione preliminari con ancoranti comunemente in commercio per vagliare le possibilità di fissaggio o meno alle strutture portanti (**Figura 4.23**);
- test di estrazione *post operam* per valutare la posa degli ancoranti impiegati rispetto alle ipotesi di progetto ed affidabilità degli stessi nelle condizioni reali (**Figura 4.24**).



**Figura 4.23**



**Figura 4.24**

La fase preliminare di indagine, studio e approfondimento è di fondamentale importanza se si vuole evitare di “lasciare al caso” la successiva scelta delle più adeguate metodologie di fissaggio: a questa fase conoscitiva deve poi far seguito anche un controllo costante e puntuale in corso d’opera, che può rivelare talvolta difetti o effettivi problemi di posa.

L’immagine seguente (**Figura 4.25**) mostra che il test di prova *post operam* ha evidenziato il parziale sfilamento del fissaggio di supporto del presidio antisfondellamento.



**Figura 4.25**