



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**

---

## AIAG CQI-9 Storia

- L'associazione automobilistica nordamericana **AIAG (Automotive Industry Action Group)** è editrice degli standard **CQI (Continuous Quality Improvement)**. La valutazione del sistema di trattamento termico **HTSA (Heat Treat System Assessment) CQI-9 è una valutazione del sistema di trattamento termico nel settore *automotive*** e deve essere eseguita **almeno una volta all'anno**.
- HTSA CQI-9 è stato pubblicato nel 2006 dal Heat Treat Work Group di AIAG e divenne rapidamente lo standard per la valutazione del processo di trattamento termico. **Attualmente è lo standard più accettato dall'industria automobilistica (Ford, FCA, General Motors e della maggior parte degli OEM)** per definire i requisiti di un sistema di trattamento termico.
- La seconda edizione è stata pubblicata nel 2007; la terza edizione è stata pubblicata nel 2011 e sono stati aggiunti ulteriori processi, nonché la definizione specifica dei requisiti di pirometria; infine, la **quarta edizione** che è quella attualmente in vigore è stata pubblicata nel **giugno 2020**. L'ultima revisione contiene nuovi requisiti e chiarimenti che interessano vari punti, modificando e aggiornando anche la parte di pirometria.

---

## AIAG CQI-9 cos'è?

- È uno standard completo che permette di **sviluppare un sistema di gestione per il processo di trattamento termico** focalizzato su:
  - ✓ Fornire un miglioramento continuo
  - ✓ Enfatizzare la prevenzione dei guasti
  - ✓ Ridurre le variazioni e gli sprechi lungo tutta la catena di approvvigionamento.
- In dettaglio, sono state sviluppate **nove tabelle di processo**, queste sono specifiche per i processi di trattamento termico come indicato di seguito:
  - ✓ **Tabella di processo A - Ferrous**
  - ✓ **Tabella di processo B - Ferrous**
  - ✓ **Tabella di processo C - Aluminum**
  - ✓ **Tabella di processo D - Ferrous**
  - ✓ **Tabella di processo E - Annealing. Normalizing. and Stress-Relieving**
  - ✓ **Tabella di processo F - Low Pressure Processing**
  - ✓ **Tabella di processo G - Sinter Hardening**
  - ✓ **Tabella di processo H - Ion Nitriding**
  - ✓ **Tabella di processo I - Hot Stamping**

---

## AIAG CQI-9

- Le nove **tabelle di processo** specificano le tolleranze dei parametri di processo e le frequenze di ispezione dei parametri e delle parti, quindi **contengono i requisiti** per:
  1. Apparecchiature di processo e di prova
  - 2. Pirometria**
  3. Frequenze monitoraggio processo
  4. Frequenze di prova In-Process/Final
  5. Tempra e Soluzioni
- Nello specifico, ci occuperemo **solo** della parte di **Pirometria**, vale a dire: **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), RTD, dispositivo termometrico senza contatto
- **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

## Tabella P3.1.2 - Sensori e taratura dei sensori standard

TERMOCOPPIA	TERMOCOPPIA TIPO	USO	INTERVALLO DI SOSTITUZIONE/TARATURA	TARATO CON	ACCURACY DI TARATURA RICHIESTA
Standard Primario (1)	Tipi R e S Metallo Nobile	Taratura Standard Secondario	Prima del primo utilizzo. Ritarare ogni tre (3) anni.	Standard di Riferimento (4)	$\pm 0,6$ °C ( $\pm 1,0$ °F) o $\pm 0,1\%$ della lettura a seconda di quale sia maggiore
Standard Secondario (2,3)	Tipi R e S Metallo Nobile	Test o Taratura Termocoppia	Prima del primo utilizzo. Ritarare ogni due (2) anni.	Standard Primario	$\pm 0,6$ °C ( $\pm 1,0$ °F) o $\pm 0,1\%$ della lettura a seconda di quale sia maggiore
Standard Secondario (2,3)	Tipo B Metallo Nobile	Test o Taratura Termocoppia	Prima del primo utilizzo. Ritarare ogni due (2) anni	Primario Standard	$\pm 0,6$ °C ( $\pm 1,0$ °F) o $\pm 0,25\%$ della lettura a seconda di quale sia maggiore
Standard Secondario (2,3)	Metallo Base	Test o Taratura Termocoppia	Prima del primo utilizzo. Sostituire ogni (1) anno al minimo. Ritaratura vietata (5)	Primario Standard	$\pm 1,1$ °C ( $\pm 2,0$ °F) o $\pm 0,4\%$ della lettura a seconda di quale sia maggiore

1. Una termocoppia standard primaria insieme a uno strumento standard primario deve essere utilizzata per tarare le termocoppie standard secondarie.
2. Per tarare le termocoppie di test deve essere utilizzata una termocoppia standard secondaria e, come minimo, uno strumento standard secondario.
3. L'uso è limitato alla taratura dell'uniformità della temperatura, all'accuracy del sistema, al controllo, alla registrazione, al monitoraggio e alle termocoppie di carico.
4. Una termocoppia in metallo nobile di tipo R o S tarata con uno standard di riferimento NIST (o equivalente). Nessun errore consentito.
5. Le termocoppie a metallo base non devono essere ritirate.

## Tabella P3.1.3 - Sensori e taratura dei sensori TUS e SAT

TIPO TERMOCOPPIA	USO	TARATURA / SOSTITUZIONE INTERVALLO	TARATO CON	TARATURA ACCURACY RICHIESTA
Tipi B, R e S Metallo Nobile	TUS - indagini sull'uniformità della temperatura	Prima del primo utilizzo. Sostituire o ritarare ogni 2 anni.	Standard Primario o Secondario	$\pm 1,1\text{ }^{\circ}\text{C} (\pm 2,0^{\circ}\text{F})$ o $\pm 0,4\%$ della lettura, a seconda di quale sia maggiore
Tipi B, R e S Metallo Nobile	SAT - Metodo Sonda	Prima del primo utilizzo. Sostituire o ritarare ogni 2 anni.	Standard Primario o Secondario	$\pm 1,1\text{ }^{\circ}\text{C} (\pm 2,0^{\circ}\text{F})$ o $\pm 0,4\%$ della lettura, a seconda di quale sia maggiore
Tipi B, R e S Metallo Nobile	SAT - Metodo Comparativo	Prima del primo utilizzo. Sostituire o ritarare ogni 2 anni.	Standard Primario o Secondario	$\pm 1,1\text{ }^{\circ}\text{C} (\pm 2,0^{\circ}\text{F})$ o $\pm 0,4\%$ della lettura, a seconda di quale sia maggiore
Metallo base	TUS - indagini sull'uniformità della temperatura	Prima del primo utilizzo. Sostituire come da tabella P3.1.5 (1)	Standard Primario o Secondario	$\pm 1,1\text{ }^{\circ}\text{C} (\pm 2,0^{\circ}\text{F})$ o $\pm 0,4\%$ della lettura, a seconda di quale sia maggiore
Metallo base	SAT - Metodo Sonda	Prima del primo utilizzo. Sostituire come da tabella P3.1.5 (1)	Standard Primario o Secondario	$\pm 1,1\text{ }^{\circ}\text{C} (\pm 2,0^{\circ}\text{F})$ o $\pm 0,4\%$ della lettura, a seconda di quale sia maggiore
Metallo base	SAT - Metodo Comparativo	Prima del primo utilizzo. Sostituire come da tabella P3.1.5 (1)	Standard Primario o Secondario	$\pm 1,1\text{ }^{\circ}\text{C} (\pm 2,0^{\circ}\text{F})$ o $\pm 0,4\%$ della lettura, a seconda di quale sia maggiore

1. Le termocoppie a metallo base non devono essere ritarate.

## Tabella P3.1.1 Taratura e Riutilizzo del sensore di processo

TERMOCOPPIA TIPO (1)	TEMPERATURA OPERATIVA	INTERVALLO TARATURA/SOSTITUZIONE	TARATO CON	TARATURA ACCURACY REQUISITI
Tipi a metallo base (K, N, J, E)	≥760°C (1400°F)	Tarare prima del primo utilizzo. Sostituiti annualmente <b>(2,3,5)</b>	Primario o Standard secondario	± 1,1 °C (±2,0 °F) o ± 0,4% della lettura, a seconda di quale sia maggiore
Tipi a metallo base (K, N, J, E, T)	< 760°C (1400°F)	Tarare prima del primo utilizzo. Sostituiti ogni due anni <b>(2,3,5)</b>	Primario o Standard secondario	± 1,1 °C (±2,0 °F) o ± 0,4% della lettura, a seconda di quale sia maggiore
Tipi a metallo nobile (B, R, S e RTD)	Tutte le Temp.	Tarare prima del primo utilizzo. Sostituiti ogni due anni <b>(2,4,5)</b>	Primario o Standard secondario	± 1,1 °C (±2,0 °F) o ± 0,4% della lettura, a seconda di quale sia maggiore

1. Non expendable
2. Le termocoppie devono essere sostituite ogni volta che è necessario, ad esempio SAT fallito o termocoppia danneggiata; tuttavia, le termocoppie devono essere sostituite al minimo come indicato sopra.
3. Le termocoppie a metallo **base non** devono essere **ritarate**.
4. Le termocoppie a metallo nobile di tipo B, R, S e RTD (per le termoresistenze vedi glossario) possono essere ritarate al posto della sostituzione.
5. Si applica alle termocoppie residenti utilizzate per il metodo comparativo SAT. Non si applica alle termocoppie di rilevamento del carico

## Tabella P3.1.4 - Taratura dei sensori rilevamento del carico

TIPO TERMOCOPPIA	TARATURA / SOSTITUZIONE INTERVALLO	TARATO CON	TARATURA ACCURACY RICHIESTA
Tipi B, R e S Metallo Nobile	Prima del primo utilizzo. Sostituire o ritarare ogni sei (6) mesi	Standard Primario o Secondario	$\pm 1,1$ °C ( $\pm 2,0$ °F) o $\pm 0,4\%$ della lettura, a seconda di quale sia maggiore
Metallo base	Prima del primo utilizzo. Sostituire come da Tabella P3.1.5 (1) Ritaratura Vietata. <b>(1)</b>	Standard Primario o Secondario	$\pm 1,1$ °C ( $\pm 2,0$ °F) o $\pm 0,4\%$ della lettura, a seconda di quale sia maggiore

1. Le termocoppie a metallo base non devono essere ritarate.



---

## Taratura delle termocoppie

**P3.1.2** Le termocoppie devono essere tarate e riferibili al National Institute of Standards and Technology (NIST) o ad altri istituti nazionali di taratura.

**P3.1.2.2** I certificati di taratura **devono contenere** i seguenti dettagli: la lettura effettiva della temperatura di prova, la temperatura nominale di prova, il fattore di correzione corrispondente (o il valore di errore/deviazione) per ciascun punto di prova della temperatura di taratura, il fornitore dei dati di taratura, il loro simbolo di accreditamento (o equivalente) se non eseguito internamente e il metodo di taratura utilizzato.

**P3.1.2.1** Le termocoppie devono essere tarate prima del primo utilizzo e nell'intervallo di temperatura in cui saranno utilizzate. **I punti di prova** della temperatura di taratura **non devono essere distanti oltre 150 °C** o 250 °F.

**3.1.2.3** È consentita l'**interpolazione** dei valori del fattore di correzione tra i punti di prova di taratura. **L'estrapolazione non è consentita**; non devono essere effettuate determinazioni su valori superiori alla temperatura di taratura più elevata o inferiori alla temperatura di taratura più bassa.

**P3.1.2.5** Le termocoppie **possono essere tarate singolarmente o realizzate da matasse** o rotoli tarati, a condizione che entrambe le estremità della matassa siano campionati e i requisiti di accuracy stabiliti nelle tabelle P3.1.1, P3.1.2, P3.1.3 e P3.1.4 siano soddisfatti.

---

## Confronto con la Tabella 1 dell'AMS e taratura sensori

- **Sensori Standard:** **uguale** accuracy richiesta e **simile** intervallo di taratura, **differenza** che è consentito nella CQI avere lo Standard Secondario a Metallo base.
- **Sensori SAT e TUS:** **uguale** accuracy **solo** a Metallo base ma no ritaratura, **diverso** intervallo di taratura e accuracy per Metallo nobile
- **Sensori di controllo e registrazione:** **uguale** accuracy **solo** a Metallo base ma no ritaratura, **diverso** intervallo di taratura e accuracy per Metallo nobile
- **Sensori di carico:** **uguale** accuracy **solo** a Metallo base ma no ritaratura, **diverso** intervallo di taratura e accuracy per Metallo nobile
  
- **Taratura sensori:** **indicazioni minimali nella CQI di un certificato rispetto all'AMS**
- **Intervalli minimi:** **150°C nella CQI e 140°C nell'AMS**
- **Matasse:** **nessun vincolo sulla CQI rispetto all' AMS a condizione che entrambe le estremità della matassa siano campionati**

---

## 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 di test in campo e di controllo e registrazione

**P3.2.2.1** Gli strumenti di test in campo devono essere digitali e avere una risoluzione minima di 0,1 ° F o 0,1 ° C.

**P3.2.2.2** Almeno uno strumento di controllo, monitoraggio o registrazione per ciascun forno o zona del forno deve avere una leggibilità minima di 1.0°C o 1.0°F per gli strumenti digitali o 2,0°C o 4,0°F per la strumentazione analogica.

**P3.2.4.1.1** Per la taratura degli strumenti di controllo, monitoraggio e registrazione sui forni in funzione e funzionanti a temperature operative tipiche, **è accettabile una taratura a un singolo punto** (lettura parallela dell'ingresso della termocoppia presso lo strumento o il modulo).

**P3.2.4.1.2** La taratura degli strumenti di controllo, monitoraggio e registrazione può essere eseguita su base multipunto applicando un segnale allo strumento che generi i punti bassi, medio e alti della gamma dello strumento.

## Tabella P3.2.1 Taratura della strumentazione

STRUMENTO	STRUMENTO TIPO	MASSIMO TARATURA PERIODO (MESI) (2)	TARATO CON	TARATURA ACCURACY RICHIESTA	USO
Standard di riferimento	Riferimento alla tensione Zener	36	NIST o equivalente Standard nazionale	Per NIST o Standard ISO EN.	Limitato alla taratura standard primaria.
Standard Primario	Potenziometro, voltmetro digitale o equivalente.	36	Standard di riferimento	$\pm 0,05^{\circ}\text{C}$ ( $\pm 0,1^{\circ}\text{F}$ ) o $\pm 0,015\%$ della lettura, a seconda di quale sia maggiore.	Limitato alla taratura in laboratorio di strumenti standard e di prova secondari e sensori standard primari e secondari.
Standard secondario	Potenziometro, voltmetro digitale o equivalente.	12	Standard primario	$\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ( $\pm 0,3^{\circ}\text{F}$ ) o $\pm 0,05\%$ della lettura, a seconda di quale sia maggiore.	Limitato alla taratura in laboratorio di strumenti di test da campo, sensori di test di accuracy del sistema, sensori di test di rilevamento dell'uniformità della temperatura, sensori di carico e sensori di controllo, monitoraggio o registrazione.
Strumento di test da campo	Potenziometro portatile SAT/TUS o strumento digitale, registratore elettronico di dati o sistema di acquisizione dati.	12	Primario o Secondario Standard	$\pm 0,6^{\circ}\text{C}$ ( $\pm 1,0^{\circ}\text{F}$ ) o $\pm 0,1\%$ della lettura, a seconda di quale sia maggiore.	Limitato al controllo, al monitoraggio o alla taratura dello strumento di registrazione, alle prestazioni dei test di accuracy del sistema e alle indagini sull'uniformità della temperatura.
Controllo Monitoraggio o Registrazione Strumenti	Digitale Strumento Elettromeccanico.	3	Strumento di test da campo (taratura a punto singolo o multipunto)	$\pm 2,0^{\circ}\text{C}$ ( $\pm 4,0^{\circ}\text{F}$ )	Limitato alla misurazione, registrazione e controllo della temperatura delle apparecchiature di elaborazione termica.
		6 (1)	Strumento di test da campo (taratura multipunto)		
Controllo Monitoraggio o Registrazione Strumenti	Meccanico (analogico) o elemento termico.	3	Strumento di test da campo (taratura single-point o multipunto)	$\pm 2,0^{\circ}\text{C}$ ( $\pm 4,0^{\circ}\text{F}$ )	Limitato alla misurazione della temperatura delle apparecchiature di refrigerazione e di lavorazione termica del bagno di tempra.

---

## Taratura degli strumenti

**P3.2.1** La strumentazione analogica deve essere sostituita con strumentazione digitale entro **tre** anni dalla data di emissione della CQI-9 Fourth Edition. **CIOE' ENTRO FINE GIUGNO 2023**

**P3.2.1.1 Tutte le tarature della strumentazione** devono essere **riferibili** al National Institute of Standards and Technology (NIST) o ad altri standard nazionali o internazionali.

**P3.2.1.2 Le fonti esterne** che forniscono tarature devono essere accreditate ISO/IEC 17025 o ad altro equivalente nazionale.

**P3.2.4.3** La frequenza di taratura per gli strumenti di controllo, monitoraggio e registrazione è **trimestrale**.

**P3.2.4.3.1** La frequenza può essere ogni **sei mesi** a condizione che il **SAT venga eseguito mensilmente** per probe **metodo A** (P3.3.4.1) **E** la taratura **multipunto** viene utilizzata per lo strumento.

## Etichetta di uno strumento

**P3.2.5.1** Un'etichetta di taratura deve essere apposta sulla strumentazione o, nel caso di strumentazione di controllo, monitoraggio o registrazione montata su pannello, il più vicino possibile al dispositivo o ai dispositivi per indicare la taratura più recente. L'etichetta o le etichette al minimo comprendono:

- Data in cui è stata eseguita la taratura
- **Data di scadenza della taratura successiva**
- Tecnico che ha eseguito la taratura (le iniziali sono accettabili)
- Numero di serie dello strumento.

---

## Certificato dello strumento con Dichiarazione di Conformità

- Numero di identificazione del forno o dell'unità
- Produzione, modello e numero di serie di strumenti tarati (i dispositivi PLC/moduli non serializzati richiedono un'identificazione univoca)
- Strumento standard o di prova utilizzato durante la taratura
- Metodo di taratura
- **Temperatura e umidità ambiente**
- Accuracy richiesta
- Valori iniziali e **finali** in ogni punto di taratura (se non viene eseguito l'adjustment, il valore finale sarà uguale al valore iniziale)
- Valori di offset/bias iniziali e corretti (se non viene eseguito l'adjustment, il valore di offset/bias corretto sarà uguale al valore iniziale)
- Valori di offset/bias indicati e chiaramente definiti (Taratura, SAT o TUS)
- **Dichiarazione di accettazione**
- Eventuali limitazioni o restrizioni della taratura
- Data in cui è stata eseguita la taratura
- **Data di scadenza della prossima taratura**
- Tecnico che ha eseguito la taratura
- Nome e firma del tecnico che ha eseguito la taratura
- Simbolo di accreditamento (o equivalente) se non eseguito internamente
- Società di taratura se non eseguita internamente
- *Firma da parte di una persona responsabile nell'organizzazione del trattamento termico*

---

## Confronto con la Tabella 7 dell'AMS e taratura strumenti

- **Strumenti Standard:** **uguale** accuracy richiesta e intervallo di taratura
- **Strumenti da campo:** **uguale** accuracy, **diverso** intervallo di taratura, annuale per la CQI, trimestrale per l'AMS
- **Strumenti di controllo e registrazione:** **diversa** accuracy e **diverso** intervallo di taratura. In particolare gli intervalli nell'AMS dipendono dalla classe del forno che non trova applicazione nella CQI
- **Taratura strumenti Standard e da campo:** **nessuna indicazioni sul numero dei punti minimi nella CQI** solo che gli strumenti di test in campo devono essere digitali e avere una risoluzione minima di 0,1 ° F o 0,1 ° C
- **Taratura strumenti di controllo e registrazione:** **diversi numero di punti minimi nella CQI.** In particolare è ammessa la taratura a singolo punto nella CQI
- **Tipo strumenti di processo:** **nessuna indicazioni nella CQI**

---

## Verifica SAT

**P3.3.1.** Il SAT deve essere eseguito **per tutte le termocoppie di controllo, monitoraggio e registrazione.**

Ciò **non** comprende le termocoppie "**over temperature**" che vengono utilizzate esclusivamente per proteggere il forno dal surriscaldamento.

**P3.3.3** Un nuovo SAT deve essere eseguito dopo qualsiasi manutenzione che possa influire sulla accuracy SAT, ad esempio la sostituzione dei cavi, la termocoppia di controllo o la sostituzione dello strumento di controllo, monitoraggio o registrazione.

## Metodi della verifica SAT

**P3.3.1.1** Il SAT deve essere eseguito utilizzando il **metodo della sonda A o B** (sezione P3.3.4.1 o sezione P3.3.4.2) o il **metodo comparativo** (sezione P3.3.4.3)

**P3.3.4.1.1** Il **metodo della sonda A** è un controllo tra la lettura non corretta del sistema di temperatura di controllo, monitoraggio o registrazione (strumento di controllo, cavi e termocoppie) e la lettura corretta di un sistema di temperatura di prova (strumento di prova e termocoppie di prova)

**P3.3.4.2.1** Il **metodo della sonda B** è un confronto tra la lettura non corretta della termocoppia della temperatura di controllo indicata su uno strumento di test e la lettura corretta di un sistema di temperatura di test (strumento di test e termocoppia di test)

**P3.3.4.3.1** Il **metodo comparativo** è un confronto tra la lettura non corretta del sistema di controllo, monitoraggio o temperatura di registrazione (strumento di controllo, cavi e termocoppia) e la lettura non corretta di qualsiasi altro sistema di monitoraggio installato in modo permanente (strumento, cavi e termocoppie) nella stessa zona di lavoro, come un sistema di controllo della temperatura.



## Strumento di test da campo per il SAT

STRUMENTO	STRUMENTO TIPO	MASSIMO TARATURA PERIODO (MESI) (2)	TARATO CON	TARATURA ACCURACY RICHIESTA	USO
Strumento di test da campo	Potenziometro portatile SAT/TUS o strumento digitale, registratore elettronico di dati o sistema di acquisizione dati.	12	Primario o Secondario Standard	$\pm 0,6^{\circ}\text{C}$ ( $\pm 1,0^{\circ}\text{F}$ ) o $\pm 0,1\%$ della lettura, a seconda di quale sia maggiore.	Limitato al controllo, al monitoraggio o alla taratura dello strumento di registrazione, alle prestazioni dei test di accuracy del sistema e alle indagini sull'uniformità della temperatura.
Controllo Monitoraggio o Registrazione Strumenti	Digitale Strumento Elettromeccanico.	3	Strumento di test da campo (taratura a punto singolo o multipunto)	$\pm 2,0^{\circ}\text{C}$ ( $\pm 4,0^{\circ}\text{F}$ )	Limitato alla misurazione, registrazione e controllo della temperatura delle apparecchiature di elaborazione termica.
		6 (1)	Strumento di test da campo (taratura multipunto)		
Controllo Monitoraggio o Registrazione Strumenti	Meccanico (analogico) o elemento termico.	3	Strumento di test da campo (taratura single-point o multipunto)	$\pm 2,0^{\circ}\text{C}$ ( $\pm 4,0^{\circ}\text{F}$ )	Limitato alla misurazione della temperatura delle apparecchiature di refrigerazione e di lavorazione termica del bagno di tempra.

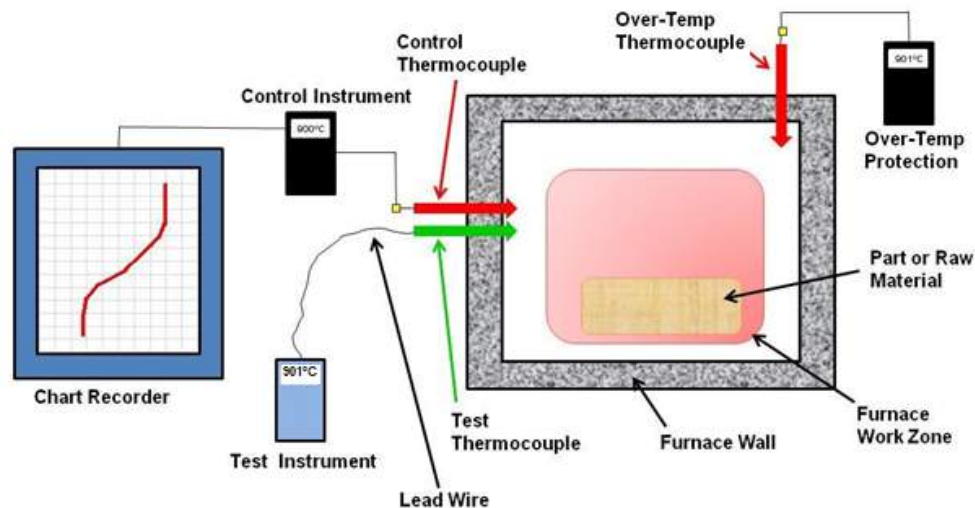
1. Per P3.2.4.3.1 la frequenza può essere ogni sei mesi a condizione che il SAT venga eseguito mensilmente per probe metodo A (per P3.3.4.1) E la taratura multipunto viene utilizzata per lo strumento.
2. L'intervallo di tempo di taratura inizia con la data dell'ultima taratura.

## Sensore per il SAT, requisiti per taratura e sostituzione

TIPO TERMOCOPPIA	USO	TARATURA / SOSTITUZIONE INTERVALLO	TARATO CON	TARATURA ACCURACY RICHIESTA
Tipi B, R e S Metallo Nobile	TUS - indagini sull'uniformità della temperatura	Prima del primo utilizzo. Sostituire o ritarare ogni 2 anni.	Standard Primario o Secondario	$\pm 1,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ( $\pm 2,0^{\circ}\text{F}$ ) o $\pm 0,4\%$ della lettura, a seconda di quale sia maggiore
Tipi B, R e S Metallo Nobile	SAT - Metodo Sonda	Prima del primo utilizzo. Sostituire o ritarare ogni 2 anni.	Standard Primario o Secondario	$\pm 1,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ( $\pm 2,0^{\circ}\text{F}$ ) o $\pm 0,4\%$ della lettura, a seconda di quale sia maggiore
Tipi B, R e S Metallo Nobile	SAT - Metodo Comparativo	Prima del primo utilizzo. Sostituire o ritarare ogni 2 anni.	Standard Primario o Secondario	$\pm 1,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ( $\pm 2,0^{\circ}\text{F}$ ) o $\pm 0,4\%$ della lettura, a seconda di quale sia maggiore
Metallo base	TUS - indagini sull'uniformità della temperatura	Prima del primo utilizzo. Sostituire come da tabella P3.1.5 (1)	Standard Primario o Secondario	$\pm 1,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ( $\pm 2,0^{\circ}\text{F}$ ) o $\pm 0,4\%$ della lettura, a seconda di quale sia maggiore
Metallo base	SAT - Metodo Sonda	Prima del primo utilizzo. Sostituire come da tabella P3.1.5 (1)	Standard Primario o Secondario	$\pm 1,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ( $\pm 2,0^{\circ}\text{F}$ ) o $\pm 0,4\%$ della lettura, a seconda di quale sia maggiore
Metallo base	SAT - Metodo Comparativo	Prima del primo utilizzo. Sostituire come da tabella P3.1.5 (1)	Standard Primario o Secondario	$\pm 1,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ( $\pm 2,0^{\circ}\text{F}$ ) o $\pm 0,4\%$ della lettura, a seconda di quale sia maggiore

1. Le termocoppie a metallo base non devono essere ritarate.

## Verifica SAT – Metodo sonda A



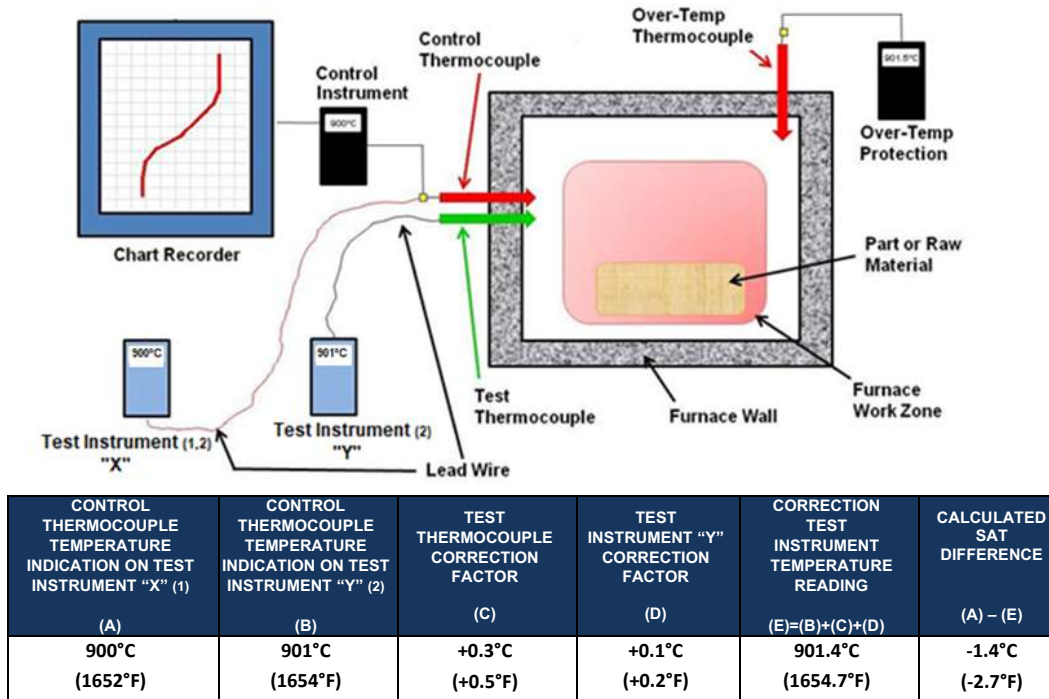
**P3.3.4.1.2** La punta (giunto caldo) della termocoppia di test non deve essere **distante da 50 mm** (2 pollici) dalla punta (giunto caldo) della termocoppia di controllo.

**P3.3.4.1.3** L'indicazione della temperatura dello strumento di controllo, monitoraggio o registrazione collegato alla sua associata termocoppia deve essere entro **+/- 5°C** (o +/- 10°F) dell'indicazione corretta della temperatura della termocoppia di prova su uno strumento di prova.

**P3.3.4.1.6** La frequenza SAT è **trimestrale**. È consentito un periodo di tolleranza di 2 settimane per i SAT del metodo probe A.

CONTROL INSTRUMENT TEMPERATURE INDICATION	CONTROL INSTRUMENT OFFSET	ADJUSTED CONTROL INSTRUMENT TEMPERATURE	TEST INSTRUMENT TEMPERATURE INDICATION	TEST THERMOCOUPLE CORRECTION FACTOR	TEST INSTRUMENT CORRECTION FACTOR	CORRECTION TEST INSTRUMENT TEMPERATURE READING	CALCULATED SAT DIFFERENCE
(A)	(B)	(C)=(A) – (B)	(D)	(E)	(F)	(G)=(D)+(E)+(F)	(C) – (G)
900°C (1652°F)	0°C (0°F)	900°C (1652°F)	901°C (1654°F)	+0.3°C (+0.5°F)	+0.1°C (+0.2°F)	901.4°C (1654.7°F)	-1.4°C (-2.7°F)

## Verifica SAT – Metodo sonda B



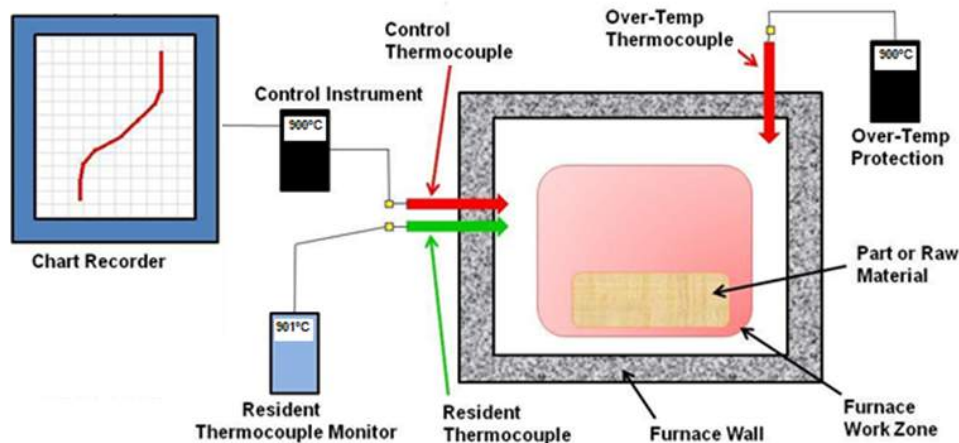
1. Lettura della temperatura non corretta.
2. Sebbene siano illustrati più strumenti di prova, non è necessario l'uso di più strumenti di prova per eseguire questo processo di prova; Un singolo strumento di prova è tipicamente utilizzato (lo strumento di prova "X" e "Y" può essere lo stesso strumento).

**P3.3.4.2.2** La punta (giunto caldo) della termocoppia di test non deve essere **distante da 50 mm** (2 pollici) dalla punta (giunto caldo) della termocoppia di controllo.

**P3.3.4.2.5** L'indicazione della temperatura dello strumento di controllo, monitoraggio o registrazione collegato alla sua associata termocoppia deve essere entro **+/- 5°C** (o +/- 10°F) dell'indicazione corretta della temperatura della termocoppia di prova su uno strumento di prova.

**P3.3.4.1.6** La frequenza SAT è **trimestrale**. È consentito un periodo di tolleranza di 2 settimane per i SAT del metodo probe B.

## Verifica SAT – Metodo comparativo con sonda residente



**P3.3.4.3.2 e .3** La differenza di temperatura (**delta**) tra il controllo, e la lettura di qualsiasi altro sistema di monitoraggio installato in modo permanente, **non deve differire di più di +/- 1°C** (o +/- 2°F).

**P3.3.4.3.7** La frequenza SAT è **mensile**. È consentito un periodo di tolleranza di 3 giorni per i SAT del metodo comparativo

CONTROL INSTRUMENT TEMPERATURE AT TIME OF INSTRUMENT CALIBRATION (1)	RESIDENT THERMOCOUPLE TEMPERATURE INDICATION ON TEST INSTRUMENT (1)	INITIAL DELTA	CONTROL INSTRUMENT TEMPERATURE AT TIME OF MONTHLY CHECK (1)	RESIDENT THERMOCOUPLE TEMPERATURE INDICATION ON TEST INSTRUMENT AT TIME OF MONTHLY CHECK (1)	CALCULATED DEVIATION FROM INITIAL DELTA (2)
(A)	(B)	(C)= (B) – (A)	(D)	(E)	(E) – (D) – (C)
900°C (1652°F)	901°C (1654°F)	+1.0°C (+2.0°F)	901°C (1654°F)	902°C (1656°F)	0°C (0°F)

- (A) & (B) indicazioni/dati sopra illustrati, (D) ed (E) indicazioni/dati successivi non illustrati sopra
- La deviazione calcolata dal delta iniziale deve essere  $\leq 1 \text{ } ^\circ\text{C}$  ( $\leq 2 \text{ } ^\circ\text{F}$ )

---

## Report verifica SAT

- Identificazione della termocoppia in prova
- Identificazione della termocoppia (campione) di test
- Identificazione dello strumento (campione) di test
- Data e **ora** del giorno del test
- Valore del setpoint dello strumento di controllo
- Lettura dello strumento di controllo osservata
- Lettura dello strumento di test osservata
- Verificare i fattori di correzione della termocoppia e dello strumento di test
- Lettura dello strumento di test corretta
- Differenza di test di accuracy del sistema SAT calcolata
- Indicazione dell'accettazione o del fallimento del test
- Nome e firma (scritta o elettronica) del tecnico che esegue il test
- **Simbolo di accreditamento (o equivalente)** se non eseguito internamente
- Società di taratura esterna, se applicabile
- *Approvazione da parte di una persona responsabile nell'organizzazione del trattamento termico (scritta o elettronica)*

---

## Confronto con l'AMS sul SAT

**Visto che la CQI non prevede le classi del forno e il tipo di strumentazione ci sono ampie differenze con l'AMS**

- **SAT sui sensori di controllo e registrazione:** la CQI è 'simile' ad un SAT AMS su **Strumentazione tipo D**
- **SAT sui sensori di carico:** nessuna indicazioni nella CQI
  
- **Verifica SAT – Metodo sonda A:** 'simile' ad un SAT Comparativo AMS su **Strumentazione tipo D** ma diversa differenza SAT e diverso intervallo
- **Verifica SAT – Metodo sonda B:** tipico della CQI non trova applicazione nell'AMS.
- **Verifica SAT – Metodo comparativo:** tipico della CQI ma diverso dall'AMS anche se ha lo stesso nome

---

## Verifica TUS

- **P3.4.1 Requisiti generali del TUS:** le caratteristiche di uniformità della temperatura, le zone di lavoro qualificate e gli intervalli di temperatura operativi delle fornaci o dei forni vengono convalidati eseguendo un TUS.

Il **TUS** è eseguito **in conformità con la tabella di processo appropriata** e con i requisiti di questa sezione.

Le **frequenze TUS sono specificate nelle tabelle di processo**. Il periodo di tolleranza di due (2) settimane è consentito per tutte le indagini sull'uniformità della temperatura.

- **P3.4.1.1** Qualsiasi **modifica** o **riparazione** del forno che possa alterare le caratteristiche di uniformità della temperatura del forno deve comportare un'indagine sull'uniformità della temperatura **TUS** prima dell'uso del sistema del forno per la lavorazione.
- **P3.4.1.3 Temperature di Test TUS:** Se l'intervallo di temperatura di esercizio della zona di lavoro qualificata è **uguale** o **inferiore** a **170°C (305°F)**, è necessario testare una sola temperatura all'interno dell'intervallo di temperatura di esercizio. Se l'intervallo di temperatura di esercizio della zona di lavoro qualificata è **superiore** a **170°C (305°F)**, devono essere testate le temperature **minime** e **massime** dell'intervallo di temperatura di esercizio. Per il trattamento termico dell'alluminio, nella tabella di processo C, C2.4 viene fornito un intervallo di temperatura più stretto.
- **P3.4.1.4 Parametri del forno TUS:** Quando si esegue un'indagine sull'uniformità della temperatura, i **parametri** del sistema del forno durante la prova devono **replicare** i parametri del sistema del forno durante la produzione **normale**.



## Verifica TUS

TABELLA DI PROCESSO C - Trattamento termico in alluminio			
		PIROMETRIA	OK/NOK/NA
C2.1	3.2 3.3	Le termocoppie e la taratura delle termocoppie devono essere conformi alla sezione P3.1.	
C2.2	3.2 3.3	La taratura della strumentazione deve essere conforme alla sezione P3.2.	
C2.3	3.2 3.3	Il Test di Accuracy del Sistema (SAT) per tutte le termocoppie di controllo, monitoraggio e registrazione deve essere conforme alla sezione P3.3	
C2.4	3.4	<p>La frequenza dell'indagine sull'uniformità della temperatura (TUS) deve essere trimestrale e dopo una manutenzione importante per sezione P3.4.</p> <p>La Tolleranza di Uniformità alla temperatura per soluzioni e per i forni di invecchiamento deve essere di +/- 5°C (+/- 10°F). La Tolleranza di Uniformità alla temperatura per i forni di ricottura deve essere di +/- 15°C (+/- 25°F).</p> <p>Devono essere testate le condizioni minime e massime dell'intervallo di funzionamento. Eccezione: Se l'intervallo operativo della zona di lavoro qualificata è uguale o inferiore a 85°C (155°F) è necessario testare una sola temperatura. Il test in temperatura deve rientrare nell'intervallo operativo della zona di lavoro qualificata.</p>	
C2.5	3.5	<p><b>Per il trattamento delle soluzioni e per l'invecchiamento:</b> Le temperature di processo devono essere controllate entro +/- 5°C (+/- 10°F) del set point, come evidenziato dalla registrazione delle strumentazioni. La temperatura del forno deve essere controllata con tempi di soak che iniziano al limite di tolleranza inferiore (come definito sopra).</p> <p><b>Per i Forni Continui, questo requisito si applica alla Zona di Lavoro Qualificata.</b></p>	
C2.6	3.5	<p><b>Per forni di ricottura</b> Le temperature di processo devono essere controllate entro +/- 10°C (+/- 15°F) del set point, come evidenziato dalle strumentazioni di registrazione. La temperatura del forno deve essere controllata con tempi di soak al limite di tolleranza inferiore (come definito sopra).</p> <p><b>Per i Forni Continui, questo requisito si applica alla Zona di Lavoro Qualificata.</b></p>	
C2.7	3.2	I dispositivi di termometria senza contatto utilizzati per il monitoraggio della temperatura (ad esempio pirometro a infrarossi, termocamera) devono essere tarati al minimo nell'intervallo di temperatura da utilizzare utilizzando un corpo nero o la procedura raccomandata dal costruttore.	

---

## Verifica TUS

### ▪ P3.4.2 Forni continui e semi continui

**Metodi TUS:** I forni continui e semi-continui devono essere esaminati in modo da poter testare il volume definito come zona di lavoro qualificata. I sensori di prova **TUS** devono essere disposti tridimensionalmente (**Metodo Volumetrico**) o in piano (**Metodo Piano**)

**Raccolta Dati TUS:** La raccolta dei dati inizia quando le termocoppie di prova TUS vengono caricate nel forno. Tutti i dati sulla temperatura generati dalle termocoppie di prova TUS devono essere registrati automaticamente almeno ogni **trenta secondi**. La raccolta manuale dei dati non è consentita.

### ▪ P3.4.3 Forni a batch/camera

**Metodi TUS:** I forni a batch/camera devono essere esaminati in modo da poter testare il volume definito come zona di lavoro qualificata. Per i forni batch/camera con camere multiple controllate in modo indipendente (ad esempio più zone di controllo e zone di lavoro qualificate), per ogni singola camera è richiesta l'esecuzione di un TUS. Le termocoppie di prova **TUS** devono essere disposte tridimensionalmente (**Metodo Volumetrico**)

**Raccolta Dati TUS:** La raccolta dei dati inizia quando le termocoppie di prova TUS vengono caricate nel forno. Tutti i dati sulla temperatura generati dalle termocoppie di prova TUS devono essere registrati automaticamente ad una frequenza di almeno una serie di letture ogni **due minuti** per la durata dell'indagine. La raccolta manuale dei dati non è consentita.

Quando le termocoppie di prova TUS si sono stabilizzate, la raccolta dei dati TUS deve continuare per almeno **trenta minuti**.

---

## Verifica TUS

### ▪ P3.4.5 Requisiti TUS Pass/Fail

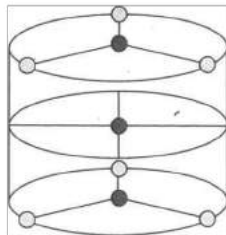
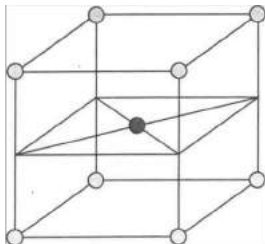
- **Tutte** le termocoppie **TUS** e le letture delle **termocoppie di controllo** rientrano nei rispettivi requisiti di tolleranza alla temperatura indicati nella tabella di processo applicata, durante il periodo di soak definito.
- La tolleranza alla temperatura superiore **non deve essere superata** in nessun momento.
- Il TUS viene eseguito per il **tempo minimo** richiesto.

## Verifica TUS metodo volumetrico e piano

Volume area di lavoro	< 0,1 m <sup>3</sup> (3ft <sup>3</sup> )	Da 0,1 a 8,5 m <sup>3</sup> Da 3ft <sup>3</sup> a 300ft <sup>3</sup>
Numero di termocoppie	5	9

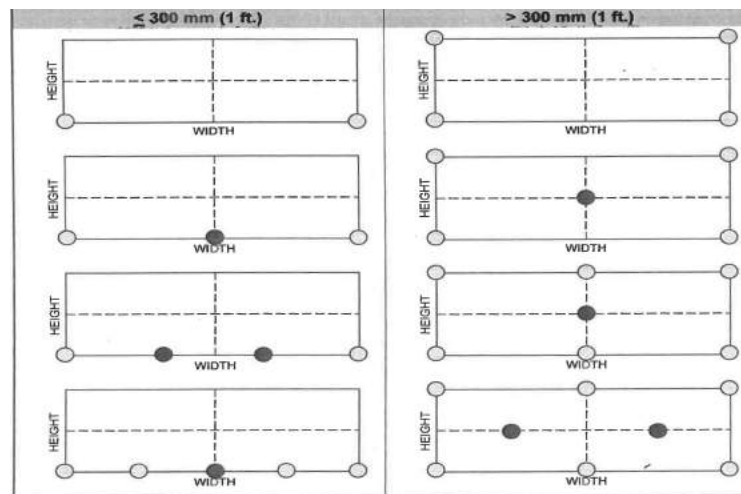
(METODO VOLUMETRICO)

**Nota 2.** L'offset/bias totale attribuibile al centramento di un TUS non deve superare 3°C (5°F). Questo offset/bias è diverso dall'offset/bias assegnato alla correzione di un errore di taratura o di un errore SAT



Larghezza qualificata dell'area di lavoro	Altezza qualificata della zona di lavoro	
	≤ 300 mm (1 ft.) vedi nota 1	> 300 mm (1 ft.) vedi nota 2
< 0,3 m (1 ft.)	2	4
Da 0,3 m a 0,75 m (1 ft. - 2,5 ft.)	3	5
Da 0,75 m a 1,5 m (2,5 ft. - 5 ft.)	3	7
Da 1,5 m a 2,4 m (5 ft. - 8 ft.)	3	8
> 2,4 m (8 ft.)	Aggiungere una termocoppia per ogni 0,6 m (2 ft.) di larghezza aggiuntiva	

(METODO PIANO)



---

## Report della verifica TUS 1 di 2

- Identificazione del forno
- Metodo TUS
- Vuoto o caricato; se caricato, identificare la velocità di carico o la condizione di carico
- Temperatura/e di test dell'indagine
- Numero di termocoppie TUS e posizione, incluso un diagramma dettagliato nello spazio tridimensionale, o descrizione dettagliata o fotografia di qualsiasi carico, rack o configurazione
- Parametri di regolazione dello strumento di controllo, ad esempio - valori PID
- **Rapporto di taratura delle termocoppie TUS** per includere fattori di correzione o errore/deviazione
- Numero di identificazione dello strumento di prova dell'indagine
- **Rapporto di taratura dello strumento di prova** dell'indagine per includere i dati di taratura e i fattori di correzione o l'errore/deviazione per ogni canale o ingresso regolabile
- Letture corrette di tutte le termocoppie TUS ad ogni temperatura di rilevamento. Le letture devono essere identificate come corrette
- Eventuali limitazioni o restrizioni del forno identificate dal TUS
- Identificazione dell'azienda che esegue il test (se non eseguita internamente)
- Nome e firma del tecnico che esegue il TUS
- Inizio/ora di fine del sondaggio e data di inizio/fine
- Il periodo di raccolta dei dati o il periodo di mantenimento, a seconda dei casi deve essere identificato
- Tempo di mantenimento richiesto rispetto al tempo di mantenimento raggiunto
- Documentazione di eventuali guasti della termocoppia di rilevamento del forno

---

## Report della verifica TUS 2 di 2

- Dati del profilo di tempo e temperatura per **tutte le termocoppie TUS e termocoppie di controllo** per tutte le zone esaminate; I dati della termocoppia di controllo devono essere generati dal registratore di processo associato o dal sistema di acquisizione dei dati di processo
- Indicati sullo stato del test pass o del test fail
- Riepilogo delle letture finali più e meno ad ogni temperatura di prova
- *Approvazione da parte di una persona responsabile nell'organizzazione del trattamento termico*

---

## Confronto con l'AMS sul TUS

**Visto che la CQI non prevede le classi del forno e il tipo di strumentazione ci sono ampie differenze con l'AMS**

- **La tolleranza alla temperatura dell'Uniformità:** nella **CQI** è data **dalla tabella di processo appropriata** e **non** dalla **classe** del forno come **nell'AMS**
- **Le frequenze TUS:** nella **CQI** è data dalla **tabella di processo appropriata** e **non** dalla **classe** del forno e dal **tipo di strumentazione** come **nell'AMS**
- **Temperature del TUS:** nella **CQI una sola prova** a **intervalli** di **170°C**, nella **AMS** è diverso perché è previsto un **TUS iniziale** al minimo e al massimo di **intervalli** di **335°C** e poi solo un TUS periodico a intervalli di 335°C
- **Offset max consentito:** nella **CQI** l'offset/bias totale attribuibile al **centramento di un TUS** non deve superare **3°C**; diverso il caso **nell'AMS** che dipende dalla **classe** del forno
- **Metodo volumetrico e Metodo piano:** **'simile'** solo come impostazione all'AMS **ma con ampie differenze**
- **Effetti Radiativi:** **nessuna indicazioni nella CQI, non sono previste**



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