

Scopriamo come la termografia sia uno strumento utile per determinare la permeabilità all'aria di finestre e componenti. Aggiungiamo anche qualche consiglio tecnico per la corretta posa dei serramenti nei casi di retrofit energetico.

DETERMINARE LA PERMEABILITÀ

di Livio Paiola e Luca del Nero – Soci AITI

Come già descritto nel precedente articolo pubblicato sul numero di 75 di luglio (Progetto Energia pag. 50) il Blower Door Test permette, attraverso la misurazione dei ricambi d'aria di un edificio, di valutare la qualità dell'involucro e di eseguire la ricerca e la mappatura delle infiltrazioni. Il Blower Door Test inoltre, se unito alla termografia, consente di verificare la corretta esecuzione dell'involucro e di individuarne i punti critici. Il Blower Door Test è, dunque, di fondamentale importanza per capire, oltre alla determinazione del valore, quali tra i vari componenti dell'involucro edilizio (serramenti, cassonetti, controtelai, giunti strutturali, ecc.) siano quelli più deboli.

La semplice individuazione a volte non è sufficiente, perchè in certi casi può essere necessario eseguire indagini più accurate per poter valutare con precisione la permeabilità all'aria della singola finestra o del singolo componente successivamente alla

sua posa in opera. In tal modo il serramento viene valutato nelle condizioni di reale consegna al cliente, cioè dopo la sua posa in opera che dovrebbe essere eseguita a perfetta regola d'arte.

Test A-Wert

Per la determinazione della permeabilità all'aria di finestre e componenti posati in opera (finestre, portefinestre e giunti) si utilizza un sistema di misura detto A-Wert che utilizza il ventilatore Blower Door per creare la differenza di pressione necessaria per eseguire le misurazioni.

In Germania, per esempio, sono definiti i requisiti di risparmio energetico secondo le norme EnEV per l'ermeticità per le finestre, porte-finestre e lucernari. A seconda del numero dei piani, viene prescritta la permeabilità all'aria dell'edificio, in forma di "classi" secondo DIN EN 12207 - 1: 2000-06. I risultati della misurazione possono essere



Abbiamo intervistato Livio Paiola, socio AITI ed esperto termografo.



L'angolo dell'esperto

Nell'articolo abbiamo affrontato l'aspetto tecnico della corretta posa per evitare certi annosi inconvenienti, ma quale tipo di formazione suggerisce di incentivare per questi aspetti?

La formazione dovrebbe essere una costante per tutti gli attori del processo, dal tecnico progettista o direttore dei lavori, all'azienda produttrice dei serramenti fino al posatore che esegue il montaggio dei serramenti.

Il progettista dovrebbe avere oltre che un'ampia conoscenza dei sistemi disponibili sul mercato, anche una formazione tecnica che gli permetta di progettare e dimensionare, per tutte le principali tipologie di serramenti presenti sul mercato, giunti perfettamente funzionanti, cioè privi delle comuni problematiche legate ai ponti termici o alle infiltrazioni d'aria. Dovrebbe altresì fornire all'azienda produttrice dei serramenti il progetto di posa (corredato di dettagli costruttivi in scale adeguate 1:5 e 1:2, con indicazione del tipo di fissaggio e dei materiali da utilizzare per isolare e sigillare) che mostri come deve essere eseguito il corretto montaggio dei serramenti.

L'azienda produttrice dei serramenti dovrebbe avere una propria struttura tecnica in grado di valutare la conformità o meno del progetto di montaggio proposta dal progettista ed eventualmente proporre (se ritenute migliorative) soluzioni tecniche nuove o alternative. Dovrebbe fare continua formazione sulla corretta posa in opera e mettere a disposizione dei propri posatori (o ai posatori delle ditte esterne) un manuale di posa contenente informazioni dettagliate su tecniche, metodologie e materiali che, se correttamente usati, concorrono al mantenimento sia delle prestazioni previste dal progetto di posa che a quelle testate in laboratorio.

Il posatore dovrebbe frequentare corsi di aggiornamento specifici sia in base al tipo di posa che deve eseguire, che al tipo di elemento da posare, sia esso controtelaio o serramento.

La formazione dovrebbe inoltre prevedere prove pratiche di montaggio e test di verifica in cantiere. Solo in questo modo è possibile correggere gli errori e verificare che tutti abbiano svolto il proprio lavoro a perfetta regola d'arte.

Il termografo come fa a capire dove è necessario effettuare il Test A-Wert? Fa delle indagini preliminari? Quali?

L'operatore termografico è chiamato soprattutto per capire quando è necessario effettuare il Test A-Wert sugli infissi e non dove eseguirlo. Se lo scopo principale dell'esame termografico è la localizzazione delle infiltrazioni d'aria, allora per il tecnico termografico diventa di fondamentale importanza analizzare i termogrammi direttamente sul posto, valutando subito se le infiltrazioni rientrano in una normale tollerabilità o se invece necessitano di un approfondimento ulteriore, che è possibile solo eseguendo un'indagine di tipo quantitativo (Test A-Wert).

Eseguire indagini preliminari è necessario e di fondamentale importanza per il buon esito delle prove. Per prima cosa è necessario esaminare il progetto di posa dei serramenti consultando i disegni (se disponibili) e gli altri documenti relativi all'involucro edilizio da rilevare, annotando i punti che presentano le maggiori problematiche in fase di posa. Successivamente si procede acquisendo immagini termografiche in presenza di una differenza di pressione fra interno ed esterno di almeno 5 Pa (come previsto dalla norma UNI EN 13187:200). Questo permette all'operatore termografico non solo di individuare più facilmente e con maggior precisione i punti con maggiori infiltrazioni d'aria, ma anche di eseguire misurazioni con termo anemometro nei punti più critici verificando le giunzioni, documentando le perdite nella loro estensione e posizione. Solo dopo aver eseguito queste indagini preliminari si procede alla scelta dei serramenti da sottoporre a verifica e alla realizzazione del Test A-Wert vero e proprio.

È bene ricordare infine che il Test A-Wert può essere eseguito non solo per ricercare problematiche, ma anche (e soprattutto) per verificare che le prestazioni testate in laboratorio vengano mantenute dopo la posa in opera (controllo della validità del progetto di posa o del lavoro dei posatori).

Una volta che si è riscontrato l'oggettivo problema di infiltrazione, ci fa qualche esempio pratico di come è possibile correggere l'errore di posa?

Se l'infiltrazione d'aria viene riscontrata nella fase di cantiere cioè durante l'esecuzione di un Test Blower Door eseguito con il metodo B (prova dell'involucro edilizio), allora quasi sempre si è ancora in tempo per porre rimedio agli errori di posa e a costi contenuti.

Se l'infiltrazione d'aria invece viene riscontrata quando l'edificio è finito, durante cioè l'esecuzione di un Test Blower Door eseguito con il metodo A (prova di un edificio in uso), allora potrebbe essere troppo tardi o praticamente impossibile correggere gli errori di posa a costi contenuti.

In linea generale se si è utilizzato un metodo di posa sbagliato correggere gli errori diventa quasi sempre difficile e molto spesso poco efficace, per questo motivo è di fondamentale importanza usare tecniche, metodologie e materiali in grado di garantire e mantenere inalterate nel tempo le caratteristiche prestazionali previste per il prodotto posato.

utilizzati per la classificazione del tipo di finestra esaminata, che a sua volta può essere comparata con i requisiti EnEV. Per questo motivo e soprattutto per ottenere questo tipo di analisi in modo agevole e ripetibile, la società Blower Door GmbH ha sviluppato il sistema, denominato "Test A-Wert", che consente di determinare la permeabilità all'aria dei vari componenti l'infisso. In questo modo è possibile, in modo rapido, effettuare i necessari interventi correttivi. È, infatti, da tenere in considerazione che una errata installazione o regolazione possono vanificare in tutto o in parte l'effetto finale di un ottimo serramento.

Come funziona

Il sistema è semplice ed utilizza in tutto e per tutto il meccanismo di generazione del salto pressorio e di acquisizione di pressione del Blower Door test tradizionale, con l'aggiunta di un foglio in materiale plastico dotato di foro calibrato e di alcune ulteriori sonde di pressione.

Una volta applicato al serramento il piccolo kit di analisi e attivato il ventilatore, al serramento si genererà un flusso di aria che verrà intercettato dal foro calibrato. In conseguenza di questo, tra l'interno e l'esterno del foglio in materiale plastico si genererà un salto di pressione differente rispetto a quello esistente all'esterno del foglio e proporzionale al reale flusso d'aria che si manifesterà tra i vari componenti del serramento.

Il foro di apertura definita permette di trasformare la misura del salto di pressione rilevato in un flusso. Il flusso rappresenta gli "errori" del serramento che stiamo esaminando. Il calcolo in grado di determinare la reale classe di permeabilità del serramento viene poi effettuato mediante un semplice foglio Excel appositamente strutturato.

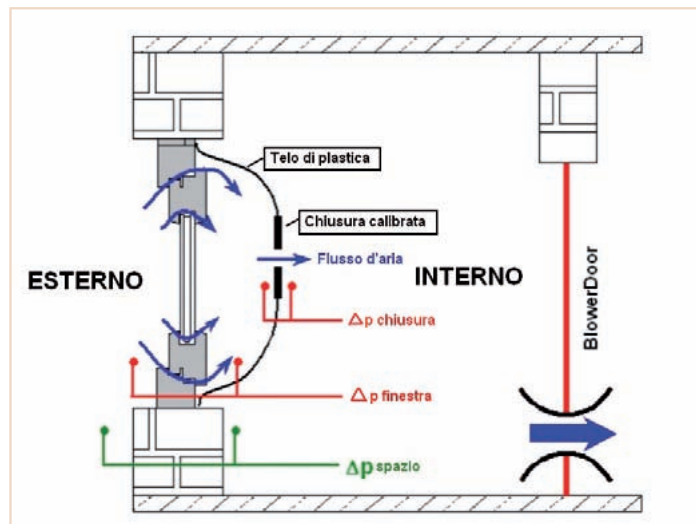
Principi

Per effettuare il test A-Wert si procede come per un normale Blower Door Test con l'installazione della ventola generatrice del salto di pressione sulla porta di ingresso o su di una finestra.

Viene però montato, sul serramento da esaminare, lo specifico foglio di nylon a tenuta ermetica. Su di esso è presente una apertura di ampiezza calibrata (il diaframma). Tutti gli altri serramenti saranno invece gestiti come per una normale prova, cioè normalmente chiusi. Non potendo fluire in modo libero come per tutti gli altri serramenti, a causa del foro di ridotta dimensione sul foglio in nylon, l'aria che trafiggerà dal serramento sotto analisi genererà un salto di pressione tra le due facce del telo che inizierà a gonfiarsi. Una volta stabilizzato si potrà misurare il differenziale di pressione (Δp della chiusura) e quindi calcolare la portata di aria che attraversa il foro calibrato. Questo però non è sufficiente per determinare il valore della permeabilità dell'infisso. Per questo è necessario aggiungere una ulteriore misurazione di un differenziale di pressione tra l'interno e l'esterno della finestra (Δp della finestra). I dati rilevati permetteranno il calcolo della classe di permeabilità all'aria del serramento dopo la posa in opera. Durante l'esecuzione della prova è importante che non venga superato un salto di pressione oltre gli 80 Pa per evitare problemi di stabilità dell'intero sistema di misura che potrebbero compromettere la sicurezza di cose e persone.

Verifiche di posa in cantiere

Per quanto riguarda la tenuta all'aria dei serramenti, è importante riferirsi alle norme tecniche in vigore, che sono la UNI EN 1026 per il metodo di prova e la UNI EN 12207 per la classificazione. In questa classificazione ci si riferisce alla superficie totale ($m^3/h \cdot m^2$) del serramento e alla lunghezza dei giunti apribili ($m^3/h \cdot m$). Se la classe di permeabilità



rappresenta un parametro importante, questa deve essere analizzata anche in rapporto alla posizione di montaggio del serramento all'interno della parte opaca dell'involucro. La presenza di un serramento installato in posizione inidonea, in accoppiamento ad errori di posa o di regolazione, può rendere totalmente inefficiente un serramento ad elevate prestazioni. In particolare non deve essere dimenticato che la distribuzione di temperatura nella parte opaca della spalletta che nel serramento, può essere visualizzata con linee isoterme ad aiutare l'analisi del comportamento del ponte termico associato alla discontinuità rappresentata dal serramento. La posizione e la forma delle isoterme dipende dalle prestazioni termiche del muro e del serramento. Quella più importante, che determina la miglior posizione di installazione del serramento, è quella dei 10°C: essa deve evitare brusche discontinuità tra muro, controtelaio e serramento, per evitare ponti termici non corretti ed il raggiungimento della temperatura di rugiada in alcuni punti e la conseguente formazione di

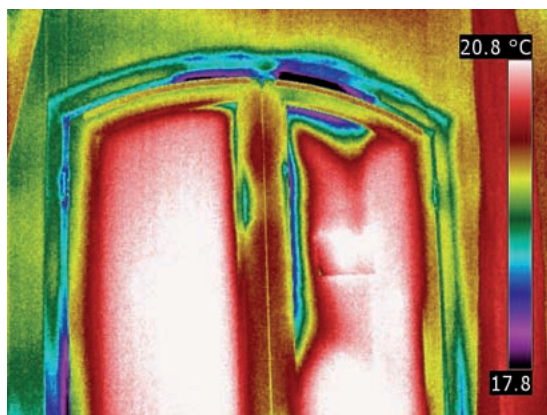
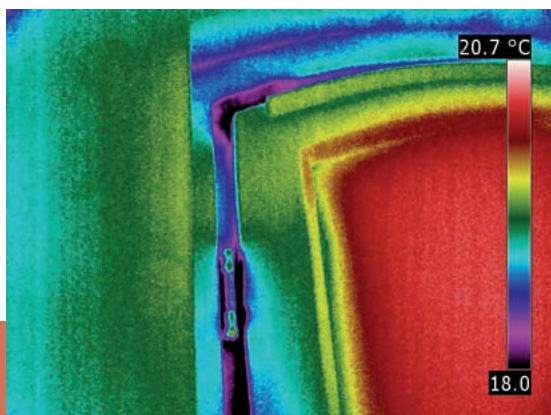


Principi per la determinazione della permeabilità all'aria di finestre e componenti.

AITI - Associazione Italia Termografia Infrarosso

È un'associazione no profit, nata con lo scopo di svolgere, promuovere, confrontare, diffondere e coordinare nel miglior modo ogni tipo di attività inerente la termografia, incluse tutte le attività a essa finalizzate sul tutto il territorio nazionale. Le attività svolte e tutto il materiale è consultabile sul sito: www.associazionetermografia.it





▲
 Infiltrazioni di aria negli angoli superiori tra telaio fisso e anta mobile nelle finestre e porte finestre dotate di apertura ad anta/ribalta.

Classi di tenuta all'aria secondo la UNI EN 12207

Classe di tenuta all'aria	Perdita massima d'aria a 100 Pa
1	50 m ³ /h·m ² oppure 12,5 m ³ /h·m
2	27 m ³ /h·m ² oppure 6,75 m ³ /h·m
3	9 m ³ /h·m ² oppure 2,25 m ³ /h·m
4	3 m ³ /h·m ² oppure 0,75 m ³ /h·m

condensa. Posizioni quali quelle a filo, siano esse a filo interno o esterno, presentano aspetti che vanno attentamente valutati. Nel caso di montaggio a filo interno del muro l'aumento dell'angolo di apertura del serramento, unico vantaggio di tale posizionamento, diventa critico nel caso di presenza di davanzale non tagliato termicamente e non sufficientemente isolante. Ancora di più lo è in caso di radiatori non correttamente installati che, non riscaldando per convezione il vetro, porterebbero a una situazione ancora più critica in presenza di infiltrazioni di aria. Il posizionamento a filo esterno porta, invece, maggiore esposizione del serramento alle intemperie e raggiungimento del punto di rugiada nel collegamento tra spalletta e telaio, dove passa l'isoterma a 10°C, questa situazione sarebbe quella otti-

male solo nel caso in cui ci fosse continuità con un isolamento esterno, come nel caso del sistema a "cappotto termico". In caso di infiltrazioni di aria tale situazione causa effetti limite, con problematiche a volte gravi di formazione di condense.

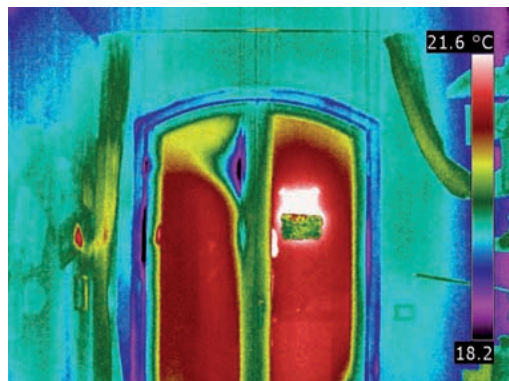
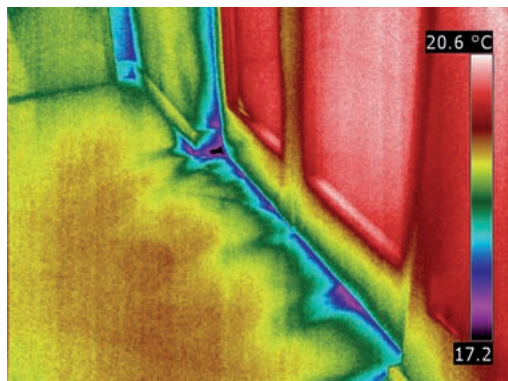
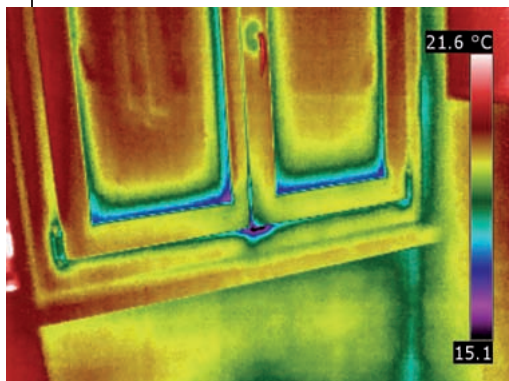
Casi tipici

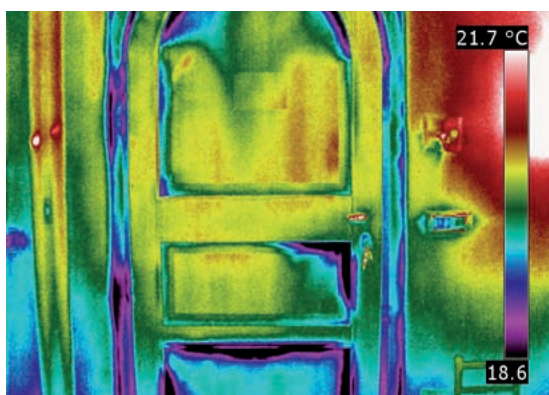
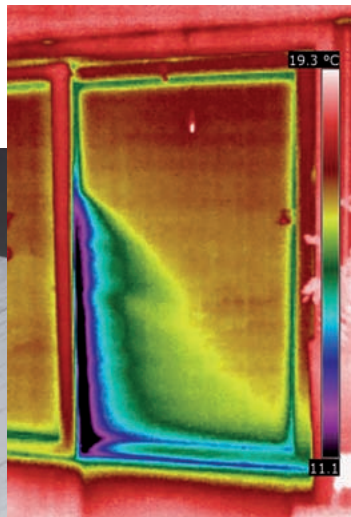
Nelle verifiche effettuate in cantiere si riscontrano varie problematiche che riguardano sia la posa che la costruzione del serramento stesso. Le casistiche più frequenti sono di seguito elencate:

Infiltrazioni di aria negli angoli superiori tra telaio fisso e anta mobile nelle finestre e porte finestre dotate di apertura ad anta/ribalta. In questo caso le infiltrazioni sono causate dallo stesso meccanismo che permette l'apertura a ribalta dell'anta. In parti-

colare si riscontrano per errori di montaggio o malfunzionamenti dovuti a registrazione non corretta del sistema. Infiltrazioni di aria lungo il perimetro fra il telaio fisso e l'anta mobile. In questo caso le infiltrazioni possono essere causate dai noddolini. Questi non assicurano una adeguata pressione sulle guarnizioni in battuta lungo il perimetro tra telaio e anta oppure nella parte centrale sulla battuta tra le ante stesse, possono non ostacolare l'infiltrazione. Infiltrazioni di aria tra telaio e davanzale inferiore. In questo caso le infiltrazioni sono causate dalla mancanza o errata posa di nastri (precompressi, butile, ecc.) e sigillanti (acrilici, siliconici, ecc.). Infiltrazioni di aria nelle porte finestre in corrispondenza della soglia. In alcuni casi le infiltrazioni sono causate dalla mancanza di tenuta tra le battute della soglia e le guarnizioni montate sulle ante mobili. Allo stesso modo può essere per la mancanza o errata posa di nastri (precompressi, butile, ecc.) e sigillanti (acrilici, siliconici, ecc.) tra soglia e pavimento. In altri casi le infiltrazioni sono dovute ai noddolini che non assicurano una adeguata pressione sulle guarnizioni in battuta lungo il perimetro tra telaio e anta. Altre volte sono le stesse ante ad essere incurvate. Infiltrazioni di aria nei portoncini d'ingresso in legno. In questo caso le infiltrazioni sono causate dalla mancanza di tenuta tra i vari elementi della porta. Infiltrazioni di aria tra anta e vetrocamera e tra vetrocamera e fermavetro. In questo caso le infiltrazioni sono causate dalla mancanza o errata posa di sigillanti (acrilici, siliconici, ecc.). Infiltrazioni di aria tra telaio e falso telaio. In questo caso le

▼
 Infiltrazioni di aria tra telaio e davanzale inferiore.





infiltrazioni sono causate dalla mancanza o errata posa di nastri (nastro precompresso impregnato autoespandente, ecc.) o schiume (schiuma elastica per serramenti) e sigillanti (acrilici, siliconici, ecc.). Infiltrazioni di aria tra falso telaio e muro. In questo caso le infiltrazioni sono causate dalla mancanza o errata posa di schiume (schiuma elastica per serramenti) e pellicole di tenuta interno/esterno o dalla posa di un controtelaio non idoneo.

Regola d'arte

È di fondamentale importanza quindi, per risolvere al meglio i punti critici e per ese-

guire una posa a perfetta regola d'arte, progettare la posa tenendo sempre ben presente i seguenti aspetti: In corrispondenza del giunto tra controtelaio e muro vanno garantiti impermeabilità al vapore, isolamento acustico ed elasticità. In corrispondenza del giunto tra controtelaio e telaio van-

no garantiti la sigillatura sia nella parte interna che in quella esterna, che è direttamente esposta agli agenti atmosferici ed alle variazioni climatiche. Nel caso della presenza di cassonetti per le tapparelle è opportuno prestare la massima attenzione al traverso superiore della finestra, sia a livello di fissaggio che di isolamento, poiché in questo punto non ci sono le condizioni di tenuta presenti negli altri tre lati. Per ottenere i migliori risultati è indispensabile inserire un controtelaio isolante su tutti i lati della finestra e quindi anche in corrispondenza del traverso sul lato inferiore del foro finestra. Il traverso deve essere sagomato per ottenere una efficace barriera contro

le infiltrazioni; le giunzioni devono essere sigillate con nastri precompressi di tenuta e pellicole. Ma, soprattutto, è di fondamentale importanza conoscere e distinguere, tra i vari prodotti presenti sul mercato, la differenza tra materiali sigillanti e materiali isolanti in quanto svolgono funzioni molto diverse tra loro: I materiali isolanti impediscono la trasmissione termica e acustica ed hanno solitamente una struttura rigida (fanno parte di questo gruppo per esempio le schiume poliuretatiche), I materiali sigillanti hanno la funzione di bloccare il passaggio dell'acqua e dell'aria. Questi materiali devono quindi avere una struttura elastica per assorbire i movimenti dei vari materiali (fanno parte di questo gruppo per esempio i nastri autoespandenti, le pellicole e i sigillanti fluidi).

Progettare la posa

Molto spesso però la progettazione della posa e la distinzione nell'uso dei materiali non viene eseguita e il risultato è quello che si è cercato di documentare in questo articolo attraverso le immagini termografiche e le misure di infiltrazione d'aria con il termo anemometro. Se, quindi, il risparmio e l'efficienza energetici passano anche attraverso la sostituzione dei serramenti esistenti con altri ad elevate prestazioni, tutto quanto descritto in questo articolo risulta importante per non vanificare gli sforzi fatti. Il sistema di misura A-Wert, abbinato al Blower Door Test, è il miglior modo per verificare, garantire e certificare che tutto sia eseguito a perfetta regola d'arte puntando sempre alla massima efficienza dell'intero "sistema finestra". La termografia applicata al sistema di misura A-Wert è, invece, la principale tecnica di supporto per l'occhio dell'esperto che sarà chiamato ad utilizzare il sistema di misura e a certificare o contestare il lavoro sottoposto a verifica. Per il cliente tutto questo rappresenta una sicurezza piuttosto che un costo, che gli garantirà l'efficacia nel tempo dell'investimento sostenuto. ♦



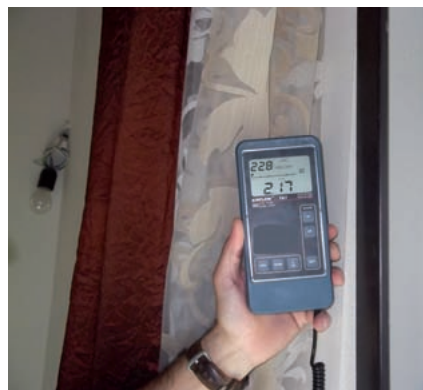
Infiltrazioni di aria nelle porte finestre in corrispondenza della soglia.



Infiltrazioni di aria in un porta finestra dotata di alzante scorrevole.



Infiltrazioni di aria nei portoncini d'ingresso in legno.



Infiltrazioni di aria tra anta e vetrocamera e tra vetrocamera e fermavetro.



Infiltrazioni di aria tra telaio e falso telaio.