



# Utilización del pie de rey y del palmer

## Objetivo

Familiarizar al alumno con el uso de estos instrumentos de medida.

## Material

Un pie de rey, un palmer y diversos objetos cuyas dimensiones se van medir.

## Fundamento teórico

Los instrumentos que se suelen emplear en los laboratorios para medir longitudes dependen del tamaño de los objetos a medir y de la precisión que se requiera. En los casos más simples se suelen usar las reglas graduadas o las cintas métricas que permiten una precisión del orden del milímetro. Pero para objetos pequeños y cuyas medidas han de conocerse con mayor precisión (décimas o centésimas de milímetro) se recurre a instrumentos especiales que o bien se basan en el principio del *nonius* (por ejemplo, el pie de rey) o bien en el del *tornillo micrométrico* (por ejemplo, el palmer). Si aún se requiriese más precisión habría que acudir a instrumentos basados en los fenómenos ópticos de las interferencias. En este apartado vamos a estudiar los fundamentos del nonius y del tornillo micrométrico.

## Fundamento del nonius

El nonius es una pequeña regla graduada móvil que se puede deslizar sobre otra regla mayor o escala principal sobre la que se efectúa la medida (véase la Fig. 1). El nonius está graduado de tal manera que, por lo general,  $N$  de sus divisiones abarcan  $N - 1$  divisiones de la escala principal; así pues, cada división del nonius abarca  $(N - 1)/N$  divisiones de dicha escala, y por tanto, cada división del nonius es  $1/N$  veces más corta que las otras. Al producto de este  $1/N$  por la longitud de una división de la escala principal se le denomina *resolución* del nonius y la representaremos por  $r$ .

Para comprender cómo se efectúa la medida de una longitud con el nonius nos ayudaremos de la Fig. 1. Una vez encajada la pieza cuya longitud  $L$  queremos medir entre el índice de la escala principal y la del nonius, buscamos el trazo del nonius que coincide con un trazo de la escala. Si  $M$  es la lectura

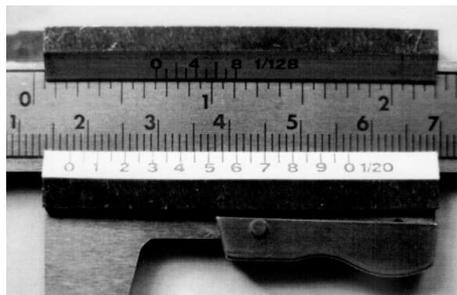


Figura 1: Detalle del nonius



Figura 2: Palmer

en la escala principal del trazo anterior al índice del nonius, y  $m$  es el trazo del nonius que coincide con uno de la escala, entonces la medida  $L$  de la pieza será

$$L = M + mr \quad (1)$$

En el ejemplo de la Fig. 1 20 divisiones ( $N$ ) del nonius abarcan 19 ( $N - 1$ ) de la escala principal, por lo que la resolución es  $1/20$ . Como las divisiones de la escala son en milímetros

$$L = 17 + 1/20 \times 12 = 17,6 \text{ mm.} \quad (2)$$

Para nuestra comodidad, la doceava línea del nonius está rotulada con un 6. Por lo tanto no es necesario realizar el cálculo anterior cada vez. Podemos considerar que el rótulo de la línea del nonius que coincide con una línea de la escala principal representa el decimal que tenemos que añadir a la lectura de la escala principal.

Si no hubiese una coincidencia exacta entre los trazos se tomaría aquel del nonius que más se acercara al de la escala.

## Fundamento del tornillo micrométrico

Es un tornillo con un paso de rosca rigurosamente constante. La longitud de la medida vendrá dada por el número entero  $n$  de vueltas que haya dado el tornillo y la fracción  $f$  de la última vuelta incompleta. Para poder determinar  $f$  la cabeza del tornillo se une a un tambor circular graduado en  $N$  divisiones (véase la Fig. 3) y para saber en cada momento  $n$  a la parte final del tornillo se fija una escala lineal.

En la Fig. 2 se muestra un palmer, instrumento que se basa en un tornillo micrométrico.

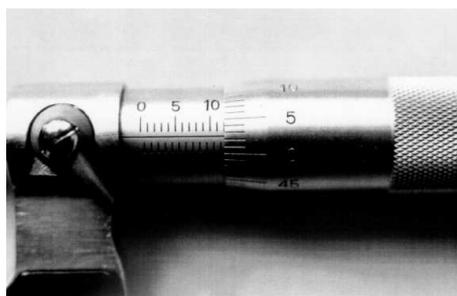


Figura 3: Detalle del tambor



Figura 4: Pie de rey

Si el paso de rosca es  $R$ , entonces a  $r = R/N$  se le denomina *resolución* del tornillo, y la medida  $L$  sería:

$$L = nR + fR \quad (3)$$

En general, la escala lineal se gradúa de manera que ya dé en milímetros el producto  $nR$ . En el caso del tambor de la Fig. 3, la medida es

$$L = 12 + 0,01 \times 3 \text{ mm}$$

## El error de cero

En general, todos los instrumentos de medida de longitudes pueden tener las escalas desplazadas de forma que aún con una longitud nula éstos marquen una cierta lectura, positiva o negativa, que se denomina *error de cero*. Por tanto, para tener la medida correcta habrá que restar de cada lectura el correspondiente error de cero. (Obsérvese que en el caso del palmer el error de cero puede corregirse; si ya lo está entonces no hace falta considerarlo).

## Instrumento: el pie de rey

El pie de rey o calibre consiste en una regla graduada por lo general en milímetros (escala principal) con dos mandíbulas o piezas metálicas entre las que se coloca la pieza a medir. Una de ellas es fija mientras que la otra, móvil, lleva un nonius acoplado (véase la Fig. 4 y el pie de rey de que disponga en la práctica). Así pues, las mediciones que se hacen con el pie de rey se basan en las propiedades del nonius que hemos visto antes.

Según se trate de medir dimensiones exteriores o interiores se utilizarán unos extremos u otros de las mandíbulas. Para poder medir con un pie de rey profundidades de objetos huecos la regla tiene, además, una guía por la que desliza una pieza metálica muy estrecha que puede introducirse en las oquedades.

### **Instrumento: el palmer**

Es un instrumento que también se emplea para medir dimensiones lineales exteriores de objetos pequeños y que consta de un tornillo micrométrico y una abrazadera (véase la Fig. 2 y el palmer de que disponga la práctica).

Para medir el espesor de un objeto éste debe colocarse dentro de la abrazadera, entre el tope y el extremo del tornillo. El avance del tornillo se consigue haciendo girar su cabeza hasta que presione ligeramente el cuerpo. A continuación no hay más que leer la escala lineal y añadirle la fracción de la última vuelta incompleta que se haya dado, y que, como ya se ha indicado anteriormente, puede leerse en el tambor circular.

## **Método experimental**

### **Pie de rey**

En primer lugar determine cuál es la resolución del instrumento y si tiene o no error de cero; si lo tuviese no olvide tenerlo presente después de cada lectura. A continuación mida las dimensiones de un cilindro al que se le ha practicado una oquedad en una de sus caras, es decir, su diámetro exterior, su longitud, la profundidad de la oquedad y el diámetro de la misma. Para ello haga un número suficiente de medidas de cada magnitud, por ejemplo, seis, en distintos puntos.

### **Palmer**

Halle en primer lugar el paso de rosca del tornillo para poder determinar la resolución del instrumento. A continuación haga avanzar la punta del tornillo hasta la pieza tope para comprobar si hay error de cero y en caso afirmativo poder determinarlo.

Con el palmer realice las medidas del diámetro de un hilo de cobre. Para ello tome unas seis medidas del diámetro en distintos puntos del hilo, colocándolo entre la punta del tornillo y el tope y haciendo avanzar el tornillo hasta presionar ligeramente, procurando no forzar demasiado para no falsear las medidas (utilice para ello la carraca del instrumento).

## **Resultados**

Con los datos relativos a los instrumentos y las medidas efectuadas confeccione una tabla para cada objeto medido en la que quede consignada toda la información disponible: la resolución del instrumento utilizado; su error de cero si lo tiene; los valores medidos de cada magnitud y los correspondientes valores medios y errores. En el caso del cilindro con una oquedad, calcule además su volumen y el error propagado correspondiente.