

GUIDA ALL'USO DELL'INFRAROSSO NEL MERCATO DELLE COSTRUZIONI

Guida informativa dedicata all'uso dell'infrarosso nel mercato delle costruzioni

Introduzione

Fin dagli anni '70, si è presa coscienza di quanto l'energia sia preziosa e limitata.

Il settore edile rappresenta il 40% della domanda di energia in Europa e concentra in un'unico ambito il maggior potenziale di efficienza energetica. Alla luce di questi dati, la Commissione Europea ha stilato una direttiva per la regolamentazione delle caratteristiche energetiche degli edifici, sulla base della quale sono state emanate numerose leggi nazionali.

Migliaia sono le aziende europee già interessate da queste norme ed in molti Paesi dell'UE è diventato obbligatorio il cosiddetto Attestato di Certificazione Energetica (EPC, Energy Performance Certificate) relativo ai nuovi edifici e alla ristrutturazione di grandi cubature.

Questa direttiva, insieme ad una serie di norme ed incentivi finanziari previsti ed attivati in molti Paesi, si rifletterà in un aumento della domanda ad utilizzare i test di Ermeticità all'Aria ed altri metodi di analisi dell'efficienza energetica.

In una prospettiva ancora più ampia, è molto probabile che le direttive UE per il risparmio energetico negli edifici diventeranno ancora più severe; basti citare l'attuale dibattito sull'opportunità di elevare a standard europeo la tecnologia di Casa Passiva. Tutto ciò avrà un impatto enorme sul lavoro di molti professionisti nel settore dell'edilizia.

L'uso di una termocamera ad infrarossi, da sola o abbinata ad altri metodi quali ad esempio il "Blower Door", accelera notevolmente il processo di analisi. L'infrarosso individua con precisione dove si trovano le perdite energetiche, senza dover ricorrere all'uso di test distruttivi.

La termografia è uno strumento eccellente per mappare le perdite energetiche di un edificio. Il metodo è veloce e le immagini IR, con i report IR prodotti dalla termocamera, costituiscono un'argomentazione precisa e convincente.

Questo piccolo manuale rappresenta una guida dettagliata per le ispezioni termografiche degli edifici. Ci sono infatti molti dettagli da considerare quando si effettua un'analisi termografica. Oltre a sapere come funziona una termocamera e come acquisire le immagini, è importante conoscere la fisica di un edificio e come è costruito. Questi sono tutti aspetti da tenere in considerazione per poter capire, interpretare e giudicare correttamente le immagini ad infrarossi.

In queste pagine non è possibile trattare tutti i principi, i concetti e i vari usi dei sistemi di analisi in applicazioni edili; per ovviare a tale mancanza sono però disponibili dei corsi di formazione presso l'ITC (Infrared Training Centre), studiati espressamente per questo settore.

La guida presenta:

- L'uso dell'infrarosso applicato al mercato delle costruzioni
- Modalità di funzionamento della termocamera ad infrarossi e fattori da considerare quando si acquista una termocamera
- Fattori da considerare in fase di acquisizione delle immagini
- Software per la creazione di report professionali
- Esempi di applicazioni personalizzate sul campo

1. Termocamera ad infrarossi e principi di funzionamento

Una termocamera ad infrarossi non vede le temperature; registra semplicemente l'intensità della radiazione nell'area dell'infrarosso che non è visibile a occhio nudo.

La termocamera converte la radiazione nello spettro dell'infrarosso in un'immagine visibile che viene presentata in scala di grigi o con diverse tavolozze per semplificarne la lettura. Mentre l'occhio umano è in grado di vedere la radiazione nello spettro elettromagnetico entro 0,4 - 0,7 μm , l'area dell'infrarosso va da 0,9 a 14 μm . Le termocamere usate per le ispezioni edili lavorano nel campo da 8 a 14 μm .

Tra la radiazione elettromagnetica e la temperatura esiste una relazione, che è espressa nella legge di Stephan-Boltzmann:

$$W = \sigma \cdot T^4$$

W = Intensità della radiazione

σ = Costante di Stephan-Boltzmann = $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$

T = Temperatura misurata in gradi Kelvin.

Con l'aiuto di questa formula, la termocamera non solo vede la radiazione da una superficie ma è anche in grado di calcolare la temperatura su di essa.

Per semplificare la comprensione delle immagini termografiche delle superfici, è possibile presentare una foto digitale assieme all'immagine ad infrarossi. Ciò mostra all'utente esattamente dove è stata presa l'immagine IR e cosa è in grado di vedere. L'infrarosso è uno strumento perfetto per la diagnosi degli edifici.

2

2. Termografia agli infrarossi per il mercato delle costruzioni

L'ispezione ad infrarossi (IR) rappresenta un potente mezzo non invasivo per monitorare e diagnosticare le condizioni degli edifici. Una termocamera IR può identificare i problemi fin dalle prime fasi, permettendo di documentarli e correggerli prima che si aggravino e che la loro riparazione diventi più costosa.

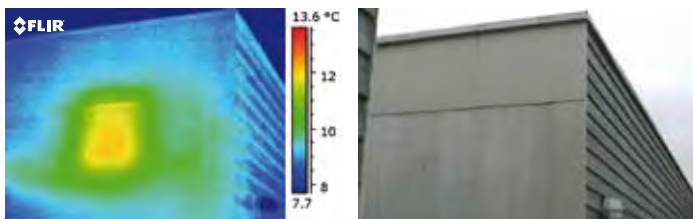
Un'ispezione termografica applicata alla diagnosi degli edifici aiuta a:

- Visualizzare le perdite energetiche
- Rilevare carenze o difetti di isolamento
- Identificare la fonte delle perdite d'aria
- Trovare l'umidità nell'isolamento, nel tetto e nei muri, sia interni che esterni
- Individuare la muffa e le aree con un cattivo isolamento
- Individuare i ponti termici
- Individuare le perdite nei tetti piani
- Rilevare le rotture nei tubi dell'acqua calda
- Rilevare difetti di costruzione
- Individuare i guasti nel sistema di riscaldamento radiante a pavimento
- Monitorare il processo di asciugatura degli edifici
- Individuare i guasti elettrici
- Trovare i guasti nella linea di alimentazione e nel teleriscaldamento
- E molto, molto altro ancora!

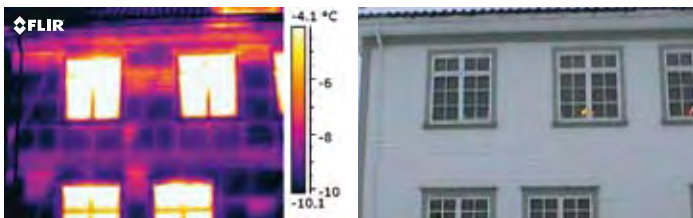
Interpretazione delle Immagini per le Applicazioni Edili

Individuazione di cattivo isolamento e perdite d'aria

La termografia all'infrarosso (imaging termico) è uno strumento eccellente per individuare i difetti di un edificio quali la mancanza di isolamento, la delaminazione del rinforzo, i problemi di condensa e le perdite energetiche. Aiuta inoltre a valutare l'isolamento danneggiato e l'umidità intrappolata nei tetti piani.

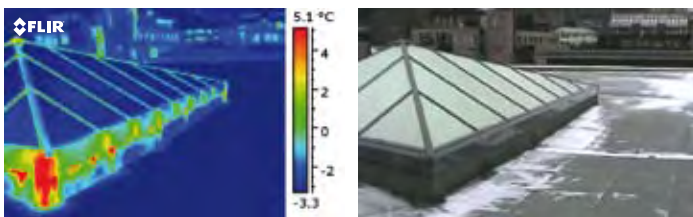


Questo edificio è più caldo all'interno. Si tratta di una costruzione a strati: cemento, isolamento, cemento. Manca una sezione di isolamento ma non è possibile scorgerlo visivamente né dall'interno né dall'esterno. Qui l'infrarosso può vedere ciò che l'occhio umano non riesce a scorgere.



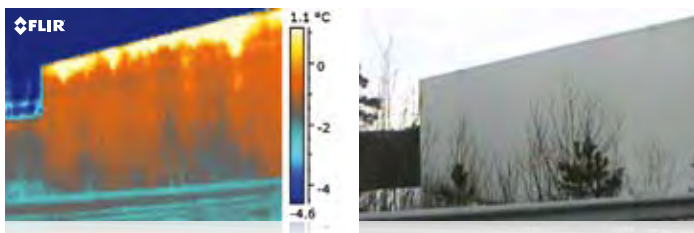
Costruzione strutturale. In molte sezioni manca l'isolamento, come è indicato dai colori più caldi.

Gli edifici più grandi che ospitano degli uffici spesso hanno un atrio in mezzo che di frequente è dotato di un punto di ristoro e di un tetto in vetro per lasciare filtrare la luce.



Tetto in vetro sopra un atrio. È impermeabile all'acqua ma non all'aria. L'aria calda esce a causa della sovrappressione ed entra aria fredda al piano dove è situato il punto di ristoro. La soluzione consiste nell'impermeabilizzazione all'aria del tetto in vetro.

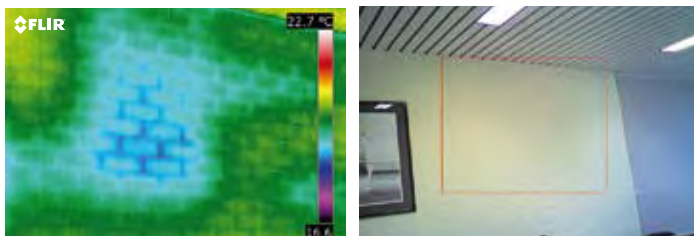
I grandi depositi con muri e tetti prefabbricati ben isolati possono accusare perdite energetiche nei punti di giunzione di queste parti.



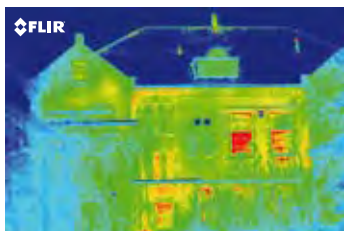
Un deposito con una marcata fuoriuscita di aria calda tra i muri e il tetto. Queste giunzioni devono essere migliorate per arrestare la forte perdita energetica.

Difetti di isolamento

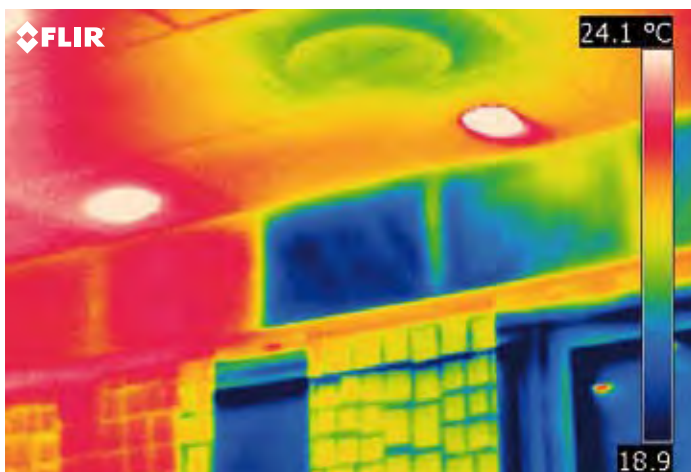
Lo spessore tipico dell'isolamento varia da paese a paese. Nei climi freddi, l'isolamento solitamente è spesso, mentre nei paesi con climi più temperati è inferiore o addirittura assente. D'altra parte, nei climi più caldi spesso si usa il raffrescamento interno, che richiede solitamente un isolamento di una certa consistenza per evitare perdite energetiche. Quando si utilizza una termocamera IR, la regola empirica vuole che ci sia una differenza di almeno 10°C fra la temperatura esterna e quella interna, in modo tale che sia facile individuare i modelli sulle facciate dei muri. Se si impiega una termocamera con una risoluzione e una sensibilità termica maggiori, la differenza di temperatura può essere più contenuta.



Mancanza di isolamento in parti del muro



Ispezione termica dal di fuori, le aree rosse indicano un isolamento scarso o mancante

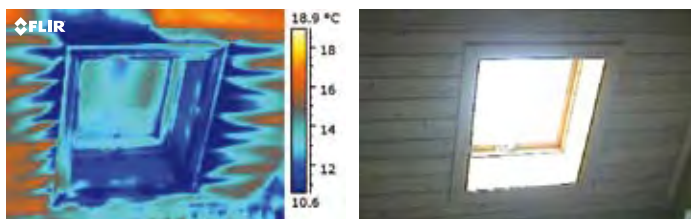


L'immagine ad infrarossi mostra chiaramente un isolamento insufficiente nel muro sopra la finestra

Rilevamento di perdite d'aria

Non è insolito trovare delle perdite d'aria nell'involucro di un edificio. Una perdita d'aria aumenta i consumi energetici e spesso causa problemi con il sistema di ventilazione e la formazione di condensa nella costruzione, il che pregiudica la climatizzazione interna. Il 90% delle perdite d'aria è causato da un difetto nell'involucro di isolamento.

Per rilevare le perdite d'aria con una termocamera ad infrarossi, è necessario che vi sia una differenza di temperatura e di pressione sulla costruzione. L'aria, in sé, non è visibile. Con una termocamera ad infrarossi, tuttavia, è possibile rilevare i modelli caratteristici che si creano quando entra aria fredda da una fessura: corre lungo una superficie e la raffredda. L'ispezione ad infrarossi dovrebbe sempre essere condotta sul luogo della costruzione con una pressione negativa.



L'immagine mostra le perdite d'aria tra il soffitto e la finestra, prese con una pressione negativa all'interno.

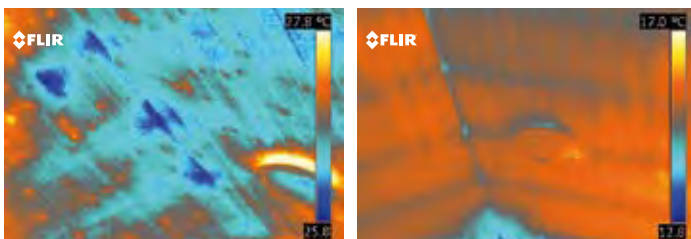
Rilevamento di umidità

I danni causati dall'umidità sono la forma più comune di deterioramento di una casa. Le perdite d'aria possono causare la formazione di condensa all'interno dei muri, nei pavimenti o nei soffitti. Un isolamento umido richiede molto tempo per asciugarsi e diventa il luogo privilegiato per la crescita di muffe e funghi. La scansione con una termocamera ad infrarossi è in grado di individuare l'umidità che crea un ambiente favorevole alle muffe; punti che l'occhio umano potrebbe non vedere mai. L'olfatto potrebbe segnalarne la presenza ma non fornire indicazioni su dove si stia formando. Un'ispezione termografica determinerà dove si trovano le aree intrinsecamente umide che favoriscono la crescita di muffe potenzialmente dannose e che provocano problemi di salute.



Infiltrazioni di umidità nel pavimento, invisibili ad occhio nudo, sono chiaramente identificabili mediante l'infrarosso.

L'umidità può essere difficile da individuare e il trucco sta nel cambiare la temperatura dell'edificio. I materiali con umidità tendono a essere chiaramente visibili poiché cambiano temperatura molto più lentamente dei materiali asciutti. Contrariamente agli altri metodi che misurano la temperatura solo in un punto, l'infrarosso copre in un attimo superfici enormi.



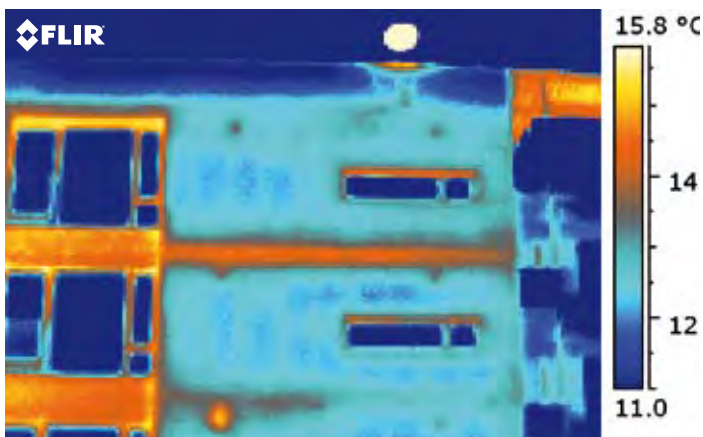
Immagini ad infrarossi relative allo stesso soffitto. Nell'immagine a sinistra la temperatura della stanza è stata modificata dal riscaldamento e ciò rende chiaramente visibile la presenza di umidità.

Ponti termici

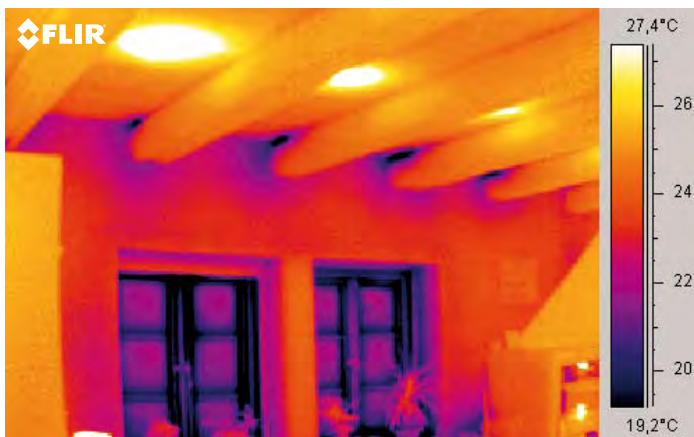
Un ponte termico è un'area con un isolamento minore dovuto alla costruzione, ad esempio dispositivi di fissaggio metallici, travi, lastre o colonne in cemento. Il calore corre lungo il percorso più facile che porta dallo spazio riscaldato verso l'esterno - il percorso con la resistenza minore. Molto spesso il calore "prende la scorciatoia" attraversando un elemento che ha una conduttività molto maggiore di quella del materiale circostante: questo fenomeno può essere descritto come ponte termico.

Effetti tipici dei ponti termici:

- Temperature delle superfici interne diminuite; nei casi peggiori ciò può portare a problemi di condensa, specie negli angoli.
- Perdite di calore molto maggiori.
- Aree fredde negli edifici.



L'immagine mostra un ponte termico in uno dei piani.

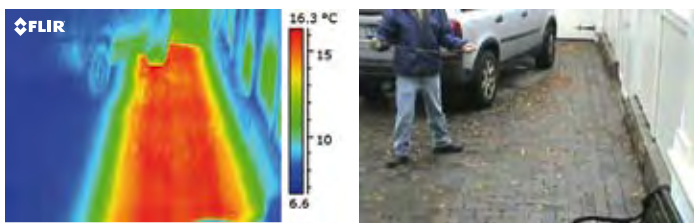


Qui, il ponte è tra le travi del tetto e il muro adiacente.

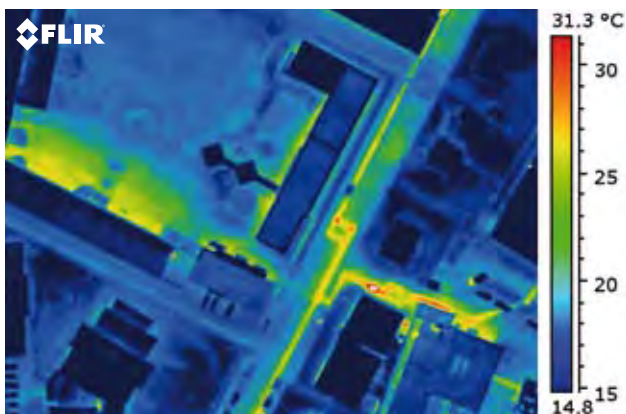
Linee di alimentazione e teleriscaldamento

Nei climi freddi, si usa riscaldare marciapiedi e corridoi. Questa pratica è comune anche con il teleriscaldamento, un sistema per distribuire il calore generato in un sito centralizzato per soddisfare le richieste di riscaldamento residenziali e commerciali.

Un'ispezione termografica è in grado di rilevare facilmente qualsiasi difetto dei sistemi di riscaldamento sotto il livello del suolo. Con una termocamera ad infrarossi, le linee dei tubi di riscaldamento sono visibili anche se il terreno è coperto di neve.



Marciapiede riscaldato, ma funzionante solo in parte.



Una foto aerea ad infrarossi ha identificato perdite o difetti di isolamento nel sistema di teleriscaldamento

Individuazione di perdite nei tetti

Se si riesce a riparare le aree umide di un tetto, invece di rifarlo tutto, i risparmi sono ovviamente ingenti.

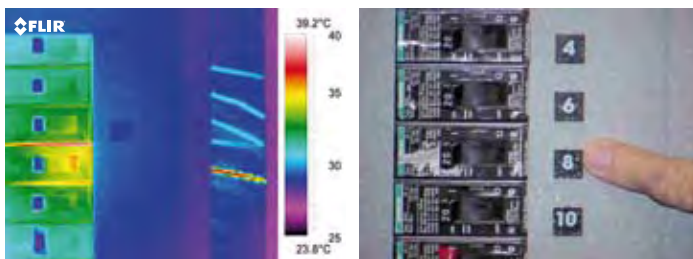
Utilizzando il sole come fonte di riscaldamento, con una termocamera ad infrarossi è possibile individuare le parti di isolamento umide nei tetti. Durante il giorno, il sole riscalda il tetto. Di notte, il tetto si raffredda di nuovo, ma molto più lentamente nei punti in cui l'isolamento è umido. Quest'area è chiaramente visibile e viene indicata come più calda in un'immagine ad infrarossi.



Gli edifici con i tetti di colore giallo mostrano che c'è un problema di umidità o di isolamento.

Guasti elettrici

Uno dei problemi più comuni degli edifici è rappresentato dai guasti elettrici.

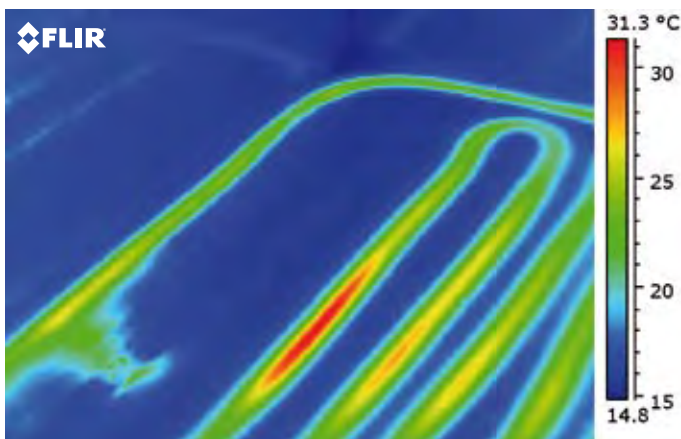


Uno dei fusibili è surriscaldato e rappresenta un potenziale rischio di incendio.

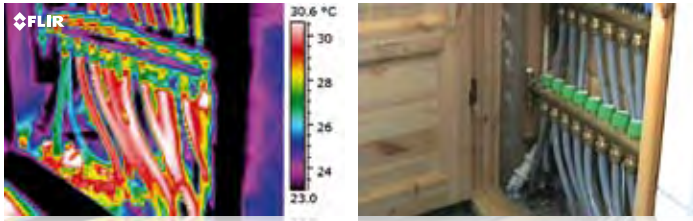
La maggior parte delle volte, questi problemi elettrici non sono visibili all'occhio umano, ma una termocamera ad infrarossi li evidenzia istantaneamente su un'immagine termica. È possibile effettuare scansioni di quadri elettrici e componenti ed ispezionare gruppi di cavi e collegamenti per avere una visione immediata dei potenziali problemi. L'inconveniente può essere individuato e riparato prima che insorgano dei problemi reali! Tra i componenti elettrici più comuni nel mercato delle costruzioni ci sono i fusibili, i pannelli elettrici e gli impianti di illuminazione.

Individuazione di perdite nel riscaldamento a pavimento

L'infrarosso è uno strumento semplice da utilizzare per individuare e controllare se vi sono perdite nelle tubature, anche quando sono interrati nel pavimento o sotto l'intonaco. Il calore dei tubi si irradia attraverso la superficie ed il sistema di riscaldamento può essere facilmente analizzato con una termocamera ad infrarossi.



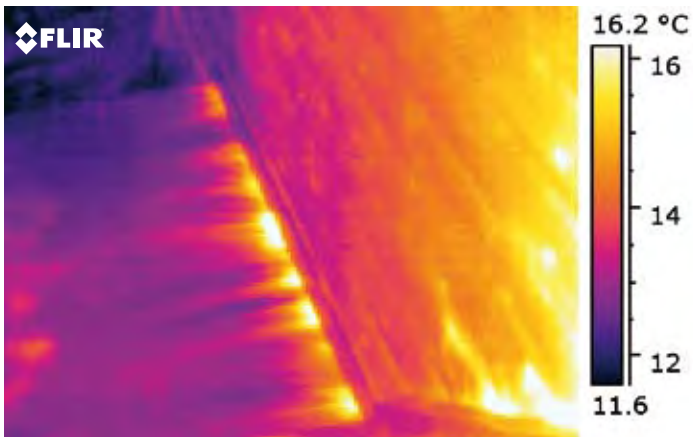
L'immagine sopra mostra una perdita d'acqua da un tubo dell'acqua calda nel riscaldamento a pavimento.



Distribuzione dell'acqua calda.

Odori

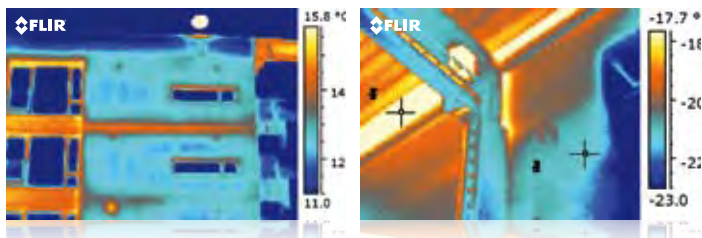
L'infrarosso si è rivelato utile per individuare le perdite tra le case che causano non solo un cattivo isolamento acustico ma anche il passaggio di odori spiacevoli, ad esempio il fumo di sigarette. Usando la pressione negativa assieme ad una differenza di temperatura è facile rilevare le perdite.



Aria calda che entra nel battiscopa proveniente dalla porta del vicino.

Impianto frigorifero

Gli impianti frigoriferi e le celle frigorifere hanno rigorosi requisiti di isolamento e tenuta stagna. La normale temperatura interna di un impianto frigorifero va da -23 °C a -25 °C . La carenza di isolamento e la presenza di perdite causano la formazione di condensa e ghiaccio nella costruzione, aumentando il fabbisogno energetico. Il ghiaccio, con il tempo, può essere fonte di danni alla costruzione.



L'immagine a sinistra mostra perdite d'aria nel collegamento tra il muro e il tetto, con una conseguente marcata differenza di temperatura. L'immagine a destra mostra un ponte freddo tra il muro e il tetto.

Pianificazione della riqualificazione urbana e controllo qualità

La tecnologia all'infrarosso è utilizzata durante la pianificazione della riqualificazione urbana ma anche per il controllo qualità e l'ispezione dei nuovi edifici.

Durante la fase di asciugatura di una costruzione, le immagini ad infrarossi consentono di determinare come procede l'asciugatura così da poter prendere le misure necessarie per accelerare il processo.

Se si riesce ad accelerarlo e a dimostrare, con l'aiuto di una termocamera ad infrarossi, che la costruzione è totalmente asciutta, la si può consegnare al cliente in tempi più rapidi.

Ristrutturazioni edili

La termografia all'infrarosso fornisce informazioni preziose durante la ristrutturazione di edifici e monumenti. Le strutture, nascoste sotto l'intonaco minerale, diventano chiaramente visibili in un'immagine ad infrarossi ed è così possibile decidere se è utile esporle. Inoltre, è possibile individuare molto tempestivamente il distacco dell'intonaco dai muri e prendere le necessarie misure di conservazione.

3

3. Fisica degli edifici

Per interpretare correttamente le immagini ad infrarossi, è anche necessario conoscere in che modo i diversi materiali e le diverse strutture influenzano i valori della temperatura sulla superficie. Ecco alcuni dei fattori più importanti che influiscono sul modello e sulla temperatura superficiale:

1. Tipo di materiali usati nella costruzione

Alcuni materiali, ad esempio il cemento, sono termicamente lenti, ovvero cambiano temperatura molto lentamente. Altri, come la maggior parte dei metalli, la cambiano invece rapidamente. Per interpretare i risultati in modo corretto, l'operatore termografico deve sapere se, prima dell'ispezione, si sono avuti forti sbalzi di temperatura all'interno o all'esterno poiché questo fenomeno può influenzare i risultati.

2. Tipologia della costruzione

Un muro esterno può essere costruito con un'intercapedine d'aria tra il rivestimento esterno e il resto della costruzione. Questo tipo di realizzazione non si presta per un controllo dall'esterno. Qualsiasi struttura presente nella costruzione del muro diventa più fredda, vista dall'interno (a condizione che all'interno sia più caldo). Dal lato freddo si verifica la situazione opposta. Si tratta di modelli caratteristici previsti e non c'è nulla di sbagliato.



Immagine IR presa dall'interno. Si vedono la struttura e le viti inserite nei suoi pannelli di rivestimento. L'angolo è chiaramente più freddo; si tratta del cosiddetto effetto angolo, ma non c'è nulla di sbagliato.

3. Temperature interne ed esterne

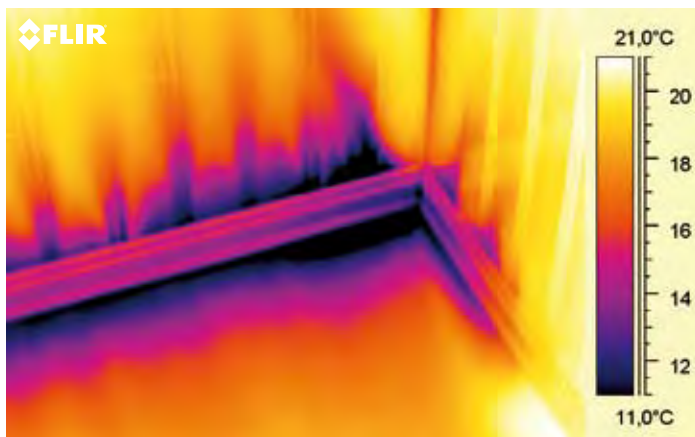
Un isolamento mancante, danneggiato o non funzionante risulterà evidente in un'immagine termica quando tra i due lati del muro vi è una differenza stabile della temperatura di almeno 10°C. Spesso è possibile lavorare anche in presenza di una differenza inferiore; ciò dipende dalla capacitanza termica dei materiali edili. L'ispezione viene solitamente effettuata sia dentro che fuori. I risultati migliori spesso si ottengono dall'interno perché vi sono minori influenze, ma per una comprensione generale migliore dell'edificio si consiglia un sopralluogo termico complementare dall'esterno.

L'utente deve conoscere la temperatura interna ed esterna e sapere se nelle ultime 24 ore vi sono stati forti sbalzi di temperatura.

4. La differenza di pressione sulla costruzione mette in luce le perdite d'aria

Differenze di pressione sulla costruzione fanno scorrere l'aria da un lato all'altro, se nella costruzione vi è una perdita. In presenza di una differenza marcata la velocità sarà elevata, mentre se non vi è alcuna differenza di pressione l'aria non passa attraverso la perdita e la costruzione risulta impermeabile.

La termocamera ad infrarossi non vede l'aria vera e propria ma mostra le aree che sono state raffreddate dal flusso d'aria. Nell'immagine è riportato il modello caratteristico (come si può vedere nel seguente esempio), in base al quale si possono trarre le conclusioni.



L'immagine mostra perdite d'aria nel battiscopa.

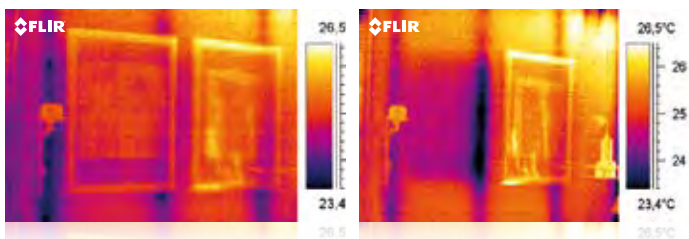
5. Influenza sull'esterno

Il sole e l'ombra potrebbero produrre modelli molto speciali su una superficie, visibili molte ore dopo che è terminato l'irraggiamento solare. Il numero delle ore dipenderà dai materiali della costruzione. Tali modelli non sono però da confondere con i modelli generati dallo scambio termico nella costruzione ispezionata. Ad esempio, i mattoni cambiano temperatura molto più lentamente del legno. Il vento ha un effetto indefinito e comporta differenze di temperatura sulla superficie inferiori rispetto a quanto avviene in assenza di vento.

Le precipitazioni rendono una superficie umida e la raffreddano. Quando si asciuga, si produce un'evaporazione che, a sua volta, raffredda la superficie. Ovviamente ciò può produrre un modello fuorviante e tale aspetto deve essere tenuto in considerazione.

6. Influenza sull'interno

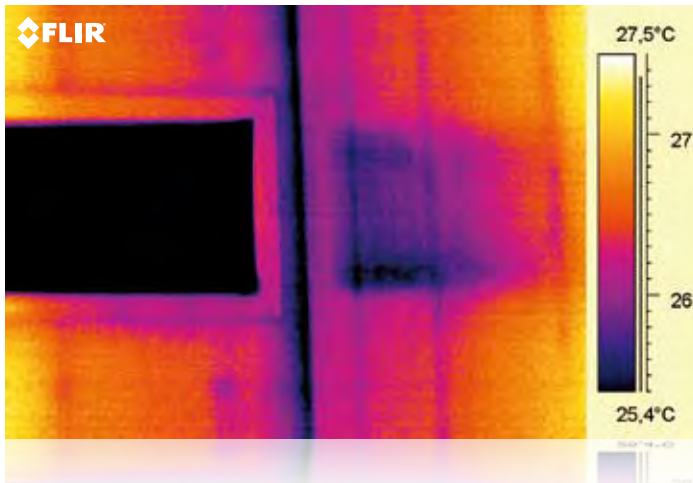
Un radiatore riscalda la superficie circostante. L'aria di ventilazione potrebbe colpire una superficie e riscaldarla, o raffreddarla localmente. Scaffali, armadi e quadri appesi al muro hanno un effetto isolante. Se li si rimuove dal muro, sotto è visibile un modello più freddo.



Queste due immagini sono state prese sullo stesso muro. La temperatura esterna è più fredda di quella interna. L'immagine a destra mostra cosa può accadere quando si toglie un quadro dal muro. La temperatura è più fredda dietro il quadro e, dato che le dimensioni del quadro sono identiche a quelle tra due montanti nel muro, sembra che nel muro manchi dell'isolamento. L'esempio mostra che è importante rimuovere gli oggetti dal muro almeno 6 ore prima di un'ispezione ad infrarossi.

7. Riflessi dall'ambiente circostante

Quando si eseguono scansioni di soggetti riflettenti, ricordarsi di cambiare l'angolo per eliminare i riflessi sull'immagine. Il riflesso potrebbe provenire dal calore del corpo dell'operatore o da una qualche altra fonte di calore nell'area, da un macchinario, una lampadina o un trasformatore. I riflessi daranno dati errati nell'immagine termica e se non vengono interpretati correttamente, condurranno ad errori di valutazione.



L'immagine mostra i riflessi su un muro interno (a destra) provenienti dalla finestra a sinistra.

4

4. La soluzione migliore

Fondamentalmente, per trovare la combinazione ottimale di termocamera, software e formazione, è importante valutare cinque requisiti basilari:

- 1) Risoluzione della termocamera
- 2) Sensibilità della termocamera
- 3) Funzionalità supplementari della termocamera
- 4) Requisiti dei softwares
- 5) Esigenze di formazione

1. Risoluzione della termocamera

Le termocamere professionali normalmente offrono una risoluzione tra 320 x 240 pixels e 640 x 480 pixels. La capacità di risoluzione delle immagini IR di 640 x 480 pixels sta diventando oggi un requisito standard sempre più richiesto dagli operatori termografici professionisti per diverse ragioni, tra cui:

A: Una risoluzione maggiore offre una migliore precisione della temperatura e vede, a distanza, anche i più piccoli dettagli

Una termocamera con capacità di risoluzione IR di 640 x 480 pixels ha 307.200 punti di misurazione in una sola immagine, un valore quattro volte superiore a quello di una termocamera con 320 x 240 pixels e 76.800 punti di misurazione. Una risoluzione più elevata non solo migliora la precisione della misurazione ma anche, fortemente, la qualità dell'immagine.

Il maggior numero di pixels darà un'immagine più nitida in cui i piccoli dettagli risaltano chiaramente; inoltre le misurazioni della temperatura saranno molto più accurate. Ciò sarà ovviamente molto importante per individuare esattamente i punti caldi e valutare l'urgenza/gravità del problema. Un'immagine, nitida e ben definita, ha più valore e aumenta la credibilità degli operatori. È più facile da interpretare e da comprendere e semplifica l'identificazione dell'oggetto ispezionato.



Immagine con capacità di risoluzione IR di 640 x 480 pixels



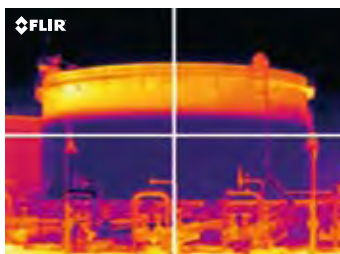
Immagine con capacità di risoluzione IR di 140 x 140 pixels

B: Una risoluzione maggiore riduce il numero di immagini richieste

Una termocamera con una risoluzione maggiore permette di coprire un oggetto di grandi dimensioni con un'unica immagine. Con una risoluzione inferiore, sono richieste più immagini per coprire la stessa area con lo stesso livello di dettagli. Con una termocamera con capacità di risoluzione delle immagini IR di 640 x 480 pixels, provvista di una lente da 45°, è possibile ispezionare una superficie murale di circa 4m x 3m a 5 metri di distanza con una sola immagine. Per ispezionare la stessa superficie con una termocamera con risoluzione IR di 320 x 240 pixels, dotata sempre di lente da 45°, sono richieste quattro immagini a metà distanza. L'impiego di una termocamera da 640 x 480 pixels comporta un notevole incremento dell'efficienza per il minor numero di immagini da acquisire non solo sul campo ma anche durante la fase di documentazione.



640 x 480 pixels
È sufficiente una sola immagine IR

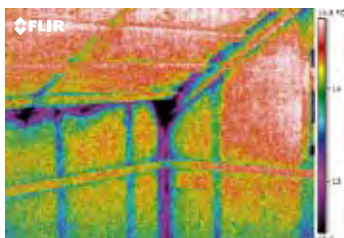


320 x 240 pixels
Sono richieste quattro immagini IR prese alla metà della distanza

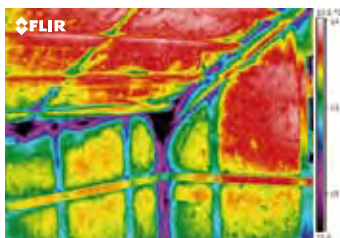
2. Sensibilità termica

Un'elevata sensibilità della termocamera è particolarmente importante per applicazioni edili in cui le differenze di temperatura sono in genere minori. È necessaria per acquisire immagini più dettagliate e migliorare le diagnosi svolte per gli interventi successivi.

Migliore è la sensibilità, migliore sarà la capacità della termocamera di catturare i più piccoli dettagli di un'immagine anche in presenza di differenze di temperatura poco marcate.



Sensibilità 65 mK



Sensibilità 45 mK

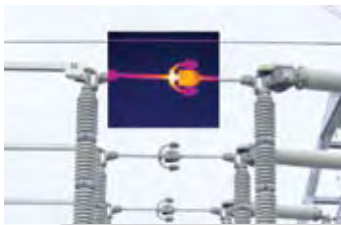
Sopra sono riportate le differenze nelle immagini IR prese dall'esterno di una casa, con una diversa sensibilità della termocamera.

Le termocamere meno avanzate hanno una risoluzione inferiore ed in genere vanno da 80 x 80 pixels a 320 x 240 pixels. Danno buone informazioni quando si eseguono ispezioni meno sofisticate e sono ottime come strumento portatile. Sono compatte, facili da utilizzare, producono immagini di buona qualità e permettono di misurare la temperatura e memorizzare le immagini.

3. Funzionalità supplementari aggiunte alla termocamera

Come regola empirica, più una termocamera ad infrarossi è avanzata, maggiori sono le funzioni speciali di cui è corredata. I modelli meno avanzati hanno un numero limitato di funzioni extra, ritenute adeguate per le esigenze di una data tipologia di utenti.

Quasi tutte le termocamere professionali, e anche alcuni modelli meno avanzati, hanno una fotocamera digitale incorporata. Le termocamere professionali sono dotate anche di una funzionalità FLIR Thermal Fusion e FLIR Picture-in-Picture che unisce le immagini visive e quelle ad infrarossi per consentire un'analisi migliore e creare report più dettagliati.



La funzione FLIR Picture-in-Picture fornisce una chiara immagine di quest'impianto ad alta tensione.



Immagine visiva



Immagine termica

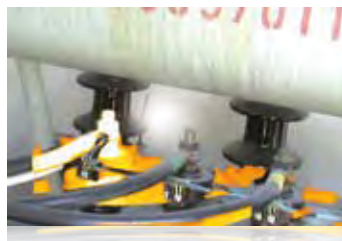


Immagine FLIR Thermal Fusion

Alcuni dei modelli di termocamere più avanzati hanno funzioni quali il Sistema GPS integrato per contrassegnare l'immagine ad infrarossi con la sua posizione geografica e il mirino inclinabile, necessario per l'uso in ambienti esterni poiché mostra un'immagine estremamente nitida senza che la luce ambiente e i riflessi la influenzino.

Per chi lavora spesso all'esterno, sul campo, è comodo avere una termocamera multifunzione. Significa doversi portare con sé meno apparecchiature ed essere quindi più efficienti.

Allarme umidità relativa ed allarme isolamento

Le termocamere professionali integrano funzioni di allarme specifiche per il mercato delle costruzioni che sono particolarmente utili nelle applicazioni edili: allarme umidità relativa ed allarme isolamento. L'allarme umidità relativa segnala le aree in cui vi è il rischio di condensa. Nell'immagine seguente, l'area a rischio è indicata in blu.



L'immagine mostra i riflessi su un muro interno (a destra) provenienti dalla finestra a sinistra.

L'allarme isolamento mostra dove si trovano le aree al di sotto o al di sopra della temperatura impostata, segnalandole con un colore diverso. Nell'immagine seguente la temperatura è impostata su 17,5 °C e tutte le aree con una temperatura inferiore sono indicate chiaramente in verde.



Ottiche intercambiabili

Le termocamere ad infrarossi più avanzate sono dotate di lenti intercambiabili per un campo visivo più ampio.

Creazione di reports

La possibilità di presentare i risultati di un'ispezione ad infrarossi è una parte importante di questo lavoro. Tutte le termocamere ad infrarossi FLIR sono dotate di un software di semplice reportistica, FLIR QuickReport, che semplifica il trattamento successivo delle immagini e consente di inserirle tutte in un modello di report preconfezionato.

Le termocamere altamente professionali sono dotate di un maggior numero di funzioni che migliorano ulteriormente la creazione e l'efficienza dei reports quando si lavora sul campo. La maggior parte di queste termocamere offre la possibilità di inserire commenti vocali ed annotazioni di testo, sia direttamente sia tramite un PDA come parte dell'immagine. Le immagini ad infrarossi e quelle nel visibile vengono associate e presentate automaticamente affiancate all'interno di un report.

I report efficienti rivestono una grande importanza e le termocamere multifunzione con una risoluzione e sensibilità del rilevatore maggiori sono importanti per produrre immagini e risultati della temperatura della migliore qualità.

4. Requisiti del Software FLIR

L'analisi delle immagini ad infrarossi e la stesura di reports sui risultati delle ispezioni eseguite sono attività quotidiane importanti per gli operatori termografici professionisti. Per svolgere tali attività, si può ricorrere al supporto di una serie di strumenti software FLIR attualmente disponibili:

FLIR BuildIR

Il software FLIR BuildIR, utilizzato con una termocamera ad infrarossi FLIR, permette di visualizzare e quantificare in un report professionale problemi relativi agli edifici quali infiltrazioni d'aria, difetti di isolamento, ponti termici ed umidità. Grazie alle nuove ed esclusive funzioni, è anche in grado di quantificare e stimare il costo delle perdite energetiche.

Il software comprende un "Image Editor" per l'analisi avanzata delle immagini ad infrarossi, una funzione "Panorama" ed uno strumento "Sensore" per tracciare graficamente le condizioni durante l'ispezione. La funzione Panorama consente di comporre diverse immagini in un'unica grande immagine, nonché di apportare correzioni di ritaglio e prospettiva. Sono inoltre comprese altre interessanti funzioni quali la quantificazione a griglia/area, un sistema di calcolo per la stima dei costi energetici e modelli personalizzabili per la realizzazione di report sugli edifici.

FLIR Reporter

FLIR Reporter è un software per analisi delle immagini avanzate e per la creazione di report professionali. Supporta funzioni avanzate quali intervallo e fusione, FLIR Picture-in-Picture, funzione Panorama e Trending, la possibilità di tenere traccia delle informazioni termiche delle ispezioni termografiche per agevolare i programmi di manutenzione predittiva e preventiva.

FLIR Reporter supporta anche termocamere IR con sistema GPS incorporato. Permette di aggiungere facilmente ai report mappe, indicazioni stradali, longitudine e latitudine. È un programma basato su Microsoft Word che permette di creare con estrema facilità i report utilizzando il controllo ortografico, la formattazione ed i modelli personalizzati per l'esecuzione della reportistica FLIR. Altre funzioni avanzate includono zoom digitale, tavolozze dei colori modificabili, riproduzione dei commenti vocali registrati sul campo e conversione automatica dei report nel formato pdf di Adobe.

5. Corsi di formazione ITC

FLIR collabora con l'Infrared Training Center (ITC), un centro di formazione mondiale, indipendente, certificato ISO. ITC offre corsi di qualsiasi tipologia, dai corsi brevi di introduzione alla termografia a quelli più avanzati che rilasciano una certificazione. Per maggiori informazioni, potete visitare il sito www.infraredtraining.com.

5

5. Come eseguire un'ispezione termografica

Un'ispezione termografica può essere svolta in ambienti interni e/o esterni. Il certificatore energetico decide qual è il metodo che può fornire i risultati migliori in determinate condizioni atmosferiche. Le scansioni interne sono più comuni perché l'aria calda che esce da un edificio non sempre si muove attraverso i muri in linea retta. Le dispersioni termiche rilevate in un'area del muro esterno potrebbero trarre origine da un altro punto all'interno del muro. Inoltre, è più difficile rilevare differenze di temperatura sulla superficie esterna dell'edificio in condizioni di vento. Di conseguenza, le ispezioni interne in genere sono più accurate perché beneficiano di un ridotto movimento dell'aria.

Il principio di un'ispezione termografica è sempre lo stesso, sia che interessi un'abitazione civile o un edificio industriale.

1. Definizione dell'attività

Prima di tutto, chiedere al proprietario della casa quali sono le condizioni dell'edificio. In questo caso particolare, verrà esaminata una casa unifamiliare in cui è stato segnalato un consumo energetico eccessivo. Il proprietario dichiara che all'interno fa freddo, specie nelle giornate ventose, ma in particolare in una stanza, a prescindere dal vento.

2. Iniziare con un'ispezione esterna

Iniziare l'ispezione termografica da fuori. Dall'esterno è facile individuare le carenze di isolamento o i ponti freddi. È importante scattare alcune immagini anche di aree le cui condizioni sembrano corrette. Permetteranno di confrontare il risultato con le immagini che mostrano dei problemi, per valutarne la portata.

3. Preparare un Blower Door Test

Le scansioni termografiche vengono comunemente usate con un blower door test in funzione, che "esagera" le perdite d'aria attraverso i difetti del guscio dell'edificio. Le perdite d'aria appaiono come strisce nere nel mirino della termocamera ad infrarossi.

Un sistema blower door è costituito da tre componenti: un ventilatore calibrato, una finta porta ed un dispositivo per misurare la portata del ventilatore e la pressione dell'edificio. Durante tutta la durata del test, il ventilatore inserito nella

finta porta costituisce l'unico punto di passaggio fra ambiente esterno e interno e viene utilizzato per soffiare aria o verso l'interno o verso l'esterno in modo da creare una piccola differenza di pressione tra questi due spazi. Questa differenza di pressione forza l'aria in tutti i fori e in tutti i punti di penetrazione nell'involucro dell'edificio. Più l'edificio è stagno (ad esempio ha minori fori), minore sarà la portata del ventilatore necessaria a cambiare la pressione dell'edificio.

Un'ispezione termografica deve sempre essere eseguita con una pressione negativa. Con il blower door si crea una pressione negativa interna di 50 Pa. Il blower door test mostra chiaramente che la casa ha circa il 50% di perdite in più rispetto a quanto consentito dalle normative. Il passo successivo consiste nell'individuare le perdite e le altre aree problematiche.



L'apparecchiatura del blower door in genere è installata nella porta di ingresso.

4. Scansione termica dell'ambiente interno

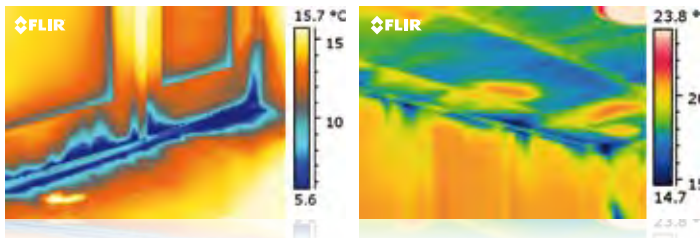
La preparazione in vista della scansione termica interna richiede che l'operatore termografico intraprenda determinate azioni per garantire l'accuratezza dei risultati, ad esempio l'allontanamento dei mobili dai muri esterni e la rimozione dei tendaggi. Le immagini termografiche sono in genere più accurate quando esiste una differenza di almeno 10 °C tra la temperatura dell'aria interna e quella esterna.

Ora è possibile iniziare ad analizzare tutte le stanze di una casa con la termocamera ad infrarossi, annotando con precisione dove è stata scattata ogni immagine. A questo fine è consigliabile segnare sulla piantina con delle frecce da quali angoli sono state prese le immagini termiche.

5. Analisi e report

Dopo aver ispezionato tutte le stanze, si torna in ufficio per analizzare le immagini e riassumere i risultati in un report. L'analisi e la creazione dei report vengono effettuate con il software FLIR BuildIR.

Sono riportati qui di seguito due esempi di problemi riscontrati nella casa ed il motivo che spiega perché sia fredda ed energeticamente inefficiente:



L'immagine a sinistra mostra delle perdite d'aria tra il battente della porta e la soglia. Il modello è caratteristico. L'immagine a destra mostra delle perdite d'aria lungo la cornice e un pessimo isolamento nel soffitto.

6

6. Standard

Lo standard europeo corrente per l'imaging termico della struttura degli edifici è EN 13187. *Thermal performance of buildings. Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes, infrared method* (ISO 6781: modificato nel 1983).

Esiste anche uno standard per il Blower Door test, comunemente utilizzato insieme ad un'analisi termografica, EN 13829. *Thermal performance of buildings. Determination of air permeability of buildings. Fan pressurization method* (ISO 9972: modificato nel 1996).



7. Esempi di applicazioni reali

Ecco come i nostri clienti utilizzano le termocamere ad infrarossi FLIR per effettuare diagnosi degli edifici e per il risparmio energetico:

HeatSeeker, la stazione termografica mobile per l'individuazione delle carenze di isolamento delle case inglesi

Thermascan, specialista dell'infrarosso britannico, ha allestito una stazione mobile denominata HeatSeeker per ispezionare lo stato di isolamento delle abitazioni.

Operativo di notte nella stagione in cui sono accesi i riscaldamenti, il sistema di imaging a tecnologia multipla determina l'indirizzo di ciascuna proprietà e genera un rapporto di efficienza energetica che viene allegato all'immagine termica.

Questo sistema all'avanguardia si avvale di una termocamera di gamma alta, FLIR SC620, che è in grado di registrare immagini anche con il veicolo in movimento tra 15 e 25 km/h. "Per la nostra applicazione, è fondamentale l'uscita digitale Firewire della termocamera che ci permette di eseguire analisi in tempo reale delle immagini", spiega il progettista Dave Blain. "Inoltre, possiamo avvalerci di un rilevatore da 640x480 pixel che ci fornisce l'elevata risoluzione necessaria a catturare il maggior numero di dettagli possibile. Siamo in grado di ispezionare fino a 5.000 immobili a notte", sottolinea Dave Blain. "Al termine del giro, il sistema classifica automaticamente i risultati in base ai requisiti di isolamento".



L'immagine mostra i riflessi su un muro interno (a destra) provenienti dalla finestra a sinistra.

Le termocamere FLIR Serie B ottimizzano la costruzione di edifici passivi

Dato l'aumento vertiginoso dei prezzi energetici, la costruzione di case a basso consumo energetico sta diventando un mercato promettente in tutta Europa. AIROPTIMA utilizza le termocamere ad infrarossi per controllare la composizione degli edifici e la circolazione dell'aria durante e dopo la fase di costruzione.

Le case passive devono essere progettate e costruite con cura. "L'intero processo di costruzione deve essere monitorato con estrema attenzione", dichiara Markus Meyer, proprietario di AIROPTIMA, una società di consulenza edile specializzata in problematiche HVAC per l'edilizia residenziale e, in particolare, per le case ecologiche. "Una termocamera ad infrarossi abbinata alla procedura blower door costituisce uno strumento perfetto per rilevare le differenze di temperatura in modo non distruttivo e senza contatto". Queste differenze sono il principale indicatore di difetti costruttivi, ponti caldi o perdite d'aria.

Meyer utilizza una FLIR B360, che è dotata di specifiche funzioni di misurazione per le applicazioni edili, sia per ispezionare la costruzione dopo ogni fase sia per verificarla una volta che è stata ultimata. Spesso si avvale delle funzioni di allarme di umidità e isolamento della termocamera, oltre che di Picture-in-Picture. I suoi report per i proprietari, gli architetti o i consulenti energetici vengono preparati con il software FLIR Reporter e contengono consigli sugli strumenti da impiegare per ottimizzare il riscaldamento e la ventilazione dell'abitazione.



L'immagine ad infrarossi mostra la qualità dell'isolamento di una casa a basso consumo energetico

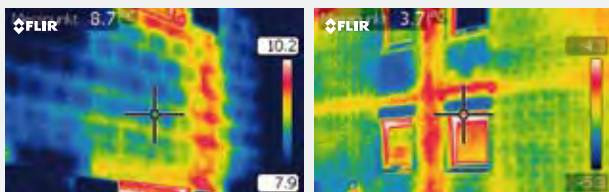
Una termocamera ad infrarossi non mente sulle condizioni di muri e facciate

La qualità dell'isolamento di un edificio sta diventando un tema pressante, con l'aumentare dei costi del riscaldamento. Una termocamera ad infrarossi per applicazioni edili e l'occhio dell'esperto possono contribuire moltissimo al risparmio energetico. Buchsteller è una società tedesca specializzata nella valutazione dei danni causati dall'acqua e nelle ispezioni termografiche di edifici residenziali.

"Le nostre applicazioni principali sono le ispezioni di perdite da pavimenti ed edifici", dichiara Günther Buchsteller, capomastro e intonacatore. Inoltre, la termocamera mostra a Buchsteller o al suo socio Martin Gastager dove non praticare fori quando eseguono ispezioni di perdite o valutazioni dei danni causati dall'acqua, specialmente in una regione in cui il riscaldamento sotto pavimento è pratica comune.

Buchsteller ha scelto la termocamera ad infrarossi FLIR B360: "Le dimensioni dello schermo della termocamera sono importanti, non solo per noi che la usiamo ma anche per il cliente che rimane impressionato dalla tecnologia, dall'obiettivo inclinabile e dalla praticità di questo apparecchio dal peso contenuto".

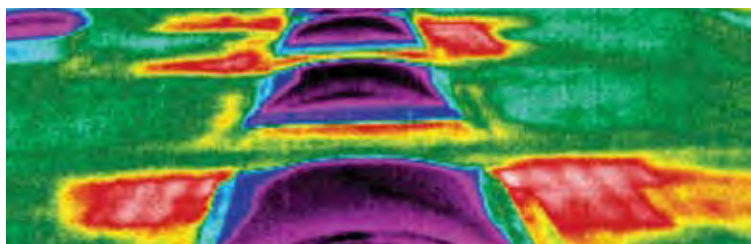
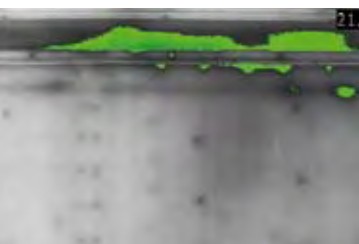
I costi alle stelle del riscaldamento ed una tecnologia economicamente alla portata di tutti stanno dischiudendo un nuovo mercato e nuove prospettive di assistenza per i professionisti del settore edile. Buchsteller è convinto che riuscirà ad ammortizzare la sua termocamera ad infrarossi in due anni.



Esempi di isolamento delle tubature insufficiente tra la cucina e il bagno



Isolamento scadente sopra la finestra del balcone



Qual è la vostra applicazione di interesse?

Qual è la termocamera ad infrarossi che soddisfa maggiormente le vostre necessità?

Per parlare con un nostro esperto di termografia, contattare:

FLIR Systems AB (sede centrale)
Svezia
World Wide Thermography Center
+46 (0)8 753 25 00
sales@flir.se

FLIR Systems S.r.l.
Via Luciano Manara, 2
I-20051 Limbiate (MI)
Italia
+39 (0)2 99 45 10 01
info@flir.it

FLIR Systems Ltd.
Regno Unito
+44 (0)1732 220 011
sales@flir.uk.com

FLIR Systems GmbH
Germania
+49 (0)69 95 00 900
info@flir.de

FLIR Systems Sarl
Francia
+33 (0)1 41 33 97 97
info@flir.fr

FLIR Systems AB
Belgio
+32 (0)3 287 87 10
info@flir.be

Oppure visitare il nostro sito Web:
www.flir.com/thg