

# INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN

## INTRODUCCIÓN

Las herramientas de medición y de verificación se han venido usando desde el principio de los días para la construcción de todo tipo de cosas y se utilizan para la nivelación y alineación de las piezas o para la medición geométrica o dimensional de las mismas.

La **medición** la definiremos como la comparación de una magnitud con su unidad de medida, con el fin de averiguar cuantas veces contiene la primera medida a la segunda medida.

Las mediciones dimensionales que podemos realizar son:

- Medición directa.
- Medición indirecta o por comparación.

La **medición directa** es la medición realizada con un instrumento de medida capaz de darnos por sí mismo y sin ayuda de un patrón auxiliar, el valor de la magnitud de medida lo obtendremos con solo leer la indicación de su escala numérica o su pantalla digital/análogica (medir con un metro, un calibre, cinta métrica, etc.).

La **medición indirecta** es la medición realizada con un instrumento de medida capaz de detectar la variación existente entre la magnitud de un patrón y la magnitud de la pieza a medir (comparar una medida tomada con una pieza o otra medida cualquiera), resulta lenta y laboriosa para la medida de pocas piezas y rentable para la medición de muchas piezas.

Dentro de la medición encontraremos la **incertidumbre de medida** que la definiremos como la estimación que caracteriza el intervalo de valores en el que se sitúa, con una alta probabilidad dada, y el valor verdadero de la magnitud de medida (el error que se puede producir en la medición de una pieza), dentro de esta incertidumbre de medida diferenciamos: los **errores aleatorios** y los **errores sistemáticos**.

Los **errores aleatorios** son errores que varían de forma imprevisible en signo y valor (dan otra medida) al realizar un número de mediciones a la misma pieza y en el mismo lado, en condiciones iguales, ya que la temperatura puede influir en este tipo de errores. Las causas más comunes de estos errores de medida son:

- La manipulación incorrecta del instrumento de medida.

- El mal posicionamiento entre la pieza y el instrumento de medida.
- Errores de interpretación de medida.

Los **errores sistemáticos** son errores que se repiten constantemente durante la medición de una pieza, por causas ajenas a la pieza o a la medición, obteniendo siempre los mismos resultados finales. Estos errores sistemáticos pueden ser **constantes** (errores de grabación) o **variables** (errores de dilatación). Las causas más comunes de estos errores de medida son:

- Desviaciones en la calibración o en la puesta a cero.
- Errores de construcción en el instrumento de medida.

## TECNICISMOS Y UNIDADES DE MEDIDA

La **calibración** es el procedimiento de comparación entre lo que indica un instrumento y lo que "debiera indicar" de acuerdo a un patrón de referencia con valor conocido.

La **medición dimensional** es la encargada de medir la forma de las piezas: longitudes, diámetros, espesores, etc.

La **medición geométrica** proviene de una rama de la matemática que se ocupa de las propiedades de las figuras geométricas en el plano o el espacio, como son: puntos, rectas, planos, polígonos, poliedros, paralelas, perpendiculares, curvas, superficies, etc.

La **nivelación** es el procedimiento mediante el cual se determina el desnivel existente entre dos (o más), hechos físicos existentes entre sí (piezas, pilares, etc.). Se comparan varios puntos (o planos) entre sí y se determina su desnivel en metros o centímetros.

La **alineación** es el procedimiento por el cual comparamos en el espacio la distancia entre dos (o más), hechos físicos existentes entre sí (piezas, pilares, etc.).

La **tolerancia** se podría definir como el margen de error admisible en la fabricación de un producto. A mayor tolerancia menor margen de error

El **metro (m)** es la unidad principal de longitud del Sistema Internacional de Unidades. Un metro es la distancia que recorre la luz en el vacío durante un intervalo de **1/299.792.458 de segundo**.<sup>1</sup>

$$\mathbf{1 \text{ metro} = 1000 \text{ milímetros}}$$

El **centímetro (cm)** es una unidad de longitud. Es el segundo submúltiplo del metro y equivale a la centésima parte del metro. **1 cm = 0,001 m**

El **milímetro (mm)** es una unidad de longitud. Es el tercer submúltiplo del metro y equivale a la milésima parte del metro. **1 mm = 0,001 m**

La **décima** es una unidad de longitud. Es el primer submúltiplo del milímetro y equivale a la décima parte del milímetro. **1 décima = 0,01 mm**

La **centésima** es una unidad de longitud. Es el segundo submúltiplo del milímetro y equivale a la centésima parte del milímetro. **1 centésima = 0,001 mm**

La **milésima** es una unidad de medida. Es el tercer submúltiplo del milímetro y equivale a la milésima parte del milímetro. **1 milésima = 0,0001**

La **micra** es una unidad de longitud. Es el cuarto submúltiplo del milímetro y equivale a la diez milésima parte del milímetro. **1 micra = 0,00001 mm**















La **milimicra** es una unidad de longitud. Es el quinto submúltiplo del milímetro y equivale a mil milésimas de milímetro. **1 milimicra = 0,000001 mm**

La **pulgada** (“) es una unidad de longitud antropométrica que equivale a la longitud de un pulgar, y más específicamente a su primera falange. Una pulgada equivale a 25,4 milímetros.

**1 pulgada = 25,4 milímetros**

La finalidad del **nonio** es dividir el milímetro en décimas o milésimas.

### **SÍMBOLOS DE LA TOLERANCIA**

Elementos aislados o asociados	Tolerancias de forma		<b>Rectitud</b>
			<b>Planicidad</b>
			<b>Redondez</b>
			<b>Cilindricidad</b>
			<b>Forma de una línea</b>
			<b>Forma de una superficie</b>
Elementos asociados	Tolerancia de orientación		<b>Paralelismo</b> de una recta (eje) con referencia a una recta
			<b>Perpendicularidad</b> de una recta (eje) con referencia a un plano
			<b>Inclinación</b> de una recta (eje) con referencia a un plano
	Tolerancia de posición		<b>Posición</b> de una recta
			<b>Coaxialidad</b> de un eje
			<b>Simetria</b> de un plano
	Tolerancia de oscilación		<b>Oscilación circular</b> radial
			<b>Oscilación total</b> radial

Los instrumentos de medición y de verificación que podemos encontrar en un taller, son las que expondremos y explicaremos a continuación:

INSTRUMENTOS  
DE MEDICIÓN Y  
VERIFICACIÓN

REGLA GRADUADA

METRO

CINTA METRICA

PLOMADA

NIVEL

ESCUADRAS Y PLANTILLAS

GONIÓMETRO

CALIBRE O PIE DE REY

MICRÓMETRO

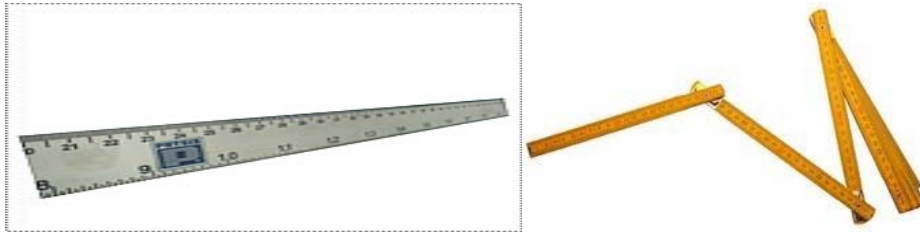
ASELÓMETRO

RELOJ COMPARADOR

MAQUINAS DE MEDICIÓN

## REGLA GRADUADA

La regla graduada es un instrumento de medición con forma de plancha metálica delgada o de madera, rectangular que incluye una escala graduada dividida en unidades de longitud (centímetros o pulgadas); es un instrumento útil para trazar segmentos rectilíneos en las chapas o piezas, con la ayuda de la punta de trazar. Sus longitudes son variadas, van desde 1 hasta 2 metros de longitud. Suelen venir con graduaciones de diversas unidades de medida, como milímetros, centímetros, decímetros y pulgadas, aunque también las en ambas unidades de medida.



## METRO

El metro como vulgarmente lo conocemos es una cinta métrica metálica con forma de media caña (para darle rigidez), alojada en una carcasa de plástico o metálica, con un muelle de retorno para una recogida rápida. Sus longitudes varían desde 1 hasta 15 metros.



1 metro

3, 5, y 7.5 metros

15 metros

## CINTA MÉTRICA

La cinta métrica es un instrumento de medición, con la particularidad de que está construido en chapa metálica flexible (debido su escaso espesor) o una lamina de fibra de vidrio, dividida en unidades de medición (milímetros, centímetros, metros, etc.), y que se enrolla en espiral dentro de una carcasa metálica o de plástico. Algunas de estas carcasas disponen de un sistema de freno o anclaje para impedir el enrollado automático de la cinta, y mantener fija alguna medida precisa de esta forma.



1 metro

50 metros

100 metros

## PLOMADA

La plomada mide la verticalidad y está formada por un cuerpo que hace de contrapeso, normalmente cilíndrico, que contiene una cuerda axialmente para suspensión del citado cuerpo, en un punto fijo. Se caracteriza porque la cuerda está asociada a un tope (dos conos enfrentados por sus puntas), dotado en su cara de adaptación al correspondiente soporte fijo de un taladro ciego, en el que queda encajado y fijado un imán de gran potencia, de manera que la fijación de la plomada a la regla metálica, pilar o elemento soporte del que se trate se produce automáticamente por simple aproximación del tope a la misma.



## NIVEL

El nivel es un instrumento de medición utilizado para determinar la horizontalidad o verticalidad de un elemento. Existen distintos tipos, ya que es un instrumento muy útil para la construcción en general; carpintería metálica, carpintería de aluminio, construcciones metálicas, etc.



El principio del nivel está en un pequeño tubo transparente (cristal o plástico) el cual está lleno de líquido con una burbuja de aire en su interior ( el tamaño de la burbuja es inferior a la distancia entre las dos marcas). Si la burbuja se encuentra simétricamente entre las dos marcas, el instrumento indica un nivel exacto, que puede ser horizontal, vertical u otro, dependiendo de la posición del nivel.



gota del nivel



goma nivel con agua para transportar medidas

## ESCUADRAS Y PLANTILLAS

Una escuadra como vulgarmente se conoce es una **plantilla** con forma de ángulo rectángulo (90 grados) normalmente, aunque también las hay con otros ángulos (120°), ya que es una plantilla. Pueden ser de diferentes tamaños, materiales y formas que irán en verificación a realizar. No deberían llevar escala gráfica al no ser herramientas de medición, pero algunos fabricantes las producen con una escala gráfica para usarse como instrumento de medición. Suelen ser de acero aleado.



escuadras de verificación de 90° grados para 2 y 3 dimensiones

plantilla de 120°

Otra variedad plantillas que nos podemos encontrar en un taller son las **galgas**, que son instrumentos de verificación de medida. Se fabrican de acero aleado y en el mercado la podemos encontrar por juegos para medir roscas, espesores, ángulos de las brocas, etc.





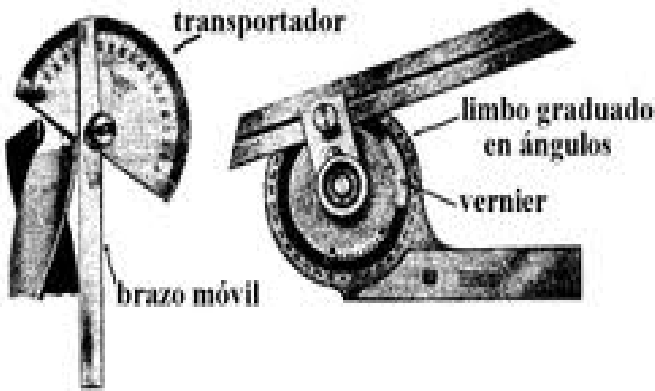
para medir el ángulo de corte



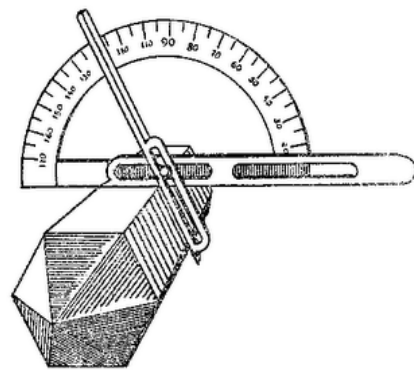
para medir el paso de las roscas

## GONIÓMETRO

Un goniómetro o **transportador de ángulos** es un instrumento de medición de ángulos (agudos  $90^\circ$ , llanos  $180^\circ$  o obtusos  $>180^\circ$ ) con forma de semicírculo o círculo graduado (de grado en grado), en  $180^\circ$  o  $360^\circ$ , utilizado para medir o construir ángulos. Este instrumento permite medir ángulos entre dos objetos. Hoy día nos los podemos encontrar con distintas formas y fabricado de distintos materiales, desde acero aleado, hasta de aluminio.



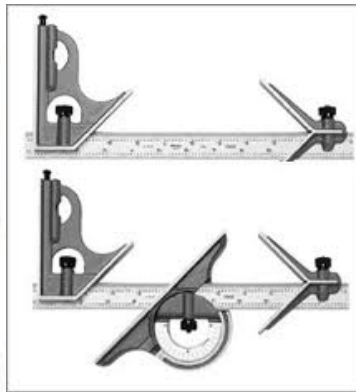
partes del goniómetro o transportador de ángulos



medición con goniómetro



tipos de goniómetros



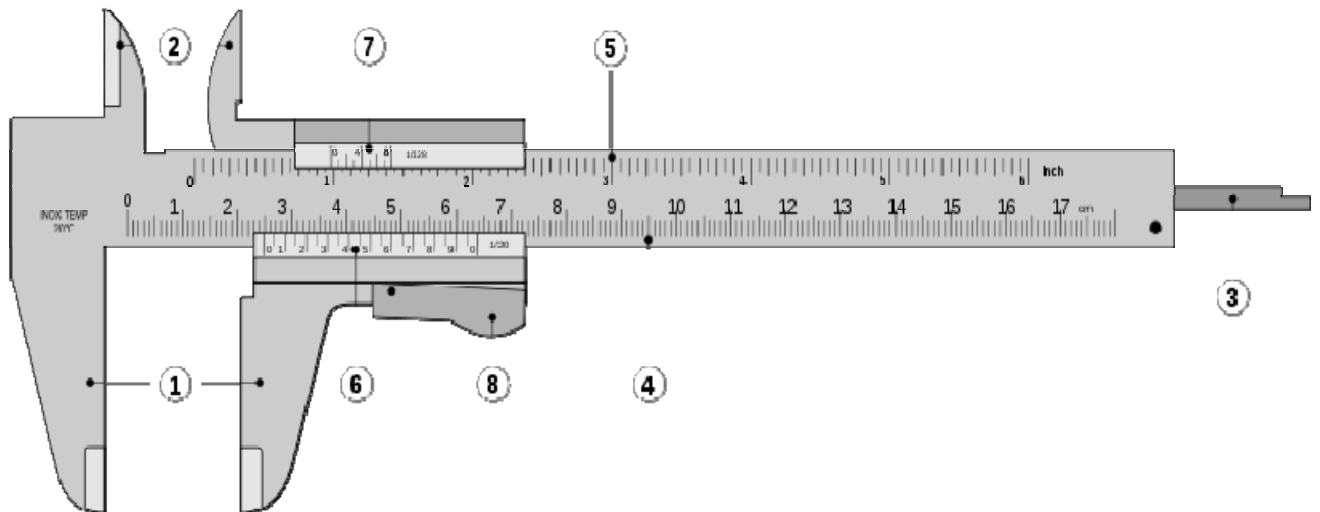
goniómetro o escuadra universal



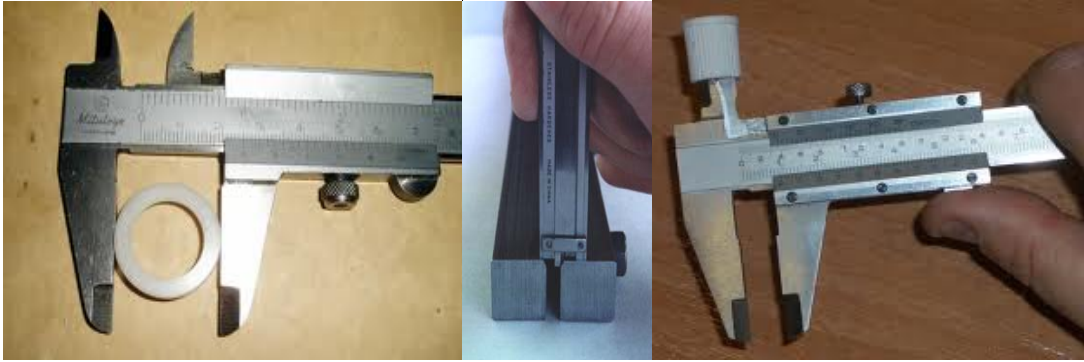
transportador de ángulos con nivel

## CALIBRE O PIE DE REY

El calibre o pie de rey es un instrumento de acero aleado, que se utiliza para la medición para longitudes, es el más universal que existe. Consta de una "regla" con una escuadra en un extremo, sobre la cual se desliza otra destinada a indicar la medida en una escala. Permite apreciar longitudes de 1/10, 1/20 y 1/50 de milímetro utilizando el nonio. Mediante piezas especiales en la parte superior y en su extremo, permite medir dimensiones internas y profundidades. Posee dos escalas: la inferior milimétrica y la superior en pulgadas.



1. Mordazas para medidas externas.
2. Mordazas para medidas internas.
3. Sonda o colisa para medida de profundidades.
4. Escala con divisiones en centímetros y milímetros.
5. Escala con divisiones en pulgadas y fracciones de pulgada.
6. Nonio para la lectura de las fracciones de milímetros en que esté dividido.
7. Nonio para la lectura de las fracciones de pulgada en que esté dividido.
8. Botón de deslizamiento y freno.



medición de exteriores

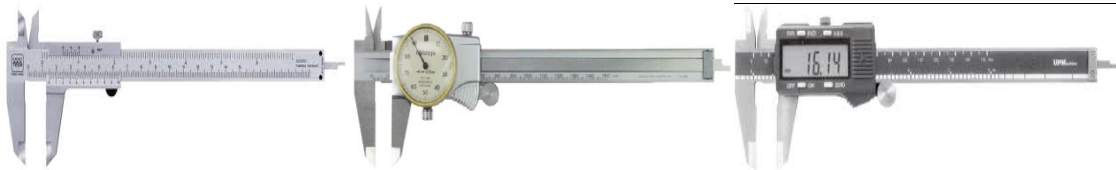
de profundidad

medición de interiores

Podemos diferenciar distintos tipos de calibres, como son:

- Calibre universal.
- Calibre de exteriores
- Calibre de interiores.
- Calibre de profundidad.
- Calibres especiales (para roscas, etc.)
- Calibre pasa no pasa (mide los diámetros de los agujeros).

### Calibre universal



normal

analógico

digital

### Calibre de exteriores



normal de 500mm

digital de 500 mm

### Calibre de interiores



normal



digital

### Calibre de profundidad



normal

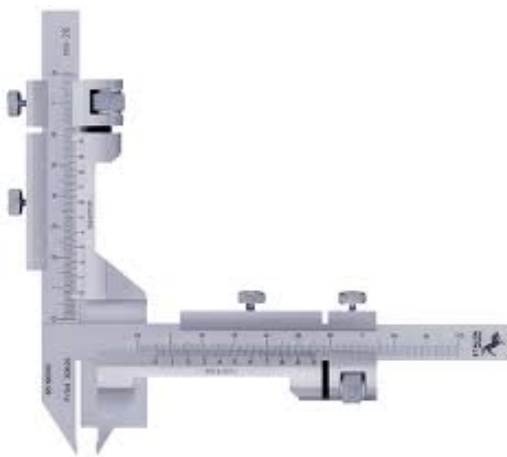


analógico



digital

### Calibres especiales



calibre de doble corredera



calibre de agujas para medir diámetros interiores de roscas

### Calibre pasa no pasa



calibres pasa no pasa para interiores (agujeros)

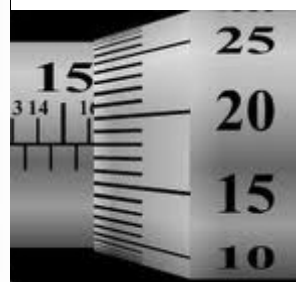
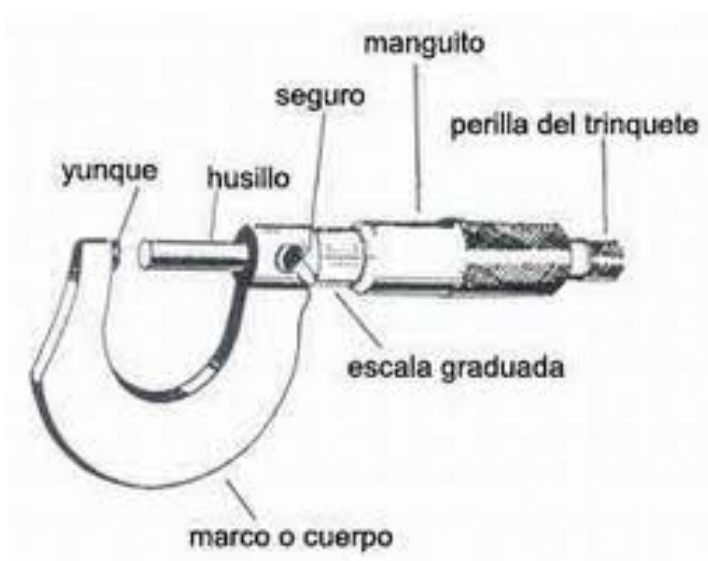
calibre pasa no pasa para exteriores (ejes)



si pasa el lado con el anillo rojo el agujero tiene sobre medida y estaría mal

### MICRÓMETRO

El micrómetro o tornillo de Palmer, es un instrumento de medición cuyo funcionamiento está basado en el tornillo micrométrico que sirve para medir las dimensiones de un objeto con alta precisión, del orden de centésimas de milímetros (0,01 mm) y de milésimas de milímetros (0,001 mm) (micra). Está formado por dos puntas que se aproximan entre sí mediante un tornillo de rosca fina, el cual tiene grabado en su contorno una escala. La escala incluye un nonio y las longitudes máximas de medida del micrómetro de exteriores normalmente es de 25 mm aunque también existen de 30mm.



Podemos diferenciar distintos tipos de calibres, como son:

- Micrómetro universal o Palmer.
- Micrómetro de exteriores.
- Micrómetro de interiores.
- Micrómetro de profundidad.
- Micrómetros especiales.

### Micrómetro universal o Palmer



normal con un apoyo



digital con un apoyo

### Micrómetro de exteriores



normal



digital

### Micrómetro de interiores





normal



digital

### Micrómetro de profundidad



normal



analógico



digitales

### Micrómetros especiales



normal



digital con doble apoyo para mejor precisión



de agujas para medir diámetros interiores de roscas



medición de rosca



doble



especiales para casos determinados

## ALESÓMETRO

El alesómetro es un instrumento de medición que se utiliza para medir o verificar la concentricidad o los diámetros de las piezas. Su funcionamiento y forma es muy parecida a la del micrómetro y está formado por unos palpadores alojados en una carcasa de acero en su extremo (que es con lo que medimos), y un cilindro dividido en milímetros junto a un nonio, que puede ser normal, analógico o digital.



normal

analógico

digital

## RELOJ COMPARADOR

Un reloj comparador es un instrumento de medida que transforma el movimiento rectilíneo de los palpadores o puntas de contacto en movimiento circular de las agujas. Se utiliza en los talleres e industrias para la verificación de piezas y que por sus propios medios no da lectura directa, pero que es útil para comparar las diferencias que existen en la cota de varias piezas que se quieran verificar. La capacidad para detectar la diferencia de medidas es posible gracias a un mecanismo de engranajes y palancas, que van metidos dentro de una caja metálica de forma circular. Dentro de esta caja se desliza un eje, que tiene una punta esférica que hace contacto con la superficie. Este eje, al desplazarse, mueve la aguja del reloj, y hace posible la lectura directa y fácil de las diferencias de medida. La precisión de un



reloj comparador puede ser de centésimas de milímetros o incluso de milésimas de milímetros micras, según la escala a la que esté graduado. También se presentan en milésimas de pulgada.



analógico



digital



compás comparador

El mecanismo consiste en transformar el movimiento lineal de la barra deslizante de contacto en movimiento circular que describe la aguja del reloj. El reloj comparador tiene que ir incorporado a una galga de verificación o a un soporte con pie magnético que permite colocarlo en la zona de la máquina que se desee. Es un instrumento muy útil para la verificación de diferentes tareas de mecanizado, especialmente la excentricidad de ejes de rotación.



galga de sujeción del reloj comparador



comparadores ópticos

## MÁQUINAS DE MEDICIÓN

Las máquinas de medición son un conjunto de elementos formados normalmente por una bancada de fundición muy pesada para darle estabilidad a la máquina, un palpador o un laser que son los que toman las medidas de la pieza sujeta en unas mordazas o en la misma mesa de apoyo gracias a unas bridas, ésta mesa es movida gracia a un sistema de engranajes que permite desplazarse a las coordenadas X e Y si es para 2 dimensiones y X, Y y Z si es para 3 dimensiones, quedando dichas coordenadas registradas en un monitor de la propia máquina.



medición con laser



medición con palpador de sensibilidad



micrómetro de alturas



columna eléctrico de medida



máquina para medición tridimensional



Otros instrumentos de medida que también son considerados como máquinas, porque hacen el trabajo de medición o de verificación por si solas son los **laser** de medida o de verificación.



laser para medición



laser para transporte de medida (sustituto de la goma de agua)



laser para transporte de medida (sustituto de la goma de agua)

trípode para laser

Dedicado a: *Lucía Capote Luna.*