

Scopri la tecnologia RENGAGE™ – le sonde per macchine utensili ad elevata accuratezza con le migliori prestazioni del mercato



0042567

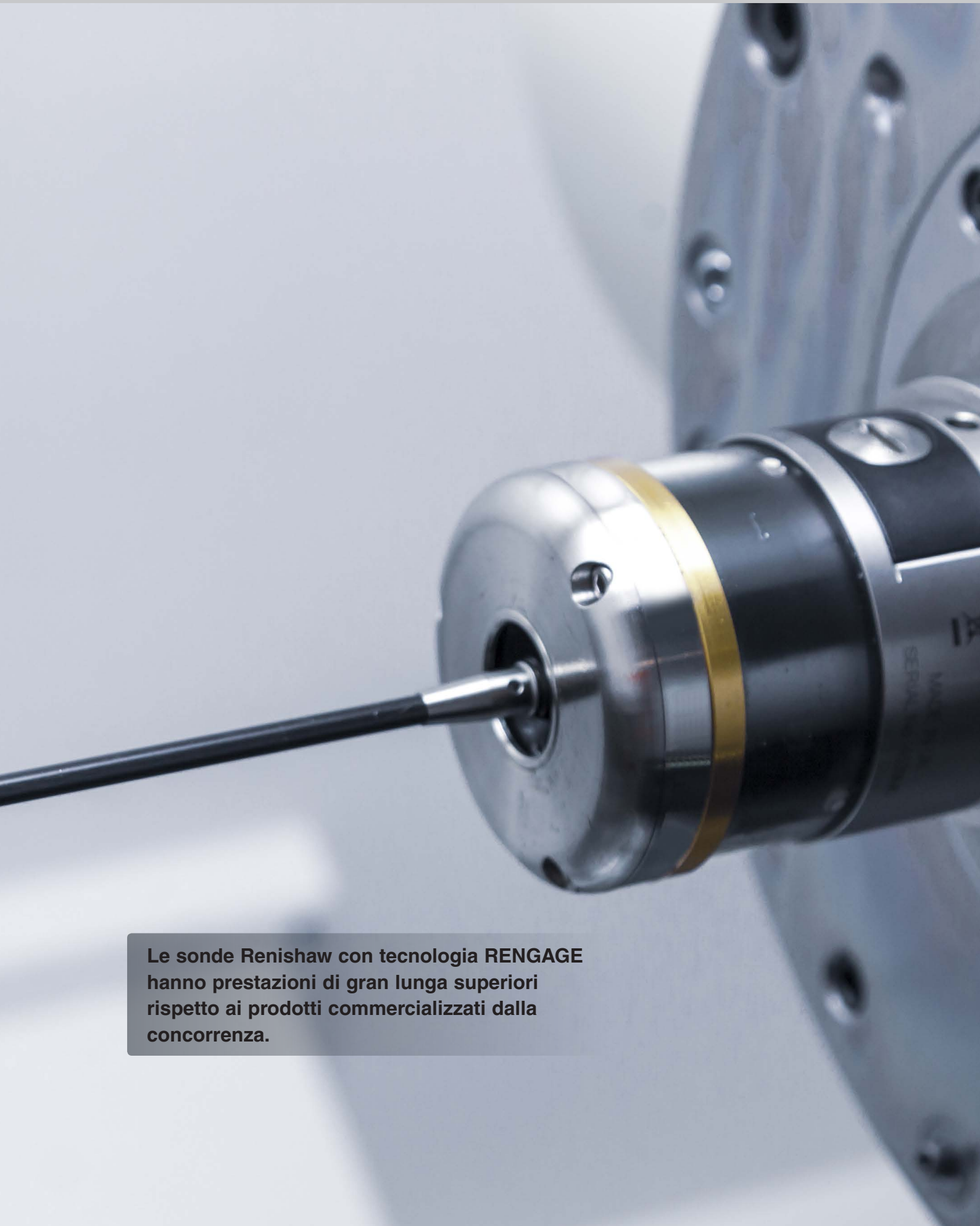
## L'evoluzione tecnologica delle sonde per macchine utensili

Renishaw ha inventato la prima sonda a contatto per macchine utensili negli anni '70. Il successo di questo prodotto innovativo, basato su un principio a resistenza cinematica, ha contribuito a garantire all'azienda una posizione di leadership mondiale nella progettazione, produzione e supporto di prodotti di misura dimensionale. La base di questo progetto continua a giocare un ruolo prezioso nelle operazioni di impostazione pezzo, misura e controllo dei processi.

Grazie a decenni di continui investimenti nella ricerca e sviluppo, Renishaw è oggi in grado di fornire prodotti di altissima qualità con prestazioni che non temono rivali sul mercato. Questa guida mette a confronto le sonde dotate di tecnologia RENGAGE™ con prodotti dal design convenzionale e descrive le straordinarie prestazioni della tecnologia RENGAGE con esempi basati su test reali.

La tecnologia RENGAGE fornisce eccellenti prestazioni di misura tridimensionale (3D) e ripetibilità al sub-micron. Grazie al design innovativo e alle loro capacità straordinarie, le sonde Renishaw con tecnologia RENGAGE hanno prestazioni di gran lunga superiori rispetto ai prodotti commercializzati dalla concorrenza.





**Le sonde Renishaw con tecnologia RENGAGE  
hanno prestazioni di gran lunga superiori  
rispetto ai prodotti commercializzati dalla  
concorrenza.**

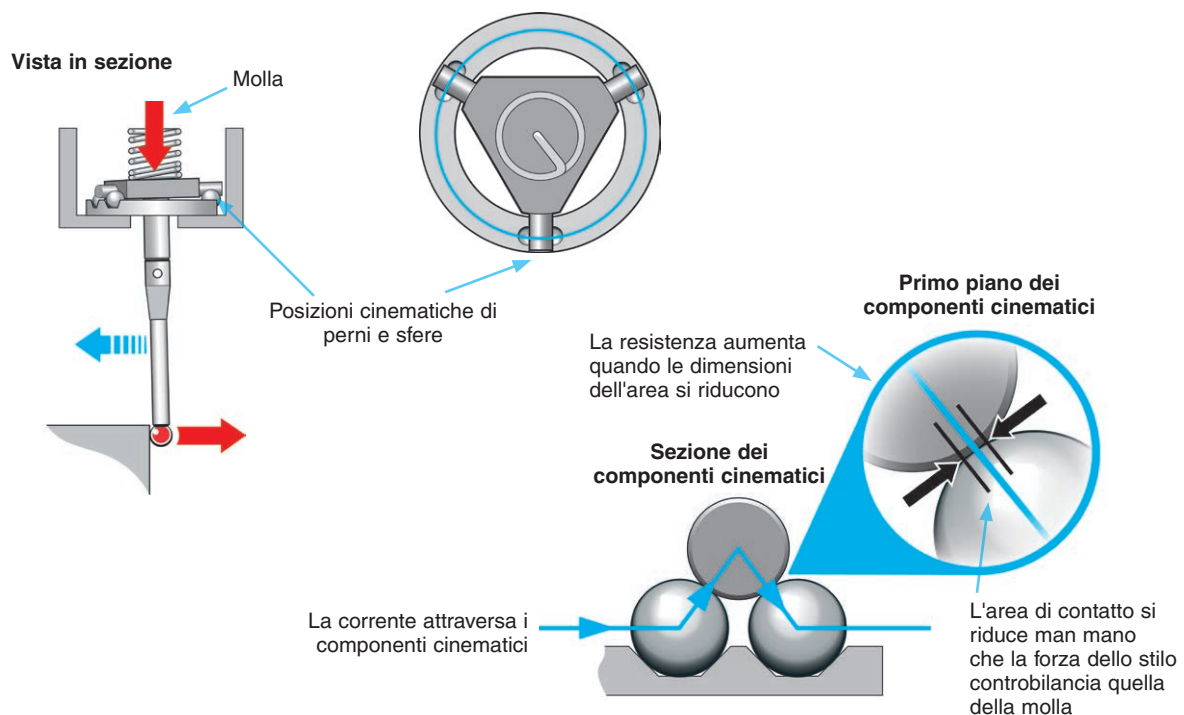
# Sonde con tecnologia convenzionale

## Sonde a cinematica resistiva

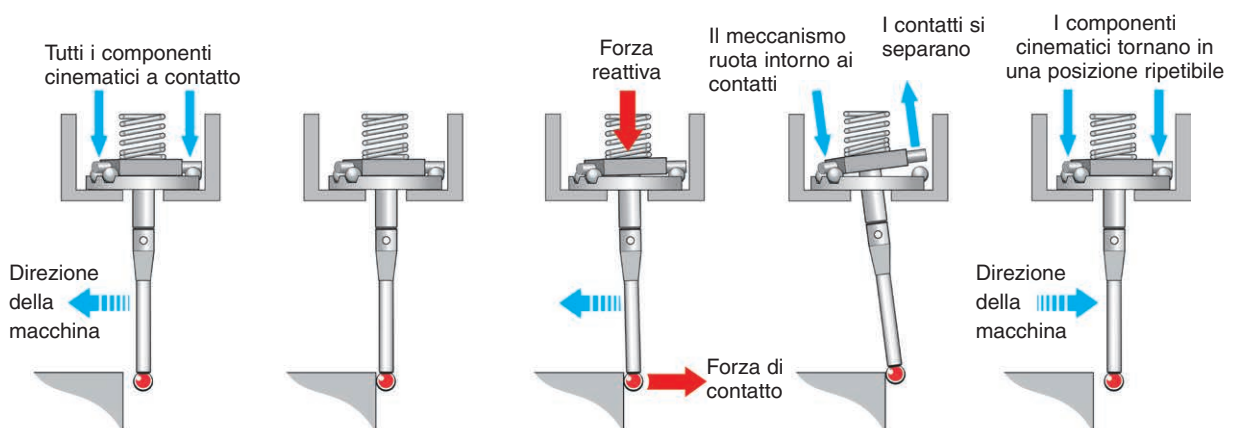
All'interno di una sonda a cinematica resistiva sono presenti tre perni equidistanti, posizionati su sei sfere in carburo di tungsteno per fornire sei punti di contatto in una posizione cinematica. Sfere e perni sono attraversati da corrente elettrica.

Quando lo stilo entra a contatto con il pezzo di lavoro, si deflette tramite un meccanismo a molla. Al momento del contatto con il pezzo, la forza esercitata sullo stilo allontana le sfere e i perni, riducendo le dimensioni delle aree di contatto e aumentando la loro resistenza elettrica. La sonda si attiva al raggiungimento di un determinato valore di soglia.

Quando lo stilo non è più a contatto del pezzo, il meccanismo torna alla posizione originale, con un'approssimazione di  $1 \mu\text{m } 2\sigma$ .

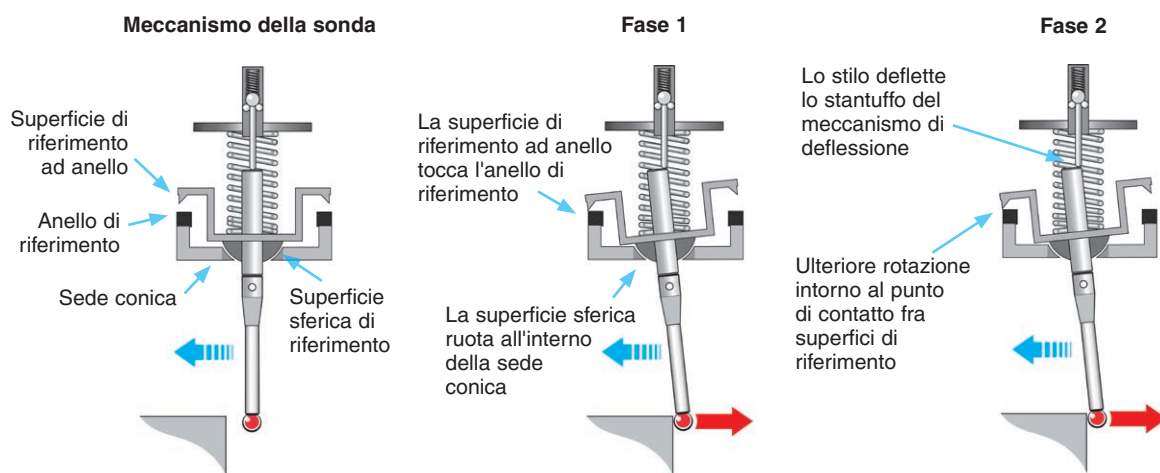


Di seguito vengono mostrate le fasi di deflessione di una sonda a cinematica resistiva. La ripetibilità del segnale elettrico e il riposizionamento meccanico del meccanismo sono elementi fondamentali per una metrologia affidabile.



## Altri tipi di sonde

Le sonde con alloggiamento sferico o con rotazione sono alternative frequentemente utilizzate. In teoria, questi design dovrebbero fornire una forza di deflessione uniforme sul piano XY. In realtà, le cose sono abbastanza diverse, perché l'uniformità dipende dalla precisione delle superfici della sfera e della sede conica e dal modo in cui queste due parti si accoppiano. Per tali ragioni, le forze di deflessione risultano estremamente variabili.



I principali svantaggi di questo design sono:

1. Lo stilo non ha una posizione unica, perché la relazione fra sfera e sede conica non limita tutti i gradi di libertà. Il meccanismo può ruotare e non è adatto agli stili a stella.
2. Il movimento libero del meccanismo può produrre una deflessione significativa dello stilo prima che la sonda si attivi.
3. Una forza di contatto particolarmente elevata fra stilo e pezzo di lavoro potrebbe lasciare un segno su quest'ultimo.

## Lobing della sonda

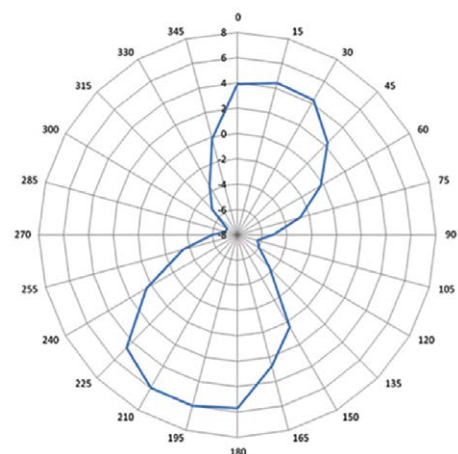
Il lobing è una caratteristica di tutte le sonde. È causato dalla flessione dello stilo e dal movimento del meccanismo della sonda prima che questa registri il contatto con una superficie. Pertanto dipende da:

- Lunghezza e rigidità dello stilo
- Forza richiesta per la generazione del segnale della sonda
- Direzione del contatto con la superficie
- Design del meccanismo della sonda

Tutte le sonde presentano un certo livello di lobing, il cui tracciato può assomigliare alla forma irregolare mostrata qui a fianco.

Nel caso delle misure a due assi, gli errori potenziali possono essere calibrati con relativa facilità. Tuttavia, nella misura a tre assi, gli errori di lobing sono maggiori o più complessi da compensare, soprattutto con alcune sonde convenzionali.

Tali errori sono significativi e possono avere un impatto negativo sull'accuratezza e sulla ripetibilità delle misure 3D.



Esempio di tracciato di lobing (solo X-Y) per sonde con sede sferica di tipo convenzionale

## Tecnologia RENGAGE™

Frutto di oltre dieci anni di progettazione, le sonde con tecnologia RENGAGE™ sono brevettate da Renishaw, e incorporano una tecnologia estensimetrica di provata affidabilità, con elettronica ultracomatta e un design meccanico di precisione per prestazioni e capacità che non temono rivali. Sono adatte per un'ampia gamma di applicazioni su macchine utensili e superano le limitazioni legate alle prestazioni 3D che affliggono molte altre sonde. I più recenti prodotti Renishaw che includono questo tipo di tecnologia sono MP250, OMP400, RMP400, OMP600 e RMP600.

I componenti estensimetrici sono posizionati su micro supporti progettati con estrema attenzione per renderli parte della struttura della sonda, lasciandoli contemporaneamente separati dal meccanismo cinematico. Sono disposti in modo da rilevare le tensioni su tutti gli assi e i loro output vengono combinati elettronicamente tramite alcuni algoritmi brevettati.

Quando si raggiunge la soglia di resistenza in una direzione qualsiasi, viene generato un segnale di trigger con forze decisamente inferiori rispetto , a quelle necessarie per le sonde convenzionali.





RENISHAW®  
RMP600

Dato che la rilevazione è completamente indipendente dal meccanismo della sonda, i dispositivi con tecnologia RENGAGE sono caratterizzati da bassa forza, elevata ripetibilità ed una caratteristica di comportamento costante, tutti fattori che non sono ottenibili con sonde dal design convenzionale.

La tecnologia RENGAGE permette di eliminare fino al 90% degli errori di lobing.

Nelle applicazioni a due assi, le sonde estensimetriche consentono di ridurre al minimo le operazioni di calibrazione. Tuttavia, è nelle applicazioni a tre assi e nelle misure di geometrie complesse che i vantaggi risultano particolarmente evidenti. In queste situazioni, infatti, le sonde dotate di tecnologia RENGAGE si rivelano assolutamente uniche.

Le sonde con tecnologia RENGAGE sfruttano il meccanismo cinematico sviluppato da Renishaw per riportare lo stilo nella posizione iniziale. Questo sistema vanta 30 anni di continui perfezionamenti e garantisce un ritorno ripetibile, elemento fondamentale per una metrologia accurata.

Gli ingegneri Renishaw sono fieri di sviluppare prodotti pensati appositamente per soddisfare le esigenze dei nostri clienti. Per Renishaw è fondamentale che i nostri dispositivi garantiscano prestazioni di eccellenza, che aiutino i clienti di realizzare prodotti di altissima qualità.





## Valutazione della tecnologia RENGAGE™

Gli ingegneri Renishaw sono fieri di sviluppare prodotti pensati appositamente per soddisfare le esigenze dei nostri clienti. Per Renishaw è fondamentale che i nostri dispositivi garantiscano prestazioni di eccellenza, che aiutino i clienti di realizzare prodotti di altissima qualità.

Renishaw si vanta di produrre sonde per macchine utensili che, grazie alla tecnologia RENGAGE™, assicurano prestazioni "inarrivabili". Insieme allo spirito di innovazione, la trasparenza è uno dei pilastri della cultura aziendale di Renishaw, che ha deciso di provare la veridicità di tale affermazione, testando la sonda OMP400 e confrontando i risultati con quelli di altre cinque sonde a contatto di altre marche (sonde "A", "B", "C", "D" ed "E"). Le sonde usate per il confronto sono versioni a bassa forza di sistemi di ispezione tradizionali oppure sonde ad alta accuratezza con caratteristiche speciali.

Per valutare in modo realistico le prestazioni delle varie sonde, Renishaw le ha sottoposte a un programma di test completo, incrementando il tempo di ritardo e ripetendo i test laddove necessario. In questo modo si sono ottenuti risultati idonei per la valutazione delle prestazioni.

# Test prestazionali delle sonde

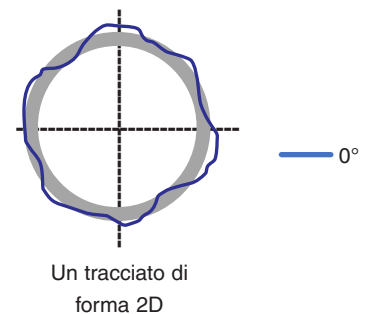
Per confrontare in modo affidabile le prestazioni delle sonde testate è indispensabile utilizzare una serie di metriche coerenti. Si è scelto di prendere in considerazione l'errore di forma 2D, l'errore di forma 3D, e la ripetibilità, perché sono caratteristiche prestazionali essenziali per garantire l'accuratezza dei prodotti.

## Prestazioni 2D

Le prestazioni 2D sono state misurate calcolando l'errore di forma di un elemento 2D.

In questo test si è calcolato il raggio di una sfera calibrata misurando una serie di punti lungo il suo equatore. La differenza fra il raggio minimo e quello massimo, misurati utilizzando tali punti, costituisce l'errore di forma 2D.

Dato che le dimensioni della sfera sono note con precisione, l'errore di forma deve essere necessariamente generato dalla sonda. Quanto più basso risulta l'errore di forma 2D tanto migliori saranno le prestazioni 2D della sonda.



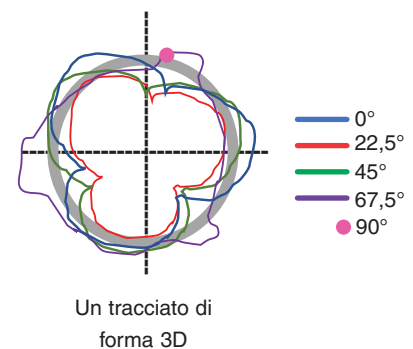
## Prestazioni 3D

Oggi le lavorazioni multiasse sono diventate estremamente comuni, pertanto l'affidabilità delle misure 3D è un fattore sempre più importante.

Le prestazioni 3D vengono misurate trovando l'errore di forma di un elemento con dimensioni X, Y e Z. Quanto più basso risulta il valore dell'errore di forma 3D tanto migliori saranno le prestazioni 3D della sonda.

Per definire l'errore di forma 3D, durante il test è stato calcolato il raggio di una sfera calibrata, misurando i punti su quattro diverse altezze e sul polo.

La differenza fra il raggio minimo misurato e quello massimo costituisce l'errore di forma 3D.



## Ripetibilità

In questo test, per ripetibilità si intende la capacità della sonda di riprodurre una misura con condizioni costanti. Si tratta di un dato spesso riportato nelle schede tecniche delle sonde. Un valore basso indica una migliore ripetibilità.

La ripetibilità è diversa dall'accuratezza che indica invece la differenza fra il valore misurato e quello reale.



Il test prestazionale prevede la misura di una sfera calibrata di Ø25 mm su vari angoli, con diverse velocità e stili differenti, per ottenere dati sull'errore di forma 2D, l'errore di forma 3D, e la ripetibilità.

Durante l'esecuzione del test sono stati seguiti i criteri di best practice definiti nello standard ISO 230-10. Per lo svolgimento del test si è scelto di utilizzare un centro di lavoro verticale, a 3 assi, di fascia media (sia come costo, sia come accuratezza), con un controllo Siemens 828D.

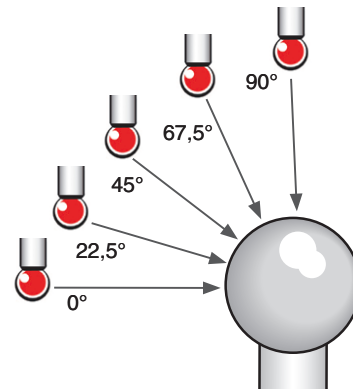
Il test prevedeva le seguenti fasi:

### Punti misurati su una sfera

Nel corso del test sono stati rilevati 145 punti, con incrementi di 2,5°, misurati con orientamento normale rispetto alla superficie, a 0°, 22,5°, 45° e 67,5°. Un punto è stato misurato anche sul polo della sfera.

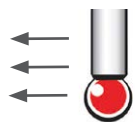
I punti a 0° sono stati usati per calcolare l'errore di forma 2D. Per il calcolo dell'errore di forma 3D si sono utilizzati invece tutti i punti.

La ripetibilità è stata valutata misurando ciascun punto 25 volte.

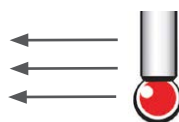


### Velocità di avanzamento diverse

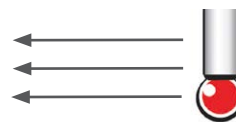
Il test è stato eseguito più volte, con varie velocità: 30 mm/min, 600 mm/min e 2000 mm/min.



30 mm/min



600 mm/min



2000 mm/min

### Stili di varie lunghezze

In ciascuna sonda è stato installato prima uno stilo da 50 mm e successivamente uno da 200 mm. Entrambi gli stili sono stati usati per misurare i punti sulla sfera con le diverse velocità.

In base alle specifiche documentate, tutte le sonde sottoposte al test sono compatibili con stili da 50 mm, mentre lo stilo da 200 mm è consigliato solo per OMP400 e la sonda "A". Lo stilo da 200 mm è il più lungo fra quelli consigliati per tutte le sonde con tecnologia RENGAGE™.



50 mm



200 mm

### Condizioni di lavoro realistiche

Tutti i test si sono svolti in presenza di liquidi. La sfera veniva lubrificata con refrigerante, per simulare le condizioni tipiche di un vero scenario produttivo.

## Risultati dei test di valutazione

La sonda OMP400 con tecnologia RENGAGE™ ha fornito complessivamente i risultati migliori, per errore di forma 2D, errore di forma 3D e ripetibilità.

Anche se OMP400 è stata l'unica sonda con tecnologia RENGAGE ad essere sottoposta al test, la presenza di elementi di design comuni a tutti i modelli consente di ritenere che i risultati siano validi per tutti i dispositivi dotati della tecnologia RENGAGE.

In alcuni casi, le prestazioni delle altre sonde disponibili in commercio sono risultate simili a quelle di OMP400, tuttavia, se si osservano i risultati nel loro complesso, solo la sonda Renishaw con tecnologia RENGAGE garantisce prestazioni costanti di alto livello.

Per chi cerca prestazioni di eccellenza e velocità elevate in qualsiasi condizione di lavoro, durante la misura di elementi prismatici e a forma libera e con stili corti e lunghi, una sonda Renishaw con tecnologia RENGAGE è la scelta più logica e sicura.

**RENISHAW**   
**OMP400**

**RENGAGE™** 3D technology

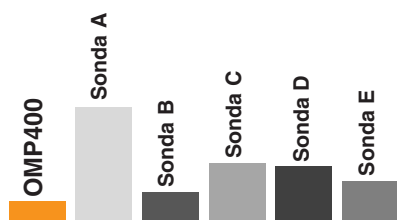


SERIAL No 7T4991

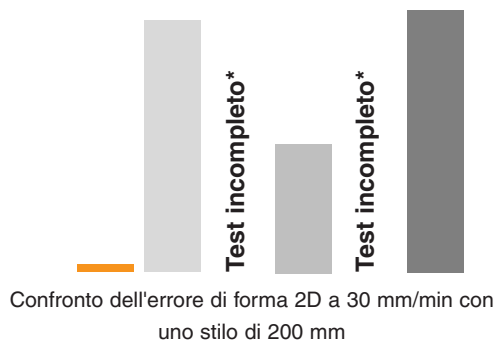
La sonda OMP400 con tecnologia RENGAGE™ ha fornito complessivamente i risultati migliori, per errore di forma 2D, errore di forma 3D e ripetibilità.



## Errore di forma 2D



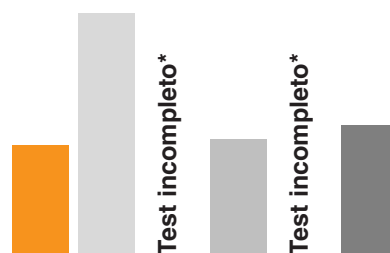
Confronto dell'errore di forma 2D a 30 mm/min con uno stilo di 50 mm



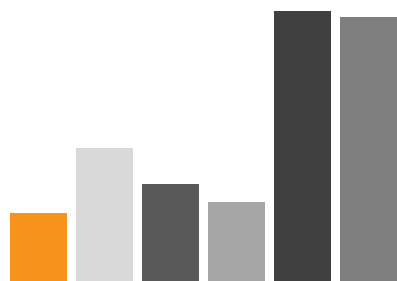
Confronto dell'errore di forma 2D a 30 mm/min con uno stilo di 200 mm



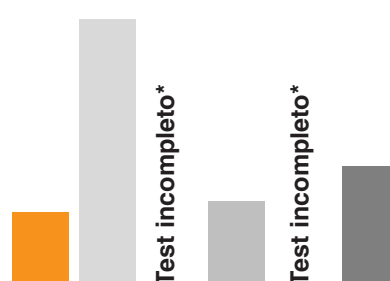
Confronto dell'errore di forma 2D a 600 mm/min con uno stilo di 50 mm



Confronto dell'errore di forma 2D a 600 mm/min con uno stilo di 200 mm



Confronto dell'errore di forma 2D a 2000 mm/min con uno stilo di 50 mm



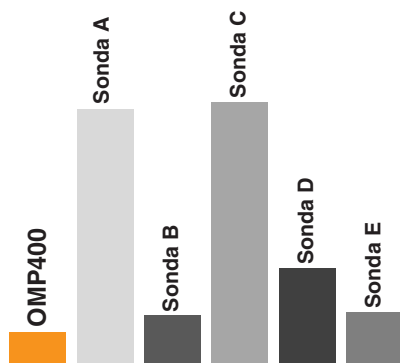
Confronto dell'errore di forma 2D a 2000 mm/min con uno stilo di 200 mm

\* Le sonde B e D non sono riuscite a completare il test con lo stilo da 200 mm. Tuttavia, le specifiche di queste sonde non prevedono l'uso di stili da 200 mm.

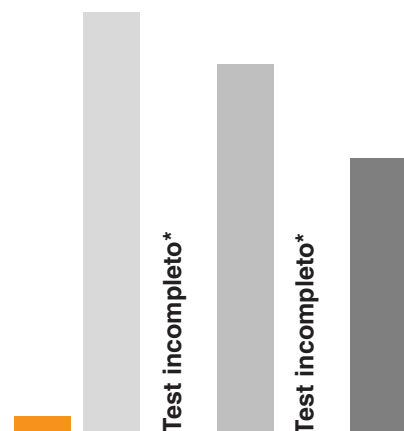


A qualsiasi velocità e con stili da 50 mm e 200 mm, la sonda Renishaw OMP400 con tecnologia RENGAGE™ genera l'errore di forma 2D più basso.

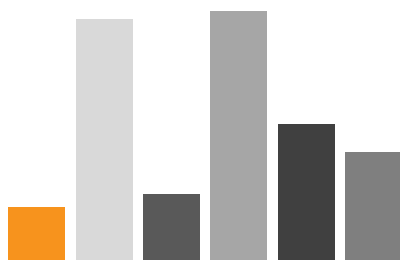
## Errore di forma 3D



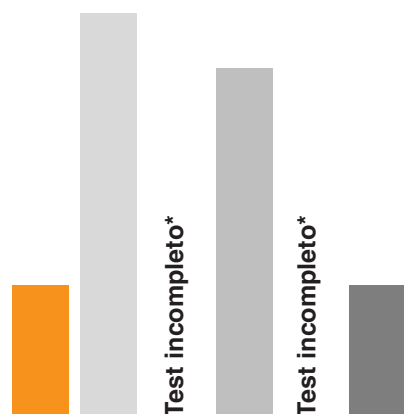
Confronto dell'errore di forma 3D a 30 mm/min con uno stilo di 50 mm



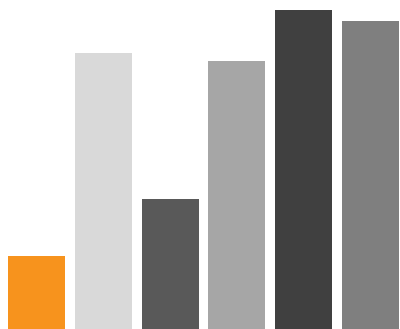
Confronto dell'errore di forma 3D a 30 mm/min con uno stilo di 200 mm



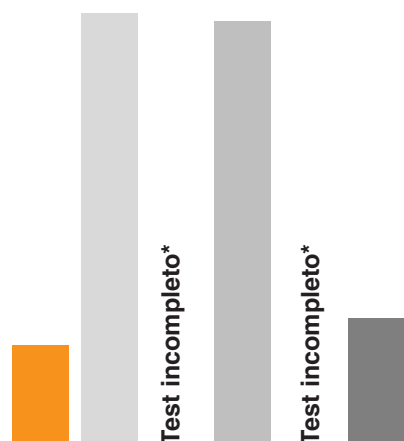
Confronto dell'errore di forma 3D a 600 mm/min con uno stilo di 50 mm



Confronto dell'errore di forma 3D a 600 mm/min con uno stilo di 200 mm



Confronto dell'errore di forma 3D a 2000 mm/min con uno stilo di 50 mm

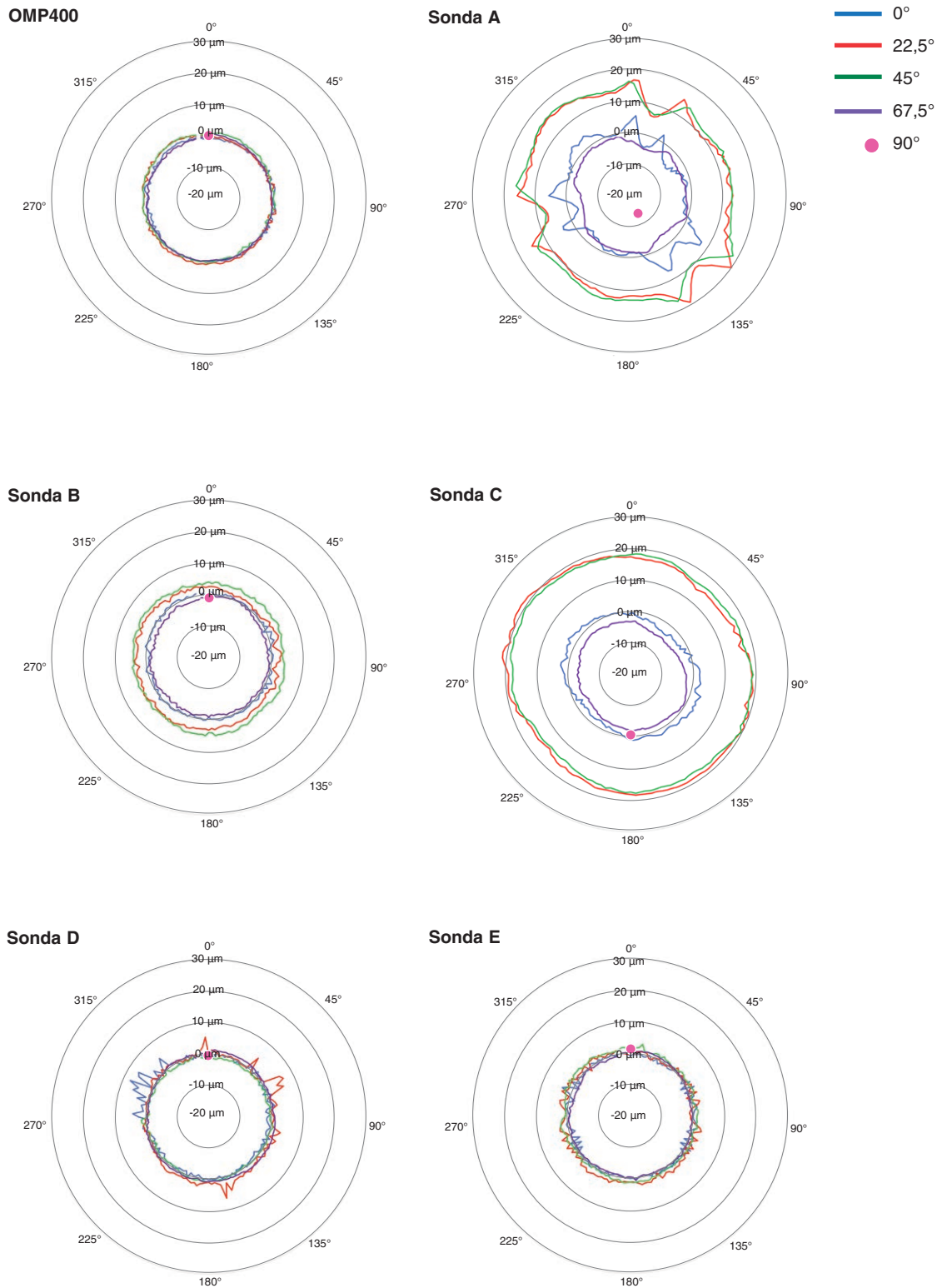


Confronto dell'errore di forma 3D a 2000 mm/min con uno stilo di 200 mm

\* Le sonde B e D non sono riuscite a completare il test con lo stilo da 200 mm. Tuttavia, le specifiche di queste sonde non prevedono l'uso di stili da 200 mm.

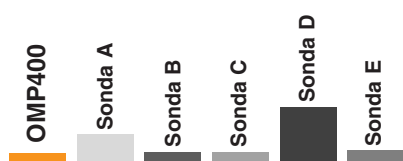


A qualsiasi velocità e con stili da 50 mm e 200 mm, la sonda Renishaw OMP400 con tecnologia RENGAGE™ genera l'errore di forma 3D più basso.

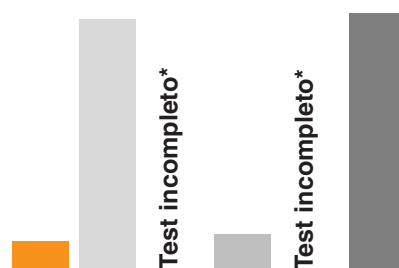


## Ripetibilità

A qualsiasi velocità e con stili da 50 mm e 200 mm, la ripetibilità delle sonde Renishaw OMP400 con tecnologia RENGAGE™ risulta migliore o quantomeno uguale a quella delle altre sonde in commercio.



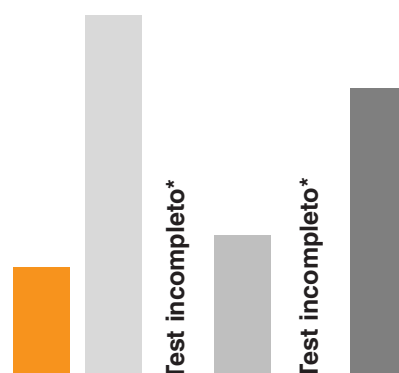
Confronto di ripetibilità a 30 mm/min con uno stilo di 50 mm.



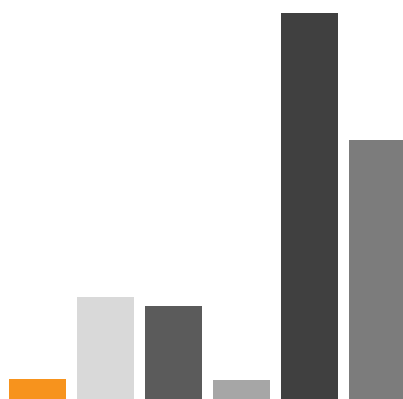
Confronto di ripetibilità a 30 mm/min con uno stilo di 200 mm.



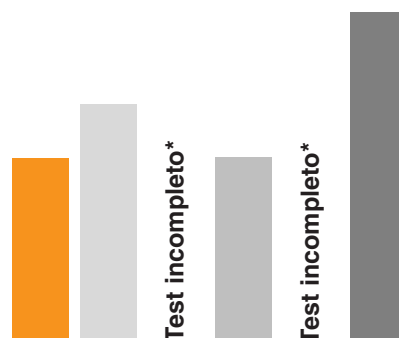
Confronto di ripetibilità a 600 mm/min con uno stilo di 50 mm.



Confronto di ripetibilità a 600 mm/min con uno stilo di 200 mm.



Confronto di ripetibilità a 2000 mm/min con uno stilo di 50 mm.

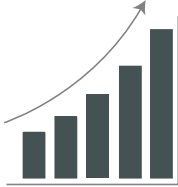


Confronto di ripetibilità a 2000 mm/min con uno stilo di 200 mm.

\* Le sonde B e D non sono riuscite a completare il test con lo stilo da 200 mm. Tuttavia, le specifiche di queste sonde non prevedono l'uso di stili da 200 mm.

## I vantaggi delle ispezioni con Renishaw

Ottimizzazione dei processi di taglio



Certezza di ottenere "pezzi perfetti al primo tentativo".

Riduzione di scarti e rilavorazioni



L'impostazione dei pezzi risulta dieci volte più rapida rispetto ai metodi manuali.

Risparmio di tempo e denaro



Massima affidabilità e accuratezza nella produzione di pezzi.

Per fare fronte alle necessità prestazionali dei nostri prodotti, ci troviamo a fabbricare pezzi sempre più piccoli e complessi, che devono garantire la massima accuratezza, con tolleranze non superiori a 1 µm. Per tale ragione, l'affidabilità delle impostazioni e delle misure risulta un fattore chiave per i nostri processi produttivi ed è stata il motivo principale per cui abbiamo scelto la tecnologia RENGAGE™.

Flann Microwave (Regno Unito)

## I vantaggi di affidarsi a Renishaw



Renishaw è rinomata per il suo eccellente servizio di assistenza, svolto tramite una rete di oltre 70 uffici, distribuiti in tutto il mondo.

Assistenza tecnica



Renishaw fornisce assistenza a tutti i suoi clienti, in qualunque parte del mondo si trovino.

Assistenza e aggiornamenti



L'ampia varietà dei nostri contratti di assistenza permette ad ogni utente di personalizzare il servizio in base alle proprie esigenze.

Formazione



Offriamo corsi di formazione standard e personalizzati per soddisfare ogni esigenza.

Ricambi e accessori



È possibile richiedere preventivi o acquistare ricambi e accessori Renishaw tramite un servizio online disponibile tutti i giorni, 24 ore su 24.

## Informazioni su Renishaw

Renishaw è leader mondiale nel settore delle tecnologie di precisione, con una riconosciuta tradizione di sviluppo e produzione di prodotti innovativi. La società, fondata nel 1973, ha sempre sviluppato prodotti all'avanguardia in grado di migliorare la produttività, ottimizzare i processi e fornire soluzioni di automazione che offrono notevoli vantaggi economici.

Un'ampia rete di filiali e distributori garantisce un'eccezionale servizio di assistenza per i clienti.

### I nostri prodotti:

- Tecnologie di produzione additiva, vacuum casting per applicazioni di progettazione, prototipazione e produzione
- Sistemi CAD/CAM per la scansione, fresatura e produzione di strutture dentali
- Encoder per feedback di posizione lineare, angolare e rotativo ad elevata accuratezza
- Attrezzature di fissaggio per CMM e calibri flessibili
- Sistemi per la misura comparativa di pezzi lavorati
- Sistemi di misura e monitoraggio laser ad alta velocità per utilizzo in ambienti estremi
- Sistemi laser e ballbar per la misura delle prestazioni e la calibrazione delle macchine
- Dispositivi medici per applicazioni neurochirurgiche
- Sistemi di ispezione e software per l'impostazione dei lavori, presetting utensili e ispezione dei pezzi su macchine CNC
- Sistemi di spettroscopia Raman per analisi non distruttive dei materiali
- Sistemi di misura e software per le macchine CMM
- Stili per applicazioni di ispezione su CMM e macchine utensili

Per maggiori dettagli su Renishaw nel mondo, visita il sito Web [www.renishaw.it/contattateci](http://www.renishaw.it/contattateci)



RENISHAW HA COMPIUTO OGNI RAGIONEVOLE SFORZO PER GARANTIRE CHE IL CONTENUTO DEL PRESENTE DOCUMENTO SIA CORRETTO ALLA DATA DI PUBBLICAZIONE, MA NON RILASCIA ALCUNA GARANZIA CIRCA IL CONTENUTO NE LO CONSIDERA VINCOLANTE. RENISHAW DECLINA OGNI RESPONSABILITÀ, DI QUALSIVOGLIA NATURA, PER QUALSIASI INESATTEZZA PRESENTE NEL DOCUMENTO.

© 2019 Renishaw plc. Tutti i diritti riservati.

Renishaw si riserva il diritto di apportare modifiche alle specifiche senza preavviso.

RENISHAW e il simbolo della sonda utilizzato nel logo RENISHAW sono marchi registrati di Renishaw plc nel Regno Unito e in altri paesi.

apply innovation, nomi e definizioni di altri prodotti e tecnologie Renishaw sono marchi registrati di Renishaw plc o delle sue filiali.

Tutti gli altri nomi dei marchi e dei prodotti utilizzati in questo documento sono marchi commerciali o marchi registrati dei rispettivi proprietari.



H - 2000 - 3543 - 02

Codice: H-2000-3543-02

Pubblicato: 02.2019