

Termografia e serramenti

Come verificare le caratteristiche e la posa dei serramenti mediante tecniche non invasive.

Elemento fondamentale e imprescindibile dell'involucro edilizio, il serramento costituisce un punto estremamente delicato dell'edificio. Il serramento influisce infatti sia sul bilancio termico della costruzione sia sul comfort negli ambienti interni. Nel primo caso sono importanti fenomeni quali le dispersioni per ventilazione, quelle per trasmissione e gli apporti solari; per il comfort sono invece significativi gli aspetti legati alla temperatura radiante ed alle correnti d'aria localizzate. Il collegamento con la parete costituisce inoltre uno dei punti più problematici per la formazione dei ponti termici. Anche i sistemi oscuranti, parte integrante del nodo finestra-parete, sono, nelle costruzioni esistenti, degli elementi che producono forti dispersioni termiche, con particolare riferimento alle perdite per ventilazione. Questo vale in particolar modo per i sistemi di oscuramento ad avvolgibile con cassonetto comunicante tra interno ed esterno.

controlli molto severi e che sia maturata la preparazione dei progettisti. Se ne deduce quindi che la fase più delicata rimane la posa in opera.

La necessità della verifica

Per conseguire elevati standard di efficienza energetica è opportuno, nel caso di interventi di riqualificazione dell'esistente, ricorrere all'analisi termografica, impiegandola anche nella verifica del serramento e del nodo serramento-parete. Altrettanto importante è il controllo della fase di installazione in cantiere per assicurarsi che il prodotto industriale sia stato posizionato secondo le specifiche fornite dal produttore e che quindi svolga adeguatamente il suo compito. La termografia, da sola o a supporto del blower door test, è uno strumento di indagine che permette di visualizzare le problematiche presenti sia nella fase immediatamente successiva al montaggio sia in un secondo momento, anche ad edificio concluso.

La posa in opera

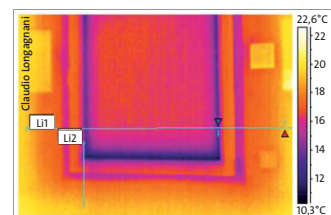
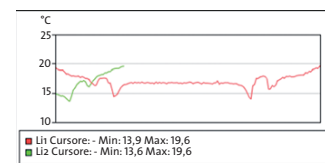


Immagine 2

Nell'immagine infrarossa sopra riportata si può apprezzare il comportamento termico di una finestra di qualità correttamente posata. La prova è stata effettuata su un serramento di un'azienda Partner CasaClima. Le condizioni esterne erano di circa -15°C mentre all'interno la temperatura dell'aria era di 20°C. La posa correttamente eseguita, coadiuvata dalla soluzione del davanzale a taglio termico, assicura una buona correzione dei ponti termici. Il serramento a cui si riferisce la prova ha le

seguenti caratteristiche: $U_f=1,2$ W/mK con distanziatore in materiale plastico e vetrocamera basso emissivo con valore $U_w=1,1$ W/mK. Dal grafico si può notare la continuità termica tra serramento e muro sufficiente a mantenere una minima differenza radiante tra gli elementi che compongono il nodo.



I serramenti devono fornire oltre che isolamento termico invernale anche un buon comportamento nei confronti dell'irraggiamento solare diretto. La protezione solare della vetrata deve essere garantita da una schermatura solare esterna in grado di fornire un sufficiente ombreggiamento nel periodo estivo. Non è accettabile un sistema di schermatura interno al serramento oppure interno alla vetrata. La prestazione isolante è importante per ogni serramento, anche il più semplice, come è visibile nel termogramma seguente ottenuto con una fonte di irraggiamento artificiale. Le isoterme dell'onda di calore si distribuiscono per l'intera sezione in legno lamellare del serramento campione. Il rivestimento non collaborante in alluminio svolge l'importante funzione di schermatura smaltendo velocemente l'eccesso di calore per via della sua elevata diffusività termica.

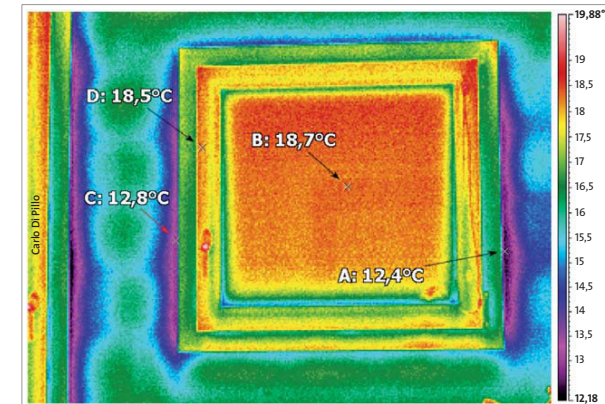
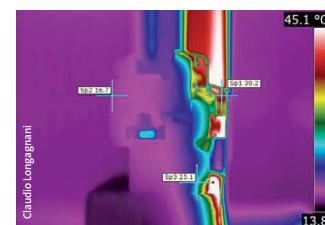
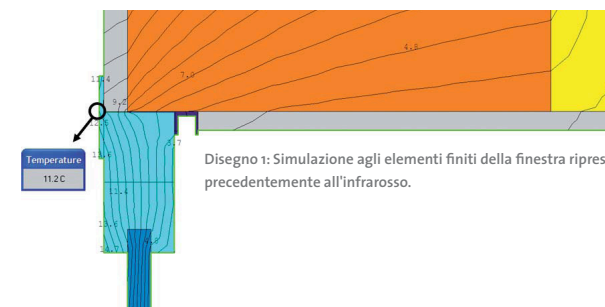


Immagine 3: Immagine infrarossa di una finestra di qualità posata in modo non corretto, l'impiego del controllo in metallo inficia il risultato finale.



Disegno 1: Simulazione agli elementi finiti della finestra ripresa precedentemente all'infrarosso.

Come si calcola la trasmittanza del serramento

La trasmittanza globale U_w del serramento si calcola con la formula: $U_w = (U_g \cdot A_g + U_f \cdot A_f + \Psi_d \cdot L_d) / A_w$ con U_g ed U_f trasmittanze del vetro e del telaio e Ψ_d ponte termico lineare del distanziatore. Quando il serramento viene posato si introduce un ulteriore ponte termico lineare Ψ_p relativo alla posa tra serramento e muro. Il valore di Ψ_p non è una costante che dipende dal materiale ma un valore, che si misura in $W/m \cdot K$, che dipende dalle condizioni di posa in opera. È possibile progettare (ad esempio con calcoli agli elementi finiti) il serramento e la sua collocazione nello specifico muro in modo da minimizzare Ψ_p . Se non adeguatamente controllato esso può essere causa di maggior dispersione energetica. Con la termografia si può misurare la differenza di temperatura superficiale interna dovuta alla presenza del ponte termico dovuto alla posa e controllare la temperatura superficiale reale.

La termografia è una tecnica che, pur presentando spesso immagini di facile interpretazione, richiede la conoscenza delle proprietà superficiali dei materiali e quindi non solo delle loro emissività ma anche del loro comportamento nei confronti della radiazione riflessa, che può essere diffuso o speculare.



Immagine 1: Il cassonetto passante costituisce una vera e propria voragine energetica, la termografia di fianco testimonia la fortissima dispersione termica che si produce dal cassonetto.

Il controllo dei fenomeni e dei punti deboli precedentemente esposti può avvenire in modo efficace solo se tutte le fasi del processo sono attentamente svolte e monitorate:

- la produzione industriale
- la scelta progettuale
- la successiva posa in opera dell'elemento.

Nell'edilizia del passato le tre fasi non sono mai state sviluppate adeguatamente a causa del processo non controllato della produzione e dell'approssimazione progettuale. Nelle nuove o più recenti costruzioni si può ragionevolmente ipotizzare che in fase di produzione industriale il prodotto venga sottoposto a dei



Immagine 4: Formazione di muffa a causa di un ponte termico

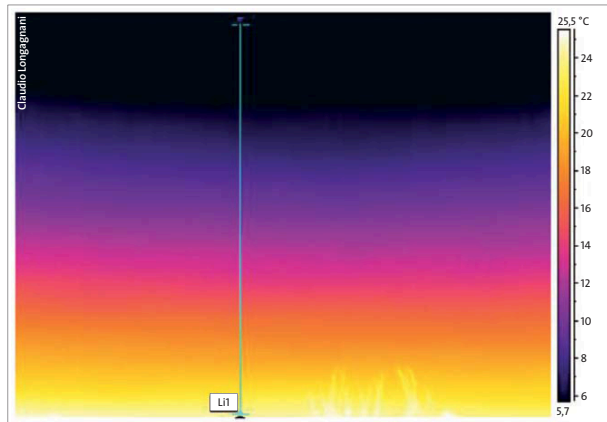
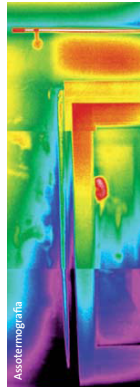


Immagine 5: Variazioni temperature volta celeste con l'angolo zenitale.

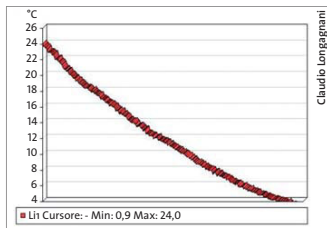


Immagine 6: Variazioni temperature del cielo con nuvole.

È sempre necessario inoltre ragionare su e conoscere le condizioni presenti ai due lati dell'involucro.

Il vetro, pur avendo una buona emissività, è un materiale con riflessività speculare e questo, nelle indagini in edilizia, rende difficile la misurazione della sua temperatura all'aperto in presenza di riflessioni del cielo e/o del costruito circostante. La volta celeste presenta temperature apparenti molto variabili in funzione dell'angolo zenitale e delle condizioni atmosferiche, con valori massimi uguali alle temperature dell'aria e valori minimi molto inferiori, come visibile nelle immagini 5 e 6.

Per i vetri il fattore di vista influenza quindi l'immagine termografica, proiettandovi i riflessi delle strutture circostanti e del cielo, che possono essere male interpretati. Essi, ad esempio, possono essere confusi con una cattiva tenuta all'aria (immagine n.7, sul vetro si vede la schermatura della volta celeste da parte del porticato), oppure possono far sembrare il vetro "più isolante" dei muri (immagine n.8, riflesso della volta celeste sul vetro).

Se l'indagine termografica avviene dall'esterno e la posa del serramento non è a filo esterno, nella zona superiore dei serramenti appaiono sempre aspetti termici che sembrano fuoriuscite d'aria calda ma che invece possono essere causati dal fattore di vista della volta celeste, dai ponti termici nella zona di raccordo tra serramento e muro e dai piccoli moti convettivi che si generano nella nicchia esterna a causa del gradiente di temperatura

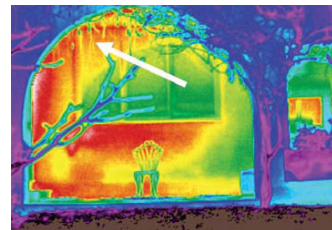


Immagine 7

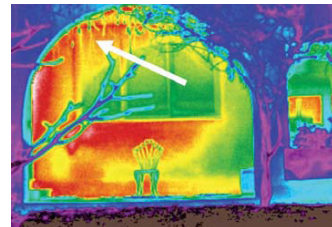


Immagine 8

derivante dalla maggior dispersione del serramento rispetto alla muratura e dai ponti termici.

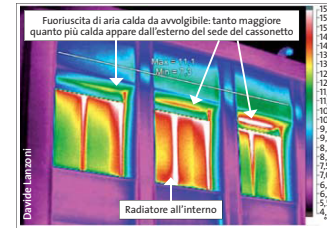


Immagine 7

Per un corretto rilievo termografico delle temperature dei vetri è più semplice operare dall'interno, ove le condizioni sono più controllate. L'immagine n. 9 mostra i tipici difetti di una posa tradizionale con temperature dell'aria esterna di 7°C e temperatura interna di 21,5°C. Sono chiare sia le minori prestazioni del serramento che la scarsa cura della posa rispetto alla precedente immagine K (foto Longagnani paragrafo "posa in opera").

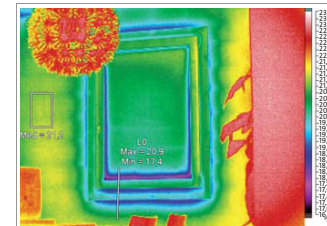
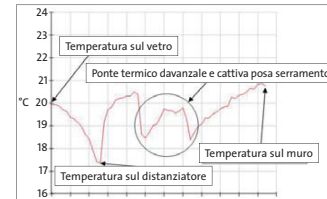


Immagine 9: vista dall'interno di serramento posato con metodo tradizionale



La termografia consente inoltre di verificare la corretta tenuta dei vetrocamera riempiti con gas isolante: se il gas fuoriesce si nota una distribuzione di temperatura superficiale sul vetro con una "bolla" tanto più marcata tanto più è progredita la perdita del gas.

Una differenza uniforme di temperatura del vetro consente di distinguere un vetro a bassa emissività tra vetri normali (immagine 12) o



Sicurezza e protezione garantite a vita.

Per chiunque desideri vivere serenamente, godendosi il calore di una casa sicura e protetta da intrusi o dalle intemperie, Quartieri Luigi offre la garanzia di un'azienda leader nella realizzazione di sistemi integrati di sicurezza. La gamma dei prodotti comprende serrature con combinatore elettronico, persiane, armadi, cancelletti, porte e antoni, tutti blindati e costruiti con tecniche e materiali all'avanguardia, certificati al top della propria categoria di riferimento. Scegliere Quartieri Luigi significa scegliere qualità e professionalità di alto livello.

CERTIFICAZIONI PORTE QUARTIERI			
Permeabilità all'aria	UNI EN 1026	UNI EN 12207	CLASSE 4
Tenuta all'acqua	UNI EN 1027	UNI EN 12208	CLASSE 9A
Resistenza al carico del vento	UNI EN 12211	UNI EN 12210	CLASSE C5
Resistenza alla torsione statica	UNI EN 948	UNI EN 14351-1	CLASSE passa
Trasmissione termica	UNI EN ISO 10077-1	UNI EN ISO 10077-2	U=1,6 W/mK
Potere fonoisolante	UNI EN 140/3:2006		db. 46
Resistenza all'effrazione e classificazione	UNI EN 1627-2000 UNI ENV 1628-2000	UNI ENV 1630-2000	CLASSE 4



via folla 9 · Dovera · CR

T. +39 0373.94042

amministrazione@quartieriluigi.com

www.quartieriluigi.it



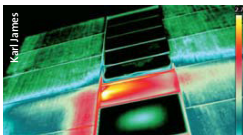


Immagine 10

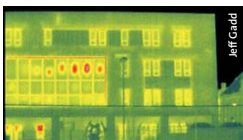


Immagine 11

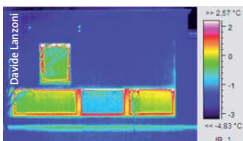


Immagine 12

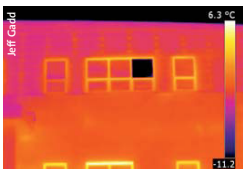
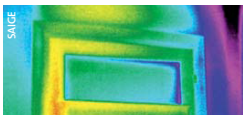


Immagine 13



Immagini 14 e 15: esame termografico del medesimo serramento in condizioni normali (a sinistra) e durante la depressurizzazione.

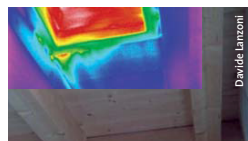
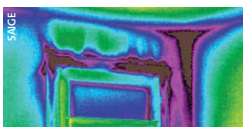


Immagine 16: infiltrazioni d'aria da un lucernario privo di nastro autoespandente (periodo estivo).

un vetro a bassa emissività con difetto di produzione per l'inversione del lato basso emissivo (immagine 13).

Per valutare con la termografia la corretta posa sotto il profilo della tenuta all'aria è fondamentale depressurizzare l'edificio mediante l'apparecchiatura per il blower door test (BDT). Effettuando l'indagine termografica in due sessioni, ovvero sia in condizioni normali che durante la depressurizzazione, è possibile, confrontando per ogni serramento le 2 immagini tematiche, identificare gli eventuali punti critici (immagini 14 e 15).

A differenza di quanto si può credere, la termografia, se accoppiata all'utilizzo del blower door test, è utilizzabile per rilevare le infiltrazioni d'aria anche con un salto termico a cavallo dell'involucro di soli 2°C, in quanto il raffreddamento o riscaldamento convettivo (nel caso del lucernario dell'immagine 16, ripresa in estate) sono molto efficaci nel generare anomalie termiche.

Immagine 16: infiltrazioni d'aria da un lucernario privo di nastro autoespandente (periodo estivo). Fonte: Fonte: Davide Lanzoni

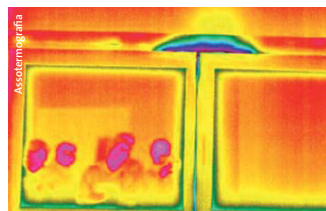
Opportunità dell'utilizzo delle prove non invasive

Si ritiene opportuno fare una considerazione sull'opportunità dell'impiego della termografia per effettuare questi controlli in quanto il costo di impiego della tecnologia va sempre commisurato con il beneficio che se ne può avere. Si può ritenere ad esempio inutile utilizzare questa tecnica per verificare le dispersioni termiche di un serramento in legno del 1965 con vetro singolo: va da sé che è sufficiente il buon senso per capire che si è di fronte a una "voragine energetica".

L'utilizzo della strumentazione risulta giustificato da un ottimo rapporto costo/beneficio nelle seguenti situazioni:

- il controllo della tenuta all'aria dell'involucro a supporto del blower door test, dove la termografia consente di individuare facilmente e rapidamente le infiltrazioni fornendo indicazioni all'operatore per la misurazione con anemometro;
- la valutazione della presenza di eventuali asimmetrie radianti significative tra vetro e muro sul lato interno, con conseguenti zone di discomfort localizzato (la UNI EN 7730 non consente asimmetrie radianti superiori a 5°C);
- la verifica generale dell'immobile edificato per verificare il comportamento termico del nodo parete finestra nella sua com-

pilessità e valutare la magnitudo e la causa di eventuali problematiche, in particolare quando negli edifici abitati possono comparire fenomeni di condense con formazione di colonie fungine e muffe.



Un aspetto poco frequente ma comunque non meno importante è la valutazione a distanza del comportamento termico di grandi vetrate difficili da raggiungere fisicamente. Rientra in questo ambito operativo anche la valutazione del comportamento delle pellicole plastiche utilizzate per la schermatura solare delle vetrazioni.

Controlli effettuati su edifici ad altissima efficienza energetica

L'impiego della termografia diviene indispensabile nel controllo di edifici con elevate prestazioni energetiche. Siccome in questi edifici è richiesta una tenuta all'aria considerevole, risulta molto difficile individuare senza l'ausilio di una termocamera eventuali piccole perdite da infissi. Nel caso riportato nell'immagine 21 possiamo individuare una leggera perdita di ventilazione da un lucernario. Seppur poco rilevante ai fini globali, il test blower door ha fornito un valore n50 pari a 0,52, si è potuto evidenziare che il

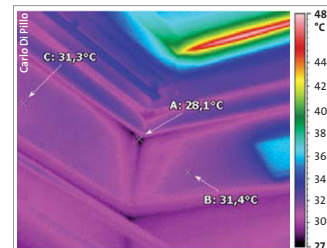
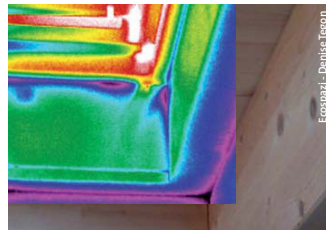


Immagine 21: lucernario dove si evidenzia una minima infiltrazione d'aria durante la prova blower door test. Sarebbe difficilmente individuabile senza la termografia.

problema non è costituito nella posa del prodotto, ma di un problema di tipo progettuale dell'elemento che non è stato pensato per edifici con prestazioni così spinte.

Conclusione

L'utilizzo delle prove non distruttive nell'edilizia ad alta efficienza energetica consente certamente diagnosi e verifiche. Questi test possono avere anche un ruolo di "prevenzione" degli errori in quanto se previsti in fase di contratto con gli operatori edili generano una maggiore attenzione in fase di posa in opera. Come visto nelle immagini infrarosso precedenti, quando il serramento è posato correttamente l'immagine termografica espone delle minime differenze di colore, si potrebbe dire che l'ideale per una termografia di verifica eseguita su un edificio efficiente dovrebbe mostrare pochi colori, con variazioni minime, in breve la termografia di una CasaClima dovrebbe essere il più "blu" possibile.

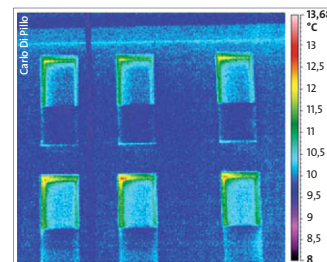


Immagine 22: immagine infrarossa di un immobile certificato CasaClima in classe A, vi è assoluta uniformità termica all'esterno, i serramenti presentano una leggera surriscaldamento dovuto alla presenza di una fonte luminosa posizionata in alto a sinistra.



PROGRESS

Bauen mit System • Costruire con sistema

PROGRESS Thermowand

I migliori valori di isolamento per la vostra CasaClima



Intelligente ed esteticamente gradevole: costruire con prefabbricati in calcestruzzo con isolamento termico

Costruire con prefabbricati in calcestruzzo con isolamento termico è sinonimo di edilizia innovativa, che dà spazio a nuovi orizzonti. Con il calcestruzzo, materiale altamente massiccio, combinato con gli elementi prefabbricati con isolamento termico interno, si ottengono caratteristiche isolanti ottimali per un clima di benessere nel rispetto dello standard "CasaClima". I prefabbricati in calcestruzzo permettono di raggiungere una straordinaria simbiosi tra personalizzazione, architettura ambiziosa ed edilizia sostenibile ed efficiente dal punto di vista energetico.



PROGRESS Via Julius Dürst 100, I-39042 Bressanone (BZ)
Tel. +39 0472 823 111, info@progress.cc, www.progress.cc