

Descripción del método

Method description

El método que se emplea esta basado en la(s) norma(s): ISO 10360-2:2009 e ISO 10360-5:2020

The method used is based on standard(s): ISO 10360-2:2009 and ISO 10360-5:2020

La calibración consiste en realizar 4 pruebas:

Calibration consist of performing 4 tests:

Determinar el error de indicación en mediciones de longitud en el mismo eje del brazo. ($E_{L=0}$)

Determine the error of indication in length measurements on the same axis of the arm.

Determinar el error de indicación en mediciones de longitud a una distancia del eje del brazo. ($E_{L=150}$)

Determine the error of indication in measurements of length at a distance from the axis of the arm.

Determinar el rango de repetibilidad en mediciones de longitud. (R_0)

Determine repeatability range on length measurements.

Determinar los errores de palpado. ($P_{Form.Sph.1x25.SS.Tact}$ y $P_{Size.Sph.1x25.SS.Tact}$)

Determine the probing errors.

Para evaluar el error de medición de longitud se emplea:

$E_{L,MPE}$ Máximo error de medición en longitud, con $L=0$ mm, y $L=150$ mm.

Para evaluar la repetibilidad se emplea:

$R_{0, MPL}$ Límite máximo permitido para el rango de repetibilidad

Declaración de la incertidumbre estimada de la prueba Statement of estimated test uncertainty

$U E_L$

Incertidumbre de medición en longitud con CTE bajo (interferómetro), con $L=0$, y $L=150$

Expresado como ecuación de la recta:

$$U E_L \pm = (0.25 + 0.60 \times L) \mu m \quad [L] = m$$

Incertidumbre de medición en longitud con CTE normal, con $L=0$:

$$U E_L \pm = 1.10 \mu m$$

Observaciones generales

(General remarks)

Es responsabilidad del usuario establecer la fecha de recalibración de su equipo. El tiempo y validez de los resultados informados en este documento depende de las características propias del equipo, de las condiciones de operación y de las buenas prácticas de uso y cuidado.

It is the responsibility of the user to set the recalibration date of his/her equipment. The time and validity of the results reported in this document depends on the characteristics of the equipment, the operating conditions and good use and care practices.

El uso de los resultados de la calibración queda a consideración del usuario.

The use of calibration results is the responsibility of the user.

Los resultados y los niveles de incertidumbres declarados en este certificado corresponden exclusivamente al instrumento descrito en la hoja 1.

The results and the level of uncertainties declared in this certificate correspond exclusively to the instrument described at the moment of the calibration.

Los resultados que se presentan en este certificado tienen trazabilidad a patrones nacionales

The results that appear in this certificate have traceability to national standards.

En el presente certificado el término calibración debe entenderse como verificación del desempeño según la familia de normas ISO 10360.

In this certificate the term calibration should be understood as verification of performance according to the ISO 10360 family of standards.

La incertidumbre expandida se expresa con un factor de cobertura de $k=2$, que asegura un nivel de confianza de al menos el 95% aproximadamente.

The expanded uncertainty is expressed by a coverage factor of $k = 2$, which assures the confidence level of at least about 95%.

La incertidumbre fue estimada según la NMX-CH-140-IMNC-2002.

The uncertainty was estimated according NMX-CH-140-IMNC-2002.

Los resultados se expresan en el Sistema Internacional de unidades (SI).

Results are expressed in the International System of Units (SI).

En los gráficos las líneas rojas se refieren a los EMP.

In charts red lines are EMP.

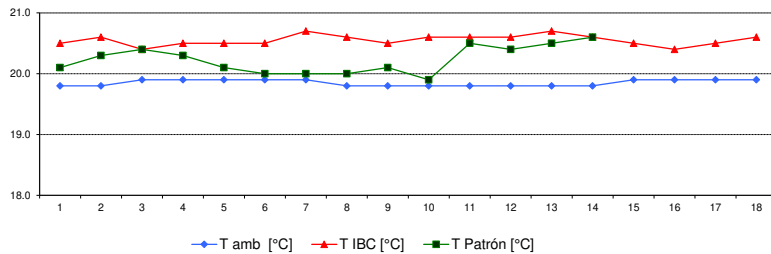
Los resultados de la prueba de palpado ($P_{Form.Sph.1x25.SS.Tact}$ y $P_{Size.Sph.1x25.SS.Tact}$) y sus incertidumbres no se encuentran en el alcance acreditado.

The results of the probing test ($P_{Form.Sph.1x25.SS.Tact}$ y $P_{Size.Sph.1x25.SS.Tact}$) as well as their corresponding uncertainty are not in the accredited scope.

Condiciones ambientales en las que se aplican las pruebas

Environmental conditions in which the tests are applied

Condiciones ambientales durante el proceso de calibración (Environmental conditions in which the tests are applied)



T min.	19.80	°C
T max.	19.90	°C
ΔT_{amb}	0.10	°C
Temperatura Ambiental		
19.85 °C	U = ±	0.073 °C
T min.	20.40	°C
T max.	20.70	°C
ΔT_{mmc}	0.30	°C
Temperatura de MMC		
20.55 °C	U = ±	0.073 °C

Nota: la temperatura del patrón se refiere al de CTE normal.

Termómetro utilizado:

Termómetro digital TESTO 720 03462442 MESS-CC-TEP-0646/2021 11/03/2026

Datos de especificaciones técnicas del equipo calibrado (Facts of specifications technical of instrument calibrated)

Modo de operación:	Automática		Error máximo permisible de longitud	$E_{L, MPE} = \pm 15 + L / 80 \mu m$
Eje	Longitud de los ejes	Reducción de eje por sistema de palpador o accesorios		Error máximo permisible de repetibilidad
X	7000 mm	100 mm en eje X		$R_{0, MPL} = \pm 5.0 \mu m$
Y	1600 mm	100 mm en eje Y		
Z	2500 mm	250 mm en eje Z		

Resolución de las escalas 0.000 2 mm

Tipo de cabezal para palpador: Cabezal rotatorio indexable con dos grados de libertad
 Sistema de palpado: Electromecánico
 Sistema intercambiador de herramientas: Zeiss VAST XXT

Palpadores empleados en las pruebas	
E_0	Rubí D8 X 30 mm M2 vástago de Acero
E_{150}	Rubí D8 X 160 mm M2 vástago de Acero
Palpado	Rubí D8 X 30 mm M2 vástago de Acero

Temperaturas para asegurar la incertidumbre del equipo:

$T_{S, MIN}$: 18 °C
 $T_{S, MAX}$: 22 °C

$\Delta T_{S, 1}$: 1 °C/hr
 $\Delta T_{S, 24}$: 2 °C/24 hr

$\Delta T_{S, H}$: 1 °C/m
 $\Delta T_{S, V}$: 1 °C/m

Compensación térmica:

ACTIVA

CTE Efectivo para las escalas:

X	11.5	$\times 10^{-6}/^{\circ}C$ por m
Y	11.5	$\times 10^{-6}/^{\circ}C$ por m
Z	11.5	$\times 10^{-6}/^{\circ}C$ por m
Incertidumbre del valor CTE ($k=2$)	1	$\times 10^{-6}/^{\circ}C$ por m

Peso máximo de carga tolerado en el equipo: 100 Kg

Las pruebas se aplican con o sin carga de trabajo sin carga

Presión nominal del aire comprimido de trabajo: NA MPa

Presión real indicada en IBC: No Aplica MPa

Pruebas de Repetibilidad

Repeatability tests

Prueba de repetibilidad del error de longitud, R_0^*		Mediciones en mm	
Valor máximo de repetibilidad	0.003 7	Error de repetibilidad máximo permisible $R_{0, MPL}$	0.005 0
Prueba de repetibilidad del error de longitud, R_0		Mediciones en mm	
Valor máximo de repetibilidad	0.000 5	Error de repetibilidad máximo permisible $R_{0, MPL}$	0.005 0

Error de medición de longitud E_0^* (CTE bajo)

Length error E_0^* (low CTE)

Todos los resultados se expresan en mm

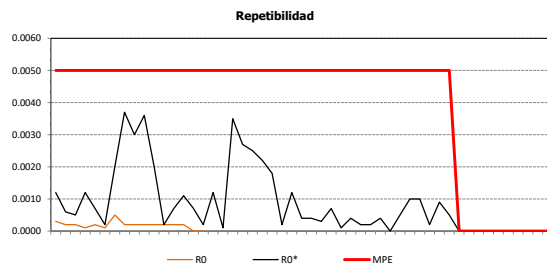
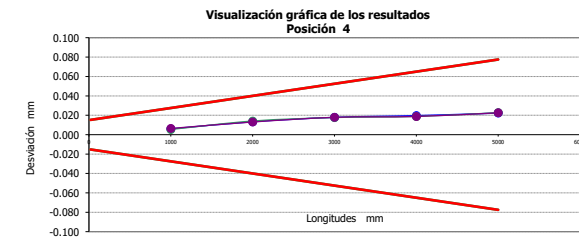
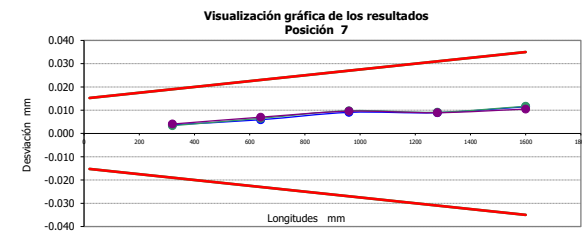
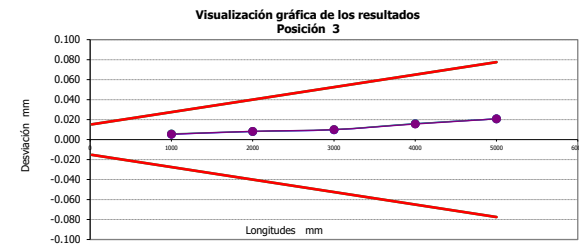
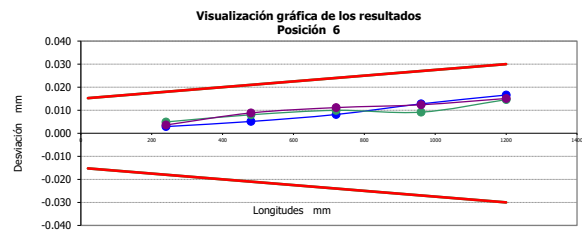
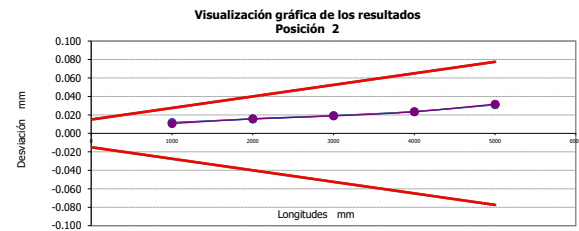
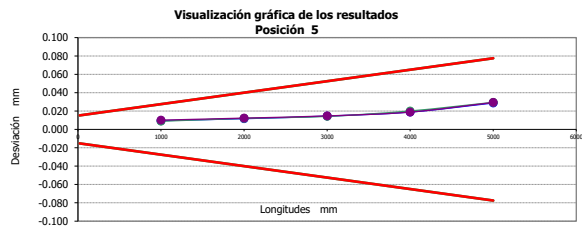
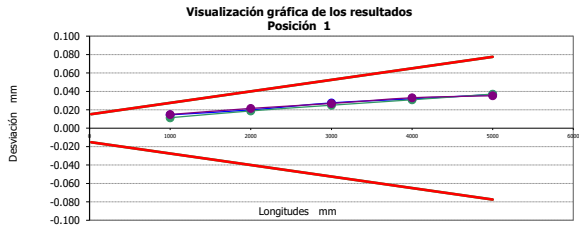
Longitud patrón	Indicación 1	Error 1	Indicación 2	Error 2	Indicación 3	Error 3	Repetibilidad
Posición 5, paralela a eje X							
20.001 4	20.001 9	0.000 5	20.002 0	0.000 6	20.002 2	0.000 8	0.000 3
1000.000 0	1000.009 0	0.009 5	1000.008 3	0.008 9	1000.009 3	0.010 1	0.001 2
2000.000 0	2000.011 2	0.011 7	2000.011 4	0.012 0	2000.011 5	0.012 3	0.000 6
3000.000 0	3000.014 0	0.014 5	3000.013 6	0.014 2	3000.013 9	0.014 7	0.000 5
4000.000 0	4000.018 4	0.018 9	4000.019 5	0.020 1	4000.018 1	0.018 9	0.001 2
5000.000 0	5000.028 2	0.028 7	5000.028 8	0.029 4	5000.028 5	0.029 3	0.000 7
Posición 6, paralela a eje Y							
20.001 4	20.001 7	0.000 3	20.001 8	0.000 4	20.001 9	0.000 5	0.000 2
240.000 0	240.002 6	0.002 9	240.004 5	0.004 9	240.003 1	0.003 6	0.002 0
480.000 0	480.004 8	0.005 1	480.007 6	0.008 0	480.008 3	0.008 8	0.003 7
720.000 0	720.007 8	0.008 1	720.009 5	0.009 9	720.010 6	0.011 1	0.003 0
960.000 0	960.012 5	0.012 8	960.008 8	0.009 2	960.011 9	0.012 4	0.003 6
1200.000 0	1200.016 3	0.016 6	1200.014 2	0.014 6	1200.014 6	0.015 1	0.002 0
Posición 7, paralela a eje Z							
20.001 4	20.001 9	0.000 5	20.001 8	0.000 4	20.002 0	0.000 6	0.000 2
320.000 0	320.003 2	0.003 7	320.002 9	0.003 3	320.003 4	0.004 0	0.000 7
640.000 0	640.005 4	0.005 9	640.006 1	0.006 5	640.006 4	0.007 0	0.001 1
960.000 0	960.008 6	0.009 1	960.009 4	0.009 8	960.009 0	0.009 6	0.000 7
1280.000 0	1280.008 4	0.008 9	1280.008 7	0.009 1	1280.008 3	0.008 9	0.000 2
1600.000 0	1600.011 0	0.011 5	1600.011 3	0.011 7	1600.009 9	0.010 5	0.001 2
Posición 1, diagonal con orientación (1,0,0) a (0,1,1)							
20.001 4	20.001 9	0.000 5	20.001 8	0.000 4	20.001 8	0.000 4	0.000 1
1000.000 0	1000.014 1	0.014 6	1000.011 0	0.011 4	1000.014 5	0.014 9	0.003 5
2000.000 0	2000.019 4	0.019 9	2000.018 4	0.018 8	2000.021 1	0.021 5	0.002 7
3000.000 0	3000.027 0	0.027 5	3000.024 6	0.025 0	3000.026 5	0.026 9	0.002 5
4000.000 0	4000.031 4	0.031 9	4000.030 5	0.030 9	4000.032 7	0.033 1	0.002 2
5000.000 0	5000.036 0	0.036 5	5000.036 6	0.037 0	5000.034 8	0.035 2	0.001 8
Posición 2, diagonal con orientación (1,1,0) a (0,0,1)							
20.001 4	20.001 5	0.000 1	20.001 7	0.000 3	20.001 7	0.000 3	0.000 2
1000.000 0	1000.011 7	0.011 8	1000.011 0	0.011 3	1000.010 3	0.010 6	0.001 2
2000.000 0	2000.015 4	0.015 5	2000.015 6	0.015 9	2000.015 5	0.015 8	0.000 4
3000.000 0	3000.019 1	0.019 2	3000.019 0	0.019 3	3000.018 6	0.018 9	0.000 4
4000.000 0	4000.023 5	0.023 6	4000.023 4	0.023 7	4000.023 1	0.023 4	0.000 3
5000.000 0	5000.030 8	0.030 9	5000.030 8	0.031 1	5000.031 3	0.031 6	0.000 7
Posición 3, diagonal con orientación (0,1,0) a (1,0,1)							
20.001 4	20.001 9	0.000 5	20.001 8	0.000 4	20.001 8	0.000 4	0.000 1
1000.000 0	1000.004 9	0.005 4	1000.005 4	0.005 8	1000.005 0	0.005 4	0.000 4
2000.000 0	2000.007 6	0.008 1	2000.007 8	0.008 2	2000.007 9	0.008 3	0.000 2
3000.000 0	3000.009 4	0.009 9	3000.009 7	0.010 1	3000.009 6	0.010 0	0.000 2
4000.000 0	4000.015 4	0.015 9	4000.015 6	0.016 0	4000.015 2	0.015 6	0.000 4
5000.000 0	5000.020 2	0.020 7	5000.020 3	0.020 7	5000.020 3	0.020 7	0.000 0
Posición 4, diagonal con orientación (0,0,0) a (1,1,1)							
20.001 4	20.001 7	0.000 3	20.001 5	0.000 1	20.002 0	0.000 6	0.000 5
1000.000 0	1000.006 0	0.006 0	1000.005 4	0.005 4	1000.006 4	0.006 4	0.001 0
2000.000 0	2000.013 3	0.013 3	2000.014 1	0.014 1	2000.013 1	0.013 1	0.001 0
3000.000 0	3000.017 9	0.017 9	3000.017 7	0.017 7	3000.017 9	0.017 9	0.000 2
4000.000 0	4000.019 7	0.019 7	4000.018 8	0.018 8	4000.018 8	0.018 8	0.000 9
5000.000 0	5000.022 2	0.022 2	5000.022 7	0.022 7	5000.022 5	0.022 5	0.000 5

Error de medición de longitud E_0 (CTE normal)

Dirección	Longitud patrón	Indicación 1	Error 1	Indicación 2	Error 2	Indicación 3	Error 3	Repetibilidad	MPE
Posición 5	700.016 9	700.017 9	0.001 0	700.017 8	0.000 9	700.018 0	0.001 1	0.000 2	0.023 8
Posición 6	700.016 9	700.017 9	0.001 0	700.017 8	0.000 9	700.018 0	0.001 1	0.000 2	0.023 8
Posición 7	700.016 9	700.017 9	0.001 0	700.017 8	0.000 9	700.018 0	0.001 1	0.000 2	0.023 8
Posición 1	700.016 9	700.017 9	0.001 0	700.017 8	0.000 9	700.018 0	0.001 1	0.000 2	0.023 8
Posición 2	700.016 9	700.017 9	0.001 0	700.017 8	0.000 9	700.018 0	0.001 1	0.000 2	0.023 8
Posición 3	700.016 9	700.017 9	0.001 0	700.017 8	0.000 9	700.018 0	0.001 1	0.000 2	0.023 8
Posición 4	700.016 9	700.017 9	0.001 0	700.017 8	0.000 9	700.018 0	0.001 1	0.000 2	0.023 8

Información gráfica del error de medición de longitud E_0^*

Graphic information of length error E_0^*



Error de medición de longitud E_{150}^*

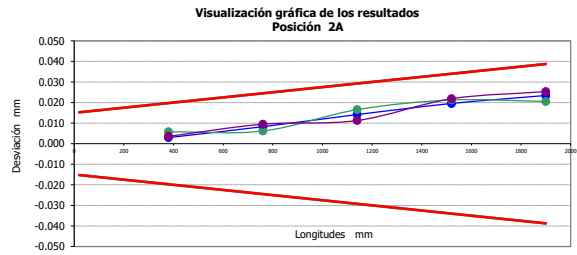
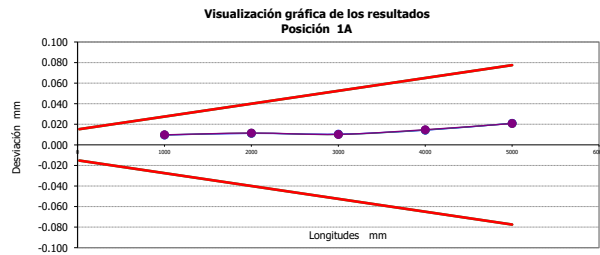
Length error E_{150}^*

Todos los resultados se expresan en mm

Longitud patrón	Indicación 1	Error 1	Indicación 2	Error 2	Indicación 3	Error 3	Repetibilidad
Posición 1A ZX, Diagonal 1 con L=150							
20.001 4	20.001 5	0.000 1	20.001 5	0.000 1	20.001 6	0.000 2	0.000 1
1000.000 0	1000.009 5	0.009 6	1000.009 6	0.009 7	1000.009 6	0.009 8	0.000 2
2000.000 0	2000.011 1	0.011 2	2000.011 3	0.011 4	2000.011 3	0.011 5	0.000 3
3000.000 0	3000.010 3	0.010 4	3000.010 0	0.010 1	3000.010 0	0.010 2	0.000 3
4000.000 0	4000.014 2	0.014 3	4000.014 4	0.014 5	4000.014 6	0.014 8	0.000 5
5000.000 0	5000.020 8	0.020 9	5000.020 7	0.020 8	5000.020 5	0.020 7	0.000 2
Posición 2A ZY, Diagonal 2 con L=150							
20.001 4	20.001 5	0.000 1	20.001 6	0.000 2	20.001 5	0.000 1	0.000 1
380.000 0	380.002 9	0.003 0	380.005 6	0.005 8	380.003 5	0.003 6	0.002 8
760.000 0	760.008 2	0.008 3	760.006 0	0.006 2	760.009 4	0.009 5	0.003 3
1140.000 0	1140.014 1	0.014 2	1140.016 4	0.016 6	1140.011 2	0.011 3	0.005 3
1520.000 0	1520.019 4	0.019 5	1520.021 0	0.021 2	1520.021 7	0.021 8	0.002 3
1900.000 0	1900.023 3	0.023 4	1900.020 3	0.020 5	1900.025 2	0.025 3	0.004 8

Información gráfica del error de medición de longitud E_{150}^*

Graphic information of length error E_{150}^*



Error de palpado $P_{Form.Sph.1x25.SS.Tact}$
Probing error

(0.0003 ± 0.0002) mm

Error de palpado $P_{Size.Sph.1x25.SS.Tact}$
Probing error

(0.00056 ± 0.00067) mm

Requerimientos especiales (Special requirements)

Si la longitud de prueba calibrada no es un material CTE normal, entonces los valores E_{0MPE} correspondientes se designan con un asterisco (*)
If the calibrated test length is not a normal CTE material, then the corresponding E_{0MPE} values are designated with an asterisk (*)