

SERVIZI DI CONTROLLO TECNICO STRUMENTALE PER LA VERIFICA DELLE PRESTAZIONI TECNOLOGICHE DEGLI EDIFICI

PCQ ha una consolidata esperienza di verifiche strumentali sviluppata nel tempo sia attraverso l'attività di consulenza svolta dai laboratori universitari per aziende e imprese di primaria importanza, sia attraverso l'attività di ricerca sperimentale che ha consentito di mettere a punto tecniche esclusive di misura, anche coperte da brevetti in grado di indagare un grande spettro di prestazioni tecnologiche in modo affidabile e non invasivo.

Le principali verifiche strumentali svolte da PCQ sono di seguito elencate:

- Prove di tenuta delle impermeabilizzazioni attraverso tecnica gas tracer;
- Verifiche di adesione dei rivestimenti con vibrometria laser doppler a scansione;
- Isolamento ponti termici (termografia);
- Prove di isolamento acustico (Fonometria e intensimetria);
- Prove di rumorosità degli impianti;
- Verifica di trasmissione di vibrazioni con vibrometria laser doppler a scansione;
- Permeabilità all'aria degli infissi in opera;
- Conduttività termica dell'involucro (prove termoflussimetriche);
- Prospezioni georadar;
- Prove illuminotecniche;
- Verifica concentrazione di gas Radon;
- Monitoraggi microclimatici;
- Prove di tenuta delle tubazioni con tecnica gas tracer;
- Prove di invecchiamento accelerato su materiali (cicli gelo-disgelo, raggi UV, nebbia salina);
- Analisi di laboratorio fisico-chimiche e meccaniche;
- Controlli non distruttivi sulle strutture tra cui:
 - Identificazione mediante indagine magnetometrica (pacometrica) della direzione, stima del diametro e della misura del copriferro delle armature all'interno di getti in calcestruzzo.
 - Determinazione dell'indice sclerometrico su elementi strutturali in calcestruzzo (UNI EN 12504-2:2001).
 - Rilievi microsismici mediante impulsi d'onde vibrazionali ad alta frequenza (ultrasuoni) in campioni o strutture di calcestruzzo armato ordinario o precompresso (UNI 9524:1989/FA-1:1992 e UNI EN 12504-4:2005).
 - Applicazione del metodo SonReB (indagine sclerometrica + indagine ultrasonora).
 - Metodi vibrazionali per il controllo dei pali di fondazione.
 - Determinazione della profondità di carbonatazione nel calcestruzzo (UNI 9944:1992) mediante uso di indicatore chimico (fenolftaleina).
 - Prova di Pull-out nelle strutture in calcestruzzo.

- Tomografie endoscopiche finalizzate alla determinazione degli elementi costitutivi le pareti murarie e alla ricostruzione della stratigrafia di impalcati (solai e volte).
- Applicazione della tecnica dei martinetti piatti in configurazione singola per la valutazione dello stato di tensione attuale della muratura.
- Applicazione della tecnica dei martinetti piatti in configurazione doppia per la valutazione delle caratteristiche deformative della muratura.
- Monitoraggi strutturali di quadri fessurativi presenti sulle strutture.
- Determinazione dell'uniformità del tessuto legnoso su campioni o elementi strutturali mediante l'ausilio di penetrometro.
- Prove per la qualificazione meccanica dei materiali quali:
 - Prelievo mediante carotaggio di campioni cilindrici da elementi strutturali in calcestruzzo e successiva prova di compressione (UNI EN 12504-1:2002 e UNI EN 12390-3:2003).
 - Determinazione delle proprietà fisiche e meccaniche di campioni in legno massiccio e legno lamellare incollato (UNI EN 408:1997):
 - Resistenza a compressione parallela alla fibratura.
 - Modulo di elasticità a trazione parallela alla fibratura e resistenza a trazione parallela alla fibratura.
 - Modulo di elasticità a flessione e resistenza a flessione.
 - Modulo di taglio – metodo della luce singola.
 - Determinazione della resistenza a compressione di pietre naturali (UNI EN 1926:2000).
 - Determinazione della resistenza a compressione di elementi di muratura (UNI EN 772-1÷16:2002).

Nelle schede allegate sono forniti maggiori dettagli su alcune prove strumentali di particolare contenuto tecnologico.

Il Presidente PCQ
Prof. Mario De Grassi



GAS TRACER PER VERIFICA TENUTA

Disponiamo di una attrezzatura e di una tecnologia speciale per la ricerca di possibili imperfezioni che possono causare infiltrazione di acqua piovana da impermeabilizzazioni di:

- tetti piani;
- solette di copertura;
- solette di copertura di garage interrati e di scantinati;
- terrazze;
- muri controterra;
- impermeabilizzazioni con guaine in pvc oppure con guaine bituminose

Questo metodo permette di **verificare e collaudare** i manti d'impermeabilizzazioni, inoltre tutela il lavoro del posatore, del committente ed il materiale stesso prima della copertura o stratificazione finale.

Attraverso delle piccole tubazioni posate sotto l'impermeabilizzazione (o flange inserite nelle impermeabilizzazioni esistenti) e opportuni dispositivi di diffusione viene insufflato una miscela di gas inerte, con peso specifico e struttura molecolare che gli permettono di penetrare e di salire verticalmente tutti i materiali solidi (cemento, piastrelle, legno ecc.)

Successivamente attraverso sensibili rilevatori elettronici di gas, sono individuati i punti di perdita dovuti a rotture, buchi, saldature difettose, e quant'altro possa causare infiltrazioni d'acqua al di sotto dell'impermeabilizzazione.

Grazie all'estrema sensibilità dei sensori, siamo in grado di localizzare in modo preciso tutte le anomalie riscontrate collaudando alla fine, se a tenuta, l'intera impermeabilizzazione sia se realizzata con guaine bituminose che in PVC.

L'eventuale punto di perdita viene individuato mediante lo strumento, anche nei punti in cui la guaina non è a vista, attraverso il terreno o la porosità dei materiali di copertura.

Il gas tracciante può essere utilizzato anche per la ricerca di perdite da impianti di riscaldamento e idraulici e gas in genere.



VIBROMETRIA LASER DOPPLER A SCANSIONE

Strumentazione

La **vibrometria laser** è una tecnica innovativa che permette di rilevare la velocità di vibrazione degli elementi esaminati senza prevederne il contatto; consente di pervenire ad una caratterizzazione di **rivestimenti superficiali** e strutture murarie, relativamente al **grado di adesione** e di vincolo, o alla **presenza di difetti e distacchi**.

Il vibrometro laser Doppler a scansione (VLDS) può eseguire rapidamente misure di vibrazione su una griglia di punti di una superficie senza contatto con la stessa (si possono esplorare fino a 100 punti al secondo).

La spettro di lavoro è esteso da pochi Hertz fino a decine di MHz con sensibilità dell'ordine di frazioni di micrometro). Queste caratteristiche rendono la vibrometria laser Doppler a scansione una tecnologia indicata per situazioni in cui l'uso di sistemi a contatto (accelerometri) non sia possibile come ad esempio superfici di pregio artistico, o anche in situazioni in cui la superficie da analizzare sia estesa o non accessibile **senza la realizzazione di opere provvisoriai**.

Il VLDS è impiegato congiuntamente a sistemi di eccitazione acustiche senza contatto in modo da ottenere un sistema di misura completamente non invasivo, in grado di acquisire le misure a distanza.

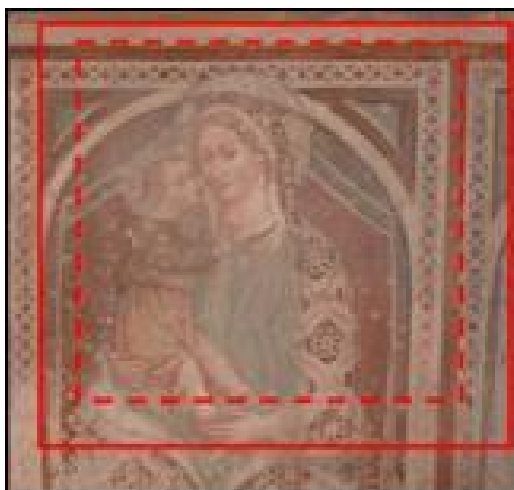
La restituzione dei dati avviene principalmente tramite mappe a colori riportanti i valori misurati sovrapposti ad un'immagine dell'oggetto esaminato; in questo modo, si ottiene un'immediata percezione dello stato di stabilità della superficie esaminata.



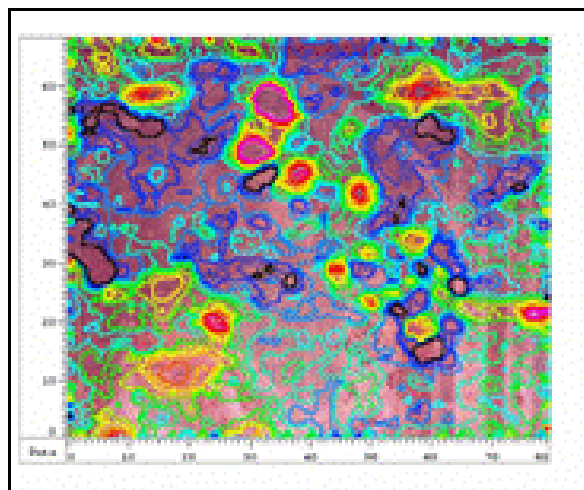
Testa laser di vibrometro laser Doppler a scansione



Attrezzatura in cantiere, in cui si nota la testa laser e il sistema di altoparlanti sul sistema di sollevamento, i dispositivi di controllo e registrazione dati a terra, contenuti in un rack standard



Affresco con presenza di distacchi



Evidenziazione dei distacchi effettuata con vibrometria laser doppler a scansione

Applicazioni principali

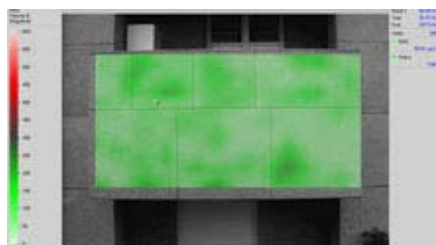
L'applicazione della vibrometria laser alla diagnostica dei rivestimenti in parete ventilata e in generale ai vari aspetti della diagnostica edilizia connessi con la misura di vibrazioni, risulta estremamente efficace nei collaudi, per la certificazione di qualità delle installazioni realizzate (Verifiche di adesione dei rivestimenti) e nella manutenzione programmata, come sistema di controllo periodico dello stato di conservazione;



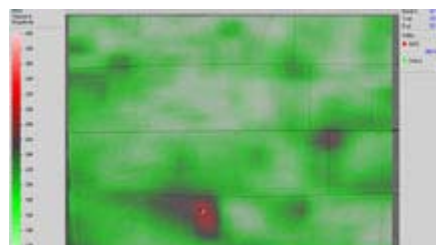
Vibrometro su elevatore



Dettaglio lastre in porfido



Mapa vibrometrica di una parete ventilata. La scala di lettura rosso/verde sulla sinistra dell'immagine ci consente di leggere immediatamente i valori di velocità di vibrazione misurati. In questo caso, la mappa completamente verde indica una situazione di ottimo consolidamento degli agganci e l'assenza di lesioni sulle lastre.



Mapa vibrometrica di una parete ventilata con lastra allentata. Notare come essa sia immediatamente individuata grazie alla colorazione rossa che la caratterizza.

TERMOGRAFIA

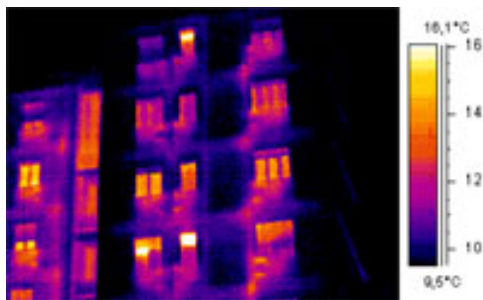
La termografia consente il rilevamento, attraverso una speciale telecamera, della distribuzione superficiale delle temperature: viene impiegata per lo studio del comportamento termico degli edifici, per l'individuazione di anomalie e caratteristiche costruttive di affreschi, pavimentazioni e rivestimenti.

La tecnica termografica non prevede il contatto con la parete da verificare, fornisce mappe a colori dalle quali è possibile una rapida localizzazione dei difetti, permette un'agevole archiviazione dei dati su supporto informatico. Il sistema utilizzato rileva le temperature superficiali delle superfici eccitate mediante sorgente termica naturale, quali l'irraggiamento solare, o artificiale, quali lampade ad incandescenza, e costituisce, di fatto, una tecnica diagnostica totalmente non invasiva.

Dallo studio delle anomalie termiche dell'oggetto indagato si determina la presenza di un distacco, di una lesione o di umidità. I distacchi, ad esempio, assumono una temperatura differente dalle aree integre, in quanto la presenza di una lamina d'aria dietro il materiale distaccato, rallenta la trasmissione del calore nel corpo. In particolare, dopo che l'oggetto è stato riscaldato, la zona distaccata avrà una temperatura maggiore rispetto a quelle integre.

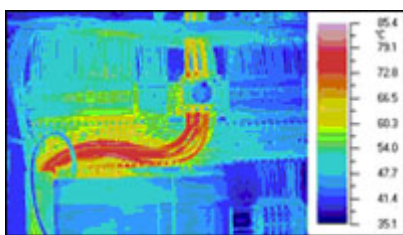
Le nostre applicazioni principali della termografia sono:

- Analisi di aree di **dispersione termica** in edifici; individuazione di **ponti termici** negli edifici;
- Verifica di **adesione** di strati superficiali quali intonaci o piastrellature;
- Ricerche **perdite di acqua** da impianti di riscaldamento, impianti di riscaldamento a pannelli radianti, condotte idriche interne, condotte teleriscaldamento;
- Verifica di **infiltrazioni** e dispersioni di acqua nei tetti e nelle solette di coperture degli edifici;
- Verifica di **surriscaldamenti di impianti elettrici** (al fine di evitare cortocircuiti, incidenti ed incendi) e di punti critici di: quadri elettrici, motori elettrici, morsettiere, trasformatori, isolanti, condensatori, cabine di trasformazione e di consegna di energia elettrica;

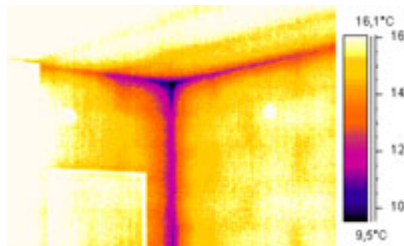


Termocamera in dotazione ad Artemis srl - FLIR ThermoCAM B400

Evidenza delle intensità di dispersione termica



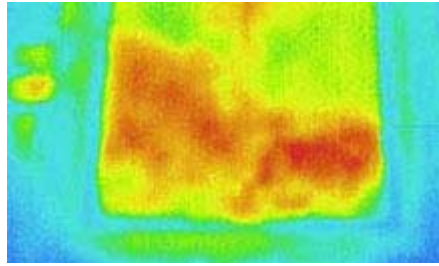
Evidenza di un contatto elettrico difettoso



Evidenza del ponte termico che può provocare la presenza di condensa e di umidità in corrispondenza degli spigoli.



Mosaico pavimentale, villa del Labirinto, Pompei (NA).



Rilievo termografico dell'area centrale del mosaico di villa del Labirinto: sono evidenti estesi fenomeni di distacco dal supporto.

GEORADAR

La **tecnica radar**, consente di identificare in modo non invasivo la **morfologia di strutture non rilevabili in modo diretto**, quali fondazioni, muri contro terra, elementi sepolti. La prova prevede il contatto di un'antenna con le superfici da indagare, per l'emissione e la ricezione di un segnale elettromagnetico.

Il georadar è uno strumento versatile che consente di ottenere con sufficiente precisione un profilo continuo del mezzo investigato, dal quale è possibile ricavare numerose informazioni già direttamente in sito, oltre che in seguito ad una successiva fase di rielaborazione e comparazione dei dati acquisiti. L'utilizzo di questa tecnologia consente di rilevare e localizzare, in modo non invasivo e non distruttivo, la presenza nel mezzo investigato di strutture sepolte, cavità, o comunque di qualsiasi discontinuità presente che sia correlata con una differenza abbastanza significativa di proprietà dielettriche.

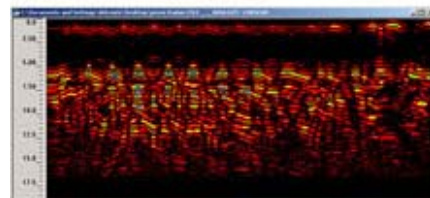
Il sistema si compone di un'antenna per la trasmissione e la ricezione di onde elettromagnetiche a varie frequenze che è fatta scorrere sul mezzo da indagare e di un'unità di controllo che, oltre a generare gli impulsi necessari al funzionamento delle antenne, memorizza e visualizza i dati raccolti.

Nell'esecuzione delle prospezioni, l'operatore ha la possibilità di scegliere tra diversi tipi di antenne disponibili (di frequenza centrale variabile tra i 200 MHz ed i 1.500 MHz), tenendo conto che ad una frequenza minore corrisponde una maggiore profondità di lavoro e anche una minore precisione dei rilievi.

In generale, una antenna da 1.500 MHz viene impiegata per indagare spessori di circa 50 cm e consente di localizzare bersagli con una precisione dell'ordine del centimetro, mentre ad esempio una antenna da 400 MHz riesce a lavorare fino a profondità di circa quattro metri, con una precisione dell'ordine di cinque centimetri.



Da sinistra: antenna da 400 MHz, unità di acquisizione/controllo, antenna da 1500 MHz



Tipico radargramma