



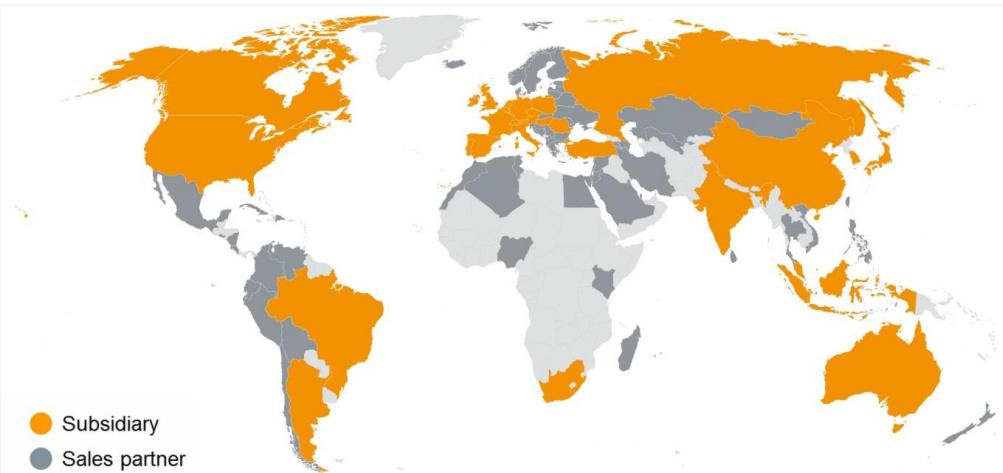
# Analisi Termografica e Termoflussimetrica: le misure per la diagnosi energetica

Product Manager Testo spa Luca Laudi

**Leader mondiale nel  
mercato  
della tecnologia di misura.**



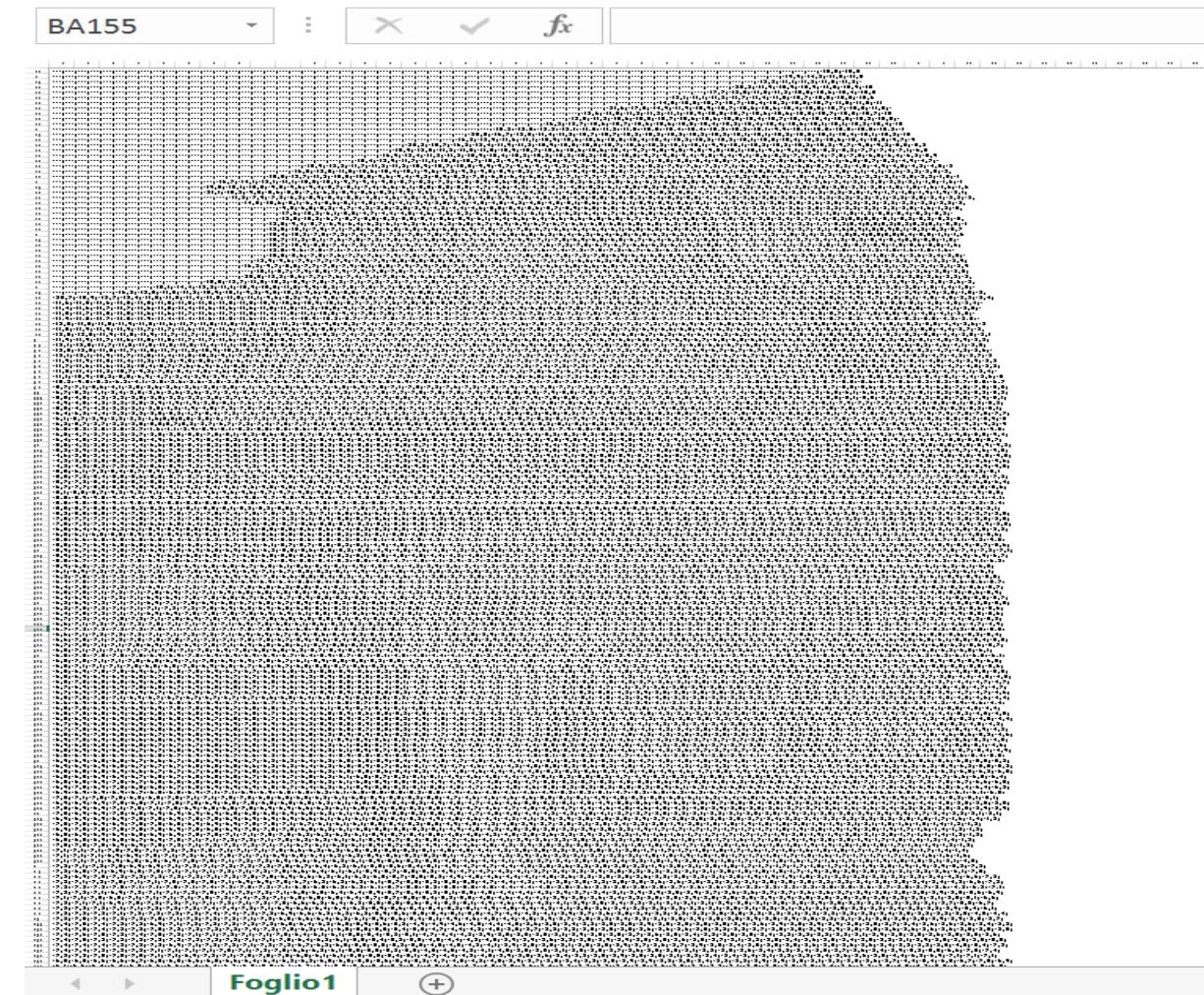
L'azienda opera nel settore della climatizzazione e delle tecnologie di misura ambientale, l'uso sostenibile delle risorse è parte integrante del progetto. Oltre a sviluppare e produrre strumenti di misura sempre più innovativi che tutelano l'ambiente e la salute, l'impegno è costantemente rivolto a favore di una maggiore sostenibilità ed un uso economico delle risorse.



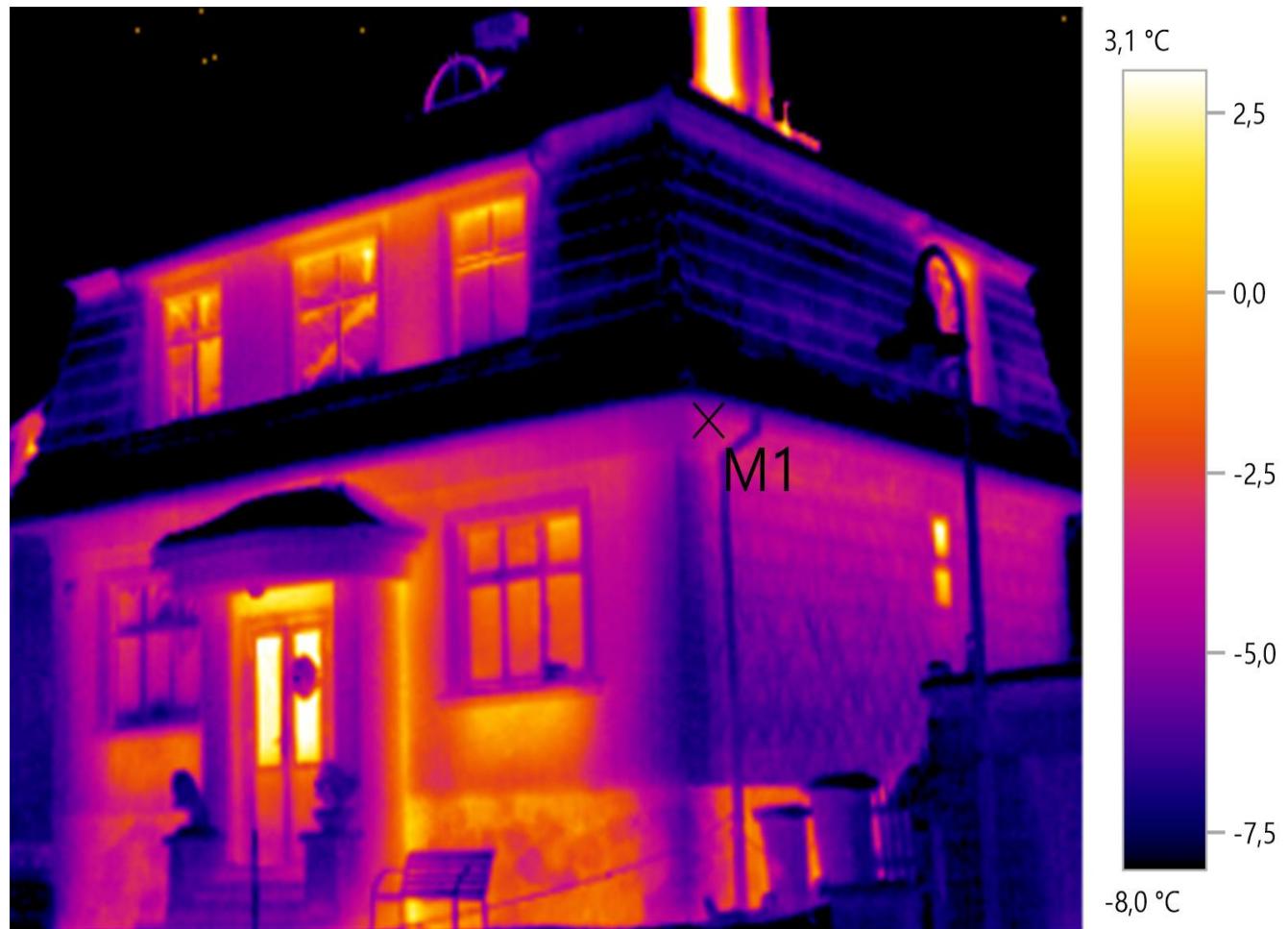
# Termografia



# Cos'è la termografia?



# Cos'è la termografia?

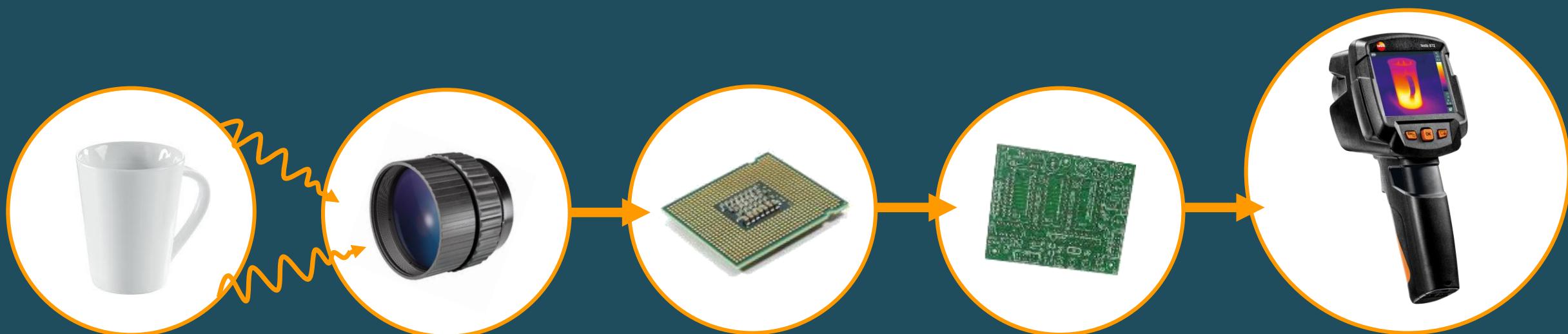


# La mappatura termica

La termocamera individua le differenze di temperatura, questo è il motivo per cui è necessario analizzare le superfici in determinate condizioni, sfruttando le differenze di temperatura fra interno ed esterno o le fasi transitorie di riscaldamento o raffreddamento



# Come funziona una termocamera



Tutti i corpi emettono  
una radiazione  
infrarossa

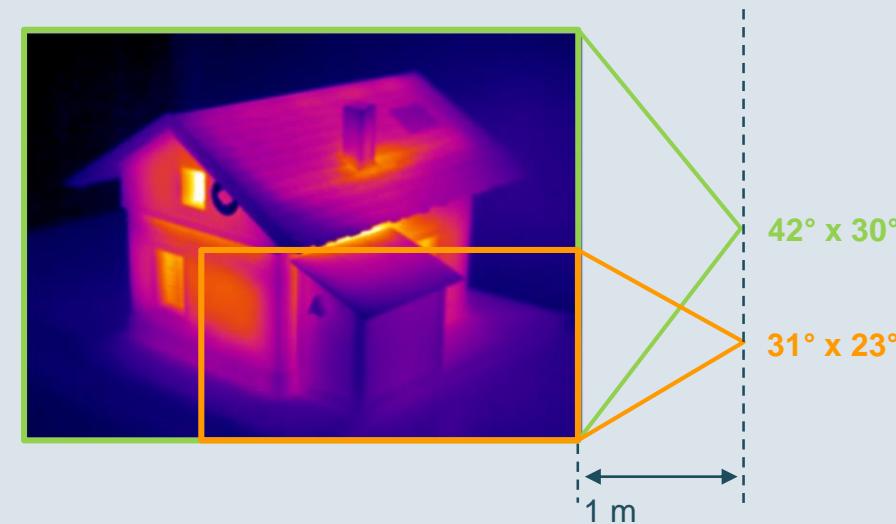
Una lente indirizza le radiazioni IR a un sensore.

La termocamera trasforma  
queste informazioni in un  
immagine termica.

# Principali caratteristiche di una termocamera

## Field of view (FOV) Campo visivo

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

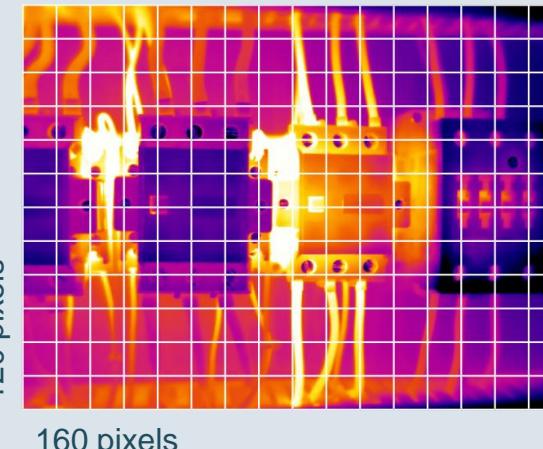


# Principali caratteristiche di una termocamera

## 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.

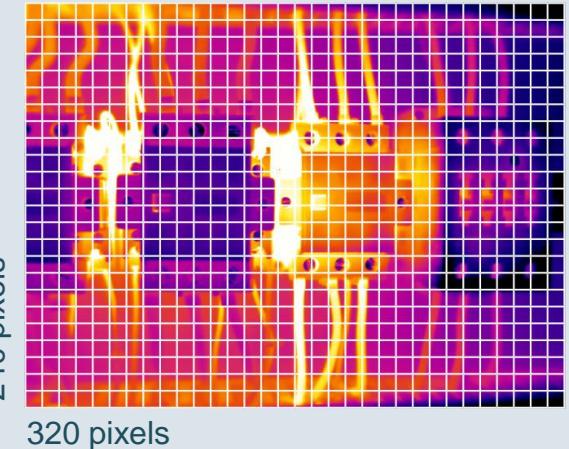
Detector resolution: 160 x 120



120 pixels

160 pixels

Detector resolution: 320 x 240



240 pixels

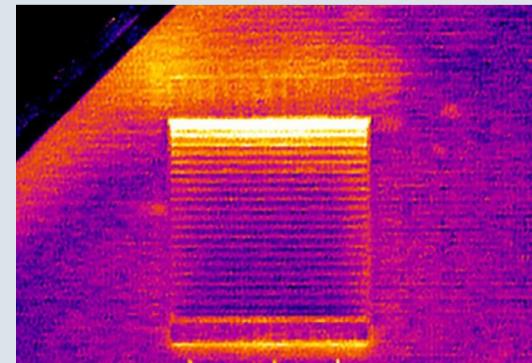
320 pixels

# Principali caratteristiche di una termocamera

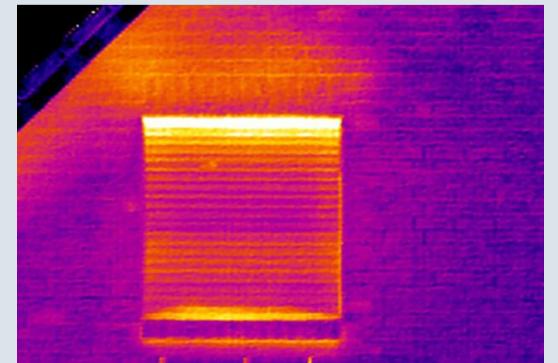
## Sensibilità termica (NETD)

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

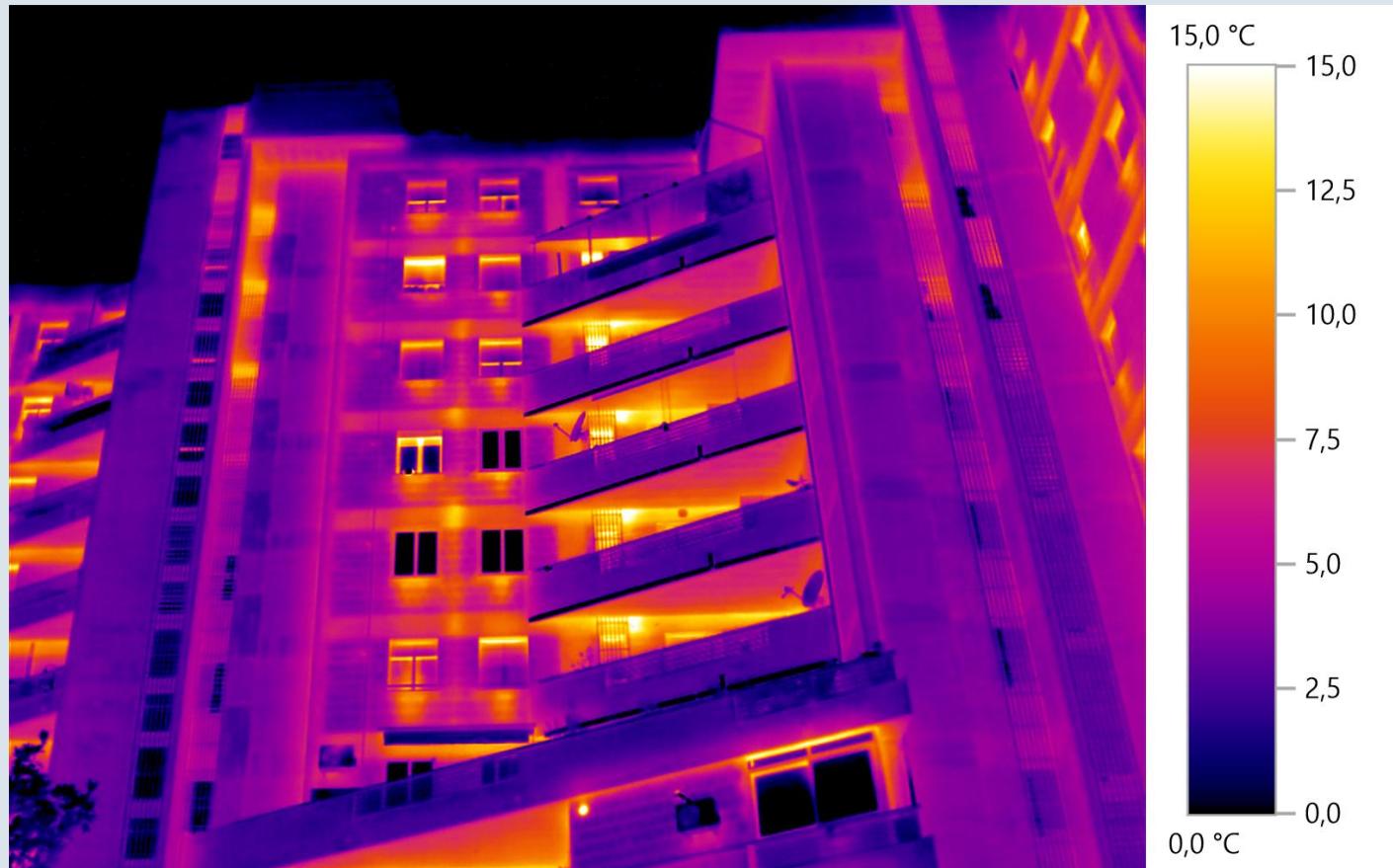


NETD 50mK

# 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

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



# Cappotto termico

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



# Distaccamento d'intonaco

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°

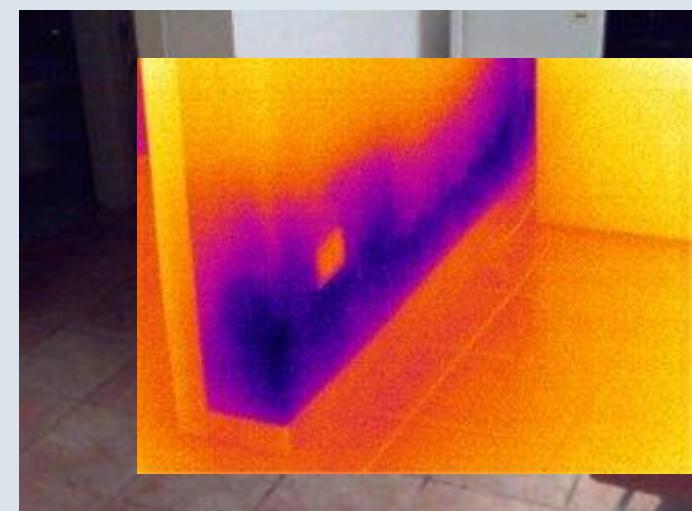
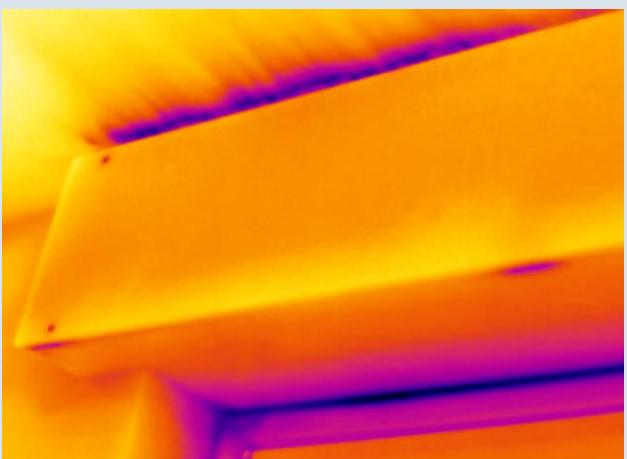
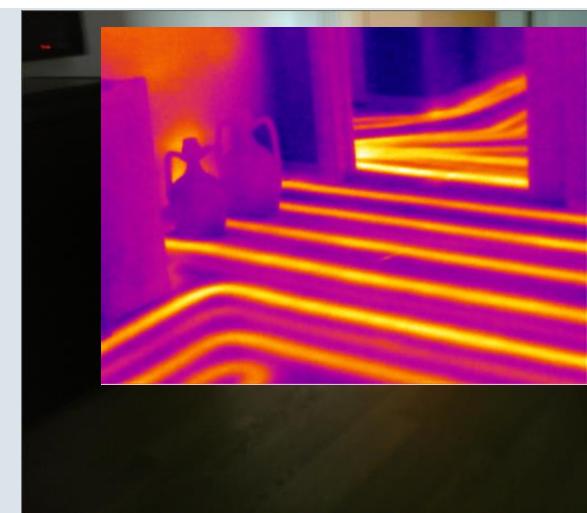
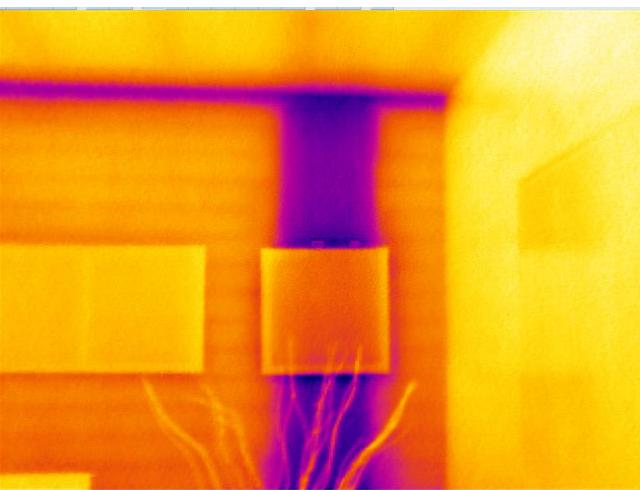
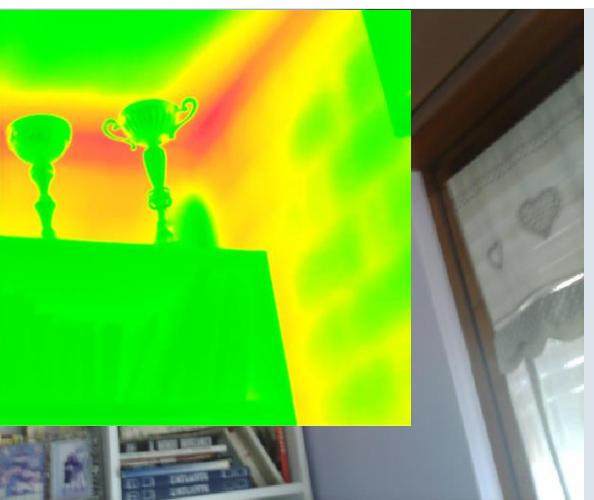
## Nell'ambito dell'efficienza energetica

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

## 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:

1. Immagini oggettivamente comparabili
2. 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 IRSof 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.



# Modelli Testo



testo 865



testo 868



testo 871



testo 872



testo 883



testo 890

Pixel : 160x120 (320x240)  
Sensibilità termica: 120 mK



Pixel : 240x180 (480x360)  
Sensibilità termica: 90 mK



Pixel : 320x240 (640x480)  
Sensibilità termica: 60 mK



Pixel : 320x240 (640x480)  
Sensibilità termica: 40 mK



Pixel : 640x480 (1280x960)  
Sensibilità termica: 40 mK



# Kit termoflussimetrico

Il Kit è composto:

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

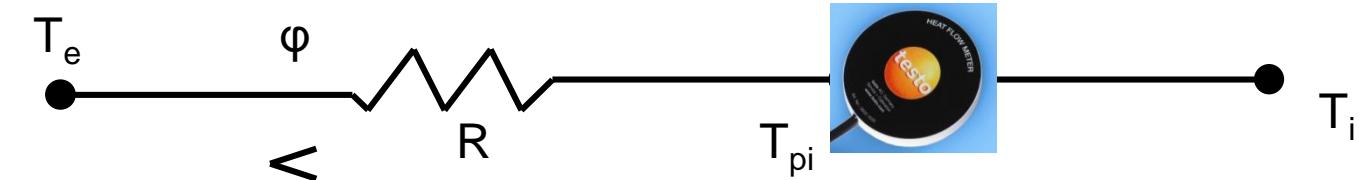


# Metodo della piastra termoflussimetrica

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

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



Anello di guardia  
(parte nera)



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

# Metodo delle medie secondo ISO9869

## DESCRIZIONE

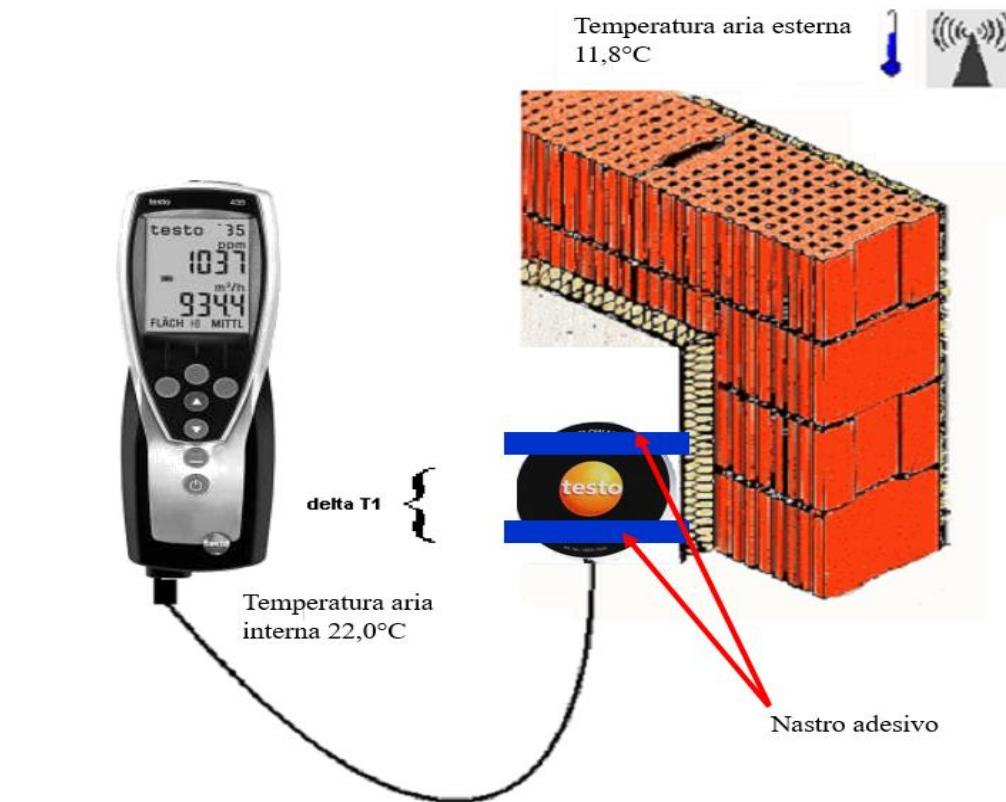
La norma ISO9869 descrive come impiegare le piastre termoflussimetriche nel calcolo della trasmittanza termica (o della conduttanza ovvero escludendo le resistenze liminari).

## 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 72 ore.

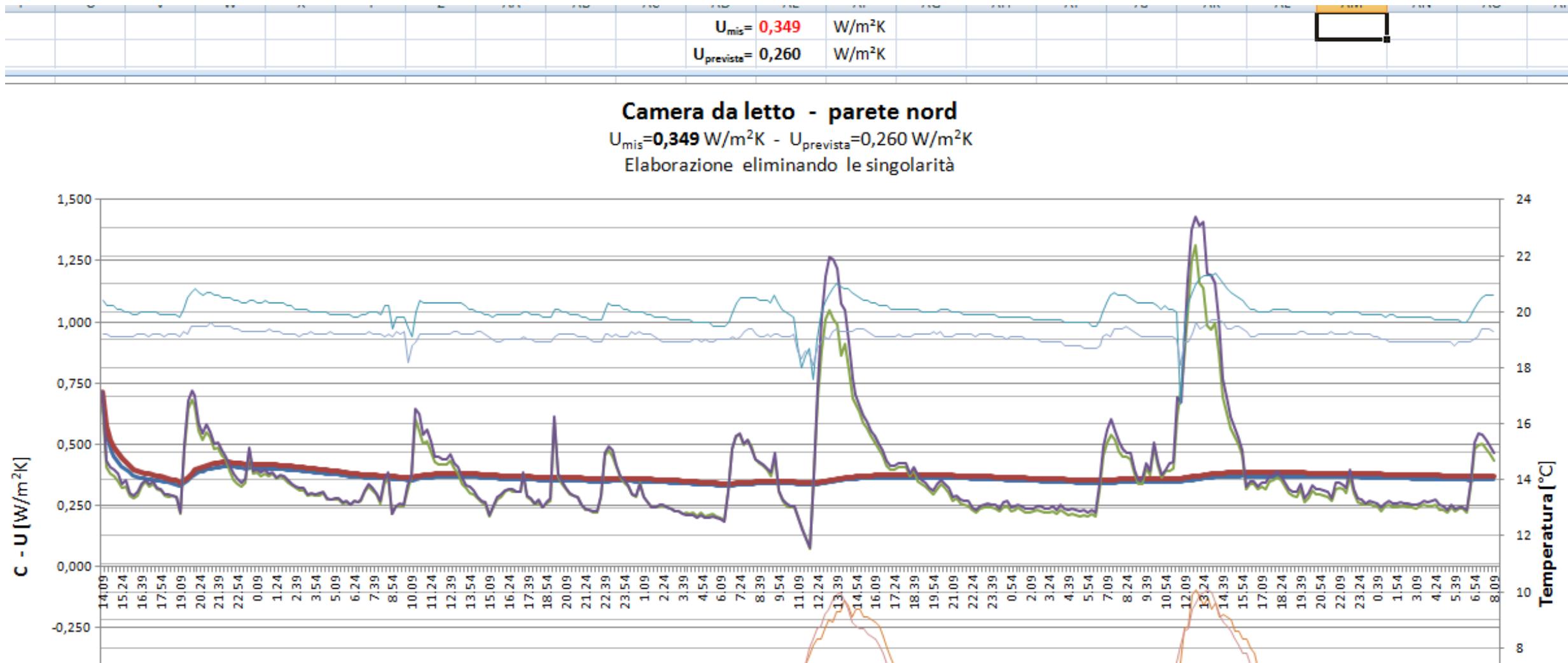
E' possibile estrapolare i dati dal Comsoft ad esempio su un foglio di calcolo e calcolare il flusso termico con questa formula per ottenere istante per istante la media progressiva dei dati e tracciarne un grafico.



$$U = \frac{\sum_{j=1}^n q_j}{\sum_{j=1}^n (T_{ij} - T_{ej})}$$

Dove q è il flusso,  
Ti la temperatura interna,  
Te quella esterna

# Esempio di controllo dati istantanei e medie



# Riferimenti:

Sito web :  
[www.testo.it](http://www.testo.it)

Per domande tecniche :  
[luca.laudi@testo.it](mailto:luca.laudi@testo.it)

Canale youtube Testo Italia :

<https://www.youtube.com/channel/UC9yRrEFniV4jGDOIWMGkOEg>

Facebook :  
<https://www.facebook.com/testospa>

Linkedin :  
<https://www.linkedin.com/company/testo-italia/>





Grazie per l'attenzione  
[www.anit.it](http://www.anit.it)