

**MUSP**

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

## Collaudo Volumetrico

*Calibrazione volumetrica di una macchina utensile*

## Riferimenti

aspetti tecnici:	Marco Grasso	marco.grasso@musp.it
aspetti amministrativi:	Sabrina Anselmi	sabrina.anselmi@musp.it
aspetti commerciali:	Mario Salmon	mario.salmon@musp.it
	Lisa Concarì	lisa.concari@musp.it

## Le basi di questo servizio

Il MUSP è un centro di ricerca nato a fine 2005, specializzato nello studio delle macchine utensili per asportazione di truciolo e dei sistemi di produzione. Le sue finalità sono la ricerca e il supporto alle aziende del settore per sostenere la competitività.

L'esperienza ottenuta nelle numerose ricerche effettuate permette al MUSP di offrire non solo capacità di studio ed analisi, ma anche dei servizi *a catalogo* caratterizzati da costi, tempi e modalità di esecuzione predefinite.

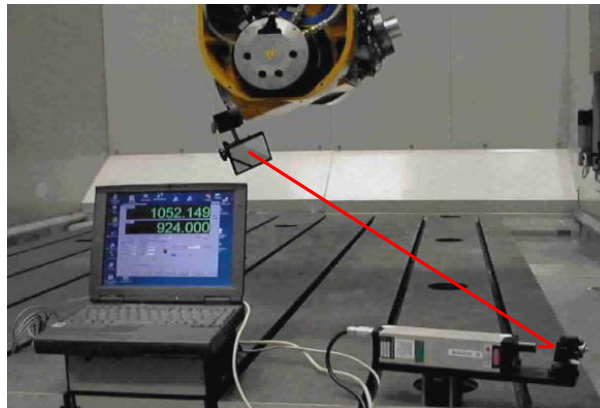
In quest'ottica, tale nota illustra le motivazioni, il metodo ed i vantaggi ottenibili con l'intervento denominato "Collaudo Volumetrico" **rivolto agli utilizzatori di macchine a controllo numerico e CMM (macchine di misura a coordinate)**.

## Cosa è la calibrazione volumetrica

La *calibrazione volumetrica* è la misura delle precisioni di posizionamento in tutto il volume di lavoro di una macchina utensile; questa misura rileva non solo gli errori di posizionamento ma anche gli errori di non rettilineità e di quadratura degli assi.

## Perché la calibrazione volumetrica

Il servizio di Calibrazione Volumetrica offerto dal laboratorio MUSP è un metodo di calibrazione geometrica che permette di misurare gli errori di posizionamento lineare, di rettilineità e di quadratura (ossia le componenti dell'errore volumetrico) per mezzo di quattro semplici allestimenti di misura – uno per ogni diagonale del volume di lavoro – ed in poche ore grazie all'utilizzo degli strumenti laser e dei metodi sviluppati da **Optodyne**.



La misurazione degli errori volumetrici permette una compensazione sull'intero volume di lavoro, e questo permette di migliorare l'accuratezza globale della macchina. Si è dimostrato che con tale approccio **gli errori nel volume possono essere ridotti mediamente dal 200 fino al 500%**.

Gli strumenti laser Optodyne e i metodi di misura brevettati da Optodyne permettono di eseguire **un'intera sessione di collaudo in poche ore** invece che in alcuni giorni come accadrebbe nel caso del collaudo tradizionale.

Inoltre i risultati della misurazione possono essere importati direttamente in formati acquisibili e gestibili dai principali sistemi di controllo (Siemens 840/840D, Fanuc 15, Fanuc 16/18, Giddings & Lewis, Milltronics, e altri ancora) per la compensazione degli errori. Si tratta quindi della soluzione più rapida, flessibile e affidabile per la valutazione degli errori della macchina e la loro successiva compensazione.

## Il processo di calibrazione volumetrica

L'accuratezza volumetrica è il principale indice delle condizioni di una macchina utensile che influenza la sua capacità di produrre parti accettabili.

L'errore volumetrico, che determina l'accuratezza volumetrica della macchina, è esprimibile come combinazione degli errori di posizionamento lineare, di rettilineità orizzontale e verticali e degli errori di quadratura.

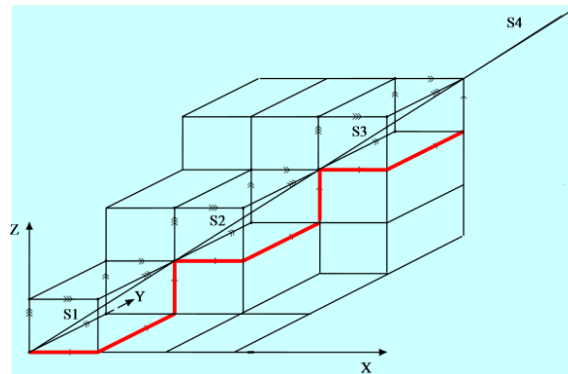
### Misura diagonale

Il metodo di misura diagonale dell'errore volumetrico è raccomandato per una misura rapida delle prestazioni volumetriche delle macchine utensili però non permette di identificare le singole sorgenti d'errore ed è quindi inutilizzabile ai fini

della compensazione degli errori.

### **Misura diagonale per passi**

Una procedura alternativa *brevettata da Optodyne*, in accordo alle norme **ASME B5.54** ed **ISO230-6**, permette di superare i limiti del metodo precedente facendo raggiungere al mandrino posizioni intermedie lungo la diagonale programmando la movimentazione lungo un singolo asse alla volta.



Si procede muovendo in maniera sequenziale il mandrino lungo l'asse X, l'asse Y, e l'asse Z, fino al punto intermedio successivo sulla diagonale, e ripetendo la sequenza fino a che non viene raggiunto il punto finale della diagonale. Ripetendo la stessa sequenza per le 4 diagonali si generano 12 set di dati, i quali verranno usati per determinare i 3 errori di posizionamento lineare, i 6 errori di rettilineità ed i 3 errori di perpendicolarità.

Per ogni diagonale si effettua una misurazione con movimentazione in andata e ritorno.

La misurazione viene effettuata posizionando il laser sul pianale e specchio utilizzato come bersaglio direttamente sul mandrino. A tale scopo viene impiegata una tecnologia chiamata Laser Doppler Displacement Meter (LDDM).

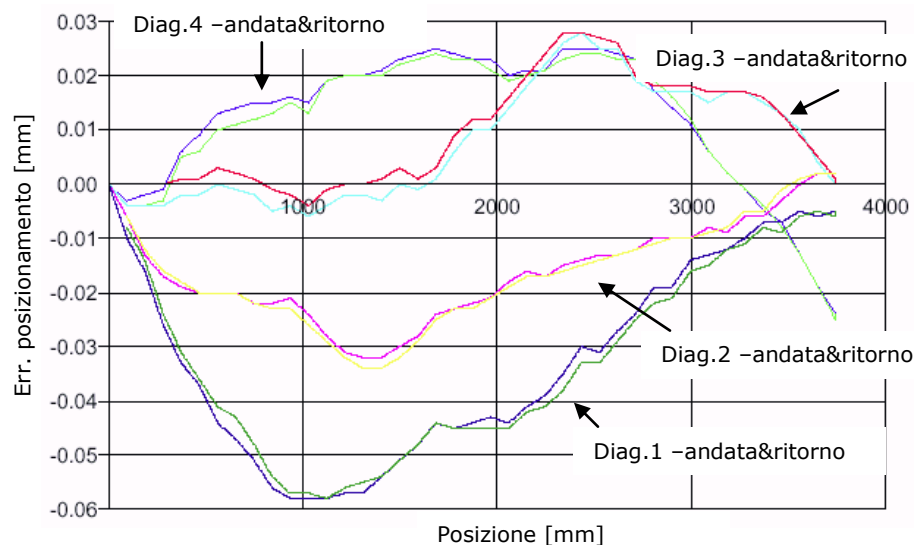
Il sistema di misura prevede la compensazione automatica rispetto agli errori dovuti alle variabili ambientali (temperatura e pressione) ed è caratterizzato da una precisione elevata (incertezza di misura attorno a 1ppm).

## **Risultati della calibrazione volumetrica**

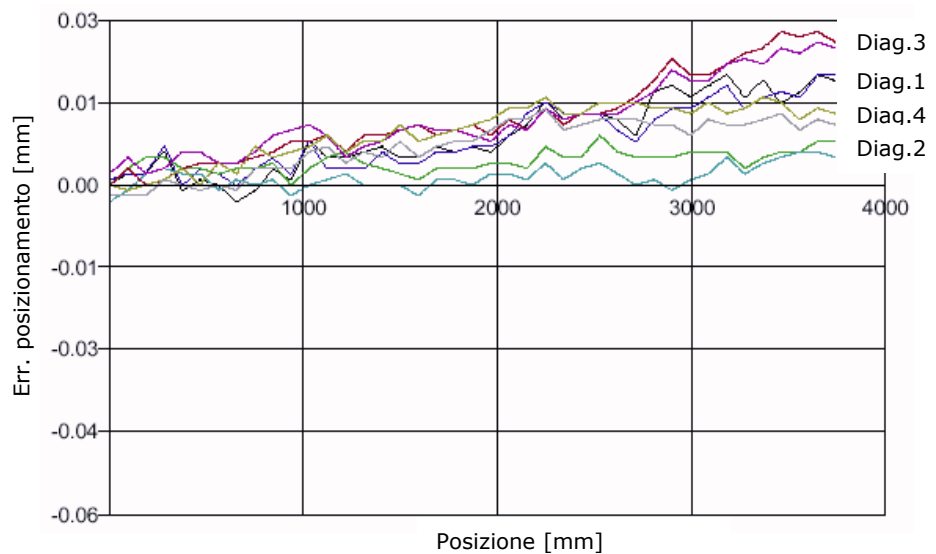
La calibrazione volumetrica è uno strumento **rivolto agli utilizzatori che vogliono conoscere lo stato attuale della propria macchina e ridurre gli errori**, e mantenere un livello costante di qualità della produzione.

La misura degli errori volumetrici e la loro compensazione, resa possibile dalla generazione automatica delle tabelle importabili direttamente nei sistemi di controllo, possono incrementare in media l'accuratezza volumetrica dalle 2 alle 5 volte.

### **Errori di posizionamento diagonale PRIMA della compensazione**



### Errori di posizionamento diagonale **DOPO** compensazione volumetrica



### Come si realizza la calibrazione volumetrica

Il servizio di Calibrazione Volumetrica prevede i seguenti passi:

- **Allestimento della misura per ciascuna diagonale;**
- **Acquisizione dei dati** con metodo di misura per passi;
- **Processamento dei dati, generazione report e file di compensazione;**
- **Verifica degli errori** a valle della compensazione volumetrica – in questo caso si esegue la misura diagonale classica (tempi più ridotti) dato che lo scopo della rilevazione è semplicemente di quantificare la riduzione dell'errore complessivo a valle della compensazione volumetrica.

### Tempi dell'intervento

Il tempo complessivo di fermo macchina va da circa **2 - 4 ore** per un volume di lavoro di un metro cubo, a non più di una sola giornata per grandi macchine con volumi di lavoro di diversi metri cubi.

### Vantaggi ottenibili

I vantaggi offerti dalla Calibrazione Volumetrica sono i seguenti:

- Calibrazione all'interno dell'intero volume di lavoro con tempi di fermo macchina ridotti (poche ore) rispetto a collaudo tradizionale;
- Disponibilità diretta dei file di compensazione per i principali sistemi di controllo;
- Riduzione degli errori di circa 200 - 500% grazie alla compensazione volumetrica;
- Evidenza immediata della riduzione complessiva degli errori ottenuta a seguito della compensazione.

### Output del checkup

Al termine dell'intervento verrà consegnato un rapporto contenente:

- Stato della macchina prima e dopo la calibrazione e la compensazione volumetrica in termini di errori;
- Tabelle e grafici delle singole componenti d'errore.

Verranno inoltre consegnati:

- il file di compensazione volumetrica nel formato compatibile con il sistema di controllo utilizzato (formati supportati: Giddings & Lewis, Milltronics, Siemens 840 - 840D, Fanuc 15 e 16/18, ecc...)
- la certificazione dell'accuratezza volumetrica acquisita a seguito della calibrazione.