

Para unos resultados
fiables de alta precisión
H-1000-3307-01-A

RENISHAW 
apply innovation™

Palpadores de precisión







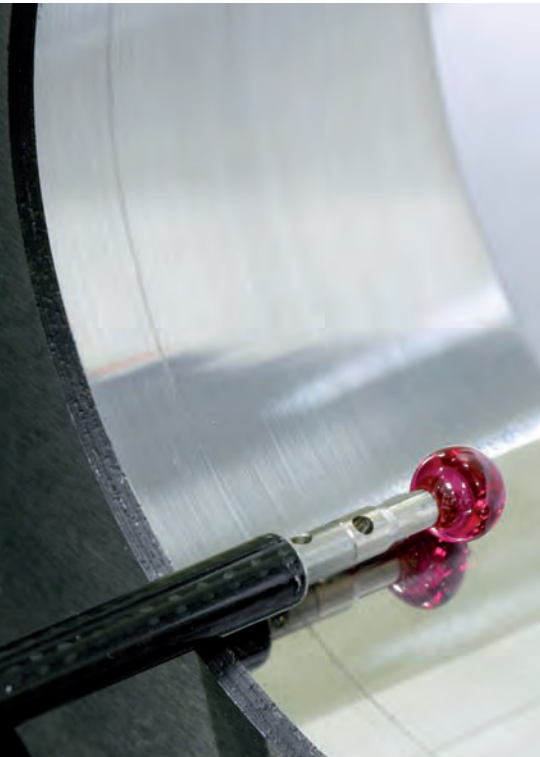
Índice

Capítulo 1	
La importancia de los palpadores en las mediciones de precisión	4
Capítulo 2	
Selección y uso de componentes de palpadores	8
Capítulo 3	
Selección y uso de palpadores	38
Capítulo 4	
Calibrado de palpadores	48
Capítulo 5	
Resumen de los criterios utilizados para seleccionar los componentes de los palpadores	52

*Control de calidad de la A a la Z:
Comprobación de una serie de bolas de
palpadores*

La importancia de los palpadores en las mediciones de precisión

La normativa de los controles de calidad se ha endurecido drásticamente en los últimos años. Las empresas sólo pueden seguir siendo competitivas si pueden proporcionar una estabilidad de procesos de primera clase y una calidad superior, todo ello lo más rápidamente posible. El control de calidad y la tecnología de medición de coordenadas juegan un papel crucial en estos procesos.



Para mantener la competitividad, los fabricantes deben actualizar continuamente sus máquinas de medición de coordenadas. Las MMC se están integrando directamente en la fabricación como parte del proceso de producción, mientras que los sistemas de escaneado de alto rendimiento garantizan unas mediciones con la máxima precisión en los plazos más ajustados.

Renishaw y sus sistemas de inspección han estado siempre a la vanguardia de estos desarrollos. La calidad de los palpadores y los accesorios juega un papel fundamental en la tecnología de medición industrial, por ello, hemos resumido en este manual la información que consideramos más relevante, esperando que pueda serle de utilidad.

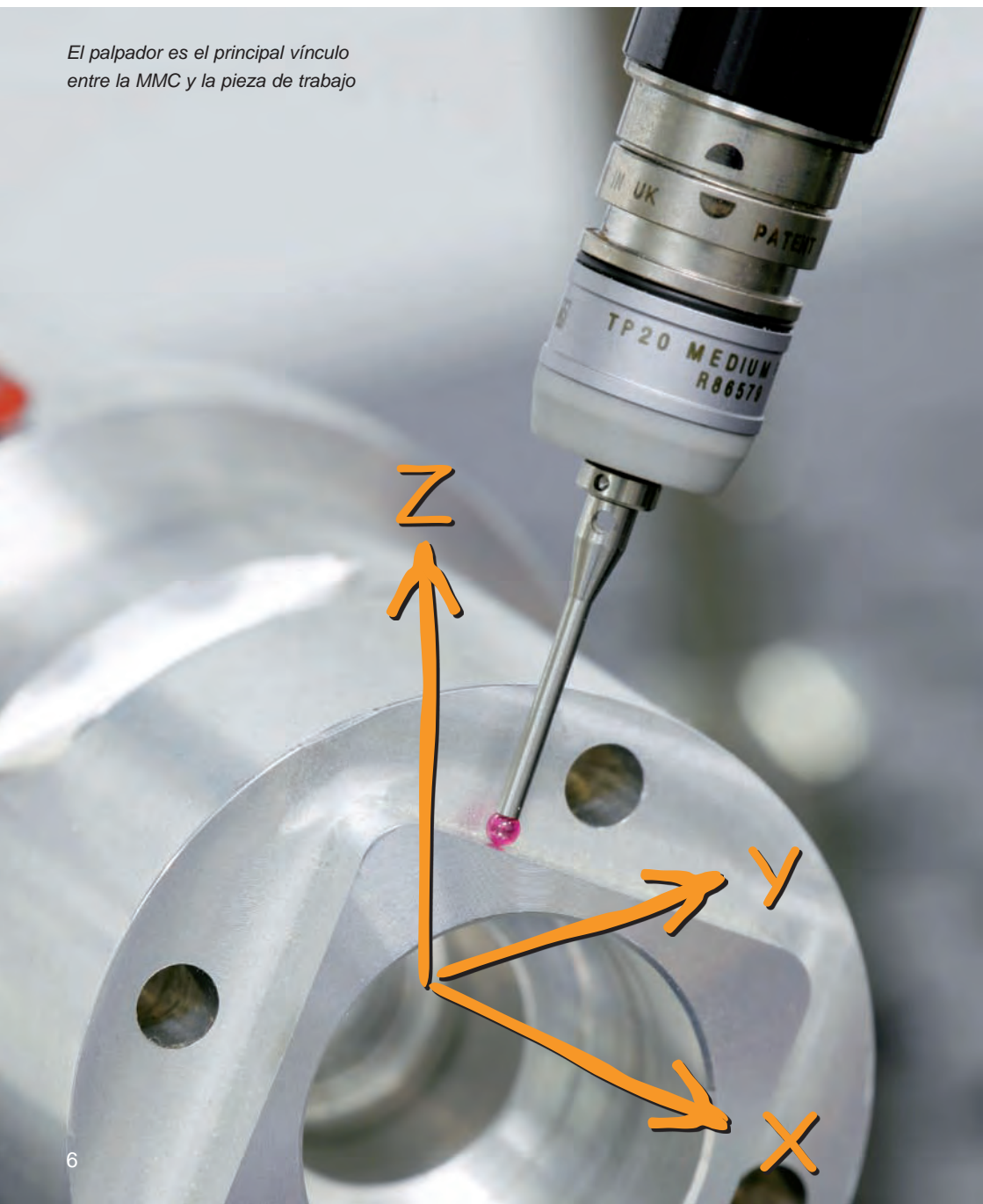
Esperamos que la lectura le resulte muy productiva.

Atentamente, Renishaw plc



Los palpadores Renishaw proporcionan precisión de alta tecnología y calidad superior

El palpador es el principal vínculo entre la MMC y la pieza de trabajo



¿Qué es un palpador?

En principio, los palpadores son “herramientas” de la MMC, y pueden compararse a las herramientas giratorias en los tornos o las de fresado y taladrado en las fresadoras.

Al medir con una sonda de disparo por contacto, la máquina utiliza el palpador para obtener los datos de los puntos tomados sobre la superficie de la pieza.

Cada toque genera un punto definido por los valores de las coordenadas X, Y y Z. A partir de estos puntos, trasladados al ordenador se calculan las características, el tamaño, la forma y la posición de la pieza.

Es decir, la sonda de inspección obtiene lecturas continuas recorriendo la superficie de una pieza de trabajo. El sofisticado software utiliza estos datos para calcular el tamaño, la posición y la forma de las características de un componente.

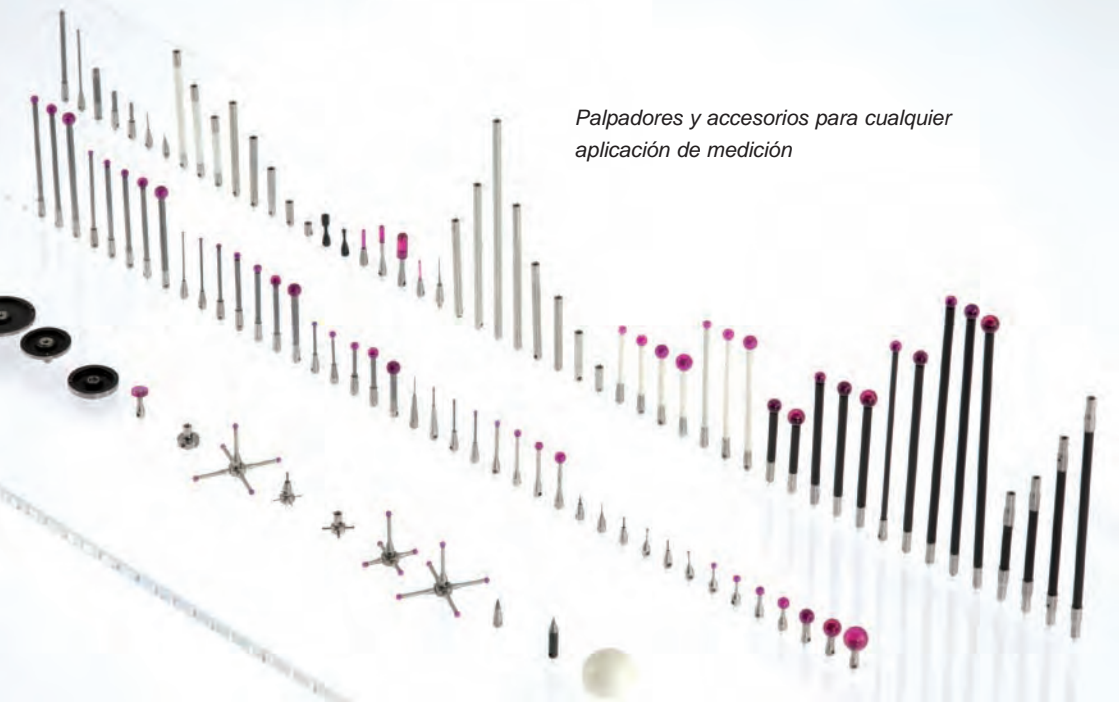
¿Cómo se eligen los componentes adecuados de un palpador?

En el Capítulo 2 se detallan los principales parámetros y las propiedades de los materiales.



Como puede ver, el palpador es el principal vínculo con la pieza de trabajo. Por tanto, es imprescindible que el palpador proporcione la máxima precisión posible en el punto de contacto.

Palpadores y accesorios para cualquier aplicación de medición



Los adaptadores roscados proporcionan flexibilidad, por ejemplo, puede utilizar palpadores M2/M3/M4 en roscas de sujeción M5

Selección y uso de palpadores

Debe ser muy cuidadoso para elegir el palpador que mejor se adapte a su aplicación. En este capítulo se describen los principales tipos de palpadores y accesorios, con sus principales parámetros y las propiedades de los materiales.

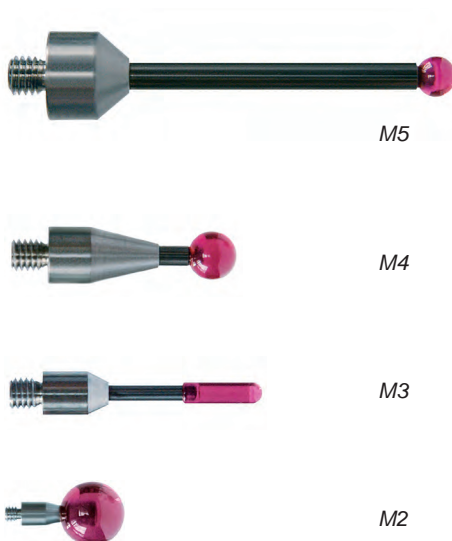
Rosca de sujeción

El primer requisito básico para la elección del palpador está siempre relacionado con la rosca de sujeción del sensor de la máquina de medición por coordenadas: generalmente M2, M3, M4 o M5.

Los sensores Renishaw se sujetan mediante roscas de sujeción.

Los sensores Zeiss precisan generalmente roscas de sujeción M5 y M3.

Los palpadores pueden sujetarse con relativa facilidad mediante adaptadores de rosca, es decir, puede utilizar palpadores M2/M3/M4 en las roscas de sujeción del sensor M5.



Al elegir un palpador, la rosca de sujeción es un factor decisivo. Renishaw dispone de la gama más amplia de palpadores y accesorios:

- con todas las roscas de sujeción;
- para conectar los sensores y accesorios de todos los fabricantes;
- y también palpadores para sondas de Máquinas-Herramienta CNC.



Configuración de palpadores montados sobre una pletina adaptadora

La geometría de la pieza a medir determina la elección de los componentes del palpador

Un palpador debe llegar fácilmente a todos los puntos de inspección de la pieza a medir. Elija los componentes del palpador con mucho cuidado, ya que proporcionan los criterios de inspección necesarios y la accesibilidad de cada característica medida.

Si desea obtener todas las mediciones de una pieza en una máquina de medición de coordenadas equipada con un sensor fijo, normalmente, necesitará una serie de palpadores montados en distintas orientaciones, que requieren componentes de palpadores con varias formas, extensiones y codos. La combinación de todos estos componentes se denomina configuración de palpadores, montados sobre una pletina de adaptador.

Renishaw fabrica componentes de palpadores en una diversidad de materiales, de forma que pueda montar las configuraciones de palpadores que mejor se adapten a la aplicación de medición.



Configuración compleja de palpadores con varios componentes



Al ensamblar la configuración de palpadores, necesitará consultar la masa máxima especificada por el fabricante del sensor. La masa máxima puede alcanzar los 500 gramos.



Tipos de palpadores

Renishaw le proporciona la gama más amplia de tipos de palpadores y accesorios para que pueda realizar todas sus mediciones con éxito. Todos los componentes, incluidas las bolas de palpador, se fabrican en una amplia gama de materiales. En el Capítulo 3 se detallan los materiales y las bolas.

Palpadores rectos

Los palpadores rectos son los más sencillos y el tipo más utilizado. Dispone de vástagos acodados y cónicos. Los palpadores con vástago cónico ofrecen más rigidez en piezas de fácil acceso.

Las bolas de palpador están fabricadas en rubí, nitruro de silicio, óxido de circonio, cerámica o carburo de tungsteno.

Los codos y vástagos se fabrican en distintos materiales: titanio, carburo de tungsteno, acero inoxidable, cerámica y fibra de carbono.

Aplicación principal:

Piezas sencillas a las que se puede acceder directamente.

Palpador recto, en ángulo recto a la superficie de la pieza de trabajo



Para evitar que se doble el palpador, se recomienda utilizar el palpador más corto posible, especialmente en los sistemas de sonda de disparo por contacto.

La dirección de recorrido de medición debe ir casi paralela al eje de coordenadas y en ángulo recto a la superficie de la pieza de trabajo. Dispone de una serie de accesorios para alinear las sondas, por ejemplo, para medir agujeros en ángulo.



*Palpador en estrella con
5 palpadores rígidamente
montados*

*Medición de un contorno
interior complejo*



Palpadores en estrella

Son configuraciones de palpadores de varias puntas montadas de una forma muy rígida. Las bolas se fabrican en rubí, nitruro de silicio u óxido de circonio. También puede configurar su propio palpador en estrella mediante centros de palpadores para colocar hasta 5 componentes de 5 palpadores.



Aplicación principal:

Superficies y agujeros a los que se puede acceder directamente. Esta configuración proporciona flexibilidad, ya que permite a la punta establecer contacto con distintas características sin cambiar el palpador.



Es posible acceder a distintas características con una configuración de palpador

Palpadores articulados

Es un mecanismo de sujeción utilizado para ajustar el palpador al ángulo necesario.

Aplicación principal:

En superficies y orificios en ángulo, esta configuración proporciona flexibilidad y permite hacer contacto con las distintas superficies sin cambiar el palpador.



Alineación flexible para superficies y orificios en ángulo

Palpadores de disco

Son 'secciones' de bolas altamente esféricas disponibles en distintos diámetros y grosores. Montados sobre espigas roscadas, los discos están fabricados en acero, cerámica o rubí. Un ajuste rotante completo o la posibilidad de añadir un centro de palpadores, son algunas características que los hacen especialmente flexibles y fáciles de utilizar.

Aplicación principal:

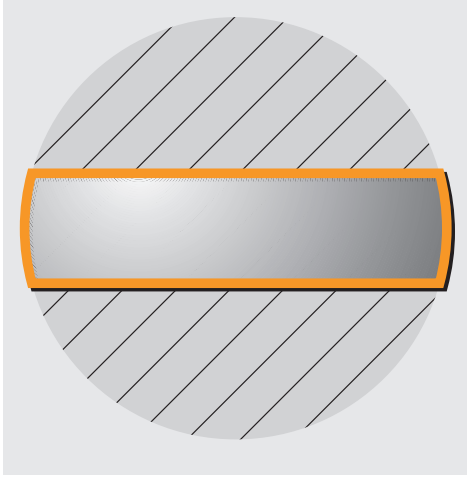
Estos palpadores se utilizan para palpar muescas y estrías en diámetros internos a los que no se podría acceder con un palpador de estrella. El palpado con la 'plantilla esférica' de un disco sencillo equivale, de hecho, a un palpar sobre el ecuador de una bola de palpador grande. Sin embargo, solamente se dispone de una pequeña sección de la superficie de la bola para el contacto, por lo tanto, los discos más finos requieren una alineación angular más precisa que garantice un contacto correcto con la característica que se va a inspeccionar.

Palpadores de disco para medir aristas o muescas



En un disco sencillo, sólo es necesario indicar el plano de referencia de un diámetro, pero se limita el palpado efectivo a las direcciones X e Y únicamente. Si añade una 'semiesfera', podrá indicar el plano de referencia y palpar en la dirección Z, siempre

que el centro de la 'semiesfera' sobrepase el diámetro de la sonda. Puede indicar el plano de referencia de la 'semiesfera' en una esfera o en una galga de deslizamiento. Para posicionar la 'semiesfera' a medida de la aplicación, puede girar y bloquear el disco sobre su eje central.



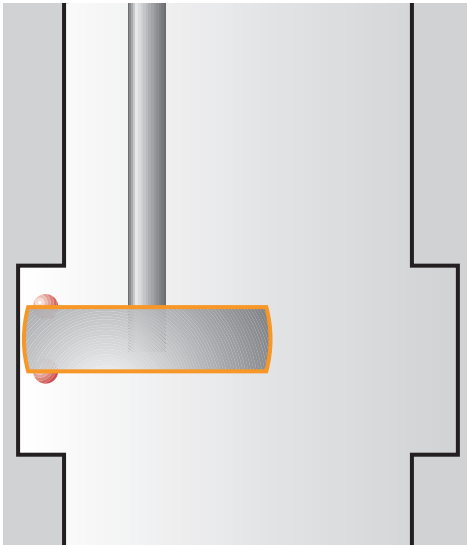
Palpadores de disco semiesféricos

Estos palpadores llevan media bola, o un rodillo, montado en cada cara del disco, uno abajo y otro arriba, lo que garantiza el punto de contacto en la dirección Z.

Aplicación principal:

Se utiliza en muescas, taladros de paso y estrías dentro de taladros. Utilizando los hemisferios superior e inferior, también puede medir en la dirección Z, por ejemplo, para medir el grosor de una ranura.

Las aristas de los discos son curvadas, como la sección de una esfera cortada por su ecuador.



Medición de diámetro y grosor de la ranura

Palpadores cilíndricos

Los palpadores cilíndricos están fabricados en carburo de tungsteno, rubí o cerámica.

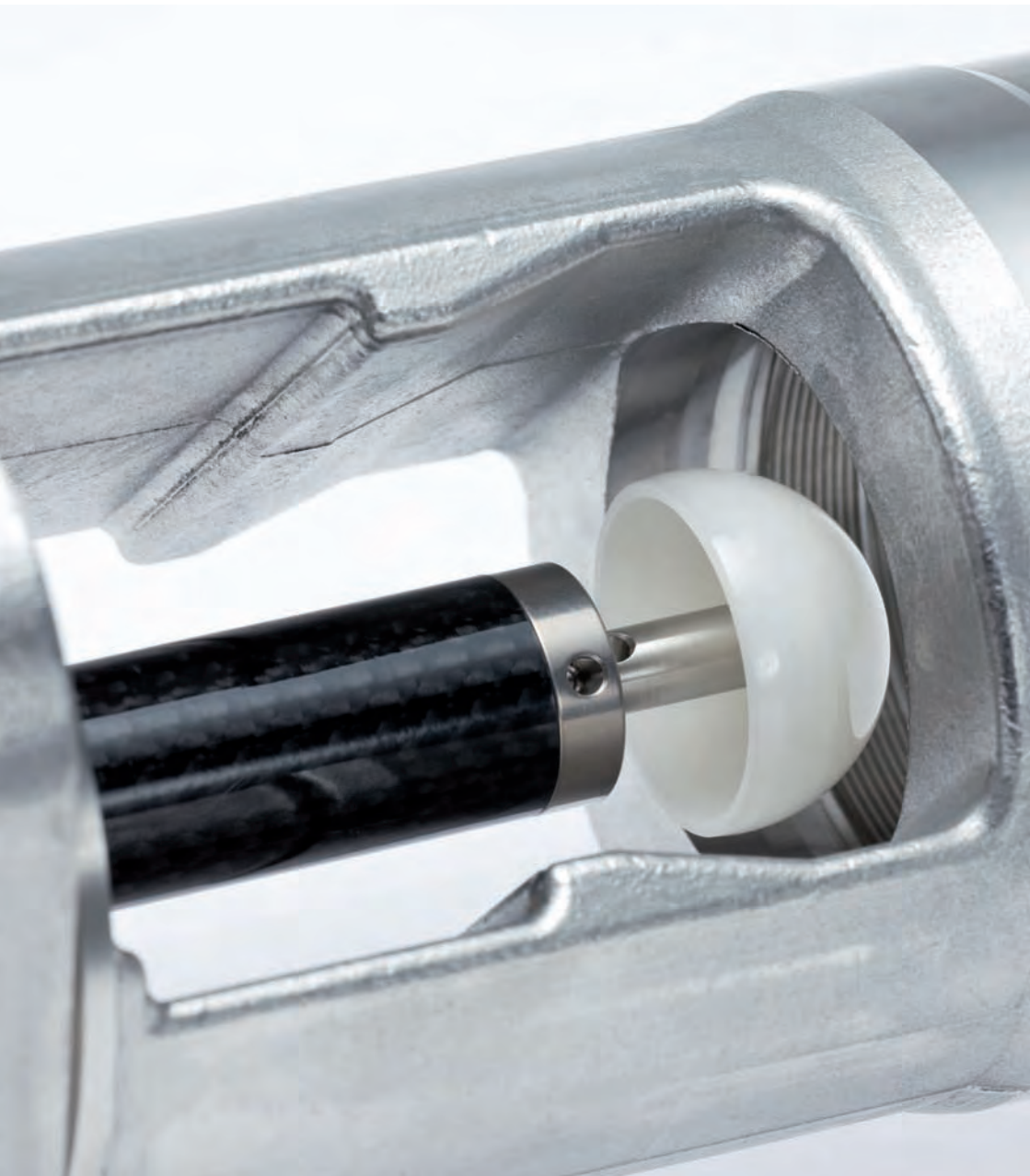
Aplicación principal:

Medición de láminas metálicas, componentes prensados y piezas de trabajo delgadas cuyo punto de contacto correcto no puede garantizarse con un palpador de bola. Además, es posible palpar diversos elementos roscados y determinar los centros de sus agujeros. Mediante el palpador cilíndrico terminado en bola es posible indicar el plano de referencia completo y explorar en las direcciones X, Y y Z, permitiendo, de este modo, realizar una inspección de la superficie.



Palpador cilíndrico para medir, por ejemplo, láminas metálicas







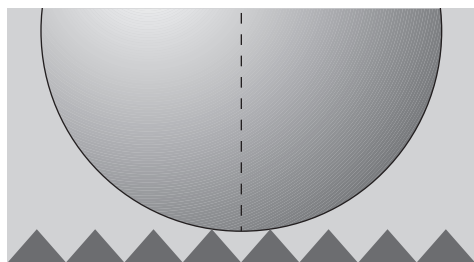
Medición de un taladro roscado profundo

Palpadores semiesféricos de cerámica

Tienen la ventaja de su gran diámetro efectivo de bola con el mínimo peso.

Aplicación principal:

Medición de piezas y agujeros profundos. También son adecuados para hacer contacto en superficies muy desiguales, ya que la desigualdad se filtra mecánicamente en una superficie de gran diámetro.



La inspección con este tipo de bolas de gran diámetro puede compensar los efectos de las superficies muy desiguales

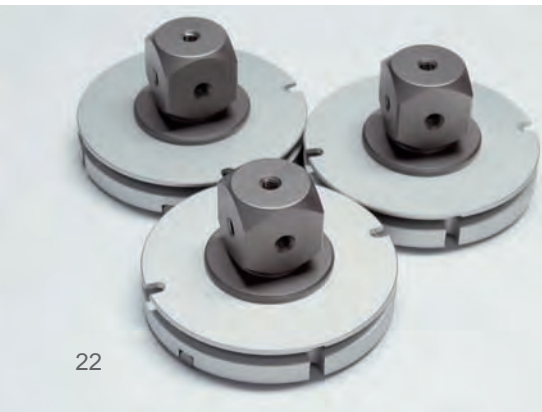
Pletinas adaptadoras

Si necesita medir repetidamente determinadas superficies, se recomienda instalar las configuraciones de palpadores necesarias en pletinas adaptadoras.



Puede guardar las pletinas adaptadoras ensambladas en cabinas o cambiadores de palpadores en la MMC para usarlas cuando las necesite. De este modo, no necesita volver a calibrar la sonda después de hacer un cambio, por lo que puede iniciar la medición inmediatamente. Con un cambiador de sondas, incluso las piezas de trabajo más complejas pueden medirse en modo CNC.

*Pletina adaptadora para el cabezal de sonda
Renishaw SP80*



*Pletinas adaptadoras para cabezales de sonda
Zeiss VAST*

Accesorios

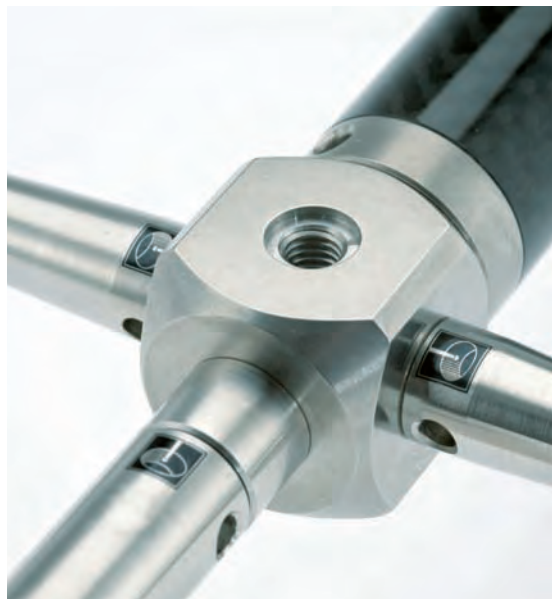
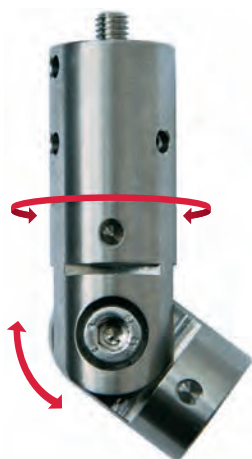
Los accesorios son muy útiles para adaptar los componentes de la sonda con más precisión a las tareas específicas de medición. Renishaw pone a su disposición una gama muy amplia de accesorios. Por limitaciones de espacio, sólo podemos mostrar algunos ejemplos en esta página, no obstante, puede consultar la gama completa en nuestro catálogo de productos.

Cuerpos, cubos

Combinados para crear configuraciones de palpadores específicas

Codos

La posición angular del componente de la sonda permite obtener contacto vertical con superficies de piezas u orificios en ángulo.



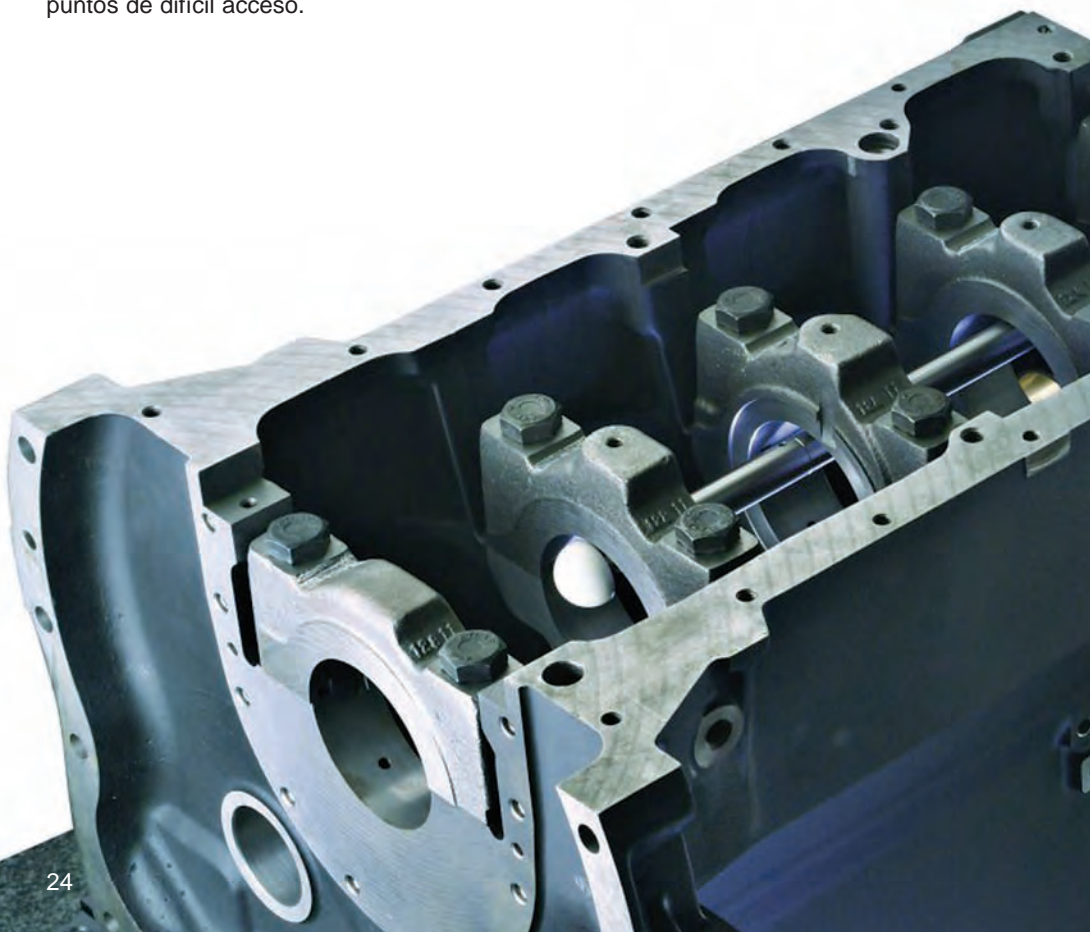
! Los codos deben tener la máxima estabilidad y una fabricación de precisión si se quiere evitar que los movimientos de inspección alteren la posición de la punta del palpador durante la medición. La calidad del diseño y los materiales es fundamental.

Extensiones

Renishaw fabrica una extensa gama de extensiones en distintas longitudes y materiales: acero, titanio, aluminio, cerámica y fibra de carbon.

Aplicación principal:

Las extensiones se emplean para medir piezas y taladros de gran profundidad o para inspeccionar puntos de difícil acceso.





*Extensiones
fabricadas en fibra
de carbono*



Al igual que con los componentes de los palpadores, la elección del material de las extensiones es muy importante en metrología. Hay que prestar mucha atención a las características térmicas de los materiales, especialmente en las extensiones largas.

Materiales usados en los componentes de palpadores Renishaw

Nuestra amplia gama de productos abarca una gran selección de combinaciones de materiales.

Todos los materiales empleados en metrología se describen a continuación.

Soportes

El vástago del palpador se sujeta en un soporte roscado. El acero y el aluminio son los materiales perfectos para los soportes. El titanio es mucho más ligero que el acero, y se utiliza cuando se requiere un montaje de muy bajo peso.



Vástago

El diseño del vástago debe ser de la máxima rigidez para reducir su flexión al mínimo durante las mediciones.

Carburo de tungsteno

Proporciona una rigidez excepcional, especialmente en vástagos de diámetro reducido y sondas acodadas.

Con vástagos de diámetros grandes y palpadores largos, hay que prestar atención al peso. Son adecuados para la mayoría de las aplicaciones estándar.

Cerámica

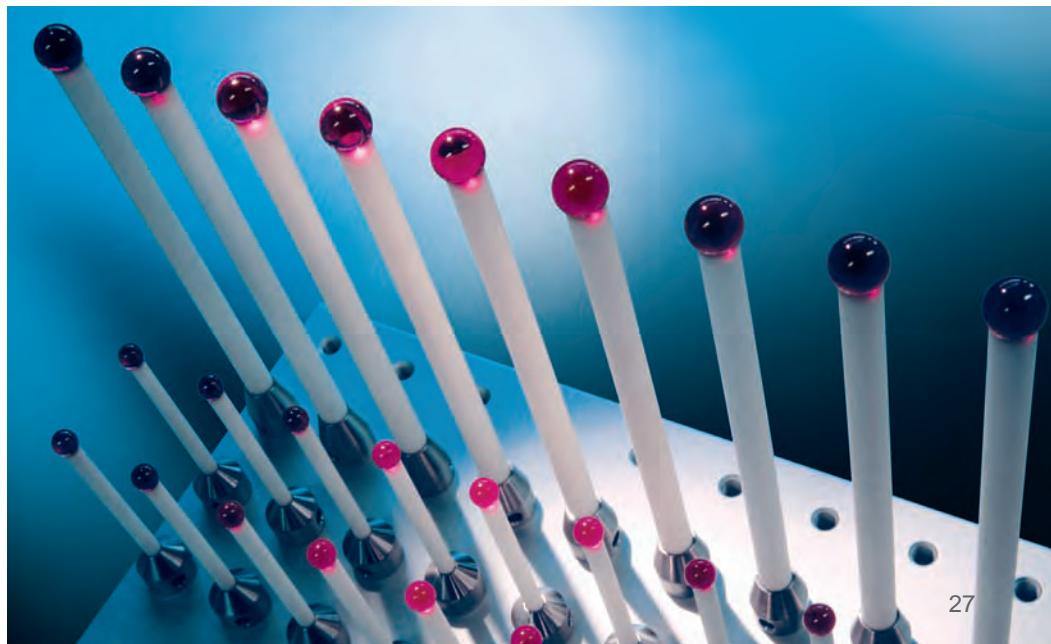
Debido a su ligereza, la cerámica se emplea también en palpadores largos. Tiene estabilidad térmica, para aplicaciones relacionadas con la producción. También puede utilizarse como protección contra roturas en aplicaciones de Máquinas-Herramienta.

Acero

Palpadores con muy alta rigidez para aplicaciones estándar donde el peso no es importante.

Fibra de carbono (estabilidad térmica)

También es idóneo para palpadores largos, ya que la fibra de carbono pesa sólo un 20% de un palpador de carburo de tungsteno. Su estabilidad térmica proporciona grandes ventajas, principalmente con palpadores muy largos, por lo que es adecuado para entornos de producción.





Los parámetros de los materiales y placas de extensiones son similares a los de los vástagos de palpadores



Carburo de tungsteno

Vástagos de carburo de tungsteno resistentes a la flexión para todas las aplicaciones estándar a temperatura ambiente estable, principalmente para su uso en salas de medición.



Acero

Extensiones con muy alta rigidez para aplicaciones estándar donde el peso no es importante.



Aluminio

Muy ligero, por tanto, en principio es idóneo para extensiones, pero sólo en entornos estables con aire acondicionado debido a su expansión térmica.



Cerámica

Ligero, sólido, con estabilidad térmica, para su uso en aplicaciones relacionadas con la producción.



Fibra de carbono (estabilidad térmica con masa baja)

El material de alta tecnología para extensiones largas es una prioridad absoluta para entornos con fluctuaciones de temperatura. Nuestras extensiones de 20 mm de diámetro permiten ensamblar configuraciones de sondas con una gran resistencia a la flexión.



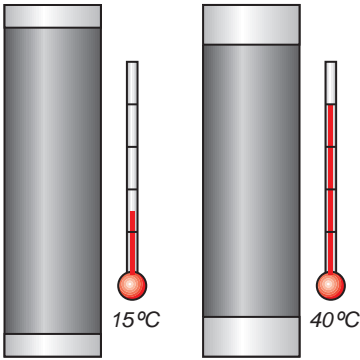
Titanio

Comparable al aluminio, con estabilidad térmica, buena resistencia a la flexión, muy ligero. Por tanto, muy adecuado para extensiones largas.

Características especiales de nuestras extensiones con estabilidad térmica

Los componentes de conexión están fabricados en titanio con un coeficiente de expansión térmica positivo, mientras que el tubo de extensión está fabricado en fibra de carbono con un coeficiente de expansión térmica negativo. Ambos componentes han sido diseñados para adaptarse entre sí, de forma que al aplicar calor, la fibra de carbono se contrae en la misma relación a la que se expande el titanio.

Como resultado, las extensiones sólo sufren una pequeña expansión, incluso con cambios extremos de temperatura entre 15 y 40 grados Celsius.



Materiales de conexión de componentes

Titanio

Fabricamos los accesorios para M5 más largos, como codos y cubos, en titanio para mantener los productos muy ligeros.



13 g



11.2g



Acero

Los productos más pequeños se fabrican generalmente en acero inoxidable.



Recuerde lo siguiente:

Los materiales mostrados influyen en el precio del producto. No obstante, al elegir el palpador y los componentes asociados, debe dar

prioridad a la aplicación de medición y a las condiciones ambientales. Las mediciones erróneas hacen perder tiempo y dinero.

Selección de materiales para componentes de palpadores y accesorios

Los criterios principales al elegir los materiales son:

- condiciones ambientales
- longitud y resistencia a la flexión
- las masas permitidas especificadas por el fabricante del sensor.



Este capítulo proporciona información sobre los materiales que se deben utilizar.

Las fluctuaciones de temperatura pueden provocar errores graves de medición.

Si la MMC está instalada en una zona con aire acondicionado con temperatura constante a 20 grados C, estos efectos nos se producen normalmente (salvo con extensiones extremas). De lo contrario, las fluctuaciones de temperatura pueden provocar una expansión térmica considerable que modificaría la longitud del componente de la sonda o la extensión, generando errores de medición a menos que la expansión sea compensada.



Recuerde que incluso una mínima variación de temperatura puede provocar errores de medición. Puede reducir esos errores seleccionando el material correcto para el vástago del palpador o la extensión.



*Extensión muy larga
fabricada en fibra de carbono*

Cálculo de la variación de longitud

La variación de longitud depende de los cambios de temperatura, la longitud del cono del palpador utilizado y el coeficiente de expansión del material.

Valores empleados para calcular la variación de longitud

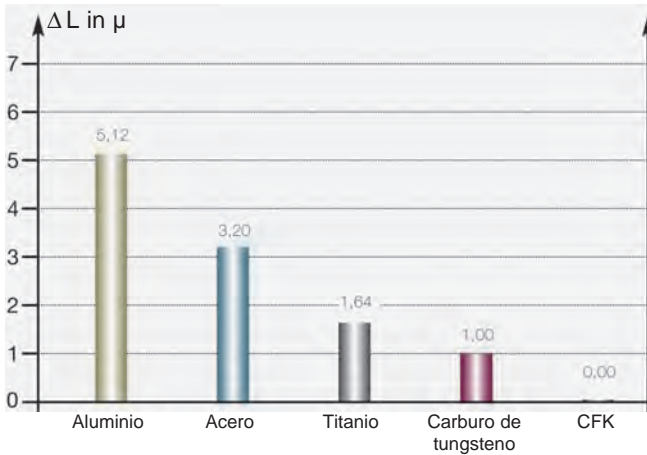
$$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta t$$

ΔL = cambio de longitud

L = longitud de sonda

α = coeficiente de expansión

Δt = diferencia de temperatura



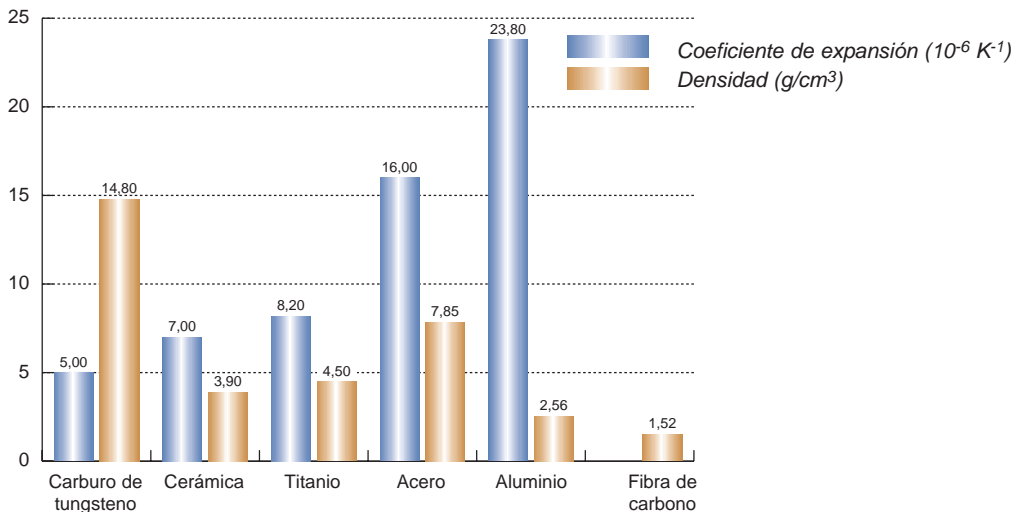
Aumento de longitud térmica en μ con una extensión de sonda de 200 mm y una variación de temperatura de 1K

Recuerde que la medición se realiza en la gama de μ .



Comparación de materiales Coeficiente térmico/Masa

Material	Expansión térmica	Densidad (g/cm ³)
Carburo de tungsteno:	$5,0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	14,8
Cerámica:	$7,0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	3,9
Titanio:	$5,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	4,5
Acero:	$16,0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	7,85
Aluminio:	$23,8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	2,56
CFK:	$\sim 0,4 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	1,52



Aumento de longitud térmica en μ con una extensión de sonda de 200 mm y una variación de temperatura de 1K



Se recomienda utilizar siempre fibra de carbono para las extensiones muy largas, ya que en estos casos, incluso un cambio mínimo de temperatura puede provocar graves errores de medición.

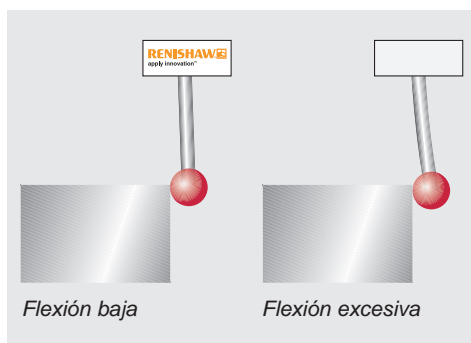
Como puede observar, existen grandes variaciones de expansión térmica y peso entre los distintos materiales.

La fibra de carbono es la combinación idónea de mínima masa y máxima estabilidad de temperatura.

Resistencia a la flexión

El diseño del vástago debe estar diseñado para proporcionar la máxima resistencia. Durante la inspección, se producen fuerzas de medición que no deben provocar una flexión excesiva del palpador, ya que puede tener un impacto directo en la tolerancia de medición de la máquina, especialmente en mediciones dinámicas (escaneado) que inspeccionan simultáneamente en todas las direcciones espaciales.

¡El palpador debe ser lo más rígido posible!



La flexión tiene un impacto directo en la precisión de la medición

Comparación de la resistencia a la flexión de los materiales

Una constante elástica es cada uno de los parámetros físicamente medibles que caracterizan el comportamiento elástico de un sólido deformable, describiendo la relación entre tensión y expansión. Cuanto más alto es el valor de la constante elástica, más resistencia a la deformación ofrece un material. Luego, los materiales con una constante elástica alta son rígidos y los materiales con una constante elástica baja son flexibles.

Material	Constante elástica en kN/mm^2
Carburo de tungsteno	620
Acero	200
Aluminio	70
Titanio	150
Cerámica	300–400
Fibra de carbono	≥ 450



Selección y uso de palpadores

La elección del material de la bola depende de la estrategia de medición y del material de la pieza de trabajo. Debe considerar el grado de calidad de la bola – Renishaw sólo utiliza bolas de la categoría de máxima precisión, grado 3 a grado 5.



Rubí

Después del diamante, el rubí es uno de los materiales más duros que se conoce, por tanto, es el material perfecto para las bolas utilizadas en la mayoría de las aplicaciones.



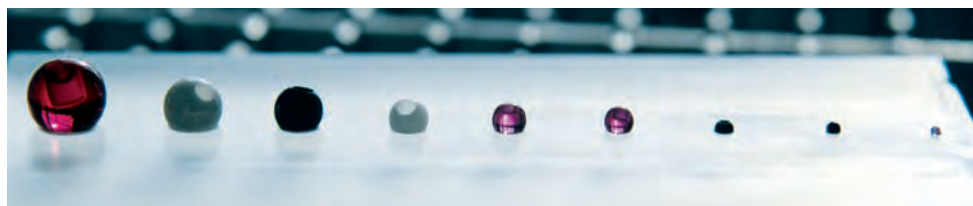
Nitruro de silicio

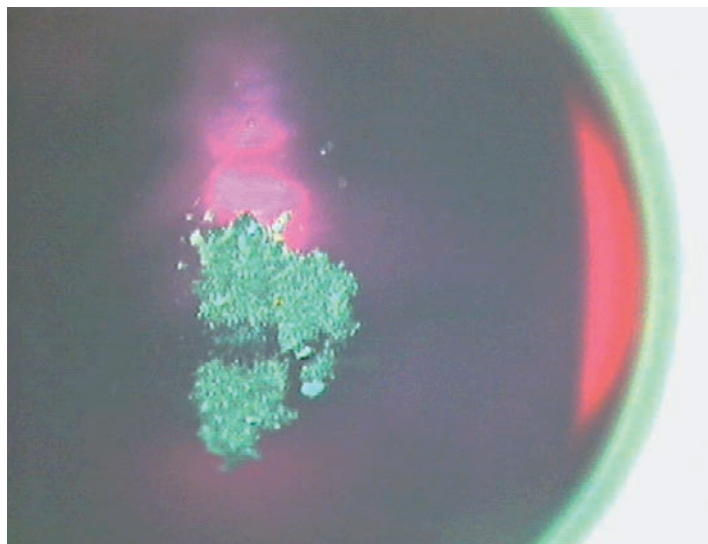
El nitruro de silicio es muy similar al rubí en cuanto a sus propiedades técnicas. Es un material cerámico con una resistencia excepcional al desgaste que puede moldearse en forma de bola perfecta, cuya superficie puede pulirse hasta alcanzar la máxima suavidad. El nitruro de silicio no es atraído por el aluminio. Por ello, el material es idóneo para escanear superficies de aluminio sin que las partículas de aluminio de la superficie se depositen en la bola, como ocurre con el rubí.



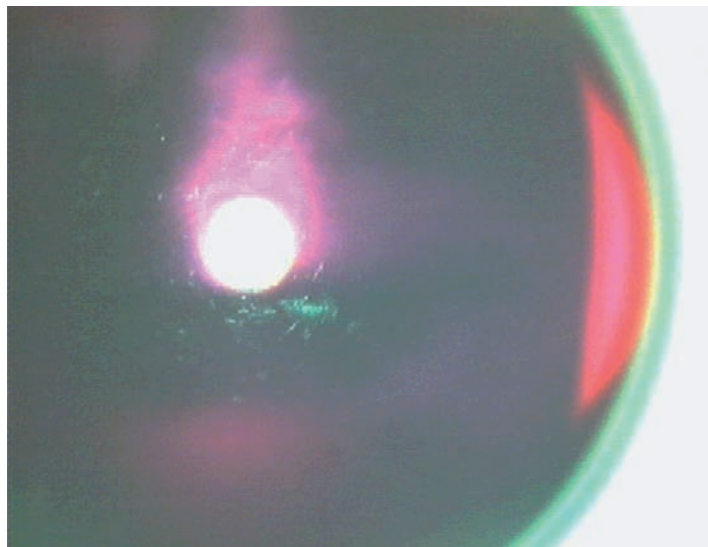
Óxido de circonio

La naturaleza especial de la superficie de este material lo hace perfecto para explorar piezas de trabajo con superficies abrasivas, como el hierro fundido.





*Recubrimiento normal
de impurezas en una
bola de rubí tras 350 m
de escaneado*



*La misma bola después
de limpiarla con un paño
seco antiestático*

Notas sobre el escaneado

Durante la medición de puntos, la bola sólo entra en contacto con la superficie del componente durante un tiempo muy corto. El escaneado es distinto, ya que la bola se desliza por la superficie de la pieza. Puesto que el contacto es continuo, y el tiempo de deslizamiento es prolongado entre la bola del palpador y la superficie de trabajo.

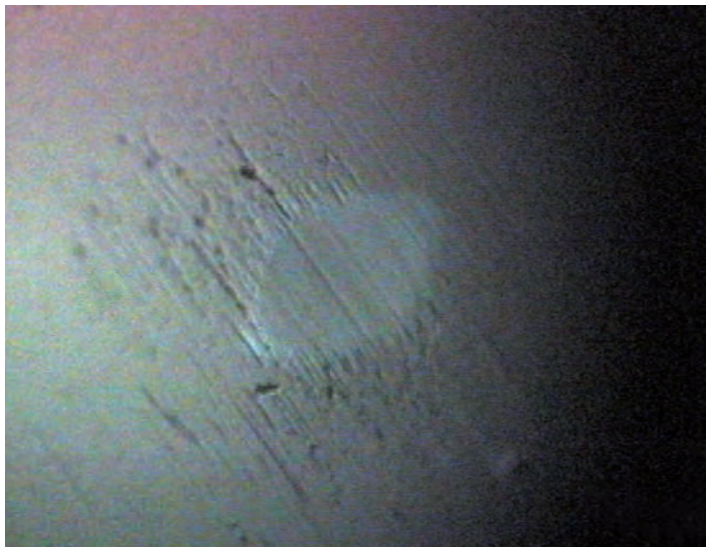
El uso y desgaste de la bola del palpador y las impurezas del palpador depositadas durante el escaneado pueden alterar las mediciones

Renishaw ha realizado un amplio programa de investigación para examinar la interacción entre los materiales de las bolas y las superficies de las piezas de trabajo.



Impurezas

Todas las pruebas con materiales de bolas han dado como resultado materiales depositados en las superficies de la bola. Se recomienda limpiar las bolas con un paño seco antiestático entre las inspecciones para retirar los residuos.



Los arañazos en la superficie de la bola de rubí pueden verse fácilmente



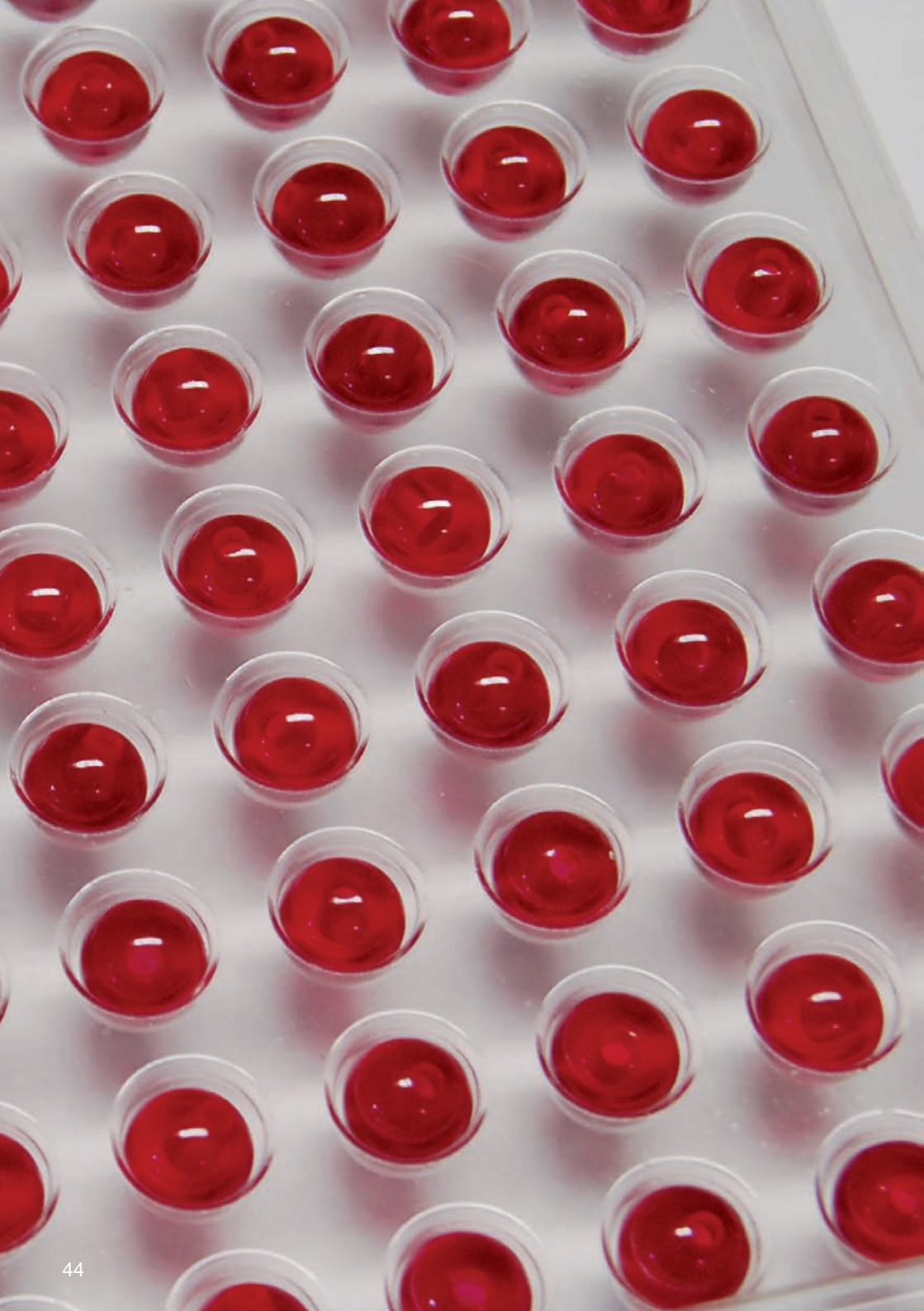
En la foto se aprecia fácilmente el aluminio que recubre la bola de rubí

Desgaste por abrasión (escaneado de materiales abrasivos)

Al medir, por ejemplo, componentes fabricados en hierro fundido, la bola del palpador y la superficie de la pieza de trabajo pueden sufrir la abrasión. Las minúsculas partículas de residuos pueden crear pequeños arañazos en la bola del palpador y la superficie de la pieza. En este tipo de aplicaciones, se recomienda utilizar bolas de palpador de óxido de circonio para minimizar el efecto.

Desgaste por adhesión (escaneado de piezas de aluminio)

Cuando se emplea una bola de rubí para explorar una superficie de aluminio, los dos materiales se atraen. Normalmente, el material pasa de la superficie más blanda a la superficie más dura. Es decir, el aluminio se deposita en la superficie de la bola y puede verse fácilmente tras sólo 100 m de medición continua utilizando un punto de contacto único en la bola del palpador. Para estas aplicaciones, se recomiendan bolas de palpador de nitruro de silicio. Este material repele el aluminio, por lo que raramente se producen depósitos.

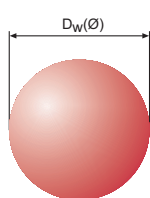


Precisión de la bola (grado)

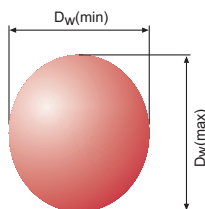
El grado de la bola es un baremo que describe el nivel de precisión de la bola utilizada. El grado de precisión oscila entre 48 (el grado de precisión más bajo) y el grado 3 (el más alto). Renishaw utiliza bolas de grado 3 y grado 5.

Tabla de grados de precisión

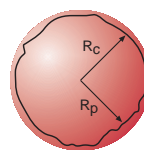
Grado	Ø de desviación	Redondez
20	± 0,50 µm	0,50 µm
16	± 0,40 µm	0,40 µm
10	± 0,25 µm	0,25 µm
5	± 0,13 µm	0,13 µm
3	± 0,08 µm	0,08 µm



Diámetro de bola nominal D_W
Valor del diámetro utilizado para identificar el tamaño de la bola.



Ø de desviación
Diferencia entre el diámetro mayor y menor de una bola.



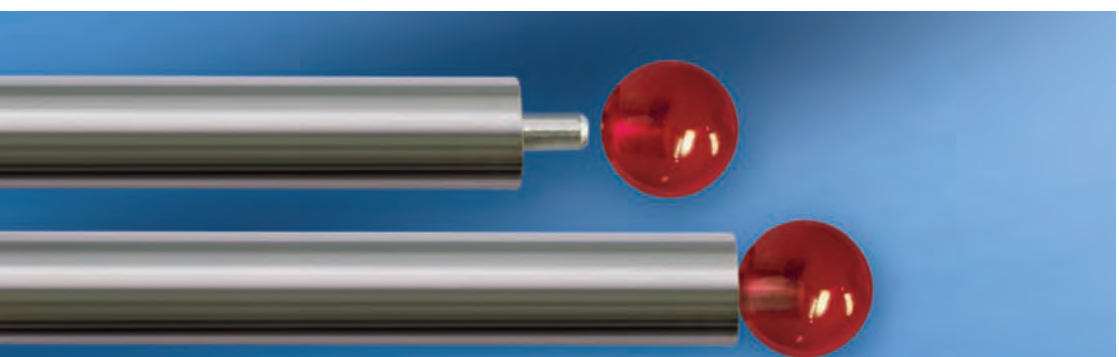
Redondez de desviación
La máxima distancia radial de cualquier plano radial de cualquier punto de la superficie de la bola y cualquier punto de su superficie.

! La desviación de redondez (deformidad de la bola) incide directamente en las mediciones.

Las tolerancias de diámetro son prácticamente inapreciables en la metrología 3D, ya que el centro efectivo de la bola del palpador y el diámetro se establecen durante el proceso de calibrado. (véase el Capítulo 4)



Palpador montado sobre espiga



Las bolas de palpador montadas sobre espiga garantizan la máxima estabilidad y vida útil

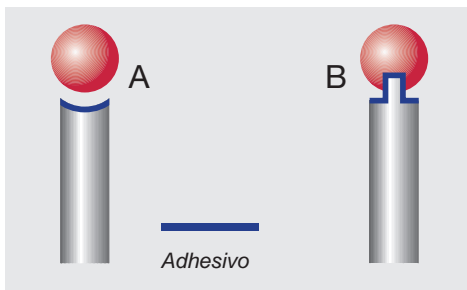
Montaje sobre base o espiga

Generalmente, se utilizan dos métodos de sujeción de la bola al vástago: conexión sobre la base o sobre una espiga.

La mayoría de los palpadores Renishaw se fabrican siguiendo el diseño de montaje sobre espiga. Para ello, se taladran agujeros de 0,5 mm de diámetro, se fresan las espigas sobre las que se sujetan las bolas.

Las ventajas son evidentes: la fijación es técnicamente superior en términos de ingeniería y, especialmente con vástagos delgados, la superficie de adherencia es mayor. Sobre todo en vástagos delgados, ya que su área de adherencia es reducida, los métodos de fijación convencionales pueden hacer que la bola se separe rápidamente del vástago incluso aplicando una fuerza mínima.

Nuestro palpador de bola de grado 3 (0,08 μm de desviación esférica) se fabrica utilizando una bola sin taladrar fijada sobre una base esférica. Las investigaciones realizadas sobre el efecto del diseño y la fabricación de palpadores utilizando estas bolas de alta gama, han demostrado que la forma de la bola puede degradarse al realizar el taladro y por la distorsión al pegarlas a la espiga. Las mediciones tomadas antes y después del montaje muestran que la forma de la bola se mantiene correctamente dentro de las especificaciones durante el proceso. Debido a las limitaciones de la capacidad de medición y a la resistencia de la fijación, las bolas de palpador de grado 3 sólo se fabrican con diámetros a partir de 1 mm.



A: Fijación sobre la base, zona de adherencia menor

B: Fijación sobre espiga, mayor área de adherencia y seguridad debido a la espiga

! Es importante que el fabricante se asegure de que coincida la longitud de la espiga y la profundidad del taladro. Si el taladro es demasiado profundo, el aire queda atrapado entre las bolas y éstas se sueltan fácilmente al medir en las direcciones Z. Si la espiga es demasiado larga, la base del taladro se hace cónica o redonda, por lo que se crean bolsas de aire que reducen la estabilidad.



PATENT No
US 5505005



MADE IN UK

P20 MED FORC
T23126

Calibrado de palpadores

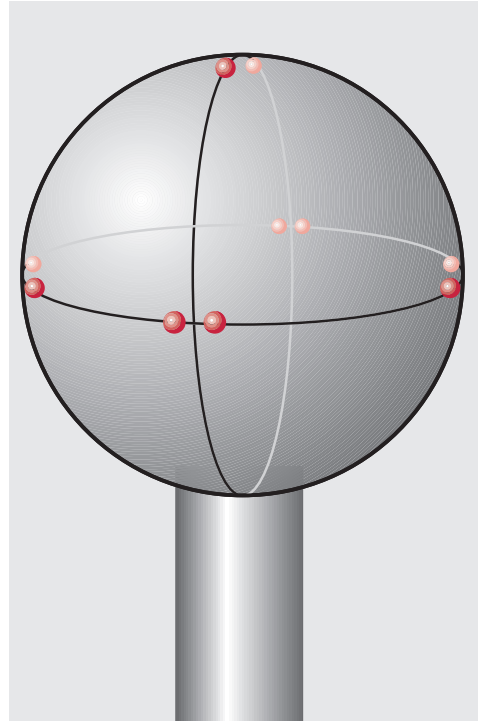
Antes de iniciar las mediciones, es fundamental calibrar la sonda con precisión para todos los procedimientos de medición. Para obtener unos resultados precisos, es necesario establecer las dimensiones útiles de los componentes de la sonda. Los valores se almacenan en el procesador de datos de la MMC.

Cómo funciona

La posición de cada bola de palpador y su diámetro se establece mediante un programa de calibrado de sonda especial (consulte el manual de usuario del fabricante de la máquina).

Se realiza un punto de contacto con todos los palpadores que se van a utilizar, uno tras otro. La referencia utilizada es generalmente una bola fabricada con diámetro conocido de altísima precisión. Las medidas de la bola que se va a calibrar se registran en el software de medición.

Si los palpadores se van a utilizar para medir puntos separados, el palpador se calibra mediante una serie de puntos de referencia tomados en los puntos cardinales de la bola (véase la imagen). Para los sistemas de escaneado se obtiene un número de puntos mucho mayor. En el manual de usuario del fabricante de la máquina se explica con más detalle la estrategia de inspección del calibrado del palpador.



Si utiliza más de una MMC, asegúrese de utilizar bolas calibradas cuyos valores hayan sido registrados en el software.

Resultado

El procedimiento de calibrado de la sonda establece los diámetros útiles de la bola del palpador durante la medición y sus posiciones relativas entre sí y entre el sistema de coordenadas de máquina.

Para determinar los diámetros desconocidos de las bolas del palpador, se utiliza un programa de análisis especial y una bola de diámetro conocido.

Las coordenadas del centro de la primera bola de palpador calibrada se almacenan en el procesador de datos de la MMC como coordenadas de referencia. Para establecer las restantes posiciones de la punta, se generan las diferencias con la primera y, después, se almacenan también como coordenadas de centro de bola.

Después de calibrar las distintas bolas de una configuración de palpadores, el software de la MMC compensa sus puntos centrales, de forma que las mediciones de todos los palpadores se muestren como si se hubieran tomado de un único palpador.

De este modo siempre obtiene el mismo resultado, independientemente del palpador utilizado para inspeccionar un punto.



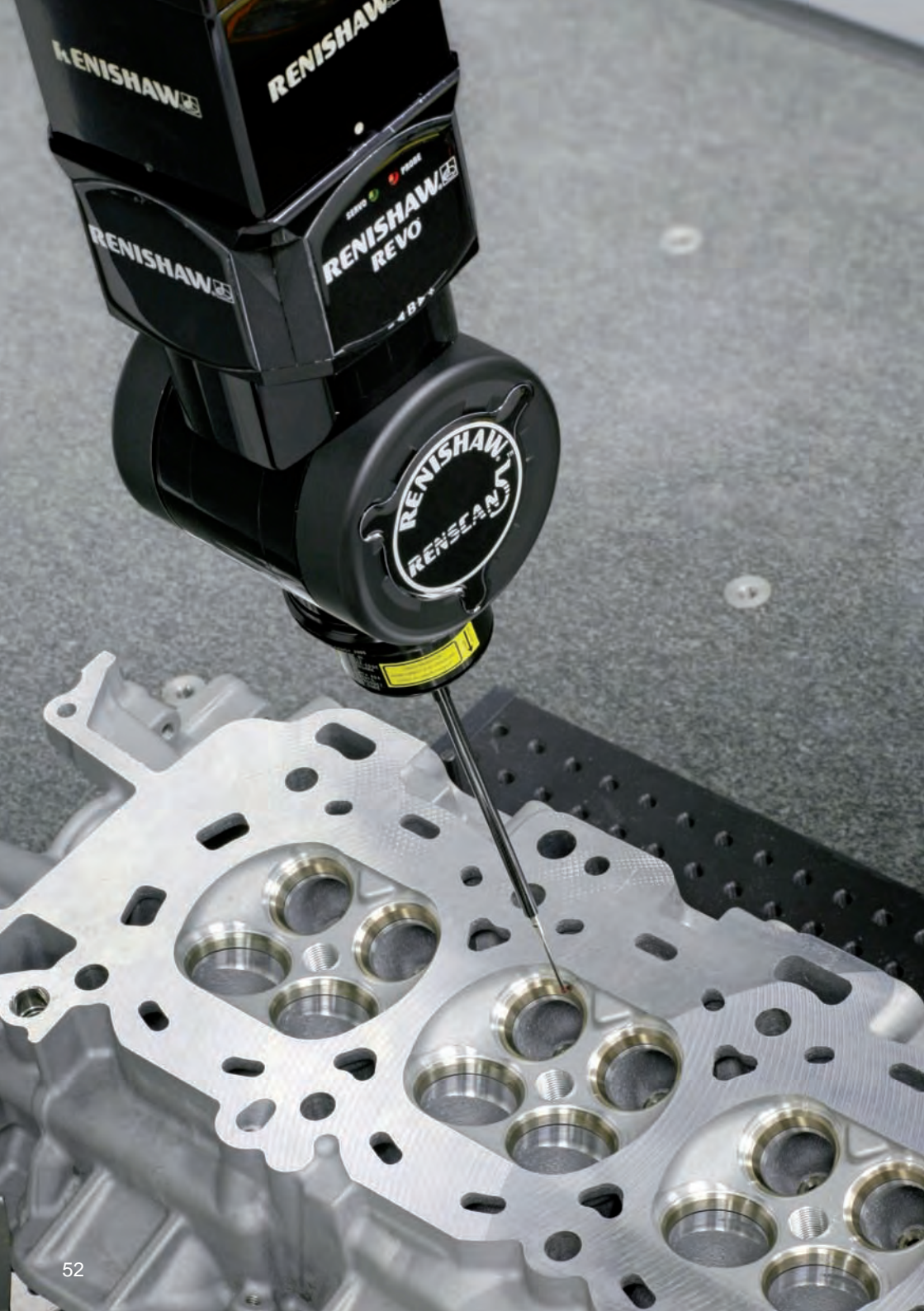
Al realizar las mediciones, la MMC compensa la posición del palpador y las medidas de la punta. Así, la forma de la punta del palpador es el único elemento que influye en las mediciones.

Calibrado de componentes de otras formas

Además de las bolas de referencia, el calibrado del palpador puede realizarse mediante otras referencias, como galgas de profundidad, anillos patrón y galgas de aguja. Otros ejemplos habituales son los palpadores cilíndricos y de disco. El principio básico es el mismo. En el manual de usuario del fabricante de la máquina se explican con más detalle las rutinas para este tipo de calibrado.



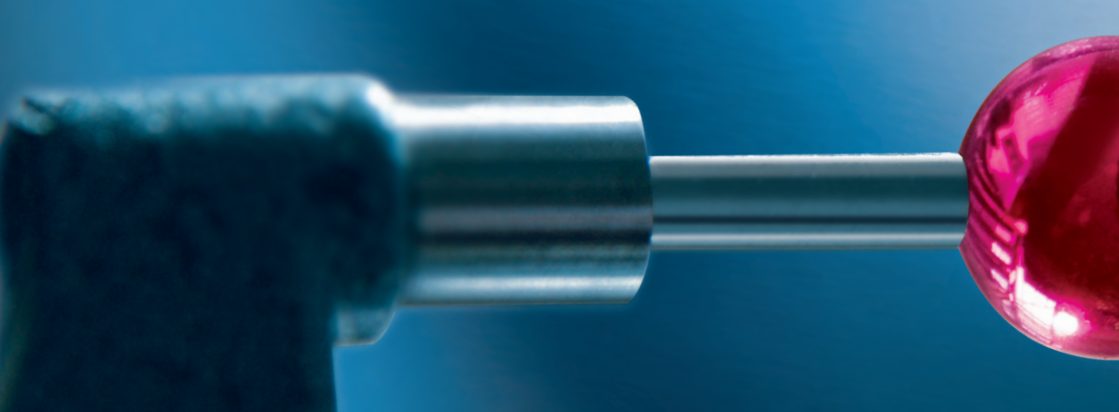
Palpador de referencia



Resumen de los criterios utilizados para seleccionar los componentes de la sonda

En el sector de las MMC, todos los fabricantes de equipamiento realizan fuertes inversiones para reducir al mínimo los errores de medición, lo que también se refleja en el alto coste de inversión en las máquinas.

El rendimiento de la inspección puede verse fácilmente degradado si se utiliza un palpador con una redondez de la bola imperfecta o una ubicación incorrecta de ésta, un mal ajuste de la rosca o un diseño transigente que permita una flexión excesiva durante la medición. Para garantizar la integridad de los datos que se buscan, es preciso especificar y utilizar un palpador de la amplia gama de palpadores originales Renishaw.



Lista de comprobación

- **Utilice siempre el palpador más corto y estable posible.**
Si utiliza componentes de palpador largos, asegúrese de que tienen la estabilidad necesaria.
- **Compruebe que los palpadores que utiliza no tienen defectos, principalmente en el área roscada y en la zona de asentamiento. De este modo, se garantiza un montaje seguro.**
- **¿Variaciones? Verifique que el componente de la sonda está sujeto firmemente.**
- **Sustituya los palpadores gastados.**
- **¿Utiliza componentes térmicamente estables? Tenga presente las condiciones ambientales.**
- **Al ensamblar las configuraciones de palpador, consulte las masas permitidas especificadas por el fabricante del sensor.**
- **Evite emplear demasiadas conexiones roscadas o superfluas. Utilice la cantidad mínima de componentes individuales.**



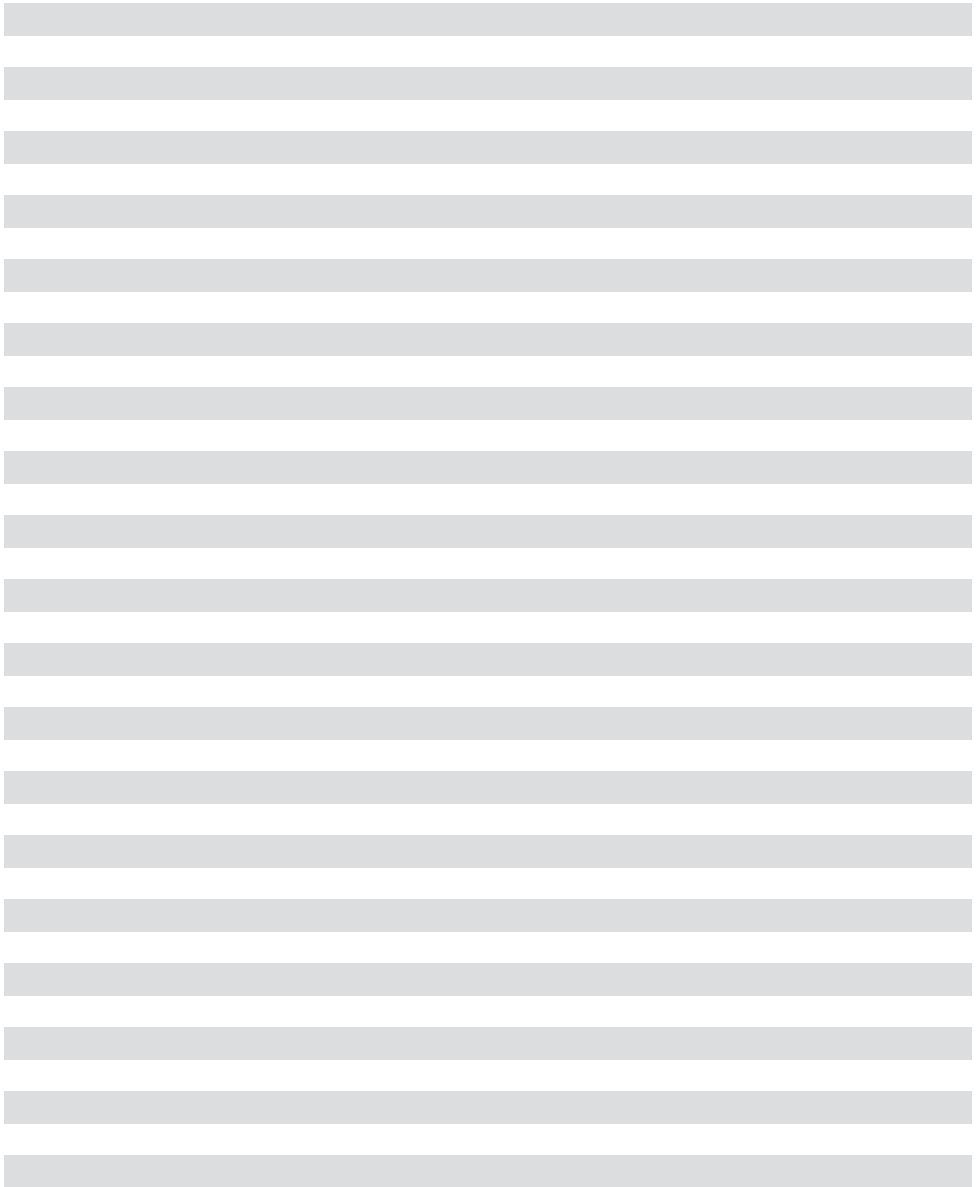
- **¿Utiliza aplicaciones de exploración?**
Aproveche las ventajas que proporcionan las bolas de nitruro de silicio para explorar el aluminio.
- **Utilice bolas del mayor tamaño posible.**
Las bolas de palpador grandes actúan como filtros en la superficie de la pieza de trabajo. Con bolas grandes, las estructuras finas de la superficie de una pieza de trabajo raramente se registran, lo que evita las variaciones aleatorias en las mediciones (volantes).
- **Los palpadores deben alinearse siempre en ángulo recto, o lo más cercano posible a éste, con los planos que se van a medir. Para planos de medición en ángulo, dispone de cubos angulares y codos que permiten alinear el palpador correctamente.**

También pueden utilizarse para medir agujeros en ángulo.

- **Asegúrese de que las fuerzas motriz y de medición son adecuadas para los componentes del palpador. Al utilizar una bola de palpador pequeña y un vástago delgado, estos valores deben reducirse siempre que sea necesario.**

Notas

Blank lined area for notes.



Renishaw Ibérica, S.A.U.
Gavà Park, C. Imaginació, 3
08850 GAVÀ
Barcelona, España

T +34 93 6633420
F +34 93 6632813
E spain@renishaw.com
www.renishaw.es

RENISHAW 
apply innovation™

Acerca de Renishaw

Renishaw es el líder mundial establecido en tecnologías de ingeniería, con un largo historial en investigación, desarrollo y fabricación de productos. Desde su creación en 1973, la empresa ha venido suministrando sus productos para aumentar la productividad y mejorar la calidad del producto, con unas soluciones de automatización rentables.

Una red mundial de filiales y distribuidores garantiza un servicio excepcional y asistencia técnica a nuestros clientes.

Los productos incluyen:

- **Sistemas de exploración y fresado Dental CAD/CAM.**
- **Sistemas de encóder de alta precisión lineal, angular y rotatorios para captación de posición.**
- **Sistemas láser y ballbar para la medición del rendimiento y calibrado de máquinas.**
- **Sistemas médicos para aplicaciones neuroquirúrgicas.**
- **Sistemas de inspección y software de puesta a punto de piezas, reglaje de herramientas e inspección CNC en Máquinas-Herramienta.**
- **Sistemas de espectrografía Raman para el análisis de material no destructivo.**
- **Sistemas de sensores y software para medición en MMC (máquinas de medición de coordenadas).**
- **Palpadores para MMC y aplicaciones de inspección en Máquinas-Herramienta.**

Renishaw en el mundo

Alemania

T +49 7127 9810
E germany@renishaw.com

Australia

T +61 3 9521 0922
E australia@renishaw.com

Austria

T +43 2236 379790
E austria@renishaw.com

Brazil

T +55 11 4195 2866
E brazil@renishaw.com

Canadá

T +1 905 828 0104
E canada@renishaw.com

Corea del Sur

T +82 2 218 2830
E southkorea@renishaw.com

EE.UU

T +1 847 286 9953
E usa@renishaw.com

Eslovenia

T +386 1 52 72 100
E mail@rls.si

España

T +34 93 663 34 20
E spain@renishaw.com

Francia

T +33 1 64 61 84 84
E france@renishaw.com

Hong Kong

T +852 2753 0638
E hongkong@renishaw.com

Hungría

T +36 70 381 4868
E hungary@renishaw.com

India

T +91 80 6623 6000
E india@renishaw.com

Israel

T +972 4 953 6595
E israel@renishaw.com

Italia

T +39 011 966 10 52
E italy@renishaw.com

Japón

T +81 3 5366 5315
E japan@renishaw.com

Malasia

T +60 12 381 9299
E malaysia@renishaw.com

Países Bajos

T +37 76 543 11 00
E benelux@renishaw.com

Polonia

T +48 22 575 8000
E poland@renishaw.com

Reino Unido (Empresa Matriz)

T +44 1453 524524
E uk@renishaw.com

República Checa

T +420 5 4821 6553
E czech@renishaw.com

República Popular de China

T +86 21 6353 4897
E china@renishaw.com

Rusia

T +7 495 231 1677
E russia@renishaw.com

Singapur

T +65 6897 5466
E singapore@renishaw.com

Suecia

T +46 8 584 90 880
E sweden@renishaw.com

Suiza

T +41 55 415 50 60
E switzerland@renishaw.com

Taiwán

T +886 4 2251 3665
E taiwan@renishaw.com

Tailandia

T +66 27 469 811
E thailand@renishaw.com

Turquía

T +90 216 380 92 40
E turkey@renishaw.com

Para todos los otros países

T +44 1453 524524
E international@renishaw.com