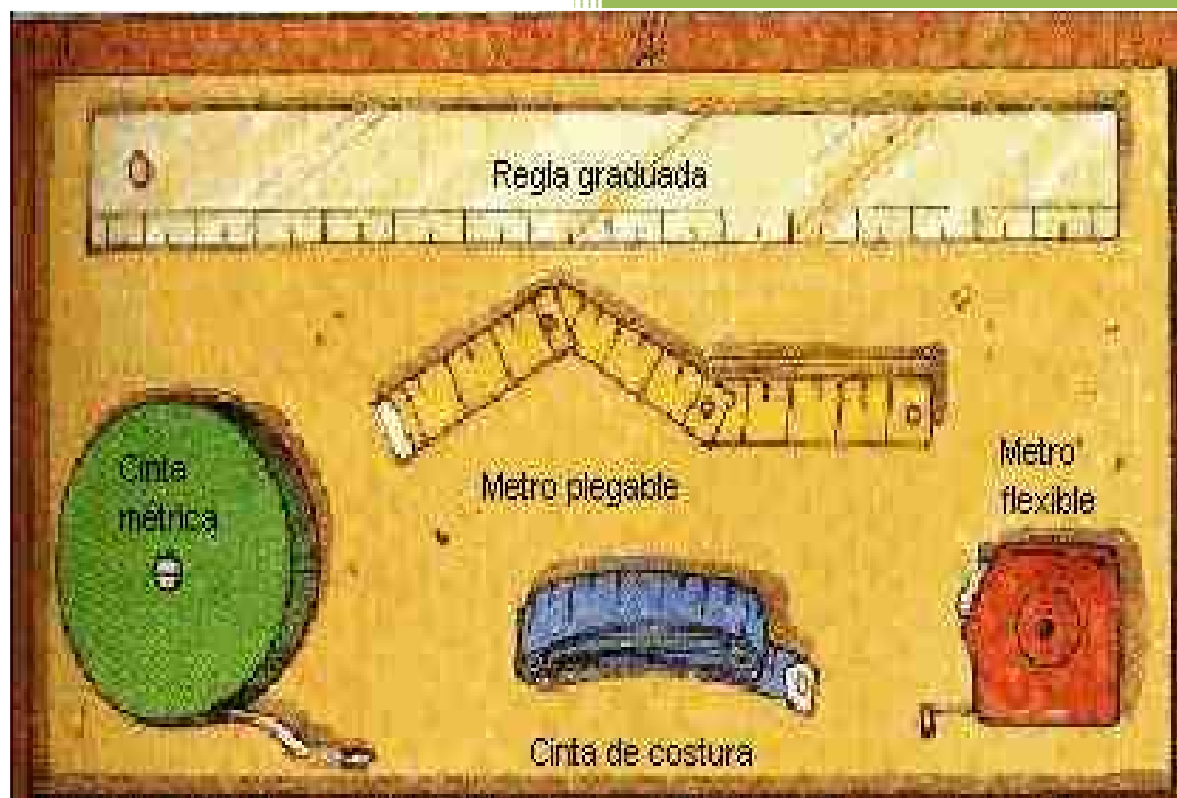


2010

# Instrumentos de medida lineal y de precisión.



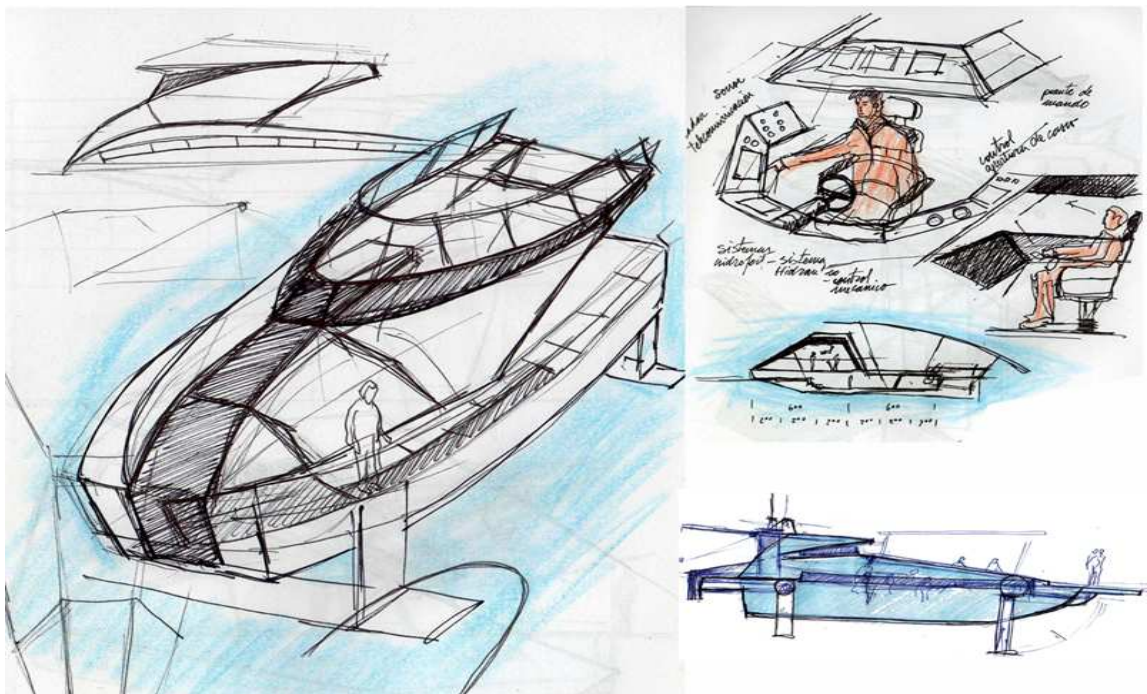
Diego Araújo Fernández

# INTRODUCCIÓN.

La medida surge debido a la necesidad de informar a los demás de las actividades de caza y recolección, como por ejemplo: a qué distancia se encuentran las presas, que tiempo transcurría hasta la recolección, cuales son los límites de una parcela, etc.

Para hacernos una idea de cómo es un objeto que no podemos ver, necesitamos conocer su aspecto y su tamaño.

Cuando se nos plantean el problema de transmitir su aspecto el mejor sistema es el de representarlo con un dibujo. Pero para hacernos a la idea de cuál es su tamaño necesitamos conocer sus dimensiones.



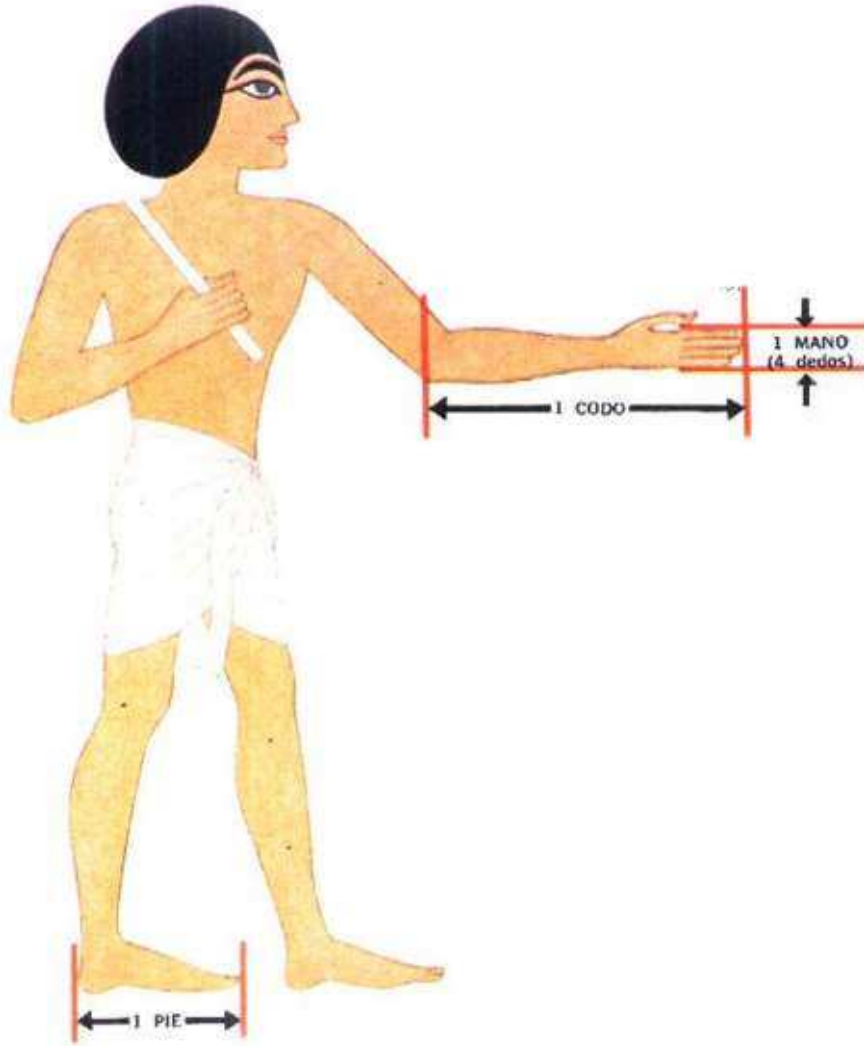
**FIGURA 1: Croquis de un yate.**

Para conocer su tamaño nos vemos obligados a comparar el objeto con algo conocido. Por ejemplo una montaña tiene una altura de 100 hombres.

En definitiva cuando realizamos la comparación de una dimensión con otra conocida, estamos realizando una medición.

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

Al principio las medidas de longitud se hacían referenciadas a las partes del cuerpo del hombre (el pie, el brazo, el codo, etc.).



**FIGURA 2: Medidas de longitud utilizadas por los egipcios.**

Así por ejemplo, en Egipto, la unidad de longitud era el codo real (distancia del codo al extremo de la mano extendida) equivalente a 524 milímetros y, en Babilonia utilizaban otro codo de 530 milímetros. En el Medio Oriente como unidad de masa se usaba la mina, que en Babilonia equivalía a 500 gramos, en Fenicia a 470 gramos y un poco menos en Egipto.

En Roma adoptaron el pie Griego, dividido en 12 pulgadas equivalentes a 2'57 centímetros cada pulgada. De modo que 5 pies formaban un doble paso de 154'4 centímetros y mil pasos hacían una milla (1544 metros). Los

Romanos también adoptaron como unidad de masa la libra equivalente a (327´45 gramos) dividida en 12 onzas.

El progreso de todos los sistemas de medida tuvo que ver con dos factores:

- El grado de intercambio de productos entre distintos grupos humanos.
- El desarrollo de los sistemas de escritura y de numeración, y en general, de las distintas ciencias.

La diversidad de las medidas en las diferentes naciones fue una práctica común y conllevaron a dificultades y conflictos. En España la unificación de las medidas la llevaron a cabo los Reyes Católicos, Felipe II y Carlos IV.

A partir del siglo XVII se propuso crear un sistema de pesos y medidas en cuyas unidades no tuvieran que depender de patrones que pudieran perderse con el tiempo, sino realidades físicas inalterables.

En el año 1889, tuvo lugar en París la 1º Conferencia General de Pesos y Medidas, en la que se consiguió implantar un único sistema de pesos y medidas, denominado “Sistema métrico decimal”, que tenía como finalidad facilitar el intercambio comercial en todo el mundo, ya que hasta entonces cada país, e incluso cada región, tenía su propio sistema, a menudo con las mismas denominaciones para las magnitudes, pero con distinto valor. Este sistema de unidades está basado en el metro (del griego metron, “medida”), y se caracteriza porque los múltiplos y submúltiplos de una unidad de medida están relacionados entre sí por múltiplos o submúltiplos de 10.

### **Curiosidad.**

*La primera definición del metro, es que era el diezmillonésimo de la distancia del ecuador al Polo Norte a lo largo de una línea longitudinal (meridiano) que atraviesa París.*

*Posteriormente se construyó un **metro patrón** compuesto de platino e iridio depositado en la Oficina Internacional de Pesos y Medidas, de París.*

*No obstante, la posibilidad de que ese patrón pudiese ser destruido, o cambiar con el tiempo, hicieron necesarios buscar como referencia una **constante universal**, que a su vez aportase una mayor precisión.*

*Por ello, en 1960 la **Conferencia General de Pesos y Medidas (CGPM)** define el metro como 1.650.763,73 veces la longitud de onda de la radiación*

emitida por el salto cuántico entre los niveles  $2p_{10}$  y  $5d_5$  de un átomo de kriptón 86.

Errores detectados en el perfil de la línea espectral del kriptón, hicieron que en 1983 la CGPM adoptase una nueva definición del metro, vigente hoy en día, que lo define como la longitud del camino atravesado por la luz en el vacío durante un intervalo de tiempo de  $1 / 299.792.458$  de un segundo, basada en que la velocidad de la luz en el vacío es exactamente  $299.792.458$  metros / segundo.

## MEDICIÓN DE LONGITUDES.

Existen gran variedad de instrumentos para realizar mediciones, y cada uno de ellos tiene una finalidad.

Cuando lo que necesitas medir son distancias medias, hasta 25 m se utiliza la **cinta métrica**, si lo que deseas es medir distancias cortas, hasta 5 m, se puede utilizar el **flexómetro** (aunque a veces también se le llama cinta métrica).

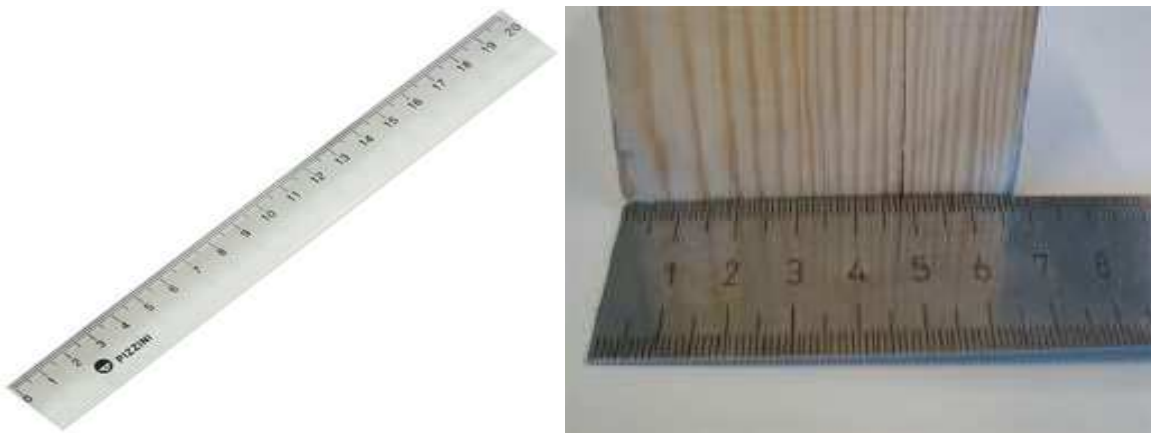


**FIGURA 3: Dos ejemplos de cintas métricas.**



**FIGURA 4: Ejemplo de flexómetro de 2 metros**

Ahora bien, si lo que deseas es medir o trazar líneas de unos pocos centímetros, con una precisión de milímetros, se utiliza la **regla graduada**. Esta puede ser diferentes materiales como plástico, madera y metal.



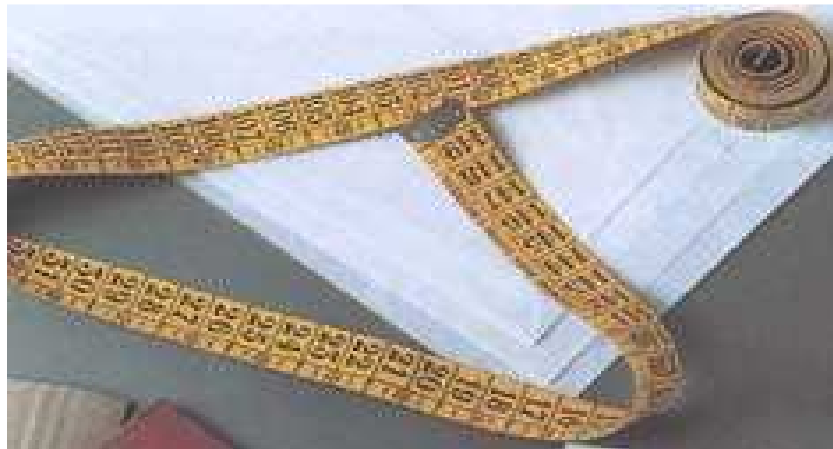
**FIGURA 5: Ejemplo de una regla.**

En carpintería se utilizaba el “**metro de carpintero**” para medir piezas de madera, ya que al ser extensible resultaba muy cómodo, aunque a día de hoy prácticamente no se usa.



**FIGURA 6: Ejemplo de un metro de carpintero.**

En la empresa textil se usa para la confección de prendas el **metro de costura**. Éste se caracteriza por tener una longitud de 1 metro y 50 centímetros, y por ser un material flexible que permite medir contornos y longitudes de perímetros en cuerpos curvos.



**FIGURA 7: Ejemplo de un metro de costura.**

En el sector industrial y especialmente en las profesiones relacionadas con la construcción, como carpintería, albañilería, se utiliza el metro láser. Este instrumento se caracteriza por ser capaz de determinar la distancia sin contacto por medio de láser. Estos aparatos resultan atractivos por su fácil manejo y por su gran precisión, pero tienen como desventaja su elevado.



**FIGURA 8: Ejemplos de metro láser.**

Con estos instrumentos podemos realizar mediciones con una precisión de un milímetro como máximo. En un buen número de ocasiones es suficiente.

## MEDICIÓN DE ÁNGULOS.

En ocasiones lo que necesitamos es medir o comprobar ángulos rectos, para ello se utiliza la **escuadra de carpintero**.



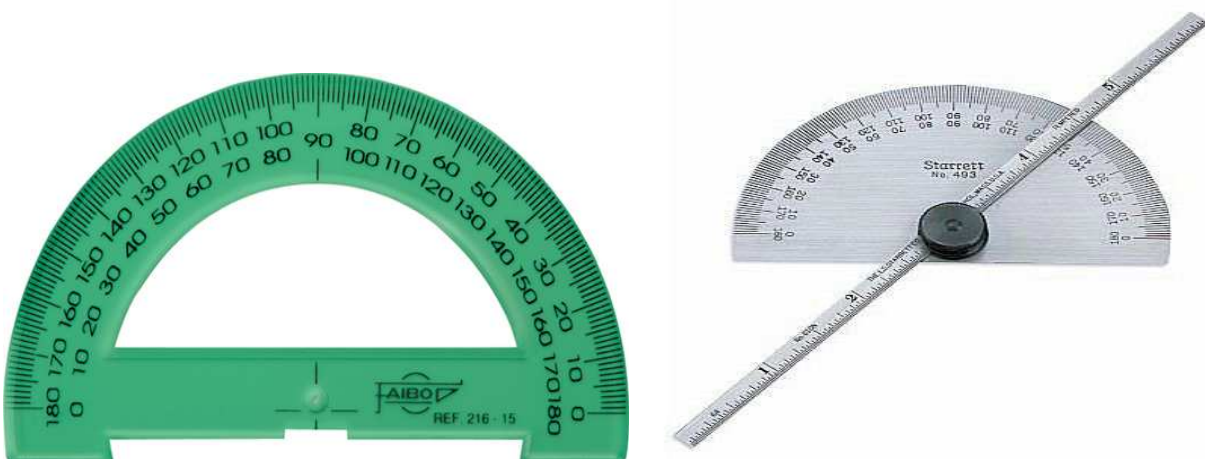
**FIGURA 9:** Ejemplo de una escuadra de carpintero.

Si lo que necesitamos es comprobar un ángulo distinto de recto ( $90^\circ$ ) se puede utilizar la **falsa escuadra**.



**FIGURA 10:** Ejemplo de una falsa escuadra.

Otro instrumento para medir ángulos es el **transportador de ángulos**, que resulta muy útil cuando tenemos que fabricar algún elemento con ángulos no rectos. También sirve para copiar un ángulo de un determinado sitio y trasladarlo al elemento que estemos fabricando.



**FIGURA 11:** Ejemplos de transportador de ángulos.



El **nivel**, no es un instrumento que permita medir ángulos propiamente dicho, sino que es capaz de medir la horizontalidad o verticalidad de un elemento. Es una herramienta que no puede faltar a ningún aficionado al bricolaje, ya que se utiliza constantemente (al colgar un mueble o un cuadro, al instalar una estantería o un frente de armario, etc).



**FIGURA 12: Ejemplo de nivel.**

## MEDICIÓN DE PRECISIÓN.

Pero en ocasiones lo que deseamos es obtener mediciones con una precisión muy grande.

Por ejemplo, cuando tenemos que realizar un taladro y colocar un eje que ajuste en dicho agujero sin holgura. O cuando trabajamos con piezas pequeñas, como por ejemplo un tornillo, y no podemos cometer grandes errores en las medidas.



**FIGURA 13: Ejemplos de un eje y de un tornillo**

En estos casos es necesario utilizar instrumentos de precisión, como pueden ser el calibre y el micrómetro. Pero antes de explicar estos instrumentos es necesario saber que es un nonio.

## **NONIO O VERNIER.**

El **nonio** o **vernier** es una segunda escala auxiliar que tienen algunos instrumentos de medida, y que permite apreciar una medición con mayor precisión al complementar las divisiones de la regla o escala principal del instrumento de medida.

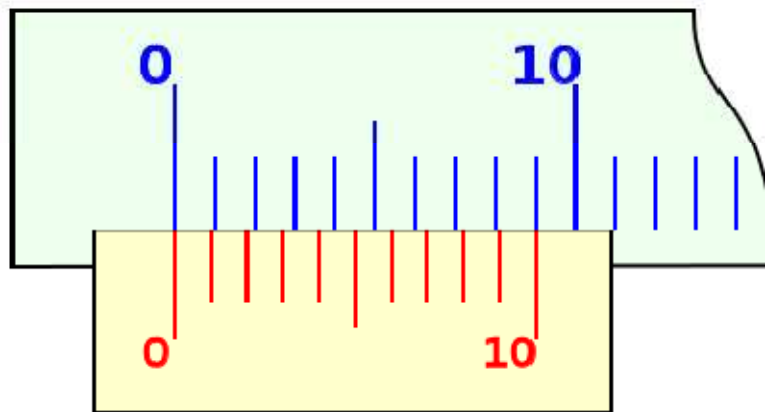
El sistema consiste en una regla fija, con sus divisiones en las unidades empleadas, y una corredera o móvil, con un punto de medida, que se mueve a lo largo de la regla fija.

Es fácil darse cuenta que entre una división y la siguiente hay más medidas, y que unas veces estaremos más próximos a la primera de ellas y otras a la siguiente.

Para poder apreciar distintos valores entre dos divisiones consecutivas, se ideó una segunda escala que se denomina nonio o vernier, grabada sobre la corredera y cuyo punto cero es el punto de referencia. El nonio o vernier es esta segunda escala, no el instrumento de medida o el tipo de medida a realizar, y sea cual fuere la unidad de medida.

### **Funcionamiento del nonio.**

El nonio o escala vernier toma un fragmento de la regla –que en el sistema decimal es un múltiplo de diez menos uno: 9, 19, etc – y lo divide en un número más de divisiones: 10, 20,... En la figura se toman 9 divisiones de la regla y la dividen en diez partes iguales; es el caso más sencillo, de tal modo que cada una de estas divisiones sea de 0,9 unidades de la regla.



**FIGURA 14: Ejemplo de medida con el nonio.**

Esto hace que si la división cero del nonio coincide con la división cero de la regla, la distancia entre la primera división de la regla y la primera del nonio sea de 0,1; que entre la segunda división de la regla y la segunda del nonio haya una diferencia de 0,2; y así, sucesivamente, de forma que entre la décima división de la regla y la décima del nonio haya 1,0, es decir: la décima división del nonio coincide con la novena de la regla, según se ha dicho en la forma de construcción del nonio.

Esto hace que en todos los casos en los que el punto 0 del nonio coincide con una división de la regla el punto diez del nonio también lo hace.

Cuando la división uno del nonio coincide con una división de la regla, el fiel está separado 0,1 adelante. De modo general, el fiel indica el número entero de divisiones de la regla, y el nonio indica su posición entre dos divisiones sucesivas de la regla.

La regla está dividida en divisiones iguales, normalmente de un milímetro, también puede estar dividida en octavos de pulgadas.

El nonius se divide en un número de divisiones de manera que se cumple, que un número de divisiones de la regla (**N**) ocupa el mismo espacio, que un número de divisiones del nonius (**n**) menos una. O sea: **N = n - 1**

En nuestro ejemplo:

$$\begin{aligned} \mathbf{N} &= \mathbf{9} \\ \mathbf{n} &= \mathbf{10} \end{aligned}$$

Si llamamos **D=1mm** a la medida de cada división de la regla y **d=0,9 mm** a la del nonius, la precisión del instrumento será: **P = D - d = 0,1mm**

Se cumple que: **N x D = n x d**

Operando se obtiene otra forma de expresar la precisión:

$$P = \frac{D}{n}$$

## Tipos de Nonio

Existen distintos tipos de nonio. Hemos visto el más sencillo, el nonio de 10 divisiones, en el cual hemos cogido 9 mm en la regla fija y la hemos dividido en 10 partes iguales, y por tanto, obtenemos una precisión de 0.1mm. Obtendríamos exactamente la misma precisión, si en lugar de coger 9mm en la regla fija, hubiésemos cogido 19, o 29 ... y hubiésemos hecho igualmente 10 divisiones.

Para aumentar la precisión, lo que debemos hacer es aumentar el nº de divisiones.

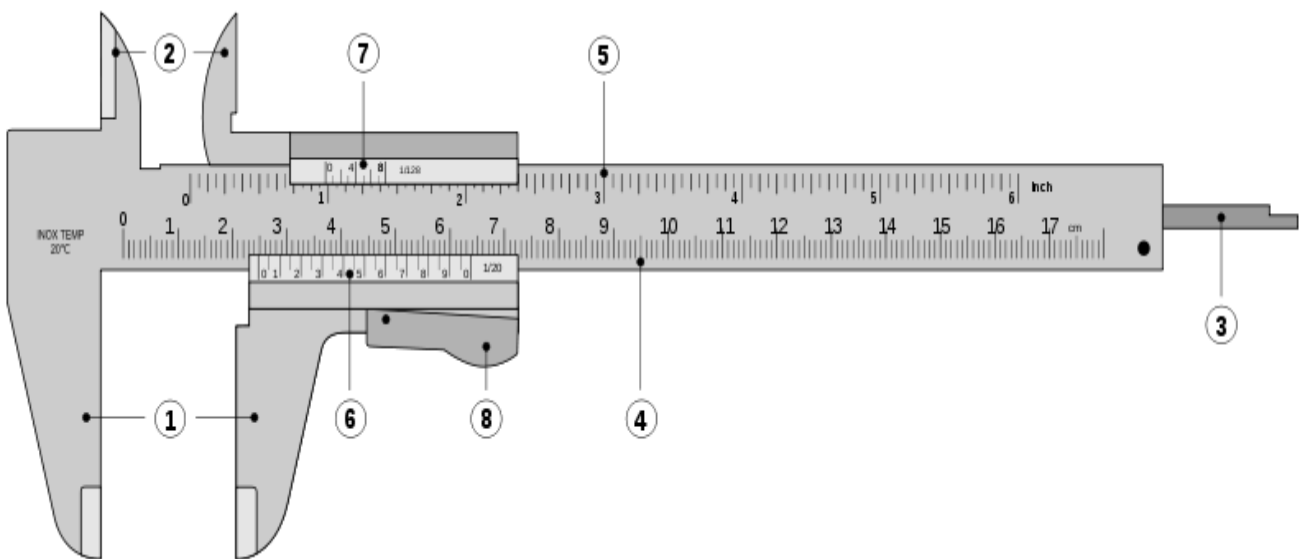
- Nonio de 10 Divisiones: 9mm dividido en 10 partes iguales. Precisión 0,1mm: 1/10
- Nonio de 20 Divisiones: 19mm dividido en 20 partes iguales. Precisión 0,05mm: 1/20
- Nonio de 50 Divisiones: 49mm dividido en 50 partes iguales. Precisión 0,02mm: 1/50
- Nonio de 100 Divisiones: 99mm dividido en 100 partes iguales. Precisión 0,01mm: 1/100

## EL CALIBRE O PIE DE REY.

El **calibre**, también denominado **pie de rey**, es un instrumento para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros (1/10 de milímetro, 1/20 de milímetro, 1/50 de milímetro).

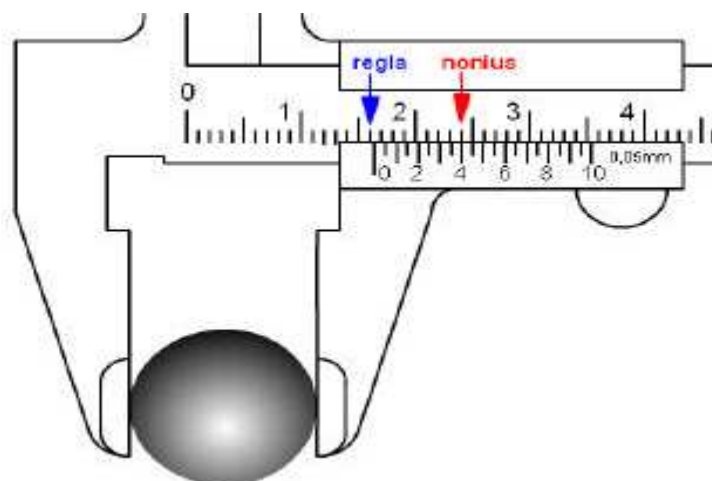
Consta de una "regla" con una escuadra en un extremo, sobre la cual se desliza otra destinada a indicar la medida en una escala. Permite apreciar longitudes con una precisión de 1/10, 1/20 y 1/50 de milímetro en función del nonio que tenga. Mediante piezas especiales en la parte superior y en su extremo, 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. Coliza 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.



**FIGURA 15. Ejemplo de calibre o Pie de Rey.**

La fórmula para obtener la medida es la siguiente:



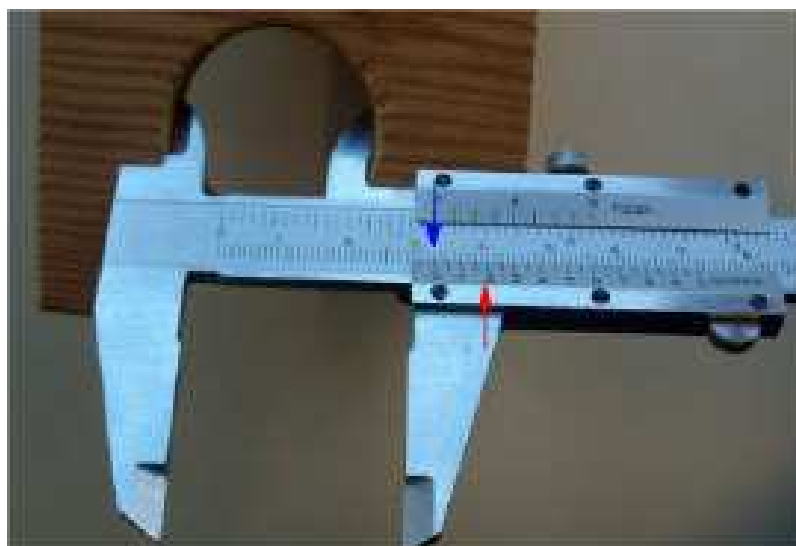
**FIGURA 16: Ejemplo de medición del diámetro de una pequeña esfera.**

1. Colocamos la pieza a medir sobre la pinza.
2. Desplazamos el nonius hasta ajustarse al tamaño de la pieza.
3. Tomamos la parte entera en milímetros de la medición mirando la situación del 0 del nonius sobre la línea fija, en el ejemplo 16 mm.
4. Tomamos la parte decimal de la medición, mirando la línea del nonius que coincide con una división de la regla fija, en el ejemplo 0,40 mm.
5. La medida será 16,40 mm.

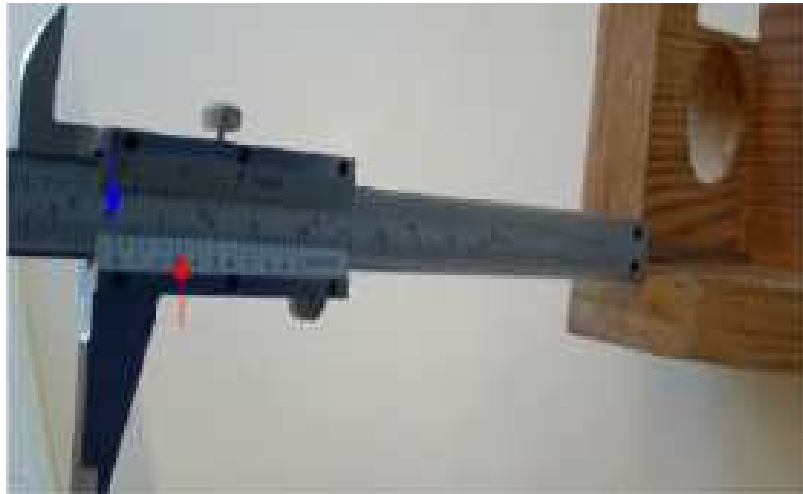
El calibre o pie de rey, como ya se mencionó, puede hacer tres tipos de mediciones: Exteriores, interiores y profundidades.



**FIGURA 17: Ejemplo de medición exterior con calibre.**

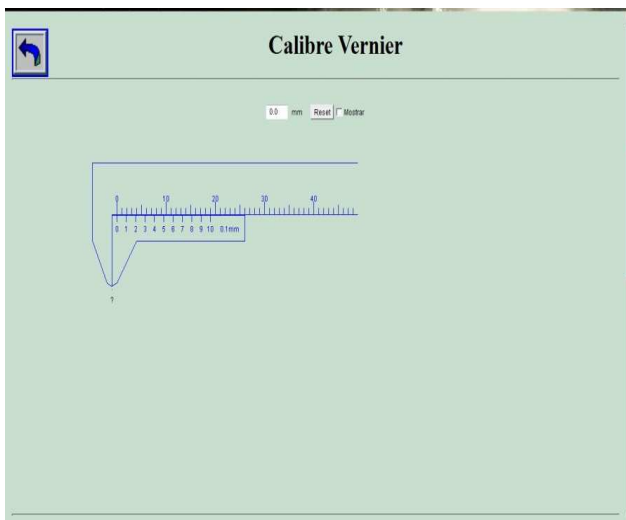


**FIGURA 18: Ejemplo de medición interior con calibre.**

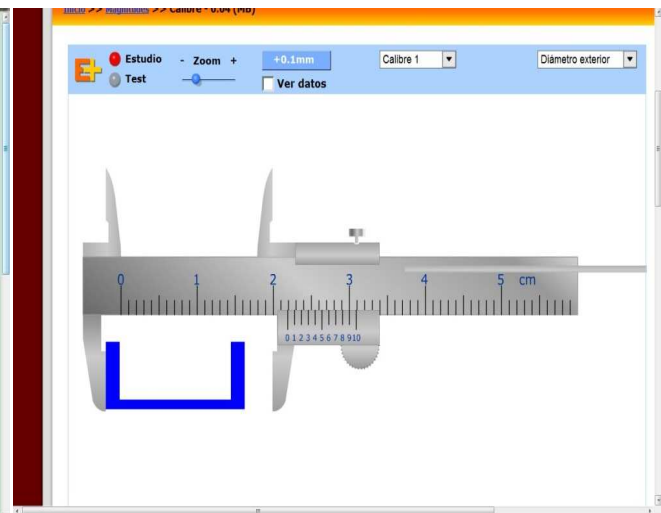


**FIGURA 19: Ejemplo de medición de profundidad con calibre.**

### CALIBRES VIRTUALES.



[Calibre virtual 1](#)



[Calibre virtual 2](#)

## EL MICRÓMETRO O PALMER.

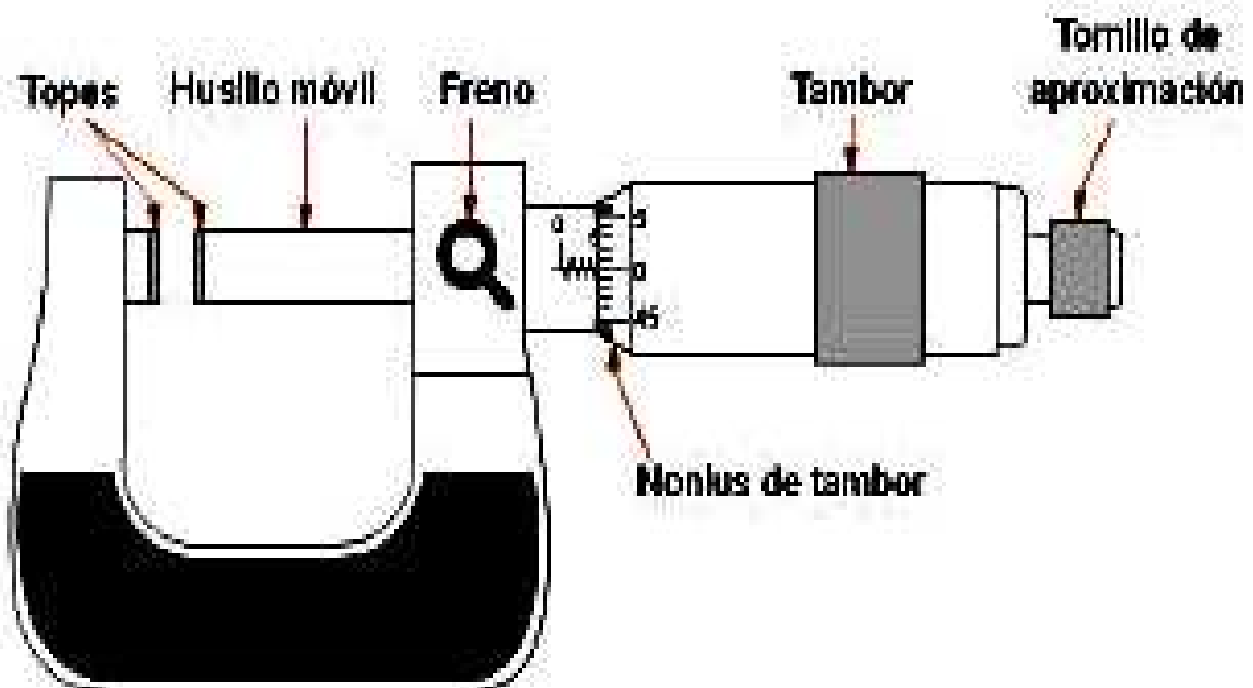
El micrómetro también se le conoce como Tornillo de Palmer. El aspecto que tiene es el siguiente:



**FIGURA 20: Micrómetro o Palmer.**

El principio de funcionamiento o de operación de un micrómetro se basa en que, si un tornillo montado en una tuerca fija se hace girar, el desplazamiento de éste en el sentido longitudinal, es proporcional al giro dado.

El micrómetro tiene una escala longitudinal, línea longitudinal que sirve de fiel, que en su parte superior presenta las divisiones de milímetros enteros y en la inferior las de los medios milímetros, cuando el tambor gira deja ver estas divisiones.



**FIGURA 21: Partes de un Micrómetro o Palmer.**



En la superficie del tambor tiene grabado en toda su circunferencia 50 divisiones iguales, indicando la fracción de vuelta que ha realizado, una división equivale a 0,01mm.



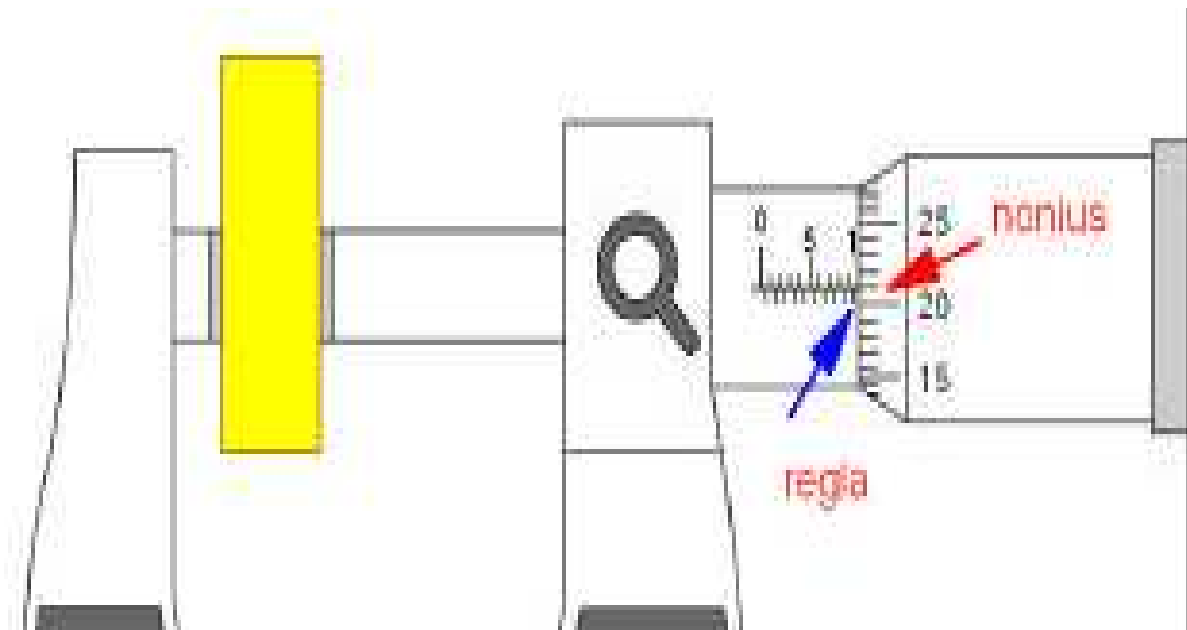
**FIGURA 22: Ejemplo de una lectura de una medida con el Palmer.**

Para realizar una lectura, nos fijamos en la escala longitudinal, sabiendo así la medida con una apreciación de 0,5mm, el exceso sobre esta medida se ve en la escala del tambor con una precisión de 0,01mm.

En la fotografía se ve un micrómetro donde en la parte superior de la escala longitudinal se ve la división de 5 mm, en la parte inferior de esta escala se aprecia la división del medio milímetro. En la escala del tambor la división 28 coincide con la línea central de la escala longitudinal, luego la medida realizada por el micrómetro es:  $5 + 0,5 + 0,28 = 5,78$ .

La precisión del Palmer será.  $P = 05 \text{ mm}/50 = 0,01 \text{ mm}$

La forma de obtener la medida es la siguiente:



**FIGURA 23:** Ejemplo de una medición con el Palmer.

1. Colocamos la pieza a medir entre los topes.
2. Desplazamos el tambor y el nonius hasta ajustarse al tamaño de la pieza. Bloqueamos el seguro.
3. Tomamos la parte de la regla en milímetros mirando el nonius sobre la línea fija, en el ejemplo 9,5 mm.
4. Tomamos la parte de precisión de la medición, mirando la línea del nonius que coincide con la línea central, en el ejemplo 0,21 mm.
5. La medida será la suma de las anteriores 9,71 mm.

Existen otros tipos de Palmer, como el de medición de interiores. La medición se realiza de forma análoga a la del Palmer de exteriores. Su aspecto es el siguiente.



**FIGURA 24:** Ejemplo de una medición exterior con el Palmer.

Existen otros tipos de Palmer, como el de medición de interiores. La medición se realiza de forma análoga a la del Palmer de exteriores. Su aspecto puede verse a continuación.



**FIGURA 25:** Ejemplo de una medición interior con el Palmer.

### **Micrómetro con Nonio**

Una variante de micrómetro un poco más sofisticado, además de las dos escalas anteriores tiene un nonio, en la fotografía, puede verse en detalle las escalas de este modelo, la escala longitudinal presenta las divisiones de los milímetros y de los medios milímetro en el lado inferior de la línea del fiel, la escala del tambor tiene 50 divisiones, y sobre la línea del fiel presenta una escala nonio de 10 divisiones numerada cada dos, la división de referencia del nonio es la línea longitudinal del fiel.

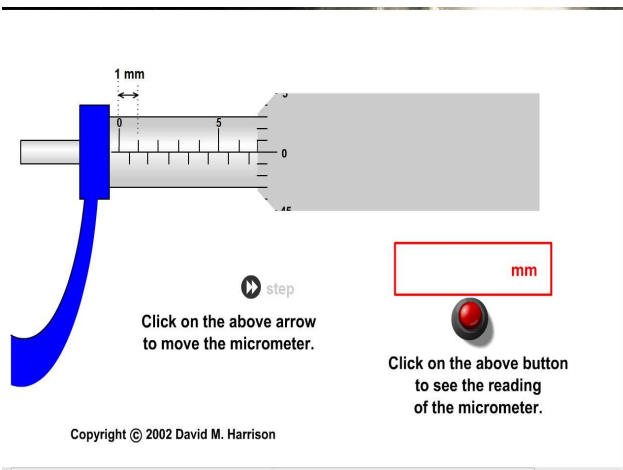
En la imagen, la tercera división del nonio coincide con una división de la escala del tambor, lo que indica que la medida excede en  $\frac{3}{10}$  de las unidades del tambor.

Esto es, en este micrómetro se aprecia: en la escala longitudinal la división de 5 mm, la subdivisión de medio milímetro, en el tambor la línea longitudinal del fiel coincide por defecto con la división 28, y en el nonio su tercera división está alineada con una división del tambor, luego la medida es:  
 $5 + 0,50 + 0,28 + 0,003 = 5,783$



**FIGURA 26: Ejemplo de un micrómetro con nonio**

## MICRÓMETROS VIRTUALES.



Micrómetro virtual 1



Micrómetro virtual 2