

# La diagnostica a infrarossi raggiunge un livello quasi microscopico grazie alla termografia macro Fluke

Negli ultimi 20 anni, la tecnologia delle termocamere ha rivoluzionato le operazioni di manutenzione, ricerca guasti, controllo qualità e ricerca e sviluppo in tutti i settori. Le termocamere sono diventate uno strumento di uso comune in un numero sempre maggiore di applicazioni, grazie all'aumento del livello di dettaglio e delle prestazioni, oltre alla riduzione dei costi e alle interfacce utenti semplificate. Poiché le termocamere possono fornire un dettaglio radiometrico, cioè i dati di temperatura di ogni punto di misura all'interno di un'immagine agli infrarossi, senza dover toccare il soggetto esaminato, diventano lo strumento ideale per ispezionare oggetti che potrebbero esser danneggiati o contaminati da una misura a contatto, oppure che sono tanto piccoli da non poter essere misurati con questo tipo di strumenti.

Figura 1.  
L'applicazione non uniforme di metallo indica un processo di produzione di livello inferiore. Questa non è una scheda sulla quale sia consigliabile montare componenti.

Fluke propone oggi un obiettivo macro da 25 micron per le termocamere Fluke TiX560 e TiX520. Questo obiettivo presenta una risoluzione spaziale migliore, in grado di mostrare le differenze di temperatura in dettagli fino a 25 micron, più piccoli di un capello umano. In abbinamento ad una termocamera Fluke TiX560 o TiX520, l'obiettivo macro da 25 micron assicura un livello di dettaglio termico che facilita l'identificazione di problemi che non sarebbero rilevabili con gli obiettivi standard. Questo livello di dettaglio è fondamentale per garantire l'integrità di progetto

e la qualità di produzione di PCB sempre più piccoli e dei componenti per microelettronica.

## Valore di una vista macro nel ciclo di produzione

Poiché gli obiettivi macro Fluke a infrarossi da 25 micron garantiscono una messa a fuoco così precisa sui soggetti più piccoli, il loro valore per questi tipi di analisi è inestimabile.

## Integrità/qualità dei materiali

Un obiettivo macro ad infrarossi da 25 micron mostra i modelli termici che possono indicare interruzioni, mancati abbinamenti o altre condizioni di disomogeneità. Le anomalie termiche persistenti in diversi campioni possono portare a difetti di produzione.

Ad esempio, la Figura 1 mostra una scheda con una scarsa metallizzazione. Anziché creare punti di collegamento rettangolari, il processo di metallizzazione insufficiente ha lasciato dei grumi di metallo che potrebbero facilmente causare dei guasti.

## Prime TRE

### Applicazioni degli obiettivi macro a infrarossi Fluke

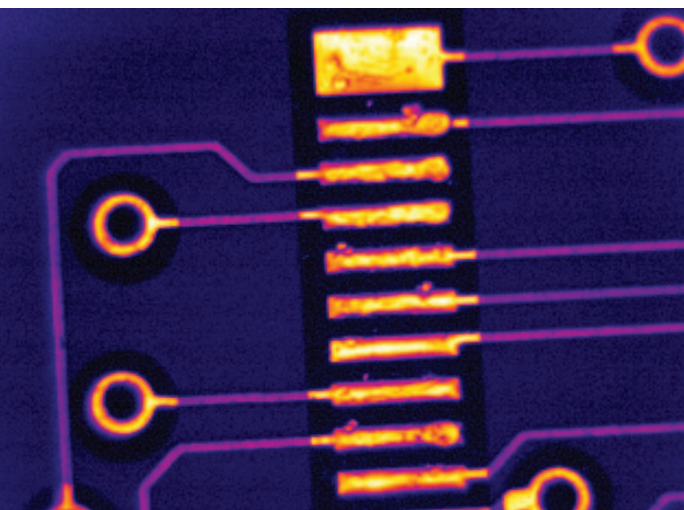
1. Rilevazione di guasti con dettagli quasi microscopici
2. Individuazione di irregolarità di produzione
3. Test dell'affidabilità e della durata dei prodotti

## Parametri di prestazione dei materiali

Tutti i materiali e i componenti hanno delle specifiche operative, quali l'intervallo di temperatura e l'umidità. I modelli termici possono indicare se un componente o materiale si comporta come previsto nelle condizioni specificate. La capacità di trovare le differenze di temperatura tra dettagli con dimensioni nell'ordine dei 25 micron può aiutare a trovare guasti potenziali in componenti di dimensioni quasi microscopiche.

## Affidabilità e durata dei materiali

La rilevazione dei modelli termici dei materiali su un periodo di test esteso con un obiettivo macro può aiutare i tecnici di ricerca e sviluppo a determinare la durata prevista di un componente ed identificare le zone critiche che potrebbero determinare dei guasti prematuri.



## Vedere la differenza che fa un dettaglio quasi microscopico

Per mettere le cose nella giusta prospettiva, l'obiettivo macro Fluke da 25 micron permette di vedere dettagli quasi microscopici. Ma cosa significa da un punto di vista visivo?

Verificalo voi stessi. Queste sono alcune immagini di oggetti comuni che sono state rilevate con una termocamera Fluke TiX560 dotata di obiettivo standard e un obiettivo macro da 25 micron. Il maggiore livello di dettaglio può fare la differenza tra trovare un problema in pochi minuti e dedicare ore o giorni alla ricerca di un guasto.

### Fiammifero appena spento

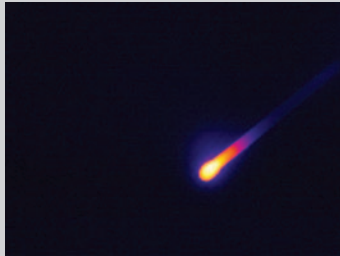


Figura 4. Questa immagine di un fiammifero subito dopo essere stato spento è stata rilevata con una termocamera TiX560 e un obiettivo standard.

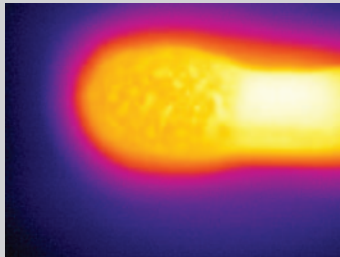


Figura 5. Questa immagine di un fiammifero appena spento è stata scattata con una termocamera Fluke TiX560 e un obiettivo macro ad infrarossi da 25 micron.

### Moneta inglese



Figura 6. La foto di questo penny, di circa 20,3 mm di diametro, è stata scattata con una termocamera TiX560 e un obiettivo standard.

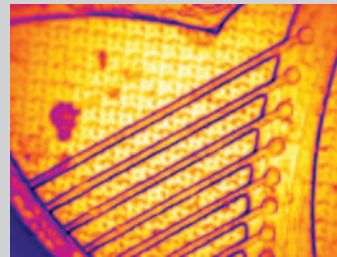


Figura 7. Questa immagine mostra lo stesso penny di Figura 6, ma in questo caso è stata scattata con una Fluke TiX560 e un obiettivo macro da 25 micron. Ciò dimostra l'elevato livello di dettaglio offerto dall'obiettivo macro.

## Mettere in opera gli obiettivi macro

Che si stia progettando un nuovo dispositivo, eseguendo controlli di qualità su componenti o schede già assemblate, o ricercando i guasti in dispositivi finiti, la possibilità di vedere differenze minime nei profili termici dei componenti microelettronici può facilitare notevolmente la diagnosi più veloce dei punti critici, delle schede o dei componenti. Di seguito riportiamo alcuni esempi di come un obiettivo macro può fare risparmiare tempo, denaro e frustrazioni nella progettazione, test e produzione di dispositivi elettronici.

### Resistenza di precisione

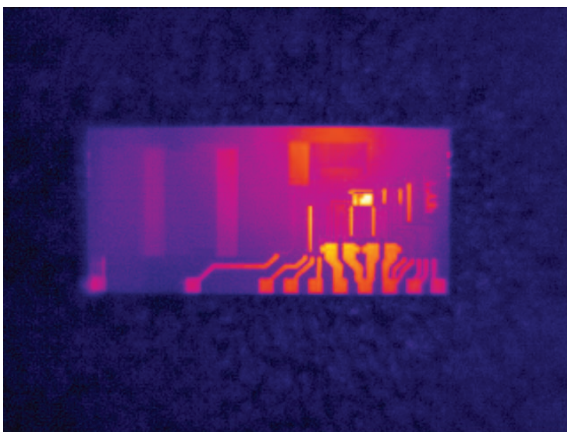


Figura 2. Immagine di chip per resistenza di precisione scattata con obiettivo standard e Fluke TiX560.

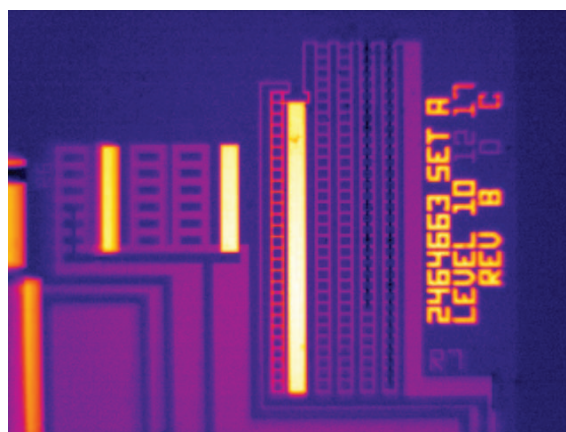


Figura 3. Vista ravvicinata del modello in dettaglio nel chip per resistenza di precisione, rilevata con una TiX560 e un obiettivo macro da 25 micron.

## Individuazione di guasti in componenti invisibili con obiettivi standard

Nel primo esempio (Figura 8) abbiamo analizzato un circuito stampato e trovato un punto caldo con una Fluke TiX560 e un obiettivo standard.

Con l'obiettivo macro Fluke da 25 micron siamo stati in grado di vedere che il punto caldo è in effetti su due circuiti separati di un unico circuito integrato (Figura 9), entrambi i circuiti funzionano normalmente.

Se uno dei circuiti fosse guasto, ciò potrebbe essere facilmente visto nell'immagine macro. In tal caso solo un rettangolo sarebbe caldo, l'altro sarebbe scuro. L'immagine rilevata con l'obiettivo standard non mostra dettagli sufficienti per individuare i due circuiti. Pertanto, se uno fosse più caldo dell'altro o freddo (indicando un guasto) non sarebbe possibile vedere la differenza e si continuerebbe ad indagare in altre zone della scheda.

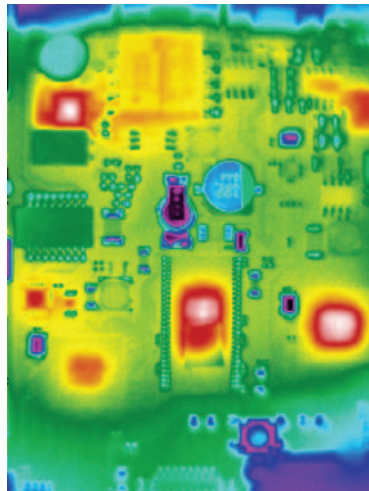


Figura 8. Immagine della sezione di PCB scattata con una Fluke TiX560 e un obiettivo standard.

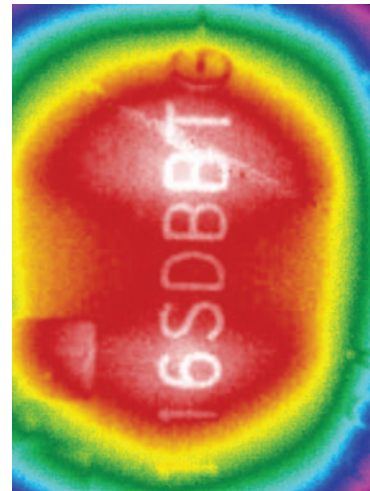


Figura 9. Questa immagine, scattata con una Fluke TiX560 e un obiettivo macro da 25 micron, mostra che il punto caldo copre effettivamente due circuiti.

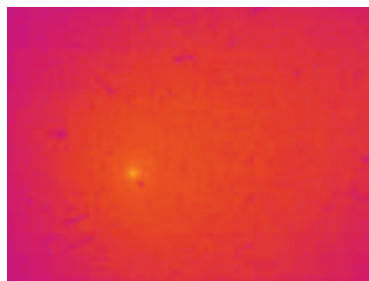


Figura 10. Rilevatore piroelettrico analizzato con termocamera Fluke TiX560 e obiettivo macro ad infrarossi da 25 micron.

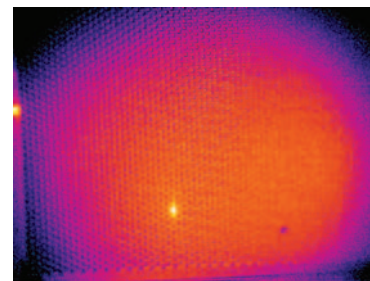


Figura 11. Chip di lettura in silicio con materiale ceramico rimosso, analizzato con termocamera Fluke TiX560 e obiettivo macro da 25 micron.

## Individuazione rapida di irregolarità di produzione

La diagnosi e la risoluzione dei problemi di produzione è fondamentale per massimizzare la resa del prodotto, come abbiamo scoperto in una delle nostre linee di produzione Fluke. Abbiamo subito rilevato un imprevisto aumento del numero medio di guasti nei test dei nostri rilevatori ceramici piroelettrici. Un calo del rendimento del 50% indicava un problema di produzione. Partendo da un semplice test di alimentazione abbiamo scoperto che il rilevatore assorbiva troppa corrente, una situazione che indica la presenza di un corto circuito. Rimaneva il problema di come individuare tale corto circuito.

Decidemmo di effettuare un'analisi agli infrarossi sul rilevatore alimentato, utilizzando una termocamera TiX560. Da un'immagine scattata con un obiettivo standard non si

riscontrava alcuna anomalia. Tuttavia, dopo avere collegato l'obiettivo macro da 25 micron, l'immagine risultante mostrava un rilevante punto caldo sulla superficie che sembrava uniforme (Figura 10).

Una volta individuato il problema, abbiamo rimosso il materiale ceramico dal rilevatore e analizzato nuovamente il chip di lettura in silicio con l'obiettivo macro. Questa scansione mostrava un punto caldo ben definito di circa 100 micron di diametro (Figura 11).

Dopo avere individuato la zona interessata, abbiamo esaminato l'area problematica sul chip di silicio con un microscopio a scansione elettronica (SEM). L'esame ha rivelato delle rientranze nel silicio che avevano creato una frattura e provocato un corto circuito tra le

tracce di alimentazione positiva e negativa. Ripercorrendo i vari passaggi del processo di produzione abbiamo poi scoperto che in un punto del processo la piastra di schermatura entrava in contatto con il chip in silicio, creando la rientranza.

Abbiamo quindi regolato la piastra per evitare tale contatto, risolvendo il problema. La resa della produzione è così tornata ai livelli precedenti. Se non fossimo stati in grado di restringere la zona del problema con l'obiettivo macro ad infrarossi, sarebbe stato necessario molto più tempo per trovare il guasto. Avremmo dovuto utilizzare il SEM su tutto il chip per trovare il problema, un'operazione che avrebbe richiesto molte ore anziché i minuti richiesti per l'operazione con la termocamera TiX560 e l'obiettivo macro da 25 micron.



## Suggerimenti rapidi per scattare immagini ottimali

Scattare delle buone immagini ad infrarossi è contemporaneamente un'arte e una scienza. Il procedimento inizia con la selezione della termocamera e dell'obiettivo più adatti per il lavoro. Dopo di ciò è possibile migliorare la qualità delle immagini all'infrarosso e delle informazioni da esse fornite prestando attenzione a fondamentali fattori tecnici quali:

### **Distanza dal soggetto**

La distanza dal soggetto è determinata dall'obiettivo e dalla termocamera utilizzati. Ad esempio, con la termocamera TiX560 e l'obiettivo Fluke da 25 micron è possibile mettere a fuoco da una distanza di 10 mm dal soggetto. Va ricordato che le indagini su sonde collegate o grandi componenti potrebbe non essere possibile a distanza ravvicinata, quindi è importante scegliere una termocamera e un obiettivo che siano adatti alla distanza necessaria per l'applicazione.

### **Portata operativa**

La portata operativa dell'obiettivo indica la distanza alla quale il soggetto sarà a fuoco. Ad esempio, la portata operativa ottimale per l'obiettivo macro Fluke da 25 micron è compresa tra 8 mm e 14 mm.

### **Stabilità della termocamera**

Per prestazioni ottimali è necessario assicurarsi che la termocamera rimanga stabile e ferma durante la ripresa delle immagini. Si consiglia di fissare la termocamera al banco utilizzando la base per supporto a treppiede dei modelli TiX560 e TiX520. Il modello TiX560 include anche una funzione di controllo remoto che vi permette di catturare immagini dal vostro computer mentre la termocamera non viene toccata.

### **Compensazione dell'effetto narciso**

L'effetto narciso si riferisce all'immagine dell'obiettivo che a volte può comparire a causa del rimbalzo del calore avanti e indietro tra l'immagine e l'obiettivo stesso. Anziché rilevare il soggetto analizzato, la termocamera rileva l'immagine del suo obiettivo. Per evitare questo effetto, spostare la termocamera di alcuni gradi rispetto ai 90 gradi in direzione del soggetto.

### **Obiettivi telecentrici rispetto a obiettivi non telecentrici**

Con un obiettivo telecentrico, tutto ciò che si trova entro la portata operativa dell'obiettivo risulta appiattito, ovvero alla stessa distanza dalla termocamera. Ciò significa che, in presenza di un componente distante 8 mm e un altro distante 14 mm, entrambi saranno a fuoco ad una distanza di 10 mm. Gli obiettivi non telecentrici obbligano a rimettere a fuoco quando si analizzano componenti a distanze diverse dall'obiettivo, operazione che richiede tempo e regolazioni precise. L'obiettivo macro Fluke da 25 micron per la TiX560 è telecentrico, quindi tutti i componenti entro la sua portata operativa compresa tra 8 mm e 14 mm appariranno a fuoco e alla stessa distanza.

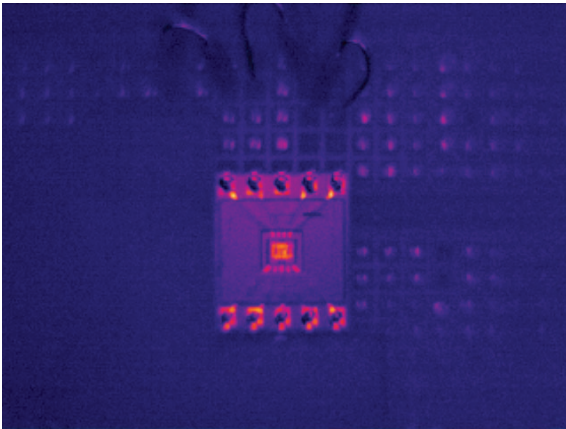


Figura 12. Resistore non alimentato ripreso con una termocamera TiX560 ed un obiettivo standard.

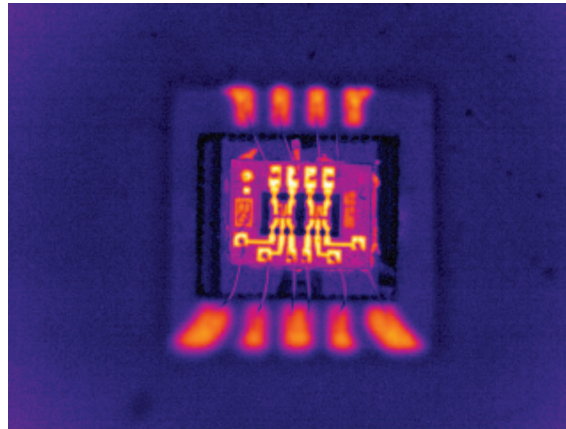


Figura 13. Stesso resistore non alimentato di Figura 12 ma ripreso con un obiettivo macro Fluke da 25 micron.

## Test dell'affidabilità e della durata dei prodotti

Tutti i fornitori di componenti elettronici devono testare i loro prodotti per assicurarsi che funzionino come previsto in condizioni specifiche e determinare la loro durata. Ad esempio, un produttore di resistori a montaggio superficiale (dimensione 1 mm circa) vorrebbe garantire prestazioni, affidabilità e durata previste dei componenti che fornisce. Il miglior modo di raggiungere questo obiettivo consiste nel testare i resistori nei loro punti chiave durante le fasi di progettazione e sviluppo.

Un resistore è principalmente un dispositivo che limita la corrente o la tensione e dissipa calore in base alle correnti e alle tensioni applicate. Non sempre una termocamera con un obiettivo standard è in grado di mostrare il livello di dettaglio necessario per distinguere i punti caldi.

Tuttavia, la visualizzazione del modello termico tipico di un resistore sottoposto a test con una termocamera dotata di obiettivo macro permette al produttore di ottenere dei dati estremamente utili sulla progettazione del resistore e sul suo comportamento durante la dissipazione di energia termica. Questi modelli termici possono indicare problemi relativi alla produzione.

Ad esempio, la Figura 12 mostra un resistore da 400 ohm non alimentato su un convertitore AC/DC ripreso con un obiettivo standard. La Figura 13 mostra lo stesso componente ripreso con un obiettivo macro da 25 micron. Come si vede, l'immagine macro offre molti più dettagli del resistore, anche in assenza di alimentazione.

Successivamente abbiamo alimentato il convertitore e lo abbiamo dapprima analizzato con l'obiettivo standard (Figura 14), poi con l'obiettivo macro.

L'immagine rilevata con l'obiettivo standard non mostra problemi evidenti. Tuttavia, l'immagine molto più dettagliata ripresa dall'obiettivo macro da 25 micron mostra che sul lato destro del resistore è presente molta meno corrente rispetto al lato sinistro.

Le misure di temperatura sono fondamentali per il calcolo della durata prevista. Il modello termico del resistore può essere dettagliato a sufficienza per indicare i punti caldi. Molto probabilmente questi punti caldi si trovano al di fuori della temperatura di funzionamento specificata per il componente e possono accelerare le sollecitazioni del materiale, causandone malfunzionamenti prematuri. Con le informazioni acquisite tramite le termocamere, i tecnici possono essere in grado di modificare il progetto o il processo produttivo per limitare i punti di sollecitazione che creano i punti caldi.

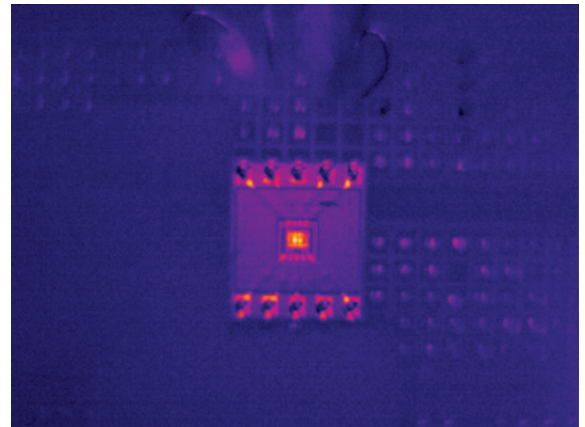


Figura 14. L'immagine del resistore alimentato rilevata con l'obiettivo standard non mostra anomalie evidenti.

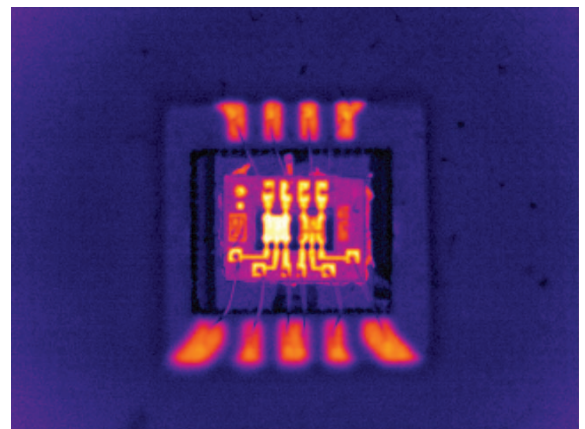


Figura 15. La stessa immagine del resistore alimentato ripresa con un obiettivo macro da 25 micron mostra una chiara anomalia. L'immagine rivela che il lato destro presenta molta meno corrente del lato sinistro.

## Gli obiettivi ad infrarossi Fluke a colpo d'occhio

Obiettivo	TiX560/ TiX520	Ti400/ 300/200	Ti32/ 29/27	Uso previsto	Utilizzato da
Macro	25MAC2 25 micron			Soggetto piccolo o microscopico, inquadrato da distanza estremamente ravvicinata	Tecnici e scienziati operanti nel campo di: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ricerca e sviluppo</li> <li>• Progettazione e convalida di prodotti elettronici</li> <li>• Termografia microscopica</li> </ul> Interessante per organizzazioni universitarie e di ricerca, sviluppo di processo e aziende operanti nel settore della progettazione microelettronica
Teleobiettivo 2x	TELE2	TELE2	TELE1	Soggetti piccoli o medi, inquadrati a distanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnici di manutenzione, impianti elettrici e di processo—quando le apparecchiature sono troppo alte, difficili da raggiungere o è pericoloso avvicinarsi</li> <li>• Ispezioni edili—visualizzazione di piccoli dettagli anche a distanza</li> </ul>
Teleobiettivo 4X	4XTELE2	4XTELE2		Piccoli soggetti, inquadrati a grande distanza	Più interessante per chi opera nei settori <ul style="list-style-type: none"> <li>• Petrochimico—ciminiere alte</li> <li>• Generazione e trasmissioni di potenza—lunghe distanze</li> <li>• Finitura dei metalli—oggetti troppo caldi per avvicinarsi; potrebbero essere presenti attrezzature vicine che richiedono ispezioni</li> </ul>
Grandangolo	WIDE2	WIDE2	WIDE1	Grande soggetto, inquadrato da una distanza relativamente ravvicinata	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnici di manutenzione, impianti elettrici e di processo—quando si lavora in uno spazio ristretto o si richiede un'ampia area di visione</li> <li>• Ispettori di edifici—per ispezioni su tetti e edifici industriali, con un risparmio di tempo grazie alla possibilità di inquadrare un'area maggiore</li> </ul>



La termocamera TiX560 con l'obiettivo macro da 25 micron può essere la soluzione ideale per le vostre esigenze di macro termografia.

- 1 Touch screen sensibile da 5,7 pollici**—facilita la rapida modifica delle impostazioni.
- 2 Obiettivo orientabile**—permette di posizionare lo schermo con l'angolo di visione più comodo.
- 3 Risoluzione 4 volte maggiore**—con la modalità SuperResolution è possibile convertire immagini 320 x 240 in immagini 640 x 480 per una migliore qualità e una maggiore precisione nella misura della temperatura.
- 4 Base di supporto per montaggio su treppiede**—la termocamera può essere saldamente fissata su un sistema di montaggio a banco.
- 5 Controllo a distanza**—la termocamera può essere controllata dal PC, per poter riprendere immagini e regolare le impostazioni dal proprio computer mentre la termocamera rimane indisturbata.
- 6 Messa a fuoco con un pulsante**—con l'obiettivo macro inserito, la pressione del pulsante di messa a fuoco automatica LaserSharp® imposta la messa a fuoco alla distanza ottimale per l'obiettivo, quindi è sufficiente posizionare la termocamera entro la distanza operativa dal soggetto (da ~8 a ~14 mm) e regolare la distanza dal soggetto fino ad ottenere la migliore messa a fuoco.
- 7 Compatibilità wireless Fluke Connect™** che permette di vedere, salvare e condividere video in diretta, immagini fisse e misure con i membri del team dotati di app mobile Fluke Connect™ sui loro smartphone. Per collegarsi è sufficiente premere un tasto.
- 8 Obiettivo intelligente**—l'obiettivo macro viene fornito pre-calibrato, pertanto non richiede la calibrazione su una termocamera specifica ed è intercambiabile tra termocamere compatibili.



### Immagini di qualità di soggetti piccoli

Man mano che i dispositivi elettronici diventano sempre più piccoli, diventa sempre più difficile trovare i componenti microscopici surriscaldati. Le termocamere Fluke TiX560 e TiX520 con obiettivo macro da 25 micron offrono la risoluzione spaziale e la sensibilità termica necessarie per trovare i punti caldi e le lievi differenze di temperatura tra componenti spesso non più grandi di 25 micron. La ricchezza dei dettagli che questi strumenti sono in grado di fornire per la progettazione, lo sviluppo e la produzione di componenti elettronici aiutano a migliorare la qualità, minimizzare i tempi, evitare richiami e ridurre i costi. Per maggiori informazioni sul sistema ad infrarossi più adatto a voi, consultate il vostro riferimento commerciale Fluke o visitate il sito [www.fluke.com/infraredcameras](http://www.fluke.com/infraredcameras).



### Moltiplicate le vostre risorse con le funzionalità wireless Fluke Connect®

Grazie alla App mobile Fluke Connect è possibile trasmettere in tempo reale immagini e misure dalle termocamere Fluke serie Expert agli smartphone e tablet autorizzati e dotati della App Fluke Connect. I risultati possono essere condivisi con altri membri autorizzati del team tramite le videochiamate ShareLive™ per migliorare la collaborazione e rendere più veloci le regolazioni. È possibile utilizzare il software SmartView® in dotazione con tutte le termocamere Fluke per documentare rapidamente quanto rilevato in rapporti comprendenti immagini termiche e dati.

Fluke Connect® non è disponibile in tutti i paesi.

\*Nella zona di servizio wireless.

Smartphone non compreso nell'acquisto.

**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](mailto:fluke.it.cs@fluke.com)  
 Web: [www.fluke.it](http://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.ch](mailto:info@ch.fluke.ch)  
 Web: [www.fluke.ch](http://www.fluke.ch)

©2015 Fluke Corporation. Tutti i diritti riservati. Dati passibili di modifiche senza preavviso.  
 07/2015 Pub\_ID: 13428-ita

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