

Los Laboratorios de Fabricación Mecánica, Metalografía Óptica y Ensayos Mecánicos del CENIM disponen de un Sistema de Gestión de la Calidad Certificado por LRQA conforme a la Norma UNE-EN ISO 9001:2015

O.T. Nº: 2416

EMPRESA: Herramientas Lorenzo Salvador España, S.L

TÍTULO: Caracterización metalúrgica de material de barra de carburo de wolframio

FECHA: 14 de junio de 2024

EL DIRECTOR DEL CENIM

Dr. Carlos Capdevila Montes

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES METALÚRGICAS (CENIM)

Avda. Gregorio del Amo, 8. 28040 Madrid

Tel. 91 5538900. Fax 915347425. E-Mail: director@cenim.csic.es. URL: www.cenim.csic.es



ORDEN DE TRABAJO: 2416

PETICIONARIO: Herramientas Lorenzo Salvador España, S.L.

ANTECEDENTES: Su email de fecha 08 de febrero de 2024

OBJETO: Caracterización metalúrgica de material carburo de wolframio

ANTECEDENTES Y OBJETO DEL TRABAJO

Se ha recibido en el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM) una barra de 430mm de longitud, identificada como H.L.S.-001-71-23. Toda la información facilitada por el peticionario relativa al material recibido, así como los protocolos de mecanizado y ensayos a realizar se incluyen en el Anexo 1.

El objetivo de este trabajo es realizar los siguientes ensayos de acuerdo a los protocolos e identificación facilitados por el peticionario (Anexo 1):

- Ensayo de compresión: Tres probetas referenciadas como C1, C2 y C3.
- Ensayo de tracción: Tres probetas referenciadas como T1, T2 y T3.
- Ensayo de dureza: Una probeta referenciada como M.
- Estudio metalográfico: Misma probeta empleada en el ensayo de dureza (M).

Todas las probetas ensayadas en el CENIM han sido mecanizadas en el Laboratorio de Fabricación Mecánica del CENIM, e identificadas de acuerdo a los protocolos facilitados por el peticionario en el citado anexo.

RESULTADOS

1. Ensayo de compresión.

El ensayo de compresión se llevó a cabo en una máquina universal de ensayos Mohr&Federhaff de 950kN de capacidad. En el Anexo 2.1 se incluye certificación de la última calibración correspondiente a la célula de carga de 950kN. De acuerdo a los protocolos facilitados por el peticionario (Anexo 1), el ensayo se realizó según la norma DIN 50.106, con una velocidad de desplazamiento del travesaño de 2mm/min hasta alcanzar 2300daN (230kN). Una vez alcanzada dicha carga, se mantuvo durante aproximadamente 3 segundos y posteriormente se descargó hasta retornar a fuerza cero.

El ensayo se realizó empleando unas bases cilíndricas de 50 mm de diámetro y de 60 mm de altura fabricadas en acero de alta resistencia mecánica disponibles en el laboratorio. En la figura 1 se muestra la disposición del ensayo de compresión de una de las probetas ensayadas con dichas bases.



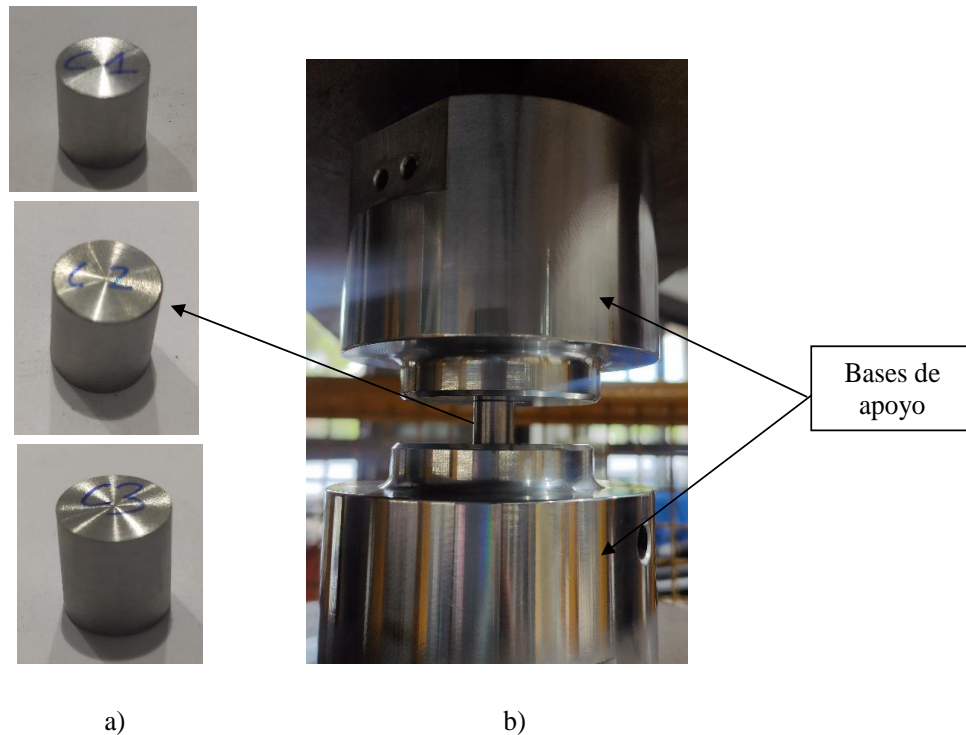


Figura 1. a) Probetas de compresión mecanizadas en el laboratorio de Fabricación mecánica del CENIM, identificadas C1, C2 y C3; b) Detalle de la disposición en la máquina universal de ensayos durante el ensayo de compresión.

En la Tabla 1 se indican los resultados obtenidos en los ensayos de compresión.

Tabla 1.- Resultados de ensayo de compresión

Probeta	Diámetro (mm)	Altura inicial (mm)	Compresión elástica, EC1% (MPa)	Acortamiento (%)	Carga máxima del ensayo (daN)
C1	10,10	10,09	1060	41	22999
C2	10,09	10,10	1067	42	23120
C3	10,09	10,05	1067	42	23175

En la figura 2 se muestra el aspecto final de las 3 probetas ensayadas, no observándose tras el ensayo evidencias de fisuras o defectos en su superficie.



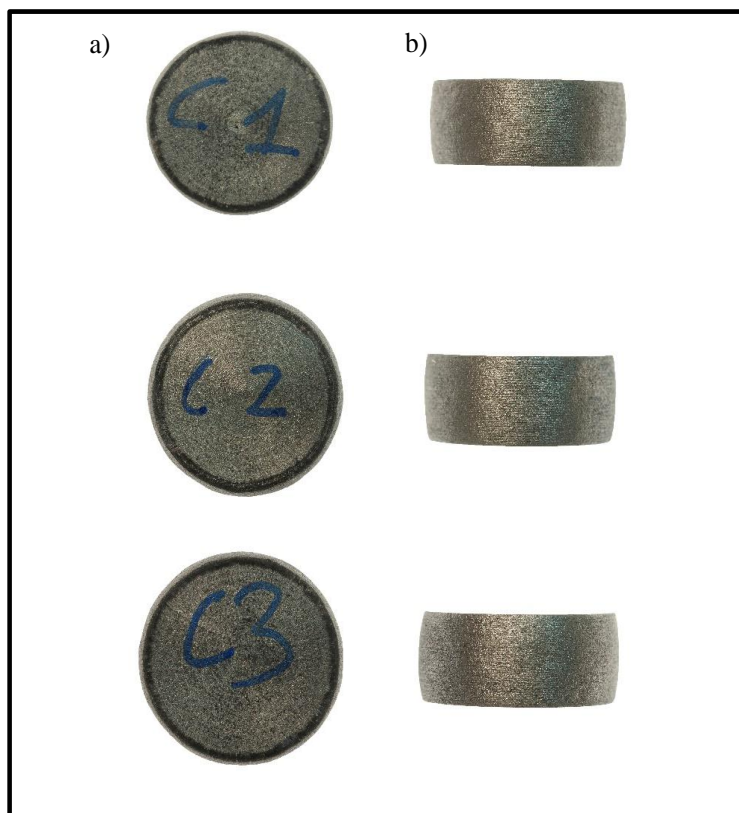


Figura 2. Detalle del aspecto final de las probetas ensayadas a compresión identificadas como C1, C2 y C3: a) vista superior, b) vista lateral.

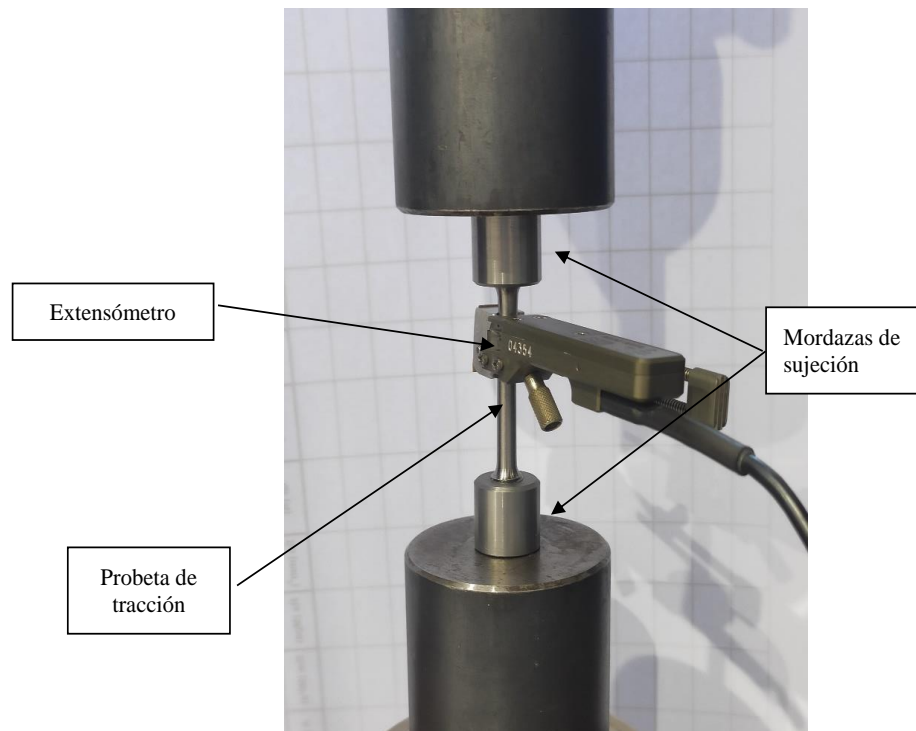
2. Ensayos de tracción.

Los ensayos de tracción se realizaron de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 6892-1, en una máquina universal de ensayos Microtest de 100kN de capacidad (figuras 3 y 4). Las probetas se acoplaron al utillaje mediante unas mordazas de sujeción mecanizadas a medida para dichas probetas (figura 3). Según los protocolos facilitados por el peticionario (Anexo 1) se aplicó una velocidad de desplazamiento de travesaño de 5mm/min. En el Anexo 2.2 se muestra la certificación de la última calibración correspondiente a la célula de carga de 100kN de la máquina Microtest.





a)

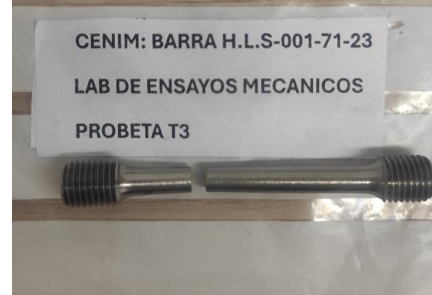


b)

Figura 3.- a) Probetas de tracción mecanizadas en el laboratorio de Fabricación mecánica del CENIM, identificadas como T1, T2 y T3; b) Detalle del montaje del ensayo de tracción incluyendo el extensómetro en la máquina universal de ensayos Microtest.



a)



b)

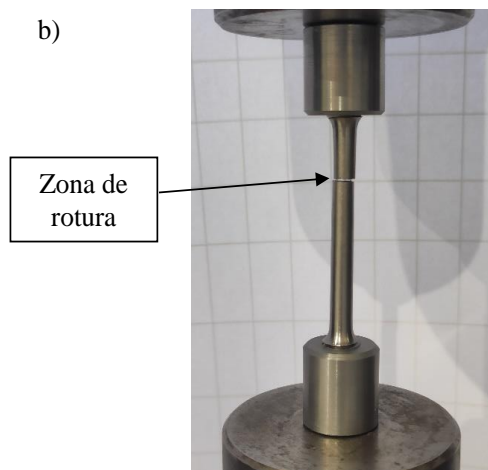


Figura 4.- a) Detalle del aspecto final de las probetas ensayadas a compresión identificadas como T1, T2 y T3; b) Detalle de una probeta rota una vez finalizado el ensayo de tracción montada aún en la máquina.



La longitud calibrada de las probetas de tracción era de 32mm. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2 (ver nota aclaratoria del apartado 8 de Anexo A.1.2).

Tabla 2.- Diámetro de las muestras ensayadas en tracción y principales resultados obtenidos del ensayo

Probeta	Diámetro (mm)	Re (MPa)	Rm (MPa)	A (%)
T1	5,00	950	1036	18
T2	4,97	933	1035	20
T3	4,99	944	1036	19

En la figura 5 se muestran las curvas fuerza-desplazamiento de travesaño obtenidas de cada ensayo de tracción.

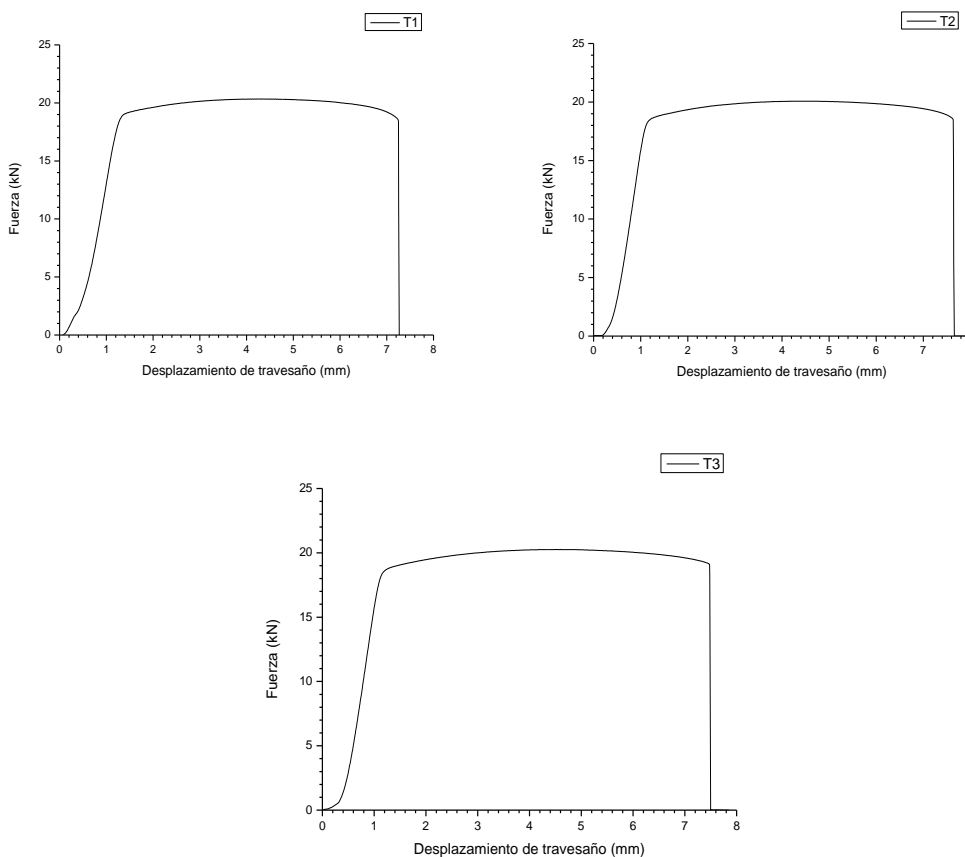


Figura 5.- Curvas fuerza-desplazamiento del travesaño del ensayo de tracción de las probetas identificadas como T1, T2 y T3.



3. Ensayo de dureza.

Según el peticionario, los ensayos de dureza se deben realizar conforme a la norma *ISO 3878:2001 Metal duro- Ensayo Vickers*. En dicho documento se indica a su vez que la norma de aplicación para el método de ensayo de dureza Vickers es la norma UNE-EN ISO 6507-1:2024, y es la que se ha utilizado para la realización del ensayo sobre las probetas mecanizadas para tal efecto. La carga del ensayo fue de 30kgf (HV30). De acuerdo a las indicaciones del protocolo de ensayo de dureza facilitado por el peticionario, se efectuarán un mínimo de 16 medidas sobre una única barra de material en dos series tal y como se indica:

- Un mínimo de siete medidas en la probeta extraída para el ensayo micrográfico identificada como M.
- El resto de medidas se realizan en las probetas de tracción (marcadas como Q1, Q2 y Q3 según Anexo 2).

Los resultados de los ensayos de dureza obtenidos se muestran en la Tabla 3, incluyendo los cálculos de valor promedio, desviación estándar y redondeo a 10 unidades Vickers (10HV):

Tabla 3.- Resultados de ensayo de dureza Vickers (HV30)

probeta	Valores indiv. (HV30)	Valor promedio ± desv. est.	Redondeo a 10HV
M	369	383 ± 13	380
	367		
	386		
	403		
	400		
	389		
	370		
	380		
	386		
Q1	367	372 ± 6	370
	373		
	377		
	376		
	361		
	375		
Q2	373	373 ± 7	370
	368		
	387		
	375		
	366		
	368		
Q3	374	375 ± 9	380
	366		
	366		
	381		
	380		
	387		
	368		
	375		
	367		
	386		
	403		
	400		
	389		
	370		
380			
386			

Código seguro de Verificación : GEN-8182-be53-72db-d30a-cf4a-1f47-4995-28b2 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : <https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm>



En la figura 6 se muestra la disposición de las probetas Q en el durómetro marca Zwick utilizado para realizar los ensayos de dureza Vickers. En el caso de la probeta M no fue necesario emplear mordazas de sujeción ya que su geometría permitía llevar a cabo el ensayo con la probeta apoyada directamente sobre la plataforma de ensayo del durómetro. En la figura 7 se muestra un detalle de la disposición de las huellas de dureza realizadas sobre la probeta M y una de las identificadas como Q:

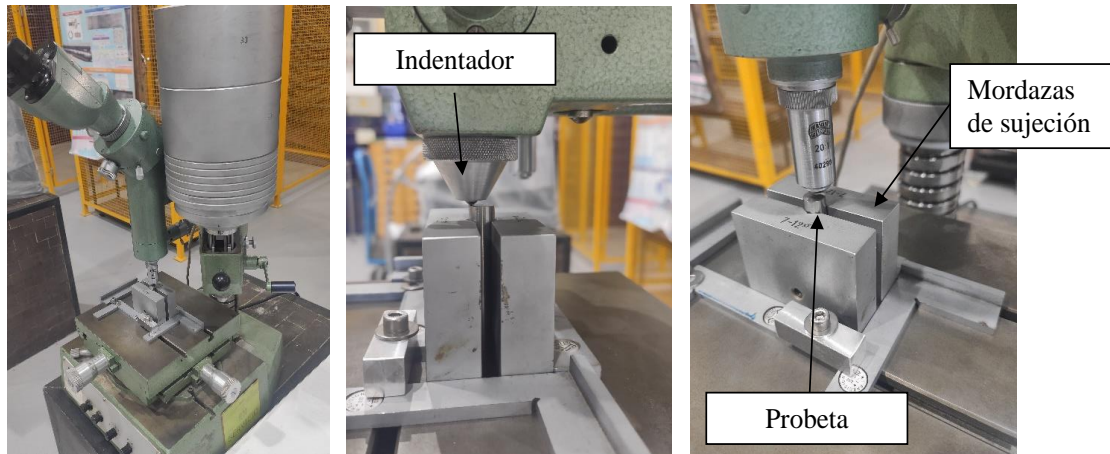


Figura 6.- Detalle de la disposición de las probetas tipo Q en el durómetro Vickers.

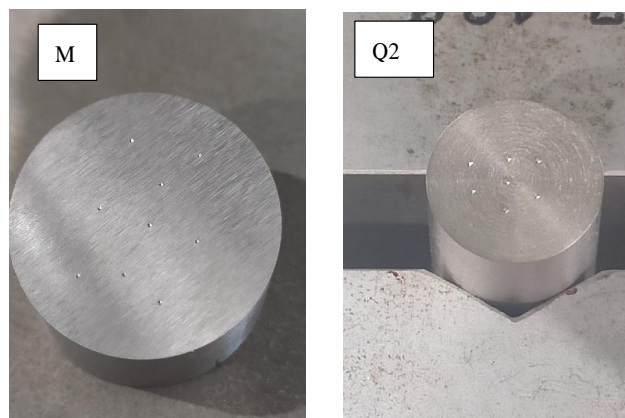


Figura 7.- Detalle de las huellas de dureza realizadas sobre las probetas M y Q2.



4. Estudio metalográfico.

Se ha recibido en el Laboratorio Metalografía Óptica del CENIM una probeta de Wolframio denominada M, previamente extraída de la barra "H.L.S-001-71-23" (figura 8).

Una vez recibida, la probeta se ha encapsulado para su preparación metalográfica. El equipo empleado para el encapsulado ha sido la embutidora de la marca Struers modelo CitoPress-30 (figura 9).

A continuación, se ha pulido la probeta para poder observarla en el microscopio óptico. El pulido se ha realizado en la Pulidora marca Struers modelo Tegramin-30 (figura 10) y se ha observado en el Microscopio Óptico marca Olympus modelo GX-51. El software de adquisición de imagen y medida que incluye el microscopio se denomina Stream Basic (figura 11).

Una vez preparada la probeta, su microestructura ha sido observada en las proximidades de la periferia y en el centro, mediante el Microscopio Olympus-GX51. Se han obtenido micrografías a 100 (figuras 12 y 13) y 200 aumentos (figuras 14 y 15), en ambas zonas. La estructura granular que presenta la probeta es homogénea y globular, con un tamaño de grano inferior a 100 μm (figuras 16 y 17).





Figura 8. Muestra "M" recibida en Laboratorio Metalografía Óptica.

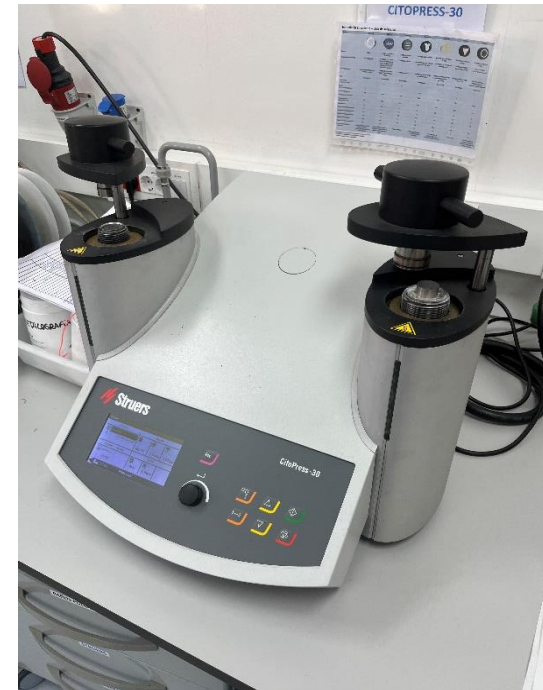


Figura 9. Embutidora Struers CitoPress-30.



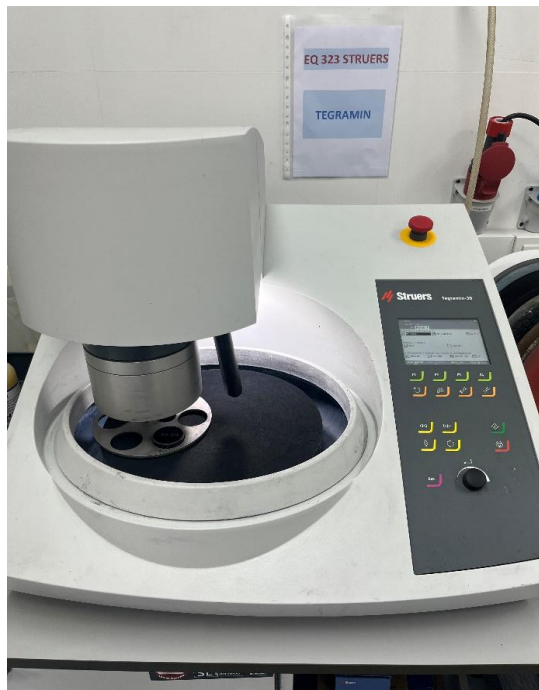


Figura 10. Pulidora Struers Tegramin-30.

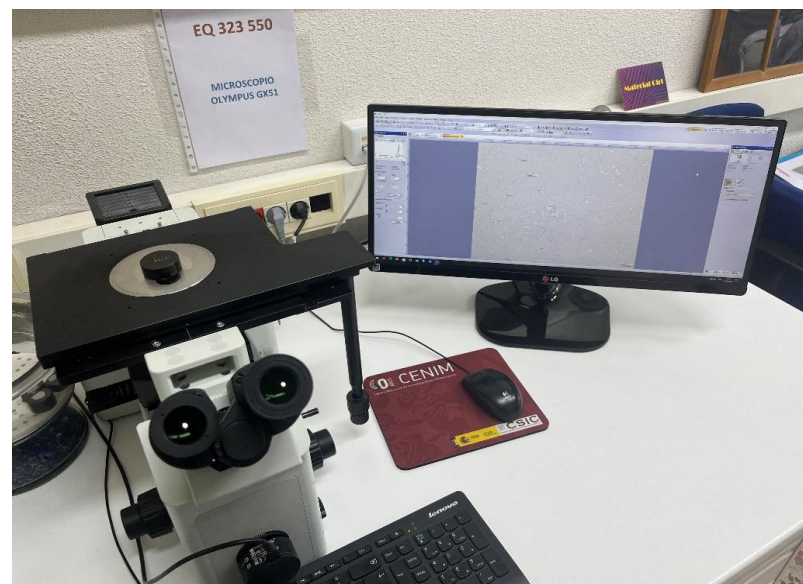


Figura 11. Microscopio Olympus GX51 y Software Stream Basic



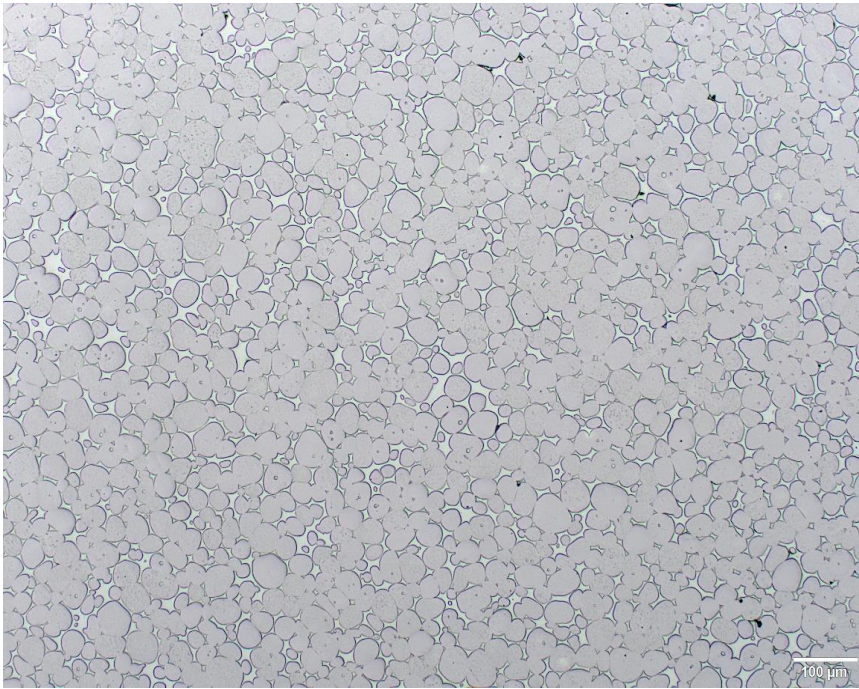


Figura 12. Micrografía tomada en la sección cercana a la periferia a 100 aumentos.

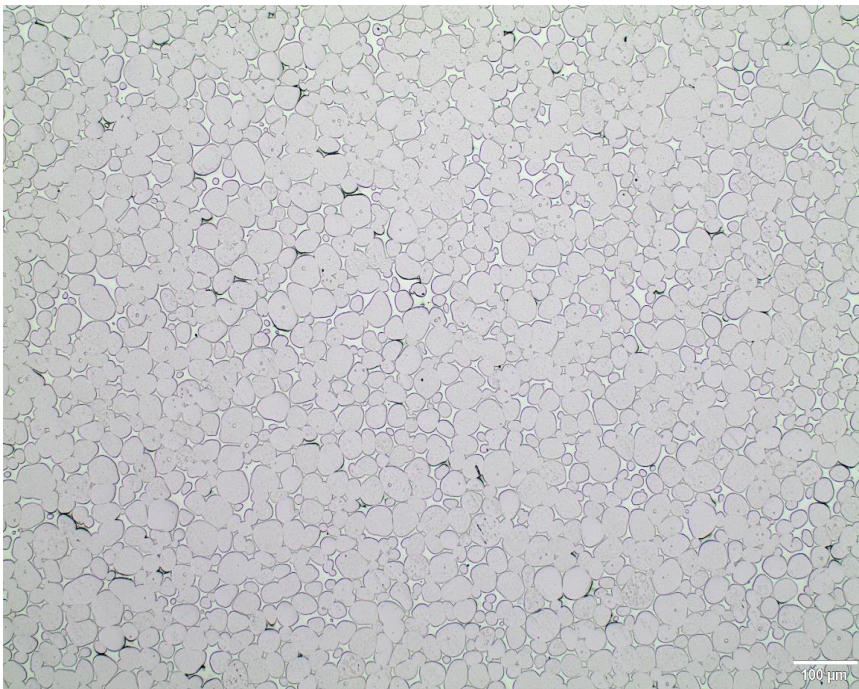


Figura 13. Micrografía tomada en la sección central a 100 aumentos.



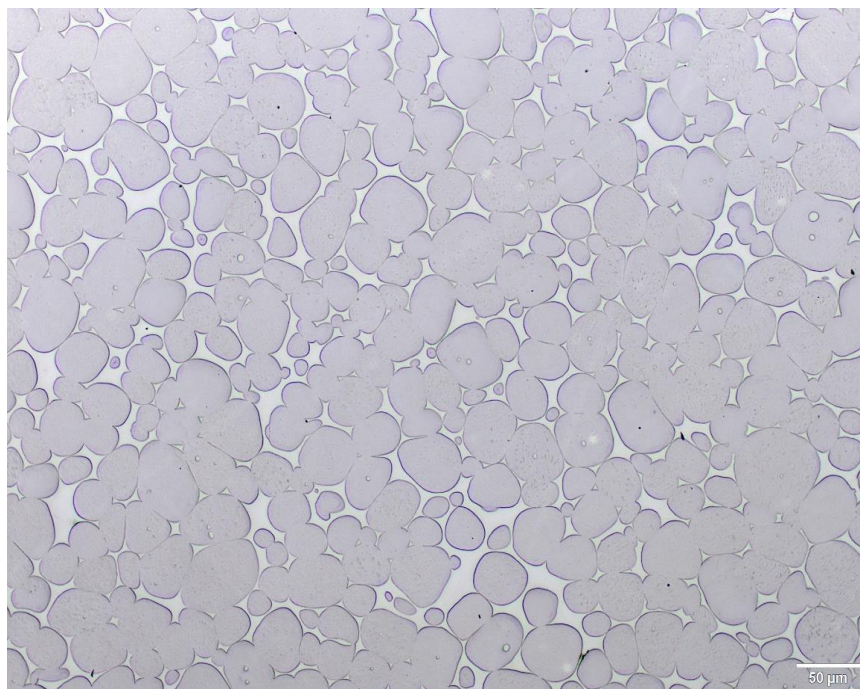


Figura 14. Micrografía tomada en la sección cercana a la periferia a 200 aumentos.

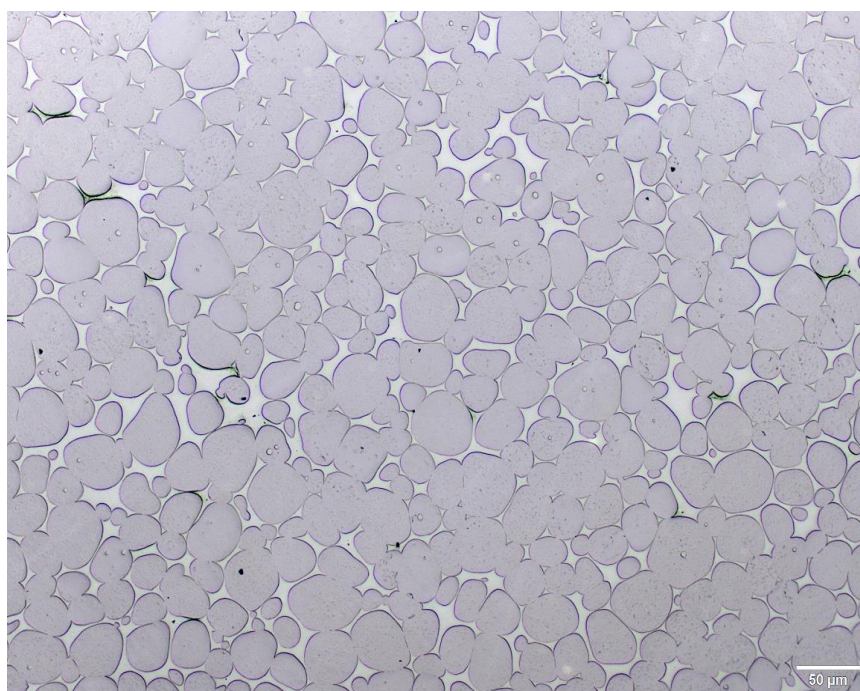


Figura 15. Micrografía tomada en la sección central a 200 aumentos.



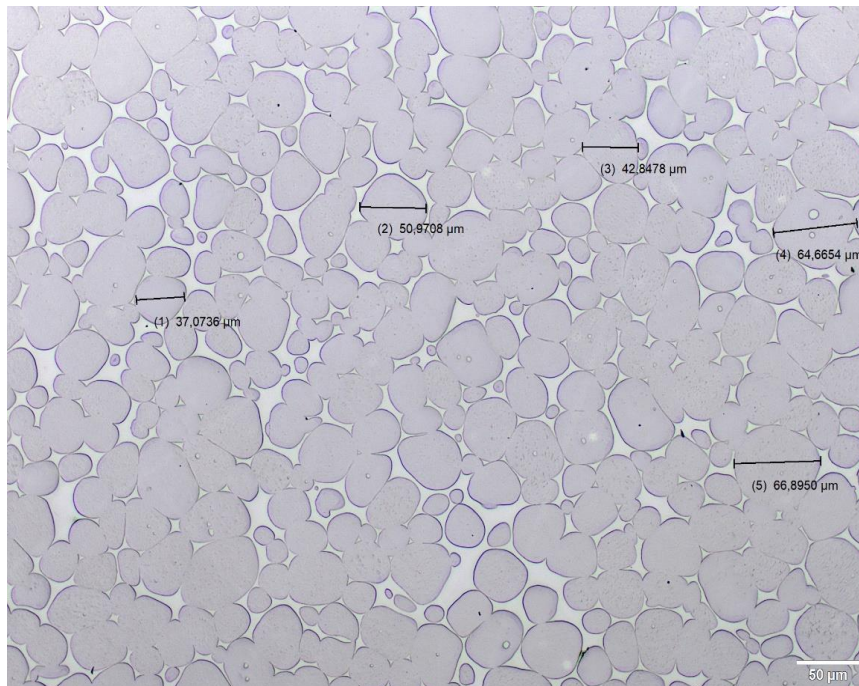


Figura 16. Medidas de los granos globulares en la sección cercana a la periferia a 200 aumentos.

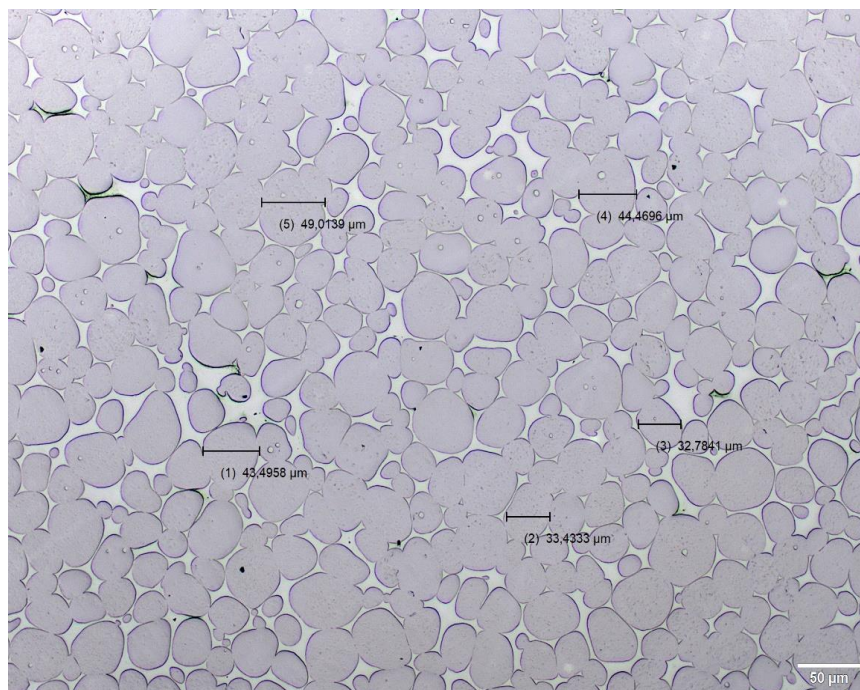


Figura 17. Medidas de los granos globulares en la sección central a 200 aumentos.

Código seguro de Verificación : GEN-8182-be53-72db-d30a-cf4a-1f47-4995-28b2 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : <https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm>



El presente Informe ha sido realizado por el Dr. Ricardo Fernández Serrano, Dña. Carmen Peña Fernández, Dra. M^a Jesús Bartolomé García y Dña. Nuria Benavente Gómez, y se firma el presente Informe en Madrid a 14 de junio de 2024.

Dr. Ricardo Fernández Serrano
Responsable Lab. Ensayos Mecánicos
Grupo MESO

Dña. Carmen Peña Fernández
Lab. Ensayos Mecánicos

Dra. M^a Jesús Bartolomé García
Responsable Lab. Metalografía Óptica

Dña. Nuria Benavente Gómez
Lab. Metalografía Óptica

V^oB^o

Dr. Daniel de la Fuente García
Vicedirector Técnico

Este Informe es de carácter confidencial, no facilitándose información sobre el mismo a terceros, salvo que lo autorice el solicitante.

El CENIM responde únicamente de los datos consignados en los Informes y Certificados que se refieren exclusivamente a las muestras depositadas en dicho Centro y tienen solamente el alcance y significado que los propios ensayos permiten.

Nota importante: *En el Laboratorio de Ensayos Mecánicos conservará a disposición del cliente, durante un plazo de tres meses las probetas ensayadas, así como el material sobrante de los ensayos. Transcurrido dicho plazo finalizará el compromiso de custodia por parte del CENIM de las muestras entregadas por el peticionario.*



ANEXO 1.

Material recibido en el CENIM e Información facilitada por el peticionario para la realización de mecanizado de probetas y realización de ensayos

A.1.1. Material recibido en el CENIM y mecanizado de probetas

Con fecha 23 de enero del 2024 se recibe en el CENIM una barra Ref. H.L.S. 00171-23 junto con el plano facilitado por el peticionario para la extracción de probetas por parte del Laboratorio de Fabricación Mecánica del CENIM (figura A.1.). Dicha barra fue enviada desde la Notaria de D^a M^a Teresa Santiago Godos, por la agencia de transportes Nacex N^o de expedición 2862/10851285.

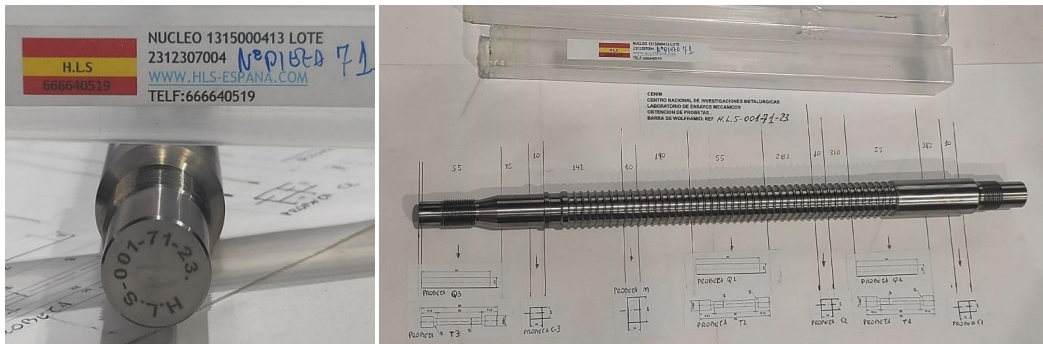


Figura A.1. Detalle de barra y plano para extracción de probetas recibidos en el CENIM

A.1.2. Protocolo, criterio y trazabilidad de los ensayos metalúrgicos a realizar en el CENIM

Para la extracción de probetas por parte del Laboratorio de Fabricación Mecánica del CENIM, así como la realización de los distintos ensayos metalúrgicos solicitados de la barra recibida, el peticionario facilitó al CENIM los siguientes requerimientos EMAT 70362, así como los planos para la localización, geometría y dimensiones de las probetas:

- 1) Se extraen las probetas referenciadas C1, C2 y C3, para realizar los ensayos de densidad y compresión (figura A.2).
- 2) Los ensayos de densidad se realizan en los laboratorios TECNALIA. Para ello, el día 10 de abril del 2024, se envían las 3 probetas con las referencias C1, C2 y C3, mediante la agencia de transporte TIPSA, desde las instalaciones del CENIM a las instalaciones de TECNALIA, con domicilio en Donostia, Una vez finalizados dichos ensayos, se devuelven las muestras C1, C2 y C3 al Laboratorio de Ensayos Mecánicos del CENIM, para allí realizar los ensayos de compresión.
- 3) El día 13 de mayo del 2024 se reciben en el laboratorio de Ensayos Mecánicos del CENIM las probetas con las referencias C1, C2 y C3, enviadas desde TECNALIA, para realizar el ensayo de compresión de las probetas C1, C2 y C3.



- 4) Se mecanizan las probetas Q1, Q2 y Q3, para hacer ensayo de dureza y además se extrae viruta de estas mismas muestras (figura A.2). La determinación de la composición química de estas probetas se realiza en TECNALIA y se procede a enviar dicha viruta el día 10 de abril del 2024. Se envían 3 bolsas con la viruta extraída, con las referencias Q1, Q2 y Q3, desde las instalaciones del CENIM a TECNALIA, con domicilio en Donostia.

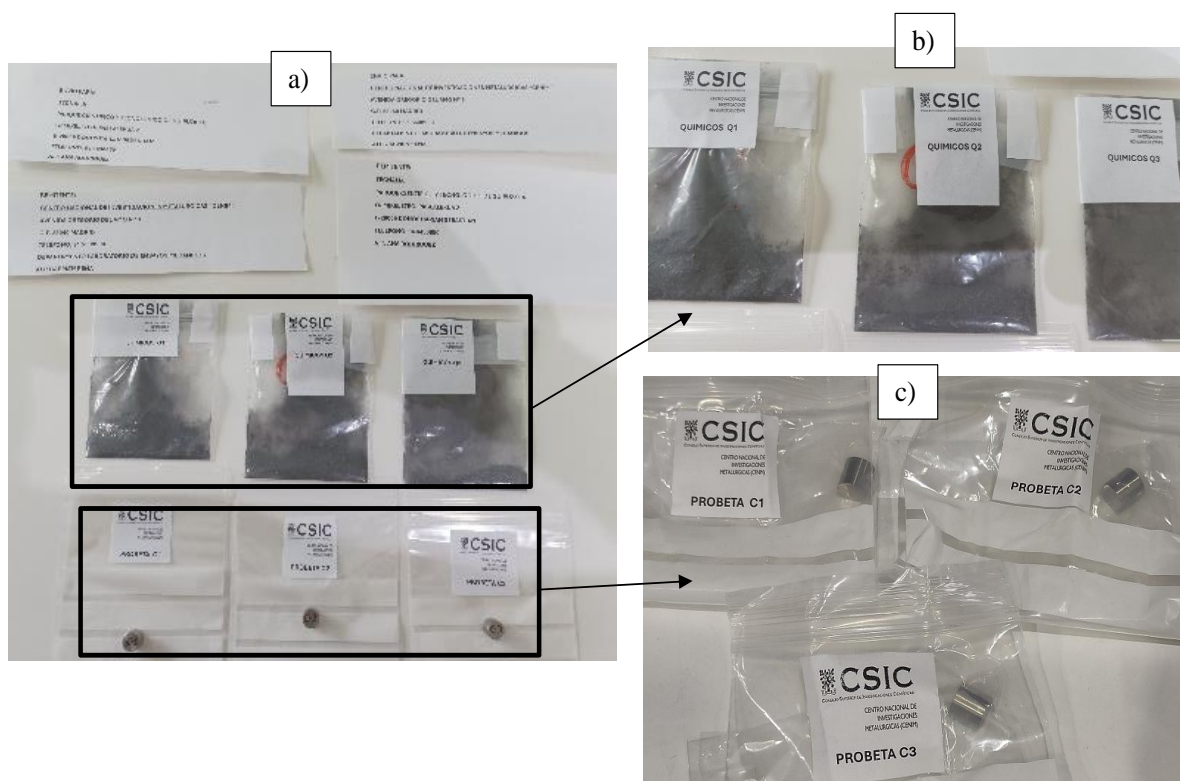


Figura A.2. a) Detalle de muestras y probetas mecanizadas por el Laboratorio del Fabricación mecánica del CENIM; b) Muestras de viruta Q1, Q2 y Q3; c) Probetas de compresión (C1, C2 y C3).

- 5) El ensayo de dureza se realiza en la probeta referenciada M. Se llevará a cabo en una de sus caras antes de realizar el estudio metalográfico sobre la misma. También se realiza el ensayo de dureza en las muestras mecanizadas referenciadas Q1, Q2 y Q3 (figura A.3).





Figura A.3. Detalle de probetas mecanizadas por el Laboratorio de Fabricación mecánica del CENIM identificadas Q1, Q2 y Q3.

- 6) Una vez realizado el ensayo de dureza en la probeta de referencia M, sobre la misma muestra se realiza el estudio metalográfico.
- 7) Una vez realizado el ensayo de dureza en las probetas Q1, Q2 y Q3, se procede a mecanizar las probetas de tracción T1-T2-T3.
- 8) Se realizan los ensayos de tracción de las probetas T1-T2-T3. ****NOTA ACLARATORIA:** Los resultados de este ensayo quedan anulados al no haber utilizado un utillaje normalizado para la sujeción de las probetas y por estar la dimensión del diámetro de dos de las probetas ensayadas fuera de la medida de tolerancia indicada por el peticionario. Por lo tanto, el peticionario determinará la extracción de tres nuevas probetas de tracción, procedentes del material de otra barra.



ANEXO 2.1
Certificado de calibración de célula de carga de 950kN

CERTIFICADO DE CALIBRACION.

Certificate of calibration.

Número: 83611

Number.

NUMERO DE PAGINAS Y ANEXOS: 9 páginas

Number of pages and attached documents

TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL

Calle Luis Vives 13-15
Polígono industrial CODEIN
Fuenlabrada
28946 MADRID
tf: 916153105 fax: 916153115

TCC S.L.

OBJETO : Máquina de ensayos
Item

MARCA : MOHR - MICROTTEST
Mark

MODELO : 2PD 100
Model

IDENTIFICACIÓN : T7647 código EQ 322120
Identification

SOLICITANTE : CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES METALURGICAS
Applicant
Avda. Gregorio del Amo, 8
28040 Madrid

FECHA/S DE CALIBRACIÓN: 01-12-2022
Date/s of calibration

NUMERO DE EXPEDIENTE: 22-1429
Expedient number

Signatario/s autorizado/s :
Authorized signatory/ies

FECHA DE EMISIÓN: 07-12-2022
Date of issue

Carlos A. Correa Pardo
Jefe de Laboratorio

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación otorgada por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales. ENAC es miembro del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MLA) de calibración de European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Este certificado NO podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC, which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to national standards. ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC). This certificate may NOT be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.



Código seguro de Verificación : GEN-8182-be53-72db-d30a-cf4a-1f47-4995-28b2 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : <https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm>



TÉCNICAS DE
CALIBRACIÓN
Y CONTROL

TCC S.L.

Calle Luis Vives 13-15
Polígono industrial CODEIN
Fuenlabrada
28946 MADRID
tf: 916153105 fax: 916153115

LAB. CALIBRACION N° 55/LC10.034 TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L

NUMERO DE CALIBRACION: 83611 NUMERO DE EXPEDIENTE : 22-1429

FECHA DE RECEPCION :
FECHA DE EXPEDICION : 07-12-2022

CERTIFICADO DE CALIBRACION.

1/ INSTRUMENTO CALIBRADO:

Máquina de ensayos hidráulica de 1000 kN de capacidad, marca MOHR - MICROTEST, modelo 2PD 100, número de serie T7647, código EQ 322120. La máquina dispone de un equipo de medida y control digital de la fuerza. La transmisión de la fuerza al equipo se realiza a través de un captador. Ajuste de sensibilidad: F.E.= 1250.0

2/ CONDICIONES DE CALIBRACION:

Fecha de calibración : 01-12-2022
Temperatura inicial : 20,9 °C Temperatura final : 21,4 °C
Humedad relativa ambiente: 35,1 %
No se ha aplicado ninguna corrección por temperatura

3/ LUGAR DE CALIBRACION:

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES METALURGICAS
Avda. Gregorio del Amo, 8
28040 Madrid

4/ CONEXIONADO DEL INDICADOR:

La conexión entre el equipo de medida y el captador de presión se realiza a través de un cable móvil en el equipo y móvil en el captador de presión.



La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo completo.
Este documento consta de un total de 9 páginas.

Página 2 de 9

Escaneado con CamScanner



TÉCNICAS DE
CALIBRACIÓN
Y CONTROL

TCC S.L.

Calle Luis Vives 13-15
Polígono industrial CODEII
Fuenlabrada
28946 MADRID
If: 916153105 fax: 916153

LAB. CALIBRACION N° 55/LC10.034 TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S

NUMERO DE CALIBRACION: 83611 NUMERO DE EXPEDIENTE : 22-1429

Medios o métodos utilizados en la calibración

<u>Puente de medida patrón:</u>	<u>Configuración:</u>
Fabricante/marca: HBM	Unidad de medida: kN
Modelo : ML38	Canal de medida : 1
N° de serie : 801055146	Filtro : 0,25 Hz
Código : CO.094	Resolución : 0,001 kN/////
Certificado :	T. Alimentación : 5 V

Transductor de fuerza patrón:

Capacid: 100 t	Capacid: 200 kN
F/marca: MICROTTEST	F/marca: HBM
Modelo : PCI 1000	Modelo : Z4
N°serie: F10012	N°serie: 260630016
Código : CO.021C	Código : CO-124
Certif.: 212043005-6	Certif.: 107340
F.calibr: 23-11-2021	F.calibr: 06-09-2022
Clase : 0.5	Clase :
R.usado: 0-950 kN	R.usado: 0-100 kN

Termohigrómetro:

Fabricante : TESTO
Modelo : 174H
N° de serie: 83679988
Código : CO.125
Fecha cal. : 28-06-2022
Certificado: JU11198236.02

Elementos auxiliares:

Compresión:

Botón de carga: No
Descripción :

Tracción:

Descripción : Útil redondo de 42 mm



La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo completo.
Este documento consta de un total de 9 páginas.



TÉCNICAS DE
CALIBRACIÓN
Y CONTROL

TCC S.L.

Calle Luis Vives 13-15
Polígono industrial CODEIN
Fuenlabrada
28946 MADRID
tlf: 916153105 fax: 916153115

LAB. CALIBRACION N° 55/LC10.034 TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L
NUMERO DE CALIBRACION: 83611 NUMERO DE EXPEDIENTE : 22-1429

5/ PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION:

La calibración ha sido realizada en base a la norma UNE-EN ISO 7500-1:2018 (procedimiento interno PEC/TCC/01 rev. 21, abril 2020). Los equipos patrones empleados han sido calibrados según la norma UNE-EN ISO376:2011. Los datos referentes a los equipos patrones empleados en la calibración están a disposición por si desea consultarlos.

6/ DESVIACIONES AL PROCEDIMIENTO:

7/ INCERTIDUMBRE:

Expanded measurement uncertainty has been obtained by multiplying the typical measurement uncertainty by the coverage factor $k = 2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The typical uncertainty of measurement has been determined according to doc. EA-4/02 M: 2022. Inc. pattern: 0.06 % .

8/ ETIQUETADO:

Se ha colocado sobre el instrumento calibrado la pertinente etiqueta de calibración ENAC, junto a una de este laboratorio emisor de certificados.

9/ RESULTADOS DE LA CALIBRACION:

Todos los resultados obtenidos de la calibración, han sido detallados en las siguientes hojas de este certificado, correspondientes a los datos y y resultados de cada escala calibrada. En ellas se encuentra asimismo la calificación de clase otorgada en cada escala respectivamente.

En Fuenlabrada a 07-12-2022. Firma autorizada:

Carlos A. Correa Pardo
Jefe de Laboratorio



Los resultados reflejados en el certificado se refieren exclusivamente al equipo calibrado en sí, cuya identificación se reseña en la página 1 de este informe; y a las condiciones específicas en que ha sido comprobado, indicadas por las normas citadas en el certificado.

La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo completo. Este documento consta de un total de 9 páginas.

Página 4 de 9



Escaneado con CamScanner

TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL

TCC S.L.

Calle Luis Vives 13-15 Polígono industrial CODEIN Fuenlabrada 28946 MADRID tf: 916153105 fax: 916153115

LAB. CALIBRACION Nº 55/LC10.034 TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L

NUMERO DE CALIBRACION: 83611 NUMERO DE EXPEDIENTE : 22-1429

CÁLCULO DEL ERROR RELATIVO DE INDICACIÓN q(%)

Fi: fuerza mostrada por el indicador de fuerza de la máquina de ensayos
q: error relativo de indicación del sistema de medida de fuerza de la máquina de ensayos
Fn: Escalón de fuerza

q = (q1+q2+q3) / 3

q1 = (F1-F1)/F1 * 100, q2 = (F2-F2)/F2 * 100, q3 = (F3-F3)/F3 * 100

CÁLCULO DEL ERROR RELATIVO DE REPETIBILIDAD b(%)

b: error relativo de repetibilidad para cada valor discreto de fuerza, es la diferencia entre qmax y qmin. Viene dado por la expresión: donde

b = qmax - qmin

qmax: es el valor algebraico máximo de q1, q2 y q3;
qmin: es el valor algebraico mínimo de q1, q2 y q3.

CÁLCULO DEL ERROR RELATIVO DE RESOLUCIÓN a(%)

a: resolución relativa del indicador de fuerza de la máquina de ensayos
r: resolución del indicador de fuerza de la máquina de ensayos
F: fuerza real indicada por el instrumento de medida de fuerza, para valores de fuerza crecientes

a = r / F * 100

10/ INCERTIDUMBRE DE LOS RESULTADOS DE CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE MEDIDA DE FUERZA

Para la evaluación de las incertidumbres se han tenido en cuenta las siguientes contribuciones: repetibilidad (b), resolución (a), cero (fo), y patrón de transferencia (Ucal). Como el error de exactitud, como margen de error conocido, normalmente no se corrige durante la calibración, si se cumple con las especificaciones de clasificación del sistema de medida de fuerzas, el intervalo razonable donde se encontrará el error relativo estimado, E, es E=q±U, donde q es el error relativo de exactitud y U la incertidumbre expandida.

10.1/ CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE TÍPICA COMBINADA (uc) E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (U), EN %

Incertidumbre Expandida (U)

k: factor de cobertura
uc: incertidumbre combinada
u1 a un: incertidumbres típicas correspondientes (resolución, repetibilidad, patrón de transferencia)

U = k * uc = k * sqrt(sum(ui^2))

Error relativo estimado (E)

q: error relativo de exactitud
U: incertidumbre expandida

E = q ± U

Fuerza media generada (F)

F = Fi / (1 + q)



La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo completo. Este documento consta de un total de 9 páginas.

Código seguro de Verificación : GEN-8182-be53-72db-d30a-cf4a-1f47-4995-28b2 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm



Escaneado con CamScanner

TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL

TCC S.L.

Calle Luis Vives 13-15
Polígono industrial CODEIN
Fuenlabrada
28946 MADRID
If: 916153105 fax: 916153115

LAB. CALIBRACION N° 55/LC10.034 TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L

N° DE CALIBRACION : 83611 N° DE EXPEDIENTE : 22-1429
Escala calibrada : 1000 kN Sentido de la fuerza : Tracción
Carga mínima : 0 kN Valor inicial de cero: 0 kN
Resolución de lectura : 0,1 kN Resolución del patrón: 0,01 kN

Fuerza (máquina) (kN)	Fuerza real (patrón) (x) (kN)				Media (kN)
Fi	F1	F2	F3	F4	Fm
	0°	120°	240°	360°	
0 kN	+0,00	+0,00	+0,00		+0,00
100 kN	+100,72	+100,80	+100,65		+100,72
200 kN	+200,99	+200,89	+200,64		+200,84
400 kN	+400,83	+399,67	+399,44		+399,98
600 kN	+600,51	+600,10	+599,91		+600,17
800 kN	+796,67	+796,22	+796,03		+796,31
950 kN	+944,25	+943,87	+943,60		+943,91
0 kN	+0,00	+0,00	+0,00		+0,00

Errores relativos de cero f0 (%)			
0°	120°	240°	360°
+0,00 %	+0,00 %	+0,00 %	

f0: error relativo de cero del sistema de medida de fuerza de la máquina de ensayos
f10: indicación residual del indicador de fuerza del la máquina de ensayos
FN: alcance máximo de la escala de medida del indicador de fuerza de la máquina de ensayo:
$$f0 = \frac{F10}{FN} \times 100$$

Errores relativos de repetibilidad b (en %), e indicación q (en %) :
Lect.Instr. E.repetibil. E.Indicación Resol.Relat.

(kN)	b (%)	q (%)	a (%)
100 kN	0,15 %	-0,72 %	0,10 %
200 kN	0,17 %	-0,42 %	0,05 %
400 kN	0,35 %	+0,01 %	0,03 %
600 kN	0,10 %	-0,03 %	0,02 %
800 kN	0,08 %	+0,46 %	0,01 %
950 kN	0,07 %	+0,65 %	0,01 %



(Los errores relativos de repetibilidad, indicación, cero, e indicación relativa, han sido convenientemente redondeados a 0,01%).

La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo completo.
Este documento consta de un total de 9 páginas.

Código seguro de Verificación : GEN-8182-be53-72db-d30a-cf4a-1f47-4995-28b2 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm



Escaneado con CamScanner

TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL

TCC S.L.

Calle Luis Vives 13-15
Polígono Industrial CODEIN
Fuenlabrada
28946 MADRID
tf: 916153105 fax: 916153115

LAB. CALIBRACION Nº 55/LC10.034 TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L

Nº DE CALIBRACION : 83611 N° DE EXPEDIENTE : 22-1429
Escala calibrada : 100 kN Sentido de la fuerza : Tracción
Carga mínima : 0 kN Valor inicial de cero: 0 kN
Resolución de lectura : 0,1 kN Resolución del patrón: 0,01 kN

Fuerza (máquina) (kN)	Fuerza real (patrón) (x) (kN)				Media (kN)
Fi	F1	F2	F3	F4	Fm
	0°	120°	240°	360°	
0 kN	+0,00	+0,00	+0,00		+0,00
20 kN	+20,13	+20,17	+20,10		+20,13
40 kN	+40,21	+40,25	+40,14		+40,20
60 kN	+60,38	+60,43	+60,31		+60,37
80 kN	+80,43	+80,51	+80,37		+80,44
100 kN	+100,54	+100,60	+100,41		+100,52
0 kN	+0,00	+0,00	+0,00		+0,00

Errores relativos de cero f0 (%)

	0°	120°	240°	360°
	+0,00 %	+0,00 %	+0,00 %	

f0: error relativo de cero del sistema de medida de fuerza de la máquina de ensayos
Fi0: indicación residual del indicador de fuerza del la máquina de ensayos
FN: alcance máximo de la escala de medida del indicador de fuerza de la máquina de ensayo:
$$f0 = \frac{Fi0}{FN} \times 100$$

Errores relativos de repetibilidad b (en %), e indicación q (en %) :

Lect.Instr. (kN)	E.repetibil. b (%)	E.Indicación q (%)	Resol.Relat. a (%)
20 kN	0,35 %	-0,66 %	0,50 %
40 kN	0,27 %	-0,50 %	0,25 %
60 kN	0,20 %	-0,62 %	0,17 %
80 kN	0,17 %	-0,54 %	0,13 %
100 kN	0,19 %	-0,51 %	0,10 %



(Los errores relativos de repetibilidad, indicación, cero, y resolución relativa, han sido convenientemente redondeados a 0,01%).

La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo completo. Este documento consta de un total de 9 páginas.

Código seguro de Verificación : GEN-8182-be53-72db-d30a-cf4a-1f47-4995-28b2 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm



TÉCNICAS DE
CALIBRACIÓN
Y CONTROL

TCC S.L.

Calle Luis Vives 13-15
Polígono industrial CODEIN
Fuenlabrada
28946 MADRID
tf: 916153105 fax: 916153115

LAB. CALIBRACION Nº 55/LC10.034

TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L

NUMERO DE CALIBRACION: 83611

NUMERO DE EXPEDIENTE : 22-1429

11/ CLASIFICACIÓN

Teniendo en cuenta las características del sistema de medida de fuerza, los valores de error obtenidos y las incertidumbres en las fuerzas de calibración, el rango de clasificación de la máquina de ensayo según UNE-EN ISO 7500-1:06.

Valores característicos del sistema de medida de fuerza según UNE-EN ISO 7500-1:06

Clase de la escala de la máquina	indicación q	Valor máximo permitido (%)			resolución relativa a
		repetibilidad b	reversibilidad v	cero f0	
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

Por lo tanto:

Escala de: 1000 kN Sentido: Tracción Clase: 1

F _i	U	Error relativo estimado E(%) = (q ± U)
kN	%	
100 kN	0,50	-0,72 % ± 0,50
200 kN	0,50	-0,42 % ± 0,50
400 kN	0,50	0,01 % ± 0,50
600 kN	0,50	-0,03 % ± 0,50
800 kN	0,50	0,46 % ± 0,50
950 kN	0,50	0,65 % ± 0,50

T.C.C., S.L.
Técnicas de Calibración y Control
(Laboratorio) Tel. 91 615 31 05

La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo completo.
Este documento consta de un total de 9 páginas.

Página 8 de 9



TÉCNICAS DE
CALIBRACIÓN
Y CONTROL

TCC S.L.

Calle Luis Vives 13-15
Polígono Industrial CODEIN
Fuenlabrada
28946 MADRID
If: 916153105 fax: 916153115

AB. CALIBRACION N° 55/LC10.034 TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L

UMERO DE CALIBRACION: 83611 NUMERO DE EXPEDIENTE : 22-1429

escala de: 100 kN Sentido: Tracción Clase: 1

Fi	U	Error relativo estimado
kN	%	E(%) = (q ± U)
20 kN	0,50	-0,66 % ± 0,50
40 kN	0,50	-0,50 % ± 0,50
60 kN	0,50	-0,62 % ± 0,50
80 kN	0,50	-0,54 % ± 0,50
100 kN	0,50	-0,51 % ± 0,50

T.C.C., S.L.
Técnicas de Calibración y Control
(Laboratorio) Tel. 91 615 31 05

La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo completo.
Este documento consta de un total de 9 páginas.

Página 9 de 9



ANEXO 2.2
Certificado de calibración de célula de carga de 100kN

CERTIFICADO DE CALIBRACION.

Certificate of calibration.

Número: 83613

Number.

NUMERO DE PAGINAS Y ANEXOS: 9 páginas

Number of pages and attached documents

TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL

Calle Luis Vives 13-15
Polígono industrial CODEIN
Fuenlabrada
28946 MADRID
tlf: 916153105 fax: 916153115

TCC S.L.

OBJETO : Máquina de ensayos
Item

MARCA : MICROTEST
Mark

MODELO : EM2/100/FR (Célula de 100 kN)
Model

IDENTIFICACIÓN : T3053 código: EQ322110
Identification

SOLICITANTE : CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES METALURGICAS
Applicant Avda. Gregorio del Amo, 8
28040 Madrid

FECHA/S DE CALIBRACIÓN: 02-12-2022
Date/s of calibration

NUMERO DE EXPEDIENTE: 22-1429
Expedient number

Signatario/s autorizado/s :
Authorized signatory/ies

FECHA DE EMISIÓN: 07-12-2022
Date of issue

Carlos A. Correa Pardo
Jefe de laboratorio

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales. ENAC es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (ILAC) de calibración de European Cooperation for Accreditation (EA) y de International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Este certificado NO podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC, which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to national standards. ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC). This certificate may NOT be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.

Página 1 de 9



Código seguro de Verificación : GEN-8182-be53-72db-d30a-cf4a-1f47-4995-28b2 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : <https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm>



**TÉCNICAS DE
CALIBRACIÓN
Y CONTROL**

TCC S.L.

Calle Luis Vives 13-15
Polígono industrial CODEIN
Fuenlabrada
28946 MADRID
tf: 916153105 fax: 916153115

LAB. CALIBRACION N° 55/LC10.034 TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L

NUMERO DE CALIBRACION: 83613 NUMERO DE EXPEDIENTE : 22-1429

FECHA DE RECEPCION :
FECHA DE EXPEDICION : 07-12-2022

CERTIFICADO DE CALIBRACION.

1/ INSTRUMENTO CALIBRALO:

Máquina de ensayos electromecánica de 100 kN de capacidad, marca MICROTTEST, modelo EM2/100/FR, número de serie T3053, código EQ322110. La máquina dispone de un equipo de medida y control digital de la fuerza. La transmisión de la fuerza al equipo se realiza a través de una célula de carga de 100 kN, marca MICROTTEST, modelo PBF/10, número de serie D10034.

Ajuste de sensibilidad: F.E. = 110,090 kN

2/ CONDICIONES DE CALIBRACION:

Fecha de calibración : 02-12-2022
Temperatura inicial : 19,1 °C Temperatura final : 19,6 °C
Humedad relativa ambiente: 34,6 %
No se ha aplicado ninguna corrección por temperatura

3/ LUGAR DE CALIBRACION

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES METALURGICAS
Avda. Gregorio del Amo, 8
28040 Madrid

4/ CONEXIONADO DEL INDICADOR:

La conexión entre el equipo de media y la célula de carga es móvil en el equipo y móvil en la célula de carga.



La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo completo.
Este documento consta de un total de 9 páginas.

Página 2 de 9



TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL

TCC S.L.

Calle Luis Vives 13-15
 Polígono industrial CODEIN
 Fuenlabrada
 28946 MADRID
 tf: 916153105 fax: 916153115

LAB. CALIBRACION N° 55/LC10.034 TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L
 NUMERO DE CALIBRACION: 83613 NUMERO DE EXPEDIENTE : 22-1429

Medios o métodos utilizados en la calibración

Puente de medida patrón: Configuración:
 Fabricante/marca: HBM Unidad de medida: kN
 Modelo : ML38 Canal de medida : 1
 N° de serie : 801055146 Filtro : 0,25 Hz
 Código : CO.094 Resolución : 0,001 kN/0,0001 kN///
 Certificado : T. Alimentación : 5 V

Transductor de fuerza patrón:
 Capacid: 20 kN F/marca: HBM Modelo : Z4 N°serie: 052330070 Código : CO.111T Certif.: 202336001-2 F.calibr: 16-12-2020 Clase : 00 R.usado: 0-20000 N
 Capacid: 200 kN F/marca: HBM Modelo : Z4 N°serie: 260630016 Código : CO-124 Certif.: 107340 F.calibr: 06-09-2022 Clase : R.usado: 0-100000 N

Termohigrómetro:
 Fabricante : TESTO
 Modelo : 174H
 N° de serie: 83679988
 Código : CO.125
 Fecha cal. : 28-06-2022
 Certificado: JU11198236.02

Elementos auxiliares:

Compresión:
 Botón de carga: No
 Descripción :
Tracción:
 Descripción : Útil para mordaza plana de 40x10



La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo completo.
 Este documento consta de un total de 9 páginas.

Código seguro de Verificación : GEN-8182-be53-72db-d30a-cf4a-1f47-4995-28b2 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección :
<https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm>



**TÉCNICAS DE
CALIBRACIÓN
Y CONTROL**

TCC S.L.

Calle Luis Vives 13-15
Polígono industrial CODEIN
Fuenlabrada
28946 MADRID
tf: 916153105 fax: 916153115

LAB. CALIBRACION Nº 55/LC10.034 TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L

NUMERO DE CALIBRACION: 83613 NUMERO DE EXPEDIENTE : 22-1429

5/ PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION:

La calibración ha sido realizada en base a la norma UNE-EN ISO 7500-1:2018 (procedimiento interno PEC/TCC/01 rev. 21, abril 2020). Los equipos patrones empleados han sido calibrados según la norma UNE-EN ISO376:2011. Los datos referentes a los equipos patrones empleados en la calibración están a disposición por si desea consultarlos.

6/ DESVIACIONES AL PROCEDIMIENTO:

7/ INCERTIDUMBRE:

Expanded measurement uncertainty has been obtained by multiplying the typical measurement uncertainty by the coverage factor $k = 2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The typical uncertainty of measurement has been determined according to doc. EA-4/02 M: 2022 Inc. pattern: 0.03 % .

8/ ETIQUETADO:

Se ha colocado sobre el instrumento calibrado la pertinente etiqueta de calibración ENAC, junto a una de este laboratorio emisor de certificados.

9/ RESULTADOS DE LA CALIBRACION:

Todos los resultados obtenidos de la calibración, han sido detallados en las siguientes hojas de este certificado, correspondientes a los datos y resultados de cada escala calibrada. En ellas se encuentra asimismo la calificación de clase otorgada en cada escala respectivamente.

En Fuenlabrada a 07-12-2022. Firma autorizada:

Carlos A. Correa Pardo
Jefe de laboratorio



Los resultados reflejados en el certificado se refieren exclusivamente al equipo calibrado en si, cuya identificación se reseña en la página 1 de este informe; y a las condiciones específicas en que ha sido comprobado, indicadas por las normas citadas en el certificado.

La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo completo. Este documento consta de un total de 9 páginas.

Página 4 de 9



TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL

TCC S.L.

Calle Luis Vives 13-15 Polígono industrial CODEIN Fuenlabrada 28946 MADRID tf. 916153105 fax: 916153115

LAB. CALIBRACION Nº 55/LC10.034 TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L. NUMERO DE CALIBRACION: 83613 NUMERO DE EXPEDIENTE : 22-1429

CÁLCULO DEL ERROR RELATIVO DE INDICACIÓN q(%)

Fi: fuerza mostrada por el indicador de fuerza de la máquina de ensayos q: error relativo de indicación del sistema de medida de fuerza de la máquina de ensayos Fn: Escalón de fuerza q = (q1+q2+q3)/3 q1=(F1-Fi)/F1 x100 q2=(F2-Fi)/F2 x100 q3=(F3-Fi)/F3 x100

CÁLCULO DEL ERROR RELATIVO DE REPETIBILIDAD b(%)

b: error relativo de repetibilidad para cada valor discreto de fuerza, es la diferencia entre qmax y qmin. Viene dado por la expresión: b = qmax-qmin donde qmax: es el valor algebraico máximo de q1, q2 y q3; qmin: es el valor algebraico mínimo de q1, q2 y q3.

CÁLCULO DEL ERROR RELATIVO DE RESOLUCIÓN a(%)

a: resolución relativa del indicador de fuerza de la máquina de ensayos r: resolución del indicador de fuerza de la máquina de ensayos F: fuerza real indicada por el instrumento de medida de fuerza, para valores de fuerza crecientes a = r/F x 100

10/ INCERTIDUMBRE DE LOS RESULTADOS DE CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE MEDIDA DE FUERZA

Para la evaluación de las incertidumbres se han tenido en cuenta las siguientes contribuciones: (a), cero (fo), y patrón de transferencia (Ucal). Como el error de exactitud, como margen de error conocido, normalmente no se corrige durante la calibración, si se cumple con las especificaciones de clasificación del sistema de medida de fuerzas, el intervalo razonable donde se encontrará el error relativo estimado, E, es E=q±U, donde q es el error relativo de exactitud y U la incertidumbre expandida.

10.1/ CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE TÍPICA COMBINADA (uc) E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (U), EN %

Incertidumbre Expandida (U)

k: factor de cobertura uc: incertidumbre combinada ui a un: incertidumbres típicas correspondientes (resolución, repetibilidad, patrón de transferencia) U = k x uc = k x sqrt(sum(ui^2))

Error relativo estimado (E)

q: error relativo de exactitud U: incertidumbre expandida E = q ± U

Fuerza media generada (F)

F = Fi - (q + U) * Fi / 100



La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo completo. Este documento consta de un total de 9 páginas.

Código seguro de Verificación : GEN-8182-be53-72db-d30a-cf4a-1f47-4995-28b2 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm



TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL

TCC S.L.

Calle Luis Vives 13-15
 Polígono industrial CODEIN
 Fuenlabrada
 28946 MADRID
 tf: 916153105 fax: 916153115

LAB. CALIBRACION Nº 5/LC10.034 TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L

Nº DE CALIBRACION : 83613 Nº DE EXPEDIENTE : 22-1429
Escala calibrada : 100 kN Sentido de la fuerza : Tracción
 Carga mínima : 0 kN Valor inicial de cero: 0 kN
 Resolución de lectura : 0,001 kN Resolución del patrón: 0,001 kN

Fuerza (máquina)		Fuerza real (patrón) (x)				Media
(kN)		(kN)				(kN)
Fi	F1	F2	F3	F4	Fm	
	0°	120°	240°	360°		
0 kN	+0,000	+0,000	+0,000		+0,000	
10 kN	+10,026	+10,022	+10,015		+10,021	
20 kN	+20,019	+20,016	+20,011		+20,015	
40 kN	+40,013	+40,018	+40,009		+40,013	
60 kN	+60,011	+60,023	+60,015		+60,016	
80 kN	+80,007	+80,018	+80,003		+80,009	
100 kN	+99,992	+100,006	+99,996		+99,998	
0 kN	+0,000	+0,000	+0,000		+0,000	

Errores relativos de cero f0 (%)

0°	120°	240°	360°
+0,00 %	+0,00 %	+0,00 %	

f0: error relativo de cero del sistema de medida de fuerza de la máquina de ensayos
 F10: indicación residual del indicador de fuerza de la máquina de ensayos
 FN: alcance máximo de la escala de medida del indicador de fuerza de la máquina de ensayo:

$$f0 = \frac{F10}{FN} \times 100$$

Errores relativos de repetibilidad b (en %), e indicación q (en %) :

Lect. Instr. E. repetibil. E. Indicación Resol. Relat.

(kN)	b (%)	q (%)	a (%)
10 kN	0,11 %	-0,21 %	0,01 %
20 kN	0,04 %	-0,08 %	0,01 %
40 kN	0,02 %	-0,03 %	0,00 %
60 kN	0,02 %	-0,03 %	0,00 %
80 kN	0,02 %	-0,01 %	0,00 %
100 kN	0,01 %	+0,00 %	0,00 %



(Los errores relativos de repetibilidad, indicación, cero, y resolución relativa, han sido convenientemente redondeados a 0,01%).

La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo completo. Este documento consta de un total de 9 páginas.

Código seguro de Verificación : GEN-8182-be53-72db-d30a-cf4a-1f47-4995-28b2 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm



TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL

TCC S.L.

Calle Luis Vives 13-15
Polígono industrial CODEIN
Fuenlabrada
28946 MADRID
tf. 916153105 fax: 916153115

LAB. CALIBRACION N° 5/LC10.034 TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L

N° DE CALIBRACION : 83613 N° DE EXPEDIENTE : 22-1429
Escala calibrada : 10 kN Sentido de la fuerza : Tracción
Carga mínima : 0 kN Valor inicial de cero: 0 kN
Resolución de lectura : 0,001 kN Resolución del patrón: 0,0001 kN

Fuerza (máquina) (kN)	Fuerza real (patrón) (x) (kN)				Media (kN)
Fi	F1 0°	F2 120°	F3 240°	F4 360°	Fm
0 kN	+0,0000	+0,0000	+0,0000		+0,0000
2 kN	+2,0165	+2,0195	+2,0125		+2,0162
4 kN	+4,0365	+4,0321	+4,0251		+4,0312
6 kN	+6,0349	+6,0239	+6,0202		+6,0263
8 kN	+8,0227	+8,0103	+8,0149		+8,0160
10 kN	+10,0260	+10,0220	+10,0141		+10,0207
0 kN	+0,0000	+0,0000	+0,0000		+0,0000

Errores relativos de cero f0 (%)

0°	120°	240°	360°
+0,00 %	+0,00 %	+0,00 %	

f0: error relativo de cero del sistema de medida de fuerza de la máquina de ensayos
Fi0: indicación residual del indicador de fuerza de la máquina de ensayos
FN: alcance máximo de la escala de medida del indicador de fuerza de la máquina de ensayo:
$$f0 = \frac{Fi0}{FN} \times 100$$

Errores relativos de repetibilidad b (en %), e indicación q (en %) :

Lect. Instr.	E. repetibil.	E. Indicación	Resol. Relat.
(kN)	b (%)	q (%)	a (%)
2 kN	0,34 %	-0,80 %	0,05 %
4 kN	0,28 %	-0,77 %	0,03 %
6 kN	0,24 %	-0,44 %	0,02 %
8 kN	0,15 %	-0,20 %	0,01 %
10 kN	0,12 %	-0,21 %	0,01 %



(Los errores relativos de repetibilidad, indicación, cero, y resolución han sido convenientemente redondeados a 0,01%).

La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo completo. Este documento consta de un total de 9 páginas.

Código seguro de Verificación : GEN-8182-be53-72db-d30a-cf4a-1f47-4995-28b2 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : <https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm>



TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL

TCC S.L.

Calle Luis Vives 13-15
 Polígono Industrial CODEIN
 Fuenlabrada
 28946 MADRID
 tf: 916153105 fax: 916153115

LAB. CALIBRACION N° 85/LC10.034 TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L

NUMERO DE CALIBRACION: 83613 NUMERO DE EXPEDIENTE : 22-1429

11/ CLASIFICACIÓN

Teniendo en cuenta las características del sistema de medida de fuerza, los valores de error obtenidos y las incertidumbres en las fuerzas de calibración, el rango de clasificación de la máquina de ensayo según UNE-EN ISO 7500-1:06.

Valores característicos del sistema de medida de fuerza según UNE-EN ISO 7500-1:06

Clase de la escala de la máquina	indicación q	Valor máximo permitido (%) Error relativo de:		resolución	
		repetibilidad b	reversibilidad v	cero f0	relativa a
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

Por lo tanto:

Escala de: 100 kN Sentido: Tracción Clase: 0,5

Fi	U	Error relativo estimado
kN	%	E(%) = (q ± U)
10 kN	0,50	-0,21 % ± 0,50
20 kN	0,50	-0,08 % ± 0,50
40 kN	0,50	-0,03 % ± 0,50
60 kN	0,50	-0,03 % ± 0,50
80 kN	0,50	-0,01 % ± 0,50
100 kN	0,50	0,00 % ± 0,50



La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo completo. Este documento consta de un total de 9 páginas.

Código seguro de Verificación : GEN-8182-be53-72db-d30a-cf4a-1f47-4995-28b2 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm



**TÉCNICAS DE
CALIBRACIÓN
Y CONTROL**

TCC S.L.

Calle Luis Vives 13-15
Polígono industrial CODEIN
Fuenlabrada
28946 MADRID
tf: 916153105 fax: 916153115

LAB. CALIBRACION N° 55/LC10.034

TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L

NUMERO DE CALIBRACION: 83613

NUMERO DE EXPEDIENTE : 22-1429

Escala de: 10 kN

Sentido: Tracción

Clase: 1

Fi	U	Error relativo estimado
kN	%	E(%) = (q ± U)
2 kN	0,50	-0,80 % ± 0,50
4 kN	0,50	-0,77 % ± 0,50
6 kN	0,50	-0,44 % ± 0,50
8 kN	0,50	-0,20 % ± 0,50
10 kN	0,50	-0,21 % ± 0,50

T.C.C., S.L.
Técnicas de Calibración y Control
(Laboratorio) Tel. 91 615 31 05

La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo completo.
Este documento consta de un total de 9 páginas.

Página 9 de 9



<u>FIRMANTE</u>	<u>NOMBRE</u>	<u>FECHA</u>	<u>NOTAS</u>
FIRMANTE[1]	M.CARMEN PEÑA FERNANDEZ	19/06/2024 09:25 Aprueba	
FIRMANTE[2]	RICARDO FERNANDEZ SERRANO	20/06/2024 12:36 Aprueba	
FIRMANTE[3]	NURIA BENAVENTE GOMEZ	20/06/2024 14:05 Aprueba	
FIRMANTE[4]	MARIA JESUS BARTOLOME GARCIA	20/06/2024 14:39 Aprueba	
FIRMANTE[5]	DANIEL DE LA FUENTE GARCIA	20/06/2024 15:36 Aprueba	
FIRMANTE[6]	CARLOS CAPDEVILA MONTES	22/06/2024 00:12 Aprueba	

Código seguro de Verificación : GEN-8182-be53-72db-d30a-cf4a-1f47-4995-28b2 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección :
<https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm>

AMBITO
GEN

CÓDIGO SEGURO DE VERIFICACIÓN
GEN-8182-be53-72db-d30a-cf4a-1f47-4995-28b2

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN
<https://sede.administracion.gob.es/pagSedeFront/servicios/consultaCSV.htm>



GEN-8182-be53-72db-d30a-cf4a-1f47-4995-28b2