

Termografia e manutenzione degli impianti elettrici: **un caso pratico**

Ermanno Peruta

Nuova C.M.M.E.

Osio Sopra (Bg)

Sommario

- Descrizione dell'impianto e del protocollo di ispezione
- Classificazione dei guasti
- Analisi statistica dei guasti
- Risultati
- Commenti

Caratteristiche dell'impianto

- Due cabine di trasformazione MT/BT
- Due trasformatori da 2.000 kVA per cabina
- Ogni trasformatore alimenta un power center con circa 90 interruttori da 200 A a 4.000 A
- Molte decine di apparecchiature: interruttori BT modulari e scatolati, sezionatori BT, sezionatori fusibili, trasformatori MT/BT, TA e TV, giunzioni, morsettiere, ecc.

Protocollo di analisi

- Quattro campagne di rilevamento annuali
- Una **campagna generale** prima del fermo impianto estivo ad agosto;
- Una **campagna di controllo generale** nel mese di settembre;
- Due **campagne periodiche** su aree limitate, di maggiore importanza o più esposte ai guasti.

Classificazione dei guasti

**Riporto della sovratemperatura
alla **corrente nominale****

**Suddivisione in tre classi in
base alla **sovratemperatura****

**Tempi d'intervento in base alla
classe di guasto**

Riporto della sovratemperatura alla corrente nominale

$$\Delta T_{EFFICACE} = \Delta T_{MISURATA} \times \left(\frac{I_{NOMINALE}}{I_{MISURATA}} \right)^2$$

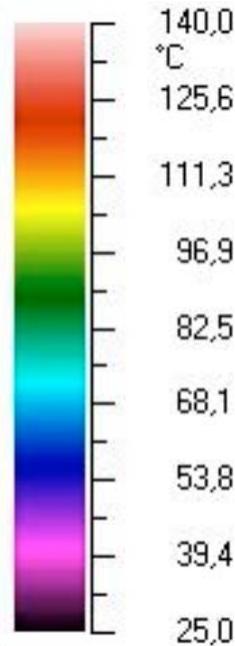
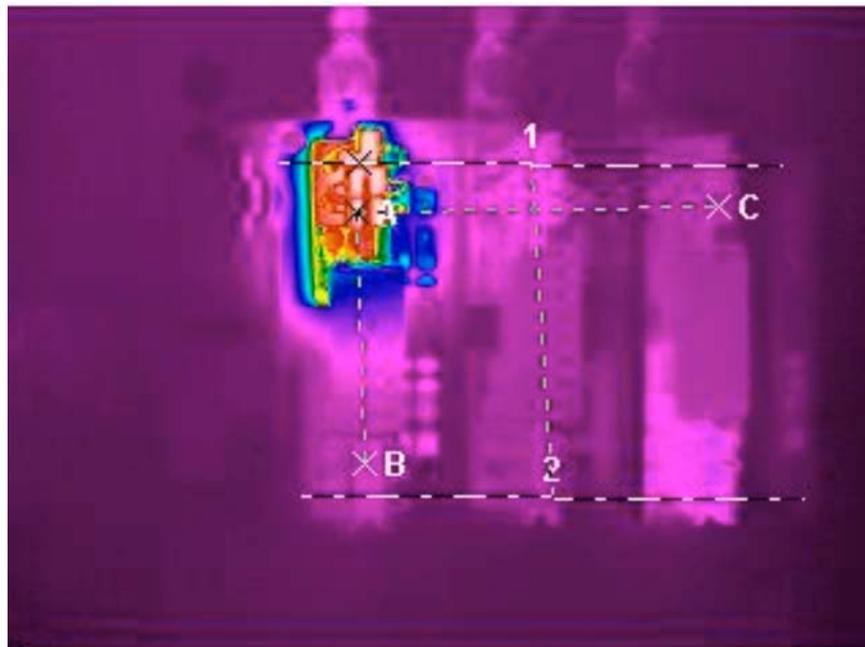
Esempio di calcolo per interruttore BT con $I_N=400A$

$$\Delta T_{MISURATA} = T_{PUNTO CALDO} - T_{PUNTO FREDDO} = 15^\circ C$$

$I_{MISURATA}$	$\Delta T_{EFFICACE}$
350 A	$15 \times (400/350)^2 = 20^\circ C$
200 A	$15 \times (400/200)^2 = 60^\circ C$

**Sovratemperatura
uguale o
superiore a 35°C**

Guasti di classe 1



**Pinza
sezionatore con
fusibili**

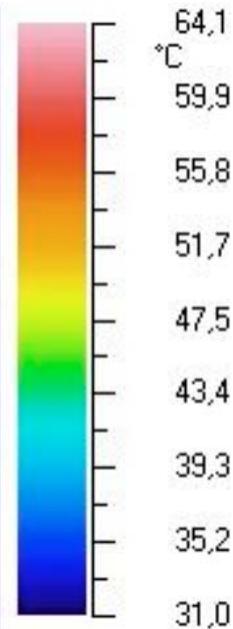
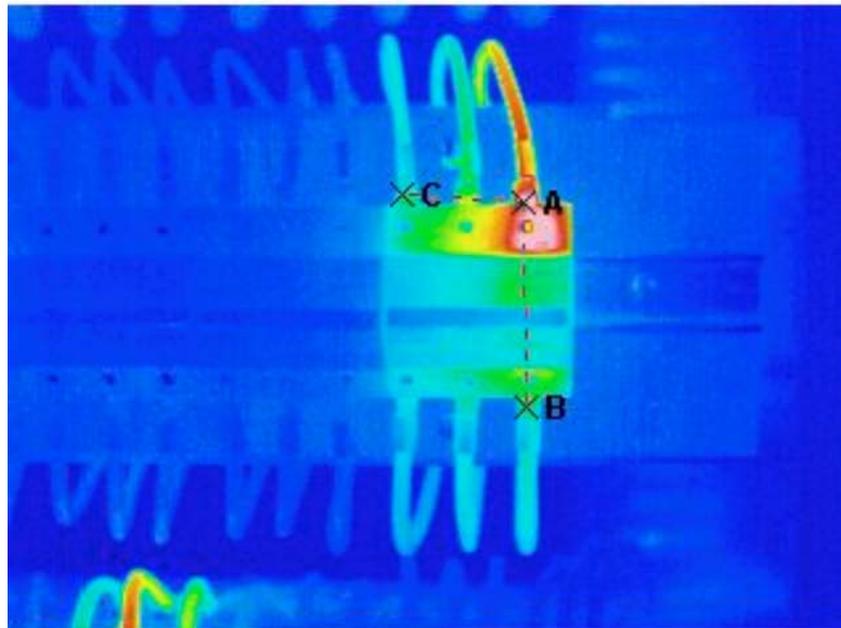
$T_{\text{CALDO}} = 140,6 \text{ °C}$

$T_{\text{FREDDO}} = 36,2 \text{ °C}$

Intervento immediato

**Sovratemperatura
compresa
fra 10°C e 35°C**

Guasti di classe 2



**Connessione su
interruttore
modulare**

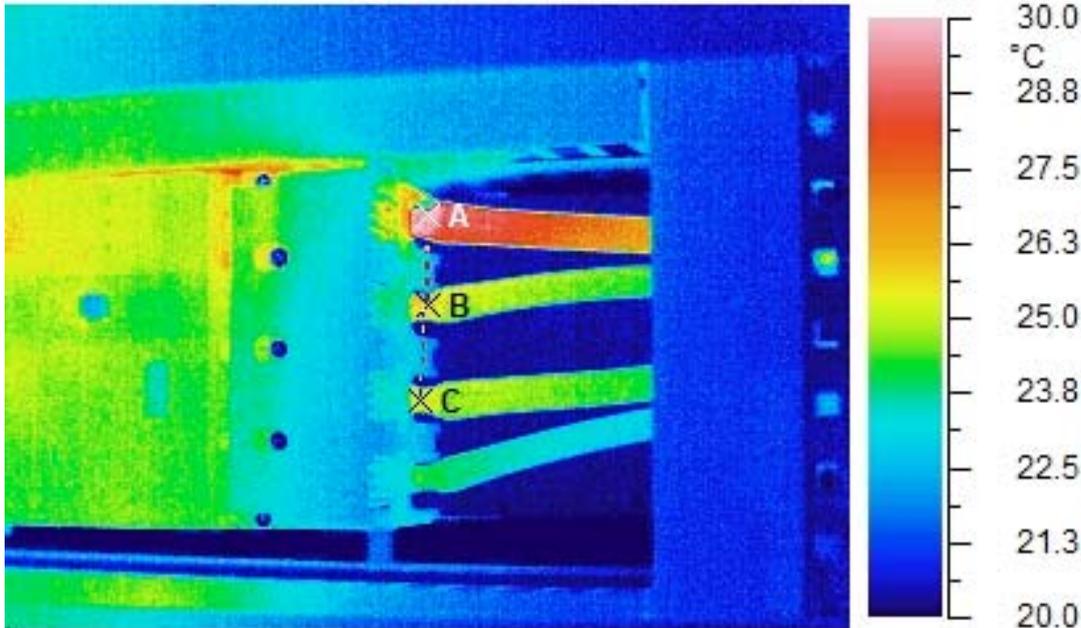
$T_{\text{CALDO}} = 64,1 \text{ } ^\circ\text{C}$

$T_{\text{FREDDO}} = 35,2 \text{ } ^\circ\text{C}$

Difetto da tenere sotto controllo

**Sovratemperatura
compresa
fra 5°C e 10°C**

Guasti di classe 3



Interruttore BT

$T_{\text{CALDO}} = 29,8 \text{ °C}$

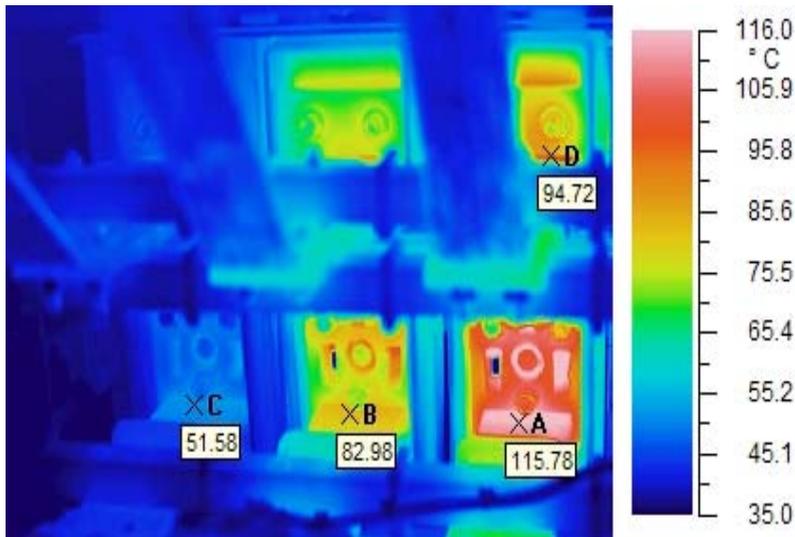
$T_{\text{FREDDO}} = 25,1 \text{ °C}$

**Difetto da controllare alla prossima
ispezione termografica**

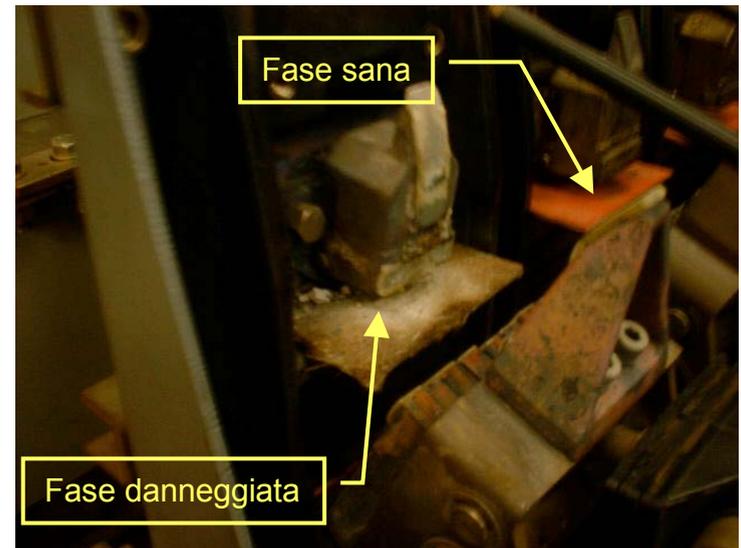
Analisi statistica dei guasti: molto più che semplice manutenzione

Distribuzione per classe di difetto	Distribuzione per tipologia di apparecchiatura
<ul style="list-style-type: none">● Dati significativi sulla gravità dei guasti e le necessità di intervento● Informazioni sulla evoluzione dei guasti nel tempo	<ul style="list-style-type: none">● Individuazione dei componenti critici● Individuazione delle condizioni d'impiego critiche

Indagini preventive: individuazione dei guasti prima che degenerino

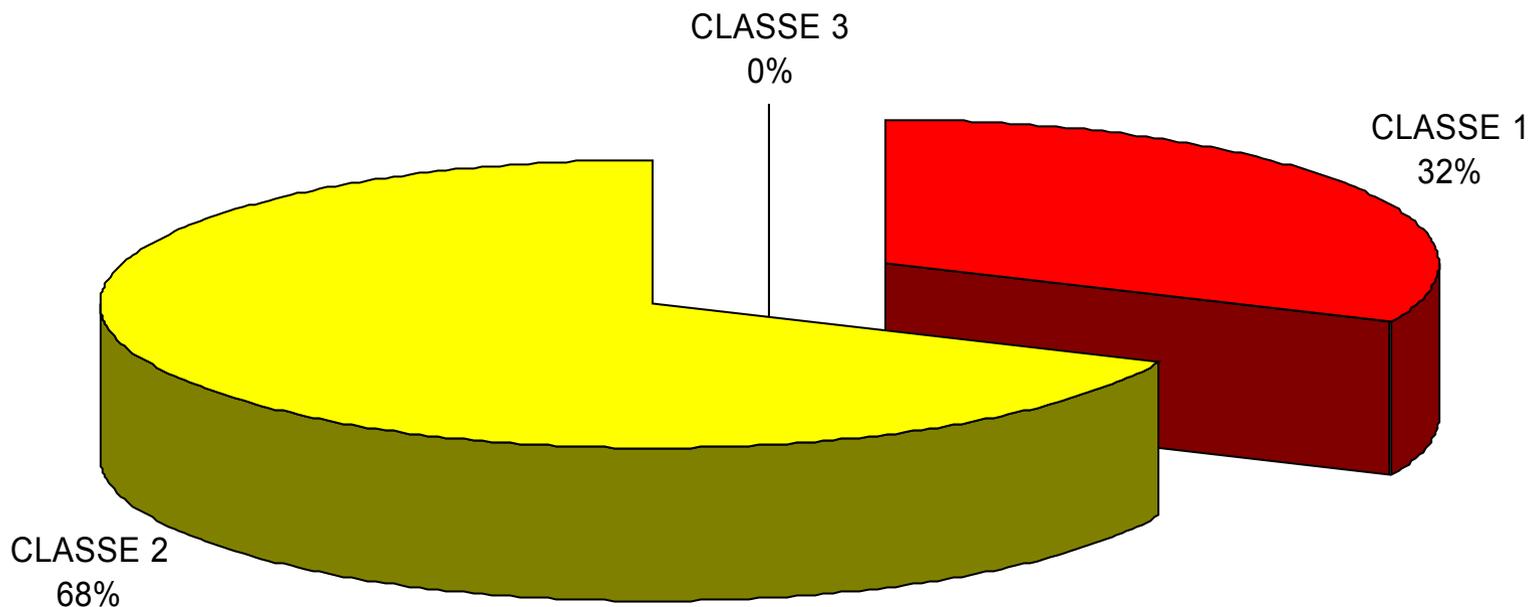


Risultato della termografia



Risultato dell'indagine effettiva

Risultati delle campagne termografiche: distribuzione dei guasti per classe di difetto



- Quattro anni di rilevazioni: 57 guasti totali
- Classe 1: 18 guasti, classe 2: 39 guasti, Classe 3: zero

Distribuzione per classe di difetto: considerazioni pratiche sui risultati

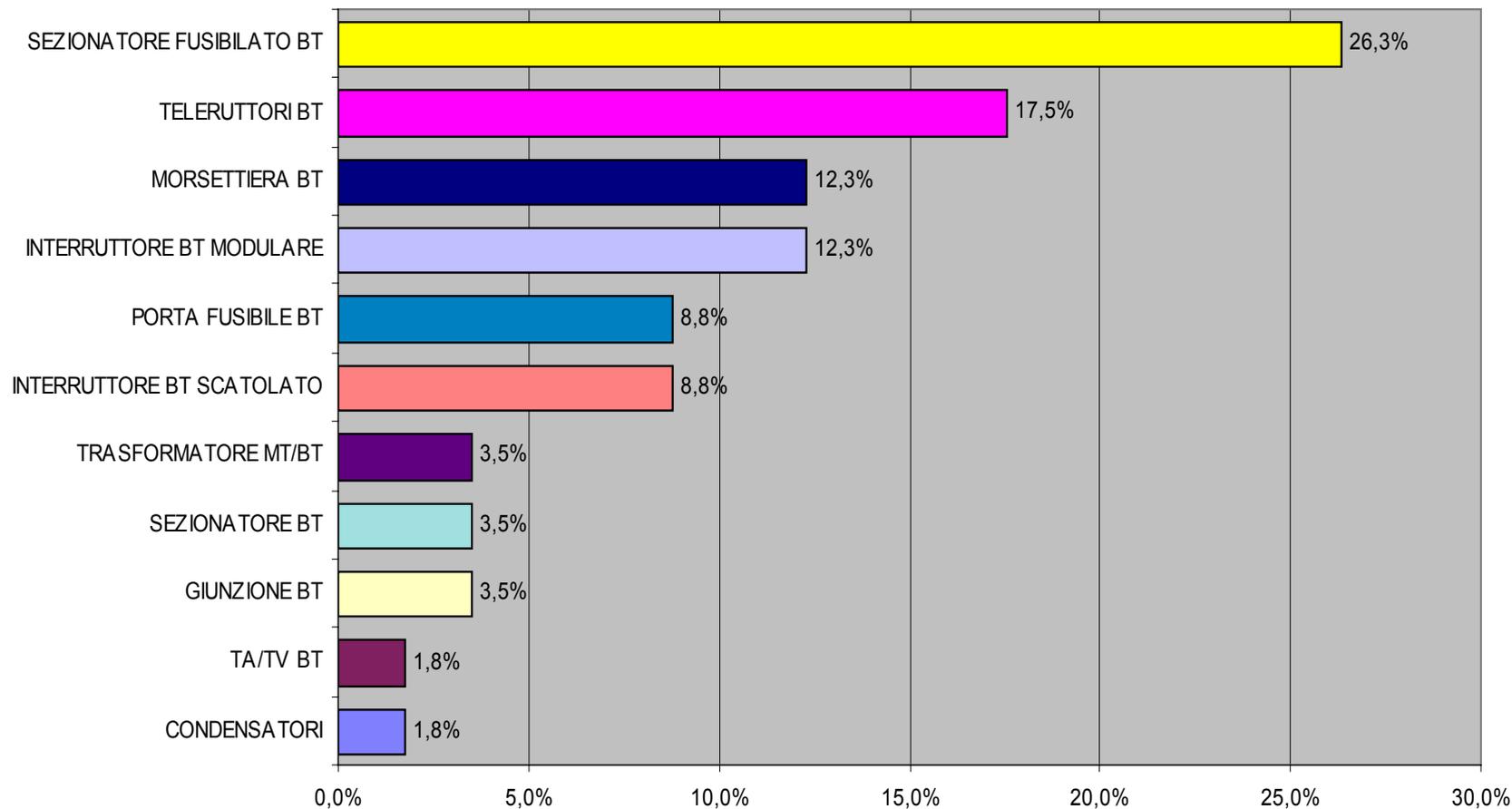
**Sono assenti i guasti
di classe 3
(la meno critica)**

- Quando un guasto si manifesta, evolve rapidamente verso condizioni critiche.
- E' importante intervenire tempestivamente.

**Oltre il 30% dei guasti
è di classe 1
(la più critica)**

- Anche in presenza di una buona manutenzione periodica, un impianto presenta numerosi punti critici.

Risultati delle campagne termografiche: distribuzione dei guasti per tipologia dei componenti



Componenti a basso rischio: meno del 5% dei guasti totali

Componenti notoriamente affidabili:

- Trasformatori MT/BT
- Sezionatori BT
- Giunzioni BT
- TA/TV di BT
- Condensatori

Componenti a rischio non trascurabile: il 10% dei guasti totali

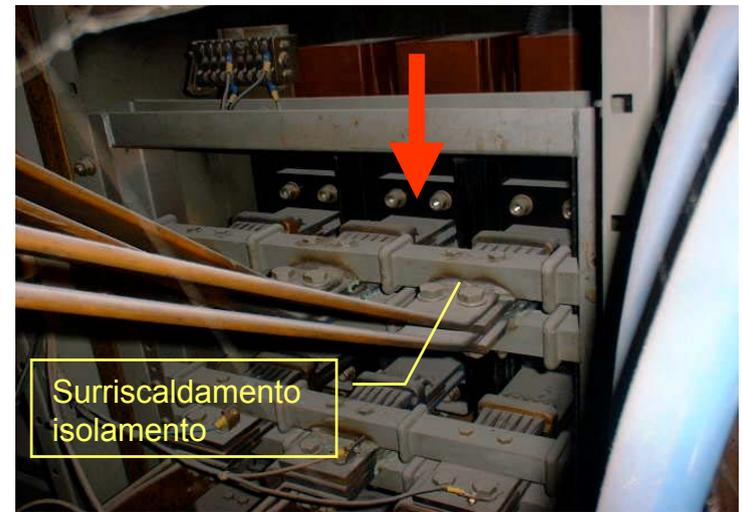
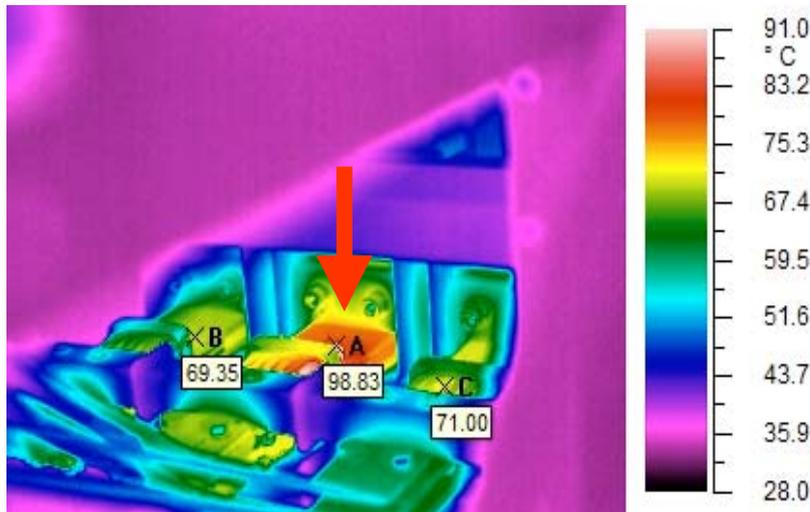
Componenti spesso stressati durante l'esercizio

- Interruttori BT, modulari o scatolati

Componenti di solito non stressati, ma soggetti a rischi di montaggio, serraggio, vibrazioni...

- Morsettiere BT
- Porta fusibili BT

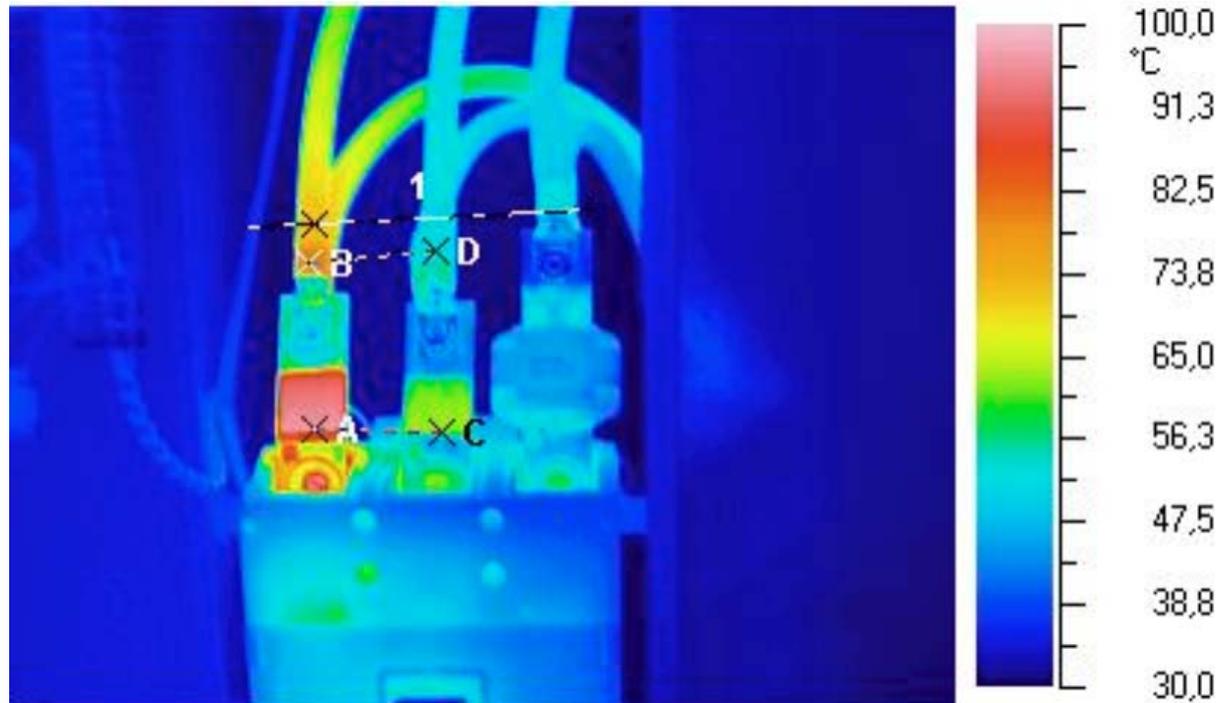
Surriscaldamento interruttori BT



Surriscaldamento delle pinze di sezionamento a causa del cedimento delle molle dei contatti

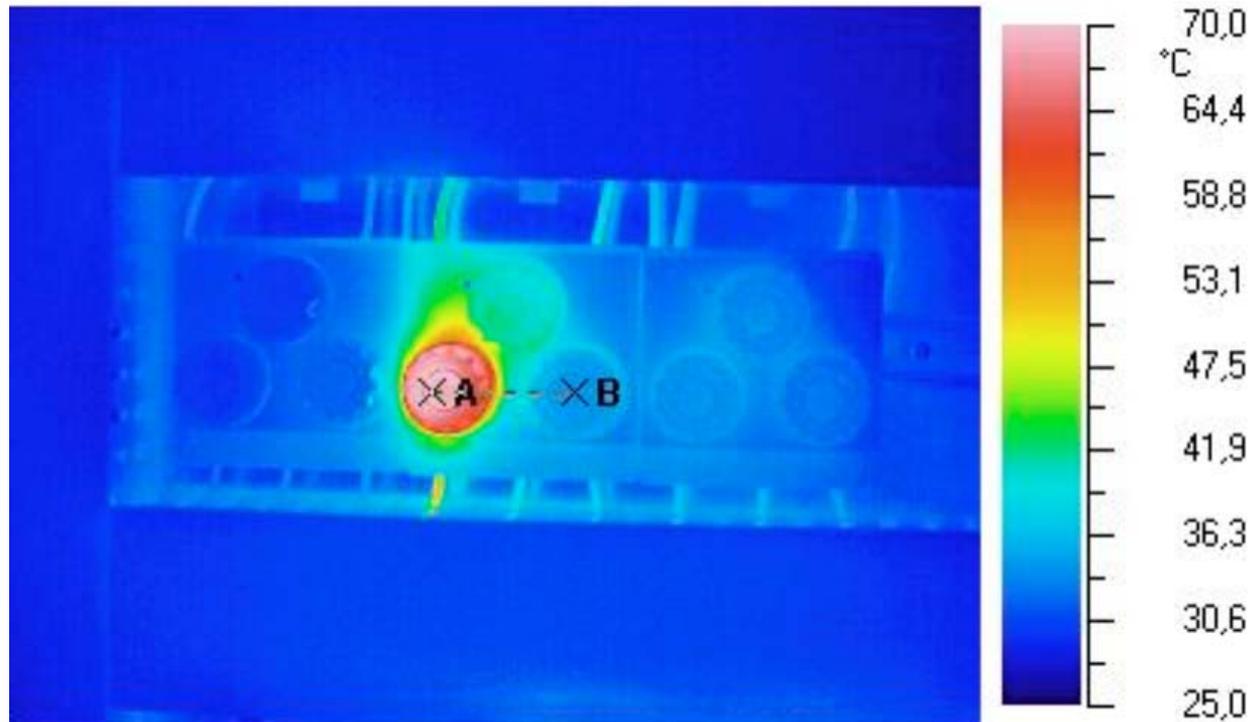
Difetti di serraggio

Connessione interruttore BT



Contatti con gioco dovuto a vibrazioni

Fusibili BT



Componenti ad alto rischio: oltre il 15-20% dei guasti totali

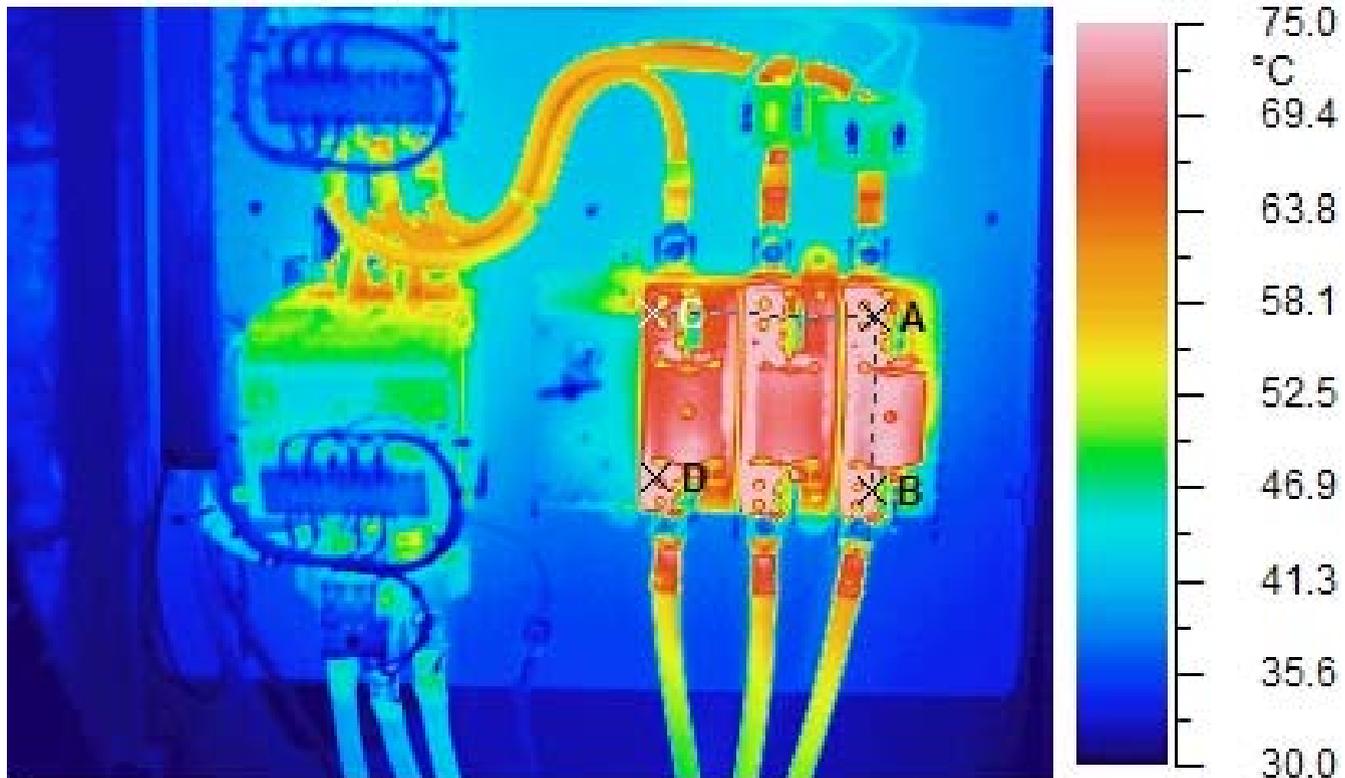
- Sezionatori fusibili BT
- Teleruttori BT

Difettosità elevata e ricorrente: cambiando il componente il guasto si ripresenta

- Componenti sottodimensionati
- Componenti apparentemente in condizioni nominali, in realtà sotto stress

Componenti sottodimensionati

Sezionatore fusibilato BT



Conclusioni

- L'analisi termografica non è solo uno strumento di diagnosi dei guasti
- Può fornire dati statistici, che danno:
 - *Informazioni per la manutenzione preventiva*
 - *Indicazioni sui componenti più a rischio*
 - *Informazioni sui componenti sottodimensionati*