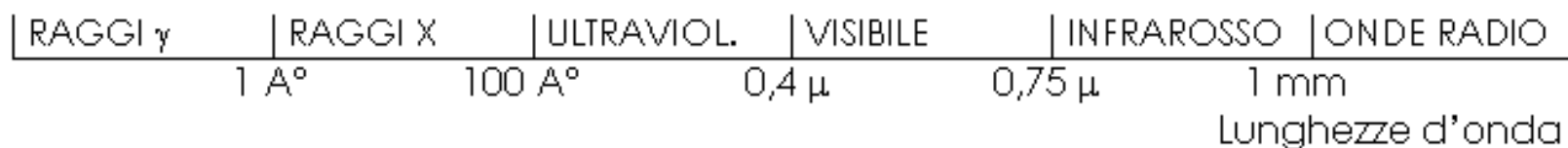
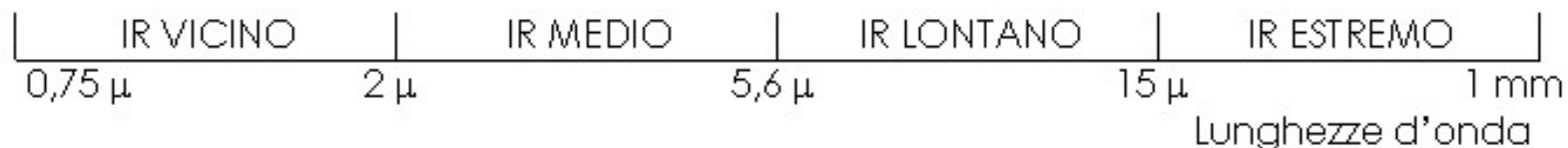


## SPETTRO ONDE ELETTROMAGNETICHE

La radiazione elettromagnetica è un mezzo di trasmissione dell'energia sotto forma di onde aventi entrambe le componenti elettriche e magnetiche. La sequenza ordinata delle onde elettromagnetiche secondo la loro lunghezza d'onda o frequenza è chiamata "spettro elettromagnetico".



La banda infrarossa (IR), genericamente associata al calore, perché il calore è il suo effetto più facilmente rilevabile, viene a sua volta suddiviso in altre quattro "sottobande" di minore ampiezza e di limiti fissati arbitrariamente.



La banda di frequenze interessata dalla termografia è compresa tra 2 $\mu$  e 12 $\mu$ .

## NOZIONI SULL'IRRAGGIAMENTO

Per *emissività* si intende il rapporto tra l'energia raggiante emessa da un certo corpo ad una data temperatura e quella emessa dal *corpo nero* alla stessa temperatura; per *potere assorbente* si intende la frazione di energia assorbita rispetto all'energia raggiante totale che dall'esterno incide sul corpo. Per *corpo nero* si definisce quel corpo ideale il cui potere assorbente è uguale all'unità; cioè quel corpo capace di assorbire tutta l'energia raggiante su di esso incidente, senza rifletterne alcuna parte; quindi l'emissione spettrale del *corpo nero* è soltanto funzione della temperatura (*radiazione del corpo nero* o *radiazione nera*) è per questo che viene usato come riferimento nelle calibrazioni e tarature delle macchine per termografia. La costruzione di un corpo nero reale è semplice in principio. Le caratteristiche radiative di un'apertura di una cavità isoterma fatta di un materiale opaco assorbente mostra quasi perfettamente le proprietà del corpo nero teorico. Una pratica applicazione

La radiazione spettrale del corpo nero viene definita dalla seguente formula (*legge dell'irraggiamento di Planck*):

$$W_{\lambda} = c_1 \cdot \lambda^{-5} \cdot 1 / (e^{c_2 / \lambda T} - 1) \quad (\text{watt/cm}^2 \cdot \text{nm})$$

(dove:  $W_{\lambda}$  è la densità spettrale della radiazione alla lunghezza d'onda  $\lambda$ , in  $\text{watt/cm}^2 \cdot \text{nm}$ ;  $c_1 = 3,74 \cdot 10^{-12} \text{ watt} \cdot \text{cm}^2$ ;  $c_2 = 1,44 \cdot 10^7 \text{ nm} \cdot \text{°K}$ ;  $\lambda$  la lunghezza d'onda;  $T$  la temperatura assoluta in gradi Kelvin).

Quanto sopra vale rigorosamente per l'emissione della superficie del corpo nero; per un altro tipo di superficie il coefficiente di emissività è diverso da  $c_1$  e la formula deve essere corretta con un coefficiente  $E_\lambda$ , minore di uno essendo l'emissione sempre inferiore a quella del corpo nero.

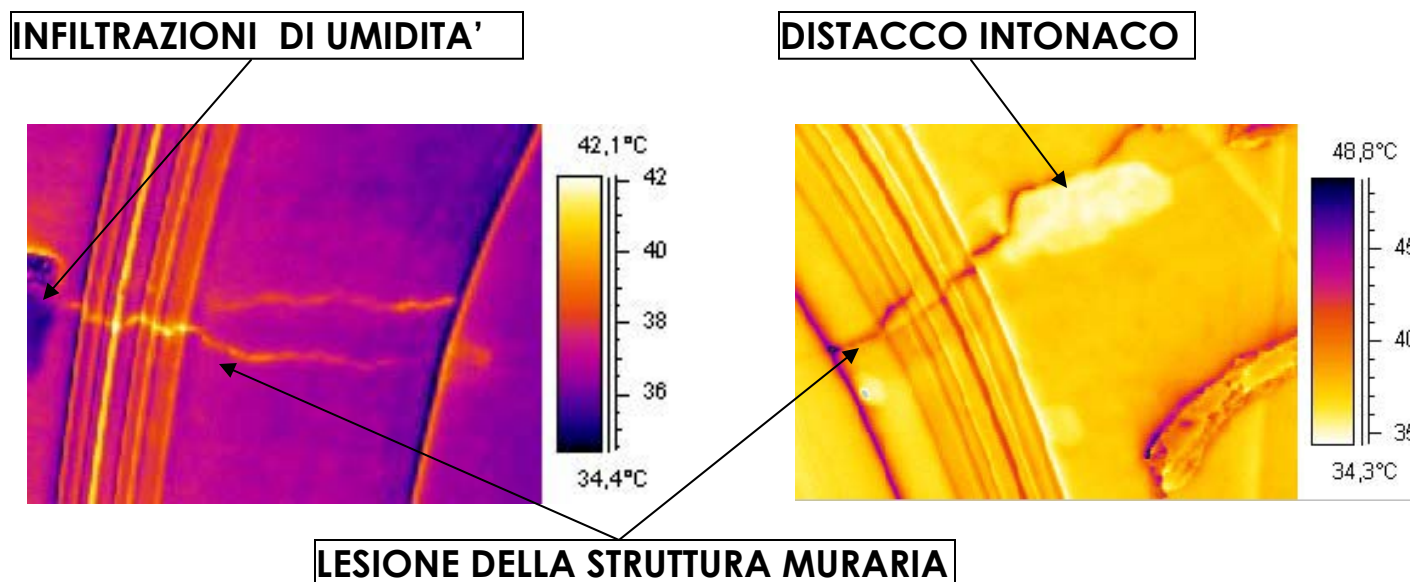
$$W_\lambda = E_\lambda \cdot c_1 \cdot \lambda^{-5} \cdot 1 / (e^{c_2/\lambda T} - 1) \quad (\text{watt/cm}^2 \cdot \text{nm})$$

Questa è quindi la formula che fornisce la densità spettrale della radiazione emessa da un corpo generico. Il coefficiente  $E_\lambda$  dipende in genere dalla lunghezza d'onda  $\lambda$  e lo si trova tabulato in manuali specializzati per vari materiali; tuttavia per alcuni tipi di materiali, e più precisamente di superfici, risulta che  $E_\lambda$  è praticamente costante al variare della lunghezza d'onda.

Per una data temperatura del corpo nero la formula sopra riportata consente di conoscere la *densità spettrale (intensità della componente spettrale)*  $W_\lambda$  per ogni lunghezza d'onda. Analogamente ciò può essere fatto per un altro corpo, a condizione che siano noti i valori di  $E_\lambda$  alle varie  $\lambda$ .

Da quanto sopra riportato, la temperatura di un corpo può essere ottenuta misurando l'intensità della radiazione emessa dalla sua superficie. Per questo sono stati sviluppati numerosi metodi, nel caso dei controlli non distruttivi è comunque utilizzato il metodo della radiazione spettrale. Con questo metodo viene misurata l'intensità della radiazione entro un intervallo di lunghezze d'onda, nel caso il rivelatore è sensibile entro una banda troppo larga si impiega un filtro ottico per restringere l'intervallo delle lunghezze d'onda incidenti su esso.

## LA TERMOGRAFIA NEL SETTORE CIVILE



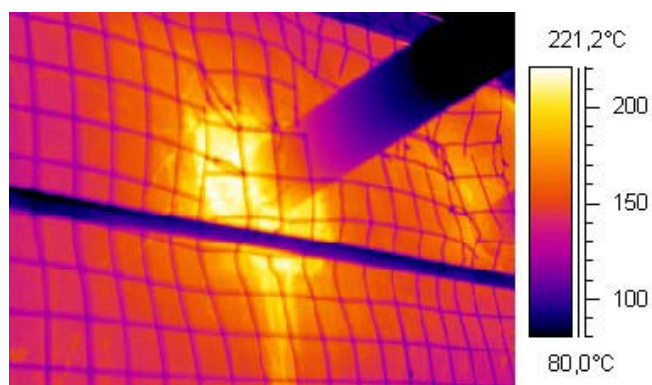
Applicazioni tipiche nel settore dell'edilizia è la ricerca di infiltrazioni di umidità, distacchi dell'intonaco dalla struttura sottostante, ricerca di vuoti nella struttura, differenze nella tessitura muraria, dissipazioni termiche e lesioni delle strutture.

## LA TERMOGRAFIA NEL PETROLCHIMICO

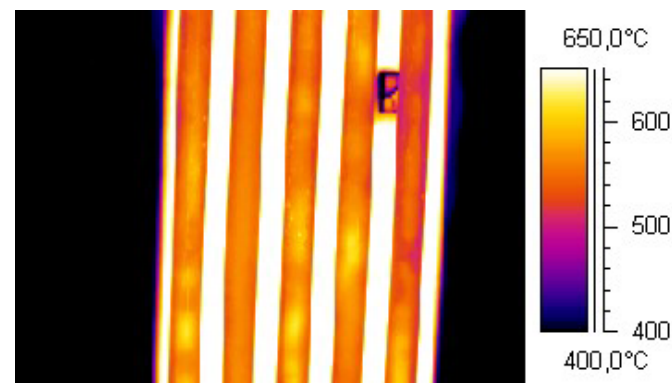


Nel settore petrolchimico è utile valutare lo stato dei refrattari interni alle apparecchiature in esercizio per programmare eventuali sostituzioni o ripristini da effettuare durante le manutenzioni, in questo la termografia si rivela utile strumento per localizzare le zone da sottoporre a manutenzione.

## LA TERMOGRAFIA NEL PETROLCHIMICO

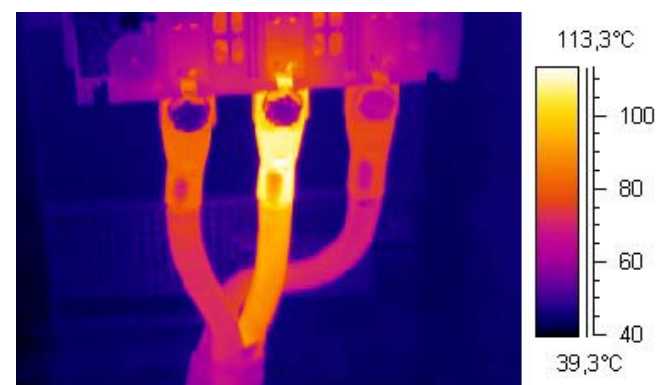
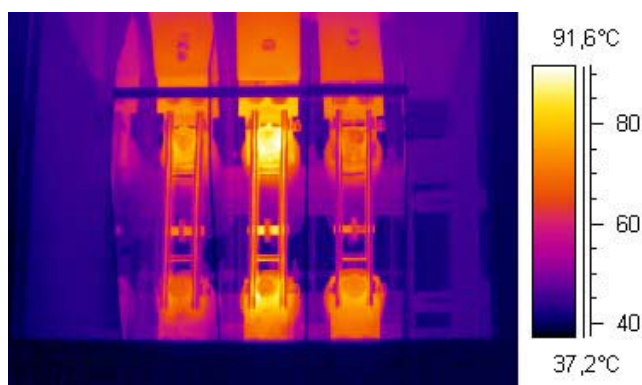
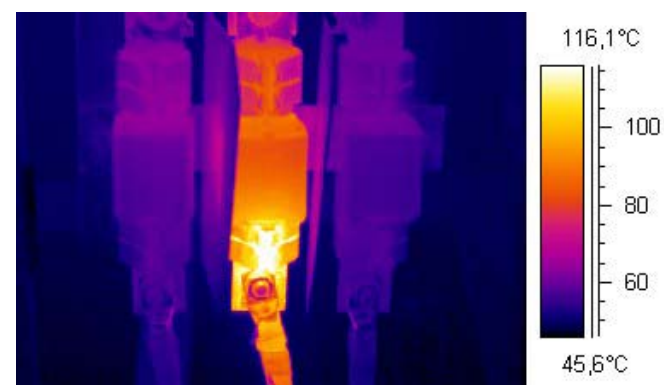
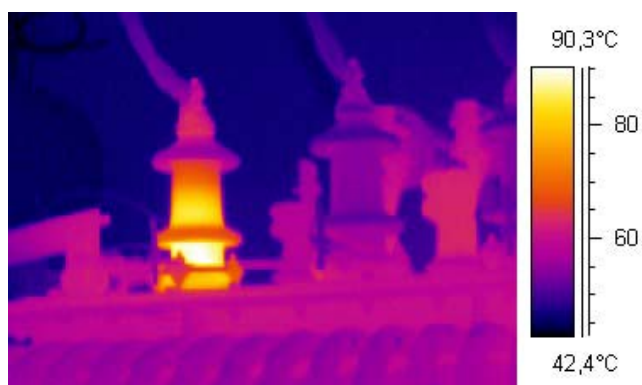


E' importante rilevare su apparecchiature eventuali infiltrazioni di gas caldi tra mantello e refrattario interno, i quali condensando danno origine a corrosioni interne, inoltre nella foto è visibile come il tronchetto fosse completamente ostruito internamente non consentendo il passaggio di prodotto.



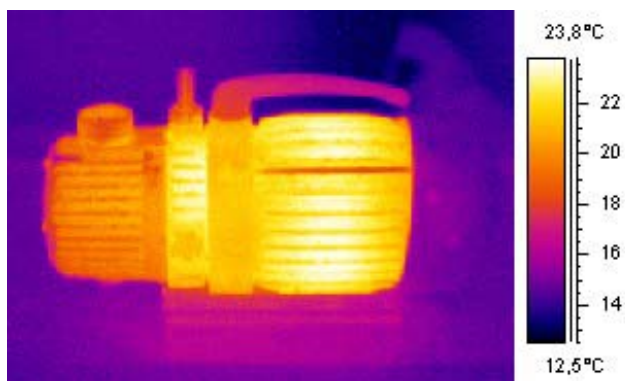
Sui forni per olii minerali è importante rilevare eventuali surriscaldamenti localizzati causati da depositi interni i quali possono provocare innalzamenti della temperatura superficiale oltre il limite dei materiali dando origine a fenomeni quali ossidazione a caldo, deformazioni superficiali, decadimento delle caratteristiche meccaniche, ecc.

## LA TERMOGRAFIA PER I SISTEMI ELETTRICI



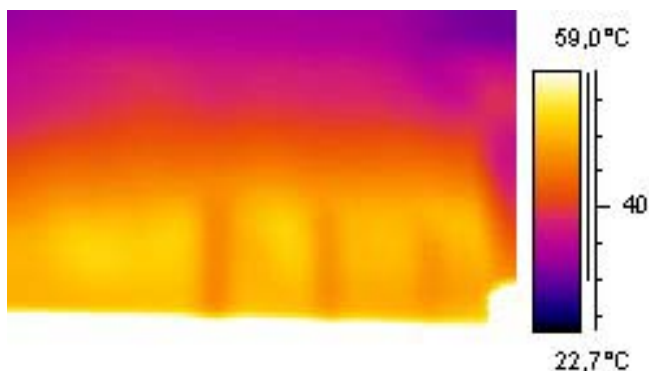
E' utile rilevare eventuali anomalie termiche per prevenire eventuali fuori-servizi, e programmare interventi manutentivi.

## LA TERMOGRAFIA NELLA MECCANICA



Durante l'esercizio di macchine rotanti la termografia consente di rilevare velocemente zone surriscaldate' valutare le eventuali cause e programmare i successivi interventi

## LA TERMOGRAFIA PER I MATERIALI COMPOSITI



Utilizzando questa tecnica diagnostica è possibile rilevare discontinuità all'interno dei materiali compositi.