

# ACCREDIA

L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO



Convegno

## L'accreditamento dei Laboratori di taratura in ambito *Aerospace e Automotive* Area Metrologica Temperatura

Giovedì 29 aprile 2021

Ore 9.30 - 12.30

ON LINE

**ACCREDIA**

L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO



**L'accREDITAMENTO dei Laboratori di  
taratura in ambito *Aerospace* e  
*Automotive***

Online, 29 aprile 2021

Dipartimento Laboratori di taratura



L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

# **Introduzione alle specifiche tecniche: AMS2750 Aerospace Material Specification rev. F e AIAG CQI 9 Heat Treatment System Assessment 4a edizione**

**Emanuele Paolino**

Ispettore Tecnico

**Online, 29 aprile 2021**

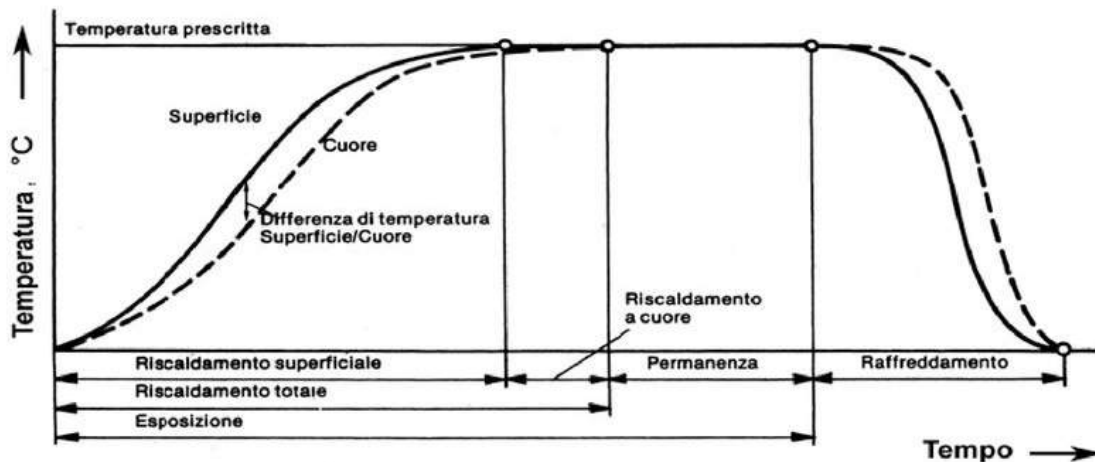
---

## AMS 2750F

- La norma **AMS (Aerospace Material Specification) 2750 revisione F** sostituisce la revisione E. E' uscita a giugno 2020, con lo scopo di coprire le specifiche pirometriche delle attrezzature per il **trattamento termico nel settore aerospace**.
- Nello specifico, riguarda **sensori di temperatura, strumentazione, apparecchiature di elaborazione termica, fattori di correzione e offset degli strumenti, test di accuracy del sistema (System Accuracy Tests SAT) e indagini sull'uniformità della temperatura nel forno (Temperature Uniformity Surveys TUS)**.
- **sensori di temperatura** ➡ Termocoppie (principalmente)
- **strumentazione, apparecchiature di elaborazione termica** ➡ Controllo strumenti
- **test di accuracy del sistema (System Accuracy Tests)** ➡ Verifica SAT
- **indagini sull'uniformità della temperatura (Temperature Uniformity Surveys)** ➡ Verifica TUS

## Trattamenti termici

Il trattamento termico è una lavorazione attuata mediante un ciclo termico, su un metallo o una sua lega, allo stato solido, al fine di variarne le proprietà e renderle adatte alla successiva lavorazione o all'uso finale.

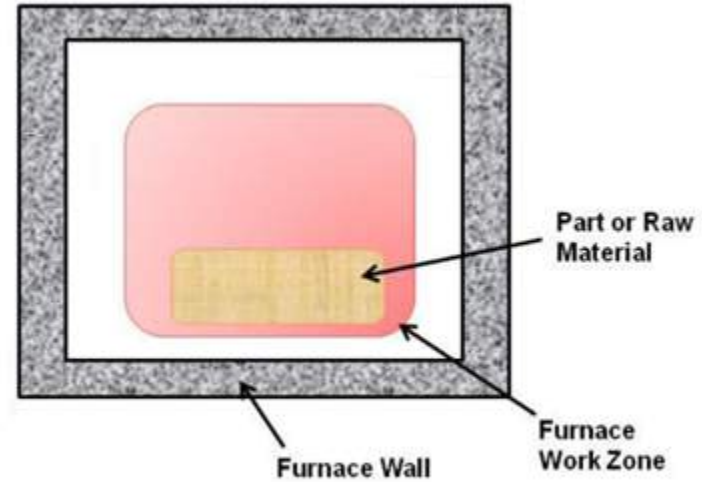


---

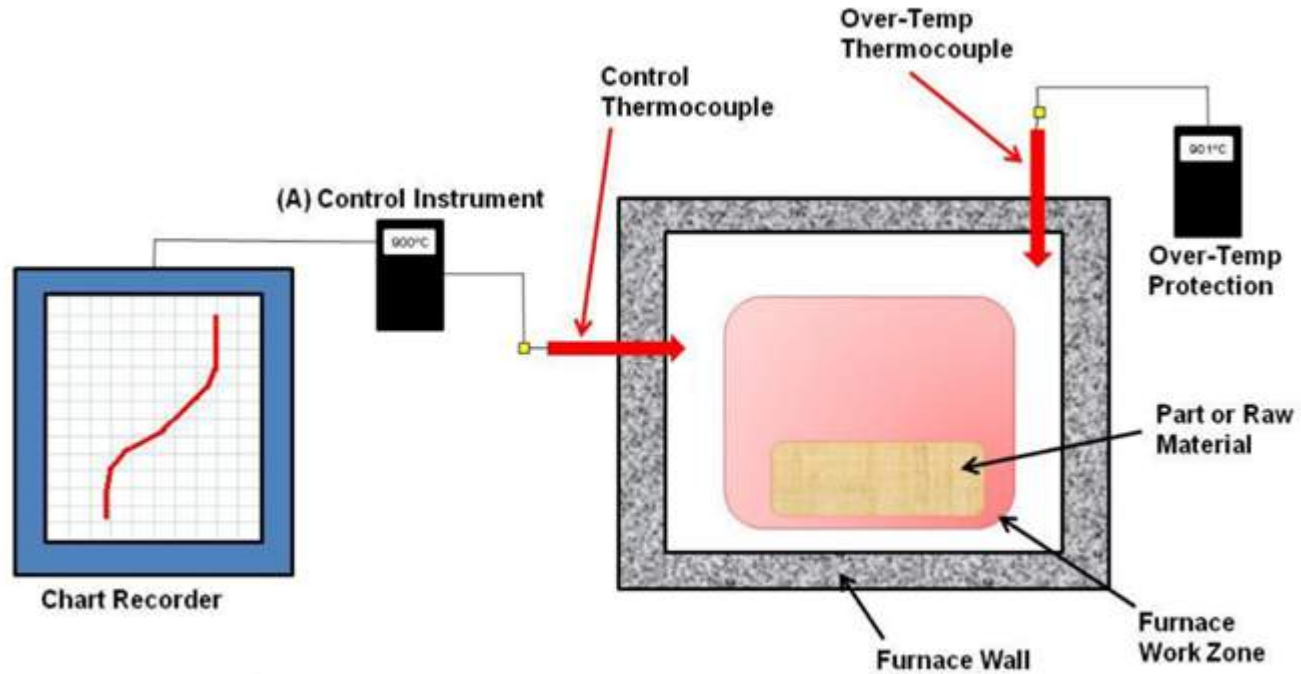
## Esempi di trattamenti termici in aerospace



## Il Forno ..... Schema 1

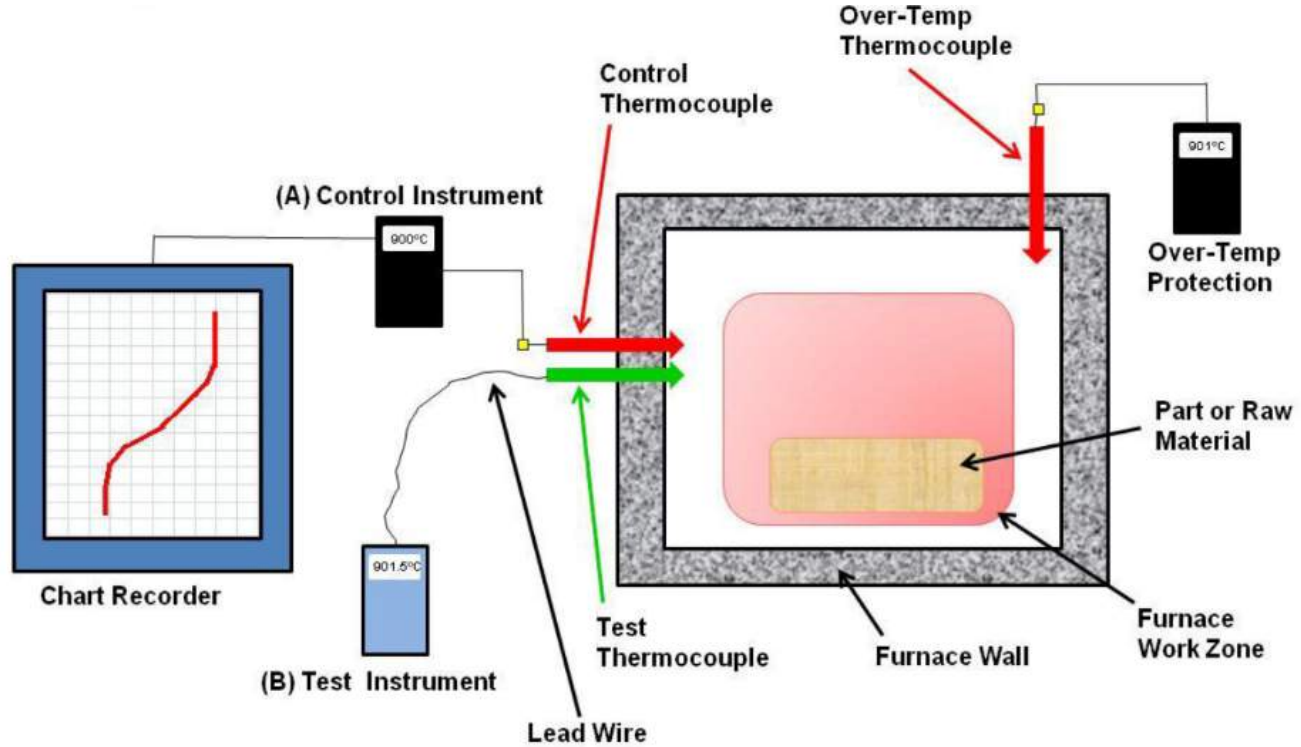


## Il Forno ..... Schema 2





## Il Forno ..... Schema 3



# Definizioni importanti

## 2.2.1 ACCURACY

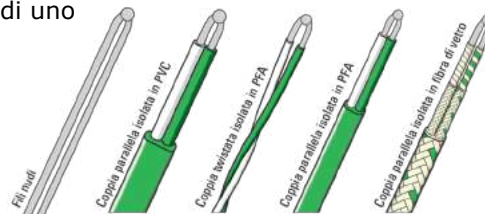
La **deviazione massima** dello strumento o del sensore in fase di test dai valori di uno standard (cioè **massimo errore**)

### 2.2.21 SENSORI EXPENDABLE (A PERDERE o SACRIFICABILI)

Sensori in cui qualsiasi porzione degli elementi termici è esposta all'ambiente dell'apparecchiatura di processo termico.

### 2.2.36 SENSORI NON-EXPENDABLE (NON A PERDERE o NON SACRIFICABILI)

Sensori che non hanno una porzione degli elementi termici esposti all'ambiente delle apparecchiature di processo termico.



### 2.2.38.1 OFFSET DI CORREZIONE

Messa a punto manuale o elettronica di uno strumento per compensare gli errori noti del sistema di misurazione (strumento, cavo di estensione / connettori, sensore) per rendere il sistema più accurato.

### 2.2.38.2 OFFSET DI MODIFICA

Messa a punto manuale o elettronica di uno strumento per compensare condizioni note come e non limitato a, un TUS fallito o il posizionamento della termocoppia di controllo in un forno muffola.

## Tabella 1 - Sensori e taratura dei sensori

Sensore	Uso	Tipo <sup>(1),(10)</sup>	Taratura		Accuracy taratura <sup>(2),(9)</sup>
			Intervallo	Standard	
Standard di riferimento	Taratura <sup>(5)</sup> Standard primario	B, R, S	Prima del primo utilizzo; 5 anni	Standard di riferimento NIST <sup>(4)</sup>	Fare riferimento al NIST o a un certificato di taratura equivalente
Standard primario	Taratura <sup>(6)</sup> Standard secondario	B, R, S	Prima del primo utilizzo; 3 anni	Standard di riferimento <sup>(5)</sup>	Tipo R, S: $\pm 1,0$ °F o $\pm 0,6$ °C o $\pm 0,1\%$  Tipo B: $\pm 1,0$ °F o $\pm 0,6$ °C o $\pm 0,25\%$
Standard secondario <sup>(7)</sup>	Taratura Sensore	B, R, S, RTD <sup>(10)</sup>	Prima del primo utilizzo; 2 anni	Standard primario <sup>(6)</sup>	Tipo R, S: $\pm 1,0$ °F o $\pm 0,6$ °C o $\pm 0,1\%$ <sup>(13)</sup>  Tipo B: $\pm 1,0$ °F o $\pm 0,6$ °C o $\pm 0,25\%$ <sup>(13)</sup>  Metallo base: $\pm 2,0$ °F o $\pm 1,1$ °C o $\pm 0,4\%$ <sup>(11)</sup>  RTD <sup>(10)</sup>
Test di accuracy del sistema <sup>(3)</sup>		B, R, S, RTD e a metallo base	Prima del primo utilizzo;	Standard primario o secondario <sup>(8)</sup>	
Indagine sull'uniformità della temperatura <sup>(3)</sup>			semestralmente per B, R, S, e RTD; trimestralmente per metallo base; non consentito per E e K		
Controllo e registrazione <sup>(3)</sup>	Installazione in apparecchiature di trattamento termico	B, R, S, RTD e a metallo base	Prima del primo utilizzo	Standard primario o secondario <sup>(8)</sup>	
Carico <sup>(3)</sup>	Rilevamento della temperatura nelle parti finite o nella materia prima		Prima del primo utilizzo; semestralmente per B, R, S, e RTD; non consentito per metallo base		

## Tabella 1 – le note

- (1) Sensori di uguale o migliore accuracy di taratura sono accettati.
- (2) Percentuale di lettura o fattore correzione in °F o °C, a seconda di quale sia maggiore.
- (3) I requisiti di ritaratura e riutilizzo dei sensori sono forniti nella tabella 5.
- (4) NIST o altra organizzazione di standard riconosciuti a livello internazionale.
- (5) Per tarare i sensori standard primari deve essere utilizzato un sensore standard di riferimento insieme a uno strumento standard primario.
- (6) Per tarare i sensori standard secondari deve essere utilizzato un sensore standard primario insieme a uno strumento standard primario.
- (7) L'uso deve essere limitato alla taratura dei sensori di controllo, registrazione e carico, al test di accuracy del sistema e ai sensori di rilevamento dell'uniformità della temperatura.
- (8) Per tarare questi sensori deve essere utilizzato un sensore standard primario o secondario insieme a uno strumento standard primario o secondario.
- (9) Per i tipi di sensore non elencati e utilizzati sopra i 2400 °F o 1316 °C, l'accuracy di taratura deve essere  $\pm 1\%$ ; se l'accuracy di taratura è maggiore, il fattore di correzione del sensore deve essere utilizzato per tutte le applicazioni.
- (10) Gli RTD, se utilizzati, devono essere di tipo in platino e soddisfare le tolleranze di classe/grado A fornite in ASTM E1137 o IEC 60751.
- (11) Per le temperature  $< 32$  °F o  $< 0$  °C solo per i tipi E e T, l'accuracy di taratura deve soddisfare quanto segue:  
Tipo E: da -328 a 32 °F,  $\pm 3,0$  °F o da -200 a 0 °C,  $\pm 1,7$  °C o  $\pm 1,0$  % per uno dei due, a seconda di quale sia maggiore.  
Tipo T: da -328 a 32 °F,  $\pm 1,8$  °F o da -200 a 0 °C,  $\pm 1,0$  °C o  $\pm 1,5$  % per uno dei due, a seconda di quale sia maggiore.
- (12) Le termocoppie e i materiali per termocoppie vengono normalmente forniti per soddisfare le tolleranze specificate nella tabella per temperature superiori a 32 °F o 0 °C. Gli stessi materiali, tuttavia, non possono rientrare nelle tolleranze per temperature inferiori a 32 °F o 0 °C.
- (13) Quando si utilizza fattori di correzione, i sensori di carico di tipo B devono soddisfare una accuracy di taratura di  $\pm 2,7$  °F o  $\pm 1,5$  °C o  $\pm 0,5\%$  e i sensori di carico R e S devono soddisfare una accuracy di taratura di  $\pm 2,7$  °F o  $\pm 1,5$  °C o  $\pm 0,25\%$ .

## Riutilizzo e ritaratura del sensore – Tabella 5

Tabella 5 - Riutilizzo e ritaratura del sensore

Usò del sensore	Tipo di sensore	Forma del giunto caldo	Ritaratura <sup>(3)</sup>	Riutilizzo <sup>(1)(2)</sup>
Sensori di prova TUS	Base	Expendable	La ritaratura dei sensori di metalli comuni Expendable non è Consentito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trimestralmente se usato a 500,0 °F o 260,0 °C</li> <li>• M, T, K, E: Limitato dal numero di usi, temperatura d'uso e giorni di calendario dal primo utilizzo (vedi 3.1.7.3)</li> <li>• J, N: Limitato dal numero di usi, temperatura d'uso e giorni di calendario dal primo utilizzo (vedi 3.1.7.3)</li> </ul>
		Non-expendable	J & N: Trimestralmente (vedi tabella 1) E & K: Trimestralmente; consentito se utilizzato a 500,0 °F o inferiore a 260,0 °C; non consentito se utilizzato sopra 500,0 °F o 260,0 °C	Nessuna altra restrizione
	Nobile <sup>(4)</sup>	Expendable	Semestralmente (vedi tabella 1)	Nessuna altra restrizione
		Non-expendable		

**3.1.4.4** Gli utenti devono avere procedure che controllano la sostituzione dei sensori delle apparecchiature di processo termico, compresi i limiti di durata massima e/o il numero di utilizzi basati su dati di supporto quali SAT, TUS e dati di ritaratura, ma non solo, e/o analisi delle tendenze.

---

## Taratura del sensore

**3.1.4.5** I sensori devono essere tarati o ritarati alla temperatura di utilizzo o inferiore alla temperatura di utilizzo più bassa e alla temperatura d'uso o superiore alla temperatura d'uso più elevata. **I sensori utilizzati a una singola temperatura possono essere tarati alla singola temperatura d'uso**

**3.1.4.6** Gli **intervalli** tra le temperature di taratura o di ritaratura non devono superare i 250 °F o i **140 °C** per tutti i sensori.

**3.1.4.7** **L'extrapolazione è vietata** da qualsiasi fonte di taratura ad eccezione del NIST o di altre organizzazioni di standard riconosciute a livello internazionale.

**3.1.4.8 e 9** **L'interpolazione** dei fattori di correzione tra due punti di taratura noti è **consentita** utilizzando il metodo lineare. - In alternativa, deve essere utilizzato il **fattore di correzione del punto di taratura più vicino**.

## Taratura del sensore specifiche ulteriori Matasse o Rotoli di filo /cavo

**Tabella 4 - Lunghezza massima consentita del filo/cavo in un rotolo**

Sensore	Lunghezza massima consentita del filo/cavo in un rotolo
Standard primario	200 piedi o 60 m
Tutti gli altri metalli nobili	2000 piedi o 610 m
Tutti gli altri metalli comuni	5000 piedi o 1525 m
Refrattario	2000 piedi o 610 m

**3.1.5.3** **Le matasse** devono essere campionati e tarati ad entrambe le estremità. I fattori di correzione individuali di ciascuna estremità devono essere entro i requisiti della tabella 1 e **il fattore di correzione medio** deve essere calcolato da entrambe le estremità del rotolo ad ogni temperatura di taratura e utilizzato per l'intera lunghezza del rotolo. ➡ *NO nei certificati LAT attuali*

**3.1.5.4** Il rotolo **non** deve essere utilizzato se **la differenza tra i fattori di correzione di ciascuna estremità** dei sensori campionati ad ogni temperatura di taratura supera:

- 1,0 °F o 0,6 °C per sensori standard primari e secondari.
- 2,0 °F o 1,1 °C per sensori di controllo, registrazione e carico, sensori SAT e TUS

➡ *NO nei certificati LAT attuali*

---


## Certificato del sensore con Dichiarazione di Conformità

- a. Identificazione del sensore, lotto di sensori o rotoli filo/cavo.
- b. Tipo di sensore; ad esempio, K, N, E, RTD, ecc.
- c. Data di taratura o ritaratura.
- d. Quantità o **lunghezza** dei rotoli di filo/cavo rappresentati nel report di taratura.
- e. **Identificazione se la taratura è stata iniziale o una ritaratura.** (*Informazione a carico del cliente*)
- f. Accuracy di taratura richiesta.
- g. Identificazione del sensore campione e dello strumento campione utilizzato.
- h. Temperature di taratura nominali.
- i. Letture effettive della temperatura del sensore in taratura.
- j. Tecnica di taratura, riferimento ad ASTM E220 o ad altri standard riconosciuti a livello internazionale. **vedi Euramet**
- k. Fattori di correzione o deviazioni / errori per ogni temperatura di taratura, **incluso il fattore di correzione medio rappresentativo di entrambe le estremità per rotoli di filo/ cavo.**
- l. La documentazione deve indicare **chiaramente** la deviazione (errore) o il fattore di correzione.
- m. Una dichiarazione di riferibilità al NIST o ad altre organizzazioni di norme riconosciute a livello internazionale.
- n. Identificazione dell'agenzia di taratura.
- o. Identificazione del tecnico che esegue la taratura.
- p. Approvazione dell'agente autorizzato per l'agenzia di taratura.
- q. *Approvazione dell'organizzazione della qualità dell'utilizzatore.*



# Esempio di Certificato LAT di una sensore di tipo S

Centro di Taratura LAT N°  
Calibration Center  
Laboratorio Accreditato di  
Taratura

LAT N°

Pagina 2 di 13  
Page 2 of 13

CERTIFICATO DI TARATURA LAT A0174/17  
Certificate of Calibration

I risultati di misura riportati in questo Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure N.  
The measurement results reported in this Certificate were obtained following procedures Ns.  
I-MET-21 Rev.3; I-MET-22 Rev.3;

La catena di riferibilità ha inizio dai campioni di prima linea N.  
Traceability is through first line standards Ns.  
1A011; 1J092; 1A002; 1A063;

Muniti di certificati validi di taratura rispettivamente N. (Ente emittitore a Nr. di certificato)  
Validated by certificates of calibration No. (issuing Body and Certificate number)  
INRIM 17-0964-01; LAT 046 359646; INRIM 16-0922-01; INRIM 17-0199-01;

La taratura dei termometri viene eseguita per confronto con termometro campione nelle seguenti condizioni.  
Calibration of thermometers is made by comparison with standard thermometer under the following conditions:

Mezzo equalizzatore	Immersione	Intervallo di temperatura	Descrizione
Equalizer	Immersion	Temperature range	Description
	mm		
SA009	300	da 250 °C a 550 °C from 250 °C to 550 °C	In termostato a sali fusi in melted salt bath
SA005	500	da 550 °C a 1500 °C from 550 °C to 1500 °C	In forno ad asse orizzontale con blocco equalizzatore in horizontal furnace with equalizing blocks

Condizioni ambientali di taratura:  
Environmental conditions  
Temperatura: (23,0 ± 1,5) °C  
Temperature

Umidità relativa: (50 ± 20) %UR  
Relative humidity

**Note:**  
I risultati di taratura, riportati nel presente Certificato, sono riferiti allo strumento in oggetto nelle condizioni in cui è stato tarato.  
The results of calibration shown in this certificate are referred to the instrument under the condition of its calibration.  
La strumentazione in oggetto è stata tarata senza apportare alcuna modifica alla stessa (come trovato = come lasciato).  
Instrument in subject has been calibrated without any modification (as found = as left).  
La termocoppia in taratura è munita di proprio giunto di riferimento.  
Thermocouple has been calibrated with its reference junction.

Centro di Taratura LAT N°  
Calibration Center  
Laboratorio Accreditato di  
Taratura




LAT N°

Pagina 3 di 13  
Page 3 of 13

CERTIFICATO DI TARATURA LAT A0174/17  
Certificate of calibration

Oggetto: Termocoppia di tipo S  
Object: Thermocouple of type S

Matricola: 7636 13  
Serial number

Modello: TC S in guaina ceramica (Alumina)  
Model

Punto n°	Temperatura di riferimento	f.e.m. di riferimento	Temperatura calcolata (1)	f.e.m. misurata	Differenza	Differenza	Incertezza di misura (2)
Point n°	Reference temperature	Reference e.m.f.	Calculated temperature	Measured e.m.f.	Difference	Difference	Measurement uncertainty
	t <sub>ref</sub> / °C	E <sub>ref</sub> = f(t <sub>ref</sub> ) / mV	t <sub>calc</sub> / °C	E <sub>mea</sub> / mV	(t <sub>mea</sub> - t <sub>ref</sub> ) / °C	E <sub>mea</sub> - E <sub>ref</sub> / mV	U / °C
1	400,39	3,2631	399,91	3,2585	-0,47	-0,0046	0,26
2	550,25	4,7347	549,85	4,7307	-0,40	-0,0040	0,26
3	702,82	6,3049	702,64	6,3031	-0,18	-0,0019	1,3
4	901,76	8,4690	902,02	8,4719	0,26	0,0029	1,3
5	1066,69	10,3636	1066,65	10,3632	-0,04	-0,0004	1,3
6	1201,06	11,6633	1203,28	11,9897	2,20	0,0265	1,8

(1) Temperatura calcolata a partire dalla f.e.m. della termocoppia in taratura, utilizzando la funzione di riferimento della norma IEC 60584-1

**NOTE:**  
Le letture di f.e.m. sono state eseguite con il giunto di riferimento a 0°C in una miscela di ghiaccio e acqua deionizzata satura d'aria.  
E.m.f. readings were executed with the reference joint at 0°C in deionized water ice mixture air saturated.  
L'incertezza di misura U dichiarata in questo documento, espressa come due volte lo scarto tipo, include il contributo di ripetibilità della termocoppia in taratura.  
The measurement uncertainty U stated on this certificate, calculated with k=2, includes the measurement repeatability of the calibration thermocouple.

Lo sperimentatore  
The experimenter

# Esempio di Certificato LAT di una matassa di tipo N

INIZIO e lunghezza della Matassa



Fattore di correzione per la AMS2750F per termocoppie a metallo base:  $\pm 1.1$  °C or  $\pm 0.4\%$



CERTIFICATO DI TARATURA LAT xxx nnn  
 Certificate of Calibration

Pagina 4 di 6  
 Page 4 of 6

## RISULTATI DELLA TARATURA

**Oggetto:** Termocoppia tipo N, Inizio della Matassa lunga 100m

**Marca:** xxxx

**Modello:** yyyy

**Matricola:** nnnn

Punto di tar.	Temp. nom.	Temp. di rif.	f.e.m. rif. IEC 60584-1	f.e.m. misurata	Temp. calcolata	F. di Correzione (f.e.m. rif - f.e.m. mis)	F. di Correzione (t <sub>rif</sub> - t <sub>mis</sub> )	Incertezza di misura
	t <sub>nom</sub> [°C]	t <sub>rif</sub> [°C]	f.e.m. rif [mV]	f.e.m. mis [mV]	t <sub>mis</sub> [°C]	[mV]	[°C]	U <sub>s</sub> [°C]
1	100	100,63	2,7928	2,7802	100,20	0,0126	0,43	0,12
2	230	230,43	6,9302	6,9012	229,57	0,0290	0,86	0,12
3	360	359,73	11,4907	11,4472	358,54	0,0435	1,19	0,26
4	490	489,42	16,3434	16,2752	487,63	0,0682	1,79	0,26
5	620	620,20	21,4010	21,4852	622,36	-0,0842	-2,16	0,26
6	750	750,69	26,5177	26,5232	750,83	-0,0055	-0,14	1,2
7	880	880,52	31,6102	31,5915	880,04	0,0187	0,48	1,2
8	1010	1010,23	36,6502	36,5807	1008,43	0,0695	1,80	1,2
9	1140	1139,58	41,5841	41,4550	1136,16	0,1291	3,42	1,5
10	1200	1199,41	43,8244	43,6772	1195,45	0,1472	3,96	1,5

Note:

Le letture di f.e.m. vengono eseguite con il giunto di riferimento a 0°C in una miscela di ghiaccio ed acqua deionizzata satura.

La taratura della termocoppia è stata effettuata con il suo cavo di estensione.

La t<sub>mis</sub> è la temperatura calcolata a partire dalla f.e.m. mis della termocoppia in taratura utilizzando la funzione di riferimento della norma IEC 60584-1.

L' omogeneità della termocoppia è stata verificata a 230°C per una lunghezza di 200mm. La massima differenza della f.e.m. misurata è pari a 8,5 µV.

# Esempio di Certificato LAT di una matassa di tipo N

CERTIFICATO DI TARATURA LAT xxx nnn  
 Certificate of Calibration

## RISULTATI DELLA TARATURA

**Oggetto:** Termocoppia tipo N, Fine della Matassa lunga 100m

**Marca:** xxxx

**Modello:** yyyy

**Matricola:** nnnn

**FINE e lunghezza della Matassa**



**Fattore di correzione per la AMS2750F per termocoppie a metallo base:  $\pm 1.1$  °C or  $\pm 0.4\%$**



Punto di tar.	Temp. nom.	Temp. di rif.	f.e.m. rif. IEC 60584-1	f.e.m. misurata	Temp. calcolata	F. di Correzione (f.e.m. rif - f.e.m. mis)	F. di Correzione (t <sub>rif</sub> - t <sub>mis</sub> )	Incertezza di misura
	t <sub>nom</sub> [°C]	t <sub>rif</sub> [°C]	f.e.m. rif [mV]	f.e.m. mis [mV]	t <sub>mis</sub> [°C]	[mV]	[°C]	U <sub>s</sub> [°C]
1	100	100,63	2,7928	2,7809	100,23	0,0119	0,40	0,12
2	230	230,43	6,9302	6,9008	229,56	0,0294	0,87	0,12
3	360	359,73	11,4907	11,4491	358,59	0,0416	1,14	0,26
4	490	489,42	16,3434	16,2743	487,61	0,0691	1,81	0,26
5	620	620,20	21,4010	21,4838	622,32	-0,0828	-2,12	0,26
6	750	750,69	26,5177	26,5220	750,80	-0,0043	-0,11	1,2
7	880	880,52	31,6102	31,5926	880,07	0,0176	0,45	1,2
8	1010	1010,23	36,6502	36,5824	1008,47	0,0678	1,76	1,2
9	1140	1139,58	41,5841	41,4544	1136,14	0,1297	3,44	1,5
10	1200	1199,41	43,8244	43,6544	1194,84	0,1700	4,57	1,5

**Note:**

Le letture di f.e.m. vengono eseguite con il giunto di riferimento a 0°C in una miscela di ghiaccio ed acqua deionizzata satura.

La taratura della termocoppia è stata effettuata con il suo cavo di estensione.

La t<sub>mis</sub> è la temperatura calcolata a partire dalla f.e.m. mis della termocoppia in taratura utilizzando la funzione di riferimento della norma IEC 60584-1.

L'omogeneità della termocoppia è stata verificata a 230°C per una lunghezza di 200mm. La massima differenza della f.e.m. misurata è pari a 9,3 µV.

# Esempio di Certificato LAT di una matassa di tipo N

CERTIFICATO DI TARATURA LAT xxx nnn  
 Certificate of Calibration

## RISULTATI DELLA TARATURA

**INIZIO & FINE e lunghezza della Matassa**



**Oggetto:** Termocoppia tipo N, **Inizio & Fine** della Matassa lunga 100m

**Marca:** xxxx

**Modello:** yyyy

**Matricola:** nnnn

**Fattore di correzione Medio della Matassa e differenza tra i fattori di correzione di ciascuna estremità per la AMS2750F per sensori di controllo, registrazione e carico, sensori SAT e TUS:  $\pm 2.0$  °F or  $\pm 1.1$  °C**



Punto di tar.	Temp. nom.	Temp. di rif.	F. di Correzione Inizio Matassa	F. di Correzione Fine Matassa	F. di Correzione Medio Matassa	Differenza Inizio Fine ( $\Delta t_1 - \Delta t_2$ )
	$t_{nom}$ [°C]	$t_{rif}$ [°C]	$\Delta t_1$ [°C]	$\Delta t_2$ [°C]	$\Delta t_{medio}$ [°C]	[°C]
1	100	100,63	0,43	0,40	0,415	0,03
2	230	230,43	0,86	0,87	0,865	-0,01
3	360	359,73	1,19	1,14	1,165	0,05
4	490	489,42	1,79	1,81	1,800	-0,02
5	620	620,20	-2,16	-2,12	-2,140	-0,04
6	750	750,69	-0,14	-0,11	-0,125	-0,03
7	880	880,52	0,48	0,45	0,465	0,03
8	1010	1010,23	1,80	1,76	1,780	0,04
9	1140	1139,58	3,42	3,44	3,430	-0,02
10	1200	1199,41	3,96	4,57	4,265	-0,61

# Esempio di Certificato LAT di una sensore di tipo S con Dichiarazione di Conformità

**Problemi a tarare sensori** Type R, S:  $\pm 1.0$  °F or  $\pm 0.6$  °C or  $\pm 0.1\%$

**Perché per la conformità  $C_m = E_{max}/U$**

Ma molti laboratori hanno nel range 600-1100 una  $U_{cmc} > 2 * E_{max}$

**Anche con la semplice accettazione si ha un rischio di falsa accettazione superiore al 50%**



Centro di Taratura LAT  
Calibration Centre  
Laboratorio Accreditato di  
Taratura  
Accredited Calibration Laboratory



LAT N°

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Pagina 4 di 4  
Page 4 of 4

CERTIFICATO DI TARATURA LAT XXXX  
Certificate of Calibration

## DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'

**Oggetto:** Termocoppia di tipo S  
**Costruttore:** Tersid  
**Modello:** TC S in guaina ceramica (Allumina)  
**Matricola:** 7636.13

- NORMA DI RIFERIMENTO PER LA CONFORMITA' DELLO STRUMENTO

AMS2750 REV. F "AEROSPACE MATERIAL SPECIFICATION"

- TEST DI CONFORMITA'

- 1) Rispetto dei massimi errori permessi (Calibration Accuracy), par.3, Table 1 - Sensors and sensor calibration, Type R, S:  $\pm 1.0$  °F or  $\pm 0.6$  °C or  $\pm 0.1\%$  per Secondary standard.
- 2) La taratura è stata iniziale, par.3.1.11.1 punto e
- 3) Quello indicato in terza pagina del certificato come "Differenza" è la deviation (error), par.3.1.11.1 punto l

- CRITERIO ADOTTATO

(Ad esempio)

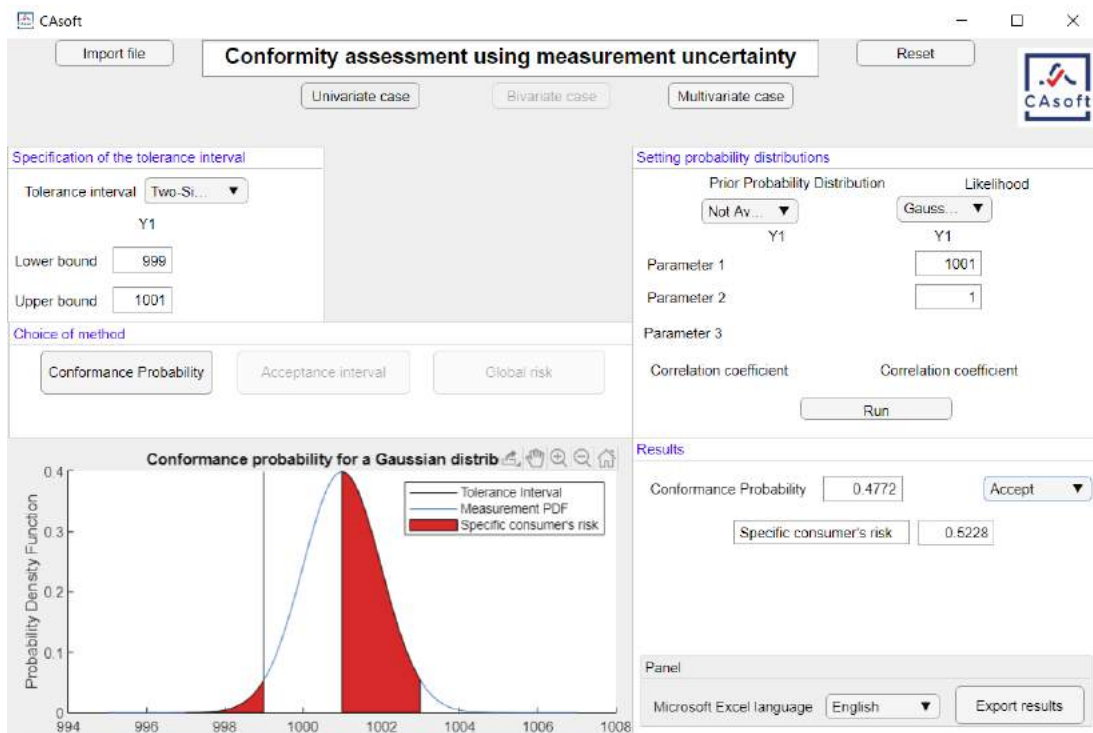
Regola decisionale basata su semplice accettazione  
Rischio: Probabilità di falsa accettazione:  $\leq 50\%$

- RISULTATO

Considerando i valori di misura ottenuti alle specificate condizioni ambientali e considerando le incertezze estese (esprese ad un livello di fiducia del 95%), tali valori di misura non soddisfano i requisiti previsti dalla norma AMS2750 REV. F secondo i criteri illustrati: **LO STRUMENTO NON E' CONFORME**

Direzione tecnica  
(Approving Officer)

# Esempio di rischio di falsa accettazione **superiore al 50%**



**Problemi a tarare sensori**  
Type R, S:  $\pm 1.0$  °F or  $\pm 0.6$  °C  
or  $\pm 0.1\%$

**Esempio a 1000°C si ha:**  
 **$E_{max} = \pm 1.0$  °C**

**Se  $U_{cmc} = 2$ °C allora il rischio è 52.3%**

## Confronto tra le CMC dei centri LAT e INRIM

Procedura	Servizio e Campo di misura	Incertezza	CIPM MRA	Contatto
PT-T-2.3-02	<b>Termocoppie a metallo nobile</b> Taratura per confronto di una termocoppia a metallo nobile. Minimo 3 punti di taratura, senza calcolo costanti di taratura. Minimo 5 punti di misura nel campo coperto dal polinomio di riferimento, con calcolo costanti di taratura.  Campo di misura: • In bagno termostatico Da -90 °C a 250 °C Da 250 °C a 450 °C • In tubo termoconvettore a controllo di pressione Da 450 °C a 900 °C • In forno comparatore Da 900 °C a 1100 °C	0,08 °C	No	F.Bertiglia f.bertiglia@inrim.it
		0,09 °C	No	
		0,7 °C	No	
	0,8 °C	Si		
Nota: per questa voce si effettuano anche, periodicamente, le <b>Campagne di taratura</b>				
PT-T-2.3-03	<b>Termocoppie a metallo nobile alta temperatura</b> Taratura per confronto di una termocoppia a metallo nobile su 6 punti di misura nel campo da 1065 °C a 1540 °C con calcolo costanti di taratura.	Da 0,8 °C a 1,5 °C	No	F.Bertiglia f.bertiglia@inrim.it



**INRIM: dal catalogo dei servizi di metrologia a pagina 98**

**Per TC a metallo nobile con temperature  $t_{\min} \cong 600^{\circ}\text{C}$  e  $t_{\max} \cong 1000^{\circ}\text{C}$   
 Solo il centro 169 ha  $U_{\text{CMC}}=0,75^{\circ}\text{C}$  e solo altri 4 centri hanno  $U_{\text{CMC}}=1,0^{\circ}\text{C}$   
 tutti gli altri 29 LAT accreditati per TC nobili hanno  $U_{\text{CMC}}>1,0^{\circ}\text{C}$**

## Ipotesi taratura campione di riferimento e di lavoro

Procedura	Servizio e Campo di misura	Incertezza	CIPM MRA	Contatto
PT-T.2.3-01	Taratura termocoppie a metallo nobile (tipo S, R) ai punti fissi.			F.Bertiglia f.bertiglia@inrim.it
	• Punto fisso del Gallio ( $t_{90} = 29,7646$ °C)	0,23 °C	Si	
	• Punto fisso dell'Indio ( $t_{90} = 156,5985$ °C)	0,22 °C	Si	
	• Punto fisso dello stagno ( $t_{90} = 231,928$ °C)	0,22 °C	Si	
	• Punto fisso dello zinco ( $t_{90} = 419,527$ °C)	0,22 °C	Si	
	• Punto fisso dell'alluminio ( $t_{90} = 660,323$ °C)	0,22 °C	Si	
	• Punto fisso dell'argento ( $t_{90} = 961,78$ °C)	0,23 °C	Si	
	• Punto fisso del rame ( $t_{90} = 1084,62$ °C)	0,27 °C	No	
Taratura su 4 punti fissi	0,4 °C	Si		
Nota: per questa voce si effettuano anche, periodicamente, le <b>Campagne di taratura</b>				
PT-T.2.3-01	Taratura termocoppie a metallo puro (tipo Au/Pt) ai punti fissi.			F.Bertiglia f.bertiglia@inrim.it
	• Punto fisso del Gallio ( $t_{90} = 29,7646$ °C)	0,10 °C	Si	
	• Punto fisso dell'Indio ( $t_{90} = 156,5985$ °C)	0,07 °C	Si	
	• Punto fisso dello stagno ( $t_{90} = 231,928$ °C)	0,07 °C	Si	
	• Punto fisso dello zinco ( $t_{90} = 419,527$ °C)	0,07 °C	Si	
	• Punto fisso dell'alluminio ( $t_{90} = 660,323$ °C)	0,05 °C	Si	
	• Punto fisso dell'argento ( $t_{90} = 961,78$ °C)	0,05 °C	Si	
	Taratura su 4 punti fissi	0,2 °C	Si	
Nota: per questa voce si effettuano anche, periodicamente, le <b>Campagne di taratura</b>				



INRIM: dal catalogo dei servizi di metrologia a pagina 102

**1ª Ipotesi: taratura a punti fissi del campione/i di rif. S o R**

**2ª Ipotesi: campione/i di rif. Au/Pt tarato a punti fissi**

**3ª Ipotesi: non considerare  $u_{BED}$  nella CMC e inserire una nota all'incertezza nella tabella di accreditamento**



## Taratura della strumentazione

**Tabella 7 - Strumenti e taratura degli strumenti**

Strumento	Tipo di strumento	Massimo Periodo di taratura <sup>(9)</sup>	Standard	Accuracy taratura <sup>(1)</sup>	Utilizzare
Standard di riferimento	Riferimento alla tensione Zener	3 anni	NIST <sup>(6)</sup>	NIST <sup>(6)</sup>	Limitato alla taratura standard primaria <sup>(8)</sup>
Strumento standard primario	Potenziometro, voltmetro digitale <sup>(1)</sup>	3 anni	Standard di riferimento	$\pm 0,1$ °F o $\pm 0,05$ °C o $\pm 0,015\%$ della lettura della temperatura, a seconda di quale sia maggiore	Limitato alla taratura in laboratorio di strumenti standard secondari, strumenti di test da campo, primari e sensori secondari standard <sup>(8)</sup>
Strumento standard secondario	Potenziometro o voltmetro digitale <sup>(1)</sup>	Annualmente	Strumento standard primario	$\pm 0,3$ °F o $\pm 0,2$ °C o $\pm 0,05\%$ della lettura della temperatura, a seconda di quale sia maggiore	Limitato alla taratura in laboratorio degli strumenti di test sul campo, al test di accuracy del sistema sensori, rilevamento dell'uniformità della temperatura sensori, sensori di carico e controllo, e sensori di registrazione <sup>(8)</sup>
Strumento di test da campo <sup>(7)</sup>	Potenziometro portatile SAT/TUS o strumento digitale, registratore elettronico dei dati o sistema di acquisizione dati	Trimestrale	Strumento standard primario o secondario	$\pm 1,0$ °F o $\pm 0,6$ °C o $\pm 0,1\%$ della lettura della temperatura, a seconda di quale sia maggiore	Limitato alla taratura di controllo, o strumenti di registrazione, eseguendo SAT e TUS <sup>(5)(8)</sup>
Strumento di controllo, registrazione, acquisizione dati <sup>(7)</sup>	Strumento digitale	Nota <sup>(3)</sup>	Strumento di test da campo	$\pm 2,0$ °F o $\pm 1,1$ °C o $0,2\%$ della lettura della temperatura, a seconda di quale sia maggiore <sup>(10)</sup>	Limitato al controllo e alla registrazione della temperatura delle apparecchiature di elaborazione termica
	Strumento analogico <sup>(2)</sup>	Nota <sup>(3)</sup>	Strumento di test da campo	$\pm 2,0$ °F o $\pm 1,1$ °C o $\pm 0,3\%$ del massimo temperatura TUS dell'apparecchiatura, a seconda di quale sia maggiore	
	Meccanico o elemento termico	Nota <sup>(3)</sup>	SAT al posto della taratura	$\pm 5,0$ °F o $\pm 3,0$ °C	Limitato alla misurazione della temperatura delle apparecchiature di refrigerazione e dispositivi di spegnimento <sup>(4)</sup>

---

## Taratura della strumentazione tre categorie

- **Strumenti standard:** standard primario o secondario utilizzato per tarare gli strumenti di test in campo.
- **Strumenti di test in campo:** utilizzati per tarare gli strumenti degli impianti di processo ed eseguire le verifiche SAT e TUS.
- **Strumenti di controllo e registrazione:** utilizzati per il controllo il monitoraggio e la registrazione delle temperature degli impianti di Trattamento Termico.

### Strumenti standard e di test in campo

**3.2.2.1 e .2** Gli strumenti standard primari e secondari devono essere digitali e soddisfare i requisiti di accuracy di taratura della tabella 7. - Gli strumenti di test da campo devono essere digitali e avere una risoluzione minima di 0,1 ° F o 0,1 ° C per qualsiasi ingresso e uscita utilizzata.

**3.2.2.3** La taratura dello strumento deve essere eseguita ad almeno **sei** punti di ingresso e/o uscita. Questi devono comprendere il **minimo** e il **massimo** dell'intervallo di funzionamento utilizzato per la taratura e un minimo di **quattro** punti tra le aree di normale funzionamento o distanziate a intervalli approssimativamente uguali nell'intervallo in cui lo strumento viene utilizzato per la taratura.

**3.2.2.4 e .5** La taratura deve essere eseguita per ciascun tipo di ingresso e di uscita utilizzato; ad esempio per mV, mA, ect. La taratura deve essere eseguita su ciascun canale in uso che può essere modificato o regolato.

---

## Taratura degli strumenti di processo (controllo, registrazione e sovra-temperatura)

**3.2.3.1 e .2** Tutti gli strumenti di controllo, registrazione e sovra temperatura devono essere digitali 2 anni dopo il rilascio di questa specifica. - Gli strumenti di registrazione digitali devono avere una risoluzione minima di 0,1 ° F o 0,1 ° C per qualsiasi ingresso e uscita utilizzata.

**CIOE' ENTRO FINE GIUGNO 2022**

**3.2.3.5** La taratura dello strumento deve essere eseguita ad almeno **tre** punti di ingresso. Questi devono comprendere il **minimo** e il **massimo** e almeno un punto **intermedio ad un terzo medio dell'intero intervallo di temperatura** operativa qualificato

**3.2.3.19** La funzione di sincronizzazione per tutti gli strumenti di registrazione digitale e i sistemi di acquisizione dati, deve essere **tarata annualmente con un accuracy  $\pm 1$  min/h.**

**3.2.3.20** I dispositivi di temporizzazione esterni quali timer, orologi, cronometri, ecc., devono essere tarati almeno **ogni 2 anni** e devono avere **un accuracy a  $\pm 1$  s/min.**

**3.2.3.21** Sono consentite apparecchiature **wireless** che eseguono la conversione analogica-digitale del forno e trasmettono un segnale digitale allo strumento di registrazione. Tuttavia, è necessaria la taratura del sistema wireless completo (trasmettitore wireless, ricevitore wireless e strumenti di controllo e registrazione associati).

---

## Certificato dello strumento con Dichiarazione di Conformità

- a. Identificazione univoca dello strumento.
- b. Marca e modello dello strumento tarato.
- c. Identificazione univoca dello strumento di test (campione) utilizzato durante la taratura.
- d. Identificazione di ogni tipo di sensore in uso (ad esempio, tipo K, N, ecc.) e forma (ad esempio, V, mA, ecc.) se lo strumento viene utilizzato per queste scale.
- e. Identificazione della posizione in cui il segnale è stato immesso (richiesto solo per i sistemi di misurazione che utilizzano il SAT alternativo).
- f. Accuracy di taratura richiesta.
- g. As-found dati per ogni punto di taratura e dati as-left in caso di adjustments.
- h. Offset di correzione e modifica as-found and as-left conformemente al 3.2.6.**
- i. Sensibilità, pass/fail (applicabile solo agli strumenti analogici).
- j. Dichiarazione di superamento o fallimento della taratura dello strumento.**
- k. Eventuali limitazioni o restrizioni della taratura.
- l. Data in cui è stata eseguita la taratura.
- m. Data di scadenza della taratura successiva.**
- n. Una dichiarazione di riferibilità al NIST o ad altre organizzazioni di norme riconosciute a livello internazionale.
- o. Identificazione del tecnico che esegue la taratura
- p. Identificazione dell'agenzia di taratura se la taratura non viene eseguita internamente.
- q. Approvazione dell'agente autorizzato per l'agenzia di taratura.
- r. *Approvazione dell'organizzazione della qualità dell'utilizzatore.*

---

## Correzione dello strumento delle apparecchiature di processo termico e offset di modifica (2.2.38.1 e 2.2.38.2)

**3.2.6.1.1** Se per lo strumento si utilizzano offset di correzione e/o offset di modifica, deve esistere una **procedura documentata** che descrive quando e come apportare offset di correzione e/o offset di modifica allo strumento.

**3.2.6.1.2** L'**offset di correzione cumulativo** massimo non deve superare la **tolleranza di uniformità** per l'apparecchiatura di trattamento termico o  $\pm 5,0$  °F o  $\pm 2,8$  °C per gli strumenti di refrigerazione e spegnimento. (ad esempio, una **classe 2** lo strumento del forno è limitato ad un offset di correzione massimo  $\pm 10,0$  °F o  **$\pm 6,0$  °C**).

**3.2.6.1.4** Gli offset di modifica dello strumento di controllo per il TUS non devono superare i valori riportati nelle tabelle 18 o 19. **Gli offset di modifica sul SAT non sono consentiti.**

**3.2.6.1.5** Gli offset di correzione degli strumenti di controllo e registrazione per SAT non devono superare i valori riportati nelle tabelle 18 o 19. **Gli offset di modifica TUS non sono consentiti su canali di registrazione diversi dal canale che registra la temperatura del sensore di controllo.**

**3.2.6.1.6** Per i sistemi di **sensori di carico** utilizzati in produzione, sono **consentiti offset di correzione, ma non offset di modifica.**

# Esempio di Certificato LAT di uno strumento

Pagina 1 di 10  
Page 1 of 10

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT**  
Certificate of Calibration

<p>- Data di emissione Date of issue</p> <p>2018/07/05</p> <p>- Cliente Customer</p> <p>- Destinatario Addressee</p> <p>- Richiesta Application</p> <p>- In data Date</p> <p>2018/06/23</p> <p>Si riferisce al: Referring to</p> <p>- Oggetto Item</p> <p>Calibratore di temperatura</p> <p>- Costitutore Manufacturer</p> <p>Eurotron</p> <p>- Modello Model</p> <p>MicroCal 200</p> <p>- Matricola Serial number</p> <p>- Data ricevimento oggetto Date of receipt of item</p> <p>2018/06/20</p> <p>- Data delle misure Date of measurements</p> <p>2018/07/05</p> <p>- Registro di laboratorio Laboratory reference</p>	<p>Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accertamento LAT N° rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1997 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la affidabilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità del Sistema Internazionale delle Unità (SI).</p> <p>Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo esplicita autorizzazione scritta da parte del Centro.</p> <p>This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. granted according to Decree implemented with Italian law No. 273/1997 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the reliability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).</p> <p>This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.</p>
--	---

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i ripetitivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedure given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98-2 al documento KA-012. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98-2 and to EA-012. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.

Il Responsabile del Centro  
Head of the Centre

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT**  
Certificate of Calibration

I risultati di misura riportati in questo Certificato sono stati ottenuti applicando le seguenti procedure:  
Calibration of thermometers is made by comparison with standard thermometer under the following conditions:

Doc. N. Doc. No.	Rev. Rev.	Data rev. Rev. date
I-MET-23	2	2018/05/09

La catena di riferibilità ha inizio dai campioni di prima linea muniti di certificati validi di taratura:  
Traceability is through first line standards, validated by certificates of calibration:

Campione Standard	Certificato Certificate
IJ001	LAT 046 356561
IJ002	LAT 046 359082

NOTE:

Condizioni ambientali di taratura:  
Environmental conditions

Temperatura:  $(23,0 \pm 1,5) ^\circ\text{C}$   
Temperature

Umidità:  $(50 \pm 20)\% \text{ UR}$   
Relative humidity

Lo strumento in taratura è posto nell'ambiente del laboratorio nelle 24 ore precedenti la taratura.  
The calibration instrument is placed in the laboratory environment within 24 hours prior to calibration.

Dopo un periodo di alimentazione di almeno 30 minuti al fine di consentirne la stabilizzazione, sono state effettuate le verifiche previste nel manuale di istruzioni. Operando in modo manuale, lo strumento è stato predisposto per la taratura.  
After a period of feeding of at least 30 minutes in order to allow it to stabilize, the checks provided for in the instruction manual have been carried out. Operating manually, the instrument has been set up for calibration.

Lo strumento in taratura impostato come misuratore è stato verificato collegandolo ad un calibratore campione munito di certificato in corso di validità emesso da centro LAT o equivalente.  
Calibration instrument set measured is verified with certified calibrator

Lo strumento in taratura impostato come simulatore è stato verificato collegandolo ad un multimetro campione munito di certificato in corso di validità emesso da centro LAT o equivalente.  
Calibration instrument set measured is verified with certified DMM

La strumentazione in oggetto è stata tarata senza apportare alcuna modifica alla stessa (come trovato = come lasciato).  
Instrument in subject has been calibrated without any modification (as found = as left).

# Esempio di Certificato LAT di uno strumento

CERTIFICATO DI TARATURA LAT  
Certificate of Calibration

Pagina 6 di 10  
Page 6 of 10

CERTIFICATO DI TARATURA LAT  
Certificate of Calibration

**Taratura come misuratore**

- Oggetto **Calibratore di temperatura** - Tipo sensore **S**  
Item Sensor type

- Modello **MicroCal 200** - Canale **IN**  
Model Channel

- Matricola **20702/20643** - Comp. giunto **Interna**  
Serial number Joint compensation

Punto n°	Risoluzione	f.e.m. applicata	Temperatura calcolata (*)	Temperatura indicata	Differenza Tind - Tcal	Incertezza estesa U
	Resolution	Set f.e.m.	Calculated temperature	Indicated temperature	Difference	Calibration uncertainty
	/ °C	/ mV	Tcal / °C	Tind / °C	/ °C	/ °C
1	0,01	2,3230	300,000	299,990	0,010	0,42
2	0,01	4,2333	500,000	499,940	0,060	0,42
3	0,01	6,8058	750,000	750,000	0,000	0,42
4	0,01	8,4492	900,000	900,090	-0,090	0,42
5	0,01	9,5871	1000,000	1000,070	-0,070	0,42
6	0,01	10,7565	1100,000	1100,090	-0,090	0,42
7	0,01	11,9505	1200,000	1200,110	-0,110	0,42
8	0,01	14,3726	1400,000	1400,140	-0,140	0,42
9	0,01	15,5817	1500,000	1500,180	-0,180	0,42
10	0,01	18,6093	1760,000	1760,260	-0,260	0,42

Lo sperimentatore  
The experimenter

(\*) Temperatura di riferimento a cui corrisponde il valore di forza elettromotrice impostata sul calibratore campione, ricavata applicando la formula inversa dell'equazione prevista dalla norma IEC 60584-1 i cui coefficienti sono riportati all'interno della stessa  
Reference temperature corresponding to the electromotive force set to the sample generator, obtained applying the inverse formula of the equation provided by the IEC 60584-1 standard, where those coefficients are contained

**Taratura come simulatore**

- Oggetto **Calibratore di temperatura** - Tipo sensore **S**  
Item Sensor type

- Modello **MicroCal 200** - Canale **OUT**  
Model Channel

- Matricola **20702/20643** - Comp. giunto **Interna**  
Serial number Joint compensation

Punto n°	Temperatura impostata	Risoluzione	f.e.m. riferimento	f.e.m. media misurata	Temperatura calcolata (*)	Differenza Tcal - Timp	Differenza f.e.m. mis - f.e.m. rif	Incertezza estesa U
	Set temperature	Resolution	f.e.m. reference	f.e.m. average obtained	Calculated temperature	Difference	Difference f.e.m. mis - f.e.m. rif	Calibration uncertainty
	Timp / °C	/ °C	f.e.m. rif / mV	f.e.m. mis / mV	Tcal / °C	/ °C	/ mV	/ °C
1	300,000	0,1	2,3230	2,3242	300,118	-0,118	0,0011	0,42
2	500,000	0,1	4,2333	4,2352	500,185	-0,185	0,0019	0,42
3	750,000	0,1	6,8058	6,8073	750,137	-0,137	0,0015	0,42
4	900,000	0,1	8,4492	8,4514	900,193	-0,193	0,0021	0,42
5	1000,000	0,1	9,5871	9,5896	1000,212	-0,212	0,0025	0,42
6	1100,000	0,1	10,7565	10,7589	1100,201	-0,201	0,0024	0,42
7	1200,000	0,1	11,9505	11,9533	1200,228	-0,228	0,0027	0,42
8	1400,000	0,1	14,3726	14,3754	1400,228	-0,228	0,0028	0,42
9	1500,000	0,1	15,5817	15,5855	1500,322	-0,322	0,0039	0,42
10	1760,000	0,1	18,6367	18,6128	1760,338	-0,338	-0,0239	0,42

(\*) Temperatura di riferimento a cui corrisponde il valore di forza elettromotrice letta sul multimetro campione, ricavata applicando la formula inversa dell'equazione prevista dalla norma IEC 60584-1 i cui coefficienti sono riportati all'interno della stessa  
Reference temperature corresponding to the electromotive force read on the sample multimeter, obtained applying the inverse formula of the equation provided by the IEC 60584-1 standard, where those coefficients are contained

Lo sperimentatore  
The experimenter

# Esempio di Certificato LAT di uno strumento con Dichiarazione di Conformità Etichetta di uno strumento



**3.2.5.1** Un'etichetta apposta o in prossimità dello strumento deve indicare l'ultima taratura. Come minimo, l'etichetta comprende:

- Numero dello strumento o numero del forno.
- Data in cui è stata eseguita la taratura.
- Data di scadenza della taratura successiva.
- Identificazione del tecnico che ha eseguito la taratura.
- Indicazione di eventuali limitazioni o restrizioni della taratura. Se lo spazio sull'etichetta non consente di elencare le limitazioni o le restrizioni, è accettabile una seconda etichetta nelle immediate vicinanze dello strumento o una notazione come "vedere report".

Centro di Taratura LAT  
Calibration Centre  
Laboratorio Accreditato di  
Taratura  
Accredited Calibration Laboratory



LAT N°

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Pagina 4 di 4  
Page 4 of 4

CERTIFICATO DI TARATURA LAT XXXX  
Certificate of Calibration

## DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'

**Oggetto:** Calibratore di temperatura  
**Costruttore:** Eurotron  
**Modello:** Microcal 200  
**Matricola:** 20702/20643

### - NORMA DI RIFERIMENTO PER LA CONFORMITA' DELLO STRUMENTO

AMS2750 REV. F "AEROSPACE MATERIAL SPECIFICATION"

### - TEST DI CONFORMITA'

- Rispetto dei massimi errori permessi (Calibration Accuracy), par.3.2, Table 7 - Field test instrument :  $\pm 1.0$  °F or  $\pm 0.6$  °C or  $\pm 0.1\%$ .
- La taratura è stata iniziale, par.3.2.5.2 punto g
- Scadenza della taratura** a tre mesi dalla data di emissione, par.3.2.5.2 punto m

### - CRITERIO ADOTTATO

(Ad esempio)

Regola decisionale basata su semplice accettazione  
Rischio: Probabilità di falsa accettazione:  $\leq 50\%$

### - RISULTATO

Considerando i valori di misura ottenuti alle specificate condizioni ambientali e considerando le incertezze estese (espresse ad un livello di fiducia del 95%), tali valori di misura soddisfano i requisiti previsti dalla norma AMS2750 REV. F secondo i criteri illustrati: **LO STRUMENTO E' CONFORME**

Direzione tecnica  
(Approving Officer)



## Classificazione dei forni secondo AMS 2750F

**Tabella 11 - Tolleranze di uniformità della classe del forno**

Classe Fornace	Tolleranza all'uniformità della temperatura, °F	Tolleranza all'uniformità della temperatura, °C <sup>(1)</sup>
1	±5.0	±3.0
2	±10.0	±6.0
3	±15.0	±8.0
4	±20.0	±10.0
5	±25.0	±14.0
6	±50.0	±28.0

Note:

<sup>(1)</sup> Alcune autorità di progettazione richiedono tolleranze di uniformità della temperatura rispettivamente di ±5,0 °C e ±7,0 °C per le classi 2 e 3.

## Frequenza di controllo della strumentazione nei forni

**Nota (3) Tabella 7** Gli intervalli di taratura dello strumento di controllo e registrazione sono:

Classe della Forno	Digitale	Analogico
1	Mensile	Mensile
2	Trimestrale	Mensile
3	Trimestrale	Mensile
4	Trimestrale	Trimestrale
5	Semestralmente	Trimestrale
6	Semestralmente	Trimestrale
Impianti di refrigerazione e di spegnimento <sup>(4)</sup>	Semestralmente	Semestralmente

**Nota (4)** Quando il sensore di refrigerazione e/o tempra è collegato ad un canale di uno strumento di registrazione del forno, l'intervallo di taratura di tale canale nello strumento di registrazione deve essere lo stesso intervallo di taratura degli altri canali dello strumento

## Tipo strumenti di processo (controllo, registrazione e sovra-temperatura)

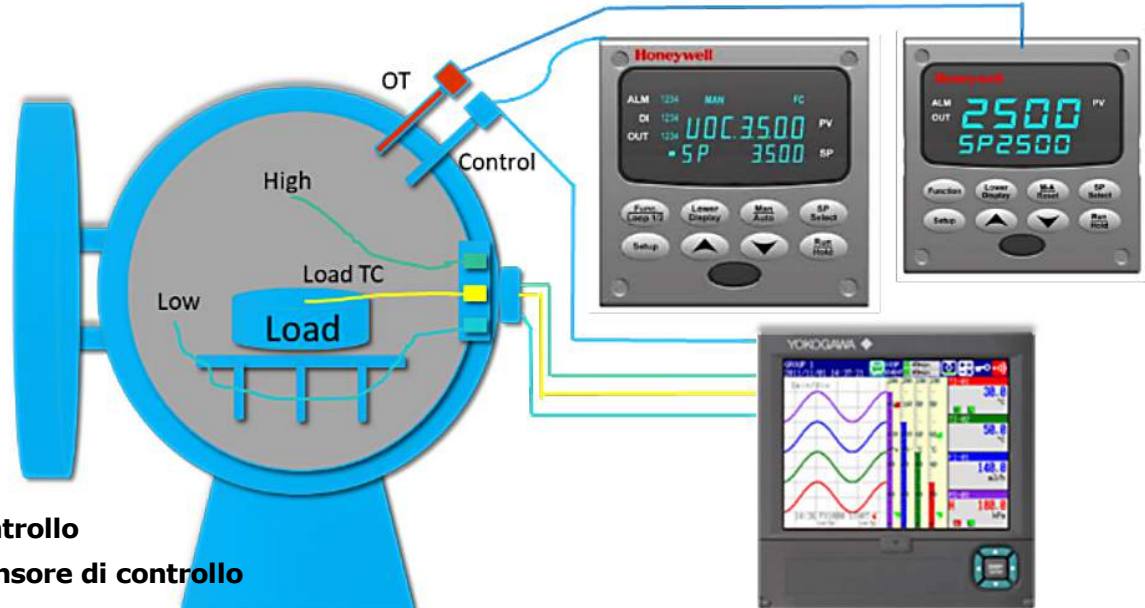
**Tabella 12 - Requisiti del tipo di strumentazione**

Sensori richiesti dal tipo di strumentazione	Tipo di strumentazione <sup>(1)</sup>					
	A	B	C	D +	D	E
Un sensore di controllo per zona, che controlla e visualizza la temperatura.	X	X	X	X	X	X
La temperatura indicata dal sensore di controllo in ciascuna zona di controllo deve essere registrata da uno strumento di registrazione. In alternativa, lo strumento di registrazione può essere collegato a un secondo sensore contenuto nella stessa guaina o supporto del sensore di controllo e separato dal sensore di controllo di non più di 0,38 pollici o 10 mm.	X	X	X	X	X	
Almeno due sensori di registrazione supplementari in ciascuna zona di controllo devono essere situati per rappresentare al meglio le temperature più fredde e calde effettive in ciascuna zona di controllo a qualsiasi temperatura d'uso, sulla base dei risultati dell'ultima indagine sull'uniformità della temperatura. Si riconosce che alcune configurazioni di progettazione/carico del forno possono impedire l'ubicazione di questi sensori nei luoghi più freddi e caldi precisi, ma questi sensori devono essere collocati il più vicino possibile (vedi 3.3.5 e 3.3.6). Queste posizioni di registrazione possono cambiare nel tempo. Vedi 3.5.16 per i requisiti di ricollocazione. <sup>(1)</sup>	X		X			
Almeno un sensore di carico di registrazione in ogni zona di controllo. Durante la produzione in forni multi-zona, le zone vuote (cioè nessun materiale viene inserito o introdotto nella zona) non richiedono un sensore di carico. Tuttavia, è necessario annotare sul carico del forno che la zona era completamente vuota.	X	X				
Almeno un sensore di registrazione aggiuntivo in ogni zona di controllo situato ad almeno 3 pollici o 76 mm dalla posizione del sensore di controllo e da un diverso tipo di sensore. <sup>(2)</sup>				X		
Ogni zona di controllo deve avere una protezione contro la sovratemperatura (vedi punto 2.2.40).	X	X	X	X	X	

**Note:**

- <sup>(1)</sup> I tipi di strumentazione sono elencati in ordine decrescente di qualità da sinistra a destra, o cioè A è migliore di B, ecc.  
<sup>(2)</sup> Il sensore di protezione contro la sovratemperatura può anche essere utilizzato come sensore di registrazione che rappresenta la posizione più calda per la strumentazione di tipo A o C o come sensore di registrazione aggiuntivo per il tipo D + se nella posizione corretta.

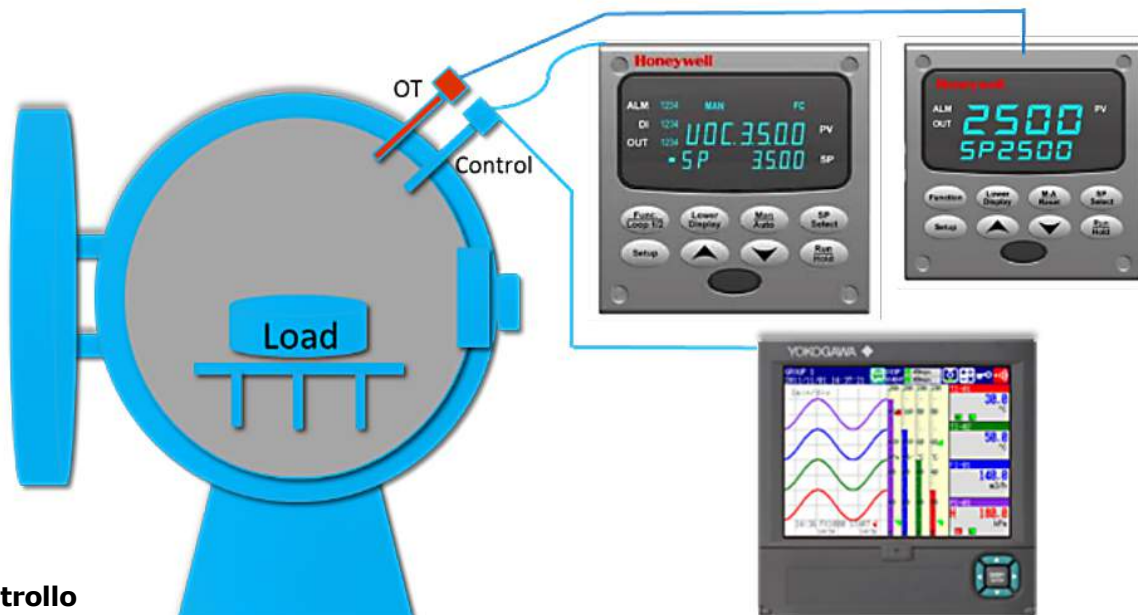
## Strumentazione tipo A (la più pregiata, utilizzata nei forni sottovuoto)



### SEI sistemi:

- **Strumento di controllo**
- **Registrazione sensore di controllo**
- **Sistema di sovra temperatura**
- **Registrazione temperatura + calda**
- **Registrazione temperatura + fredda**
- **Registrazione temperatura di carica**

## Strumentazione tipo D (la più utilizzata nei forni)



TRE sistemi:

- **Strumento di controllo**
- **Registrazione sensore di controllo**
- **Sistema di sovra temperatura**

---

## Verifica SAT

- Il SAT principalmente è un metodo di confronto in loco delle catene termometriche eseguito **sui sistemi di controllo e registrazione del forno** per determinare se le deviazioni sono entro i limiti previsti dalla norma **per ogni zona di controllo**. Una verifica SAT viene fatta per assicurare l'accuratezza e le performance dei sistemi di controllo e della registrazione in ogni zona di controllo, con strumenti e sensori di campo conformi a quanto già stabilito.
- Nello specifico, la **differenza SAT**, calcolata in modo algebrico tra la **lettura** del sistema testato (sensore + strumento) e la lettura del **sistema campione in campo** dopo che sono stati applicati i fattori di correzione sia del sensore sia dello strumento campione dovrà rispettare i requisiti della norma AMS 2750.
- Il SAT deve essere fatto **all'inizio** della carriera produttiva del forno e poi **periodicamente**, inoltre deve essere effettuato dopo ogni campagna di manutenzione che possa aver influenzato l'accuratezza del sistema. **Non** è richiesto il SAT per sensori usati solamente come protezione dalle **sovratemperature**. Se il SAT non può essere eseguito nei tempi prestabiliti, il forno non deve prestare servizio. L'intervallo temporale, fra i vari test, è come già specificato dipendente dalla classe del forno.

## Verifica SAT

**Tabella 14 - Classe del forno per Parti (di materiale), tipo di strumento e intervallo SAT**

Classe della Fornace	Tolleranza di Temperatura all' Uniformità		Minimo Tipo di strumentazione	Intervallo SAT normale	Intervallo SAT esteso	Massima differenza SAT consentita, a seconda di quale sia maggiore		
	°F	°C				°F	°C	% di Reading
1	±5.0	±3.0	D, D +	Settimanale	Settimanale	±2.0	±1.1	±0.2
			B, C	Settimanale	Bisettimanale			
			A	Bisettimanale	Mensile			
2	±10.0	±6.0	D, D +	Settimanale	Settimanale	±3.0	±1.7	±0.3
			B, C	Bisettimanale	Mensile			
			A	Mensile	Trimestrale			
3	±15.0	±8.0	D	Bisettimanale	Mensile	±4.0	±2.2	±0.4
			D +	Bisettimanale	Bimestrale			
			B, C	Mensile	Trimestrale			
			A	Trimestrale	Semestralmente			
4	±20.0	±10.0	D	Bisettimanale	Mensile	±4.0	±2.2	±0.4
			D +	Bisettimanale	Bimestrale			
			B, C	Mensile	Trimestrale			
			A	Trimestrale	Semestralmente			
5	±25.0	±14.0	D	Bisettimanale	Mensile	±5.0	±2.8	±0,5
			D +	Bisettimanale	Bimestrale			
			B, C	Mensile	Trimestrale			
			A	Trimestrale	Semestralmente			
6	±50.0	±28.0	E	Semestralmente	Semestralmente	±10.0	±5.6	N/A
Apparecchiature per la refrigerazione e lo spegnimento				Semestralmente	Semestralmente	±5.0	±2.8	N/A

**3.4.3.2** L'intervallo SAT può essere esteso all'intervallo SAT massimo consentito nelle tabelle 14 o 15, se è in vigore un programma di **manutenzione preventiva e almeno due sensori in ciascuna zona di controllo non sono Expendable di tipo B, N, R o S..**

## Metodi della verifica SAT

**3.4.7 SAT Comparativo:** un confronto sul posto della differenza tra le letture del sistema di sensori dell'apparecchiatura di processo termico in fase di taratura (cavo di prolunga e strumento) e la lettura **corretta** del sistema del sensore campione (sensore, cavo di estensione, strumento di test da campo). Dopo il confronto vengono applicati i fattori di correzione del sensore e dello strumento di test sul campo. *QUELLO PIU' USATO*

**3.4.8 SAT alternativo:** un calcolo matematico della somma degli errori o dei fattori di correzione del sensore del forno e dell'errore di taratura del cavo della prolunga e del canale dello strumento. *POCO USATO*

**3.4.9 Rinuncia del SAT:** requisiti aggiuntivi e confronti da effettuare quando il SAT comparativo e alternativo non vengono eseguiti. *NON USATO*

## Strumento e sensore campione per il SAT

Strumento di test da campo <sup>(7)</sup>	Potenziometro portatile SAT/TUS o strumento digitale, registratore elettronico dei dati o sistema di acquisizione dati	Trimestrale	Strumento standard primario o secondario	$\pm 1,0$ °F o $\pm 0,6$ °C o $\pm 0,1\%$ della lettura della temperatura, a seconda di quale sia maggiore	Limitato alla taratura di controllo, o strumenti di registrazione, eseguendo SAT e TUS <sup>(5)(8)</sup>
---	--	-------------	--	--	--

Test di accuracy del sistema <sup>(3)</sup>	B, R, S, RTD e a metallo base	Prima del primo utilizzo; semestralmente per B, R, S, e RTD; trimestralmente per metallo base; non consentito per E e K	Standard primario o secondario <sup>(8)</sup>	Tipo R, S: $\pm 1,0$ °F o $\pm 0,6$ °C o $\pm 0,1\%$ <sup>(13)</sup>
Indagine sull'uniformità della temperatura <sup>(3)</sup>				Tipo B: $\pm 1,0$ °F o $\pm 0,6$ °C o $\pm 0,25\%$ <sup>(13)</sup> Metallo base: $\pm 2,0$ °F o $\pm 1,1$ °C o $\pm 0,4\%$ <sup>(11)</sup> RTD <sup>(10)</sup>



---

## SAT Comparativo

**3.4.7.1.1** Per i forni con intervalli di **temperatura di esercizio qualificati multipli**, si deve eseguire un SAT periodico in ciascun intervallo **almeno annualmente**.

**3.4.7.1.2** La **punta** (giunzione di misura) **del sensore SAT** deve essere il più vicina possibile alla punta (giunzione di misura) del controllo o al sensore di registrazione, la distanza tra la punta del sensore e l'altra punta non deve superare i 3 pollici o i **76 mm**.

**3.4.7.4** Il sensore SAT può essere inserito temporaneamente per eseguire il SAT Comparativo o può essere un **sensore SAT residente** soggetto alle limitazioni da 3.4.7.4.1 a 3.4.7.4.3.

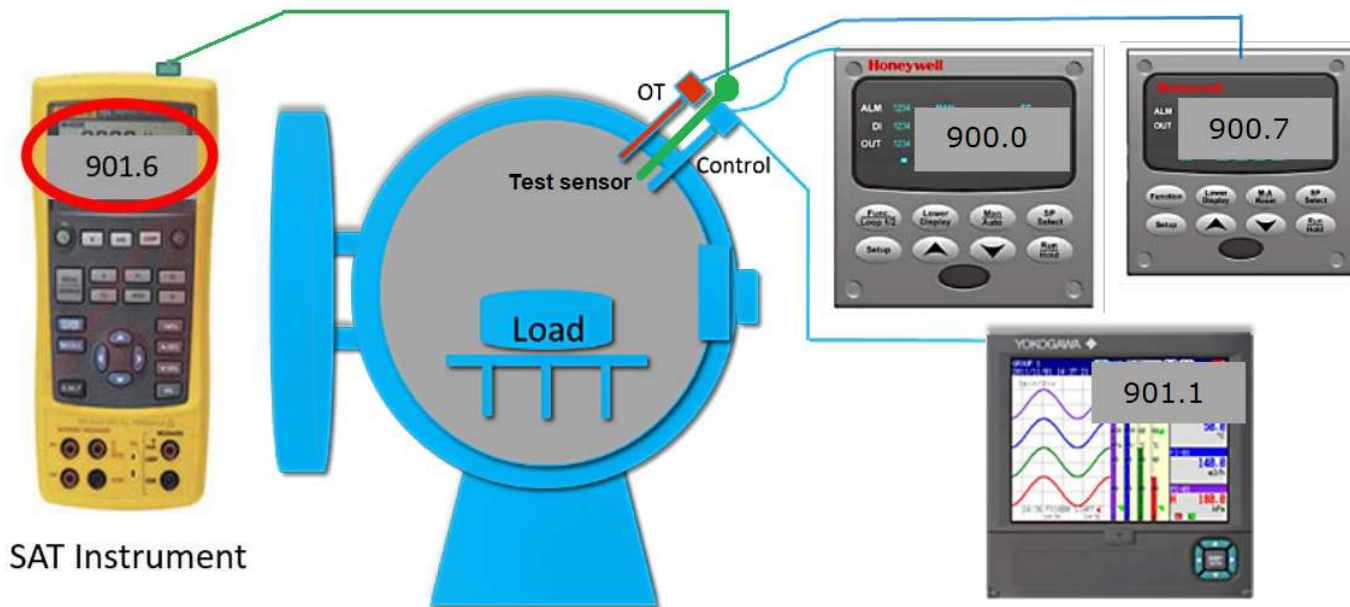
## SAT Alternativo

**3.4.8.1** Il SAT alternativo si applica ai **sensori di carico utilizzati una sola volta** (uso singolo) o per altri sensori di controllo e registrazione **sostituiti** contemporaneamente o prima dell'intervallo SAT

**3.4.8.2.1** La **somma dell'errore di taratura del sensore più l'errore di taratura dello strumento** o il fattore di correzione della taratura del sensore più il fattore di correzione della taratura dello strumento **deve soddisfare, i requisiti massimi di differenza SAT** delle tabelle 14 o 15, a seconda dei casi.

**3.4.8.4** Il **calcolo del SAT** alternativo **deve essere eseguito ad ogni temperatura** (almeno tre) sul rapporto di **taratura della strumentazione** più recente e utilizzando i dati del sensore.

## SAT comparativo su Strumentazione tipo D



SAT Instrument

### DUE verifiche SAT:

- **Strumento di controllo**
- **Registrazione sensore di controllo**

## SAT Comparativo su Strumentazione tipo D (calcoli)

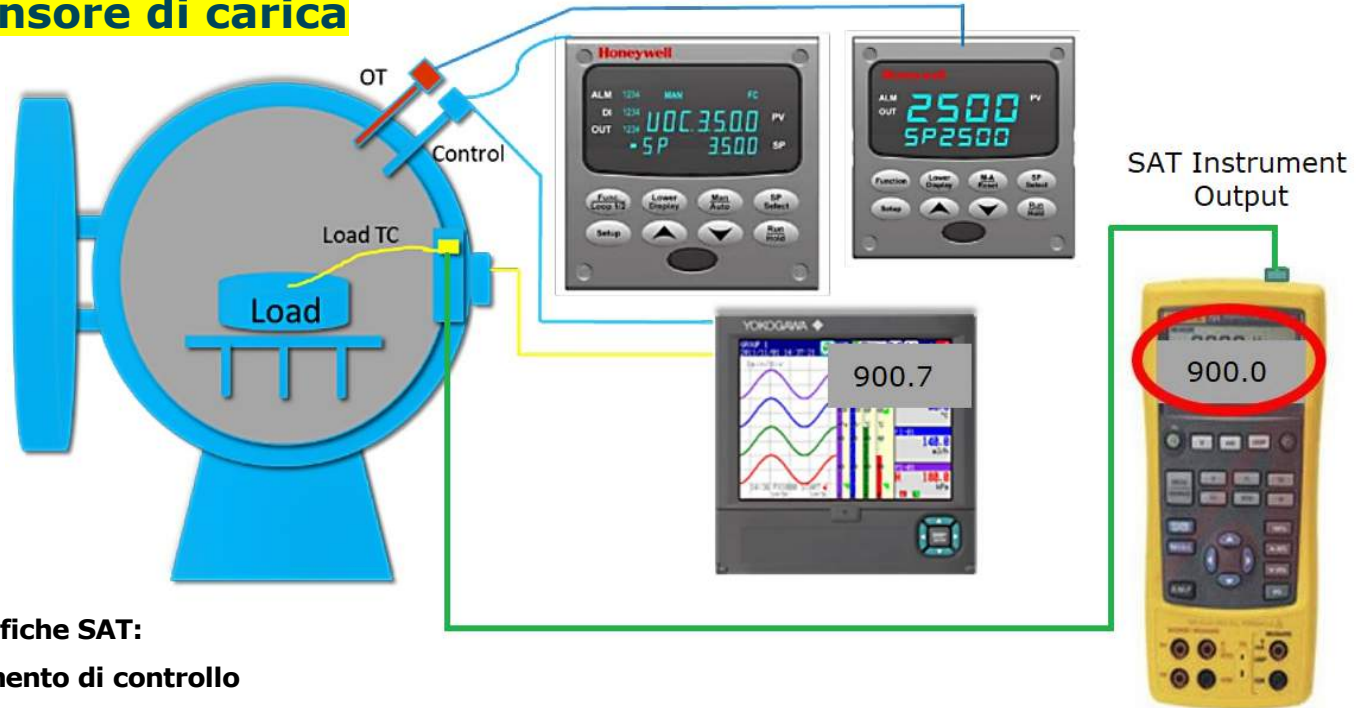
### SAT: Strumento di controllo

TEMPERATURA INDICATA STRUMENTO DI CONTROLLO (A)	OFFSET STRUMENTO DI CONTROLLO (B)	TEMPERATURA STRUMENTO DI CONTROLLO CORRETTA (C)=(A) + (B)	TEMPERATURA INDICATA STRUMENTO DI TEST (D)	FATTORE DI CORREZIONE DEL SENSORE DI TEST (E)	FATTORE DI CORREZIONE STRUMENTO DI TEST (F)	TEMPERATURA STRUMENTO DI TEST CORRETTA (G)=(D)+(E)+(F)	DIFFERENZA SAT CALCOLATA (C) – (G)
900,0°C	0,0°C	900,0°C	901,6°C	+0,3°C	-0,1°C	901,8°C	-1,8°C

### SAT: Registrazione sensore di controllo

TEMPERATURA INDICATA REGISTRATORE SENSORE DI CONTROLLO (A)	OFFSET REGISTRATORE SENSORE DI CONTROLLO (B)	TEMPERATURA REGISTRATORE SENSORE DI CONTROLLO CORRETTA (C)=(A) + (B)	TEMPERATURA INDICATA STRUMENTO DI TEST (D)	FATTORE DI CORREZIONE DEL SENSORE DI TEST (E)	FATTORE DI CORREZIONE STRUMENTO DI TEST (F)	TEMPERATURA STRUMENTO DI TEST CORRETTA (G)=(D)+(E)+(F)	DIFFERENZA SAT CALCOLATA (C) – (G)
901,1°C	0,0°C	901,1°C	901,6°C	+0,3°C	-0,1°C	901,8°C	-0,7°C

## SAT alternativo su Strumentazione tipo B sul sensore di carica



TRE verifiche SAT:

- **Strumento di controllo**
- **Registrazione sensore di controllo**
- **Registrazione sensore di carica**

## SAT Alternativo su Strumentazione tipo B (calcoli)

### SAT: Registrazione sensore di carica punto low

TEMPERATURA GENERATA STRUMENTO DI TEST	FATTORE DI CORREZIONE STRUMENTO DI TEST	TEMPERATURA STRUMENTO DI TEST GENERATA CORRETTA	TEMPERATURA INDICATA REGISTRATORE CANALE SENSORE DI CARICA	ERRORE DEL REGISTRATORE COMPRENSIVO DEL CAVO SENSORE DI CARICA	ERRORE DEL SENSORE DI CARICA	ERRORE DEL SENSORE DI CARICA E DEL SISTEMA. QUESTA È LA DIFFERENZA SAT
(A)	(B)	(C)=(A) + (B)	(D)	(E)=(D)-(C)	(F)	(G)=(E)+(F)
600,0°C	0,3°C	600,3°C	599,8°C	-0,5°C	0,3°C	-0,2°C

**Problema:** quando termina la matassa da cui sono stati ricavati i sensori di carica bisogna eseguire un nuovo calcolo SAT

### SAT: Registrazione sensore di carica punto medium

TEMPERATURA GENERATA STRUMENTO DI TEST	FATTORE DI CORREZIONE STRUMENTO DI TEST	TEMPERATURA STRUMENTO DI TEST GENERATA CORRETTA	TEMPERATURA INDICATA REGISTRATORE CANALE SENSORE DI CARICA	ERRORE DEL REGISTRATORE COMPRENSIVO DEL CAVO SENSORE DI CARICA	ERRORE DEL SENSORE DI CARICA	ERRORE DEL SENSORE DI CARICA E DEL SISTEMA. QUESTA È LA DIFFERENZA SAT
(A)	(B)	(C)=(A) + (B)	(D)	(E)=(D)-(C)	(F)	(G)=(E)+(F)
900,0°C	-0,2°C	899,8°C	900,7°C	+0,9°C	-0,5°C	0,4°C

### SAT: Registrazione sensore di carica punto high

TEMPERATURA GENERATA STRUMENTO DI TEST	FATTORE DI CORREZIONE STRUMENTO DI TEST	TEMPERATURA STRUMENTO DI TEST GENERATA CORRETTA	TEMPERATURA INDICATA REGISTRATORE CANALE SENSORE DI CARICA	ERRORE DEL REGISTRATORE COMPRENSIVO DEL CAVO SENSORE DI CARICA	ERRORE DEL SENSORE DI CARICA	ERRORE DEL SENSORE DI CARICA E DEL SISTEMA. QUESTA È LA DIFFERENZA SAT
(A)	(B)	(C)=(A) + (B)	(D)	(E)=(D)-(C)	(F)	(G)=(E)+(F)
1200,0°C	+0,5°C	1200,5°C	1198,8°C	-1,7°C	+0,7°C	-1,0°C

# SAT comparativo

## Esempio calcolo

### incertezza cat.

### termometrica con

### TC nobile

Campo 600 ÷ 1100°C calcolato al limite superiore di 1100° per Cat. Termometriche SAT a TC a metallo nobile							
N°	Simbolo	Sorgente di incertezza $X_i$	Contributo di incertezza $X_i (2\sigma)$	Distribuzione	Incertezza tipo $u(X_i)$	Coefficiente di sensibilità $C_i$	Contributo $u_i(y)$
1	$\Delta_{TC}$	Taratura sensore campione SAT non residente	1,6 °C	Normale	0,80 °C	1	0,80 °C
2	$\Delta_{DC}$	Deriva <i>semestrale</i> del sensore campione SAT non residente	≤ 0,4 °C	Rettangolare	0,23 °C	1	0,23 °C
3	$\Delta_{RC}$	Ripetibilità sensore campione SAT non residente	≤ 0,1 °C	Normale	0,05 °C	1	0,05 °C
4	$\Delta_{TS}$	Taratura Strumento di test da campo campione	0,4 °C	Normale	0,20 °C	1	0,20 °C
5	$\Delta_{US}$	Incertezza d'uso <i>trimestrale</i> Strumento di test da campo	0,1 °C	Rettangolare	0,06 °C	1	0,06 °C
6	$\Delta_{RS}$	Risoluzione Strumento di test da campo	0,1 °C	Rettangolare	0,06 °C	1	0,06 °C
7	$\Delta_{AMB}$	Contributo dello strumento dato dai parametri ambientali nel range 10+40°C	0,1 °C	Rettangolare	0,06 °C	1	0,06 °C
<b>Incertezza tipo composta della temperatura di riferimento</b>							<b>0,86 °C</b>
8	$\Delta_{SF}$	Stabilità del forno data dalle specifiche costruttive	0,2 °C	Normale	0,1 °C	1	0,1 °C
9	$\Delta_{UF}$	Uniformità del forno ricavata dalla sua classe (ad es. classe 2)	0,6 °C	Normale	0,3 °C	1	0,3 °C
10	$\Delta_{BED}$	Contributo BED TC nobili range 600+1100°C	0,2 °C	Normale	0,1 °C	1	0,1 °C
11	$\Delta_{COP}$	Contributo operatore	0,1 °C	Normale	0,05 °C	1	0,05 °C
12	$\Delta_{RIP}$	Ripetibilità della catena termometrica	0,1 °C	Normale	0,05 °C	1	0,05 °C
<b>Incertezza tipo composta della catena termometrica</b>							<b>0,34 °C</b>
<b>Incertezza tipo composta della taratura</b>							<b>0,93 °C</b>
13	$\Delta_{RIS}$	Risoluzione della catena termometrica	$\Delta_{RIS}$	Rettangolare	$u(\Delta_{RIS})$	1	$u_{ris}$
<b>Incertezza estesa della taratura (k=2)</b>							<b><math>(2 \cdot \sqrt{1,0^2 + u_{ris}^2})^\circ\text{C}</math></b>

---

## Report verifica SAT Comparativo

- a. Identificazione del sistema di sensori in fase di test.
- b. Identificazione del sensore SAT e **profondità di inserimento** quando si utilizza il tipo K o E.
- c. Identificazione dello strumento SAT.
- d. Data e **ora** del SAT.
- e. Set point del forno durante il SAT.
- f. Letture delle temperature dello strumento di Controllo e letture delle registrazioni degli strumenti.
- g. Letture dello strumento SAT osservate.
- h. Fattore di correzione del sensore SAT alla temperatura impostata applicabile.
- i. Fattore di correzione dello strumento SAT alla temperatura impostata applicabile.
- j. Correzione della lettura dello strumento SAT.
- k. Differenza SAT calcolata (letture dello strumento di controllo e registrazione meno la lettura corretta dello strumento SAT).
- l. Offset **di correzione e/o modifica** as-found e as-left se utilizzati durante la produzione.
- m. Dichiarazione di differenza SAT pass o fail.
- n. Identificazione del tecnico che ha eseguito il SAT.
- o. Identificazione dell'agenzia se il SAT non viene eseguita internamente.
- p. Approvazione di un agente autorizzato per l'agenzia di taratura se eseguita da terzi.
- q. *Approvazione dell'organizzazione della qualità dell'utilizzatore.*

---

## Verifica TUS

- Il TUS è un **esame di uniformità** della temperatura del forno che deve essere effettuato già **all'inizio**, in modo da stabilire quali siano **zone di lavoro** accettabili ed i **range di temperatura qualificati**. I TUS devono essere ripetuti in accordo con gli intervalli richiesti dalla classe del forno ed dal tipo di strumentazione impiegata.
- Come per la SAT, anche il **TUS** deve essere **effettuato** dopo ogni **modifica** che possa influire sulla temperatura alla quale si è stati qualificati ad operare. La normativa inoltre prescrive che il **TUS iniziale** deve essere fatto alla **minima** e alla **massima** temperatura di esercizio, tenendo presente che il massimo range di temperature alle quali si può fare questo tipo di test è di 600°F o **335°C**, quindi se un forno opera con range più ampi bisogna prevedere più step successivi.
- Durante ogni analisi, **tutti i parametri** devono assumere dei valori che sono **normali** durante il naturale svolgimento del ciclo produttivo. Se il carico viene inserito a forno freddo, non si deve pre-riscaldare il forno prima di eseguire la verifica. Quando un TUS viene fatto simulando una condizione di lavoro con un carico, se i sensori sono solidali al carico, questo deve rispettare le dimensioni del prodotto normalmente processato. **L'atmosfera** del forno deve essere la stessa utilizzata per la **normale** produzione.
- La **raccolta dei dati** inizia quando la temperatura di tutti i sensori TUS e del forno è inferiore a **55 °C** di ciascuna temperatura di rilevamento. Per temperature di prova di **93 °C e inferiori**, la raccolta dei dati deve iniziare alla temperatura **ambiente** del forno. Una volta che inizia la raccolta dei dati, i dati sulla temperatura devono essere registrati da tutti i sensori TUS a una **frequenza** di almeno una serie di letture ogni **2 minuti** per tutta la durata del TUS. **Dopo la stabilizzazione**, la raccolta dei dati deve continuare per **un minimo di 30 minuti** aggiuntivi.



# Verifica TUS

**Tabella 18 - Classe del forno per Parti (di materiale), tipo di strumento e intervallo TUS**

Classe della Fornace	Tolleranza di Temperatura all'Uniformità		Minimo Tipo di strumentazione	Intervallo TUS normale	Numero richiesto di TUS periodico consecutivo con successo	Intervallo TUS esteso	Offset massimo consentito <sup>(1)(2)</sup>		
	°F	°C					°F	°C	Percentuale di Massima Temperatura Operativa Qualificata
1	±5.0	±3.0	D <sub>i</sub> D +	Mensile	8	Bimestrale	±2.5	±1.5	N/A
			B, C	Mensile	4	Trimestrale			
			A	Mensile	2	Semestralmente			
2	±10.0	±6.0	D <sub>i</sub> D +	Mensile	8	Bimestrale	±5.0	±3.0	N/A
			B, C	Mensile	4	Trimestrale			
			A	Mensile	2	Semestralmente			
3	±15.0	±8.0	D <sub>i</sub> D +	Trimestrale	4	Semestralmente	±8.0	±5.0	0.38
			B, C	Trimestrale	3	Semestralmente			
			A	Trimestrale	2	Annualmente			
4	±20.0	±10.0	D, D+	Trimestrale	4	Semestralmente	±10.0	±6.0	0.38
			B, C	Trimestrale	3	Semestralmente			
			A	Trimestrale	2	Annualmente			
5	±25.0	±14.0	D <sub>i</sub> D +	Trimestrale	4	Semestralmente	±13.0	±7.0	0.38
			B, C	Trimestrale	3	Semestralmente			
			A	Trimestrale	2	Annualmente			
6	±50.0	±28.0	E	Annualmente	Nessuno	Annualmente	N/A	N/A	0.75
Salvo diversa indicazione, non è necessario un TUS su apparecchiature di refrigerazione e spegnimento							±10.0	±6.0	N/A

Note:

(1) L'offset massimo consentito deve essere lo stesso per i metodi manuali ed elettronici.

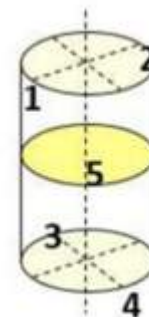
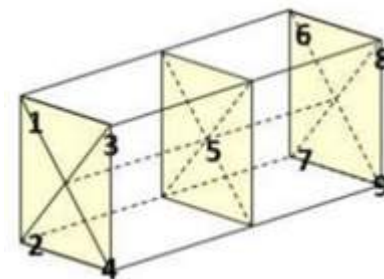
(2) °F o °C o % di lettura, a seconda di quale sia maggiore.

**N.B.: Il TUS iniziale non conta per il numero richiesto.**

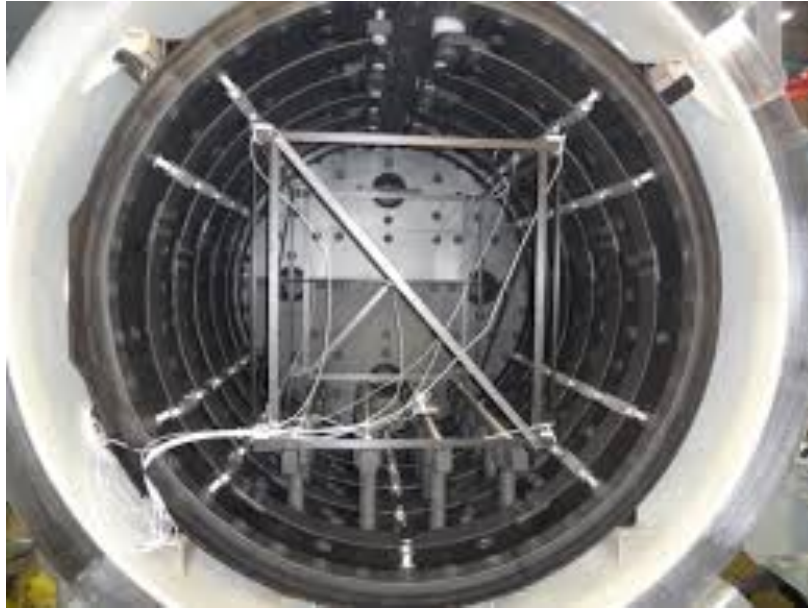
# Verifica TUS

**Tabella 20 - Numero minimo di sensori TUS e posizioni richieste**

Volume Area di lavoro qualificata		Numero minimo di sensori TUS	Forma Area di lavoro qualificata	Posizione richiesta dei sensori TUS
ft <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>			
<3	<0,085	5	Cubo quadrato o rettangolare	Situato a quattro angoli e uno situato al centro approssimativo (vedi figura 1).
			Cilindrico	Quattro situati alla periferia distanti 180 gradi su ciascuna estremità e ruotati di 90 gradi tra di loro e uno situato al centro approssimativo (vedi figura 1).
≥3 e <225	≥0.085 e <6.4	9	Cubo quadrato o rettangolare	Situato agli otto angoli del cubo e uno situato al centro approssimativo.
			Cilindrico	Tre situati alla periferia di ogni estremità, A 120 gradi di distanza. Uno situato al centro approssimativo e gli altri due situati per rappresentare al meglio la zona di lavoro qualificata.
≥225	≥6.4	Vedi tabella 21	Cubo quadrato o rettangolare	Situato agli otto angoli del cubo e uno situato al centro approssimativo. Altri distribuiti uniformemente per rappresentare al meglio la zona di lavoro qualificata.
			Cilindrico	Tre situati alla periferia di ogni estremità, A 120 gradi di distanza. Uno situato al centro approssimativo e gli altri situati per rappresentare al meglio la zona di lavoro qualificata.



## Verifica TUS



---

## Report della verifica TUS 1 di 2

- a. Nome o numero di identificazione del forno.
- b. Identificazione del TUS come iniziale o periodica
- c. Numero di identificazione univoco dello strumento TUS.
- d. Numero di lotto o batch dei sensore/i TUS.
- e. Temperature del set point TUS.
- f. Costanti di regolazione dello strumento di controllo.
- g. Certificato di taratura del sensore TUS.**
- h. Certificato di taratura dello strumento TUS.**
- i. Identificazione della posizione TUS, del controllo e del sensore di registrazione richiesta dal tipo di strumentazione applicabile, incluso un diagramma dettagliato, una descrizione o una fotografia di qualsiasi carico, rack o apparecchio utilizzato.
- j. L'atmosfera utilizzata.
- k. Dati di tempo e temperatura da tutti i sensori registrati necessari per il tipo di strumento per tutte le zone di lavoro qualificate rilevate.
- l. Fattori di correzione per i sensori TUS e lo strumento TUS ad ogni temperatura TUS. I fattori di correzione dello strumento TUS sono indicati anche quando i fattori di correzione sono stati applicati elettronicamente allo strumento TUS per correggere le letture della temperatura dello strumento TUS.
- m. Offset TUS as-found e as-left se utilizzati durante la produzione.
- n. Letture corrette o non corrette (se documentate) di tutti i sensori TUS ad ogni temperatura TUS. Le letture del TUS sono identificate come corrette o non corrette.

---

## Report della verifica TUS 2 di 2

- o. Condizione di carico, ad esempio vuoto, con un rack o con un carico.
- p. Data e **ora di inizio** del TUS (quando è iniziata la raccolta dei dati di temperatura).
- q. Data e **ora di fine** del TUS (al termine della raccolta dei dati di temperatura).
- r. I risultati dell'analisi di ricollocazione dei sensori di registrazione TUS e forno più calda e fredda per la strumentazione di tipo A e C, se applicabile.
- s. Velocità di attraversamento o frequenza di scuotimento per il TUS eseguita su forni continui e semi-continui, se applicabile.
- t. Dichiarazione di TUS pass or fail
- u. Se applicabile, documentazione di qualsiasi controllo, registrazione o guasto del sensore TUS.
- v. Riepilogo delle letture TUS corrette più e meno ad ogni temperatura di verifica durante il periodo minimo di permanenza.
- w. Identificazione del tecnico che esegue il TUS.
- x. Identificazione dell'agenzia se il TUS non viene eseguito internamente.
- y. Approvazione di un agente autorizzato per l'agenzia di taratura se eseguita da terzi.
- z. *Approvazione dell'organizzazione della qualità dell'utilizzatore.*

---

## TUS per forni continui e semi-continui

**3.5.11.1** I forni continui e semi-continui possono essere rilevati con sensori TUS disposti **volumetricamente** o in **piano**. Sia i metodi volumetrici che i metodi piani devono misurare l'intero volume qualificato della zona di lavoro. La differenza (principale) tra i due metodi è la disposizione e il numero di sensori TUS

### **3.5.11.6 Metodo volumetrico**

I **sensori TUS** devono essere situati **in tre dimensioni** per **rappresentare** una porzione; ad esempio, cestello, vassoio o l'intero **volume qualificato della zona di lavoro**. Durante il rilevamento incrementale di una parte della zona di lavoro qualificata, l'intero volume di tale porzione deve essere esaminato mentre i sensori TUS attraversano il forno.

### **3.5.11.7 Metodo piano**

I **sensori TUS** devono trovarsi in un **unico piano perpendicolare** alla direzione di trasporto del forno in modo che il passaggio del piano attraverso il forno misuri l'intero **volume qualificato della zona di lavoro** di tutte le zone da rilevamento.

Il **numero e l'ubicazione** dei sensori TUS devono essere conformi alla **tabella 22** in base all'altezza e alla sezione trasversale della zona di lavoro qualificata. **Un sensore TUS** per ogni luogo deve essere fissato a un rack o in un carico e deve attraversare la zona di lavoro qualificata.

### **3.5.11.8 Raccolta dati TUS**

Le letture della temperatura di tutti i sensori TUS devono essere registrate **almeno ogni 2 minuti** con **almeno dieci serie di letture registrate per ogni zona di lavoro qualificata**.

---

## Requisiti di Pass/Fail del TUS

- TUS Conforme: nessun **overshoot** è stato osservato a tutte le temperature di prova.
- **Tutti i sensori di processo e sensori TUS sono entro i limiti di tolleranza richiesta.**
- Risultati TUS non conformi possono essere corretti **con un aggiustamento (Offset di Modifica) del sistema di controllo. Questo è limitato al requisito riportato in tabella 18 oppure 19.**

## Effetti Radiativi

**3.5.17.1** Tutte le apparecchiature usate nel trattamento termico delle **leghe di alluminio** utilizzate al di sopra di 800 °F o **427 °C**, quando **la fonte di calore** (ad esempio, elementi elettrici o tubi a gas) **si trova nelle pareti del forno**, nel soffitto o nel pavimento, deve essere eseguita un'indagine sugli **effetti radiativi** alla temperatura massima di esercizio utilizzata durante la produzione.

**3.5.17.2** Il sensore o i sensori di rilevamento degli effetti radiativi devono essere in **aggiunta** al numero richiesto di sensori TUS. L'indagine sugli **effetti radiativi e il TUS iniziale o periodico possono essere eseguiti simultaneamente.**

**Tutte le letture dei sensori di rilevamento sugli effetti radiativi devono soddisfare i requisiti TUS**



L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

#### **ACCREDIA**

Via Guglielmo Saliceto, 7/9 - 00161 Roma  
T +39 06 8440991 / F +39 06 8841199  
info@accredia.it

#### **Dipartimento Certificazione e Ispezione**

Via Tonale, 26 - 20125 Milano  
T +39 02 2100961 / F +39 02 21009637  
milano@accredia.it

#### **Dipartimento Laboratori di prova**

Via Guglielmo Saliceto, 7/9 - 00161 Roma  
T +39 06 8440991 / F +39 06 8841199  
info@accredia.it

#### **Dipartimento Laboratori di taratura**

Strada delle Cacce, 91 - 10135 Torino  
T +39 011 32846.1 / F +39 011 3284630  
segreteriaadt@accredia.it