

Manuales Experimentales

WP 300 Aparato de Ensayo
Universal, 20 kN

G.U.N.T. Gerätebau GmbH

P.O.Box 1125

D-22881 Barsbüttel / Germany

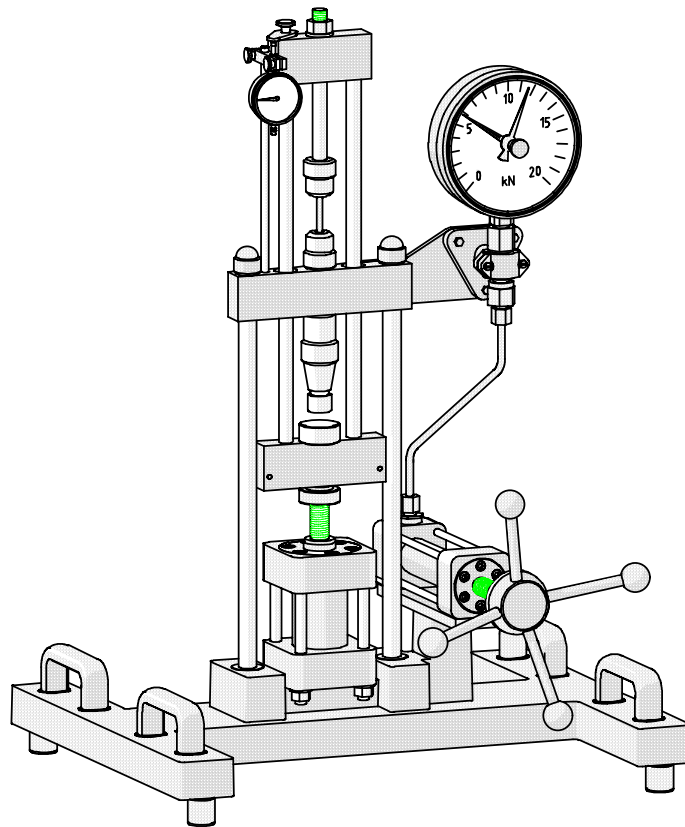
Phone +49 (40) 670854-0

Fax +49 (40) 670854-42

**WP 300 Aparato de Ensayos
Universal 20 kN**



Todos los derechos reservados G.U.N.T. Gerätebau GmbH, Hamburg, 01/98



Manuales Experimentales

Indice General

1	Introducción	1
2	Descripción del aparato	3
2.1	Unidad básica	3
2.1.1	Ensayo de tracción	6
2.1.2	Ensayo de dureza	7
2.2	Accesorios	8
2.2.1	Registrador	8
2.2.2	Dispositivo de flexión	8
2.2.3	Placas de presión grandes	9
2.2.4	Ensayo de elasticidad	9
2.2.5	Ensayo de cizallamiento	10
2.2.6	Ensayo de embutición	10
2.2.7	Medición electrónica de fuerzas	10
2.2.8	Captación de datos asistida por PC	11
2.3	Seguridad	12
3	Experimentos	13
3.1	Puesta en marcha	13
3.2	Ensayo de tracción	14
3.2.1	Fundamentos del ensayo	14
3.2.2	Instalación	16
3.2.3	Realización	17
3.2.4	Análisis del ensayo de tracción	18

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN



3.3	Registrar el diagrama esfuerzo-alargamiento	20
3.3.1	Fundamentos del diagrama esfuerzo-alargamiento	20
3.3.2	Montaje	22
3.3.3	Realización del experimento	23
3.3.4	Trazar el diagrama esfuerzo-alargamiento	24
3.4	Ensayo de dureza de Brinell	29
3.4.1	Fundamentos	29
3.4.2	Montaje	32
3.4.3	Realización del experimento	33
3.4.4	Análisis	34
4	Apéndice	35
4.1	Especificaciones	35
4.1.1	Unidad básica WP 300 (Referencia 020.30000)	35
4.1.2	Accesorios	36
4.2	Índice	41

1 Introducción

El **Experimento de Tracción** y el **Ensayo de dureza** son experimentos básicos del Ensayo de Materiales. Con ellos se pueden explicar con claridad las leyes fundamentales del análisis de materiales.

Gracias a la estructura clara y sencilla del **Aparato de Ensayo de Materiales WP 300**, los alumnos pueden seguir el proceso técnico del ensayo en todos sus detalles, y observar sus distintas fases. Esto es prácticamente imposible en un aparato industrial. Por eso el WP 300 es apropiado también para **experimentos de alumnos**.

Su **fácil manejo** y su **sólida construcción** mejoran todavía más su aplicación en los experimentos de alumnos.

Las especificaciones técnicas de los materiales y sus leyes se pueden verificar con mediciones realizadas por los propios alumnos.

Con solo el aparato básico se pueden realizar numerosos ensayos. El alumno se puede familiarizar con los siguientes conceptos:

- Resistencia a la tracción
- Esfuerzo
- Alargamiento de rotura y contracción de rotura
- Deformación elástica y deformación plástica
- Diagrama de esfuerzo-alargamiento
- Dureza Brinell

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN



Se pueden realizar ensayos cualitativos y cuantitativos, con distintos materiales, y comparar los resultados.

Un **completo número de accesorios** permite:

- Ensayos de compresión
- Ensayos de flexión
- Ensayos de cizallamiento
- Ensayos de embutición profunda
- Registro de características elásticas

Para dibujar y documentar los resultados de los ensayos, se puede conectar a un **sencillo registrador mecánico** o a un **sistema de captación de medidas asistido por PC**.

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN

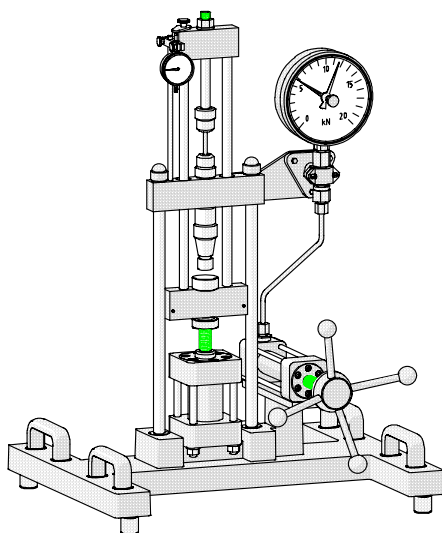


2 Descripción del aparato

El aparato de Ensayo de Materiales WP300 es un aparato sólido, diseñado especialmente para la **enseñanza técnica**. Se encuadra entre los **aparatos clásicos** de ensayo de materiales. Tiene una estructura flexible, que permite realizar un gran número de experimentos diferentes sobre fuerzas de tracción o presión. Es muy útil para experimentos de alumnos, debido a su clara configuración, pero se recomienda más para experimentos de demostración.

Sus **dimensiones compactas** y su peso, **relativamente bajo**, hacen de él un **aparato portátil**, que se puede colocar sobre cualquier mesa normal de laboratorio. Lleva dos asas, y dos personas pueden transportarlo fácilmente.

2.1 Unidad básica



En su configuración básica no necesita ningún tipo de alimentación.

La fuerza para los ensayos se produce con un sistema hidráulico manual, y se indica en un instrumento de aguja, que se lee perfectamente.

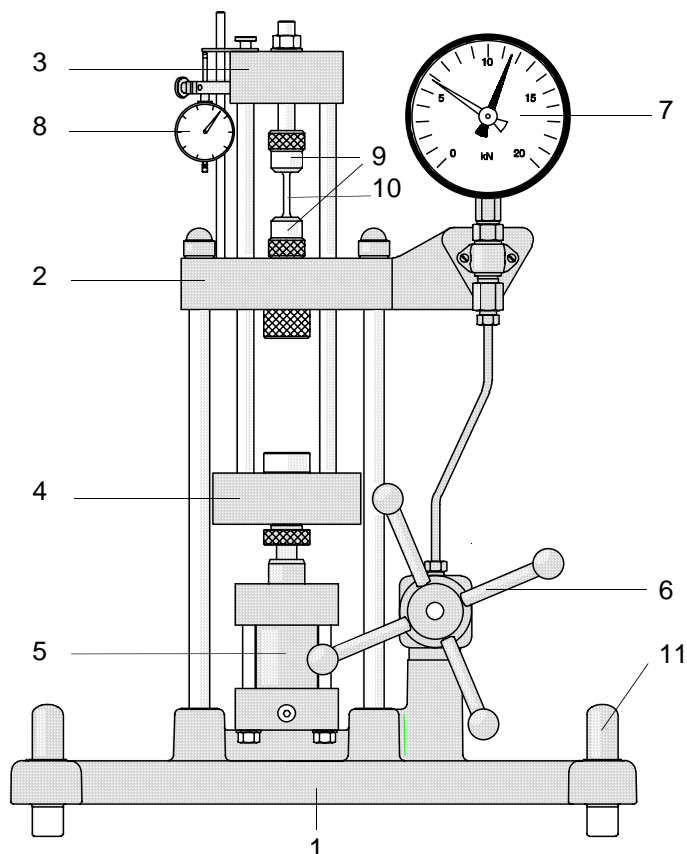
El alargamiento de las probetas se capta con un dial.

Todos los accesorios se atornillan a los travesaños. Así el aparato se puede adaptar con rapidez y facilidad a experimentos diferentes.

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN

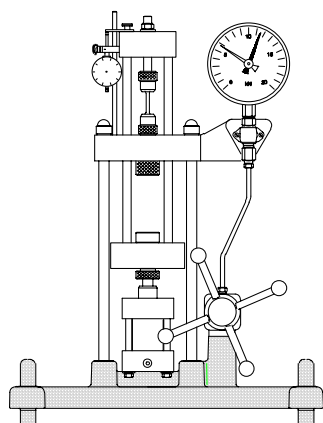


Esencialmente, el aparato básico se compone de los siguientes elementos:



- Pie (1) con asas (11)
- Bastidor con travesaño principal (2)
- Bastidor de carga con travesaño superior- (3) e inferior (4)
- Sistema hidráulico, con el cilindro principal (5) y cilindro transmisor con volante (6)
- Indicador de fuerza (7)
- Indicador de alargamiento con dial (8)
- Cabezales de sujeción (9) con probeta (10)

Todos los derechos reservados G.U.N.T. Gerätebau GmbH, Hamburg, 01/98



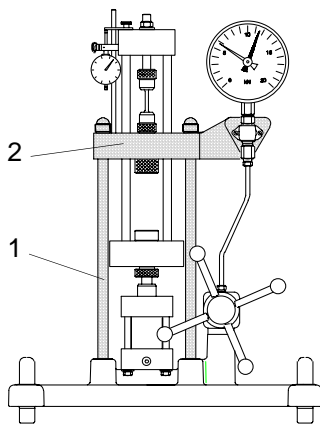
Pie

El pie de fundición gris, rígido a la torsión, es la base del aparato, y tiene la función, junto con 4 pies de goma, de mantener estable el aparato. Sobre él va el sistema hidráulico y el bastidor

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN

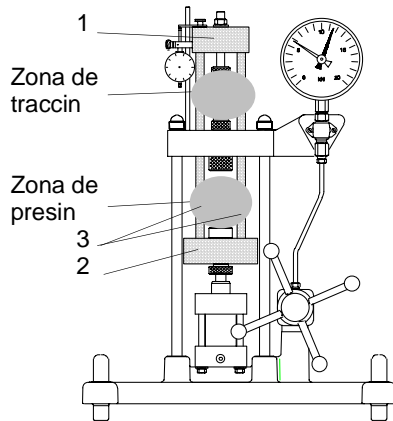


Todos los derechos reservados G.U.N.T. Gerätebau GmbH, Hamburg, 01/98



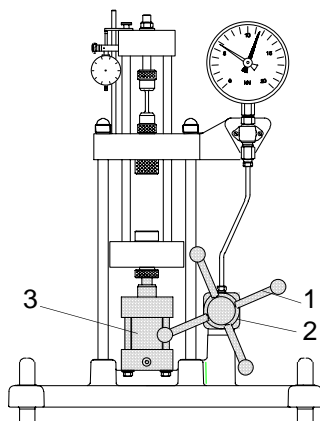
Bastidor

Las columnas (1) y el travesaño principal (2) forman el bastidor fijo del aparato de ensayo. En el travesaño principal se colocan los distintos alojamientos de las probetas. En él se coloca también el bastidor de carga móvil sobre rodamientos, con bajo rozamiento



Bastidor de carga

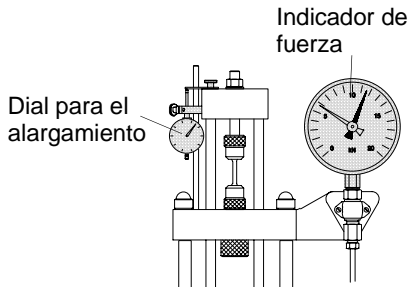
El bastidor de carga se compone de travesaño superior (1) - y travesaño inferior (2) y las guías (3). El bastidor de carga transmite la fuerza de ensayo desde el cilindro principal del sistema hidráulico a cada una de las probetas. Va colocado en el travesaño principal del bastidor y se puede desplazar. Las probetas de tracción se colocan entre el travesaño superior y el principal, las de presión entre el travesaño inferior y el principal.



Sistema hidráulico

La fuerza de ensayo se produce hidráulicamente. Con un volante (1) y un husillo se acciona el émbolo del cilindro transmisor. Se genera una presión hidrostática, que produce la fuerza de ensayo en el cilindro principal (3). La transmisión hidráulica es 2,77 : 1, la transmisión mecánica volante/husillo 503 : 1. Sin pérdidas de rozamiento, equivaldría a una fuerza manual de 1 N por 1,3 kN de fuerza de ensayo. La carrera completa de 45 mm del cilindro principal necesita 83 giros completos del volante.

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN

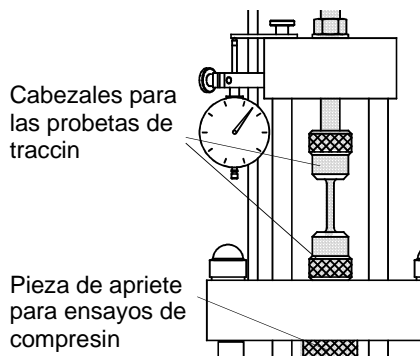


Indicador de fuerza y **Medida del alargamiento**

El dinamómetro trabaja por el principio del manómetro. Mide la presión hidrostática en el sistema hidráulico. El indicador grande permite una lectura precisa. Una aguja de arrastre conserva la fuerza máxima.

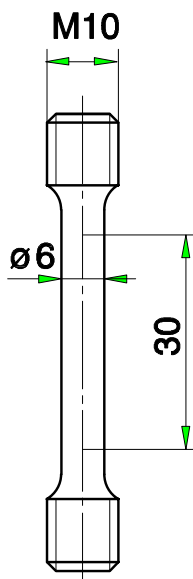
El alargamiento se mide con un dial móvil. El dial indica el desplazamiento relativo entre el travesaño superior y el travesaño principal.

2.1.1 Ensayo de tracción



Cabezales de sujeción

Los Cabezales de sujeción son para probetas de tracción con roscas M10 en los extremos. También se suministran piezas planas para ensayos de presión. Los cabezales y las piezas de presión se colocan fácilmente entre el travesaño superior y el principal, y se sujetan con una tuerca.



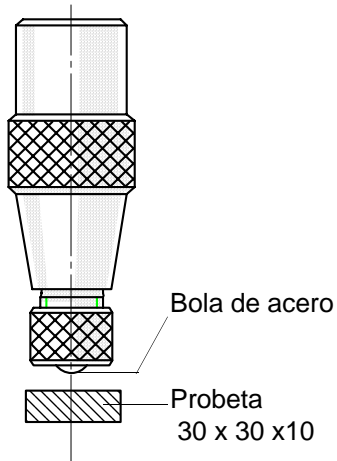
Probetas de tracción

Con el equipo se suministran probetas redondas, con roscas M10, DIN 50125, de aluminio, cobre, latón y acero.

Probeta de tracción B 6 x 30 DIN 50125

Se trata de una varilla proporcional pequeña, con una longitud de ensayo de 30 mm y 6 mm de diámetro.

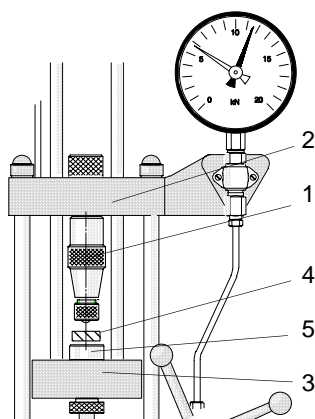
2.1.2 Ensayo de dureza



La unidad básica lleva de fábrica un dispositivo para el ensayo de dureza de Brinell.

El ensayo de dureza se hace con una bola de acero templado, de 10 mm de diámetro.

Como probetas se utilizan placas de metal de 10 x 30 x 30 mm, de aluminio, cobre, latón y acero.



El dispositivo para el ensayo de dureza (1) se coloca en la zona de presión del aparato de ensayo, entre el travesaño principal (2) y el travesaño inferior (3).

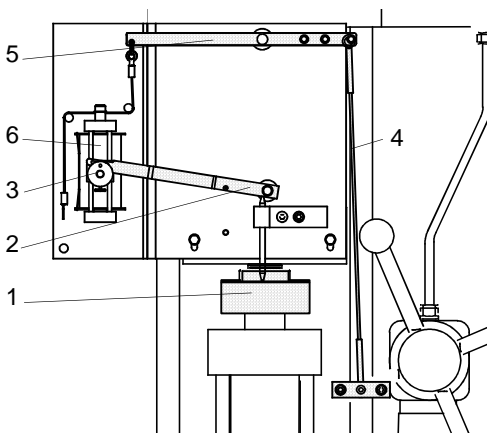
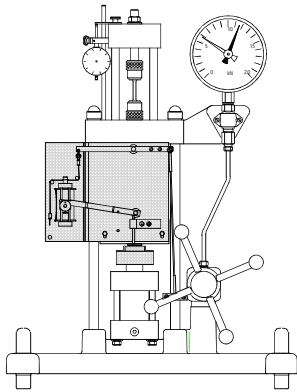
La probeta (4) Se coloca sobre el suplemento de apriete (5) del travesaño inferior.

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN



2.2 Accesorios

2.2.1 Registrador



Con el Registrador mecánico WP 300.01 se realizan con gran sencillez diagramas fuerza-alargamiento.

Debido a su funcionamiento puramente mecánico, se puede seguir perfectamente el desarrollo del diagrama.

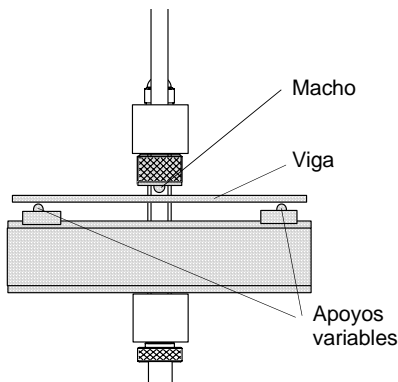
El registrador se coloca en el travesaño inferior del bastidor de carga.

Una caja manométrica mecánica (1) entre el travesaño inferior y el cilindro hidráulico capta la fuerza de ensayo. La deformación de la caja se transmite a la plumilla del registrador (3) por un sistema de palancas graduable (3).

El movimiento del bastidor de carga, como índice del alargamiento de la probeta, pone en rotación el tambor con el papel (6) por medio de un cable (4) y una palanca de transmisión (5).

Se pueden regular independientemente la sensibilidad para la fuerza y para el alargamiento.

2.2.2 Dispositivo de flexión



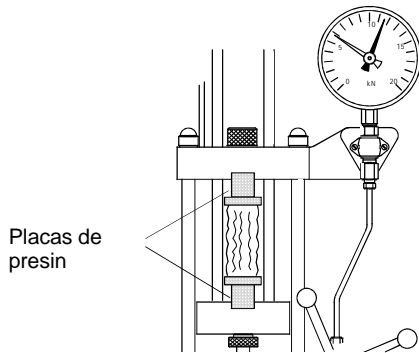
Con el dispositivo de flexión WP 300.04 se puede demostrar la relación entre la carga de una viga y su flexión elástica. Se ve claramente la influencia del módulo E y del momento de inercia de la superficie.

El dispositivo de flexión se monta en la zona de presión, entre el travesaño inferior y el principal.

La viga sometida a flexión, de acero rectificad, va sobre dos apoyos cilíndricos. La distancia entre los apoyos es regulable.

Todos los derechos reservados G.U.N.T. Gerätebau GmbH, Hamburg, 01/98

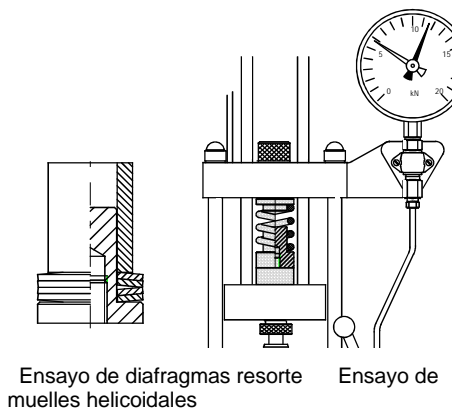
2.2.3 Placas de presión grandes



Con las placas de presión grandes WP300.05, se pueden ensayar probetas de presión blandas, como aislantes, madera o similares.

Las placas se montan en la zona de presión, entre el travesaño inferior y el principal.

2.2.4 Ensayo de elasticidad



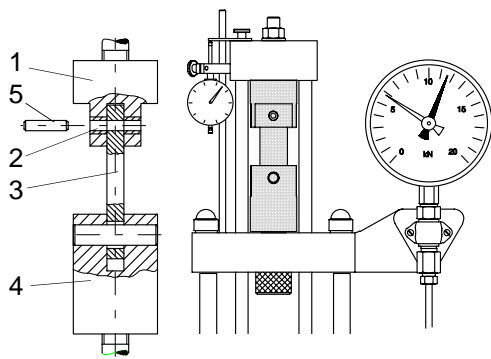
Con el Ensayo de elasticidad WP 300.06, para muelles helicoidales, y WP300.07 para diafragmas resorte, se pueden registrar las características elásticas de muelles de distinta rigidez. Sobre todo con los diagramas resorte, se pueden obtener numerosas características diferentes, ordenando cada uno de los diafragmas.

El ensayo de elasticidad se monta en la zona de presión, entre el travesaño inferior y el principal.

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN



2.2.5 Ensayo de cizallamiento

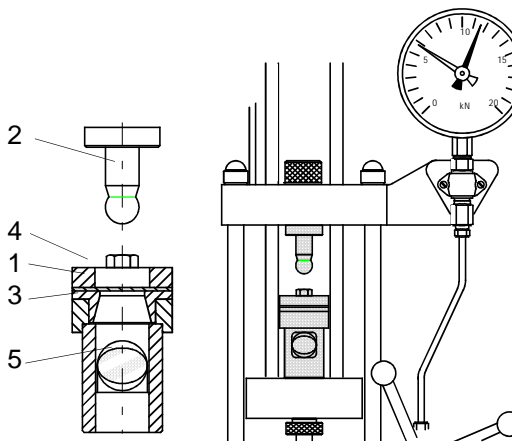


El ensayo de cizallamiento WP300.10 sirve para determinar la resistencia de corte. Se aplica el método de doble paso, porque en él la influencia de la flexión es menor que en un solo paso.

El dispositivo de cizallamiento se compone de la carcasa (1) con las dos mordazas templadas (2) para alojar la probeta (5), la cubrejunta de tracción (3) con la lengüeta de corte templada, y el apoyo inferior (4).

El dispositivo de cizallamiento se monta en la zona de tracción, entre el travesaño principal y el superior.

2.2.6 Ensayo de embutición



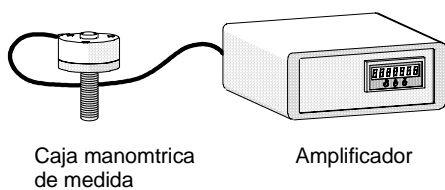
El Ensayo de embutición WP300.11 sirve para determinar la aptitud para la embutición de chapas delgadas.

En el ensayo de embutición se embute una probeta de chapa (1) en una matriz (3) por medio de un macho esférico (2). Un retén (4) impide que la chapa salga despedida. La fisura se observar desde abajo en un espejo (5).

La profundidad de la abolladura hasta la primera fisura es un índice de la aptitud para la embutición.

El dispositivo de embutición se monta en la zona de presión, entre el travesaño principal y el inferior.

2.2.7 Medición electrónica de fuerzas



Con la medición electrónica de fuerzas WP300.08 se obtiene una gran precisión de lectura en la zona más baja de las fuerzas. Se monta una caja manométrica eléctrica entre el cilindro hidráulico y el travesaño inferior. El principio de medida se basa en las bandas extensométricas. La indicación de la fuerza de ensayo es digital, en un amplificador de medida.

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN

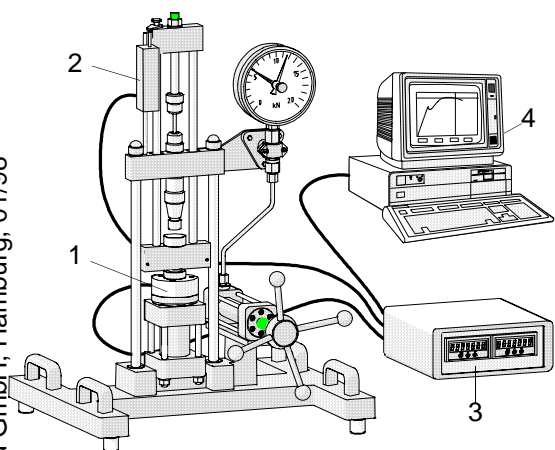


2.2.8 Captación de datos asistida por PC

La captación de datos asistida por PC WP 300.20 permite captar y analizar mediciones en un PC. El software de análisis facilita trazar, grabar e imprimir diagramas fuerza-alargamiento y características.

La captación de las mediciones se compone de

- caja manométrica (1) sobre la base de bandas extensométricas
- sensor electrónico de recorrido (2)
- amplificador de medida (3) con pantalla digital para la fuerza de ensayo y el alargamiento, y un puerto serial incorporado para conectar a un PC
- PC (4) con software de análisis e impresora



2.3 Seguridad



¡PELIGRO DE HERIDAS!

En los ensayos de tracción y cizallamiento, no meter la mano en la zona del dispositivo.

Mantener la distancia al bastidor de carga (travesaño superior, travesaño principal, travesaño inferior).

El bastidor de carga puede tener movimientos violentos e incontrolados al romperse las probetas.

Pueden salir despedidos trozos de las probetas.

Con este aparato se generan grandes fuerzas. Comprobar todas las sujeciones y el asiento firme y correcto.

¡ATENCIÓN!

Comprobar que todas las sujeciones roscadas tengan la profundidad suficiente

- Cabezales de sujeción
- Pernos
- Tuercas
- Dispositivo de cizallamiento, etc.



WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN

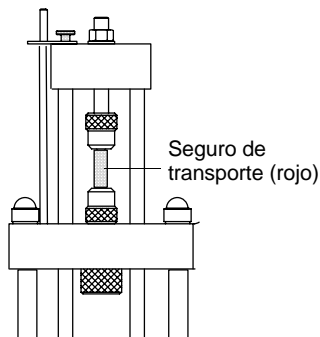


3 Experimentos

3.1 Puesta en marcha

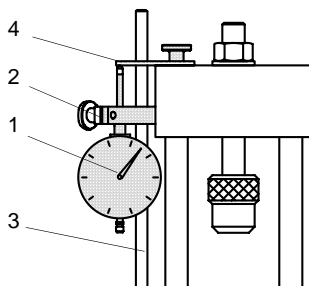
Colocar el aparato de ensayo en la mesa de laboratorio o sobre el carrito WP300.09 (accesorio).

Comprobar que todo el material necesario está a la mano (herramientas, accesorios).



Quitar el seguro de transporte

- Girar hacia atrás el volante del cilindro transmisor, y descargar la máquina
- Desenroscar el seguro de transporte (varilla roja) de los cabezales superior e inferior



Montar el dial para medir el alargamiento.

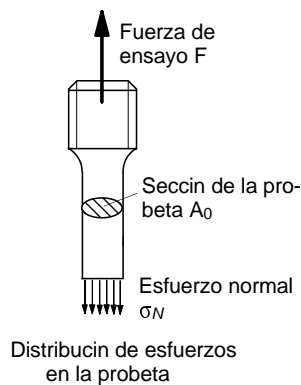
- Fijar la parte superior del dial (1) en el soporte (2) de la varilla (3)
- Ajustar el dial de manera que toque el tope móvil (4) del travesaño superior
- No compensar el dial hasta que la probeta esté colocada

3.2 Ensayo de tracción

3.2.1 Fundamentos del ensayo

El ensayo de tracción es el ensayo más conocido en Ensayo de Materiales. En él se determina la **resistencia a la tracción**, uno de los valores característicos más importantes de los materiales. También se puede determinar el **alargamiento de rotura**, que es un índice de la tenacidad del material

En el ensayo de tracción se establece en la probeta un **estado de esfuerzo monoaxial**. Este estado se produce cargando la probeta en sentido longitudinal con una carga externa, mediante una fuerza de tracción. En la sección de ensayo de la probeta domina, entonces, una **distribución de esfuerzos normal uniforme**.

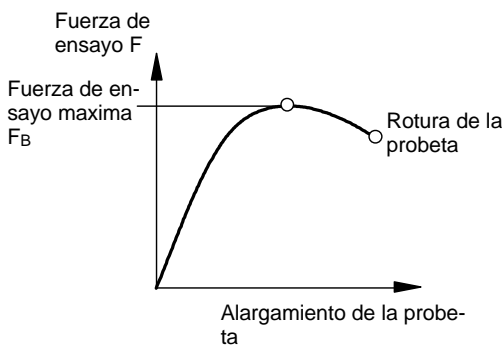


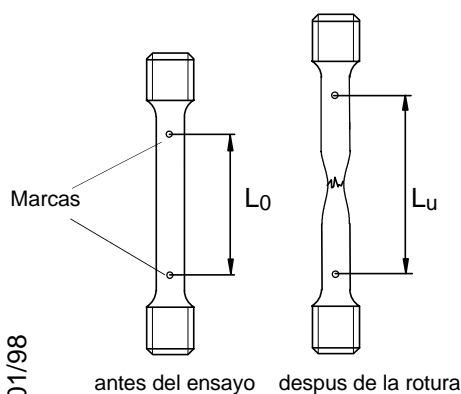
Para averiguar la resistencia del material se aumenta la carga de la probeta poco a poco y de manera continua, hasta que se rompe. La fuerza de ensayo máxima así obtenida es un indicador de la resistencia del material. La llamada **resistencia a la tracción R_m** , se calcula con la fuerza de ensayo máxima F_B y la sección inicial A_0 de la probeta.

$$R_m = \frac{F_B}{A_0}$$

La fuerza de ensayo máxima es muy fácil de obtener, con la aguja de arrastre del indicador de fuerza.

En el propio ensayo se reduce la sección de la probeta, se contrae, y los esfuerzos reales son claramente mayores.





El **alargamiento de rotura A** da la variación de longitud de la probeta con respecto a su longitud inicial L_0 , y se calcula con la longitud de la probeta después de la rotura L_u .

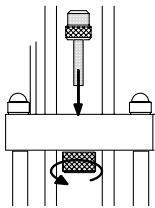
$$A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \cdot 100\%$$

Para medir las longitudes, la probeta lleva dos marcas. Después de la rotura se unen cuidadosamente las dos partes de la probeta por el punto de rotura, y se mide la separación de las marcas.

3.2.2 Instalación

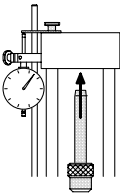
El aparato de ensayo se monta de la siguiente manera para el experimento de tracción

- Girar hacia atrás el volante del cilindro transmisor, y llevar totalmente abajo el bastidor de carga



Si aun no se ha hecho, colocar los cabezales de sujeción en el travesaño superior y en el principal.

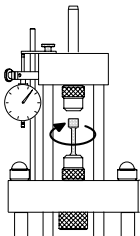
- el cabezal de sujeción con el bulón corto hacia abajo, y atornillarlo con la pieza de apriete



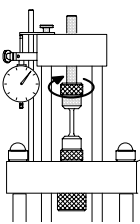
- Cabezal de sujeción con el bulón largo hacia arriba

Colocar la probeta de tracción (WP300.02)

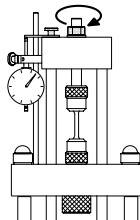
- Medir la longitud de ensayo L_0 de la probeta entre las dos marcas, y anotarla



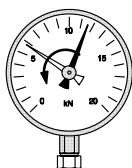
- Atornillar a mano la probeta en el cabezal inferior hasta el tope



- Atornillar la probeta al cabezal superior hasta el tope, girando el propio tope



- Apretar la tuerca del cabezal superior con la mano, hasta que se asiente sin holguras en el travesaño



- Poner en cero la aguja de arrastre del indicador de fuerza

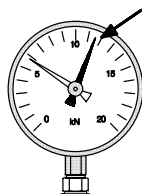
WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN



3.2.3 Realización

Se carga la probeta girando lenta y continuamente el volante.

- La fuerza se aplica durante un tiempo de 5 - 10 min
- Es imprescindible que la carga no se aplique a golpes o discontinuamente
- Observar la probeta, fijándose cuándo comienza el estrechamiento. La fuerza, entonces, no debe aumentar, sino más bien aflojarla
- **¡Atención! No asustarse**. La rotura de la probeta se produce con una **fuerte detonación**, sobre todo con acero.
- Leer en la aguja de arrastre la fuerza de ensayo máxima, y anotarla
- Quitar la probeta de los cabezales
- **¡Importante!** Girar completamente hacia atrás el volante del cilindro transmisor, y llevar otra vez hacia abajo el bastidor de carga



3.2.4 Análisis del ensayo de tracción

Se realiza el experimento con cuatro probetas diferentes, de aluminio, cobre, latón y acero.

La sección inicial, con 6 mm de diámetro de todas las probetas, es

$$A_0 = \frac{d^2 \pi}{4} = \frac{6^2 \cdot \pi}{4} = 28.27 \text{ mm}^2$$

La longitud inicial de todas las probetas es

$$L_0 = 30 \text{ mm}$$

Los valores se anotan en la siguiente tabla

Medicin			
Probeta N.	Material	Fuerza de ensayo mx. F_B en kN	Longitud de la probeta tras la rotura L_u en mm
1	Al Mg Si 0.5 F22	6.7	35.2
2	E- Cu	11.0	33.8
3	Cu Zn 39 Pb 3	14.45	33.4
4	9 S Mn 28	16.8	34.6

Con estos valores es fácil calcular la resistencia a la tracción y el alargamiento de rotura, con las siguientes fórmulas.

$$R_m = \frac{F_B}{A_0}$$

$$A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \cdot 100\%$$

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN



Los valores obtenidos en el experimento se comparan con los valores de la Bibliografía en la siguiente tabla.

Resistencias					
Probeta N	Material	Resistencia a la tracción R_m en N/mm^2		Alargamiento de rotura A en %	
		medida	bibliografía	medida	bibliografía
1	Al Mg Si 0.5 F22	237	220	17.3	12
2	E- Cu	389	300 - 370	12.6	8
3	Cu Zn 39 Pb 3	511	510	11.3	11
4	9 S Mn 28	594	550 - 800	15.3	6

La coincidencia puede considerarse buena. Los valores del material sobrepasan, en todos los casos, las exigencias mínimas.

3.3 Registrar el diagrama esfuerzo-alargamiento

3.3.1 Fundamentos del diagrama esfuerzo-alargamiento

El diagrama esfuerzo-alargamiento muestra con especial claridad las diferentes reacciones de cada tipo de material. Todos los materiales tienen una curva característica del alargamiento y el esfuerzo.

En el diagrama esfuerzo-alargamiento se pueden leer importantes datos de los materiales. Además de la **resistencia a la tracción R_m** interesa especialmente el **límite de proporcionalidad R_p** . Por debajo de este límite el material obedece a la **ley de Hook** con el módulo de elasticidad E : El **alargamiento ε** es proporcional al esfuerzo σ

$$\varepsilon = E \cdot \sigma$$

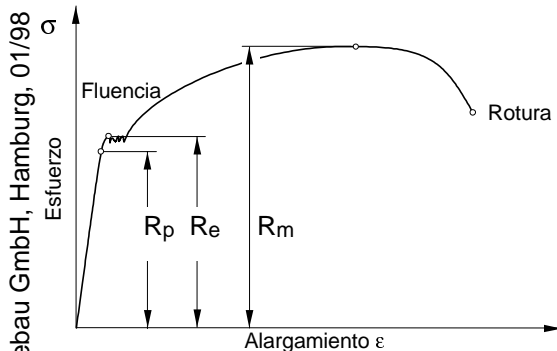


Diagrama esfuerzo-alargamiento

Cuando este esfuerzo se sobrepasa, la deformación ya no es proporcional a la carga.

Un valor característico de especial importancia técnica es el **límite de elasticidad R_e** . A partir de él, el material tiene una deformación plástica permanente. Al quitar la carga queda una deformación. La pieza no se puede cargar demasiado, para que no poner en peligro su funcionamiento.

En algunos materiales, por ejemplo el acero blando recocido, se establece una pronunciada fluencia a partir del límite de elasticidad. La probeta se alarga, aunque no aumente la carga.

En los materiales sin fluencia pronunciada se indica el **límite elástico convencional $R_{p0.2}$** . En estos casos el material tiene un alargamiento permanente de 0.2% después de descargarlo.

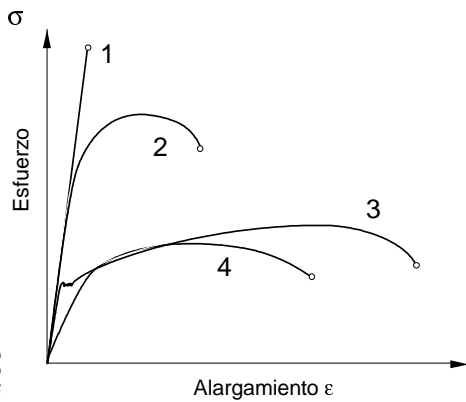


Diagrama esfuerzo-alargamiento de distintos materiales

En la figura se ven, por ejemplo las curvas de acero templado (1), acero bonificado (2), acero blando (3) y una aleación de aluminio (4).

El **acero templado (1)** se rompe, prácticamente, sin deformación plástica, pero tiene una resistencia a la tracción muy alta.

El **acero bonificado (2)** es mucho más tenaz, pero mantiene una alta resistencia.

El **acero blando recocido (3)** tiene un alargamiento muy grande, pero una resistencia a la tracción baja. Aquí se da, en el paso a la reacción plástica, una pronunciada fluencia.

En la **aleación de aluminio (4)**, debido a su menor módulo de elasticidad, la curva de esfuerzo-alargamiento tiene menos pendiente en la zona elástica que los materiales de acero.

El diagrama esfuerzo-alargamiento se hace con los valores de fuerza y alargamiento registrados durante el ensayo de tracción.

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad , \quad \varepsilon = \frac{L_u - L_0}{L_0}$$

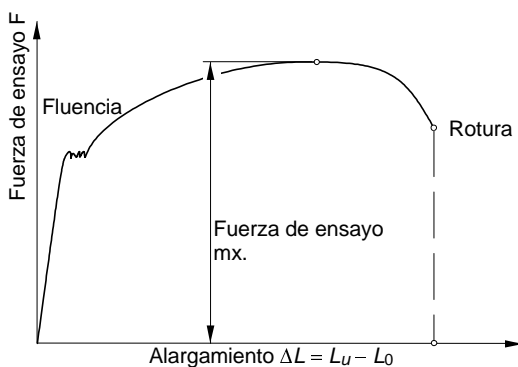


Diagrama fuerza-alargamiento

Conocidas las dimensiones de las probetas, se puede sustituir trazando directamente, el **diagrama fuerza-alargamiento**. Las características no varían, pero se evita el tiempo que lleva convertir los valores medidos en esfuerzo y alargamiento.

3.3.2 Montaje

El aparato de ensayo se monta de la siguiente manera para registrar el diagrama esfuerzo-alargamiento

- Girar hacia atrás completamente el volante del cilindro transmisor, y llevar el bastidor de carga completamente hacia abajo

Si no están puestos, colocar los cabezales en el travesaño superior y en el principal.

- El cabezal de sujeción con el bulón corto hacia abajo, y atornillarlo a la pieza de apriete

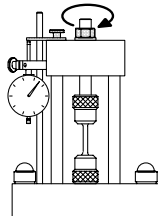
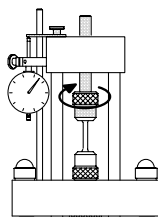
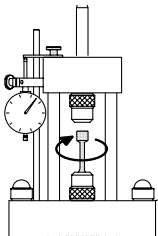
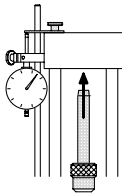
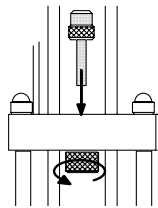
- El cabezal con el bulón largo hacia arriba

Colocar la probeta de tracción (WP300.02)

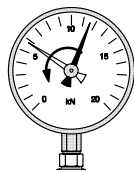
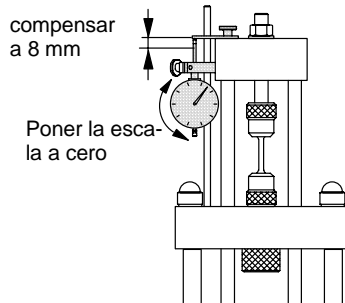
- Atornillar a mano la probeta en el cabezal inferior hasta el tope

- Atornillar la probeta al cabezal superior hasta el tope, girando el propio cabezal

- Apretar a mano la tuerca del cabezal superior, hasta que el cabezal asiente sin holguras en el travesaño



WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN



Ajustar el dial

- Desplazar hacia arriba el dial en la varilla, hasta que el palpador toque el pitón de arrastre
- Subir otra vez el indicador y compensarlo a 8 mm
- Compensar con el volante la probeta suavemente, hasta que se mueva la aguja de arrastre del indicador de fuerza. Así se compensa la holgura
- Poner a cero la escala giratoria del dial

Poner a cero la aguja de arrastre del indicador de fuerza

3.3.3 Realización del experimento

Cargar la probeta lentamente y de forma continua, girando el volante.

- La fuerza se debe aplicar por un espacio de 5 - 10 min
- Evitar siempre aplicar la carga a golpes o de forma discontinua
- Observar el dial. Cada 0.1 mm leer la fuerza en el indicador, y anotarla con su correspondiente alargamiento.

Después de un alargamiento de 1 mm se puede ampliar el intervalo de lectura a 0.2 mm.

- Observar la probeta, y esperar al inicio del estrechamiento. La fuerza entonces no debe aumentar, sino mejor aflojarse
- **¡Atención!** No asustarse. La rotura de la probeta, sobre todo en acero, se produce con una **fuerte detonación**
- Leer la fuerza de ensayo máxima en la aguja de arrastre, y anotarla
- Quitar la probeta de los cabezales
- Girar hacia atrás completamente el volante del cilindro transmisor, y bajar el bastidor de carga

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN



3.3.4 Trazar el diagrama esfuerzo-alargamiento

Se realizan ensayos con cuatro probetas diferentes, de aluminio, cobre, latón y acero.

Los valores medidos se anotan en las siguientes tablas

Ensayo de tracción Probeta B6 x 30 DIN 50125 de AlMgSi0.5 F22			
Alargamiento $L_u - L_0$ en 1/100 mm	Fuerza de ensayo F en kN	Alargamiento $L_u - L_0$ en 1/100 mm	Fuerza de ensayo F en kN
10	0.9	260	6.6
20	1.75	280	6.65
30	3.0	300	6.7
40	4.5	320	6.6
50	5.6	340	6.7
60	5.7	360	6.7
70	6.0	380	6.5
80	6.1	400	6.3
90	6.15	420	6.2
100	6.2	440	6.0
120	6.25	460	5.8
140	6.3	480	5.5
160	6.4	500	5.3
180	6.5	520	5.1
200	6.55	540	4.75
220	6.55	560	4.4
240	6.6		Rotura
260			
280			

**WP 300 Aparato de Ensayos
Universal 20 kN**



Todos los derechos reservados G.U.N.T. Gerätebau GmbH, Hamburg, 01/98

Ensayo de traccin Probeta B6 x 30 DIN 50125 de E-Cu			
Alargamiento $L_u - L_0$ en 1/100 mm	Fuerza de ensayo F en kN	Alargamiento $L_u - L_0$ en 1/100 mm	Fuerza de ensayo F en kN
10	0.8	140	10.3
20	2.4	160	10.1
30	4.9	180	9.8
40	7.6	200	9.6
50	10.0	220	9.4
60	11.0	240	9.1
70	11.0	260	8.7
80	10.9	280	8.35
90	10.8	300	7.9
100	10.7	320	7.25
120	10.5		

Ensayo de traccin Probeta B6 x 30 DIN 50125 de CuZn39Pb3			
Alargamiento $L_u - L_0$ en 1/100 mm	Fuerza de ensayo F en kN	Alargamiento $L_u - L_0$ en 1/100 mm	Fuerza de ensayo F en kN
10	1.45	140	12.8
20	3.5	160	13.0
30	6.1	180	13.4
40	8.5	200	13.45
50	10.2	220	13.6
60	11.0	240	13.8
70	11.4	260	14.0
80	11.7	280	14.0
90	12.0	300	14.1
100	12.2	320	14.4
120	12.5	340	14.45
		360	14.4

Ensayo de traccin Probeta B6 x 30 DIN 50125 de 9SMn28			
Alargamiento $L_u - L_0$ en 1/100 mm	Fuerza de ensayo F en kN	Alargamiento $L_u - L_0$ en 1/100 mm	Fuerza de ensayo F en kN
10	1.5	200	16.8
20	3.5	220	16.7
30	6.3	240	16.6
40	9.5	260	16.3
50	12.75	280	16.0
60	15.3	300	15.7
70	16.2	320	15.4
80	16.4	340	15.0
90	16.5	360	14.7
100	16.6	380	14.3
120	16.6	400	13.75
140	16.75	420	13.3
160	16.75	440	12.75
180	16.8	460	12.0

Así se obtienen los siguientes diagramas fuerza-alargamiento del aluminio AlMgSi0.5 F22, cobre E-Cu, latón CuZn39Pb3 y acero 9SMn28.

Los módulos E no se pueden determinar por la pendiente de las curvas en la zona de proporcionalidad, debido a la elasticidad de la máquina, que domina en esta zona de alargamiento. Para ello sería necesario medir el alargamiento directamente en la probeta con un elongómetro de precisión.

En la probeta de acero para tornos automáticas 9SMn28, no se aprecia un comportamiento de fluencia pronunciada, debido a su relativamente grande fragilidad (buena fragilidad de viruta).

Todos los derechos reservados G.U.N.T. Gerätebau GmbH, Hamburg, 01/98

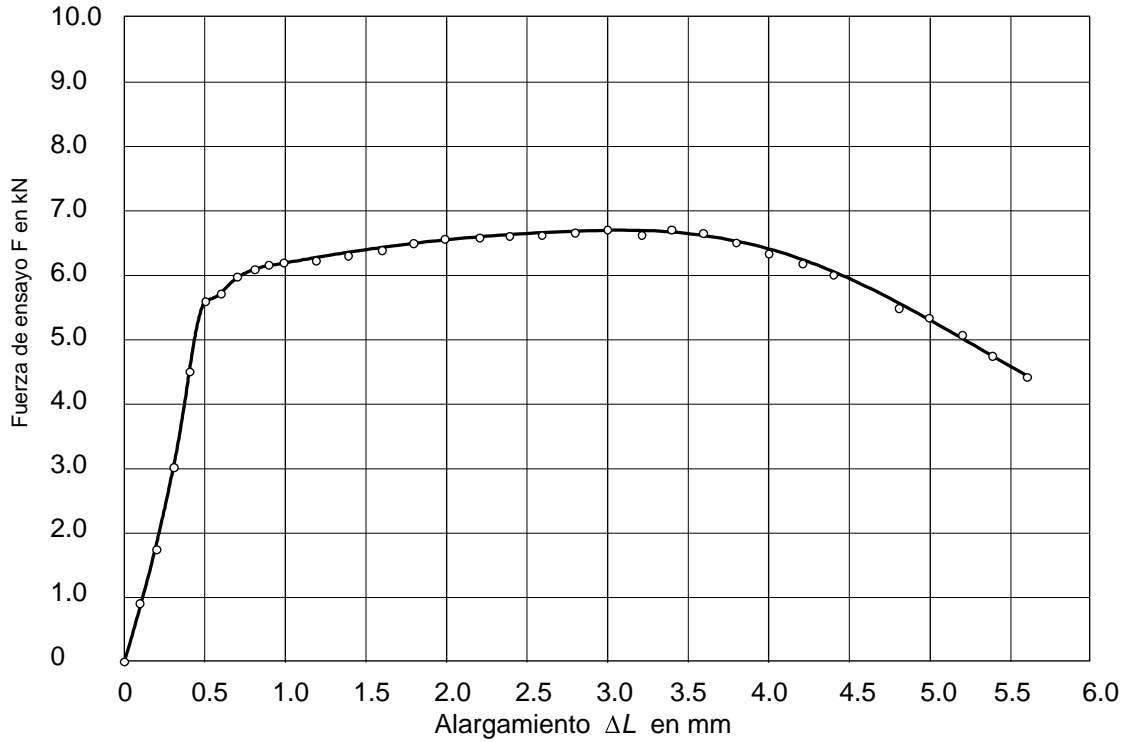


Diagrama fuerza-alargamiento, Probeta B6 x 30 DIN 50125
de AlMgSi0.5 F22

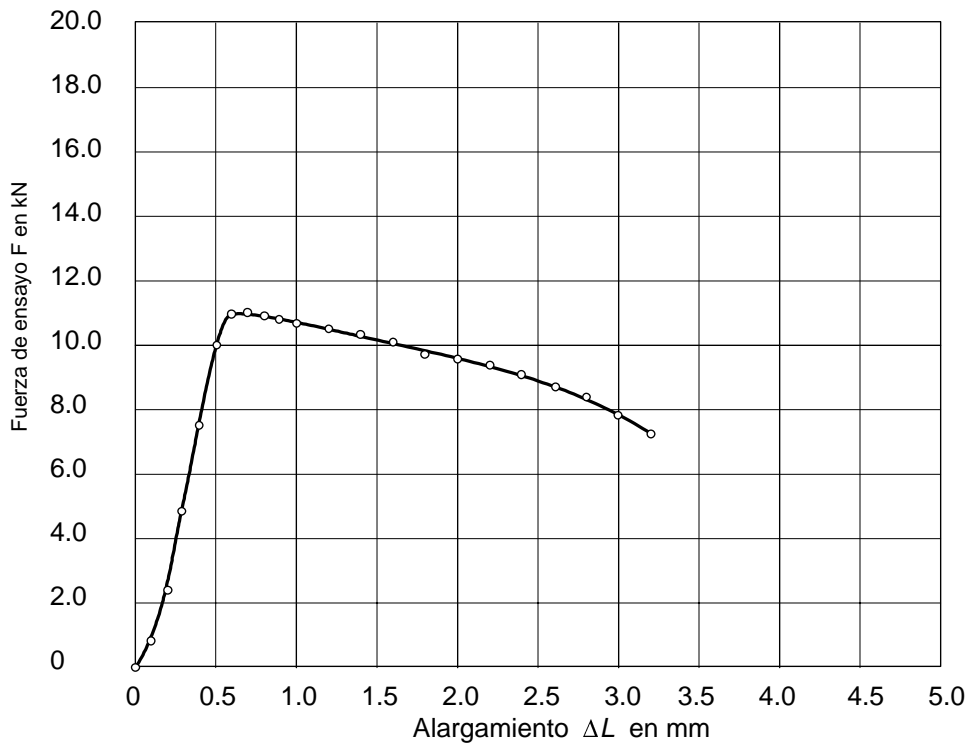


Diagrama fuerza-alargamiento, Probeta B6 x 30 DIN 50125
de E-Cu

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN



Todos los derechos reservados G.U.N.T. Gerätebau GmbH, Hamburg, 01/98

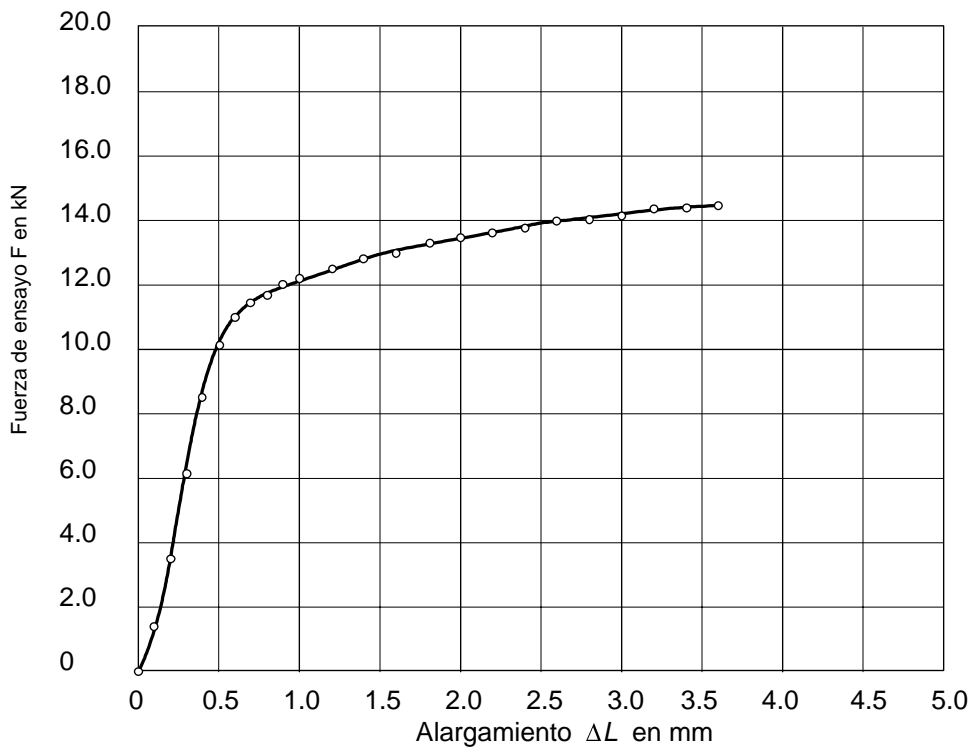


Diagrama fuerza-alargamiento, Probeta B6 x 30 DIN 50125
de CuZn39Pb3

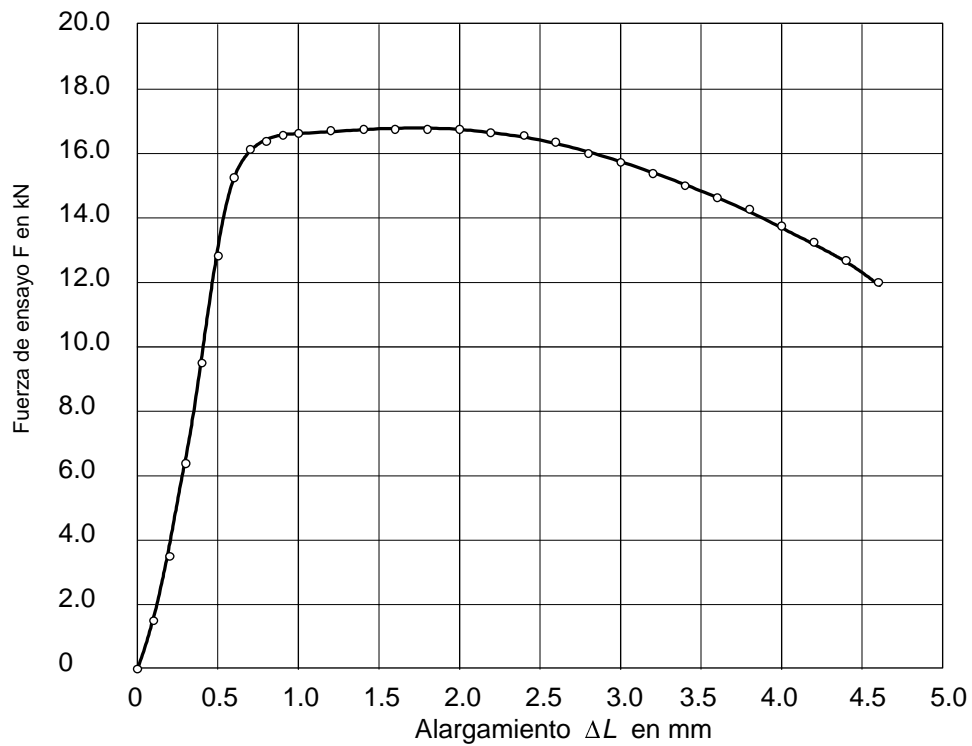


Diagrama fuerza-alargamiento, Probeta B6 x 30 DIN 50125
de 9SMn28

3.4 Ensayo de dureza de Brinell

3.4.1 Fundamentos

Se denomina **dureza** la resistencia que presenta un cuerpo a ser penetrado por otro. Por tanto, el método usual para ensayar la dureza consiste en hacer presión perpendicularmente a la superficie de la probeta con un **cuerpo testigo más duro**.

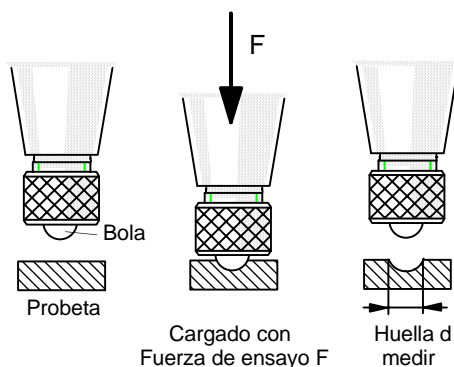
Bajo la acción del testigo, se forma en la probeta un estado de esfuerzo de tres ejes. Así se pueden obtener huellas permanentes incluso en los materiales más duros y broncos, sin riesgo de rotura. Esto es lo que diferencia el ensayo de dureza del ensayo de tracción. En este se produce en la probeta un estado de esfuerzo de un solo eje, y en los materiales duros no es posible la deformación plástica.

La ventaja del ensayo de dureza, frente al de tracción, es que los valores característicos del material se conocen sin destruir la probeta, quedando una única huella, realmente pequeña, del testigo (ensayo de entrada de mercancías).

El inconveniente es que en el ensayo de dureza sólo se obtiene uno de los índices de resistencia, el específico del método empleado, pero no la propia resistencia. Por eso se da siempre el método de ensayo.

En el **Ensayo de dureza de Brinell** se utiliza como testigo una bola de acero templado.

Con la bola se ejerce sobre la probeta una presión definida, que depende del diámetro de la bola y del material a ensayar. Después de un determinado tiempo se mide el diámetro del molde de la bola que queda.



Ensayo de dureza de Brinell

Dureza Brinell

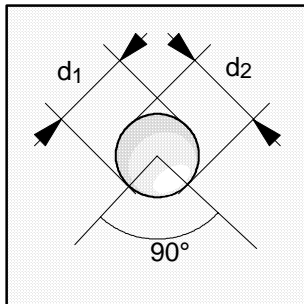
La dureza Brinell se calcula con la **fuerza de ensayo F** y la **superficie de la huella A_B** de la bola. Del diámetro de la bola D y del diámetro de la huella d, resulta

$$HB = \frac{0.102 \cdot F}{A_B} = \frac{0.102 \cdot F}{0.5 \pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

El factor 0.102 viene dado históricamente, y se refiere a la conversión de kp/mm^2 a N/mm^2 .

Cuando el molde de la bola no es circular, se aplica la media de dos mediciones perpendiculares.

Para que se puedan relacionar las durezas de distintos materiales, formas de las probetas y diámetros de las bolas, es necesario seguir determinadas normas.



Medir la huella de la bola

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Diámetro de las bolas

Están normalizados los diámetros 10, 5, 2.5 y 1 mm.

Tiempo de acción

La fuerza de ensayo se debe aplicar como mínimo entre 10 y 15 seg, también 30 seg y más sobre probetas de materiales fluentes. La fuerza debe alcanzar su máximo como mínimo en 5 seg.

Grado de carga

Para que el molde de la bola se pueda leer con claridad, y sea reproducible, el diámetro del molde debe encontrarse entre $d = 0.2$ y $0.7 D$. Para cumplir esta condición con materiales de distintas durezas, se recomiendan distintas presiones superficiales, es decir, la fuerza y el cuadrado del diámetro de la bola deben estar en una relación

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN



determinada. Esta relación se denomina **grado de carga x**.

$$x = \frac{0.102 F}{D^2}$$

El factor 0.102 resulta, de nuevo, de la conversión de kp en N. En la siguiente tabla se contienen los grados de carga de distintos materiales.

Grado de carga $x = \frac{0.102 F}{D^2}$ en funcin del material						
Grado de carga x	30	10	5	2.5	1.25	0.5
Margen de dureza HB captable	67 ... 400	22 ... 315	11 ... 158	6 ... 78	3 ... 39	1 ... 15
Material	Materiales frreos Acero Acero colado Fundicin maleable Hierro fundido	Metales ligeros Cobre Latn Bronce Nquel	Aluminio puro Magnesio Zinc Latn fundido	Metales antifriccin	Plomo Estao Soldadura blanda	Metales blandos a altas temperaturas

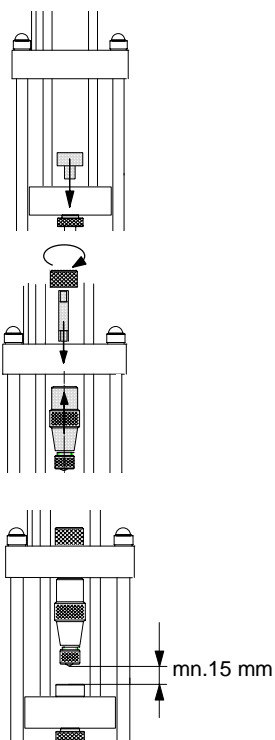
Fuerzas de ensayo

Así resultan, para las bolas utilizadas en WP300 de 10 mm de diámetro, las siguientes fuerzas de ensayo

Fuerza de ensayo F en funcin del grado de carga x con dimetro de la bola D = 10 mm						
Grado de carga x	30	10	5	2.5	1.25	0.5
Fuerza de ensayo F en N	29420	9800	4900	2450	1225	490

3.4.2 Montaje

El sistema de ensayo de dureza se monta en la zona de presión del aparato de ensayo.



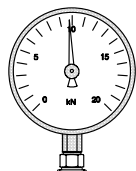
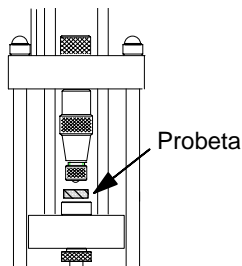
- Colocar la placa de presión en el travesaño inferior
- Montar el aparato de ensayo Brinell en el travesaño principal, con la varilla roscada y la tuerca moleteada. Apretar la tuerca con la mano
- Girar hacia atrás completamente el volante del cilindro transmisor.
Mantener una distancia mínima de 15 mm entre la bola y la placa de presión

3.4.3 Realización del experimento

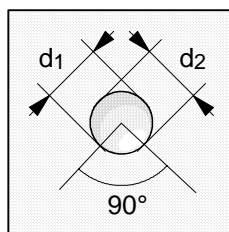
Se ensayan probetas de 4 materiales distintos.

A todas las probetas se le aplica un grado de carga de 10.

Para la probeta de acero se recomienda, según la tabla de la página 20, un grado de carga 30. Sin embargo, con WP300 no se puede aplicar la fuerza necesaria de 29 kN. Pero como la dureza Brinell de la probeta de acero está, con toda seguridad, por debajo de HB 315, el grado de carga 10 es también admisible.



9.8 kN / 10-15 seg



Medida de la huella de la bola

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

- Colocar la probeta
- Girando el volante, bajar con cuidado la bola hasta la probeta
- Aplicar con el volante una fuerza de 9800 N, igual a 9,8 kN, sin tirones.
No aplicar la fuerza con demasiada rapidez. La subida al valor máximo debe tardar un mínimo de 5 seg.
- Mantener la fuerza entre 10 - 15 seg, y después descargar
- Quitar la probeta, y medir el molde con la lupa. Si es necesario, hallar la media.

3.4.4 Análisis

Los resultados se anotan en una tabla. La dureza Brinell se calcula con la siguiente fórmula:

$$HB = \frac{0.102 \cdot F}{A_B} = \frac{0.102 \cdot F}{0.5 \pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Dureza Brinell						
Probeta N	Material	Dimetro de la huella en mm			Dureza Brinell HB	
		d ₁	d ₂	d (media)	medida	bibliografía
1	Al Mg Si 0.5 F22	4.1	4.2	4.15	71	70
2	E- Cu	3.6	3.7	3.65	92	95
3	Cu Zn 39 Pb 3	3.2	3.1	3.15	125	125
4	St 37 K	2.5	2.7	2.6	171	-

En general, los grados de dureza medidos coinciden con los de la bibliografía.

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN



4 Apéndice

4.1 Especificaciones

4.1.1 Unidad básica WP 300 (Referencia 020.30000)

Fuerza de ensayo máx.: 20 kN
Carrera del cilindro principal: 45 mm
Espacio máximo entre los travesaños y varillas
de las zonas de presión y de tracción
165 x 65 mm

Dimensiones (L x F x Al):
580 x 400 x 800 mm

Peso: 38 kg

Dinamómetro:

Diámetro de la carcasa 160 mm
Alcance 0 - 20 kN
Divisiones: 0.5 kN

Aguja de arrastre y ajuste del punto cero

Medición del alargamiento (dial mecánico):

Alcance 0 - 10 mm
Divisiones 0.01 mm

Ensayo de tracción

Tipo: Probeta B6 x 30 DIN 50125

Diámetro de la probeta: 6 mm

Longitud de la probeta: 30 mm

Cabezal de sujeción: Rosca M10

Material de la probeta: 9SMn28; CuZn39Pb3;
E-Cu y AlMgSi0,5F22

Ensayo de dureza de Brinell

Diámetro de la bola: 10 mm

Probeta (L x F x A): 30 x 30 x 10 mm

Material de la probeta: St37k; CuZn39Pb3;
E-Cu y AlMgSi0,5F22

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN



4.1.2 Accesorios

Registrador WP 300.01 (Referencia 020.30001)

Transmisión de la palanca de fuerza:
graduable sin escalones

Transmisión de la palanca de alargamiento:
graduable al triple

Tamaño del diagrama: 70 x 126 mm

Diámetro del tambor: 40 mm

Dimensiones (L x F x A):
110 x 295 x 225 mm

Ensayo de flexión WP 300.04 (Referencia 020.30004)

Sección de la varilla: 40 x 12 mm

Longitud de la varilla: 320 mm

Material de la varilla: acero plano, laminado en frío

Distancia entre apoyos: variables entre 100 y 300 mm

Placas de presión grandes WP 300.05 (Referencia. 020.30005)

Dimensiones del apoyo: 60 x 160 mm
Apoyos de acero templado

Ensayo de muelles helicoidales WP 300.06 (Referencia 020.30006)

Muelle 1

Diámetro del alambre: 10 mm

Diámetro medio: 50 mm

Longitud distendida: 75 mm

Constante elástica: 232 N/mm

Material: Acero para muelles DIN 2076-C

Muelle 2

Diámetro del alambre: 10 mm

Diámetro medio: 46 mm

Longitud distendida: 67 mm

Constante elástica: 873 N/mm

Material: Acero para muelles DIN 2076-C

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN



Ensayo de diafragma resorte WP 300.07 (Referencia 020.30007)

Diámetro exterior:	50	mm
Diámetro interior:	25,4	mm
Grosor de cada diafragma:	3	mm
Material:	50CrV4	
Número de diafragmas:	4	

Captador de fuerza eléctrico WP300.08 (Referencia 020.30008)

Captador

Alcance:	0 - 20	kN
Principio de medida	Puente completo de bandas extensométricas (DMS)	
Alimentación:	10 V	DC
Señal de salida, nom. :	2	mV/V

Amplificador de medida de precisión e indicador

Alimentación DMS:	5 V, 10 V	a elección
Margen de entrada:	+/- 200,00	mV
Punto cero:	de libre programación	
Factor de ganancia:	de libre programación	
Factor de iteración de medida:	2,5	1/ sec.
Resolución:	40000	pasos
Protección de memoria:	EEPROM	

Funciones especiales:

- Alarma al sobrepasar valores límite,
- Memoria de valores máximos

Indicador :	6 dígitos, LED
Alimentación:	115 / 230 VAC, 50/60 Hz
Carcasa:	de sobremesa

Dimensiones(L x F x A):	262 x 257 x 103	mm
--------------------------	-----------------	----

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN



Carrito de laboratorio WP 300.09 (Referencia 020.30009)

Dimensiones (LxFxA):

1100 x 750 x 880 mm

Placa multiplex: grosor 40 mm

Ruedas locas: 4, 2 con freno

Accesorios:

3 cajones con cerradura

con 6 divisores

1 puerta de bisagras con cerradura, con
1 chapa de fondo

Peso: 70 kg

Ensayo de cizallamiento WP 300.10 (Referencia 020.30010)

Diámetro de la probeta: 6 mm

Longitud de la probeta: 26 mm

Material de la probeta: E-Cu

Ensayo de embutición WP 300.11 (Referencia 020.30011)

Diámetro del macho: bola 20 mm

Grosor de la probeta: hasta 1 mm

Dimensiones de la probeta: 60 x 60 mm ó
D = 60 mm

Material de las probetas: St1203; CuZn40Pb2;
AlMg3; E-Cu

Lupa de medición para huella Brinell WP 300.12 (Referencia 020.30012)

Diámetro de la lente: 23 mm

Diámetro del campo visual: 21 mm

Aumentos: 10 x

Alcance: 20 mm

Divisiones escala: 0.1 mm

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN



Captación de datos asistida por PC WP 300.20 (Referencia 020.30020)

Captador de fuerza

Alcance: 0 - 20 kN
Principio de medida: Puente completo de bandas extensométricas (DMS)
Alimentación: 10 V DC
Señal de salida, nom. : 2 mV/V

Captador de recorrido

Recorrido: 0 - 25 mm
Principio de medida:

Potenciómetro lineal

Resolución: prácticamente infinita

Amplificador de medida de precisión e indicador de fuerza

Amplificador de medida de precisión e indicador de recorrido

cada uno con las siguientes especificaciones:

Alimentación DMS: 5 V, 10 V opcional
Margen de entrada: +/- 200.00 mV
Punto cero: de libre programación
Factor de ganancia: de libre programación
Factor de iteración de medida: 2.5 1/seg.
Resolución: 40000 pasos
Protección de memoria: EEPROM

Funciones especiales:

Alarma al sobrepasar los alcances

Memoria de valores máximos

Indicador : 6 dígitos, LED

Alimentación: 115 ó 230 VAC, 50/60 Hz

Carcasa: de sobremesa

Dimensiones (LxFxA) 262 x 257 x 103 mm

Puerto: Puerto serial (RS232)

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN



Software

Presentación: Diagrama fuerza-alargamiento en tiempo real

Salida: Impresora o fichero ASCII

Hardware:

Procesador =>286,
Tarjeta gráfica 256k EGA/VGA,
Disquetera 3,5 ó 5,25",
Impresora compatible Epson,
Puerto RS232,
MS-DOS => 3.3

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN



4.2 Indice

A	<hr/>	
	Ajustar el dial	23
	Alargamiento	20
	Alargamiento de rotura	15
	Análisis Ensayo de tracción	18
B	<hr/>	
	Bastidor	5
	Bastidor de carga	5
C	<hr/>	
	Cabezales de sujeción	6
	Cilindro principal	5
D	<hr/>	
	Diagrama esfuerzo-alargamiento	20
	Diagrama esuferzo-alargamiento	24
	Diagrama fuerza-alargamiento	21
	Dispositivo de flexión	8
	Dureza Brinell	30
E	<hr/>	
	Ensayo de dureza	7
	Ensayo de dureza de Brinell	29
	Ensayo de elasticidad	9
	Ensayo de tracción	14
F	<hr/>	
	Fluencia	20
	Fuerzas de ensayo	31
G	<hr/>	
	Grado de carga	30
I	<hr/>	
	Indicaodr de fuerza	6
	Instalación del experimento de tracción	16
L	<hr/>	
	Ley de Hook	20
	Límite de elasticidad	20
	Límite de proporcionalidad	20
	Límite elástico convencional	20

Todos los derechos reservados G.U.N.T. Gerätebau GmbH, Hamburg, 01/98

WP 300 Aparato de Ensayos Universal 20 kN



M		
	Medida del alargamiento	6
	Módulo de elasticidad	20
	Molde de la bola	29
	Montaje del ensayo de dureza	32
	Montar el cabezal de sujeción	16
	Montar el dial	13
P		
	Pie	4
	Placas de presión	9
	Probeta de tracción	6
	Puesta en marcha	13
R		
	Realización Ensayo de dureza	33
	Realización Ensayo de tracción	17
	Registrador	8
	Resistencia a la tracción	14
S		
	Seguro de transporte	13
	Sistema hidráulico	5
T		
	Testigo	29
	Tiempo de acción Ensayo de dureza	30
	Travesaño inferior	5
	Travesaño principal	5
	Travesaño superior	5
V		
	Varilla proporcional	6
	Viga sometida a flexión	8
Z		
	Zona de presión del Aparato de Ensayo	5
	Zona de tracción del Aparato de Ensayo	5

Todos los derechos reservados G.U.N.T. Gerätebau GmbH, Hamburg, 01/98