

ANEXO TECNICO ACREDITACIÓN Nº 3/LC10.002

Entidad: ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE U.P.M.
Laboratorio de Metrología y Metrotecnia (LMM)

Dirección: C/ José Gutiérrez Abascal, 2; 28006 Madrid

Norma de referencia: UNE-EN ISO/IEC 17025: 2005 (CGA-ENAC-LEC)

Calibraciones en el área:

Dimensional (Dimensional) 1

Dimensional (Dimensional)

3/LC037

Categoría 0 (Calibraciones en el laboratorio permanente)

CAMPO DE MEDIDA Range	CMC(*)	INSTRUMENTOS A CALIBRAR Instruments																											
LONGITUD Length																													
$\lambda = 633 \text{ nm}$	$10^{-8} \cdot \lambda$	Longitud de onda de emisores láseres y otros patrones de frecuencias ópticas																											
$L \leq 20 \text{ m}$	$(0,03 + 0,7 \cdot L) \mu\text{m}$ L: desplazamiento medido en m	Sistemas interferométricos láser configurados para medición de distancias																											
$L \leq 25 \text{ mm}$ 25,1 mm $\leq L \leq$ 50 mm 50,1 mm $\leq L \leq$ 75 mm 75,1 mm $\leq L \leq$ 100 mm $L \leq 100 \text{ mm}$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">acero</td> <td style="text-align: center;">cerámica</td> <td style="text-align: center;">metal duro</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Parámetro D (μm)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0,07</td> <td style="text-align: center;">0,10</td> <td style="text-align: center;">0,20</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0,09</td> <td style="text-align: center;">0,14</td> <td style="text-align: center;">0,35</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0,11</td> <td style="text-align: center;">0,20</td> <td style="text-align: center;">0,50</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0,13</td> <td style="text-align: center;">0,25</td> <td style="text-align: center;">0,70</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Parámetro F (μm)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0,08</td> <td style="text-align: center;">0,10</td> <td style="text-align: center;">0,10</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">D: desviación al nominal F: variación de longitud</td> </tr> </table>	acero	cerámica	metal duro	Parámetro D (μm)			0,07	0,10	0,20	0,09	0,14	0,35	0,11	0,20	0,50	0,13	0,25	0,70	Parámetro F (μm)			0,08	0,10	0,10	D: desviación al nominal F: variación de longitud			Bloques patrón longitudinales grado 0 (UNE-EN ISO 3650), de acero, cerámica y metal duro
acero	cerámica	metal duro																											
Parámetro D (μm)																													
0,07	0,10	0,20																											
0,09	0,14	0,35																											
0,11	0,20	0,50																											
0,13	0,25	0,70																											
Parámetro F (μm)																													
0,08	0,10	0,10																											
D: desviación al nominal F: variación de longitud																													

El presente anexo técnico está sujeto a posibles modificaciones. La vigencia de la acreditación puede confirmarse en la página web de ENAC (<http://www.enac.es>)

$L \leq 25 \text{ mm}$ $25,1 \text{ mm} \leq L \leq 50 \text{ mm}$ $50,1 \text{ mm} \leq L \leq 75 \text{ mm}$ $75,1 \text{ mm} \leq L \leq 100 \text{ mm}$ $L \leq 100 \text{ mm}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Acero</th> <th>cerámica</th> <th>metal duro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Parámetro D (μm)</td> </tr> <tr> <td>0,20</td> <td>0,22</td> <td>0,27</td> </tr> <tr> <td>0,21</td> <td>0,24</td> <td>0,40</td> </tr> <tr> <td>0,22</td> <td>0,28</td> <td>0,55</td> </tr> <tr> <td>0,23</td> <td>0,32</td> <td>0,70</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Parámetro F (μm)</td> </tr> <tr> <td>0,23</td> <td>0,25</td> <td>0,25</td> </tr> </tbody> </table> <p>D: desviación al nominal F: variación de longitud</p>	Acero	cerámica	metal duro	Parámetro D (μm)			0,20	0,22	0,27	0,21	0,24	0,40	0,22	0,28	0,55	0,23	0,32	0,70	Parámetro F (μm)			0,23	0,25	0,25	Bloques patrón longitudinales grados 1 y 2 (UNE-EN ISO 3650), de acero, cerámica y metal duro
Acero	cerámica	metal duro																								
Parámetro D (μm)																										
0,20	0,22	0,27																								
0,21	0,24	0,40																								
0,22	0,28	0,55																								
0,23	0,32	0,70																								
Parámetro F (μm)																										
0,23	0,25	0,25																								
$100,1 \text{ mm} \leq L \leq 1000 \text{ mm}$	$(0,4 + 0,3 \cdot L) \mu\text{m}$ L: longitud medida en m	Bloques patrón longitudinales grados 0, 1 y 2, de acero																								
$D \leq 50 \text{ mm}$ $A \leq (100 \times 100) \text{ mm}^2$ $H \leq 100 \text{ mm}$ D: diámetro A: área H: distancia	Diámetro: $0,6 \mu\text{m}$ Distancias: $0,6 \mu\text{m}$	Accesorios de bloques patrón del tipo de radio, de distancia, puntas de trazar y bases de apoyo																								
$L \leq 1 \text{ m}$	$(0,6 + 7,4 \cdot L) \mu\text{m}$ L: longitud medida en m	Barras patrón de extremos																								
$L \leq 100 \text{ mm}$	$1 \mu\text{m}$	Espesor en patrones de plano paralelismo de vidrio																								
$D \leq 250 \text{ mm}$	$(0,5 + 0,9 \cdot D) \mu\text{m}$ D: diámetro medido en m	Patrones de diámetro exterior																								
$5,1 \text{ mm} \leq D \leq 250 \text{ mm}$	$(0,5 + 0,9 \cdot D) \mu\text{m}$ D: diámetro medido en m	Patrones de diámetro interior																								
$0,01 \mu\text{m} \leq H \leq 10 \mu\text{m}$	$(0,1 + 0,02 \cdot H) \mu\text{m}$ H: altura de la ranura en μm	Patrones de amplificación de ranura																								
$D \leq 50 \text{ mm}$	$0,5 \mu\text{m}$	Bolas																								
$L \leq 2 \text{ mm}$ $L \leq 10 \text{ mm}$ $L \leq 400 \text{ mm}$	$1 \mu\text{m}$ $3 \mu\text{m}$ $6 \mu\text{m}$	Patrones de trazos ($E \geq 1 \mu\text{m}$)																								
$L \leq 1 \text{ m}$	$(6 + 5 \cdot L) \mu\text{m}$ L: indicación en m	Pies de rey (exteriores, interiores y sonda) e instrumentos basados en la regla de trazos ($E \geq 0,01 \text{ mm}$)																								

El presente anexo técnico está sujeto a posibles modificaciones. La vigencia de la acreditación puede confirmarse en la página web de ENAC (<http://www.enac.es>)

$L \leq 0,5 \text{ m}$	E	Reglas verticales ($E \geq 0,001 \text{ mm}$)
$L \leq 1 \text{ m}$	E	Reglas de trazos ($E \geq 0,1 \text{ mm}$)
$L \leq 10 \text{ m}$ $10 \text{ m} < L \leq 30 \text{ m}$	$1,6 \cdot E$ $0,5 \cdot E \cdot \sqrt{L}$ L: campo de medida en m	Reglas de trazos ($E \geq 0,5 \text{ mm}$)
$L \leq 50 \text{ mm}$	$2,1 \mu\text{m}$	Cabezas micrométricas ($E \geq 0,5 \mu\text{m}$)
$L \leq 1 \text{ m}$	$(6 + 3 \cdot L) \mu\text{m}$ L: indicación en m	Micrómetros de exteriores de dos contactos ($E = 0,01 \text{ mm}$)
$L \leq 300 \text{ mm}$	$(0,6 + 5 \cdot L) \mu\text{m}$ L: indicación en m	Micrómetros de exteriores de dos contactos ($E < 0,01 \text{ mm}$)
$3 \text{ mm} \leq L \leq 250 \text{ mm}$	$(1,2 + 10 \cdot L) \mu\text{m}$ L: indicación en m	Micrómetros de interiores de tres contactos ($E \geq 0,001 \text{ mm}$)
$25 \text{ mm} \leq L \leq 250 \text{ mm}$ (prolongaciones $L \leq 1000 \text{ mm}$)	$1 \mu\text{m}$ ($2 \mu\text{m}$ con prolongaciones)	Micrómetros de interiores de dos contactos ($E \geq 0,001 \text{ mm}$), con o sin prolongaciones
$L \leq 1 \text{ m}$	$(0,7 + 6 \cdot L) \mu\text{m}$ L: indicación en m	Sondas de regla o micrométricas ($E \geq 0,001 \text{ mm}$), con o sin prolongaciones
$L \leq 1 \text{ m}$	$(0,5 + 0,6 \cdot L) \mu\text{m}$ L: longitud medida en m	Medidoras de una coordenada horizontal o vertical y medidoras de dos coordenadas ($E \geq 0,1 \mu\text{m}$)
$L \leq 50 \text{ mm}$	$\max\{0,05 \mu\text{m} + 0,7L; 1,5E\}$ ($E < 0,05 \mu\text{m}$) $\max\{0,05 \mu\text{m} + 0,7L; 0,6E\}$ ($E \geq 0,05 \mu\text{m}$)	Comparadores electrónicos de un palpador ($E \geq 0,01 \mu\text{m}$) L en m
$L \leq 100 \text{ mm}$	$0,6 \cdot E$	Comparadores rectos, de palanca y de medida de espesores, mecánicos o electrónicos ($E \geq 0,001 \text{ mm}$)

El presente anexo técnico está sujeto a posibles modificaciones. La vigencia de la acreditación puede confirmarse en la página web de ENAC (<http://www.enac.es>)

$L \leq 2 \text{ mm}$	$0,03 \mu\text{m}$ ($E = 0,005 \mu\text{m}$) $0,03 \mu\text{m}$ ($E = 0,01 \mu\text{m}$) $0,1 \mu\text{m}$ ($E = 0,1 \mu\text{m}$) $1 \mu\text{m}$ ($E = 1 \mu\text{m}$)	Comparadores electrónicos de doble palpador $(E \geq 0,005 \mu\text{m})$
$L \leq 50 \text{ mm}$	$0,1 \mu\text{m}$	Bancos de calibración de comparadores ($E \geq 0,1 \mu\text{m}$)
$L \leq 1 \text{ m}$	$(0,4 + 0,4 \cdot L) \mu\text{m}$ L: longitud medida en m	Medidas de patrones, calibres y piezas con medidora de una coordenada horizontal
$L \leq 0,8 \text{ m}$	$(4 + 1 \cdot L) \mu\text{m}$ L: longitud medida en m	Medidas de patrones, calibres y piezas con medidora de una coordenada vertical
$L \leq 0,7 \text{ m}$	$(0,5 + 0,9 \cdot L) \mu\text{m}$ L: longitud medida en m	Medidas de patrones, calibres y piezas con medidora de tres coordenadas, punto a punto
$L \leq 1,4 \text{ m}$	$(9 + 10 \cdot L) \mu\text{m}$ L: longitud medida en m	Medidas de patrones, calibres y piezas con medidora de tres coordenadas, punto a punto
$D \leq 0,5 \text{ m}$	$(0,5 + 0,9 \cdot D) \mu\text{m}$ D: diámetro medido en m	Medida de diámetros de cilindros de patrones, calibres y piezas con medidora de tres coordenadas
$D \leq 0,9 \text{ m}$	$(9 + 7 \cdot D) \mu\text{m}$ D: diámetro medido en m	Medida de diámetros de cilindros de patrones, calibres y piezas con medidora de tres coordenadas
$D \leq 0,5 \text{ m}$	$(0,5 + 0,7 \cdot D) \mu\text{m}$ D: diámetro medido en m	Medida de diámetros de esferas de patrones, calibres y piezas con medidora de tres coordenadas
$D \leq 0,9 \text{ m}$	$(8 + 3 \cdot D) \mu\text{m}$ D: diámetro medido en m	Medida de diámetros de esferas de patrones, calibres y piezas con medidora de tres coordenadas
$L \leq 0,7 \text{ m}$	$(0,5 + 0,9 \cdot L) \mu\text{m}$ L: distancia medida en m	Medida de distancias entre ejes de cilindros y reglas de senos con rodillos accesibles
$L \leq 1,67 \text{ m}$	$(12 + 13 \cdot L) \mu\text{m}$ L: distancia medida en m	Medida de distancias entre ejes de cilindros y reglas de senos con rodillos accesibles
$L \leq 200 \text{ mm}$	$(2,5 + 2,5 \cdot L) \mu\text{m}$ L en m	Medida de patrones, calibres, piezas e instrumentos con proyector de perfiles

El presente anexo técnico está sujeto a posibles modificaciones. La vigencia de la acreditación puede confirmarse en la página web de ENAC (<http://www.enac.es>)

$L \leq 20 \text{ m}$	$(0,05 + 0,7 \cdot L) \mu\text{m}$ L: desplazamiento medido en m	Desplazamientos en máquinas, elementos móviles y sensores, mediante sistemas interferométricos láser
ANGULO Angle		
$\alpha \leq 360^\circ$	5''	Bloques patrón angulares de acero, cerámica y vidrio
$\alpha \leq 360^\circ$	5''	Polígonos patrón de acero, cerámica y vidrio, con caras accesibles a palpadores
$\alpha \leq 360^\circ$	1'	Transportadores ($E \geq 1'$)
$-10^\circ \leq \alpha \leq +10^\circ$	$(0,8 + 0,004 \cdot \alpha)''$ α : ángulo medido en ''	Niveles de medida ($E \geq 0,1'' \approx 0,5 \mu\text{m/m}$)
$\alpha \leq 90^\circ$	2'	Niveles con regla circular graduada y escuadras de nivel ($E \geq 1'$)
$\alpha \leq 90^\circ$	$0,01 \text{ mm/m} \approx 2''$	Niveles de medida ($E \geq 0,01 \text{ mm/m} \approx 2''$)
$\alpha \leq 360^\circ$	2'	Medida de patrones, calibres, piezas e instrumentos con proyector de perfiles
$-10^\circ \leq \alpha \leq +10^\circ$	$0,001 \alpha$ α : ángulo medido	Ópticas de sistemas láser para medidas angulares y/o de planitud
$-10^\circ \leq \alpha \leq +10^\circ$ $\alpha \leq 360^\circ$	$(0,3 + 0,002 \cdot \alpha)''$ 5'' α : ángulo medido en ''	Dispositivos generadores de desplazamientos angulares
$\alpha \leq 360^\circ$	5''	Medidas angulares de patrones, calibres y piezas en medidoras por coordenadas
RECTITUD Straightness		
$L \leq 200 \text{ mm}$	$3 \mu\text{m}$	Accesorios de bloques patrón del tipo de reglas de rectitud
$L \leq 200 \text{ mm}$	$3 \mu\text{m}$	Reglas de rectitud
$L \leq 2 \text{ m}$	$0,9 \sqrt{L} \mu\text{m}$ L: longitud explorada en m	Reglas, bancadas, guías, perfiles, piezas, etc.

El presente anexo técnico está sujeto a posibles modificaciones. La vigencia de la acreditación puede confirmarse en la página web de ENAC (<http://www.enac.es>)

PLANITUD Flatness		
$A \leq (100 \times 100) \text{ mm}^2$ A: área	Con patrón planitud: $0,3 \mu\text{m}$ Con M3C: $1 \mu\text{m}$	Accesorios de bloques patrón del tipo de puntas de trazar, contactos de distancia y bases de apoyo
$D \leq 250 \text{ mm}$ $e \leq 100 \text{ mm}$ D: dimensión mayor e: espesor	$0,14 \mu\text{m}$	Patrones de planitud de una o dos bases patrón y patrones planoparalelos de vidrio o de cualquier material suficientemente reflectante
$A \leq (0,5 \times 0,5) \text{ m}^2$ A: área	$1 \mu\text{m}$	Medidas de planitud en patrones, calibres y piezas, con medidoras de tres coordenadas
$A \leq (0,9 \times 1,4) \text{ m}^2$ A: área	$16 \mu\text{m}$	Medidas de planitud en patrones, calibres y piezas, con medidoras de tres coordenadas
$A \leq (1 \times 1) \text{ m}^2$ A: área	Cotas: $0,6 \sqrt{L} \mu\text{m}$ Planitud: $0,9 \sqrt{L} \mu\text{m}$ L: Dimensión mayor de la superficie explorada, en m	Mesas de planitud y superficie planas en general
PARALELISMO Parallelism		
$D \leq 250 \text{ mm}$ $e \leq 100 \text{ mm}$ D: dimensión mayor e: espesor	$0,1 \mu\text{m}$	Patrones planoparalelos de vidrio
PERPENDICULARIDAD Perpendicularity		
$L \leq 450 \text{ mm}$	5"	Escuadras de perpendicularidad
$H \leq 0,45 \text{ m}$ $D \leq 0,25 \text{ m}$ H: altura D: dimensión mayor	$0,8 \mu\text{m}/L$ L: longitud explorada	Cilindros y columnas patrón de perpendicularidad
$L \leq 0,7 \text{ m}$	5"	Medidas de perpendicularidad en patrones, calibres y piezas con medidoras de tres coordenadas

El presente anexo técnico está sujeto a posibles modificaciones. La vigencia de la acreditación puede confirmarse en la página web de ENAC (<http://www.enac.es>)

$L \leq 1,2 \text{ m}$	$12'' + 3700''/L$ L: longitud explorada en mm	Medidas de perpendicularidad en patrones, calibres y piezas con medidoras de tres coordenadas
REDONDEZ Roundness		
$L \leq 200 \text{ mm}$	$0,2 \mu\text{m}$	Patrones de redondez
$L \leq 0,5 \text{ m}$	$0,8 \mu\text{m}$	Medidas de redondez, calibres y piezas con medidoras de tres coordenadas
$L \leq 0,9 \text{ m}$	$18 \mu\text{m}$	Medidas de redondez en calibres y piezas con medidoras de tres coordenadas
MICROGEOMETRÍA Surface Texture		
Parámetros verticales: $0,1\mu\text{m} \leq R \leq 10 \mu\text{m}$ Parámetros horizontales: $80 \mu\text{m} \leq M \leq 200 \mu\text{m}$	$0,01\sqrt{54+25R^2} \mu\text{m}$ R : parámetro vertical en μm $0,05 M$ M : parámetro horizontal	Patrones de rugosidad y medidas de rugosidad de piezas
Parámetros verticales: $0,1\mu\text{m} \leq R \leq 10 \mu\text{m}$	$(0,11+0,02\sqrt{7,6+7,3R^2})\mu\text{m}$ R : parámetro vertical en μm	Medidas de rugosidad de piezas con rugosímetro portátil

El presente anexo técnico está sujeto a posibles modificaciones. La vigencia de la acreditación puede confirmarse en la página web de ENAC (<http://www.enac.es>)

Categoría I (Calibraciones "in situ")

CAMPO DE MEDIDA Range	CMC(*)	INSTRUMENTOS A CALIBRAR Instruments
LONGITUD Length		
$L \leq 2 \text{ mm}$	$0,03 \mu\text{m}$ ($E = 0,005 \mu\text{m}$) $0,03 \mu\text{m}$ ($E = 0,01 \mu\text{m}$) $0,1 \mu\text{m}$ ($E = 0,1 \mu\text{m}$) $1 \mu\text{m}$ ($E = 1 \mu\text{m}$) <hr/> $0,6 \cdot E$ ($E \geq 0,05 \mu\text{m}$)	Comparadores electrónicos de doble palpador ($E \geq 0,005 \mu\text{m}$)
$L \leq 1 \text{ m}$ $1 \text{ m} < L \leq 10 \text{ m}$	$(0,5 + 0,6 \cdot L) \mu\text{m}$ $(0,5 + 1 \cdot L) \mu\text{m}$ L: campo de medida en m	Medidoras de una coordenada horizontal ($E \geq 0,1 \mu\text{m}$)
$L \leq 1 \text{ m}$	$(0,5 + 0,6 \cdot L) \mu\text{m}$ L: campo de medida en m	Medidoras de una coordenada vertical ($E \geq 0,1 \mu\text{m}$)
$L \leq 1 \text{ m}$	$(0,5 + 0,6 \cdot L) \mu\text{m}$	Medidoras de dos coordenadas ($E \geq 0,1 \mu\text{m}$) hasta $(10 \times 10) \text{ m}^2$
$1 \text{ m} < L \leq 10 \text{ m}$	$(0,5 + 1 \cdot L) \mu\text{m}$ L: campo de medida en m	
$L \leq 10 \text{ m}$	$MPE_E :$ $(0,3 + 1,2 \cdot L) \mu\text{m}$ (**) $MPE_p :$ $0,3 \mu\text{m}$ (**) L: longitud medida en m	Máquinas medidoras por coordenadas de hasta 10 m (calibración por tramos para $L > 1 \text{ m}$ y $E \geq 0,1 \mu\text{m}$) según ISO 10360-2, hasta $(10 \times 10 \times 10) \text{ m}^3$
$L \leq 1 \text{ m}$	$(0,2 + 7 \cdot L) \mu\text{m}$ L: indicación en m	Proyectores de perfiles de eje horizontal o vertical, con cualquier amplificación óptica; sólo sistemas de proyección. Microscopios de medida, etc. ($E \geq 0,1 \mu\text{m}$)
$L \leq 20 \text{ m}$	$(0,05 + 0,7 \cdot L) \mu\text{m}$ L: desplazamiento medido en m	Desplazamientos de máquinas, elementos móviles y sensores

El presente anexo técnico está sujeto a posibles modificaciones. La vigencia de la acreditación puede confirmarse en la página web de ENAC (<http://www.enac.es>)

ÁNGULO Angle		
$\alpha \leq 360^\circ$	E	Proyectores de perfiles, microscopios de medida, etc. ($E \geq 30''$)
$-10^\circ \leq \alpha \leq +10^\circ$ $\alpha \leq 360^\circ$	$(0,3 + 0,002 \cdot \alpha)''$ $5'' \alpha$: ángulo medido en ''	Dispositivos generadores de desplazamientos angulares
RECTITUD Straightness		
$L \leq 2 \text{ m}$	$0,9\sqrt{L} \mu\text{m}$ L: longitud explorada en m	Reglas, bancadas, guías, perfiles, piezas, etc.
PLANITUD Flatness		
$A \leq (5 \times 5) \text{ m}^2$ A: área	Cotas: $0,6\sqrt{L} \mu\text{m}$ Planitud: $0,9\sqrt{L} \mu\text{m}$ L: Dimensión mayor de la superficie explorada, en m	Mesas de planitud y superficies planas en general
MICROGEOMETRÍA Surface Texture		
Parámetros verticales: $0,1 \mu\text{m} \leq R \leq 10 \mu\text{m}$	$(0,11 + 0,02\sqrt{7,6 + 7,3R^2}) \mu\text{m}$ R : parámetro vertical en μm	Medidas de rugosidad de piezas con rugosímetro portátil

(*)CMC: Capacidad de Medida y Calibración es la menor incertidumbre de medida que el laboratorio puede proporcionar a sus clientes, expresada como incertidumbre expandida para un nivel de confianza de aproximadamente el 95%.

(*)CMC: Calibration and Measurement Capability is the smallest uncertainty of measurement the laboratory can provide to its customers, expressed as the expanded uncertainty having a coverage probability of approximately 95%.

Esta revisión corrige las erratas detectadas en la rev. 1 de fecha 17/09/12

El presente anexo técnico está sujeto a posibles modificaciones. La vigencia de la acreditación puede confirmarse en la página web de ENAC (<http://www.enac.es>)