

## DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO DE TORSIÓN

El ensayo de **torsión** consiste en aplicar un par torsor a una probeta por medio de un dispositivo de carga y medir el ángulo de torsión resultante en el extremo de la probeta. Este ensayo se realiza en el rango de **comportamiento** linealmente elástico del material.

Los resultados del ensayo de torsión resultan útiles para el **cálculo** de elementos de máquina sometidos a torsión tales como ejes de transmisión, tornillos, resortes de torsión y cigüeñales.

Las probetas utilizadas en **el ensayo** son de sección circular. El esfuerzo cortante producido en la sección transversal de la probeta ( $\tau$ ) y el ángulo de torsión ( $\theta$ ) están dados por las siguientes relaciones:

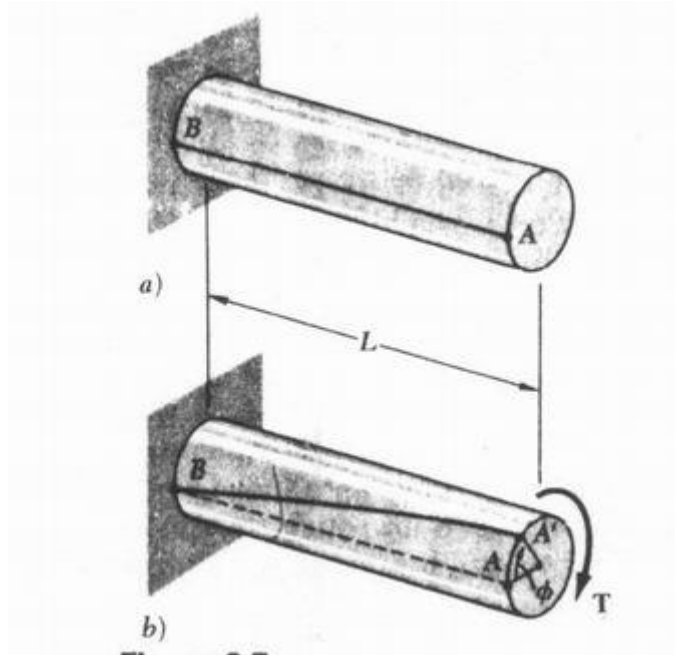


Figura 19. Ángulo de torsión

$$\tau = \frac{T \cdot c}{J} ; \theta = \frac{T \cdot L}{G \cdot J}$$

Donde  $T$ : Momento torsor (N.m)

$c$ : Distancia desde el eje de la probeta hasta el borde de la sección transversal (m)  $c = D/2$

$J$ : Momento polar de inercia de la sección transversal (m<sup>4</sup>)  $J = \frac{\pi D^4}{32}$

$G$ : Módulo de rigidez (N/m<sup>2</sup>)

$L$ : Longitud de la probeta (m)

## • MÁQUINA PARA EL ENSAYO DE TORSIÓN



La máquina consta de una barra (1), que soporta todas las partes de la misma. Las patas ajustables (2), permiten la nivelación de la máquina.

Los mandriles (3, 4) son para fijar las probetas. Del lado derecho de la máquina, se tiene un reductor de **velocidad**, de tornillo sinfín y rueda helicoidal, en cuya flecha de salida está montado un mandril (3). La base del reductor, está fija en la barra (1) y fijarlo, si se desea, en cualquier punto con la palanca (6) y la cuña (7).

El transportador (8) mide aproximadamente los ángulos totales de torsión de la probeta.

El volante (9) montado en la flecha de entrada del reductor, permite aplicar el par de torsión.

Del lado izquierdo de la máquina, se tiene el cabezal con el otro mandril (4) y el **sistema** electrónico de **registro**. Este sistema de registro, emplea como transductor una celda de carga (10) unida al mandril (4) mediante un eje (11), montado sobre baleros (12) para reducir al mínimo la fricción.

La cubierta (13) contiene también las partes electrónicas del sistema de registro de la carga. En el display (14) se puede leer el valor del par aplicado a la probeta en kg. - cm.

En el lateral derecho, se tiene un interruptor para encender/apagar la máquina (15). En la parte trasera, el fusible de protección (16) y la clavija para conectar la máquina en 115 V. (17).

Finalmente, en el lateral derecho del cabezal, se encuentra el ajustador a cero del sistema (18).

### **INSTALACIÓN.**

La máquina puede quedar convenientemente instalada sobre una mesa firme. No requiere anclaje, pero si conviene tener cerca un contacto de 115 V./60 HZ.

El equipo se suministra sin **aceite** en el reductor, por lo que es conveniente ponerle el necesario de (SAE-90).

### **ACCESORIOS.**

La máquina se complementa con un "TORSIOMETRO" que permite medir ángulos directamente sobre la probeta.

### **OPERACIÓN DE LA MÁQUINA.**

La probeta se coloca entre las mordazas. Se ajusta primero el mandril del lado del cabezal de **medición** (4) y luego girando el volante (9) se alinean el mandril opuesto (3) y se aprieta.

Se hace girar el transportador (8) para ponerlo en la posición de cero.

Se enciende la maquina unos 15 minutos antes de empezar a usarla, para permitir que el registrador electrónico entre en régimen.

Al encender la máquina, se verá iluminada la pantalla (14). La máquina está lista para aplicar carga a la probeta, lo cual se hace girando el volante (9). Hay que tener en cuenta que una vuelta del volante, corresponde a 6° de torsión de la probeta.

Es conveniente aplicar la carga de incrementos de torsión de la probeta de 0.2 a 1.0 grados, por cada incremento, según el material de que se trate.

Sugerencia para incremento de deformación para distintos materiales:

MATERIAL	INCREMENTO GRADOS
Acero al C. 0.15 %	0.5

Acero al C. 0.15 % Normalizado	0.2
Acero al C. 0.4 %	0.5
Acero al C. 0.4 % Normalizado	0.4
Hierro Vaciado	0.5
Latón	0.5
Aluminio	1.0

El par de torsión se transmite a la probeta y de ésta al sistema electrónico de medición que **muestra** en la pantalla (14) el valor del par de torsión en kg. - cm.

El ángulo de torsión aproximado para toda la longitud de la probeta, se puede ver en el transportador (8).

### ***OPERACIÓN DEL TORSIÓMETRO***

El torsiómetro es una figura de precisión para medir directamente en la probeta, el ángulo de torsión de la misma.

En la figura 2 se muestra un **dibujo** esquemático del torsiómetro. Este se monta sobre la sección cilíndrica de la probeta (1) y primero se fija la pieza (6) mediante su tornillo (2)

Las piezas (3), (4) y (5), forman un conjunto que se coloca después de haber situado el separador (7). Este separador permite tener entre puntas de los tornillos (2) una distancia de exactamente 50 mm.

La tuerca (3), permite fijar el brazo (4) contra la pieza (5). El apriete contra el separador. Debe permitir el deslizamiento de las partes.

La pieza (6) tiene un brazo donde se monta al comparador (8), cuyo palpador hace contacto con la pieza (4), para medir el desplazamiento relativo entre las dos secciones de apoyo entre puntos.

Cuando se tiene fijo el torsiómetro en la probeta y esta se sujeta a esfuerzo, se presenta un giro entre las secciones coincidentes con los ejes de los tornillos (2) y este giro se transmite por la pieza (4) hasta el vástago del comparador que registrara en su carátula una cierta magnitud en centésimos de milímetros.

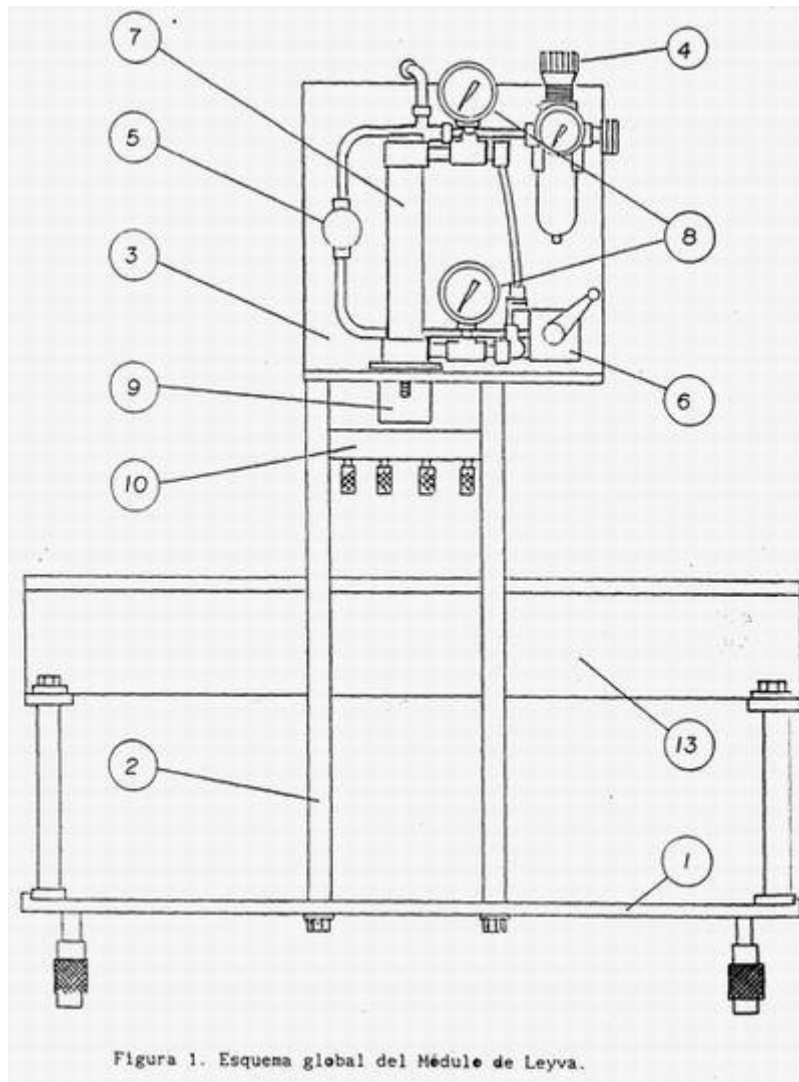
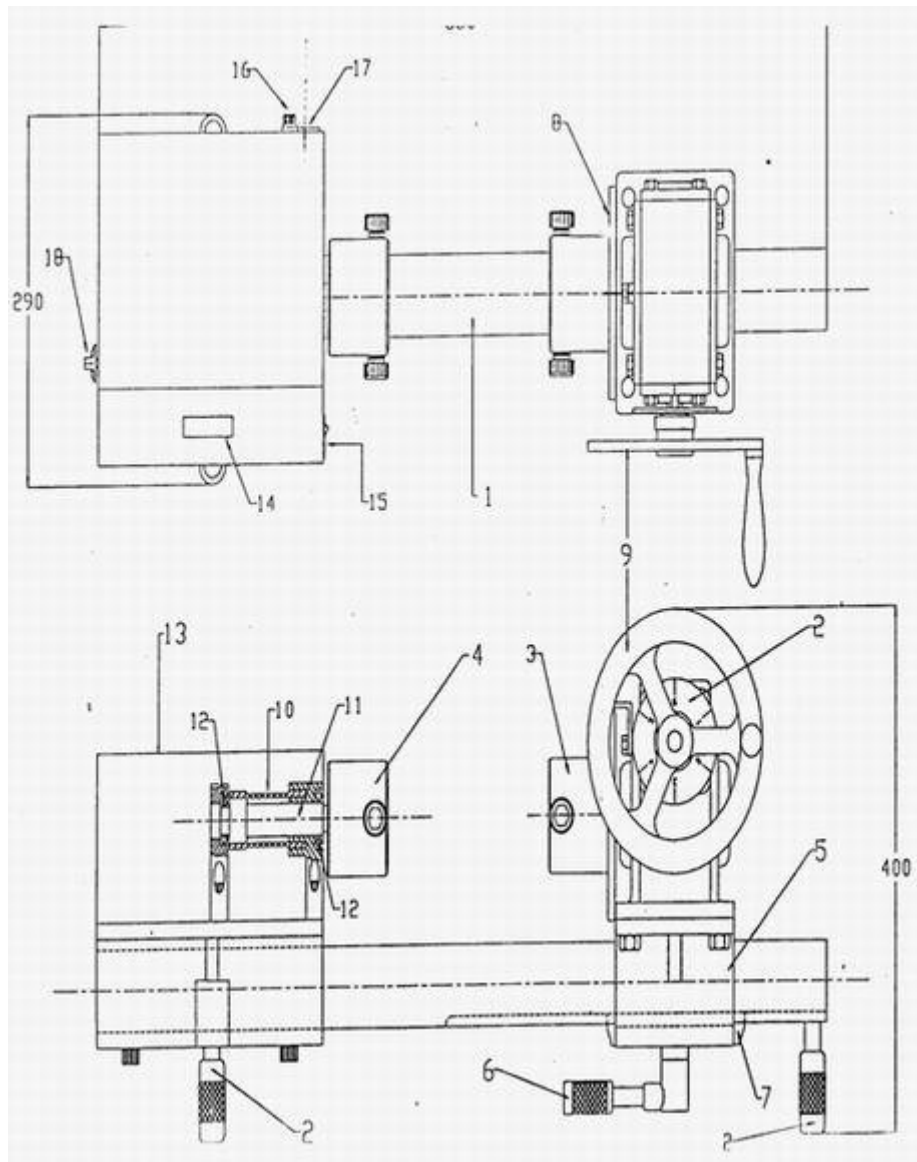
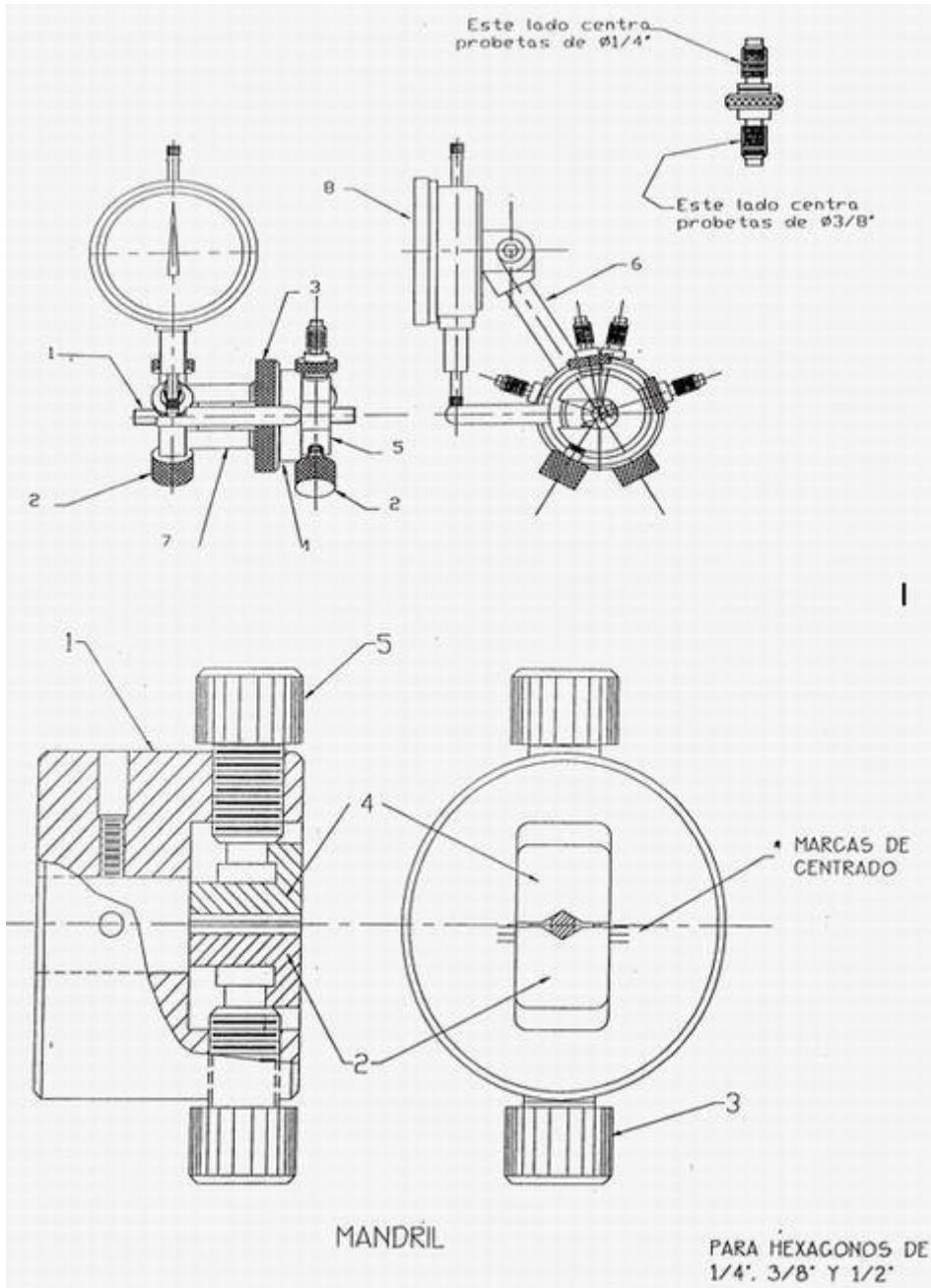
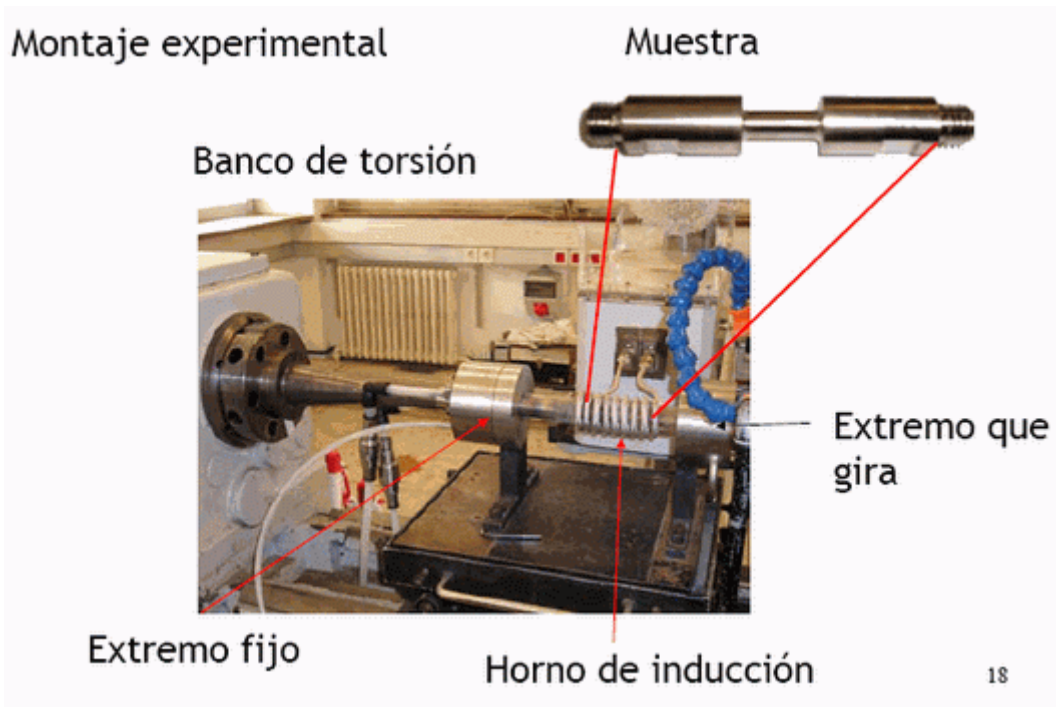


Figura 1. Esquema global del Módulo de Leyva.





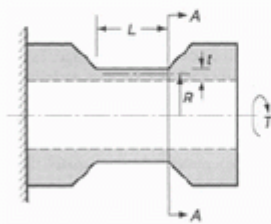


18

*(Maquina para el ensayo de torsión automática)*

## 4 El ensayo de torsión. Registro tensión-deformación

Con probetas tubulares



$$\tau = \frac{T}{2\pi R^2 t}$$

$$\gamma = \frac{R\alpha}{L}$$

Normas ASTM:

E 143-01 Norma de ensayo a temperatura ambiente

A 938-97 Norma para alambres

F 543-01 Norma para implantes médicos

19

*Bastidor de máquina resistente a la torsión*



Modelo 205

Las maquinas realizan la medida y la valoración de los siguientes parámetros:

***Fuerza de apriete inicial de la unión atornillada***

1. Par de apriete total
2. Par de aflojado total
3. Par de rozamiento bajo la cabeza del tornillo
4. Par de rozamiento de la rosca
5. Ángulo
6. Dilatación

En las máquinas de ensayo de tornillería, **Test** utiliza detectores especiales patentados de componentes múltiples, **modelo 201**, que operan como cabezales de medida.

Para realizar la medida simultánea y ONLINE de todos estos parámetros y para su procesamiento, se necesitan **tarjetas** de PC especiales, modelo **840** (WIN 95, 98, ME, NT, 2000), y el **software SoftWinner 940** (WIN 95, 98, ME, NT, 2000).

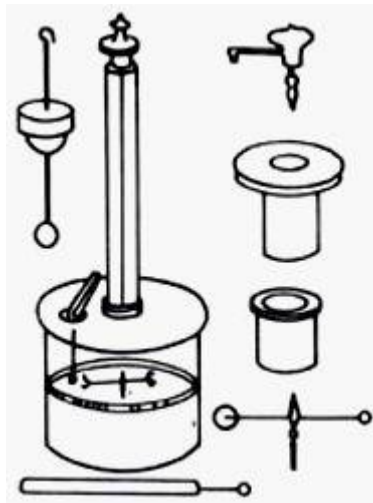
En principio, las tarjetas y el software son iguales que en las máquinas universales de ensayo, con las ampliaciones específicas para las **funciones** y valoraciones que requieren los **ensayos** en tornillería



Las balanzas de torsión, están construidas para calcular las fuerzas eléctricas, magnéticas o gravitatorias muy pequeñas a partir del ángulo que forma un brazo al girar, antes de que

la **resistencia** ejercida por la **fuerza** de torsión detenga su **movimiento**. Fue diseñada originalmente por el geólogo británico John Michelle, y mejorada por el químico y físico de la misma **nacionalidad** Henry Cavendish. El instrumento fue inventado de forma independiente por el físico francés Charles de Coulomb, que lo empleó para medir la atracción eléctrica y magnética.

Una balanza de torsión está formada por dos esferas pequeñas, que suelen tener una masa del orden de 1 g y van unidas a los extremos de una varilla horizontal suspendida por su centro de un alambre fino o, en los **experimentos** más recientes, de una fibra de cuarzo. Si, por ejemplo, se colocan dos esferas grandes de plomo junto a las esferas de la balanza, pero en lados opuestos, las esferas de la balanza se verán atraídas por las esferas grandes y el alambre o la fibra experimentarán una torsión. El grado de torsión se mide a través del movimiento de un rayo de **luz** reflejado por la varilla sobre una **escala**. Esto permite hallar la fuerza gravitacional entre las dos masas.



El **vernier**, conocido también como pie de rey, consiste usualmente en una regla fija de 12 cm. con precisión de un milímetro, sobre la cual se desplaza otra regla móvil o reglilla. La reglilla graduada del vernier divide 9mm en 20 partes iguales de manera que pueden efectuarse lecturas con una precisión de un vigésimo de milímetro.

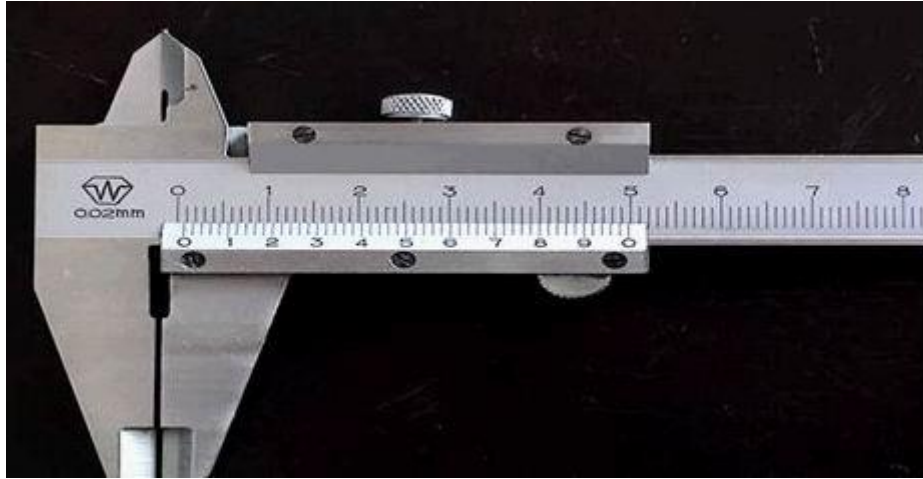
La precisión de estos instrumentos depende mucho de la **calidad** y **estado** del instrumento en sí; por ejemplo, hay verniers que son precisos hasta los milésimos de una pulgada (.001"), cuando otros son aun más precisos (.0005").

La medida se lee en decimales de pulgada o de unidades métricas; algunos presentan ambas unidades.

A parte de los vernieres quizás más conocidos, están los que se pueden considerar como "digitales", si es que muestran la medida en una pantalla.

Existen los que son de una longitud y alcance de 4". Quizá más comunes son los de 6", pero también los hay de 12".

Este instrumento es versátil por su **diseño**, pues permite medir en distintas formas.



## MATERIALES Y EQUIPOS

1. Máquina para ensayo de torsión
2. Extensómetro
3. Vernier
4. Probetas

### PROCEDIMIENTO

1. Medir el diámetro de la probeta.
2. Fijar la probeta a las mordazas fijas y móviles de la máquina de torsión, ajustándola con los tornillos de fijación.
3. Montar el extensómetro y calibrarlo en cero.
4. Aplicar una carga.
5. Leer el ángulo de torsión correspondiente y registrar el valor en la tabla 22.
6. Repetir el *procedimiento* con distintos *valores de carga*.

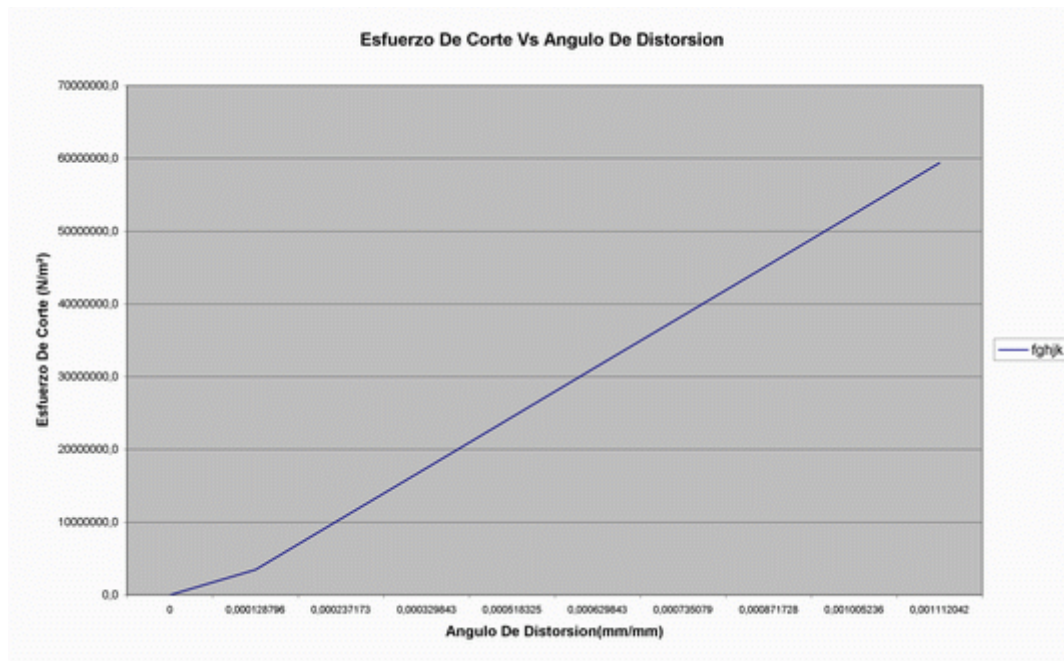
### TABLA DATOS

<b>Material</b>	<b>Cobre</b>
<b>D (mm)</b>	<b>9,00</b>
<b>LAB (mm)</b>	<b>500</b>
<b>LBC (mm)</b>	<b>200</b>

<b>F (N)</b>	<b><math>\theta</math> (°)</b>
<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>2,50</b>	<b>0,82</b>
<b>7,50</b>	<b>1,51</b>

12,50	2,10
17,50	3,30
22,50	4,01
27,50	4,68
32,50	5,55
37,50	6,40
42,50	7,08

### GRAFICO



### ANÁLISIS DE RESULTADOS

Podemos ver que el modulo de rigidez hallado comprende los resultados esperados, además pudimos Estudiar las características de la fractura por torsión en materiales dúctiles y frágiles. Y determinar la relación entre momento torsor y deformación angular para los materiales ensayados. También que La deformación plástica alcanzable con este tipo de ensayos es mucho mayor que en los de tracción (estricción) o en los de compresión.

### CONCLUSIONES

Pudimos reconocer y aplicar un nuevo ensayo muy útil para nuestra vida como futuros ingenieros, también hemos reconocido el funcionamiento y manejo de la máquina para ensayo de torsión.

Como conclusión principal podemos decir que La Torsión en sí, se refiere a la deformación helicoidal que sufre un cuerpo cuando se le aplica un par de fuerzas (sistema de fuerzas paralelas de igual magnitud y sentido contrario).

Los resultados del ensayo de torsión resultan útiles para el cálculo de elementos de máquina sometidos a torsión tales como ejes de transmisión, tornillos, resortes de torsión y cigüeñales.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- *DAVIS, Harmer E. Y TROXELL, George E. Ensayo de los materiales en ingeniería: 7 ED. México: C.E.C.S.A. 1979. 477 p.*
- *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4525. Terminología de ensayos mecánicos. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. 1998-10-28.*
- *BEER, Ferdinand P. y JOHNSTON, E. Russell. Mecánica de materiales. 2 ed. México: McGraw Hill, 1999. 742 p. ISBN 958-600-127-X*