

# Aspetti tecnici riguardanti l'uso della bilancia per lettura diretta o come comparatore

Andrea Malengo



---

CRITERI PER L'ESECUZIONE DEI CONTROLLI METROLOGICI  
SUCCESSIVI SU STRUMENTI PER PESARE A FUNZIONAMENTO  
AUTOMATICO DEL TIPO SELEZIONATRICI PONDERALI

# La prova di accuratezza

Le verifiche sulle bilance a funzionamento automatico si eseguono utilizzando carichi di prova, che possono essere:

- oggetti, detti anche simulacri, realizzati appositamente per riprodurre la geometria e la massa dei prodotti che normalmente sono pesati
- prodotti che normalmente sono pesati

I simulacri devono avere:

- per quanto possibile, forma e massa simili agli oggetti normalmente pesati dallo strumento
- forma e materiale da consentire una facile manipolazione e corretto posizionamento sul nastro della bilancia
- una massa che rimanga costante per tutto il periodo della verifica.

Nella prova di accuratezza si determina l'errore di indicazione  $x$  della bilancia automatica al carico di prova.

Al simulacro deve essere preventivamente associato un valore di riferimento  $m_{ref}$  con cui calcolare l'errore

$$x = V_L - m_{ref}$$

# Determinazione del valore di riferimento dei carichi di prova

- Il valore di riferimento dei carichi di prova è il valore di massa convenzionale, la sua determinazione deve avvenire sul posto in cui si trova la bilancia da verificare  
Per questo motivo non sono richieste correzioni dovute alla spinta aerostatica dovute alla densità del simulacro
- La misura deve avvenire usando una bilancia (NAWI) appropriata, la quale può essere usata:
  - Per lettura diretta
  - Come comparatore
- In entrambi i metodi sono necessari campioni di massa tarati
- Prima di iniziare le prove, sia per i carichi di prova, come anche la bilancia usata per pesare i carichi di prova e le masse campione, è necessario attendere la stabilizzazione termica alle condizioni di temperatura previste per la taratura della bilancia automatica

# Le differenze tra i due metodi

## **Metodo per lettura diretta:**

- Il campione di riferimento è la bilancia, che deve essere provvista di certificato di taratura.
- Tuttavia prima di pesare i simulacri deve essere eseguita una conferma metrologica utilizzando masse campione tarate

## **Metodo per confronto:**

- Il campione di riferimento sono i campioni di massa, che devono essere provvisti di taratura
- La bilancia è utilizzata per misurare differenze di massa, non è necessaria la taratura

Dal punto di vista dell'incertezza di misura:

Nel metodo per lettura diretta i contributi di incertezza più importanti sono:

- L'incertezza e l'errore di taratura della bilancia
- La risoluzione della bilancia
- La ripetibilità della bilancia

Nel metodo per confronto i contributi di incertezza più importanti sono:

- L'incertezza dei campioni di massa
- La risoluzione della bilancia
- La ripetibilità della bilancia

A parità di risoluzione della bilancia, col metodo del confronto le incertezze di misura risultano inferiori

Nelle prove di verifica periodica non è richiesto il calcolo dell'incertezza

# Utilizzo come comparatore

## Pesata per sostituzione

Il confronto avviene misurando in successione, nello stesso luogo con la stessa strumentazione e stesse condizioni ambientali, la differenza di massa tra il campione e il simulacro

$$m_c - m_{ref} = \Delta m_w \text{ Differenza di lettura}$$

$m_c$  massa campione di riferimento (A)

$m_{ref}$  massa del simulacro incognito (B)

Semplice sostituzione ABA

Doppia sostituzione ABBA (raccomandata) (riduce effetti di deriva)

**Doppia sostituzione:**

A ( $l_1$ ), B ( $l_2$ ), B ( $l_3$ ), A ( $l_4$ )

Dove  $l_i$  sono le letture della bilancia, le letture sono eseguite a cadenza costante

$$\Delta m_w = \frac{(l_1 - l_2) + (l_4 - l_3)}{2}$$

$$m_{ref} = m_c - \Delta m_w$$

$\Delta m_w$  minore possibile (circa 1% del carico)

(Riduce effetti di non linearità)

Comporre il campione di riferimento con più pesi se necessario

# Requisiti per metodo di confronto

## Campioni di massa

Campioni appartenenti ad una classe OIML tale per cui :

- l'errore massimo permesso  $\delta m$  sia tale che  $\delta m \leq 1/3$  MPE dello strumento in verifica

In accordo con i requisiti dei campioni di massa OIML:

- l'incertezza estesa di taratura sarà  $U \leq 1/3 \delta m$  cioè  $U \leq 1/9$  MPE
- Il valore sarà

$$m_0 - (\delta m - U) \leq m_c \leq m_0 + (\delta m - U)$$

Quindi l'errore massimo del campione di massa vale  $E = (\delta m - U)$

Pertanto si dimostra facilmente che è soddisfatto il requisito richiesto  $(|E| + U) \leq 1/3$  MPE

## Bilancia

Deve soddisfare i seguenti requisiti:

- Risoluzione  $1/9$  MPE dello strumento in verifica
- Ripetibilità  $1/9$  MPE dello strumento in verifica

La ripetibilità della bilancia deve essere verificata in campo eseguendo tre ripetizioni ABBA e deve risultare  $(L_{\max} - L_{\min}) \leq 1/9$  MPE

I requisiti sono tali che i contributi di incertezza sulla misura del simulacro dovuti alla bilancia risultano trascurabili

Normalmente la ripetibilità della bilancia è sempre superiore alla risoluzione, quindi il requisito più restrittivo è quello dovuto alla ripetibilità

# Metodo di lettura diretta (1)

La determinazione del valore di riferimento avviene per lettura diretta della bilancia

$$m_{ref} = L$$

- Requisiti della bilancia
  - Dotata di un certificato di taratura per un campo che comprenda il valore di massa del simulacro.
  - La taratura deve comprendere almeno 5 punti di taratura equispaziati
  - Dal certificato di taratura si ricavano i valori dell'incertezza estesa  $U$  e dell'errore di misura  $E$

$$|E| \leq \frac{1}{3} MPE \quad e \quad |U| \leq \frac{1}{9} MPE \quad oppure \quad (|E| + U) \leq \frac{1}{3} MPE$$

I requisiti devono essere verificati in prossimità dei vari carichi di prova

Ulteriori verifiche devono essere eseguite in campo prima di eseguire la misura, occorre prestare attenzione alla risoluzione e alla ripetibilità nel caso in cui sia verificato il secondo criterio

# Metodo di lettura diretta (2)

- Prove preliminari da eseguire per la conferma metrologica

La taratura della bilancia viene eseguita presso il laboratorio dell'organismo

- La bilancia deve essere utilizzata presso il cliente, in condizioni che possono essere diverse da quelle di taratura
- Quando possibile si raccomanda di utilizzare la funzione di regolazione (interna o esterna)

In tal caso la regolazione deve avvenire prima della taratura della bilancia e prima del suo utilizzo presso il cliente

- La bilancia deve essere verificata sul posto con campioni di massa tarati, con prove a diversi carichi prossimi alla massa del simulacro (ad esempio entro circa 20 %)

- Prova di ripetibilità (3 ripetizioni)  $(L_{\max} - L_{\min}) \leq 1/9 \text{ MPE}$
- Verifica dell'errore  $E \leq 1/3 \text{ MPE}$

dove  $E$  è la differenza tra l'indicazione della bilancia e il valore nominale del campione di massa utilizzato

## Requisiti campioni di massa

Campioni appartenenti ad una classe OIML tale per cui :

- l'errore massimo permesso  $\delta m$  sia  $\delta m \leq 1/9 \text{ MPE}$  dello strumento in verifica

I requisiti sono tali che i contributi di incertezza sulla misura del simulacro dovuti:

- ai campioni utilizzati per la verifica della bilancia
- alla ripetibilità della bilancia

risultano trascurabili



# Esempio

## Bilancia di controllo con le seguenti caratteristiche:

- Ris=10 mg
- Ripetibilità = 30 mg
- Carico di prova 1 kg
- Incertezza estesa di taratura  $U= 80$  mg,  $E= 50$  mg

Bilancia automatica con MPE =1 g (1/3 MPE= 333 mg 1/9 MPE=111 mg)

## Metodo lettura diretta:

$(E+U) = 130$  mg  $\leq 333$  mg OK

Massa da 1 kg per verifica,  $\delta m \leq 111$  mg Cioè Classe M1 OK

Prova di verifica in campo  $E \leq 333$  mg, prova di ripetibilità: differenza massima di 111 mg

## Metodo per confronto:

Campione di massa 1 kg ,  $\delta m \leq 333$  mg Cioè Classe M2 OK

Risoluzione=10 mg  $\leq 111$  mg OK

Ripetibilità bilancia= 30 mg  $\leq 111$  mg OK

Prova ripetibilità in campo: differenza massima di 111 mg

- Tale bilancia rispetta i requisiti sia per il metodo a lettura diretta, sia che per il metodo per confronto

- Per il metodo a lettura diretta l'accuratezza delle masse deve essere di classe superiore

# Conclusioni

- I valori di riferimento di massa dei simulacri utilizzati nelle prove devono essere misurati presso il cliente
- Può essere usato il metodo
  - per lettura diretta della bilancia
  - di pesata per sostituzione
- Per il metodo a lettura diretta si deve utilizzare una bilancia dotata di certificato di taratura, sono comunque necessari campioni di massa per eseguire la conferma metrologica, ma il loro numero può essere inferiore rispetto a quello della pesata per sostituzione.
- Il metodo per lettura diretta è più semplice ed evita il calcolo del valore di massa
- A parità di risoluzione della bilancia, con la pesata per sostituzione è possibile eseguire verificazioni di bilance con MPE inferiore