



1984 – 2024

ANIT

ASSOCIAZIONE NAZIONALE
PER L'ISOLAMENTO
TERMICO E ACUSTICO



Le misure per la diagnosi energetica

Antonio Pili – Product manager Testo spa

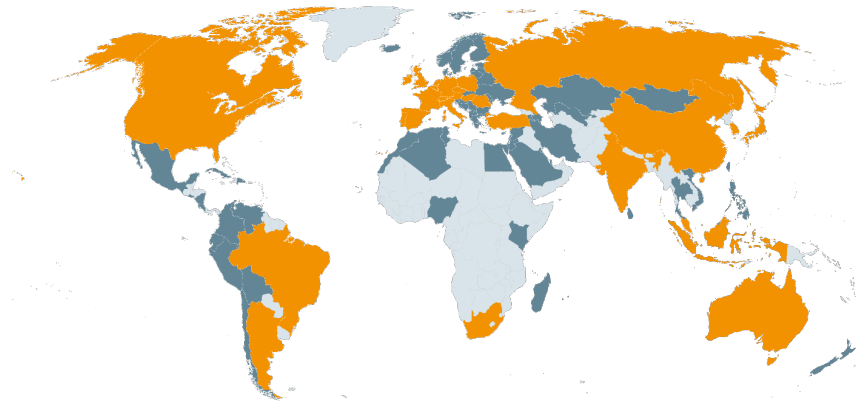
Diritti d'autore: la presentazione è proprietà intellettuale dell'autore e/o della società da esso rappresentata. Nessuna parte può essere riprodotta senza l'autorizzazione dell'autore.

Testo soluzioni di misura made in Germany

- Oltre 60 anni di esperienza nella tecnologia di misura
- Soluzioni di misura per la maggior parte dei mercati e le applicazioni più esigenti
- 2007: Una delle prime termocamere sviluppate interamente in Germania
- Personale altamente qualificato per la R&S, la gestione dei prodotti e la produzione a Titisee - D

Una presenza globale

34 filiali e oltre 80 partner in tutti i continenti per vendita e assistenza tecnica



Termografia



La mappatura termica

Ogni oggetto con una temperatura sopra lo zero assoluto (0 Kelvin = - 273,15 °C) emette energia sottoforma di radiazioni elettromagnetiche nello spettro dell'infrarosso.

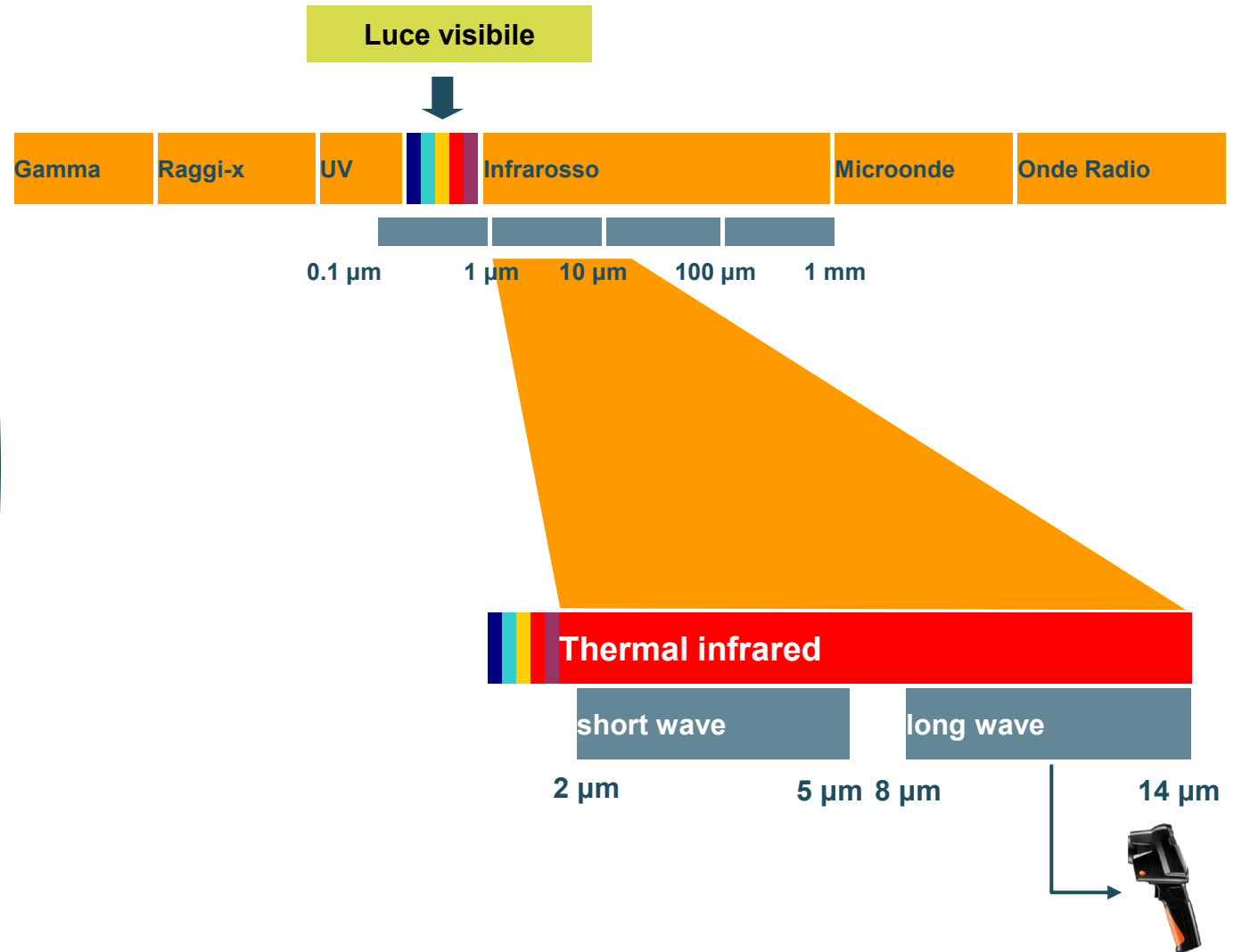
Radiazione infrarossa

La radiazione infrarossa copre l'intervallo di lunghezze d'onda da 780 nm a 1 mm. Confina con la lunghezza d'onda della luce visibile (0,4 - 0,7 μm).

Luce visibile: 0.4 - 0.7 μm

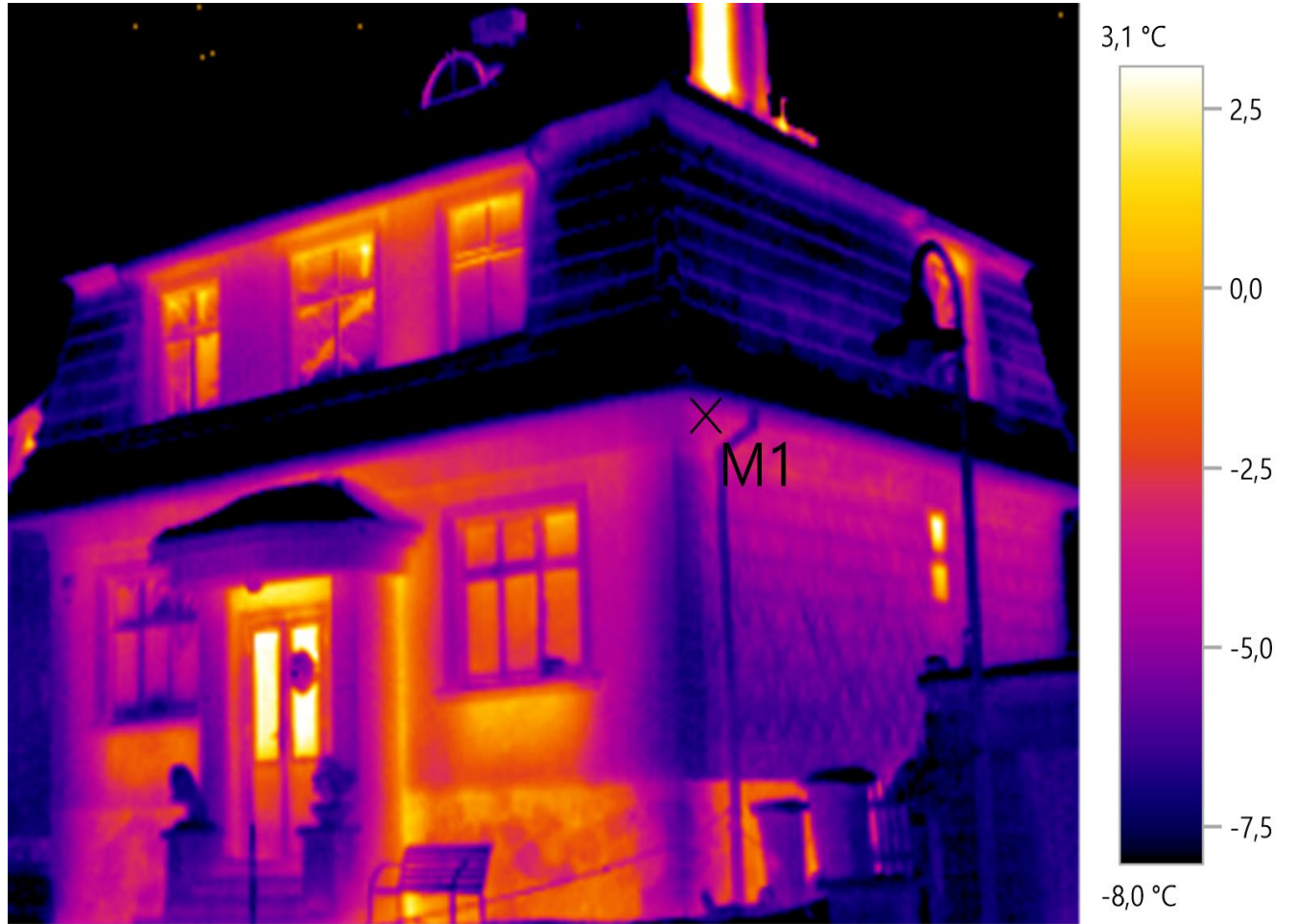
Onde corte infrarosso : 2 - 5 μm

Onde lunghe : 8 - 14 μm



Cos'è un'immagine termica?

,8;-1,8;-1,3;-1,1;-1,2;-1,3;-1,4;-1,6;-1,5;-1,4;-1,4;-1,3;-1,1;-1,2;-1,4;-1,4;-1,4;-1,5;-1,1;-1,3;-1,0;-6,9;-6,1;-6,5;-6,5;-6,
);-7,7;-7,2;-7,2;-7,3;-7,3;-7,3;-7,5;-7,4;-7,5;-7,4;-7,3;-7,2;-7,3;-7,4;-7,3;-7,2;-7,1;-7,0;-6,9;-6,7;-6,4;-6,4;-6,5;-6,6;-6,8
-7,3;-7,1;-7,2;-7,3;-7,3;-7,3;-7,3;-7,3;-7,4;-7,1;-7,0;-7,0;-7,1;-7,0;-6,7;-6,7;-6,5;-6,5;-6,6;-6,6;-6,8;-6,7;-6,7;-7,0;-7,1;-
7,0;-7,0;-7,1;-7,2;-7,1;-7,2;-7,2;-7,2;-7,1;-6,8;-6,7;-6,7;-6,8;-6,8;-6,8;-7,2;-6,8;-6,8;-7,2;-7,0;-6,9;-6,9;-7,2;-7,3;-7
;-6,9;-7,0;-7,0;-6,9;-6,8;-6,9;-7,0;-6,8;-6,9;-6,9;-7,1;-7,3;-7,4;-7,5;-7,5;-7,7;-7,3;-7,3;-7,1;-7,1;-7,1;-7,1;-7,3;-7,2;-6,8;
6,8;-6,7;-6,8;-6,9;-7,0;-7,1;-7,5;-7,3;-7,6;-7,3;-7,5;-7,9;-7,9;-7,8;-7,7;-7,6;-7,5;-7,5;-7,3;-7,2;-7,0;-7,2;-7,4;-7,3;-6,9;-1
7,1;-7,2;-7,3;-7,4;-7,5;-7,7;-7,8;-7,8;-7,8;-7,9;-7,9;-8,0;-8,0;-7,9;-8,0;-7,8;-7,5;-7,3;-7,3;-7,3;-7,2;-7,2;-7,4;-7,4;-6,8;-1
7,4;-7,6;-7,6;-7,7;-7,9;-8,0;-7,9;-7,7;-7,6;-7,9;-8,1;-8,0;-7,9;-7,8;-8,0;-7,7;-7,4;-7,3;-7,2;-7,0;-6,8;-6,9;-7,1;-7,3;-7,5;-1
7,6;-7,7;-7,7;-7,7;-7,7;-7,7;-7,7;-7,7;-7,6;-7,5;-7,6;-7,5;-7,4;-7,5;-7,0;-6,9;-6,8;-7,1;-7,1;-7,2;-7,3;-7,4;-7,7;-7,9;-8,2;-1
7,7;-7,9;-7,8;-7,5;-7,6;-7,5;-7,4;-7,6;-7,5;-7,2;-7,1;-7,2;-7,0;-6,9;-7,3;-7,6;-7,7;-8,0;-7,6;-7,9;-8,2;-8,1;-7,8;-7,8;-8,2;-1
7,6;-7,8;-7,6;-7,3;-7,3;-7,3;-7,2;-7,3;-7,2;-7,4;-7,7;-8,0;-8,2;-8,0;-8,3;-7,7;-7,9;-8,3;-8,3;-8,2;-8,0;-7,8;-7,8;-7,8;-8,0;-1
3;-7,3;-7,4;-7,6;-7,7;-8,0;-8,2;-8,4;-8,3;-8,4;-8,6;-8,7;-8,7;-8,3;-8,1;-7,9;-7,9;-8,1;-8,2;-8,0;-7,9;-7,8;-7,8;-8,1;-8,5;-8,
7;-8,1;-8,4;-8,6;-8,5;-8,8;-8,5;-8,7;-8,5;-8,5;-8,6;-8,7;-8,8;-8,3;-8,1;-8,1;-8,2;-8,2;-8,2;-8,1;-8,0;-7,8;-7,7;-7,8;-7,8;-7,
8,6;-8,7;-8,7;-8,7;-8,8;-8,6;-8,7;-8,6;-8,6;-8,5;-8,5;-8,4;-8,4;-8,2;-7,9;-8,0;-8,0;-7,9;-7,8;-7,8;-7,9;-7,9;-8,0;-8,1;-1
8,7;-8,7;-8,6;-8,4;-8,6;-8,6;-8,6;-8,6;-8,4;-8,3;-8,2;-8,3;-8,4;-8,2;-8,2;-8,3;-8,2;-8,3;-8,2;-8,4;-8,7;-8,8;-8,9;-8,9;-8,9;-1
8,4;-8,4;-8,4;-8,4;-8,4;-8,3;-8,5;-8,4;-8,2;-8,2;-8,5;-8,6;-8,8;-9,0;-9,0;-9,1;-9,0;-9,0;-9,1;-9,1;-9,1;-9,1;-9,2;-9,3;-9,3;-1
8,2;-8,2;-8,3;-8,5;-8,5;-8,8;-8,7;-8,9;-9,0;-8,9;-9,1;-9,3;-9,3;-9,4;-9,3;-9,3;-9,2;-9,3;-9,3;-9,2;-9,0;-9,0;-9,1;-9,2;-9,0;-1



A cosa serve una termografia

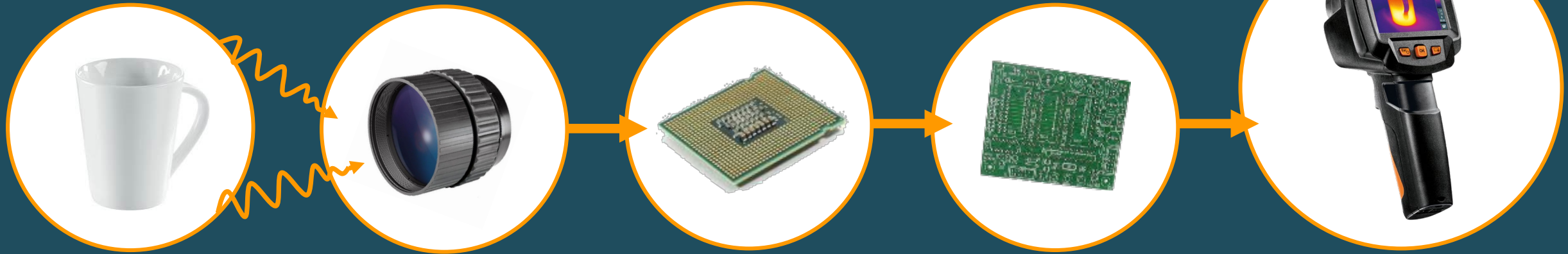
Una mappa termica evidenzia le zone di una superficie che hanno una temperatura più alta o più bassa delle zone adiacenti.

Queste informazioni (misure) consentono di dedurre le zone che possono presentare delle difettosità consentendo un gran numero di applicazioni in molti settori civili e industriali:

- Impianti termoidraulici
- Edilizia
- Efficienza energetica
- Manutenzione elettrica
- Manutenzione meccanica
- Ricerca e Sviluppo
- Produzione industriale
- Medicina e Veterinaria
- ...



Come funziona una termocamera



Tutti i corpi emettono una radiazione infrarossa

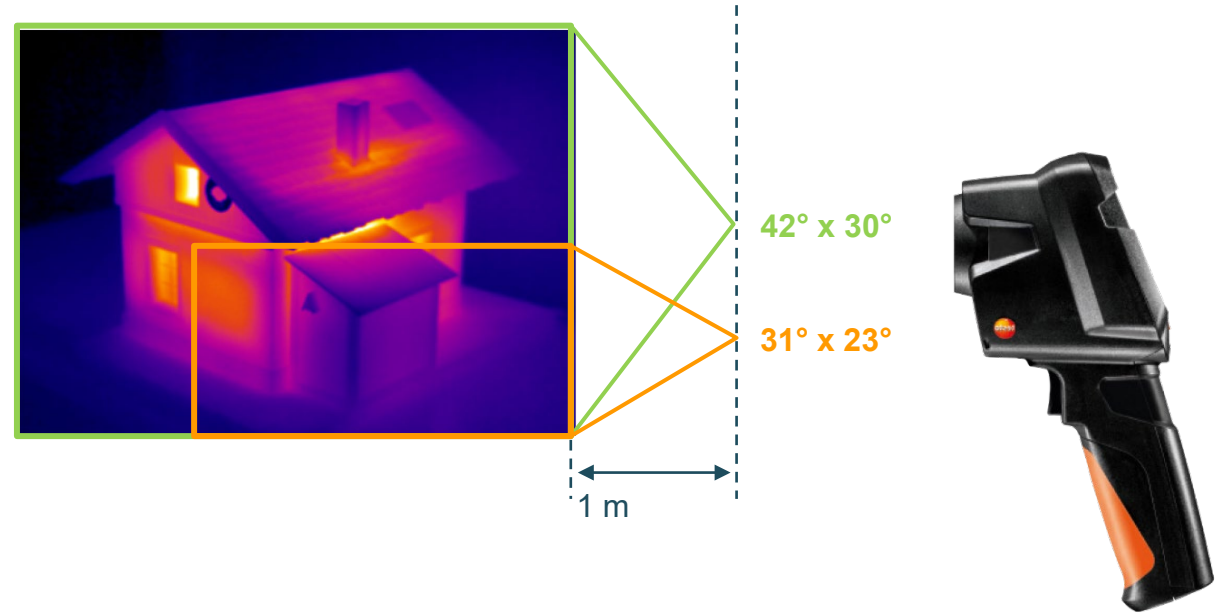
Una lente indirizza le radiazioni IR a un sensore microbolometrico(FPA).

La termocamera trasforma queste informazioni in un'immagine termica.

Le principali caratteristiche tecniche

Field of view (FOV) Campo visivo

Il campo visivo (FOV) determina la sezione dell'immagine visibile di una termocamera

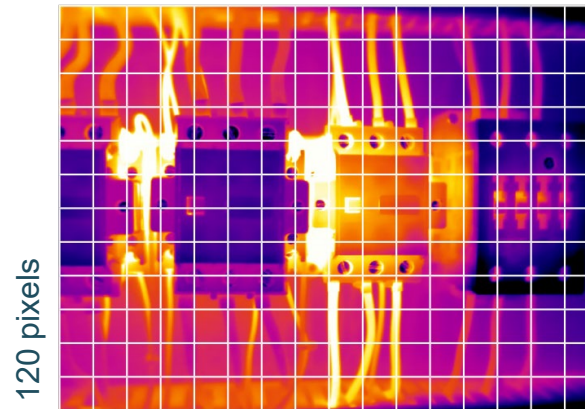


Le principali caratteristiche tecniche

Risoluzione dell'infrarosso

Più alta è la risoluzione, migliore è la capacità di una termocamera di misurare oggetti più piccoli da una distanza maggiore, fornendo comunque immagini nitide.

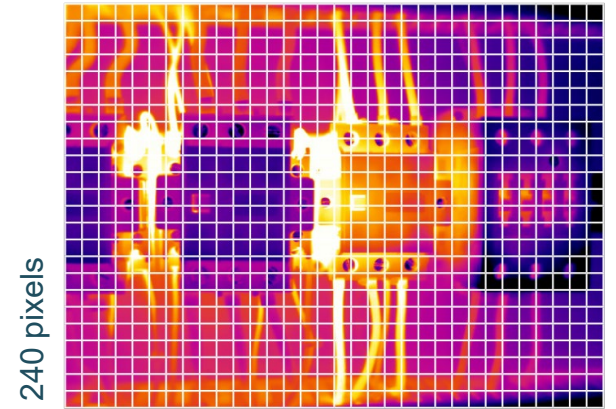
Detector resolution: 160 x 120



120 pixels

160 pixels

Detector resolution: 320 x 240



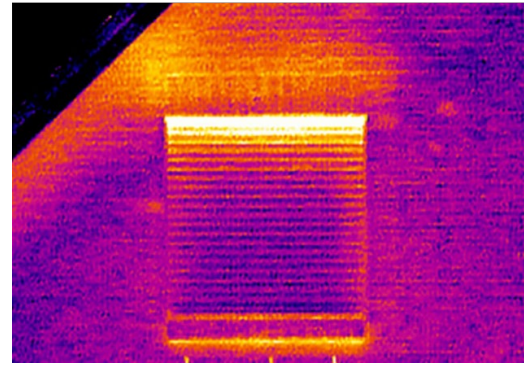
240 pixels

320 pixels

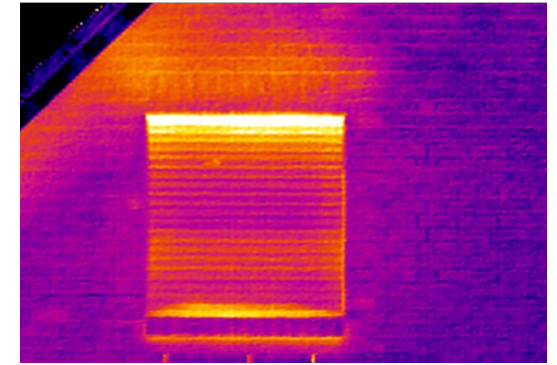
Le principali caratteristiche tecniche

Sensibilità termica (NETD)

La sensibilità termica (Noise Equivalent Temperature Difference, NETD) indica la più piccola differenza di temperatura possibile che una termocamera può visualizzare tra un pixel e l'altro. Quindi più piccolo è il valore NETD, migliore è la qualità della misura



NETD 80mK



NETD 50mK

Le principali caratteristiche tecniche

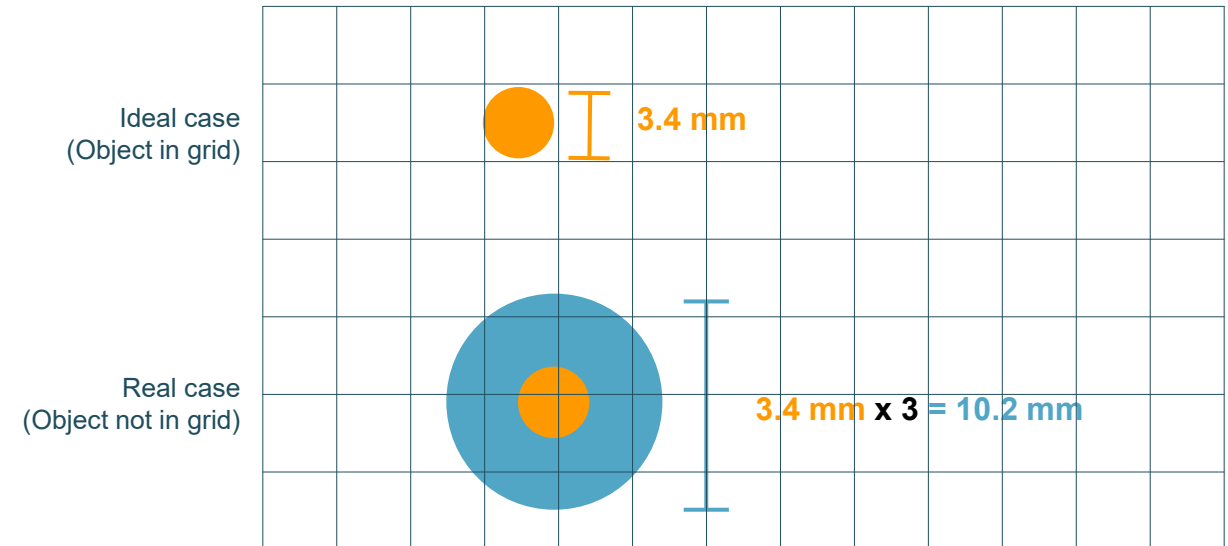
Risoluzione spaziale (IFOV)

IFOV_{geo} è dato in milliradiani (mrad) e descrive l'oggetto più piccolo che può ancora essere dimostrato da un pixel nell'immagine termica e mostrato sul display, a seconda della distanza di misura. Che cosa significa? Ad una distanza di 1 m, una risoluzione del rivelatore di 160 x 120 pixel e un FOV di 31°, l'IFOV_{geo} è di 3,4 mrad.

Un pixel mostra quindi un punto di misurazione con una lunghezza del bordo di 3,4 mm, che viene visualizzato sul display del riproduttore d'immagini.

L'**IFOV_{geo}** è tuttavia solo un valore teorico. Un oggetto da misurare in realtà non rientra nella griglia prescritta dalla risoluzione del riproduttore d'immagini. Questo è il motivo per cui esiste l'IFOV_{geo}.

IFOV_{meas} è il più piccolo oggetto reale misurabile. La regola empirica è: $IFOV_{meas} = IFOV_{geo} \times 3$ Esempio: $3,4 \text{ mrad} \times 3 = 10,2 \text{ mm}$. Questo significa che: A partire da 1 m di distanza si possono misurare correttamente oggetti fino ad una dimensione di 10,2 mm.



$$IFOV_{meas} = IFOV_{geo} \times 3$$

Scala e Paletta di riferimento

La scala di riferimento all'immagine può essere impostata come:

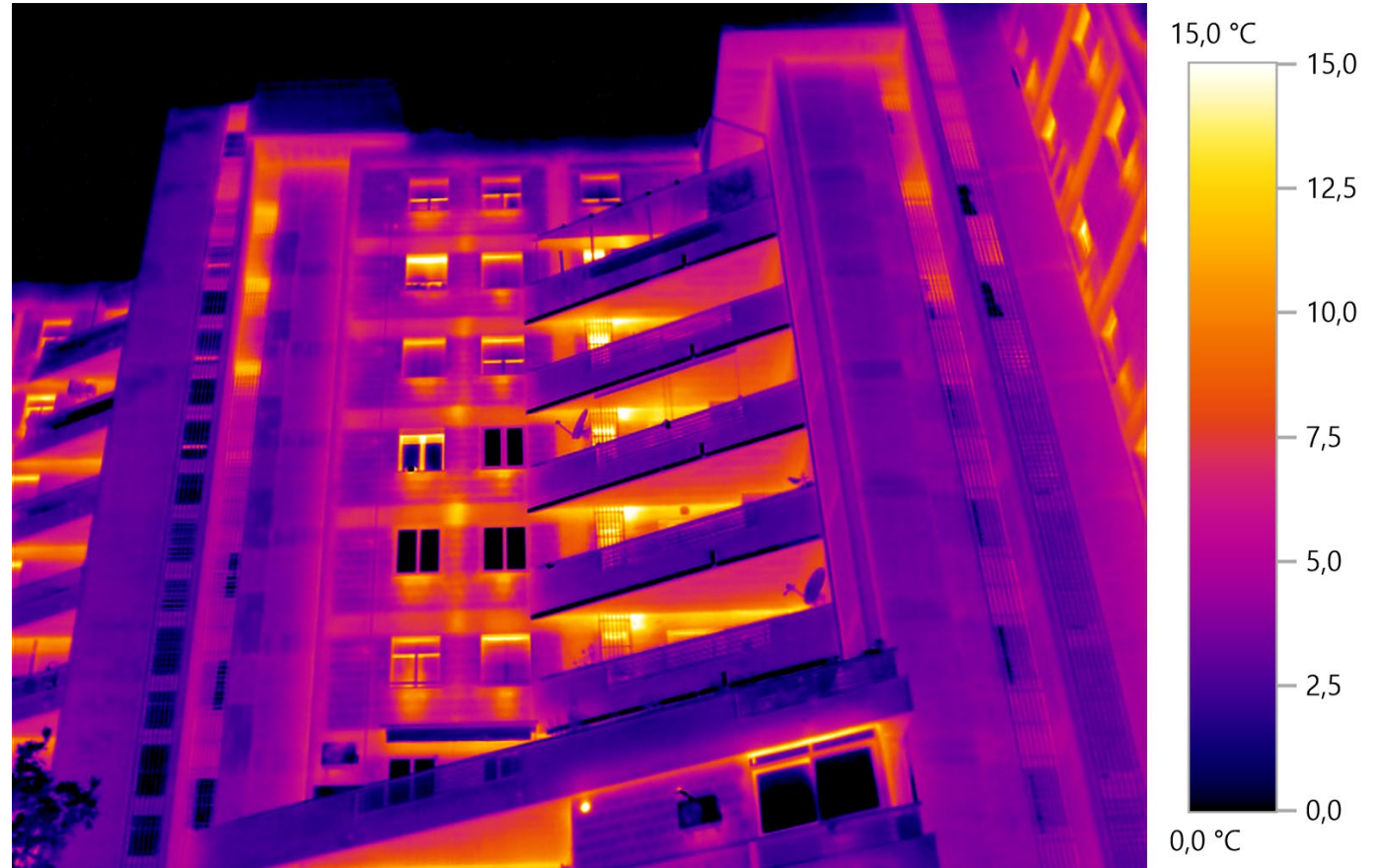
- Automatica
- Manuale



Verifiche di dispersioni

In autunno/inverno sfruttando le differenze termiche fra la temperatura ambientale esterna e quella riscaldata dell'involucro è possibile mettere in evidenza le dispersioni

- Accertarsi che l'impianto di riscaldamento sia acceso e che tra la T_{interna} dell'abitazione e la $T_{\text{ambientale}}$ ci sia una differenza di almeno 10°C (idealmente 20°C);
- Effettuare le analisi o al mattino presto o alla sera tardi, quando le facciate non sono irraggiate dal sole;
- Rilevare sempre la T_{interna} dell'abitazione e la $T_{\text{ambientale}}$ e compensare in caso di vento in quota le temperature di facciata;
- Prima di iniziare le analisi settare la termocamera con una emissività compresa fra 0.85 e 0.92;
- Evitare di effettuare rilevamenti IR in caso di pioggia.



Verifiche di dispersioni

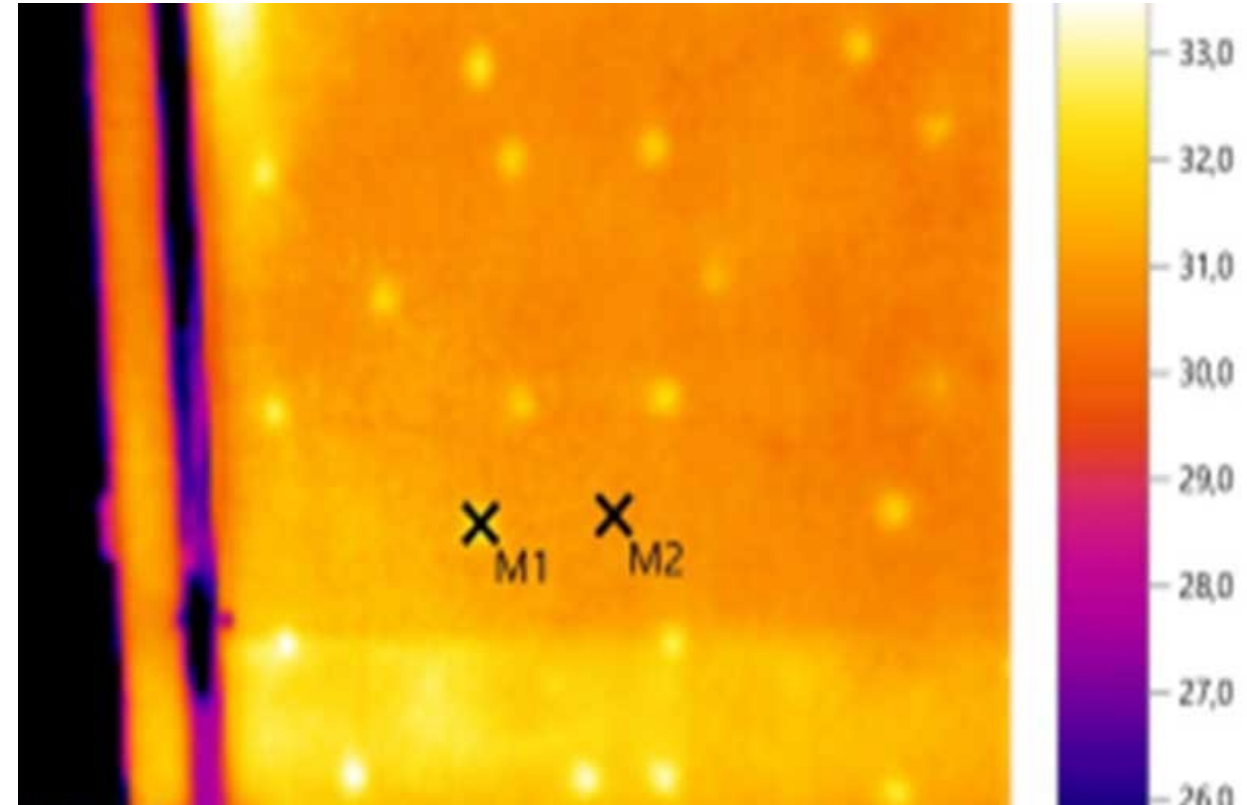
Valutando le dispersioni è possibile analizzare se intervenire con un cappotto termico e verificarne lo stato nel tempo



Verifiche di posa

Sfruttando le transizione termiche è possibile mettere in evidenza tasselli, fori ,giunti con malta e valutare lo schema di posa.

Nell'esempio una fase di scaricamento della superficie ovvero monitorare una struttura che ha accumulato energia e che rilascia energia per effetto dell'ombreggiamento.



Verifiche sul distaccamento

L'aria in termografia è l'elemento che cambia più rapidamente la sua temperatura, questo permette di mettere in evidenza distaccamenti sfruttando gli stadi transitori della giornata in fase di riscaldamento e raffreddamento.



Termografia a 360°

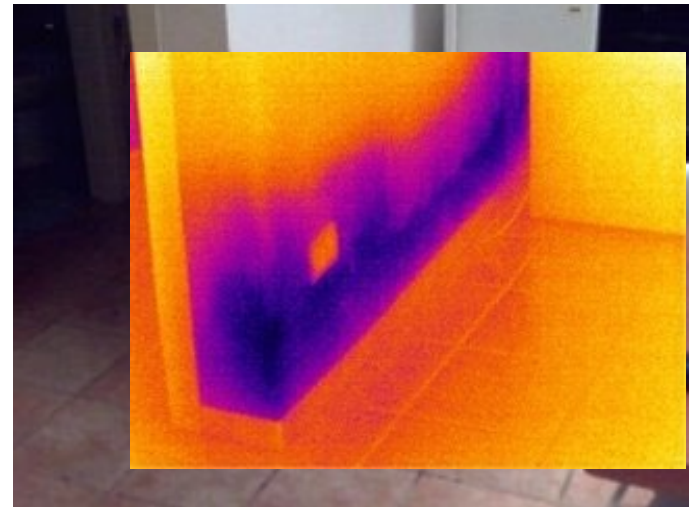
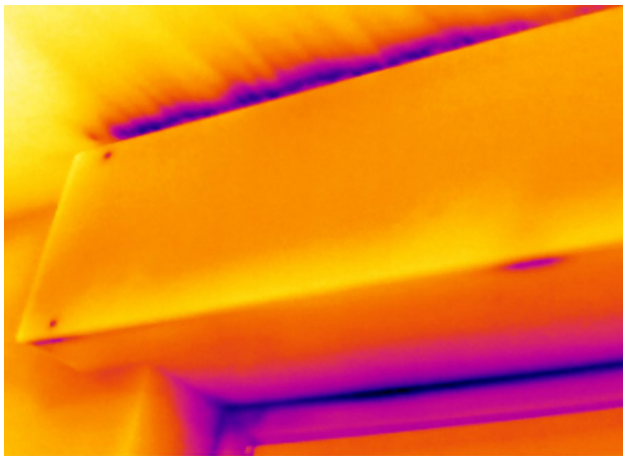
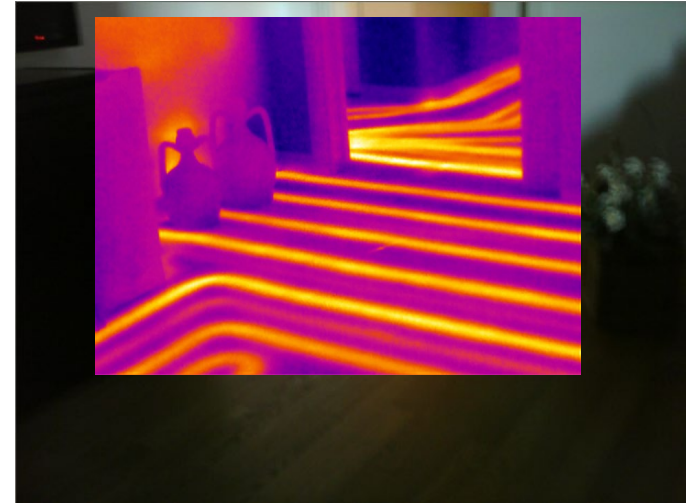
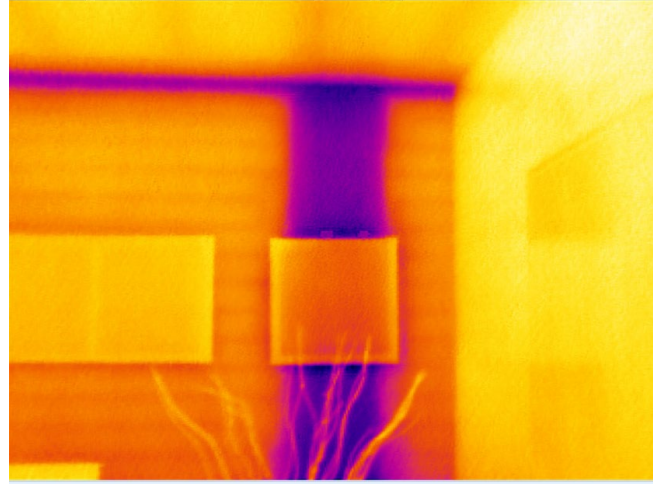
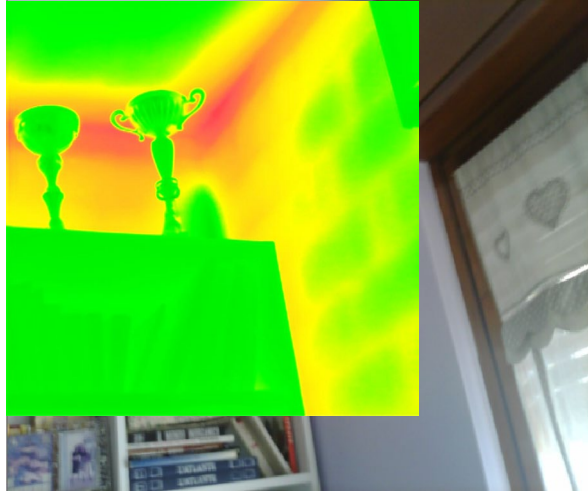
Nell'ambito dell'efficienza energetica

Per il controllo dell'involucro e dell'impianto la termografia può essere utilizzata per diverse applicazioni:

- Dispersioni
- Ponti termici
- Ricerca umidità di condensa
- Umidità di risalita
- Tenuta all'aria
- Impianti di riscaldamento
- Perdite
- Elettrica
- Fotovoltaico



Termografia a 360°



Funzione Scale Assist per le dispersioni

Contrasto ottimizzato in ogni momento

La sfida

A seconda della temperatura interna ed esterna, l'immagine termica dello stesso oggetto può avere un aspetto diverso.

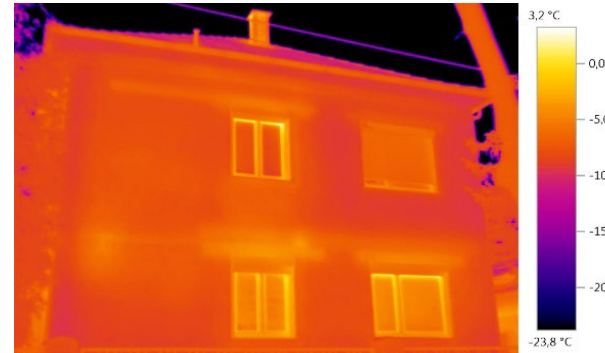
La soluzione

Dopo aver inserito la temperatura interna ed esterna, testo ScaleAssist regola automaticamente la scala al valore ottimale. Questo ha due vantaggi:

- Immagini oggettivamente comparabili
- Contrasto ottimale: Tutti gli elementi che sono d'intralcio o non importanti vengono automaticamente sbiaditi. Le interpretazioni errate vengono evitate e i difetti di costruzione vengono visualizzati solo se esistono davvero.

Come funziona il testo ScaleAssist

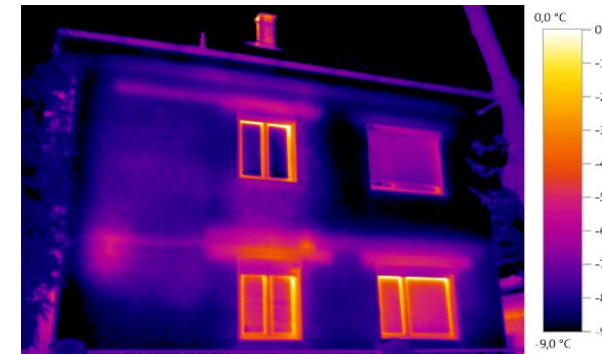
A seconda della temperatura interna ed esterna, la distribuzione del colore dell'immagine termica viene regolata automaticamente durante la misurazione.



Scale is set too low:
It appears that renovation work is required.



Scale is set too high:
It appears that no renovation work is required



Scale is set correctly.

Software di acquisizione

Il software professionale di analisi per PC

Elaborare e analizzare immagini termiche su PC in modo professionale

- Emissività corrette di materiali diversi per aree di immagine o singoli
- Evidenziare il superamento o la sottoesposizione dei valori limite o dei pixel in un determinato intervallo di temperatura
- Impostare un numero illimitato di punti di misura, determinare i punti caldi e freddi e scrivere commenti
- Creare report o modelli individuali in modo semplice e veloce con i modelli di report

Il software di analisi testo IRSoft è incluso in ogni termocamera Testo. È gratuito e non richiede una licenza.



Applicazione

Work smart and networked

L'App Termografia testo per testo 868, testo 871, testo 872

Livestream: Azionare una termocamera e utilizzare un dispositivo mobile come secondo display allo stesso tempo

Telecomando: Controlla il tuo imager termico usando il tuo smartphone/tablet.

Analisi: Inserire i punti di misura, stabilire il profilo della temperatura tramite una curva, aggiungere commenti, ecc.

Documentazione: Selezionare le immagini, memorizzare i dati rilevanti, vedere un'anteprima e inviare un rapporto al vostro cliente o

Free download for iOS and android:



Panoramica assistita

Visualizzare oggetti di grandi dimensioni su un'immagine in modo accurato e dettagliato

La sfida

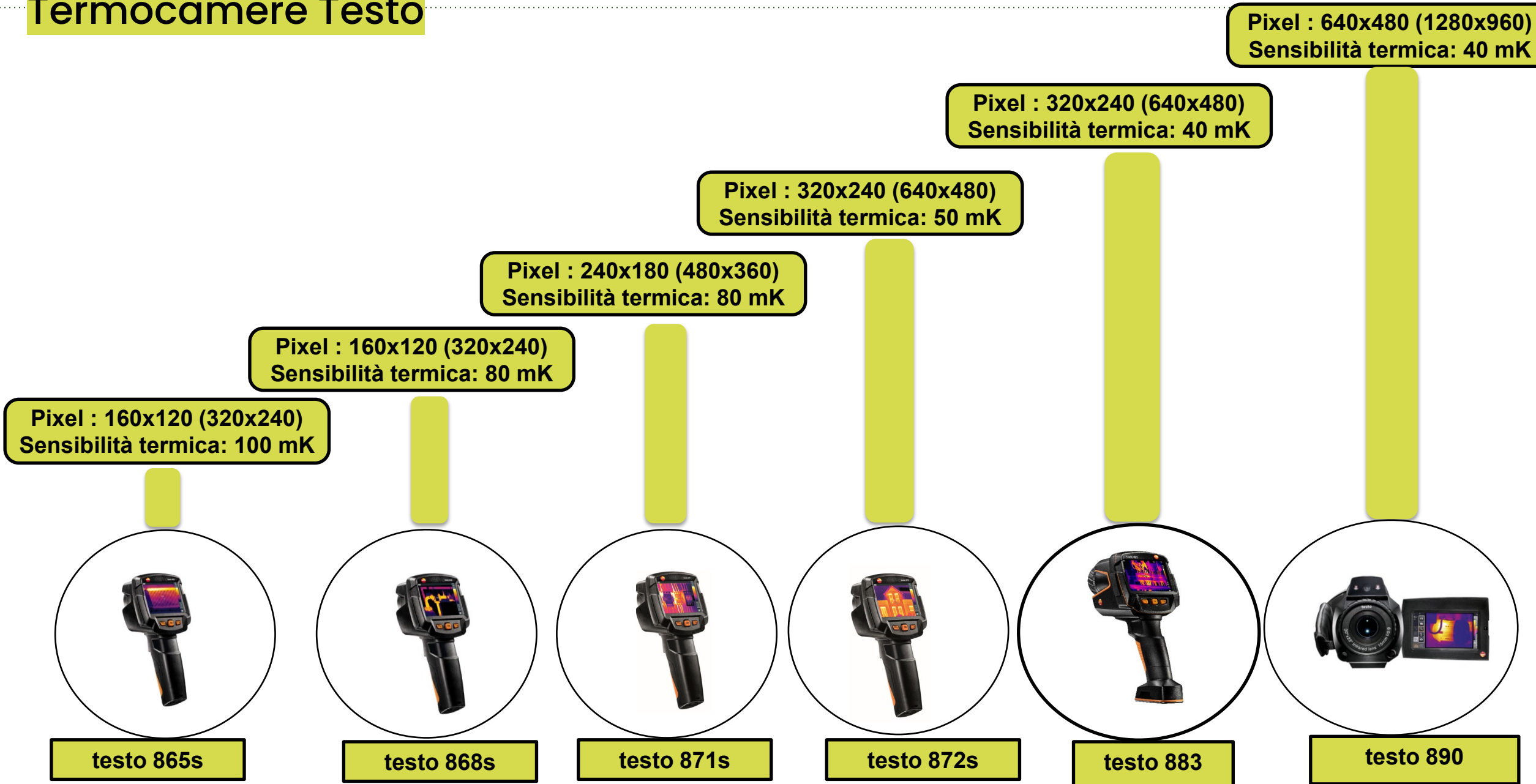
Oggetti di grandi dimensioni come edifici o strutture spesso non possono essere visualizzati completamente attraverso un'immagine termica. Devono essere scattate più immagini, il che aumenta lo sforzo di analisi e documentazione.

La soluzione

L'assistente di immagini panoramiche di Testo combina fino a 3 x 3 singole immagini in un'unica immagine complessiva ad alta risoluzione, che può essere analizzata e documentata in modo efficiente.



Termocamere Testo



Kit termoflussimetrico

DESCRIZIONE

La norma ISO9869 descrive come impiegare le piastre termoflussimetriche nel calcolo della trasmittanza termica

METODO DELLE MEDIE

Si basa sul concetto che con una serie infinita di dati, la media di tutti i valori opportunamente combinata porta asintoticamente al valore vero del valore U.

Per avere un calcolo affidabile la durata della prova deve essere di almeno 48/72 ore.



Il Kit è composto:

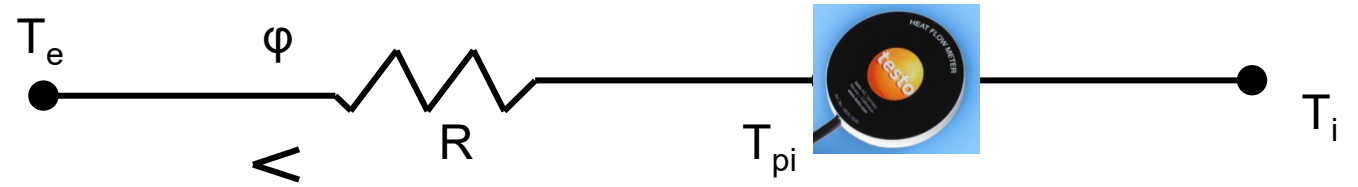
- Stumento multifunzione Testo 635
- Sonda a piastra termoflussimetrica (interno)
- Sonda di temperatura radio (esterno)

Metodo della piastra termoflussimetrica

Il flusso viene misurato direttamente dalla piastra termoflussimetrica che utilizza per la misura del flusso l'effetto Seebeck (lo stesso principio fisico delle termocoppie).

La differenza di temperatura tra le due superfici della piastra genera una tensione proporzionale al salto termico e quindi al flusso termico, data la resistenza nota della sonda a piastra

$$\varphi \sim (T_i - T_{pi}) = f(\Delta V)$$

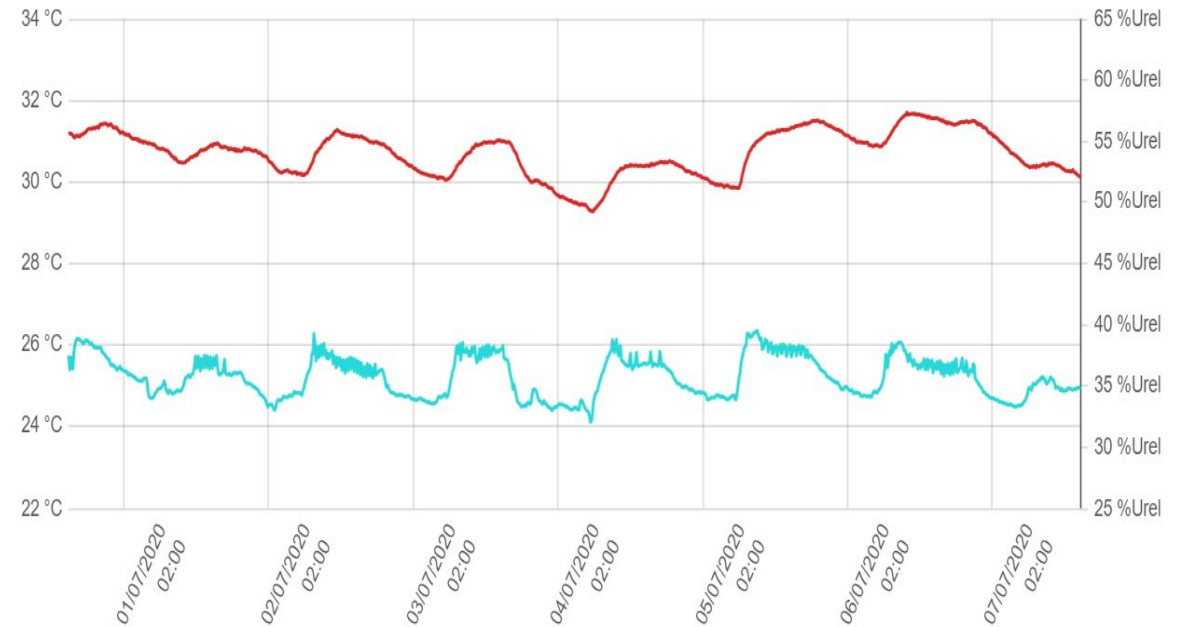


Anello di guardia
(parte nera)



Parte sensibile: 2 serie
di giunti caldi e giunti
freddi sotto il logo
Testo

Sistemi di monitoraggio temperatura e umidità



Anidride Carbonica (CO₂)

La concentrazione di CO₂ oscilla fra 360 ppm dell'aria pulita e 700 ppm nelle città.
Il valore massimo raccomandato per gli interni è di 1.000 ppm e il valore limite per gli uffici è di 1.500 ppm. Bisogna avere molta precauzione dato che questo valore limite si raggiunge con una certa facilità.

Valori alti di CO₂ sono causa di un non benessere e possono causare sonnolenza, mal di testa, nausea, perdita di concentrazione e basso rendimento.



Testo 535

Data Logger Wi-Fi testo 160 IAQ

- Temperatura
- Umidità
- CO2
- Pressione atmosferica



Per esempio, in un ufficio di 25 metri quadrati nel quale lavorano quattro adulti e che è stato recentemente ventilato, la concentrazione di anidride carbonica sale a 2.000 ppm un'ora dopo aver chiuso le finestre isolanti.

Bilanciamento e controlli impianti di ventilazione

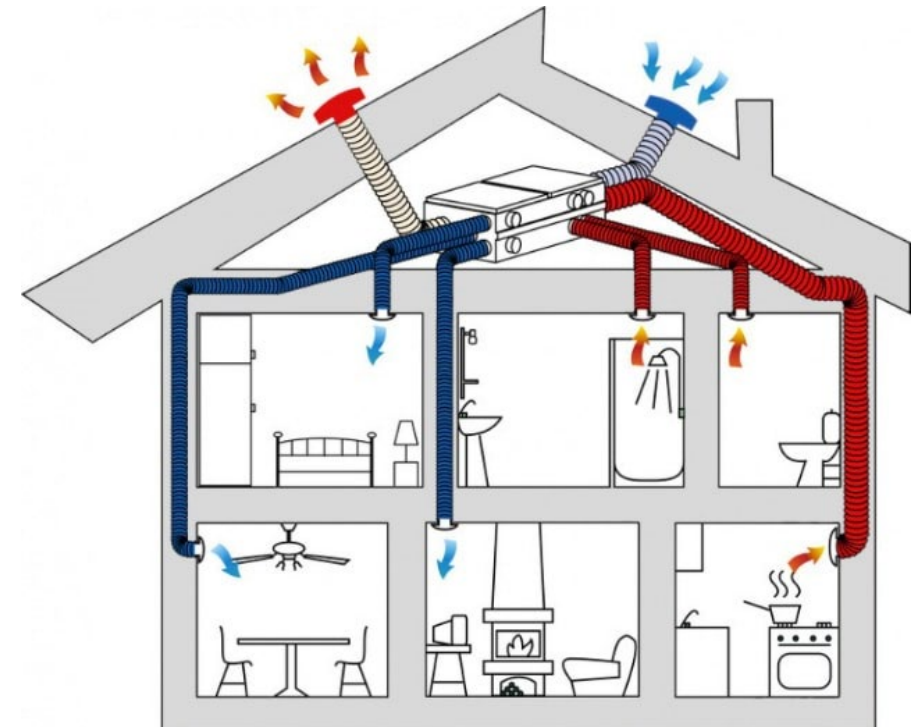
Per ridurre l'umidità e la CO₂ è necessario areare periodicamente i locali.

Questo può essere fatto manualmente aprendo le finestre oppure automaticamente con i sistemi di ventilazione meccanica controllata (VMC). Il VMC garantisce il continuo ricambio d'aria, e in inverno regola il livello di umidità degli ambienti (evitando la formazione di condense e muffa) e di anidride carbonica.

Come tutti i sistemi, questi devono essere regolati e controllati per garantire la massima **efficienza** (consumi energetici) ed **efficacia** (ricambio d'aria).



Testo 440 con alcune sonde per la misura della velocità e portata dell'aria in condotti e bocchette



CONTATTI

Antonio Pili

Email: antonio.pili@testo.it

- Sito web : www.testo.it
- Canale youtube: www.youtube.com/user/testospa
- LinkedIn: www.linkedin.com/company/testo-italia



Grazie per l'attenzione