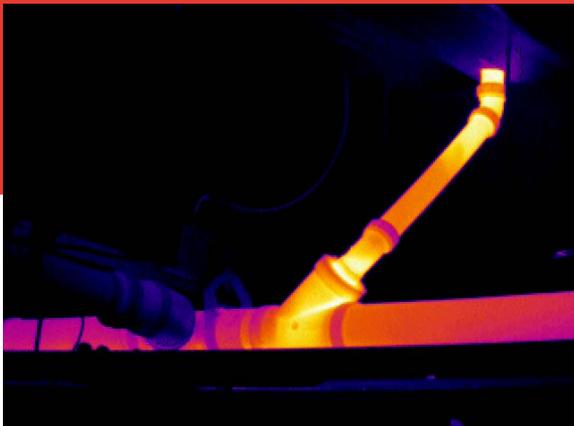


# Come individuare e risolvere potenziali problemi di processo utilizzando la termografia

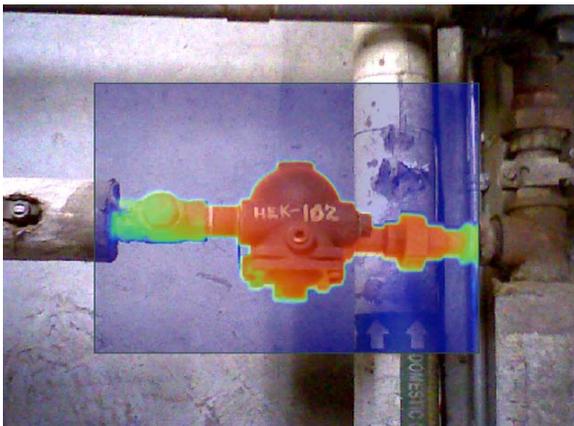
## Nota applicativa

John Pratten, termografo Fluke

Negli ultimi anni, le termocamere si sono trasformate da un dispositivo solo per tecnici specializzati allo strumento perfetto per la manutenzione delle apparecchiature di processo, dalla risoluzione dei problemi alla manutenzione programmata. Utilizzando una termocamera per la ricerca dei guasti, il tecnico può diagnosticare in maniera più efficiente la causa principale e spesso anche identificare altri potenziali problemi durante la stessa ispezione per la manutenzione predittiva.



Le immagini a infrarossi mostrano un blocco parziale di una linea di scarico dei rifiuti liquidi del processo. Il mancato riconoscimento del deterioramento potrebbe provocare gravi problemi.



Gli scaricatori di condensa perfettamente funzionanti devono mostrare una differenza di temperatura da un lato all'altro. Tutte le temperature alte o basse su entrambi i lati dello scaricatore possono indicare un blocco dello scaricatore in posizione aperta o chiusa.

### Funzionamento delle termocamere

A differenza delle normali fotocamere digitali che catturano le immagini della luce visibile riflessa dagli oggetti, le termocamere creano immagini misurando l'energia a raggi infrarossi o il calore. La termocamera quindi assegna i colori in base alle differenze di temperatura misurate. In una immagine "radiometrico", ciascun pixel di colore sullo schermo rappresenta una singola temperatura.

Le termocamere leggono la temperatura della superficie degli oggetti. Il problema è che non tutte le superfici emettono energia termica allo stesso modo. L'emissività è la proprietà del materiale che descrive l'efficienza con cui un oggetto irradia o emette calore.

L'emissività è espressa con un valore da zero a uno- punto-zero:

- I metalli brillanti hanno una bassa emissività
- Altri materiali o i metalli verniciati o fortemente ossidati hanno una maggiore emissività

Allo stesso tempo, gli oggetti con bassa emissività sono altamente *riflettenti* rispetto ambienti circostanti. Per questo motivo l'energia riflessa, rilevata da una termocamera, può essere diversa dalla temperatura effettiva. Per compensare (e migliorare la precisione della temperatura), seguite questi suggerimenti:

- Evitare di misurare superfici di metallo lucido
- In un armadio elettrico, concentrarsi sugli oggetti altamente emissivi come l'isolamento di gomma del cavo di alimentazione
- Applicare vernice nera o nastro isolante sulle superfici ad alta emissività, ove necessario
- Conoscere o controllare la temperatura di fondo

Un altro modo per ottenere la compensazione consiste nel rilevare valori qualitativi. In altre parole, in molti casi, è possibile confrontare le tracce termiche tra i componenti e le unità oppure con i valori rilevati in precedenza su quello stesso oggetto. Se la temperatura è considerevolmente diversa, potrebbe essere presente un problema. Conoscere la temperatura esatta in questo caso potrebbe non essere necessario.

## Linee guida per le misure

Per acquisire immagini termiche ottimali, attenersi alle seguenti procedure:

- Verificare che il bersaglio funzioni con un carico minimo del 40% (carichi più leggeri non producono molto calore, rendendo difficile l'individuazione di problemi).
- Avvicinarsi quanto più possibile all'obiettivo, rimanendo sempre a distanza di sicurezza dall'apparecchiatura.
- Non "catturare" immagini attraverso le porte; i gradienti termici all'interno di un armadio elettrico rendono impossibile comprendere l'impatto termico presente al suo interno.
- Gli infrarossi non passano attraverso le protezioni in plastica o in vetro, per cui è necessario aggirare tali elementi.
- Tenere conto del vento e delle correnti d'aria che potrebbero raffreddare i punti caldi in maniera anomala.

- Tenere conto della temperatura ambiente, in particolare quando si lavora all'esterno. Il caldo e il freddo possono mascherare le temperature del componente.
- Non tutti i problemi sono "scottanti"! Una limitazione del flusso in un sistema di raffreddamento potrebbe essere indicata da una traccia termica più fredda del normale.
- Considerare il funzionamento dell'apparecchiatura interessata e le relative tracce termiche. È importante comprendere il modello termico della linea di base dell'apparecchiatura di cui si sta eseguendo la scansione termica.
- Prendere in considerazione le fonti di radiazione infrarossa riflettente quando si lavora con componenti a bassa emissività.
- Effettuando verifiche di trend di componenti meccanici o elettrici, è importante disporre di carichi consistenti per dati precisi sulla temperatura nel corso del tempo.

**Nota:** Mentre la termografia non prevede contatto, se si misura elettricità in tensione con gli sportelli dell'armadio rimossi, si applicano gli standard di sicurezza NFPA 70E. Indossare indumenti protettivi, cercare di rimanere a più di un metro di distanza dall'oggetto e di ridurre al minimo il tempo di esposizione nella zona a rischio di archi elettrici.

## Applicazioni di processo per termografia

- Misurazione delle temperature di funzionamento nei motori o in altre macchine con componenti rotanti.
- Identificazione di perdite, blocchi e sedimentazioni in recipienti sigillati, tubi, sistemi a vapore e scambiatori di calore.
- Acquisizione di misure delle temperature di processo.

## Controllo dei motori e di altre macchine con componenti rotanti

I principali punti di controllo dei motori includono:

- Cuscinetti
  - I cuscinetti sottoposti allo stesso carico devono avere la stessa temperatura
  - Un cuscinetto più caldo sulla puleggia del motore potrebbe indicare una tensione eccessiva delle cinghie
- Cinghie
  - Pulegge più calde lungo la circonferenza potrebbero indicare lo slittamento delle cinghie
  - L'assenza di raffreddamento delle cinghie tra il motore e le pulegge del ventilatore potrebbe indicare lo slittamento delle cinghie
  - Cinghie con valori termici differenti potrebbero indicare un disallineamento
- Accoppiamenti
- Collegamenti elettrici
- Temperatura complessiva, in particolar modo
  - Raffreddamento insufficiente o
  - Problemi interni



Acquisire un'immagine di base di tutti i motori da confrontare nel corso del tempo, e quindi ricercare sistematicamente punti caldi anomali sul motore, a pieno carico.

Prendetevi il tempo necessario per comprendere quando segue:

- La modalità di trasferimento del calore nell'apparecchiatura tramite conduzione e convezione.
- La modalità di funzionamento dell'apparecchiatura e i relativi guasti. Comprendere le specifiche operative di fabbricazione dell'apparecchiatura

Le tracce termiche sono spesso associate alle condizioni della macchina. Il funzionamento normale ha una traccia verificabile e spesso i problemi si manifestano come variazioni. Per capire ciò, tuttavia, è necessario conoscere la macchina e i relativi guasti.

L'uso di una termocamera per la ricerca guasti consente di controllare rapidamente la temperatura complessiva del motore di tanto in tanto, specialmente per i motori più piccoli su cui potrebbe non venire eseguita la manutenzione necessaria. Spesso questi motori si surriscaldano prima che venga notato il problema. Utilizzare l'intervallo di temperatura del motore riportato sulla targhetta come guida. Le temperature esterne del motore solitamente sono inferiori di circa 36 °F rispetto alle temperature interne.

Per un programma di manutenzione ordinaria o preventiva, l'ideale è iniziare con un motore appena messo in funzione e lubrificato ed acquisire un'immagine dei principali punti di controllo, mentre il motore è in funzione. Utilizzare queste immagini come linee di base.

**Suggerimento:** Sui motori nuovi, osservare l'avvio iniziale del motore attraverso la termocamera. Un problema di cablaggio, di allineamento o di lubrificazione apparirà termicamente prima che si verifichino danni permanenti.

Con il passare del tempo, i componenti del motore si usurano, si sviluppa un attrito che produce calore e gli alloggiamenti cominceranno a riscaldarsi. Se possibile, acquisire ulteriori immagini

termiche a intervalli regolari, confrontandole con la linea di base per analizzare le condizioni del motore. Quando le immagini termiche indicano un surriscaldamento, richiedere un intervento di manutenzione.

Quando si esaminano *cuscinetti piccoli*:

- Confrontare i modelli termici di un cuscinetto con gli altri con operatività simile.
- Tenere presente che i guasti nei cuscinetti piccoli possono causare incendi, sollecitazioni meccaniche, usura delle cinghie e un aumento dei carichi elettrici.

Il controllo dei cuscinetti piccoli è uno dei punti in cui gli infrarossi sono particolarmente utili come tecnologia per la manutenzione. Spesso non vi è altro modo per effettuare questo controllo e i problemi, anche se potrebbero sembrare insignificanti in un primo momento, possono essere gravi. Un altro vantaggio è che il controllo viene eseguito mentre l'apparecchiatura è in funzione.

Quando si esaminano *cinghie e pulegge*:

- Le protezioni possono ostruire la visuale.
- Assicurarsi di esaminare di nuovo le cinghie e le pulegge dopo aver effettuato le azioni correttive. Mentre non è sempre possibile avere una visibilità chiara delle cinghie, la termografia può fornire preziose informazioni sulle condizioni della cinghia e della puleggia.

Durante l'ispezione delle pompe e delle ventole, prestare attenzione all'*accoppiamento*:

- Individuare le irregolarità— un accoppiamento corretto dovrebbe avere una traccia termica coerente. L'usura dei componenti provoca un calore anomalo.
- I problemi di allineamento si manifesteranno con un calore eccessivo, prima che si verifichino problemi ai cuscinetti e quindi danni irreversibili.



La misurazione di alberi in acciaio inossidabile lucido con le termocamere può risultare difficile. Compensare effettuando la misurazione vicino ai raccordi.



Le termocamere sono in grado di rilevare il livello del liquido o di altre sostanze all'interno di un serbatoio, purché vi sia differenza di temperatura tra il liquido, l'aria all'interno e l'aria all'esterno, e che il serbatoio non sia in materiale lucido.

## Ispezione di serbatoi e altri recipienti sigillati

Punti di ispezione chiave:

- Scansione della superficie esterna dei serbatoi per rilevare le differenze di temperatura in diversi punti
- Tenute, guarnizioni e valvole sulle aperture
- Livelli dei serbatoi—individuare i livelli dei fluidi, dei solidi, delle sostanze galleggianti e della sporcizia
- Materiale refrattario

Sebbene la maggior parte dei grandi serbatoi di processo sia dotata di indicatori elettronici o visivi integrati per il controllo dei livelli di prodotto, questi non sono sempre affidabili. I controlli termici possono rivelare il rapporto tra liquido e gas (di solito aria) in un recipiente, che indica il livello di riempimento e se i contenuti sono depositati o impropriamente separati. Conoscere i livelli corretti evita l'eccessivo riempimento in caso di guasto di un sensore di livello e garantisce valori delle scorte affidabili per le materie prime e/o i prodotti finiti.

## Livelli del serbatoio

Quando si verifica una variazione della temperatura in un serbatoio o in un silo, spesso è possibile vedere i modelli termici associati ai diversi livelli di riempimento. Conoscere il livello dello sporco, ad esempio, è indispensabile quando si tratta di effettuare un processo continuo o per la preparazione alla pulizia del serbatoio. La termografia, inoltre, può rivelare la presenza di materiali galleggianti come cera e schiuma così come strati di liquidi, gassosi e perfino solidi, ad esempio lo strato di paraffina che talvolta si forma tra gli strati di olio e acqua all'interno dei separatori e che ne impedisce il normale funzionamento.

## Perdite dalle guarnizioni e sigillature

La maggior parte delle perdite si sviluppano all'interno delle guarnizioni o delle sigillature, oppure intorno ad esse. Meno frequentemente, la corrosione può causare un indebolimento e la conseguente rottura del recipiente. Per individuare la

### Prendete nota:

- I gas hanno una maggiore capacità termica rispetto ai liquidi; ciò significa che la temperatura dei prodotti liquidi varia molto più lentamente di quella del gas nello spazio libero.
- Poiché la maggior parte dei serbatoi si trova all'esterno, il loro contenuto si scalda durante il giorno a causa dei raggi solari, e si raffredda nel corso della notte. Questa differenza di temperatura tra il prodotto e lo spazio libero può essere osservata attraverso la maggior parte delle pareti del serbatoio. Questa tecnica può funzionare in qualsiasi momento della giornata ma tenere presente che alcune volte l'aria e il liquido o il materiale solido avranno la stessa temperatura e non sarà visibile alcun livello apparente. Il livello inizia a diventare visibile quando l'aria acquisisce o perde energia termica.
- L'immagine termica di un serbatoio completamente vuoto o completamente pieno, o con una superficie riflettente lucida, apparirà uniforme e nessun livello di prodotto sarà evidente. In caso contrario, il livello di prodotto viene visualizzato come un'evidente separazione termica tra lo spazio libero e il prodotto.
- Se la superficie del serbatoio è lucida, o ha pareti isolate, potrebbe essere difficile effettuare il controllo utilizzando la termografia.

guarnizione o la sigillatura in cui si verificano le perdite, effettuare la scansione con la termocamera lungo la sigillatura stessa, verificandone eventuali variazioni termiche. Una variazione importante di temperatura lungo la sigillatura o la guarnizione indica una riduzione di caldo o freddo, di conseguenza un sintomo di un errore.

## Valvole

Una termocamera può monitorare le valvole di controllo per verificare se sono presenti perdite, attriti (blocchi) o una frizione eccessiva. Inoltre, la bobina di sollecito della valvola potrebbe surriscaldarsi in seguito a un funzionamento troppo intenso, causando la dispersione di corrente o disallineamento delle valvole. Quando la termografia indica un problema, i tecnici sono in grado di esaminarlo a fondo tarando la valvola o il relativo regolatore.

### Materiali refrattari

In condizioni favorevoli, un rivestimento o un materiale refrattario danneggiato verrà visualizzato come macchie calde o fredde. La maggior parte delle perdite si verifica a causa del guasto di una sigillatura o di una guarnizione, anche se a volte la corrosione provoca perdite sulla parete del recipiente. Qualunque sia la loro origine, è probabile che le perdite si manifestino come un'anomalia nella temperatura. Quando si esegue l'ispezione dell'isolamento refrattario, individuare le zone calde associate all'assottigliamento o al guasto del materiale refrattario. Le aree fredde sono associate all'accumulo interno del prodotto. Il materiale refrattario ad alta temperatura è progettato per controllare il trasferimento del calore; con il degradarsi, consente una maggiore trasmissione del calore all'esterno del dispositivo. In alcuni casi, le aree più fredde sono quelle interessanti poiché qui può essere rilevato l'accumulo di prodotto all'interno di un dispositivo.

### Scaricatori di condensa, linee, radiatori e convettori

Le termocamere possono analizzare rapidamente lo scaricatore e le temperature all'interno e all'esterno degli scaricatori di condensa. Controllare tutte le linee di trasmissione e seguire le temperature dei tubi fino alla fonte dei problemi.

- Se la temperatura è bassa nel tubo del vapore, bassa nello scaricatore e bassa nel circuito di ritorno della condensa, lo scaricatore potrebbe bloccarsi in posizione chiuso.
- Se la temperatura è alta nel tubo del vapore, alta nello scaricatore e alta nel circuito di ritorno della condensa, lo scaricatore potrebbe bloccarsi in posizione aperto.
- Se la temperatura è alta nel tubo del vapore, alta nello scaricatore e leggermente più bassa nel circuito di ritorno

della condensa, probabilmente lo scaricatore funziona correttamente.

La mancata apertura di uno scaricatore può passare inosservata per settimane o mesi e può causare danni ingenti dal punto di vista economico. Con una termocamera, questi scaricatori appaiono caldi su entrambi i lati. Se si rileva uno scaricatore in tali condizioni, assicurarsi che non abbia appena effettuato un ciclo. Se, dopo pochi minuti, rimane caldo su entrambi i lati, probabilmente non funziona correttamente.

### Scambiatori di calore/ radiatori vapore

Il controllo termico degli scambiatori di calore consente di identificare in maniera rapida e sicura le aree di corrosione, i depositi minerali e l'accumulo di sporcizia, nonché la mancanza di trasferimento di calore a causa di danni esterni quali grandine, uso non corretto o mancanza di manutenzione. Tuttavia, è importante ricordare che il trasferimento di calore meccanico è un'area in cui raramente sono presenti linee chiare e nitide per la differenza di temperatura. A differenza dei "punti caldi" tipici in cui è possibile rilevare il surriscaldamento o il malfunzionamento dell'apparecchiatura, gli scambiatori di calore sono fabbricati in modo da facilitare una variazione di temperatura diffusa e uniforme. Le termocamere ad alta risoluzione con regolazioni di livello e intervallo integrate, generalmente consentono di acquisire le differenze termiche più basse (denominate Delta T) spesso presenti nei condotti bloccati o nei filtri intasati degli scambiatori a piastre.

Al contrario, gli scambiatori di calore a guscio spesso mostrano aree chiare e definite di ostruzioni causate dall'accumulo di materiali solidi. In questi casi, l'ispezione a infrarossi consente di individuare le aree specifiche in cui si presenta il problema.

### Conclusione

Ciò che manca in quanto riportato sopra è l'esperienza personale. La ricerca guasti dipende, per sua natura, dallo scenario. Più si utilizzano le termocamere, maggiore è la capacità dell'utente di identificare le anomalie. Questa capacità di utilizzare gli strumenti termici, insieme alla conoscenza del funzionamento della linea e dell'apparecchiatura, può far sì che l'utente diventi formidabile nella ricerca guasti con una conseguente migliore manutenzione a lungo termine.

### Lo sapevate?

1. Non tutti i problemi sono "scottanti". Ad esempio, se un fusibile o un interruttore si danneggiano, si può rilevare un collegamento insolitamente freddo.
2. Se un pannello o un'altra parte dell'apparecchiatura è dotata di una ventola interna, non sarà possibile ottenere una misura precisa della temperatura della superficie. (Ovviamente, fate attenzione quando si disabilita una ventola fondamentale per il raffreddamento dell'apparecchiatura.)
3. È possibile utilizzare la termocamera nelle aree sporche del processo; è sufficiente coprire la fotocamera con una busta di plastica sottile. La plastica è trasparente ai raggi infrarossi.
4. La lubrificazione eccessiva è un problema esattamente come una lubrificazione insufficiente! Allo stesso modo, le cinghie possono essere tese eccessivamente o in maniera insufficiente.
5. L'acqua mantiene il calore più a lungo dell'aria. Ciò significa che dopo una giornata calda, il liquido all'interno di un serbatoio rimane caldo più a lungo rispetto l'aria, offrendo la massima differenza termica per rilevare i livelli del serbatoio.

**Fluke. Keeping your world up and running.®**

**Fluke Italia S.r.l.**  
Viale Lombardia 218  
20861 Brugherio (MB)  
Tel: (39) 02 3600 2000  
Fax: (39) 02 3600 2001  
E-mail: fluke.it.cs@fluke.com  
Web: www.fluke.it

**Fluke (Switzerland) GmbH**  
Industrial Division  
Hardstrasse 20  
CH-8303 Bassersdorf  
Telefon: 044 580 75 00  
Telefax: 044 580 75 01  
E-Mail: info@ch.fluke.nl  
Web: www.fluke.ch

©2015 Fluke Corporation. Tutti i diritti riservati.  
Dati passibili di modifiche senza preavviso.  
08/2015 3433263B\_IT

**Non sono ammesse modifiche al presente documento senza autorizzazione scritta da parte di Fluke Corporation.**