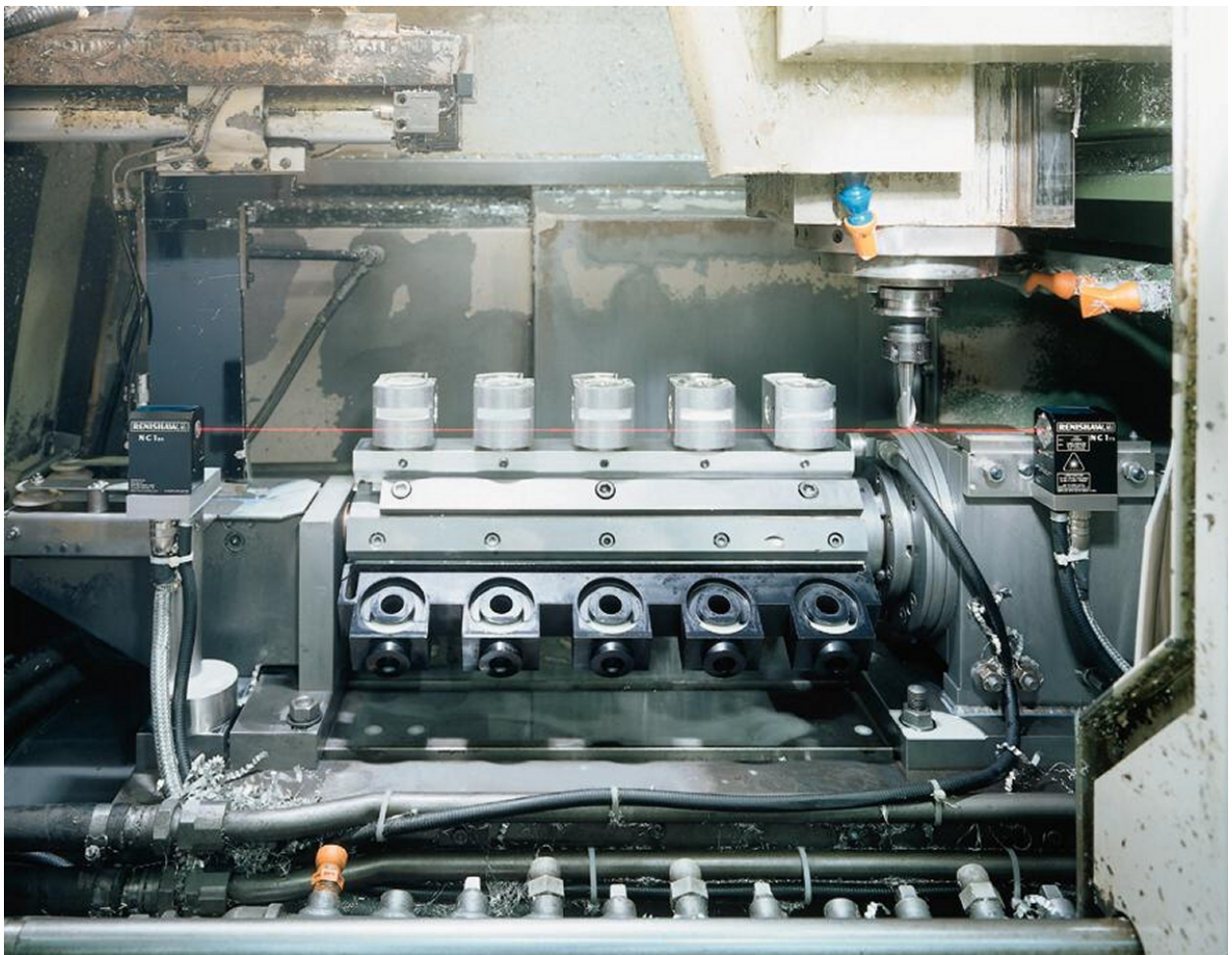


Definición de los sistemas de reglaje de herramientas sin contacto



© 2003 - 2008 Renishaw plc. Reservados todos los derechos.

Renishaw® es una marca comercial registrada de Renishaw plc.

Este documento no puede copiarse o reproducirse en su totalidad o en parte, o transferirlo a cualquier otro medio de comunicación o idioma, bajo ningún concepto, sin la autorización previa y por escrito de Renishaw.

La publicación de material en este documento no implica la exención de los derechos de patente de Renishaw plc.

Descargo de responsabilidades

RENISHAW HA TOMADO TODAS LAS MEDIDAS NECESARIAS PARA GARANTIZAR QUE EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SEA CORRECTO Y PRECISO EN LA FECHA DE LA PUBLICACIÓN, SIN EMBARGO, NO OFRECE NINGUNA GARANTÍA NI DECLARACIÓN EN RELACIÓN CON EL CONTENIDO. RENISHAW EXCLUYE LAS RESPONSABILIDADES LEGALES, COMO QUIERA QUE SURJAN, POR LOS ERRORES CONTENIDOS EN ESTE DOCUMENTO.

Marcas comerciales

Todas las marcas y nombres de producto usados en este documento son nombres comerciales, marcas de servicio, marcas comerciales, o marcas comerciales registradas de sus respectivos dueños.

Índice

1	FACTORES QUE AFECTAN A LA PRECISIÓN	4
1.1	Alineación del haz del láser con el eje de la máquina.	4
1.1.1	Error de los ejes X/Y	4
1.1.2	Error del eje Z – Medición en la línea central de la herramienta	5
1.1.3	Error del eje Z – Medición con una compensación radial	5
1.2	Medición en cualquier punto del haz	6
1.3	Diámetro efectivo del haz	6
1.4	Tamaño mínimo de herramienta.....	6
1.5	Velocidad del husillo / velocidad de respuesta	7
1.6	Perfil de herramienta	8
1.7	Avance por revolución	8
1.8	Limpieza de la herramienta	9
1.9	Cambios de geometría durante el funcionamiento	9
1.10	Elevación del husillo	10
1.11	Turbulencias en el haz láser.....	10
2	BUENAS PRÁCTICAS PARA REDUCIR LOS ERRORES DE MEDICIÓN.....	11
2.1	Alineación del sistema – sistemas separados	11
2.2	Método óptimo para obtener la máxima precisión	12
2.3	Reglaje de herramientas utilizando una referencia estándar sencilla	14
2.4	Definición de la longitud de una herramienta de calibrado	15
2.5	Estudio.....	16
2.6	Rendimiento del producto.....	17

1 FACTORES QUE AFECTAN A LA PRECISIÓN

1.1 Alineación del haz del láser con el eje de la máquina.

Un sistema mal alineado generará errores de medición durante el reglaje de herramienta. Al analizar un centro de mecanizado vertical o VMC, hay que considerar el error relativo de los ejes X/Y y Z. El error relativo de los ejes X/Y es importante para medir herramientas de distinto diámetro. El error relativo del eje Z es importante para medir la longitud de herramientas de distinto diámetro en la línea central de la herramienta. Los diagramas siguientes muestran la forma de valorar estos errores.

1.1.1 Error de los ejes X/Y

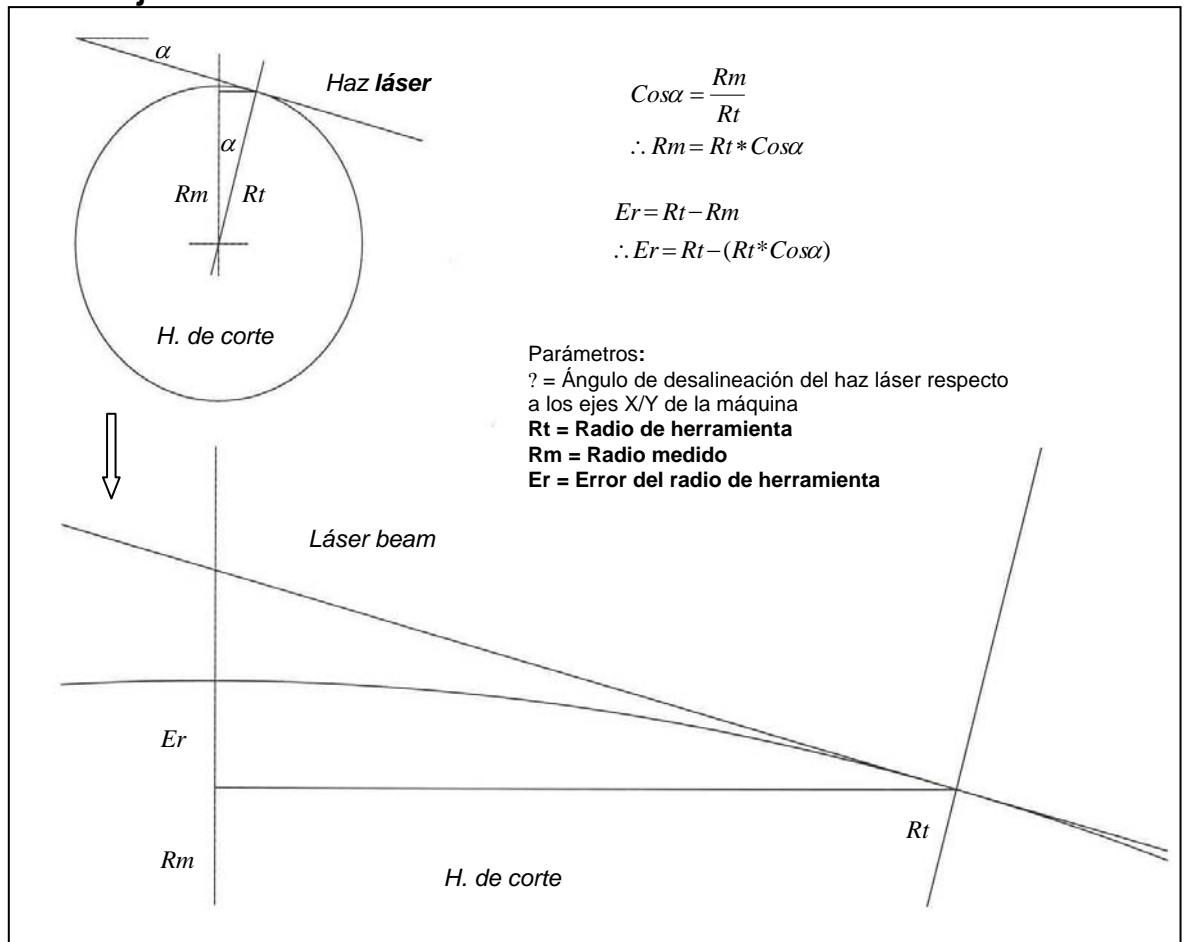


Figura 1.1a

Se recomienda una alineación del eje X/Y con un valor inferior a 1 mm por cada 100 mm.

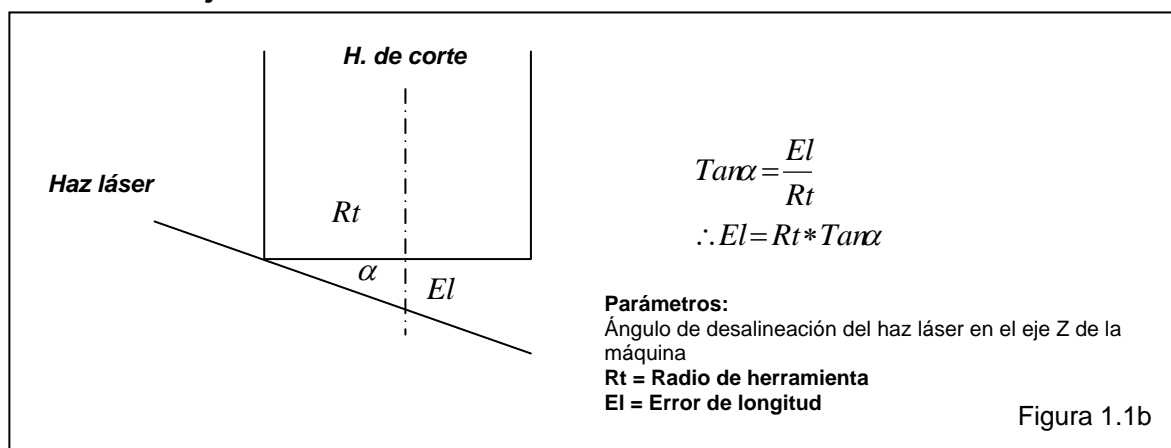
Por ejemplo, si el diámetro máximo de herramienta utilizado es de 100 mm, el error respectivo sería:

$$Er = Rt - (Rt * \cos\alpha)$$

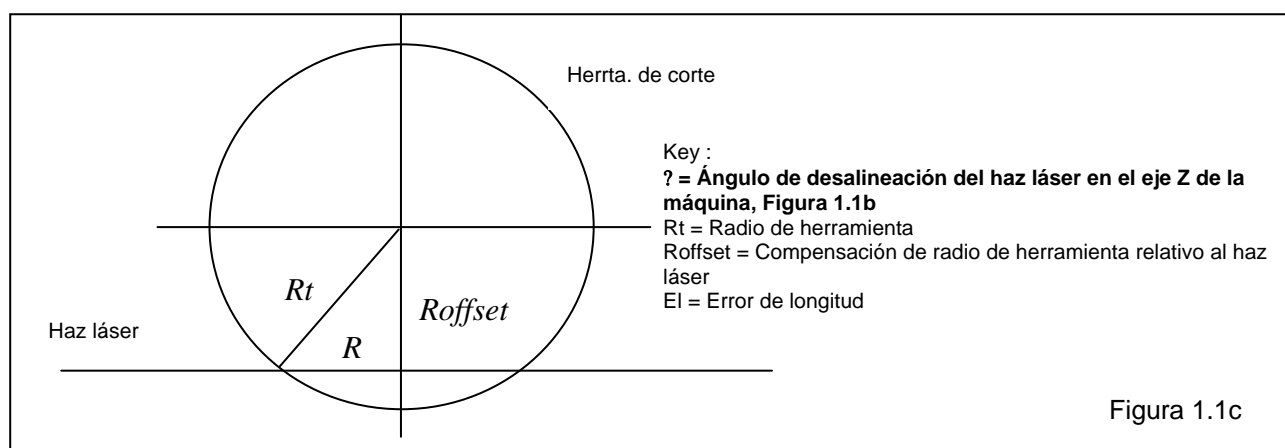
$$Er = 50 - (50 * \cos 0.573)$$

$$Er = 2.5 \mu m$$

1.1.2 Error del eje Z – Medición en la línea central de la herramienta



1.1.3 Error del eje Z – Medición con una compensación radial



En cálculos anteriores, Ref Fig1.1b, el error de longitud durante una medición en el centro se expresaba así:

$$El = R_t * \tan \alpha$$

Cuando se utiliza una compensación radial, Rt se sustituye por R, donde:

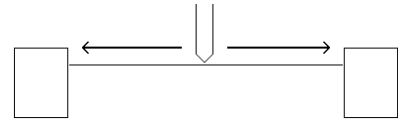
$$R = \sqrt{R_t^2 - R_{offset}^2}$$

$$\text{Entonces } El = \tan \alpha \sqrt{R_t^2 - R_{offset}^2}$$

Puede verse que, dado que Roffset tiende a Rt, el error de longitud, El tiende a cero. Por tanto, siempre que sea posible, las herramientas que se van a medir en longitud deben incorporar una compensación radial. La compensación radial debe estar ligeramente dentro del radio de la punta de la herramienta, por ejemplo, radio de herramienta: 1.0 mm

1.2 Medición en cualquier punto del haz

Una herramienta puede medirse en cualquier parte del recorrido de haz láser entre el transmisor y el receptor, ya que el sistema es repetible en cualquier posición. La precisión varía si las herramientas se miden en posiciones distintas al punto de calibrado. Esta variación se debe a la difracción de la luz, puesto que la herramienta oscurece el haz láser.



Se recomienda elegir una posición desde la que se puedan realizar todas las mediciones y, a continuación, calibrar el sistema desde ese punto.

1.3 Diámetro efectivo del haz

Los sistemas de reglaje de herramientas sin contacto Renishaw utilizan un MicroHole™ que proporciona protección continua a las ópticas y controla el perfil y el tamaño del haz láser. A medida que el haz láser atraviesa el MicroHole™ del transmisor, el haz se desvía ligeramente debido a la dispersión de la luz. En consecuencia, el haz láser aumenta progresivamente su tamaño hasta alcanzar el MicroHole™ en el receptor. En este momento, una pequeña sección del centro del haz láser incide sobre el fotodiodo del receptor. En un sistema NC1, esto supone 0.4 mm de diámetro. Por lo tanto, el tamaño de haz láser visible por el ojo humano no es una parte representativa del haz utilizado para medir o detectar la herramienta.

1.4 Tamaño mínimo de herramienta

El cálculo de precisión aquí es complejo, ya que es necesario considerar la geometría de la herramienta y la convergencia o divergencia del haz transmisor. Hay dos factores principales que afectan al tamaño mínimo de herramienta que pueden medirse con los sistemas de detección y reglaje de herramientas sin contacto Renishaw.

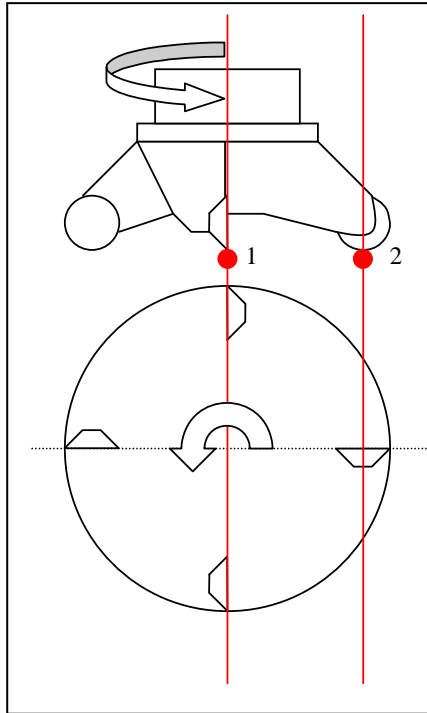
El receptor emitirá un disparo cuando su potencia incidente caiga por debajo del 50%. Esto puede conseguirse con una herramienta pequeña de la siguiente manera:

- i) Cerrar el transmisor y oscurecer un 50% del grueso del haz, o bien
- ii) Cerrar suficientemente el receptor hasta producir una sombra nítida con un 50% del grueso del MicroHole™ del receptor.

En la Sección 2.5, puede obtener más detalles sobre los resultados de un estudio en el que se determina el tamaño mínimo de herramienta que se puede medir o detectar mediante los distintos sistemas sin contacto Renishaw y las separaciones de funcionamiento.

1.5 Velocidad del husillo / velocidad de respuesta

Los circuitos electrónicos de los sistemas de reglaje de herramientas sin contacto tienen una velocidad de respuesta limitada. Las herramientas de diámetros grandes accionadas mediante husillos a alta velocidad producen velocidad de la punta muy altas. Si la velocidad de la punta es lo suficientemente alta, puede no 'ser vista' por los sensores electrónicos, en consecuencia, la herramienta deberá seguir avanzando hacia el haz láser para poder ser detectada.



El tiempo que una punta permanece dentro del haz láser se reduce a medida que aumenta la velocidad del husillo. Observando la Figura 1.4a, puede afirmarse también que con una velocidad constante del husillo, las herramientas medidas con una compensación radial, p.ej., en la posición 2, permanecen más tiempo en el haz que las herramientas medidas en el centro, p.ej., en la posición 1. (Medición de longitud)

La Figura 1.4b muestra los resultados de un VMC en el que se ha medido la longitud de una fresa de planear de 80 mm a distintas velocidades del husillo. La herramienta se ha medido en la posición 1 y posición 2.

Como puede observarse midiendo la posición 2, es decir, desplazada del centro, la velocidad del husillo no ha alterado la medición de la longitud.

Para la longitud de herramienta, se mide lo más alejado del centro posible, pero dentro de cualquier posible radio de la punta.

Figura 1.4a

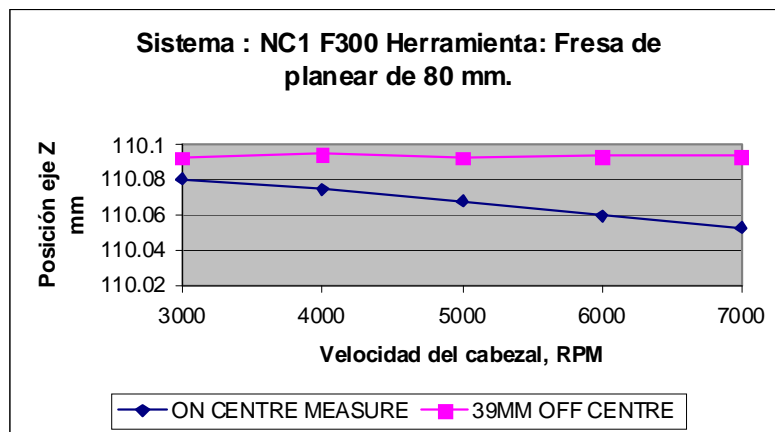


Figura 1.4b

Se recomienda, por tanto, que las herramientas con aristas cortantes o inserciones situadas fuera del centro de la línea central del husillo se midan fuera del centro para que no se vea afectada la precisión.

Factores como la geometría de la punta de la herramienta influyen también en la precisión de la medición. Consulte las secciones 1.10 y 2.2 para obtener ayuda sobre cómo determinar la precisión de una herramienta concreta considerando estos factores.

1.6 Perfil de herramienta

Para producir un disparo, el nivel de la luz en el receptor debe situarse por debajo de un umbral predeterminado. Al medir la longitud de las herramientas, si éstas tienen una terminación plana, el disparo se produce al tocar la base de la herramienta la línea central del haz láser (se omite la difracción del haz láser en su interacción con la herramienta y se presupone un umbral de disparo del 50%).

Si la herramienta y la geometría no es plana, el cruce del umbral debe realizarse en algún punto por debajo de la línea central. Véase la Figura 1.5a / b.

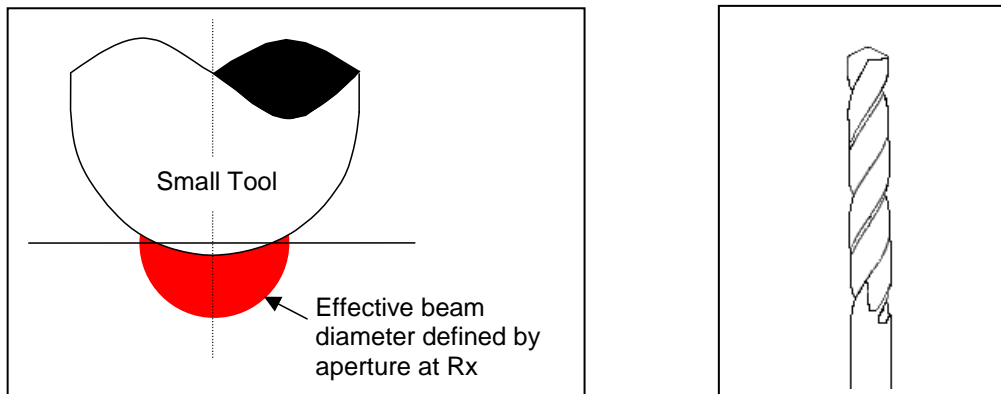


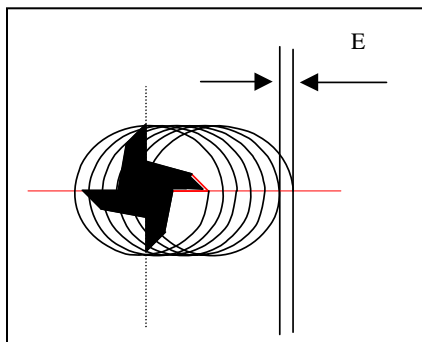
Figura 1.5a – Punta esférica Figura 1.5b – Broca de trabajo

Si se necesita una precisión alta en este tipo de herramientas, será necesario establecer valores de experiencia individuales. En este tipo de herramientas se medirá obviamente la longitud con una compensación radial cero.

Nota: Consulte la sección 2.2 para ver la descripción de los valores experiencia.

1.7 Avance por revolución

En la medición de herramientas giratorias, se introduce un error relacionado con la velocidad y el avance del husillo.



La herramienta debe girar de forma que todos sus dientes estén situados en el haz dentro del error permitido, ya que un diente puede ser mayor que otro.

Por ejemplo:

Error permitido (E):	0.001 mm
Velocidad del husillo (S):	3,000 Min-1
Avance calculado (F):	$F = E \times S$
	$F = 0.001 \times 3,000$
	$= 3 \text{ mm/min}$

Figura 1.6

La velocidad predeterminada en el software Renishaw es de 3.000 r.p.m. con una velocidad de avance de 2µm por revolución.

1.8 Limpieza de la herramienta

La precisión y la repetibilidad puede verse alterada si quedan restos de viruta o refrigerante en la punta de la herramienta. La diferencia de longitud entre una herramienta seca y otra húmeda puede ser de hasta 100 micras. Esta variación de longitud se debe a la película de refrigerante que se forma en la herramienta. El diámetro puede verse también afectado.

Las herramientas deben estar limpias de viruta y secas antes de iniciar la rutina de medición. Las rutinas de inspección sin contacto estándar de Renishaw giran la herramienta antes de iniciar el ciclo de inspección para reducir las posibilidades de obtener una medición errónea. En algunas aplicaciones es conveniente disponer de un chorro de aire para limpiar la herramienta antes de iniciar la inspección.

1.9 Cambios de geometría durante el funcionamiento

La dilatación térmica de la Máquina-Herramienta es un factor a tener en cuenta al examinar la consistencia de las mediciones pasado un plazo de tiempo. Tenga en cuenta lo siguiente:

- Estabilidad ambiental – La apertura de puertas y ventanas y los cambios de temperatura afectan a la estabilidad del sistema.
- Dilatación de la máquina – El calor generado dentro de los rodamientos de bolas y el husillo puede alterar la precisión y la estabilidad de la medición. Si la máquina ha estado parada durante un tiempo, espere a que se complete el ciclo de calentamiento antes de iniciar las mediciones.
- Deformación de la mesa de la máquina – Al sujetar las piezas de trabajo en la mesa de la máquina, pueden producirse deformaciones debido a las fuerzas aplicadas.

La Figura 1.8 muestra cómo la posición del eje Z varía en el plazo de unos minutos, debido a la expansión térmica del husillo. La medición corresponde a la longitud de una fresa de ranurado de 10 mm en una máquina VMC con una unidad de reglaje de herramientas sin contacto.

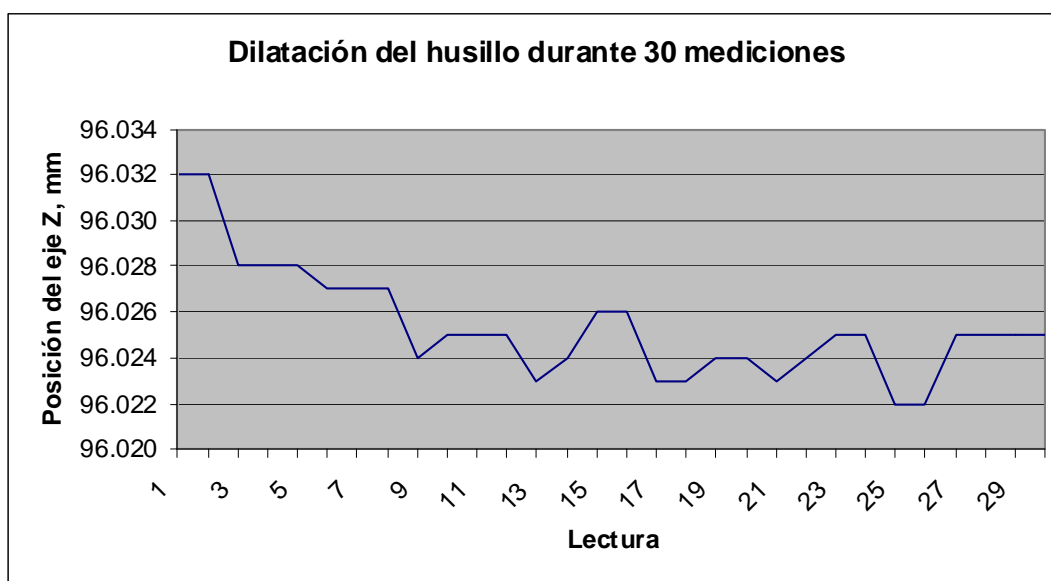


Figura 1.8

Si las mediciones de diámetro se toman desde ambos lados de la herramienta, no se aprecian los efectos de los pequeños movimientos. Se presupone que las mediciones de inspección en Y+ e Y- se desplazan con los mismos incrementos produciendo un diámetro constante.

1.10 Elevación del husillo

Algunos diseños de husillos y conos son proclives a un efecto denominado elevación del husillo. Este efecto se debe a las fuerzas centrípetas que alteran la posición de la punta de la herramienta. Es decir, a altas velocidades del husillo, la herramienta se retrae más hacia arriba en el husillo. Esto se debe a dos motivos conocidos: en primer lugar, el cono ISO se puede expandir y las fuerzas del tirante hacen que el cono se vaya introduciendo en el husillo. El segundo es debido al movimiento de la unidad del husillo. Siempre que sea posible, la herramienta debe medirse a una velocidad similar a la que se va a utilizar.

En herramientas utilizadas a velocidades de husillo muy altas, puede ser necesario determinar la magnitud de la elevación del husillo. Como se ha explicado anteriormente, debe considerarse la velocidad de respuesta cuando se utilizan altas velocidades de husillo. Puede adoptarse el procedimiento siguiente para determinar la magnitud de la elevación:

- Coloque un pasador sólido cilíndrico con base plana en el husillo. El pasador debe tener la base plana, de forma que la velocidad de respuesta no sea uno de los factores.
- Mida la longitud del pasador a la velocidad a la que se medirán todas las herramientas en la unidad de reglaje de herramientas sin contacto, aprox. 3.000 r.p.m. A continuación, mida el pasador a la velocidad a la que se utilizará la herramienta para cortar el material. Es decir, superior a 3.000 r.p.m.
- La diferencia de los dos valores es el valor de elevación del husillo, es decir, la diferencia de la posición del eje Z en la punta de la herramienta. También se incluyen factores como la geometría de la punta de la herramienta y la velocidad de respuesta del sistema. En las herramientas utilizadas con esta velocidad de corte es necesario corregir los valores de experiencia con esta cantidad.

La Figura 1.9 muestra el movimiento Z del husillo en un VMC concreto durante el calibrado de una herramienta sólida en una serie de velocidades del husillo. Se muestran las posiciones de la herramienta del cono y la cara. Cada máquina precisa unos valores distintos, no utilice los valores mostrados a continuación.

RPM	Sólo cono	Error, mm	Cara y cono	Error, mm
3000	137.292	N/P.	137.293	N/P.
5000	137.289	-0.003	137.290	-0.003
7000	137.287	-0.004	137.290	-0.003
9000	137.287	-0.005	137.287	-0.006
11000	137.282	-0.010	137.287	-0.006
13000	137.277	-0.015	137.286	-0.007
15000	137.276	-0.016	137.288	-0.005
17000	137.268	-0.024	137.288	-0.005
19000	137.265	-0.027	137.287	-0.006

Figura 1.9

1.11 Turbulencias en el haz láser

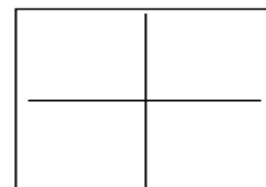
Un exceso de turbulencia en el haz láser puede afectar a la repetibilidad de la unidad de reglaje de herramientas. Los chorros de aire deben dirigirse en sentido perpendicular al haz láser, nunca en el sentido de la dirección del haz. El aire restante en las unidades del transmisor y el receptor debe dejarse salir libremente sin redirigirlo hacia la ruta del láser.

2 BUENAS PRÁCTICAS PARA REDUCIR LOS ERRORES DE MEDICIÓN

2.1 Alineación del sistema – sistemas separados

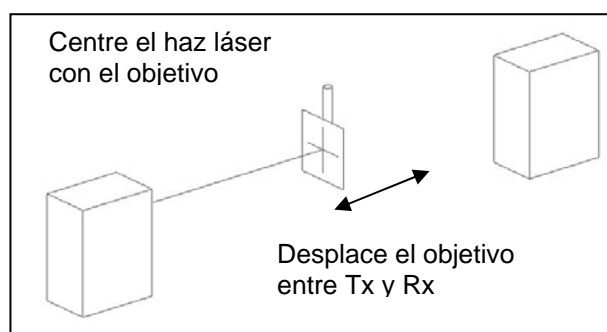
Un sistema mal alineado no puede producir unos resultados óptimos. Siga el método a continuación para alinear un sistema separado:

1. Coloque las unidades del transmisor y receptor en la máquina sin apretarlas y establezca el modo “configuración” en el interface.
2. Prepare un objetivo de papel marcado con una cruz, véase el dibujo
3. Sujete el objetivo de papel en la herramienta con cinta adhesiva o similar con la cruz en dirección al transmisor



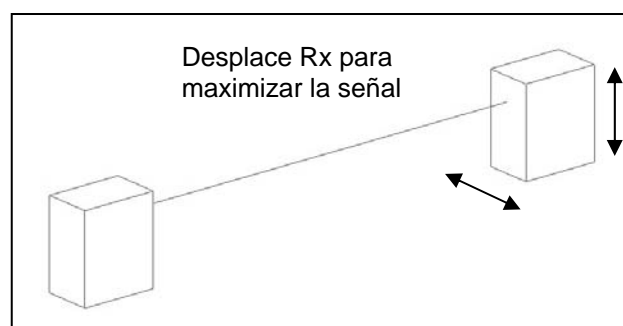
Objetivo ejemplo

4. Empezando lo más cerca posible del transmisor, centre el objetivo con el centro del haz láser.
5. Mueva el objetivo en dirección al receptor.
6. Corrija el haz láser haciéndolo girar sobre su eje en dirección vertical y horizontal y repita el procedimiento hasta que el punto del láser se refleja en el centro del objetivo según atraviesa la distancia de la medición. Para finalizar, sujete el transmisor en su posición.



7. Si es posible, coloque a reloj la parte superior y lateral de la unidad del receptor de forma que su cara frontal quede perpendicular al haz láser. También puede utilizar un espejo colocado contra la parte frontal de la unidad del receptor. Gire la unidad del receptor sobre su eje hasta que el punto del láser vuelva a proyectarse en el centro del tapón del aire del transmisor. Retire el espejo.

8. Mueva la unidad del receptor vertical y horizontalmente hasta que el punto del láser se sitúe en el centro del MicroHole™ / tapón del aire y obtenga la máxima intensidad de señal. Bloquee la unidad en su posición.



9. Cambie el interface al modo de funcionamiento “normal”.

10. Ejecute la macro de alineación del haz de Renishaw y coteje los resultados con los límites calculados en el capítulo 1.

Si se precisan ligeros ajustes, calcule el movimiento de corrección necesario según el resultado del ciclo de alineación y la separación del sistema. Empezce moviendo el receptor, ya que define la ruta efectiva de haz. Puede utilizar un reloj comparador en la carcasa del receptor para controlar la corrección.

Cambie el interface al modo “configuración” y compruebe la intensidad de la señal. Reajuste el transmisor hasta obtener la máxima intensidad de señal anterior. Vuelva al paso 9.

2.2 Método óptimo para obtener la máxima precisión

El mejor método para obtener la máxima precisión en el reglaje de herramientas consiste en medir la herramienta y una pieza de material representativo para obtener el valor de experiencia individual de esa herramienta concreta.

El valor de experiencia es la diferencia entre el tamaño medido (longitud o diámetro) de la herramienta y el tamaño de corte efectivo. En líneas generales, puede equivaler al error de precisión, y se usa para ajustar con precisión el tamaño medido, basado en experiencias anteriores sobre cómo el tamaño efectivo de corte difiere del tamaño medido al utilizar la herramienta. Algunos valores detallados en este informe pueden contribuir a la diferencia, así como otros factores, como el tipo de material y su condición, la velocidad del husillo, la velocidad de avance, la colocación del husillo, el tipo de herramienta, etc.

Utilice el siguiente método

1. Instale la unidad de reglaje de herramientas en la máquina y alinee el haz láser con el eje de la máquina, comprobando el resultado mediante la macro de alineación del haz de Renishaw. La alineación debe estar entre 10 μm por cada 100 mm en el eje Z y entre 1 mm por cada 100 mm en los ejes X/Y (los ejes se basan en la configuración del VMC). La macro de alineación se utilizará preferentemente con una herramienta sólida cilíndrica con base plana y el mínimo desgaste. La longitud y el diámetro de reglaje aproximados de esta herramienta deben ser conocidos.
2. Determine la posición del haz láser en la que se realizarán todos los ciclos de medición calibrados. Con la macro de calibrado de Renishaw, calibre las posiciones del haz en los ejes X, Y y Z. La herramienta de calibrado puede ser la misma que la utilizada en el paso 1 anterior. Siempre que sea posible, calibre a la misma velocidad de giro que la alineación.
3. Inspeccione minuciosamente todas las herramientas y asegúrese de que están limpias de viruta y secas.
4. Sujete una pieza de material representativa de las piezas que se van a mecanizar en la mesa de máquina.
5. El software sin contacto Renishaw permite variar una serie de parámetros para optimizar los ciclos de inspección. Los números siguientes mostrados entre paréntesis son los más genéricos. Consulte el manual de programación correspondiente. Defina la tolerancia de dispersión de luz (5), el tamaño de muestra (5), el número de reintentos (3) y el avance por revolución (2 μm por rev.) en valores bajos. Arranque la máquina y espere a que finalice el ciclo de calentamiento para reducir la desviación térmica.
6. Elija una herramienta base o patrón y médala en la unidad de reglaje de herramientas sin contacto. Recuerde que es conveniente medir la longitud de herramientas fuera del centro siempre que sea posible.
7. Mecanice una superficie del material para establecer una superficie de referencia a la misma velocidad y avance a la que se va a utilizar la herramienta.
8. Con cada herramienta:
 - Mecanice una pieza en la superficie de referencia
 - Mida la pieza (sonda de husillo, reloj comparador, MMC, etc.)
 - Actualice el valor de experiencia de la herramienta – Véase la siguiente sección para obtener más información
9. La unidad de reglaje de herramientas sin contacto está calibrada y lista para su uso.

Valores de experiencia

Después de determinar el valor de experiencia, debe registrarse en la macro de reglaje de herramientas correspondiente. Al medir la herramienta en el sistema de reglaje de herramientas sin contacto, el valor de experiencia se añade al valor medido y se graba el tamaño de herramienta de corte efectivo en la tabla de compensación de herramienta.

Fanuc: una entrada normal de macro Renishaw para un control Fanuc, en este caso un reglaje de longitud de herramienta, sería como sigue:

G65P9862 B1. H.5 J0.036 M1. Q5. S2500. T20. Y3.

(En el ejemplo, J es la entrada del valor de experiencia.)

Para obtener más información, consulte la guía de programación del software de reglaje de herramientas sin contacto Renishaw (Fanuc) H-2000-6187.

Siemens: una entrada normal de subrutina Renishaw para un control Siemens 810D / 840D, en este caso un reglaje de longitud de herramienta, sería como sigue:

R02=1. R11=0.5 R05=0.0036 R13=1. R14=2. R17=5. R19=2500 R25=3.
L9862

(En el ejemplo, R05 es la entrada del valor de experiencia.)

Para obtener más información, consulte la guía de programación del software de reglaje de herramientas sin contacto Renishaw (Siemens 810D / 840D) H-2000-6199.

Heidenhain: para introducir el valor experiencia de longitud de herramienta en un control Heidenhain iTNC530, se emplea la siguiente secuencia:

- a) Coloque la herramienta que va a medir mediante una LLAMADA A HERRAMIENTA.
- b) Seleccione el ciclo **503**, situado debajo de la tecla de pantalla **RENISHAW** en el menú **Touch Probe**.
- c) Indique los parámetros Q que se le solicitan (Q366 es el parámetro del valor de experiencia) y los datos de la tabla de herramientas.

Para especificar el valor de experiencia del radio se emplea una secuencia similar. Para obtener más información, consulte la guía de programación del software de reglaje de herramientas sin contacto Renishaw (Heidenhain iTNC 530) H-2000-6247.

2.3 Reglaje de herramientas utilizando una referencia estándar sencilla

Este método utiliza una referencia sencilla o patrón de calibrado, como un pasador de base plana. Los errores de medición de herramientas y la herramienta mínima que se pueden medir o detectar dependen del sistema sin contacto y de la distancia de separación entre las unidades del transmisor y el receptor.

Utilice el siguiente método

1. Instale la unidad de reglaje de herramientas en la máquina y alinee el haz láser con el eje de la máquina, comprobando el resultado mediante la macro de alineación del haz de Renishaw. La alineación debe estar entre 10 μm por 100 mm en el eje Z y entre 1 mm por 100 mm en los ejes X/Y (los ejes se basan en la configuración del VMC). La macro de alineación se utilizará preferentemente con una herramienta sólida cilíndrica con base plana y el mínimo desgaste. La longitud y el diámetro de reglaje aproximados de esta herramienta deben ser conocidos.
2. Determine la posición del haz láser en la que se realizarán todos los ciclos de medición calibrados. Con la macro de calibrado de Renishaw, calibre las posiciones del haz en los ejes X, Y y Z. La herramienta de calibrado puede ser la misma que la utilizada en el paso 1 anterior, no obstante, en este punto el tamaño real y la longitud deben ser conocidos. Estos datos sirven para establecer el calibrado del láser.
3. La unidad de reglaje de herramientas sin contacto está calibrada y lista para su uso.

2.4 Definición de la longitud de una herramienta de calibrado

Para utilizar la unidad de reglaje de herramientas sin contacto para medir longitudes y diámetros es necesario disponer de los datos de algún tipo de herramienta calibrada o patrón. La selección de la herramienta debe basarse en la precisión objetivo esperada del sistema.

Aunque es cierto que determinadas aplicaciones no requieren una precisión absoluta, Renishaw recomienda establecer las medidas reales de la herramienta de calibrado.

Puede conseguirse de varias formas:

Métodos tradicionales	Otros métodos
Galga de deslizamiento entre la herramienta y la mesa	Reglaje previo de la herramienta en un presetter externo
Galga de deslizamiento entre la herramienta y la pieza de trabajo	Contacto de la sonda con la mesa
	Reloj comparador
	MMC

Ejemplos de calibrado de herramientas

- Un patrón con certificado de calibrado, como un árbol patrón para medición ISO 230.
- Una herramienta de corte montada en un portaherramientas medido previamente según las indicaciones anteriores, con información sobre la longitud y el diámetro.
- Un pasador a medida de diámetro conocido, montado en un portaherramientas medido según las indicaciones anteriores, con información sobre la longitud.

2.5 Estudio

En la siguiente sección se muestran los resultados obtenidos en una Máquina-Herramienta equipada con los sistemas de reglaje de herramientas siguientes: NC1, NC3 y NC4. La máquina utilizada es una Bridgeport VMC1000²² Digital con control Heidenhain y el software sin contacto estándar de Renishaw instalado. La herramienta de calibrado es un pasador de 6 mm de diámetro con base plana. El resultado no incluye elementos como empuje hacia fuera de la herramienta, elevación del husillo, etc. Todas las mediciones se han realizado en el centro de separación del sistema, es decir, en el punto medio entre las unidades del transmisor y el receptor. **Nota:** Para realizar el estudio se ha utilizado una referencia estándar sencilla, como se explica en la Sección 2.3. No se han incluido los valores de experiencia.

El paquete de herramientas se compone de los siguiente

• Pasador de calibrado de 6 mm	• Puntas esféricas de 3, 6 y 10 mm
• Microbrocas de 0,03 a 0,9 mm	• Platos de 3, 6, 10 y 25 mm
• Brocas de 1, 3, 6 y 10 mm	• Fresa de planear de 80 mm

La longitud absoluta de cada herramienta ha sido determinada mediante una galga de deslizamiento en la mesa de la máquina. La longitud de las microbrocas se ha medido con una cámara óptica que proporciona un factor de aumento de aproximadamente 180X.

Resultados

En la tabla siguiente se enumeran los errores de longitud de herramienta que pueden esperarse en los distintos sistemas y separaciones utilizando una referencia estándar sencilla.

Serie de errores de longitud de herramienta Fresa de planear de 80 mm medida con compensación radial comparada con una broca de 1 mm			
Separación (m)	NC1	NC4	NC3
0.09	-	-	0.012
0.5	0.019	0.019	-
1.0	0.033	0.019	-
2.0	0.031	0.025	-
3.0	0.031	0.037	-
4.0	0.036	0.036	-
5.0	-	0.042	-

Tabla 2.5a

En las dos tablas siguientes se enumeran las herramientas mínimas que se pueden medir o detectar en los distintos sistemas y separaciones

Herramienta mínima – Medida (mm)			
Separación (m)	NC1	NC4	NC3
0.04	0.15	0.05	-
0.09	0.20	0.10	0.20
0.19	0.20	0.15	-
0.5	0.40	0.30	-
1.0	0.60	0.40	-
2.0	0.60	0.50	-
3.0	1.00	0.60	-
4.0	1.00	1.00	-
5.0	-	1.00	-

Tabla 2.5b

Herramienta mínima – Detectada (mm)			
Separación (m)	NC1	NC4	NC3
0.04	0.10	0.03	-
0.09	0.10	0.05	0.10
0.19	0.10	0.10	-
0.5	0.20	0.10	-
1.0	0.20	0.20	-
2.0	0.30	0.20	-
3.0	0.30	0.30	-
4.0	0.30	0.30	-
5.0	-	0.30	-

Tabla 2.5c

Las cifras mostradas en la Tabla 2.5b dependen de la capacidad para medir la herramienta con un error de longitud inferior a 50 μm a partir del pasador de calibrado.

Las cifras mostradas en la Tabla 2.5c dependen de la capacidad para medir la herramienta con un error de longitud inferior a 3 veces el diámetro de la herramienta. Es posible detectar herramientas de diámetros más pequeños, pero el error de medición será desconocido.

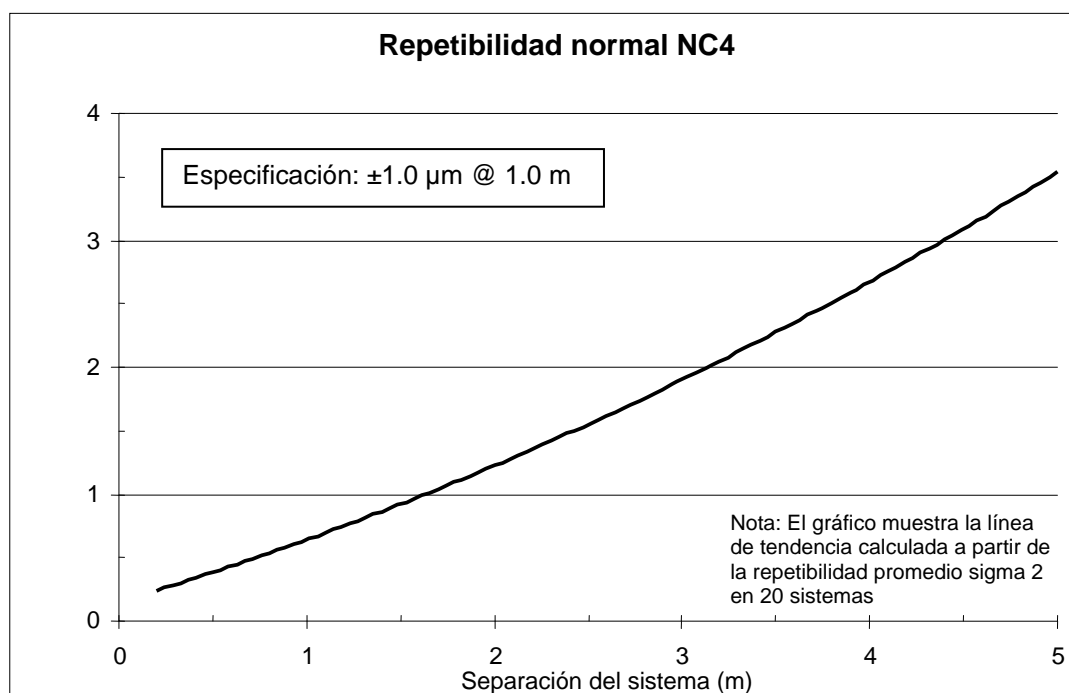
2.6 Rendimiento del producto

En esta sección se detallan los valores de repetibilidad normales que pueden esperarse de las sondas NC1, NC3 y NC4 en condiciones perfectas. Los valores se basan en una repetibilidad promedio sigma 2 sobre una muestra de resultados obtenidos en las mediciones de prueba de NC1, NC3 y NC4. En estas pruebas se corta el haz láser con un pasador sólido de diámetro conocido un número de veces preestablecido. A medida que el pasador atraviesa el haz láser, se genera un disparo y se registra un resultado promedio sigma 2.

Se muestran también las cifras de especificación de repetibilidad de cada sistema.

NC1		Repetibilidad de arista sigma 2 ($\pm\mu\text{m}$)	
Sistema		Normal	Especificación
Fijo	F150, F200, F300	0.5	1.0
Individual	S700	0.6	2.0
	S1000	0.9	
	S1400	1.0	
	S2000	1.2	

NC3	Repetibilidad de arista sigma 2 ($\pm\mu\text{m}$)	
	Normal	Especificaciones
	0.07	0.15



Renishaw Ibérica S.A
Parque Industrial Pallejà 1,
Ronda Santa Eulalia, 35 Nave 6
08780 PALLEJÀ
Barcelona
España

T +34 93 663 34 20
F +34 93 663 28 13
E spain@renishaw.com
www.renishaw.es

RENISHAW 
apply innovation

Para ver los contactos en todo el mundo
visite nuestro sitio Web principal en www.renishaw.com/contact