

MÉTODOS DE CALIBRACIÓN: MEDICIÓN DE PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE UN CONO

C. Schurrer¹, D. Brusa¹, J. Caselles¹, H. Oviedo¹ y N. Brambilla¹

¹ CEMETRO. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba. Armada Argentina, 4050. (5016) Córdoba, Argentina. E-mails: cschurrer@gmail.com, dhbrusa@gmail.com, caselles_juan@hotmail.com, hufoviedo@hotmail.com y nancybrambilla@gmail.com

ÁREA TEMÁTICA. REQUISITOS TÉCNICOS

RESUMEN. El presente trabajo describe los procedimientos implementados mediante una máquina de medir en coordenadas, redondímetro y rugosímetro, para evaluar los parámetros característicos de un cono.

PALABRAS CLAVE. Metrología dimensional, conos, máquina de medir en coordenadas, redondímetro, rugosímetro, ISO 1947

1.- Introducción

La utilización de conos porta herramienta por ejemplo en máquinas herramienta, centros automáticos de mecanizado, fresadoras, perforadoras, es algo inevitable y vital para este tipo de máquinas usadas profusamente en la industria metalmecánica. Por esa razón resulta muy importante en un laboratorio de metrología dimensional establecer procedimiento para la medición de conos de referencia acorde al sistema de tolerancia de conos establecido en la norma ISO 1947:1973.

El presente trabajo es el paso previo para la implementación de un procedimiento específico para clasificar las tolerancias de un cono, acorde con la ISO 1947:1973. Con vista a esa implementación se comenzó elaborando los diferentes procedimientos de medición para cada uno de los parámetros característicos de un cono.

La completa caracterización de un cono exige controlar los siguientes parámetros:

- circularidad de las secciones normales al eje
- rectitud de las generatrices
- ángulo del cono
- longitud del cono
- diámetros de las bases
- rugosidad superficial.

Se comenzó trabajando sobre un cono ISO 40 ($\alpha/2_{\text{nominal}}=8^{\circ}17'50''$).

En las próximas secciones presentamos el desarrollo de los procedimientos elaborados mediante una máquina de medir en coordenadas un redondímetro y un rugosímetro. El uso de este instrumental asegura la exactitud buscada con procedimientos automatizados, como se desprende de la evaluación de la incertidumbre de medición en cada caso.

2.- Desarrollo

En nuestro laboratorio se ha implementado el control de conos mediante máquina de medir coordenadas (MMC), redondímetro y rugosímetro utilizando como mesurando un cono patrón tipo ISO 40 de valor nominal $\alpha/2_{\text{nominal}}=8^{\circ}17'50''$. Todas las incertidumbres indicadas fueron estimadas en base a los lineamientos de la ISO-99 GUM y se expresan con una P=95%, con factor de cobertura k=2.

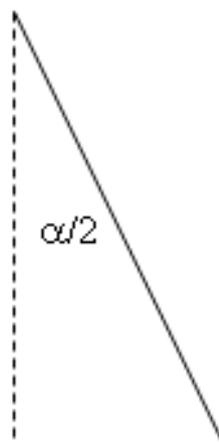


Fig.1. Desarrollo

2.1 Circularidad de las secciones

La circularidad se midió con un equipo Talyrond 365 de Taylor Hobson con trazabilidad al NPL. Se utilizó un palpador de rubí de 4mm de diámetro. El plano de medición fue perpendicular al eje del cono. Velocidad de rotación: 2 rpm. Tanto el nivelado como el centrado de la pieza se realizan automáticamente lo que permite una adecuada repetibilidad de los resultados.

Los valores obtenidos están graficados en la figura 2.

Cada valor medido tiene una incertidumbre $U_{\text{circ}}=0.2\mu\text{m}$. El valor promedio de la circularidad, excluyendo aquellos valores superiores a $2\mu\text{m}$ causados por rayas en la superficie, es:

$$\text{Circularidad: RONt} = 0,9 \mu\text{m} \quad (1)$$

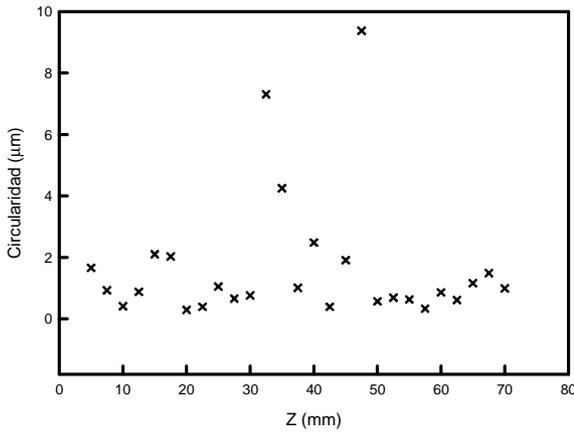


Fig. 2. Valores obtenidos circularidad de las secciones

2.2 Rectitud de las generatrices

La rectitud de las generatrices se midió mediante una MMC realizando un escaneado por contacto a lo largo de una generatriz. Primero se estableció un sistema de coordenadas cuyo eje Z tiene una coaxialidad con el eje del cono, menor a 1 μm . Luego se midieron ocho escaneados en generatrices separadas angularmente por 45°. La MMC usada fue una Legex 9106 de Mitutoyo con cabezal MPP300Q de 0,01 μm de resolución y palpador de rubi de 4mm de diámetro con trazabilidad al INMETRO.

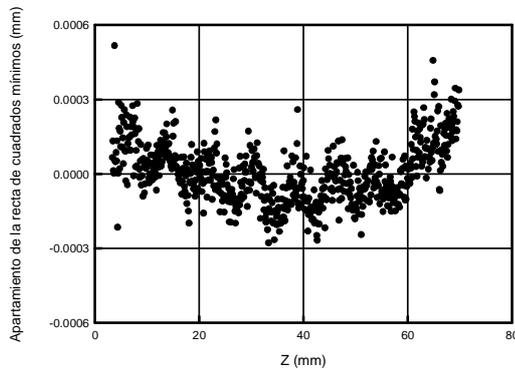


Fig. 3. Rectitud de las generatrices

En la figura se muestra el apartamiento radial de la recta obtenida por cuadrados mínimos para el radio como función de z (generatriz del cono). Las otras siete generatrices tienen el mismo comportamiento excepto por picos asociados a rayas en la superficie del cono. Cada valor medido tiene una incertidumbre $U_{\text{rect}}=0.3\mu\text{m}$.

El valor medio obtenido de la Rectitud es:

$$\text{Rectitud: } R = 1,0 \mu\text{m} \tag{2}$$

Este valor se confirmó midiendo alternativamente con MMC la dependencia con z del radio de círculos perpendiculares al eje del cono.

2.3 Ángulo del cono

Haciendo uso de los círculos o las generatrices medidos en 2.1 y 2.2 fue posible determinar el valor del semiángulo del cono ajustando por cuadrados mínimos la superficie de un cono usando uno u otro conjunto de datos. Dado que este ángulo no se conoce a priori, los puntos se midieron con la MMC sin compensar el palpador, de esta manera nos cercioramos que no habrá distorsiones u errores introducidos por una compensación inadecuado del software de la MMC en las condiciones de contacto resultantes.

Tabla 1. Valores del semiángulo

Método	$\alpha/2(^{\circ})$
Círculos	$8^{\circ} 17' 49'' \pm 2''$
Generatrices	$8^{\circ} 17' 48'' \pm 2''$

La definición del ángulo de un cono que figura en la ISO 1947:1973 es, el ángulo formado por dos generatrices que están en un plano que contiene al eje del cono. Consideramos que el procedimiento que hace uso de las generatrices para ajustar la superficie del cono es el que más se aproxima, utilizando el equipamiento y el procedimiento de medición desarrollado en cada caso, al definido por la norma.

2.4 Longitud del cono

Para realizar esta determinación se midió mediante la MMC la separación a lo largo del eje del cono de los planos en la base mayor y menor del cono. El resultado de esta medición con la incertidumbre asociada es:

$$L = (72,158 \pm 0,002) \text{ mm} \tag{3}$$

2.5 Diámetros de las bases

Haciendo uso de todos los puntos escaneados en 2.2 y empleando del resultado de 2.3 se proyectaron todos los puntos en la dirección perpendicular a la superficie. Los puntos así obtenidos corresponde efectivamente a la superficie del cono que se desea medir, dado que los datos primarios obtenidos no habían sido compensados vía software definían una nube de puntos por encima de la superficie real. El cono así generado se intersecó por medio de dos planos perpendiculares al eje del cono y ubicados en las coordenadas z que se obtuvieron en 2.4. Los diámetros de los círculos así obtenidos fueron:

$$D = (45,024 \pm 0,001) \text{ mm} \tag{4}$$

$$d = (23,979 \pm 0,001) \text{ mm} \tag{5}$$

2.6 Rugosidad superficial

La rugosidad superficial se midió utilizando un equipo de medición de rugosidad modelo Talysurf S2 marca Taylor Hobson con trazabilidad al NPL.

Se utilizaron los siguientes parámetros de medición:

- longitud de medición: 70 mm;
- cut-off superior: 0,25 mm;
- cut-off inferior: 0,0025 mm;
- radio palpador: 2 μm ;
- velocidad de medición: 0,5mm/s;
- resolución: 16 nm;

El gráfico siguiente muestra el perfil de rugosidad medido:

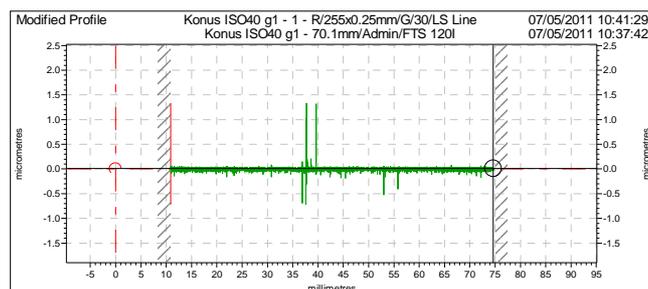


Fig. 4. Perfil de rugosidad medido

Se obtuvieron los siguientes valores de rugosidad:

- Rugosidad Ra: 0,016 μm
- Rugosidad Rz: 0,129 μm
- Rugosidad Rt: 2,060 μm

La incertidumbre es de $\pm 8\%$ del valor medido .

Estos valores son adecuados según las normas técnicas de conos patrones.

3.- Conclusión

Las mediciones efectuadas para caracterizar conos patrón, cuyos resultados cuantitativos se muestran en este trabajo, se efectuaron en el laboratorio de metrología dimensional CEMETRO perteneciente a la U.T.N. Facultad Regional Córdoba. Este laboratorio cumple todos los requisitos de la norma ISO/IEC 17025 y que está en proceso de acreditación, lo que asegura la confiabilidad de los resultados.

Los métodos, técnicas y procedimientos específicos desarrollados brindan una solución para la evaluación efectiva de conos patrón y de piezas cónicas utilizadas en diversas aplicaciones donde se necesite un acople mecánico simple que se centre y alinee automáticamente en el montaje y a la vez permita la transmisión de torques sin perder estas capacidades. Estas son exigencias muy frecuentes en la industria metalmeccánica.

El presente trabajo tendrá una continuidad en los estudios de validación de los métodos, para obtener la compatibilidad metrológica de los resultados y de esta manera asegurar la calidad de los resultados.

Una vez concluidos los ensayos intralaboratorios, se apunta a participar en ensayos interlaboratorios y/o intercomparaciones a nivel nacional e internacional.

Bibliografía

- ISO/IEC 17025:2005 Requisitos Generales para Competencia Técnica de Laboratorios de Calibración y Ensayo
- ISO/IEC Guide 99:2007 International vocabulary of metrology VIM
- ISO/IEC Guide 98-1:2009 Uncertainty of measurement GUM
- ISO 1947:1973: System of cone tolerances for conical workpieces