

# ALLINEAMENTO Macchine Utensili

## Centri di lavoro e linee a trasferta



**Sistema raccomandato :  
L-743 Sistema di Allineamento  
per Macchine Utensili**

Qualunque sia la macchina, Foratrice, Torno o Fresa, Hamar laser è un sistema di allineamento che risponde alle vostre necessità di calibrazione geometrica. Tutti i sistemi di allineamento Hamar utilizzano lo stato dell'arte della tecnologia, ovviamente Brevettata, per allineare le Vostre macchine utensili il più velocemente e semplicemente sia possibile. Nella maggior parte dei casi, il processo di allineamento può essere completato 60 o 70% più velocemente che con i metodi tradizionali (livelle, squadre, comparatori, righe, ecc.).

### Il Metodo Tradizionale Necessita di Troppo Tempo

I metodi tradizionali di allineamento necessitano di giorni o anche di settimane per allineare una macchina utensile. Il che, combinato con l'accumulo degli errori che possono limitare la tolleranza potenziale della macchina, rende l'esercizio molto difficile pensando alle sempre più strette tolleranze richieste alle macchine. Infatti la maggior parte delle imprese non controlla a fondo le tolleranze di allineamento perchè assorbirebbe troppo tempo.

Il sistema di allineamento Hamar Laser permette di allineare la macchina in accordo con i tempi programmati con precisioni migliori di  $\frac{1}{4}$  di secondo di arco (0,001mm/m). Il sistema Hamar aiuta la Vs. macchina a lavorare parti migliori, ridurre la percentuale di pezzi di scarto e aumentare la produttività.

### Prima Allineare e poi verificare il posizionamento Lineare.

Uno dei più grandi errori di concetto nella industria delle macchine utensili è che, per produrre parti di qualità, viene richiesta soltanto una buona precisione di posizionamento. I nostri clienti hanno verificato che il cammino lungo ma necessario per produrre parti di qualità richiede di verificare innanzitutto la geometria (planarità, rettilineità, perpendicolarità e parallelismo). Solo allora è consigliabile misurare e compensare il posizionamento lineare della macchina utensile. Sbagliare questa sequenza si traduce in una lunga e costosa sequenza di prove ed errori, parti di scarsa qualità e produzione ridotta.

### Due Tipi di Laser per Macchina Utensile.

I nostri sistemi laser sono disponibili in due tipologie:

1. Sistemi a linea retta – progettati per Torni, Macchine a Trasferta, Rettifiche di fori e con centri.
2. Laser a Rotazione Continua, a Piani Multipli – progettato per centri di lavoro torni verticali, foratrici ed alesatrici.

### Due Livelli di Precisione

I nostri laser a rotazione continua sono disponibili in due livelli di precisione: La Serie di Precisione L-730 e la Serie Ultra-Precisa I-740. Ogni serie offre diverse versioni con Singolo, Doppio o Triplo Piano. La versione L-730 è progettata per precisione centesimale migliore di 10  $\mu\text{m}/\text{m}$ , la serie L-740 per precisione Bi-Millesimale migliore di 1,7  $\mu\text{m}/\text{m}$ .

## L-743 Sistema di allineamento per macchine Utensili ®

Il Sistema Laser L-743 di allineamento per macchine Utensili ® è lo strumento ideale per calibrare velocemente e con precisione la geometria di tutte le macchine utensili. È l'unico strumento al mondo ad offrire TRE piani rotanti in modo automatico e sufficientemente precisi per le tolleranze odierne. Questo genera uno strumento potente per MISURARE e RIMEDIARE a problemi geometrici in una frazione del tempo necessario con i sistemi convenzionali.

### Allineamento 70% Più Rapido che con altri metodi

Il piano laser e i dati immediati raccolti da più sensori contemporaneamente, generano una potente combinazione che permette di allineare le macchine più velocemente che con i metodi tradizionali o con l'interferometro. Le macchine sono messe in funzione in tempo record producendo pezzi di qualità.

Il laser con piani rotanti continui è molto superiore ai sistemi laser a puntamento che richiedono tempo per la rotazione manuale del raggio ed il posizionamento per ogni punto misurato. È inoltre possibile usare diversi bersagli, il che è molto utile per grandi macchine utensili.

### Misura Simultanea su 3 Assi con un solo allineamento

Un altro grande risparmio di tempo è la possibilità di misurare i tre assi principali di una macchina nello stesso tempo. Non solo, è possibile misurare la rettilineità e la planarità di ogni asse, ma è anche possibile misurare la perpendicolarità dei tre assi. E se ci sono assi addizionali, come tavola rotante o estensioni, è possibile misurarne il parallelismo con lo stesso allineamento.

### Ridotto fermo macchina e tempo di montaggio.

Fornendo dati in tempo reale, gli errori di allineamento possono essere sistemati facilmente senza cambiare allineamento. Questo è un enorme vantaggio, specialmente se siete abituati ad usare l'interferometro o l'autocollimatore, nei quali è necessario misurare l'intera lunghezza prima di determinare la rettilineità o la planarità, ed i dati forniti non sono in tempo reale. Un altro grande vantaggio nell'aver una macchina ben allineata è che il tempo di allineamento dei pezzi è significativamente ridotto. In un articolo edito da *Quality in Manufacturing magazine* descrive il grande beneficio dell'allineamento laser alla John Deere Corporation. Nelle parole di Jim Abitz, produttore di stampi ed attrezzature, l'allineamento Laser rende l'operatore più soddisfatto perché non deve faticare per due o tre turni per avere la macchina che produce correttamente.

### Riduce la sommatoria degli errori

Il maggiore problema nell'allineamento delle macchine utensili con metodi convenzionali, è che vengono usati molti strumenti diversi necessitando molto tempo e aumentando la somma degli errori. Un allineamento è solo preciso come lo strumento usato per generarlo. La bolla ha, per esempio una risoluzione di 0,02 mm/m, che non è molto accurata per le sempre più ristrette tolleranze richieste oggi. Il piano Laser L-743, in contrasto, ha una planarità di 1/2 arco secondo o 0,0025 mm/m in un piano completo e 1/4 di arco secondo su di un semipiano di 90°.

### **Configurazione di sistema Raccomandata**

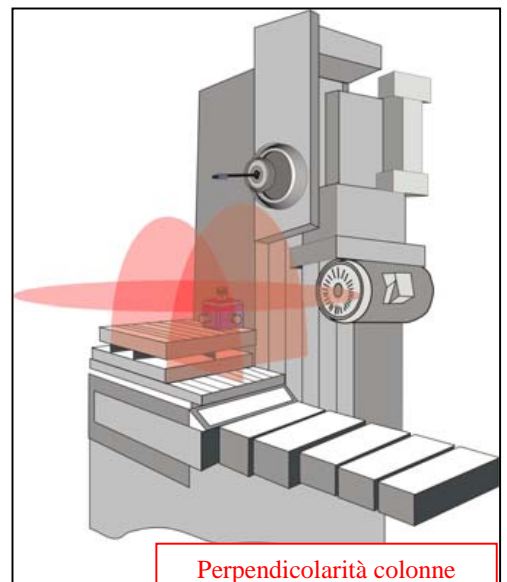
L-743 Sistema Ultra Preciso a tripla Scansione  
A-1519 Sensore Senza fili a singolo asse, Campo 25mm e risoluzione 0,5 µm  
R-1309 PDA Visualizzatore con Software Read 9 e Ricevitore senza fili.  
L-106 Supporto strumento  
A-909 Valigia da trasporto

### **Accessori Computer**

A-908 Ricevitore Datisenza fili per Computer  
S-1387 Software di allineamento per Macchine Utensili  
S-1388 Plane5 Software

### **Accessori Aggiuntivi**

A-1519 Sensore Senza fili a singolo Asse, Campo 25mm e risoluzione 0,5 µm  
A-1520 Sensore Senza fili a singolo Asse, Campo 6mm e risoluzione 0,025µm per applicazioni ad alta precisione.  
A-1532 Sensore Universale, Campo 75mm e risoluzione 0,03mm  
A-1533 Sensore Universale inclinabile, Campo 75mm e risoluzione 0,03mm  
A-1530 Altimetro Digitale con distanziali calibrati.



## La perpendicolarità è più semplice

L-743 ha tre piani laser perpendicolari tra di loro meglio di 1 arco secondo (0,005mm/m), assicurando inoltre un singolo riferimento dal quale misurare la geometria della macchina. Se avete provato ad allineare un interferometro per la misura della perpendicolarità, rimarrete sorpresi di come è facile e veloce misurare non solo un asse ma tutti gli assi con un solo allineamento Dove un interferometro può necessitare ore , solo per l'allineamento di un solo asse, L-730 impiega dai 15 ai 25 minuti per tutti gli assi. A differenza del cilindro o della squadra, L-743 può misurare l'intera dimensione della macchina fino a 30m e non solo 300 o 600mm.

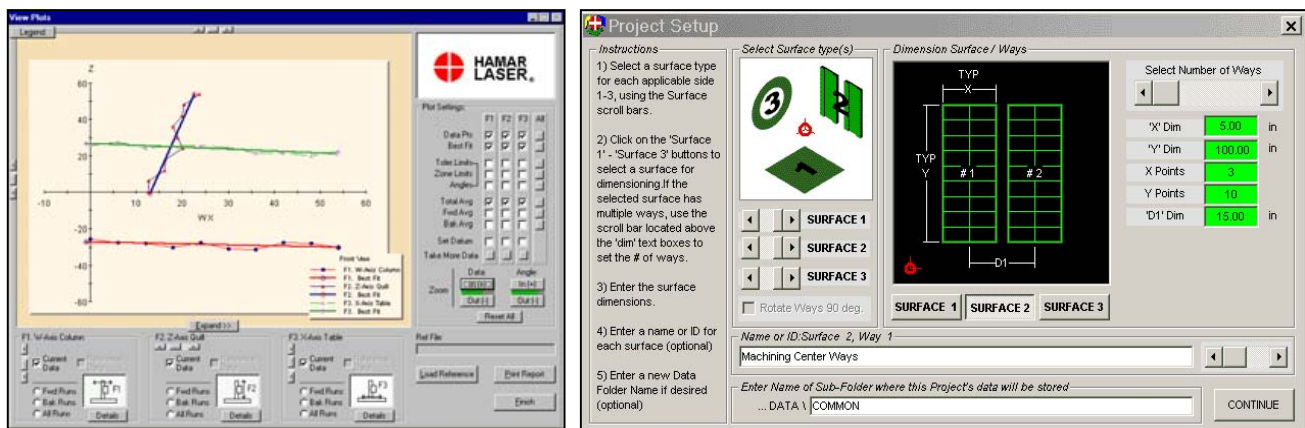
## Sensori e visualizzatore senza fili accelerano i tempi.

Con la linea Hamar di sensori senza fili (A-1519 e A-1520), non c'è più la necessità di lunghi fili di collegamento. I sensori hanno fino a 25mm di campo operativo. una risoluzione elevatissima 0,5 µm e possono essere usati fino a 30m dal laser . Il visualizzatore utilizza un PDA, con software a colori e ricevitore senza fili per leggere fino a 4 sensori contemporaneamente. Altre caratteristiche quali l'azzeramento elettronico e la differenza aiutano a velocizzare l'allineamento e la misura.

## Il Software Collezione Velocemente ed Analizza i Dati

Il software Hamar di allineamento, combinato con l'interfaccia computer senza fili, rende la collezione e l'analisi dei dati di allineamento dei centri di lavoro, facile e veloce.

Tutti i software sono basati su Windows e forniscono ampi grafici a colori. I rapporti di allineamento illustrano in modo preciso e conciso le condizioni della macchina.



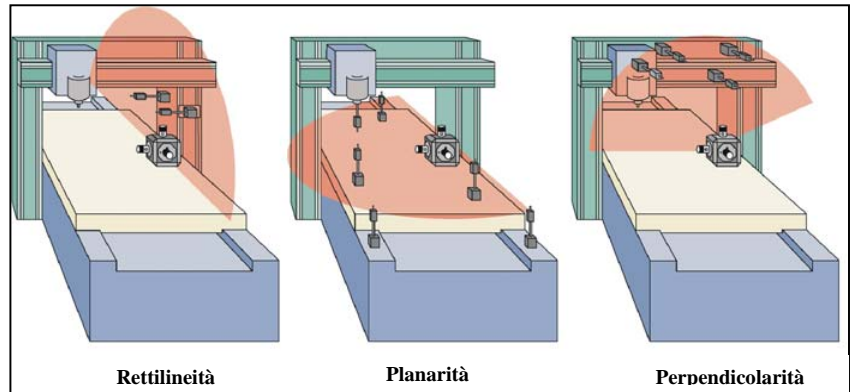
3d-GRAFICO del software "Machine tool Geometry" e pagina di "settaggio" di progetto del software "Plane5"

## Proprietà del sistema di allineamento

<b>3 PIANI LASER A SCANSIONE CONTINUA</b>	<b>BERSAGLIO STANDARD A-1519 SINGOLO ASSE SENZA FILI</b>
<i>Campo operativo</i> 60m	<i>Risoluzione</i> 0,5 µm
<i>Perpendicolarità dei piani</i> 5µm/m (1 arcsec)	<i>Campo di misura</i> 25 mm
<b>Precisione piani laser</b>	<b>Bersaglio per applicazioni di alta precisione A-1520 senza fili a singolo asse</b>
2.5 µm/m su piano 60mx60m	<i>Risoluzione</i> 0.25 µm
1 µm/m su piano 30mx30m	<i>Campo operativo</i> 5 mm
<b>Precisione livelle retro-illuminate</b>	<b>Avviamento istantaneo</b>
5 µm/m (1 arcsec)	<b>Funzionamento batteria o rete</b>

# Come funziona il sistema di allineamento

La seguente sezione descrive come viene usato il laser per misurare rettilineità, planarità, perpendicolarità, livellamento e parallelismo. Se la macchina deve essere allineata, piuttosto che solo misurata, è preferibile porre il laser su di un supporto. Se il laser fosse sulla tavola della macchina, l'aggiustaggio muoverebbe il laser compromettendo l'allineamento.



## Allineamento del Laser

Quando si prepara il laser per misurare rettilineità o parallelismo, l'operatore deve per prima cosa posizionare il piano laser in modo che sia parallelo ai punti di riferimento della macchina. Questo processo è chiamato allineamento del laser. [Per favore consultare la sezione alla fine di questa nota applicativa per una discussione sull'allineamento con un singolo bersaglio.](#) [Per accelerare il processo di allineamento è altamente raccomandato l'uso di tre bersagli di riferimento.](#)

- Per misurare la rettilineità sono necessari due punti di riferimento.
- Per misurare la planarità sono necessari 3 punti di riferimento.
- Per misurare la perpendicolarità (tre aree) di un centro di lavoro, sono necessari 5 bersagli.

Quando il laser è stato allineato ai suoi punti di riferimento, i bersagli possono essere riposizionati per misurare le varie superfici o linee di corsa per la deviazione dai riferimenti. Una lettura positiva (+) indica che il bersaglio è più alto del punto di riferimento, e una lettura negativa indica che è più basso.

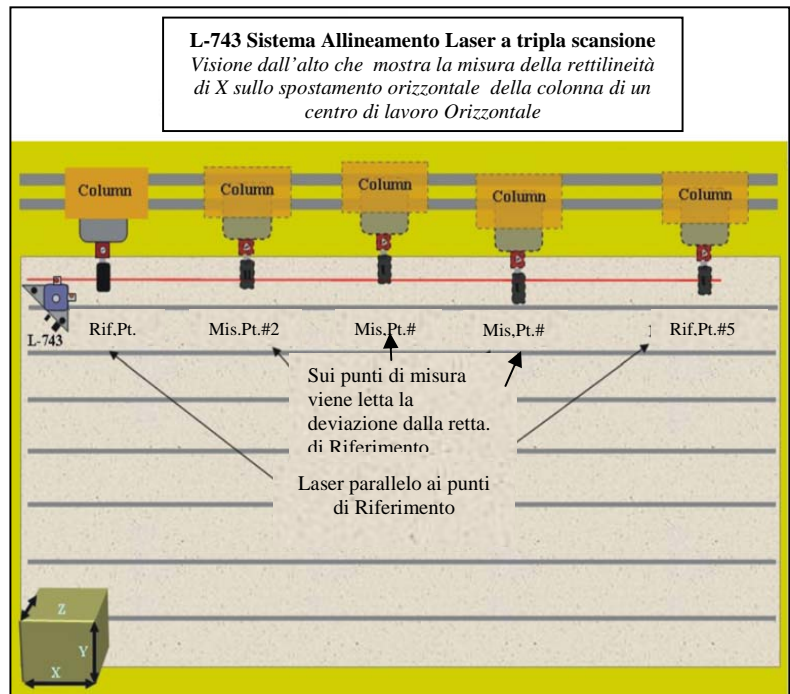
## Misura della rettilineità orizzontale

Per misurare la rettilineità orizzontale di una superficie o di un asse macchina, sono necessari un piano laser verticale e due punti di riferimento.

1. Montare un bersaglio orizzontalmente nel punto di riferimento il più possibile vicino al laser o sul lato della colonna o come un utensile sul mandrino. Sistemare il bersaglio in modo che legga il laser.  
2. Azzerare il bersaglio e spostarlo nella posizione più lontana regolare il laser in modo che sia a zero. Rimisurare il punto di riferimento iniziale, riazzere il bersaglio, e ripetere la procedura fino a che non si ottiene la stessa lettura in entrambi i punti di riferimento. Il laser è ora parallelo o "allineato" ai punti di riferimento.

3. Posizionare il bersaglio a passi intervallati lungo la superficie o l'asse macchina.

Ogni deviazione dallo zero sono la misura della rettilineità relativa al punto di riferimento.



Se il bersaglio è montato in modo che la parte alta è a sinistra del piano laser, allora una lettura positiva (+) significa che il punto misurato è a sinistra del punto di riferimento e una lettura (-) significa che il punto è a destra del riferimento

### Misura della Planarità

Per misurare la planarità, un piano laser è allineato in modo da essere parallelo a tre punti di riferimento sulla tavola, di guide o di una superficie. Il diagramma sottostante illustra l'allineamento con 3 punti, con bersaglio singolo o bersaglio multiplo. La seguente procedura si riferisce all'allineamento con tre bersagli.

1. Posizionare uno alla volta, tutti i sensori sul punto di riferimento e aggiustarli in su o in giù in modo che rivelino il piano laser.
2. Azzerare uno per uno i sensori, sullo stesso punto di riferimento.
3. Riposizionare i sensori in modo che un sensore sia posizionato su ogni punto di riferimento, in un disegno a "L" (vedi figura 2).
4. Usando gli aggiustamenti di BECCHEGGIO e ROLLIO, sistemare il piano laser fino a che tutti e tre i sensori danno lo stesso valore, questo per far sì che il piano laser sia parallelo ai punti di riferimento.

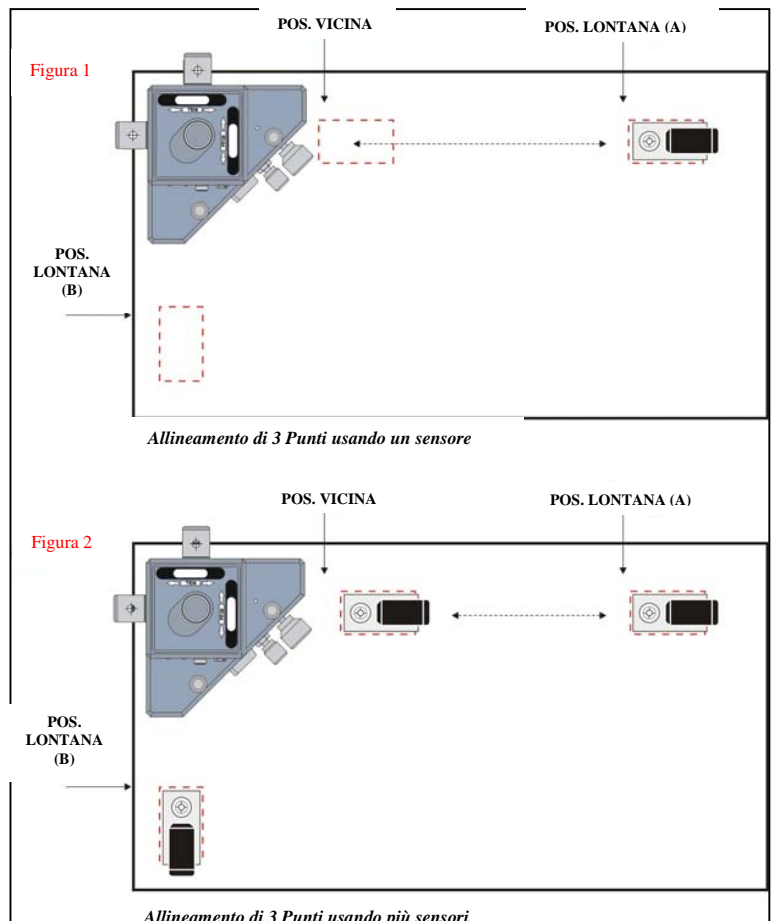
*Nota: Questo procedimento potrebbe essere effettuato anche con un sensore solo, azzerandolo sul punto di riferimento più vicino al laser, e muovendolo avanti e indietro fino a che non effettua una lettura dello zero in tutti e 3 i punti (vedi figura*

5. Riazzere un sensore su un punto di riferimento e spostarlo sui punti misura desiderati sulla superficie.

La lettura risultante sarà una misura di deviazione dai punti di riferimento, che aiuta a produrre un profilo di planarità.

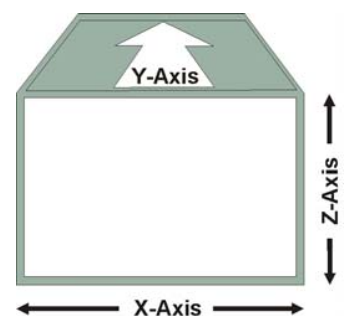
La misurazione mostrerà un segno più (+) o un segno meno (-). Una lettura positiva indica che il sensore è più alto dei punti di riferimento, una lettura negativa significa che il sensore è più basso rispetto ai punti di riferimento.

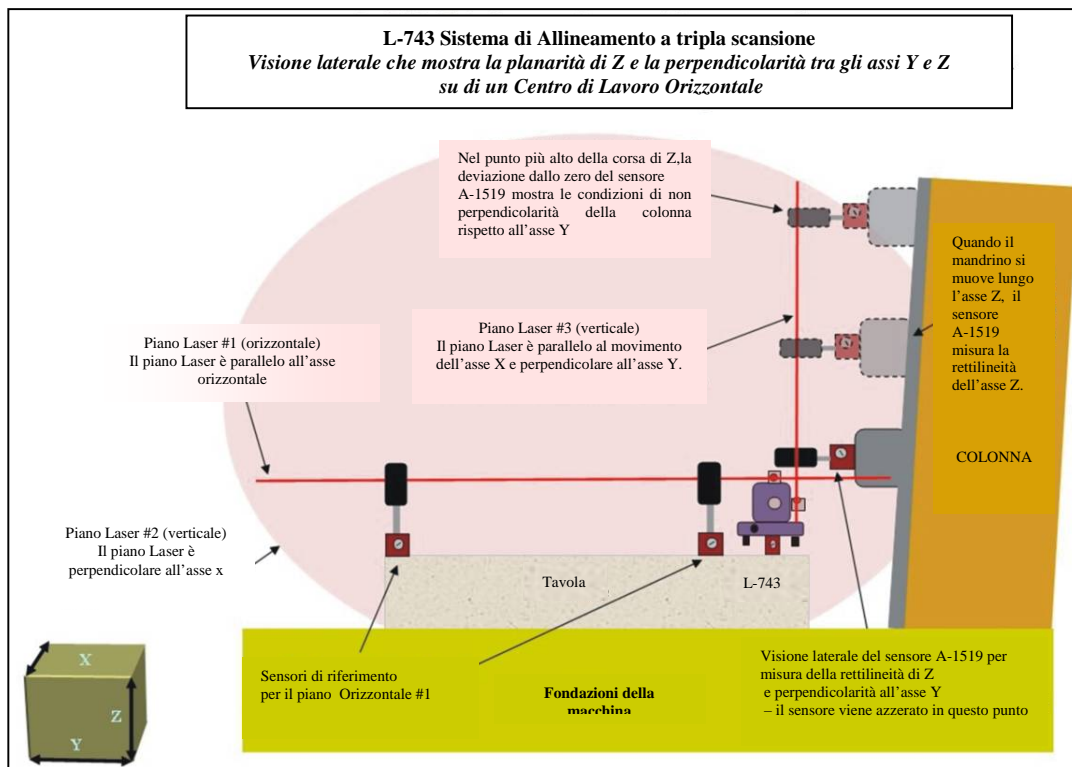
6. Usare i Software Plane5 o 3DPlot per registrare e analizzare i dati.



### Misura della Perpendicolarità

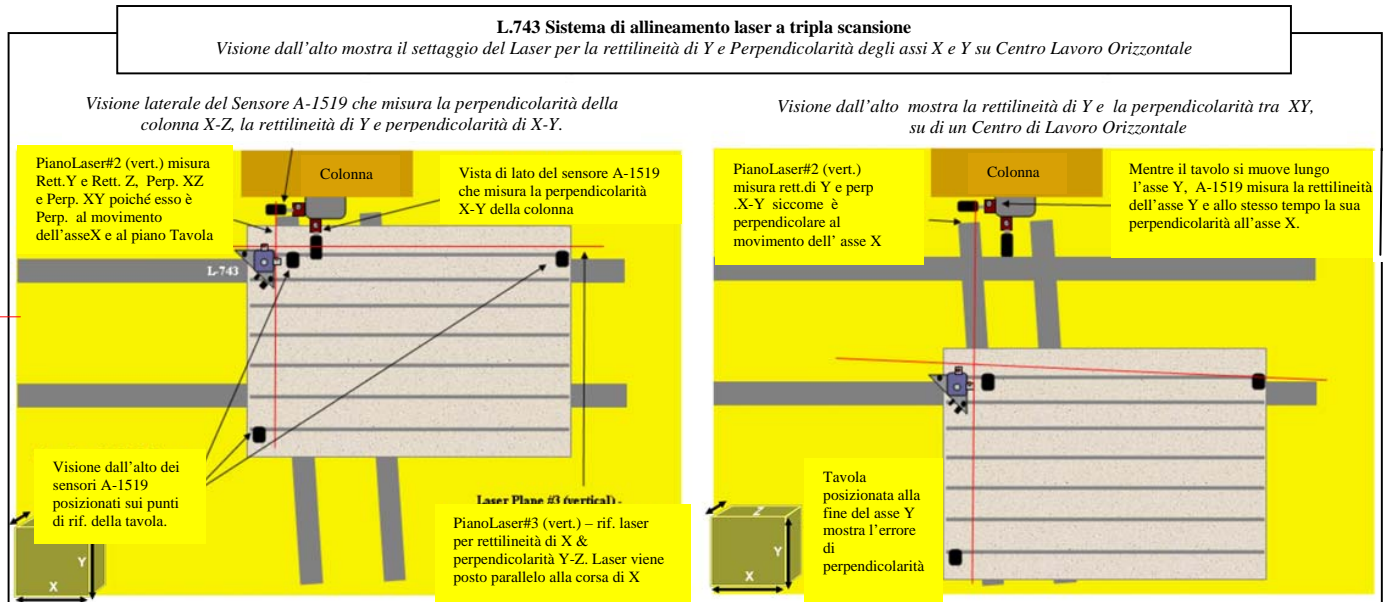
Dopo aver allineato il laser ai 5 punti di riferimento come descritto nella misura della rettilineità e nella misura della planarità, (per la determinazione della rettilineità e della planarità degli assi della macchina), la misura della perpendicolarità è un processo semplice di posizionamento dei sensori sulla colonna o sul tavolo, azzerandoli e notando le deviazioni degli assi trasversali. Per misurare veramente la perpendicolarità, si devono confrontare le rette dei minimi quadrati, o la miglior retta di un asse rispetto all'altro. Se questo non venisse fatto i punti di riferimento sbagliati o guide particolarmente usurate potrebbero produrre quello che potrebbe sembrare un errore quadratico, ma che in realtà non lo è. Per facilitare questo tipo di analisi, possono essere usati i programmi del nostro software per calcolare la miglior retta.





**Per misurare la perpendicolarità tra Y e Z (vedi figura sopra):**

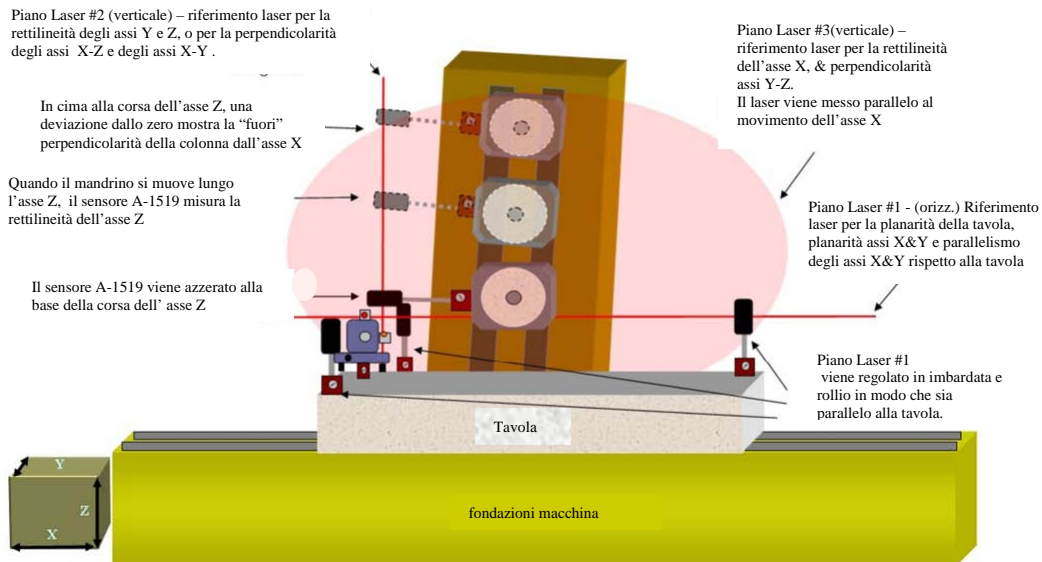
1. Abbassare la colonna/mandrino alla posizione Z più bassa e posizionare il sensore orizzontalmente per prendere il piano laser verticale parallelo al suo asse X (perpendicolare all'asse Y).
  2. Azzerare il sensore e alzare la colonna lungo il suo asse.
- I dati mostrano una misura sia della rettilineità dell' asse Z sia della perpendicolarità degli assi Y e Z.



**Per misurare la perpendicolarità tra X e Y (vedi figura sopra):**

1. Posizionare e azzerare il sensore per rilevare il piano laser verticale che è parallelo all'asse X.
2. Spostare la tavola o la colonna (quella che è in grado di muoversi) lungo l'asse Y. Il risultato sarà una misura sia della rettilineità dell'asse Y sia della perpendicolarità degli assi X e Y.

**L-743 Sistema Allineamento Laser a tripla scansione**  
*Visione frontale, mostra la rettilineità e la perpendicolarità degli assi X & Z su Centro di Lavoro Orizzontale*



**Per misurare la perpendicolarità tra X e Z ( vedi figura sopra):**

1. Posizionare e azzerare il sensore per rilevare il piano laser verticale che è parallelo all'asse Y.
2. Spostare la colonna verso l'alto. I dati produrranno una misura della planarità dell'asse z e della perpendicolarità tra Z e X.

**Misurare il Livellamento (bolla)**

1. Livellare il laser usando le bolle interne.
2. Posizionare il sensore su di un punto di riferimento, regolarlo in modo tale che rilevi il piano laser, quindi azzerarlo.
3. Spostare il sensore su qualsiasi altro punto della superficie per verificare la deviazione di quel punto dal punto di riferimento.

**Per misurare il parallelismo**

1. Allineare il piano laser con 3 punti di riferimento sulla prima superficie (vedi Misura della planarità).
  2. Sistemare un sensore sulla seconda superficie sul punto di riferimento e aggiustarlo in modo che rilevi il piano laser.
  3. Azzerare il sensore.
  4. Spostare il sensore sugli altri punti della superficie.
- Ogni deviazione dal punto di riferimento è una misura di parallelismo della prima superficie rispetto alla seconda.

*Nota: Dovrebbero essere misurati almeno 3 . Il modo migliore per determinare il parallelismo è di misurare entrambe le superfici con il piano laser e inserire i dati nel software Plane 5 di Hamar Laser, che calcola miglior piano (minimi quadrati) per entrambe le superfici.*

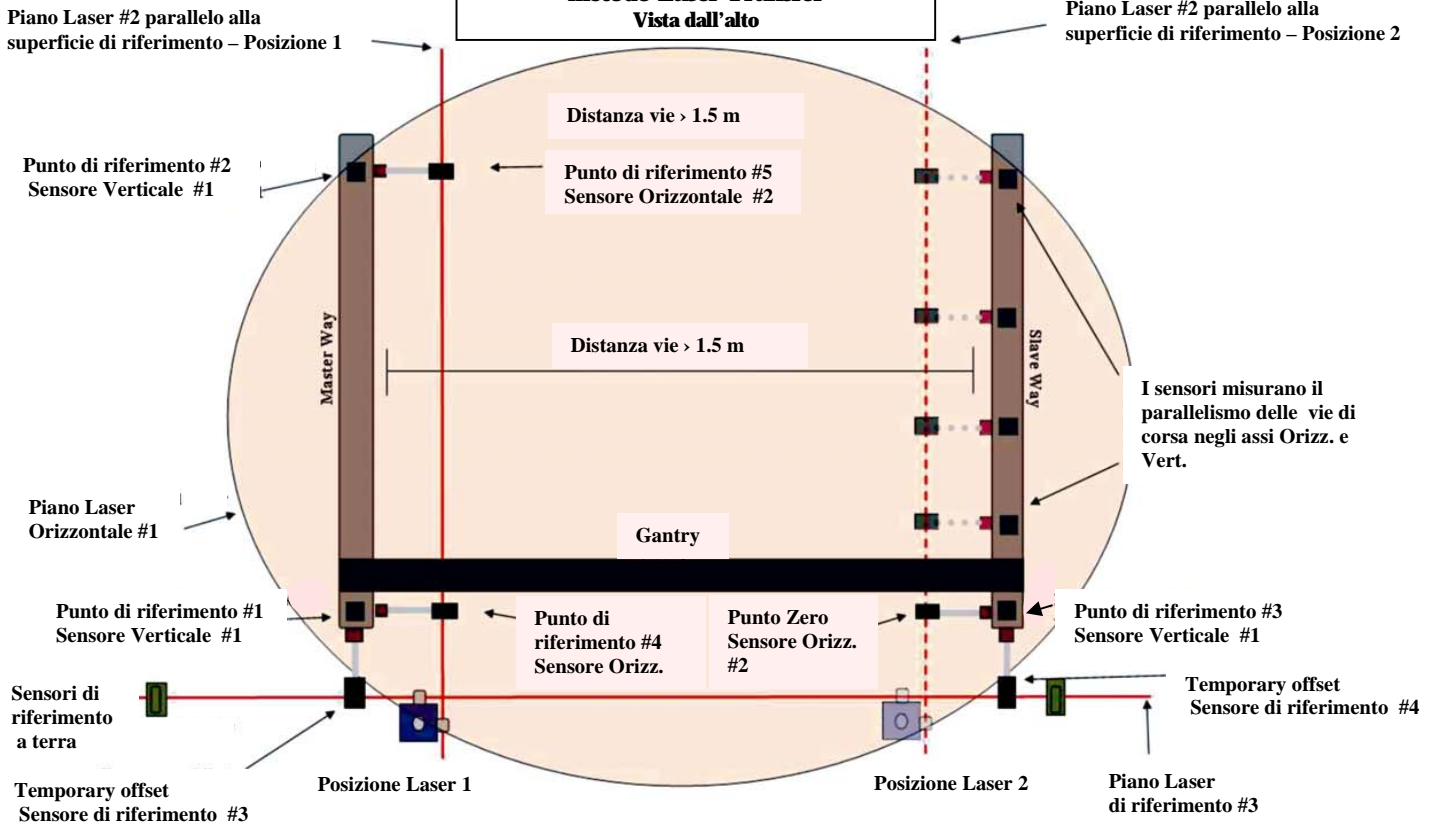
### Parallelismo delle vie di corsa delle macchine Gantry con il trasferimento del Laser

I due disegni delle pagine seguenti illustrano il metodo Laser Transfert usato per verificare il parallelismo delle vie di corsa delle macchine gantry. La parte più difficile e dispendiosa dell'allineamento di un gantry è controllare le guide per il parallelismo, poiché esse distano generalmente da 1.5m a 6m. Usando il Sistema di Allineamento per Macchine Utensili L-743, con la seguente procedura, il settaggio, il trasferimento dei riferimenti con la misura del parallelismo e la misura della planarità non dovrebbe durare più di 35-45min.

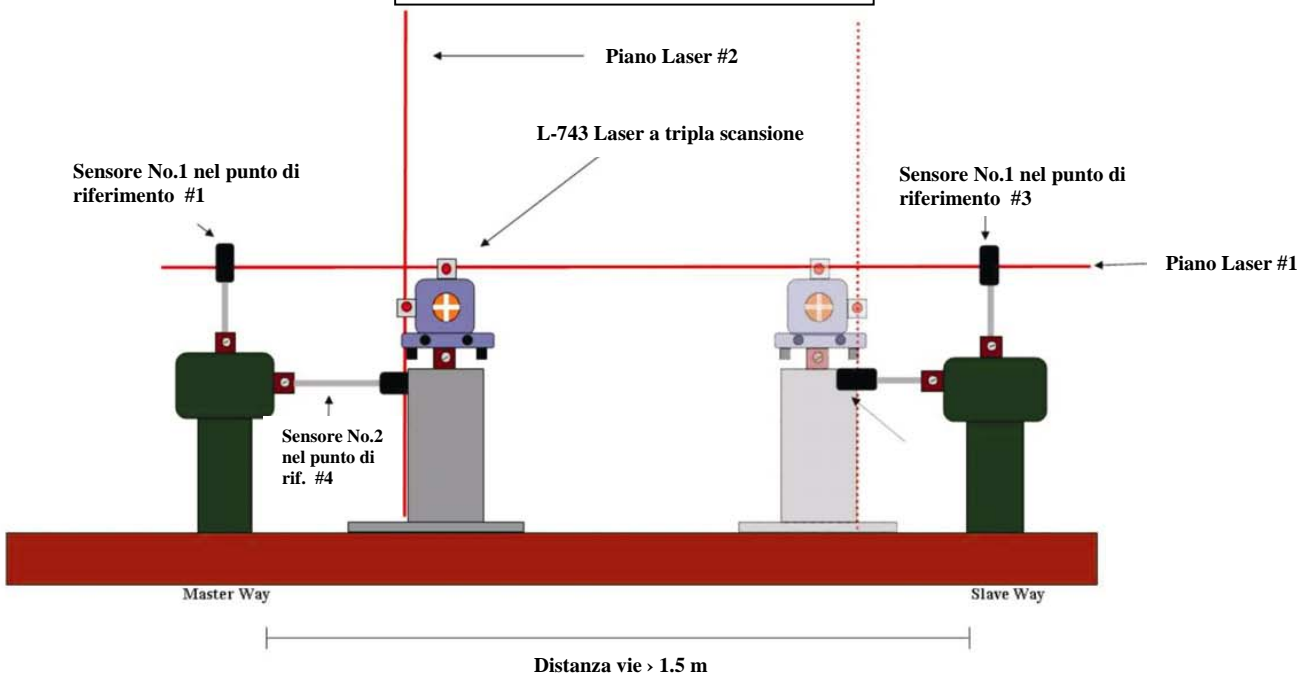
1. Porre il laser parallelo ai punti di riferimento da #1 a #5 sulla superficie di riferimento, usando gli aggiustamenti di Beccheggio, Rollio e Imbardata posti sulla base del laser. Questa operazione mette il laser parallelo a 3 punti (2 sulla sommità della guida di riferimento e uno sulla guida da misurare o da allineare) e a 2 punti sul lato della guida principale.
2. Settare temporaneamente i sensori di riferimento #1 e #2 per rilevare il piano laser #2 e azzerare. Questo crea la linea di riferimento per l'asse di rollio.
3. Settare temporaneamente altri due sensori (offset) di riferimento per rilevare il piano laser #3 e azzerare. Questa operazione permette di creare la linea di riferimento per l'asse di imbardata (asse z)
4. Spostare il laser nella nuova posizione (posizione laser #2) e usare le manopole di aggiustamento fino a quando il piano laser #2 è parallelo ai punti di riferimento 1, 2 e 3 e il piano laser #3 parallelo ai punti di riferimento (offset) #3 e #4. Questa operazione dovrebbe richiedere circa 10-15 minuti.
5. Quando il laser si trova nella posizione #2 e i piani laser sono paralleli ai loro rispettivi riferimenti, posizionare un quinto sensore sulla seconda superficie e azzerare il laser.
6. Spostare il sensore sugli altri punti della superficie, ogni deviazione dallo zero sarà una misura di quanto la superficie #1 non è parallela rispetto alla superficie #2. Le letture sono in tempo reale di modo che la superficie possa essere regolata mentre l'operatore legge le deviazioni tramite il display palmare.



**Verifica del parallelismo delle vie di corsa della macchine Gantry con il metodo Laser Transfer**  
**Vista dall'alto**

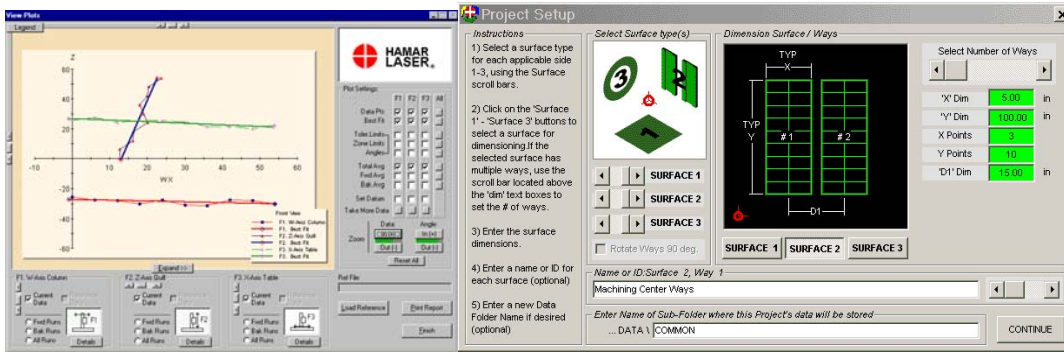


**Disegno dell' Allineamento Laser per verificare il parallelismo**  
**Vista orizzontale**



## Analisi dati geometria della macchina

Il nostro software per la geometria di machine utensili analizza linee di movimento per una macchina utensile, simile alla metodologia usata nello standard ASME's B5.54. Il nostro software Plane5 analizza piani multipli e vari tipi di superficie (quadrati, rettangoli, cornici, vie, cerchi e anelli) e presenta le analisi attraverso grafici 3D. Entrambi i tipi di software raccolgono i dati di allineamento in tempo reale, li salvano e creano una relazione di allineamento.



I software di HamarLaser

- A sinistra il grafico dei dati rettilineità e perpendicolarità del Machine Tool Geometry Software
- A destra la schermata di settaggio di progetto del software Plane5



Rappresentante per l'Italia:  
**Optodyne LASER METROLOGY s.r.l.**  
Via Veneto, 5 - 20044 Bernareggio (MI)  
ITALY  
Tel: +39 0396093618 ITALY  
Fax: +39 0396800147  
Mail: [info@hamarlaser.it](mailto:info@hamarlaser.it)