

# L'ispezione termografica nell'industria automobilistica

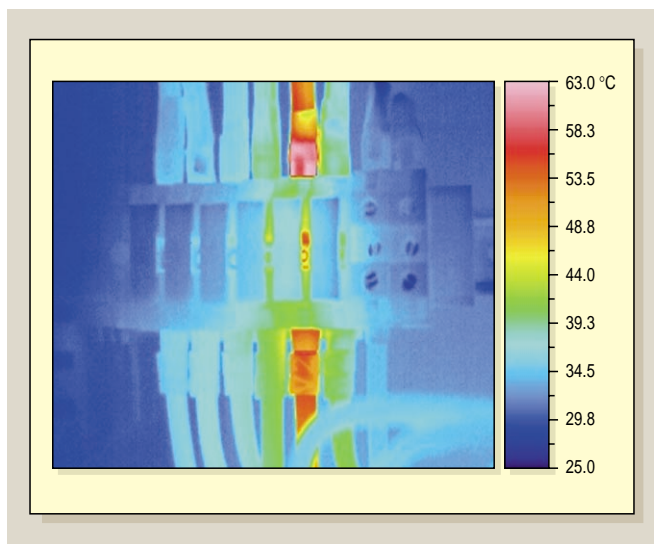
**Valutazione della termografia ispettiva applicata al settore dell'automotive, al fine di agevolare le attività di manutenzione degli impianti**

**Roberto Ricca**, *Inprotec, Cinisello Balsamo (MI)*  
**C. Formento, M. Martoglio**, *Comau Service, Torino*

**S**in dalla sua nascita, la Direzione Tecnica di Comau Service, si è prodigata nella ricerca e sviluppo di metodologie, per affinare ed agevolare l'attività di manutenzione degli impianti. Le attenzioni si sono subito indirizzate verso tutti quegli strumenti e tecniche che permettono di:

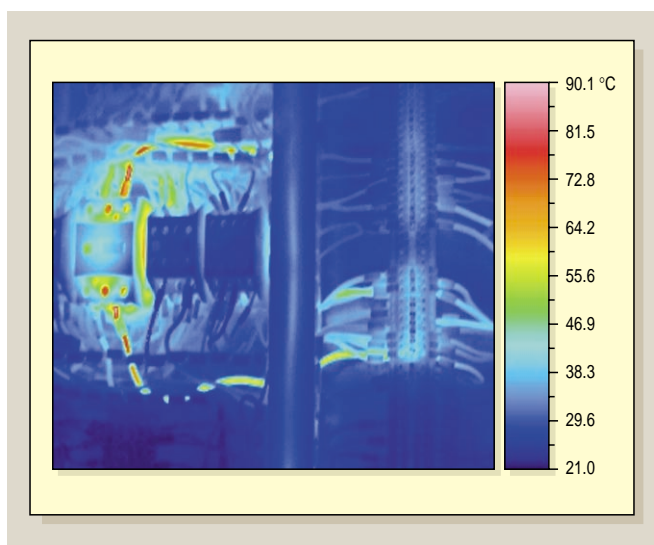
- individuare in anticipo eventuali anomalie, causa di fermate o guasti sugli impianti
- prevedere durata di un componente, prima che il suo stato pregiudichi il funzionamento dell'impianto
- fornire un valore che permette di definire una classe del difetto per la definizione dei tempi d'intervento di manutenzione

Le principali tecnologie applicabili sono: liquidi penetranti, radiografia, ultrasuoni, analisi vibrazionale ed analisi degli oli; tranne che per le ultime due, di cui è ormai risaputa la loro validità come indicatori del degrado ed anomalia delle macchine, negli altri casi è quasi sempre necessario lo smontaggio del componente per verificarne il suo stato, pertanto, si è voluto rivolgere l'attenzione su gli strumenti per il rilevamento della temperatura, più specificatamente, quelli che sfruttano la tecnologia dell'infrarosso per la misurazione. Si è provveduto in breve tempo a testare, diverse telecamere ad Infrarosso, al fine di poter scegliere quella più confacente alla nostra tipologia d'utilizzo, ma anche per verificare l'effettiva utilità e benefici in ambito manutentivo. In Italia non esistevano dati inerenti all'impiego della telecamera IR nel settore dell'industria Automotive, escluso il controllo d'alcuni prodotti come climatizzatori, lunotti termici, motori, marmitte catalitiche, pur essendo consolidato l'utilizzo delle termocamere in diversi settori produttivi e manifatturieri, quali: impianti per la produzione e distribuzione d'energia elettrica, industria cartarie, cementifici, impianti petrolchimici, impianti si-



**Fig. 1.** Surriscaldamento anomalo di un cavo elettrico dovuto all'allentamento del morsetto.

derurgici, industria alimentare, industria del vetro. Per i suddetti motivi, l'obiettivo primario dei test eseguiti è stato quello di verificare l'effettivo beneficio dell'ispezione termografica su gli impianti produttivi in tale settore. I processi produttivi utilizzati dall'industria auto-



**Fig. 2.** Contatti caldi tra conduttore e teleruttore.

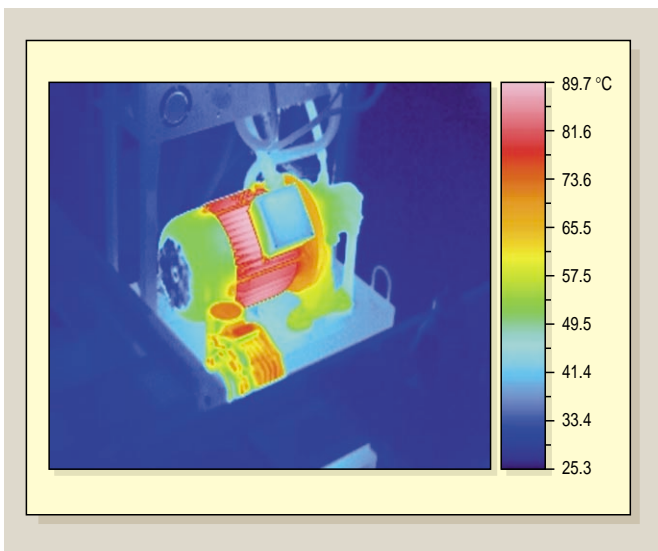


Fig. 3. Motore elettrico con una temperatura di circa 90 °C.

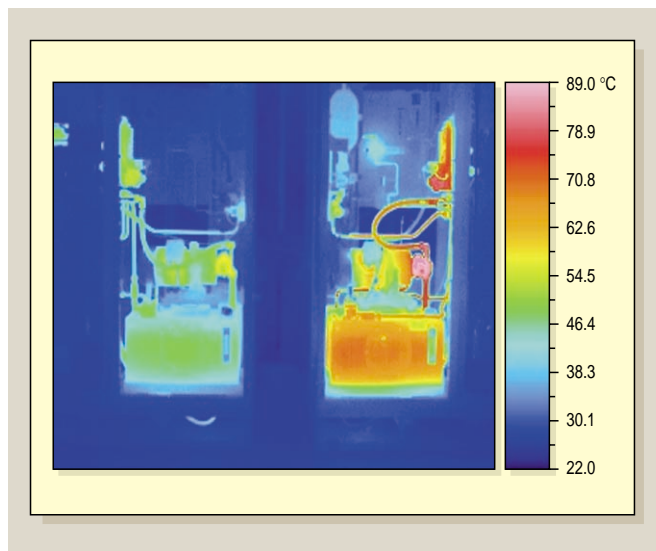


Fig. 4. Due centraline che azionano due torni automatici verticali, identici tra loro e nelle stesse condizioni operative.

mobilitica, spesso hanno la necessità di lavorare in continuo 24 ore su 24 senza alcuna interruzione. In alcuni casi l'arresto di una linea ha conseguenze su tutto il ciclo di produzione, poiché viene a mancare l'approvvigionamento di pezzi alla fase successiva di montaggio. Da qui l'importanza per quest'industria di applicare le diverse tecniche di manutenzione preventiva per ridurre la probabilità di guasti sugli impianti, che possono avere costi economici notevoli. In particolar modo, è stato verificato se le ispezioni potevano essere effettuate senza generare fermate dell'impianto, poiché anche un'interruzione di pochi minuti, può causare notevoli problemi nei successivi passaggi del processo produttivo. Inoltre si è voluto verificare se, pianificando le ispezioni periodiche degli impianti, fosse possibile verificare l'evoluzione termica dei vari componenti ed ottimizzarne i cicli di manutenzione preventiva, riducendo perciò al minimo gli interventi a guasto. Le elevate prestazioni delle termocamere di ultima generazione ha permesso di ottenere risultati positivi in diverse applicazioni.

- l'immagine a frequenza televisiva permette di eseguire l'ispezione su oggetti in movimento (robot di manipolazione e saldatura, pallet auto-motore e discensori/elevatori)

- la portabilità ed il peso relativamente ridotto permette d'ispezionare anche impianti di difficile accesso

- la possibilità di fornire un rapporto d'ispezione di facile interpretazione per il manutentore, giacché la mappa termica è molto simile all'immagine visibile.

- un approccio allo strumento, particolarmente «amichevole» ed intuitivo.

Alla luce dei risultati ottenuti, si è deciso di diffondere il suo utilizzo a tutti i tipici campi applicativi, di seguito descritti in modo più specifico.

### L'ispezione termografica di componenti elettrici

Le apparecchiature elettriche ben si prestano all'analisi termografica volta ad individuare sovra temperature anomale; il vantaggio di tale tecnica è di poter essere uti-

lizzata con impianto in esercizio, poiché è necessario che i componenti siano attraversati da corrente per generare calore. È ben noto, infatti, che una diminuzione della sezione di passaggio della corrente crea un incremento della resistenza elettrica e di conseguenza un aumento della potenza dissipata per effetto Joule; in tal modo è possibile individuare all'interno di un armadio elettrico eventuali contatti non serrati od ossidati. L'ispezione elettrica dovrebbe essere realizzata partendo dall'alimentazione elettrica, trasformatore, alimentatore e proseguire verso l'utenza finale. La maggior parte dei componenti elettrici presenta temperature di poco superiori all'ambiente, tranne che per i dispositivi di potenza e trasformatori, sui quali si possono rilevare valori ampiamente superiori. In un quadro elettrico, spesso è facile individuare punti caldi nei morsetti poiché dette connessioni spesso si allentano per le continue dilatazioni termiche e per le vibrazioni dell'impianto di produzione. I singoli componenti, tipo relè, teleruttori, trasformatori sono sottoposti a lunghi test dai costruttori per verificare le temperature di funzionamento, perciò ogni componente ha precise specifiche relative al carico e la temperatura massima di funzionamento. Ulteriore vantaggio dell'ispezione termografica è la possibilità di valutare i tempi dell'intervento di manutenzione in funzione della temperatura misurata sul componente caldo. Le immagini termiche sotto rappresentate, sono alcuni esempi d'utilizzo della termografia per componenti elettrici. La *fig. 1* rappresenta il surriscaldamento anomalo di un cavo elettrico dovuto all'allentamento del morsetto. Pur non essendo una situazione che può causare interruzioni a breve nell'esercizio, l'eliminazione del problema prima che causi seri danni è estremamente semplice, poiché è sufficiente pulire il morsetto, stringere la vite di fissaggio ed eventualmente sostituire il cavo elettrico. La *fig. 2* illustra il classico caso di contatti caldi tra conduttore e teleruttore. Pur non essendo una situazione che può causare interruzioni a breve nell'esercizio, l'eliminazione del problema prima che causi seri danni è estremamente semplice, poiché è sufficiente pulire il morsetto, stringere la vite di fissaggio ed eventualmente sostituire il cavo elettrico.

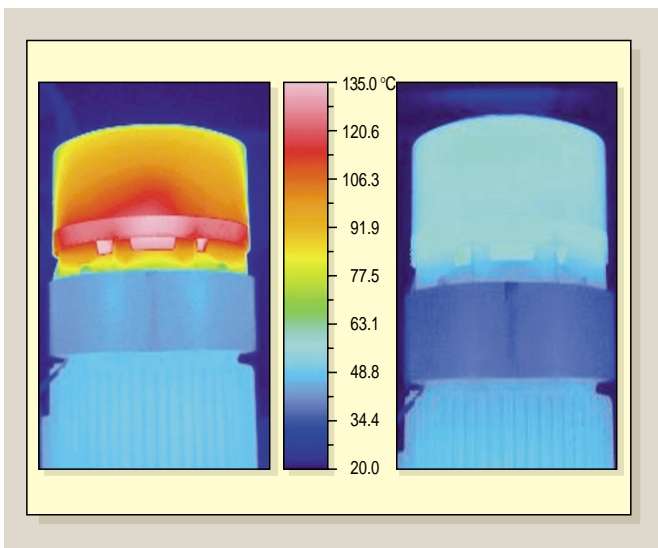


Fig. 5. Motore che comanda il sistema di sollevamento pallet di una linea di lastratura (a sin.) e ritorno ad una situazione di normalità (a des.).

### Le centraline idrauliche

L'ispezione termografica delle centraline idrauliche, richiede una buona conoscenza specifica, poiché hanno un ciclo di lavoro che non utilizza in modo uniforme i vari componenti. Normalmente la temperatura dell'olio è quella che condiziona i valori termici dei vari componenti dell'impianto. Ogni impianto ha una propria specifica sulla temperatura dell'olio; in generale possiamo affermare che tale temperatura, per garantire la conservazione delle caratteristiche chimiche del lubrificante, non debba superare i 60°/70 °C. Considerando che la centralina idraulica non ha uniformità di temperatura, può essere difficile individuare i componenti destinati a guastarsi. Se possibile, è opportuno memorizzare una mappa termica della centralina quando è nuova, o paragonare due impianti simili sottoposti alle stesse condizioni di funzionamento. Sugli impianti idraulici, la termografia è utile per individuare:

- cuscinetti surriscaldati di pompe e motori elettrici
- il funzionamento incorretto della ventola di raffreddamento nei motori elettrici
- un'eccessiva temperatura dell'olio all'interno del serbatoio con immediata individuazione d'eventuali punti caldi dovuti a differenze di temperature tra aspirazione e ritorno
- surriscaldamenti delle pompe: una temperatura eccessiva può essere causata da intasamento dei filtri dell'olio, o da insufficiente pressione di precarica degli accumulatori, che causano il funzionamento della pompa sempre alla massima portata
- elettrovalvole surriscaldate, generalmente a causa di un eccessivo attrito del pistone o dalla bobina difettosa.

Si tenga presente che un'eccessiva temperatura dell'olio e componenti di un impianto oleodinamico, causa anche una rapida diminuzione della vita degli stessi, sottoponendo le guarnizioni e le caratteristiche stesse dell'olio ad un rapido degrado. La *fig. 3* illustra un motore elettrico con una temperatura di circa 90 °C, la semplice pulizia della ventola di raffreddamento e della cuffia (completamente intasata) ha abbassato la temperatura di ben 45 °C, evitando un probabile arresto nel funzionamento del motore a breve tempo. La *fig. 4* rappresenta due centraline che

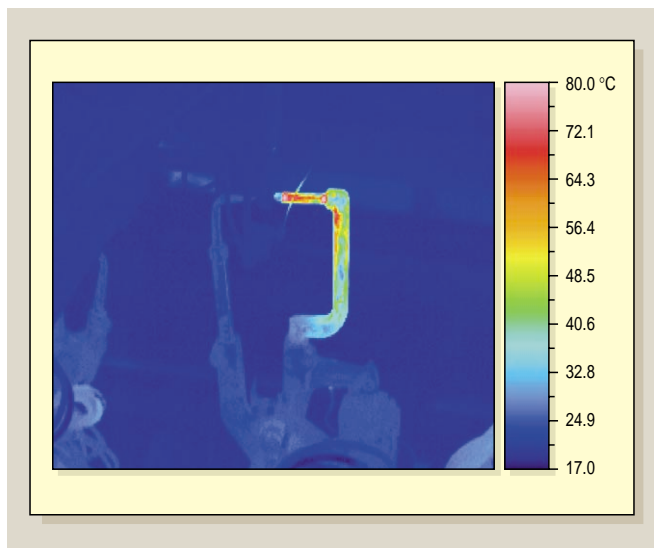


Fig. 6. Analogo problema, si può riscontrare nei cavi raffreddati dell'alimentazione elettrica di una pinza a bordo robot.

azionano due torni automatici verticali, identici tra loro e nelle stesse condizioni operative. La centralina a destra risulta più calda di 35 °C. Questo è un esempio che dimostra come sia possibile individuare anomalie senza avere una mappatura termica di base, ma semplicemente paragonando due impianti uguali.

### Motori elettrici e motoriduttori

L'analisi termografica su questo tipo di componenti consente di tenere sotto controllo la condizione delle parti principali quali: spazzole, avvolgimenti, cuscinetti, gruppo frenante ecc. e per i riduttori, d'individuare possibili carenze di lubrificante. Nel caso dei motori elettrici, esistono generalmente valori di temperatura massima ammissibili riferiti alle singole classi d'isolamento. Pur essendo tali valori dettati da norme e prescrizioni specifiche, si è soliti considerare queste soglie come valori indicativi ma non assoluti, poiché riferiti alla zona dell'avvolgimento e non al corpo esterno. Nella pratica, il più delle volte si tende ad ignorare i «range» critici di temperatura, al fine di favorire il processo produttivo, con il risultato d'onerosi interventi manutentivi per fermate dovute a guasti improvvisi. Con la pianificazione delle ispezioni è possibile seguire l'evoluzione termica dei componenti in esame, definendo valori di preallarme che scaturiscono oltre che dai dati forniti dai costruttori, dal tipo d'impiego del componente (assorbimento elettrico) e da fattori esterni come la temperatura ambiente, ma in particolar modo dall'esperienza maturata. In *fig. 5* (a sin.) è riportato il motore che comanda il sistema di sollevamento pallet di una linea di lastratura e sempre in *fig 5* (a des.) in seguito alla revisione del freno motore si è ritornati ad una situazione di normalità. Le temperature elevate visibili nella zona superiore sono dovute al mal funzionamento degli organi di frenatura.

### Le applicazioni specifiche nel settore Automotive

Tra le varie tipologie d'impianto in cui la termografia trova applicazione, merita un cenno particolare il con-

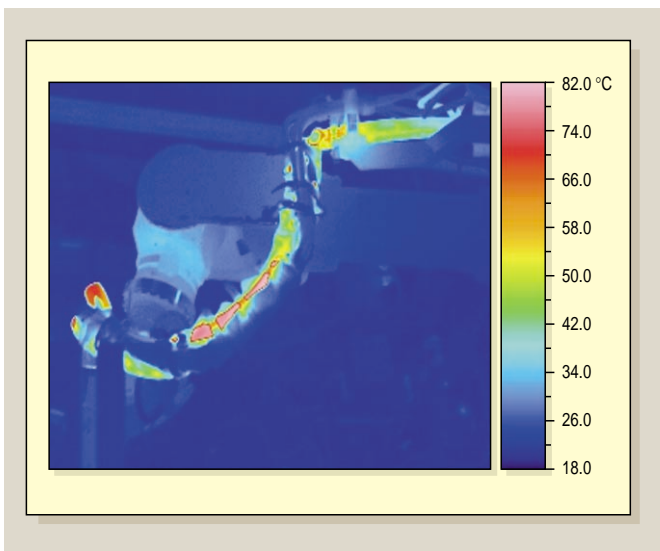


Fig. 7. Caso d'ostruzione dovuta al calcare.

trollo degli impianti per la saldatura a punti delle carrozzerie. Ad esempio nella *fig. 6*, riportata nella pagina precedente, viene evidenziato il surriscaldamento anomalo di un braccio porta elettrodo di una pinza di saldatura, dovuto all'ostruzione del circuito di raffreddamento, provocata da depositi di calcare. In questo caso sarebbe stato molto difficile rilevare una simile anomalia senza l'ausilio della termografia, poiché l'operatore avrebbe dovuto esaminare singolarmente ogni singolo componente di saldatura introducendosi all'interno della linea durante il ciclo produttivo. Analogo problema, si può riscontrare nei cavi raffreddati dell'alimentazione elettrica di una pinza a bordo robot, come mostrato in *fig 7*, in cui è immediatamente visibile l'anomala temperatura del fascio di cavi. Nel caso delle linee di saldatura in manuale, oltre alla verifica del buon funzionamento dell'attrezzatura ai fini produttivi, assume una grande importanza la prevenzione dei danni fisici all'operatore, dovuti all'improvviso cedimento dei porta elettrodi, con conseguente perdita di fluidi ad alta temperatura o a cortocircuiti dovuti alla rottura delle boccole isolanti dello snodo pinza. Negli impianti di verniciatura, si possono analizzare i radiatori per il riscaldamento o raffreddamento dell'acqua dei lavaggi, rilevando anche in questo caso l'ostruzione dovuta al calcare che ne impedisce il corretto funzionamento. Un'altra applicazione è negli impianti dei post-combustori delle cabine di verniciatura, dove oltre ai ventilatori, potremo controllare l'efficienza del materiale isolante delle tubazioni, vedi *fig. 8*, in questo caso il danneggiamento della parete isolante genera un gran dispendio energetico, oltre ad una possibile emissione di sostanze inquinanti, dovuta al mancato raggiungimento della temperatura specifica.

### Conclusioni

Da quanto emerso nel presente articolo, si evidenzia l'efficacia dell'ispezione termografica nell'individuazione delle anomalie riconducibili a surriscaldamenti anomali di componenti elettrici, meccanici ed idraulici. Ciò assume una gran rilevanza, poiché questa tecnica d'analisi

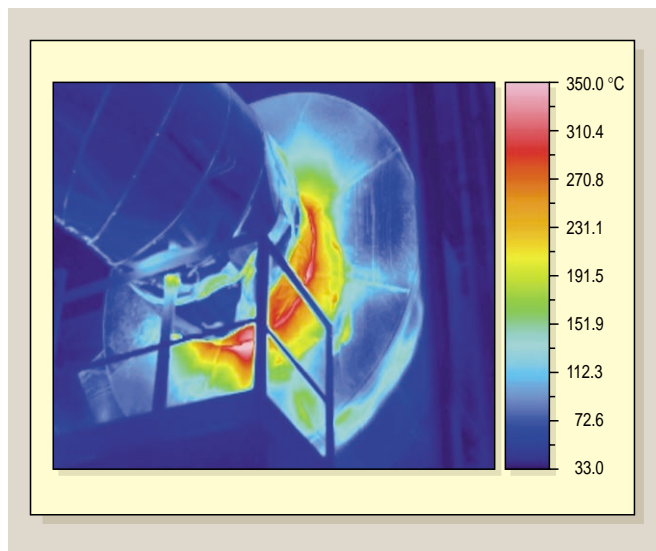


Fig. 8. Difetti d'isolamento nella parte bassa di un forno verniciatura.

non richiede interruzioni del flusso produttivo e a differenza di altre metodologie, consente di effettuare rilievi in tempo reale ed in modo non invasivo. Procedendo ad un controllo periodico degli impianti, è possibile verificare l'evoluzione termica dei vari componenti ed ottimizzarne i cicli di manutenzione preventiva, riducendo al minimo gli interventi a guasto. ■



#### Gli Autori

**Roberto Ricca**, lavora presso la società Inprotec di Cinisello Balsamo ed è docente per termografia presso la CND Studio di Milano. Ha ottenuto la qualifica CICPND di III livello in termografia. Si occupa di istruzione e supporto tecnico applicativo nell'utilizzo di strumentazione termografica. Fa parte della commissione UNI «Prove non distruttive» Gruppo di

Lavoro «Termografia all'Infrarosso».

**Cesare Formento**, lavora presso la Direzione Tecnica di Comau Service a Torino. Per ventidue anni ha lavorato alla progettazione di impianti d'assemblaggio e lastratura nel settore veicolo, da tre anni si dedica allo sviluppo di nuovi sistemi di manutenzione ed alla formazione.



**Mauro Martoglio**, lavora presso la Direzione Tecnica di Comau Service a Torino. Si è occupato per ventinove anni d'impianti di lavorazione meccanica e montaggio nel settore automobilistico, da tre anni si occupa dello sviluppo dei sistemi di manutenzione e della formazione.