

## **EXPERIMENTO 3**

### **MEDIDAS DE PEQUEÑAS LONGITUDES**

#### **1. OBJETIVOS**

- Identificar cada una de las partes que componen un calibrador y un tornillo micrométrico y sus funciones respectivas.
- Adquirir destreza en el uso del calibrador y del tornillo micrométrico como instrumentos de medida de pequeñas longitudes.
- Realizar medidas directas e indirectas, expresando los resultados de las mediciones con el número correcto de cifras significativas.
- Calcular el área de una moneda con los diámetros medidos con un calibrador, un tornillo micrométrico y una regla graduada en mm y expresar el resultado con el número correcto de cifras significativas.
- Calcular la incertidumbre de medición para algunas de las medidas directas realizadas.

#### **2. INTRODUCCIÓN**

A medida que la física progresa se hacen necesarios instrumentos de medición más exactos, esto conduce al perfeccionamiento de los instrumentos de medida. Para la medición de pequeñas longitudes (menores a 10 cm), es necesario usar instrumentos diferentes a la regla o metro común.

Las reglas y metros tienen por lo general una resolución de 1 mm o 0,001 m, ya que el ancho de las divisiones no permite hacer varias marcas en un milímetro. Por lo cual para medir el diámetro de un cabello o el espesor de una hoja de papel, estos instrumentos de medida no serían útiles.

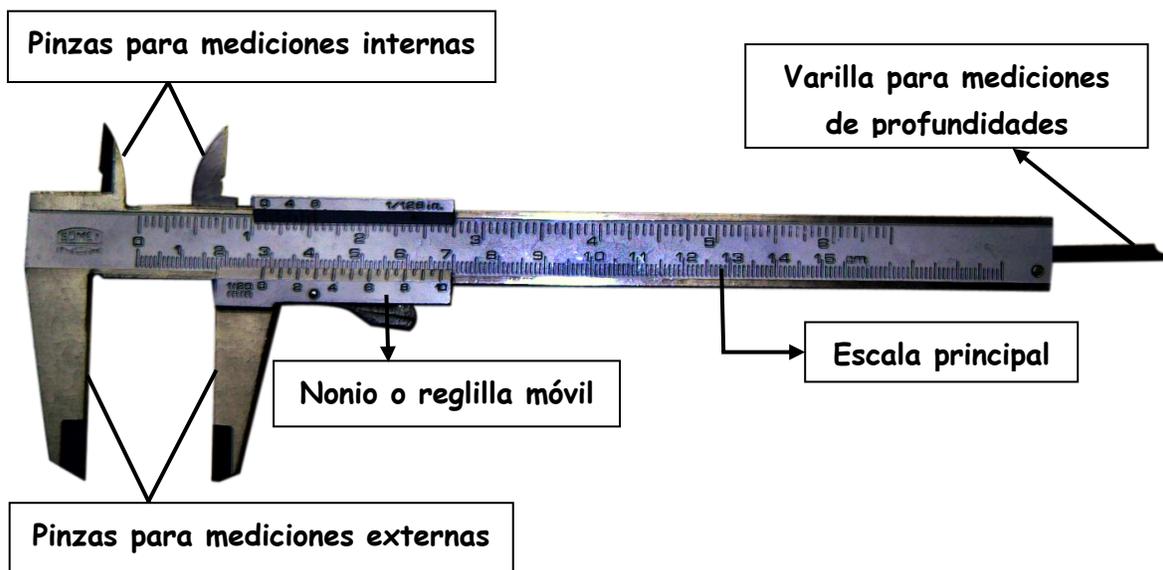
Para realizar estas mediciones es necesario recurrir a instrumentos con mayor resolución, tales como el calibrador (pie de rey) y el tornillo micrométrico.

##### **2.1 CALIBRADOR (PIE DE REY)**

Es el instrumento de medida más común cuando se requieren medidas de décimas y aún centésimas de milímetro, con este instrumento se pueden realizar

medidas del diámetro interno y externo de una pieza y la profundidad de una cavidad.

El calibrador consta de una estructura soporte en forma de L, que cuenta con una regla graduada por lo general en milímetros también llamada escala principal, sobre la cual se desliza una reglilla o nonio, de manera que las graduaciones de ambas escalas puedan observarse al mismo tiempo. Este cuenta con dos puntas o piezas metálicas (1 fija y 1 móvil) entre las que se coloca la pieza a medir, ya sea para mediciones internas o externas, además cuenta con una varilla para mediciones de profundidad (ver figura 1).



**Figura 1. Calibrador o pie de rey.**

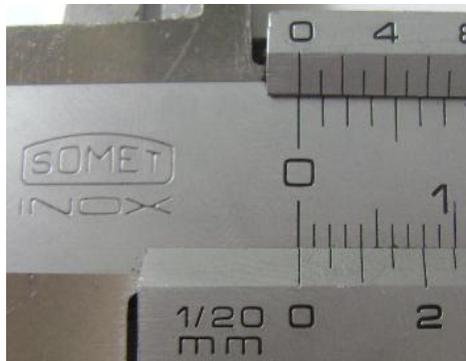
El calibrador se basa en el principio del nonio, el nonio es una pequeña regla graduada móvil que se puede deslizar sobre otra regla mayor o escala principal sobre la que se efectúa la medida. El nonio está graduado de tal manera que  $N$  de sus divisiones abarca  $(N - 1)$  divisiones de la escala principal. Si en la reglilla móvil hay 10 divisiones en una longitud de 0,9 mm, la resolución para este tipo de calibrador es de  $(1/10)$  mm. El calibrador utilizado en el laboratorio tiene una reglilla móvil (con 40 divisiones) que abarca 39 divisiones de la regla fija, su resolución corresponde a  $(1/20)$  mm, es decir que el calibrador tiene una legibilidad de 0,05 mm como se muestra en la figura 2.



**Figura 2. Resolución del calibrador.**

### 2.1.1 AJUSTE DEL CERO

Es indispensable asegurarse que cuando el calibrador está cerrado, marque 0,0 mm de lo contrario deberá anotar cuantas décimas de milímetro hay que agregar o quitar a cada medición (ver figura 4.3).



**Figura 3. Ajuste del cero para un calibrador.**

### 2.1.2 CÓMO REALIZAR MEDICIONES CON EL CALIBRADOR

Para hacer la lectura de la longitud medida en el calibrador se procederá así:

- 1) Colocar el objeto entre los topes o pinzas ya sea para una medición interna o externa (ver figura 4).



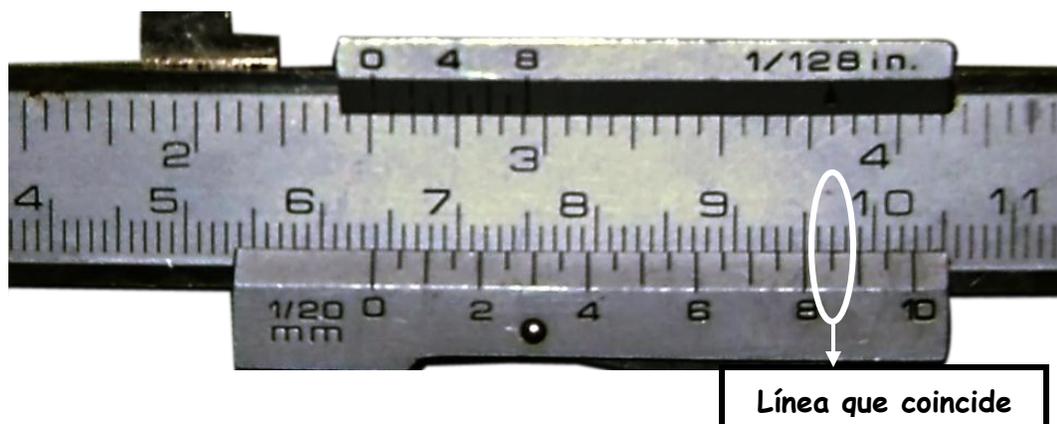
**Figura 4. Imágenes que muestran cómo utilizar el calibrador para mediciones internas y externas de una pieza**

- 2) La parte entera se lee a la izquierda del cero del nonio o reglilla y sobre la escala fija.

**Parte entera: 63,00 mm (ver figura 5)**

- 3) La parte decimal se halla observando cuál división del nonio coincide en mayor forma con una de las divisiones de la escala fija.

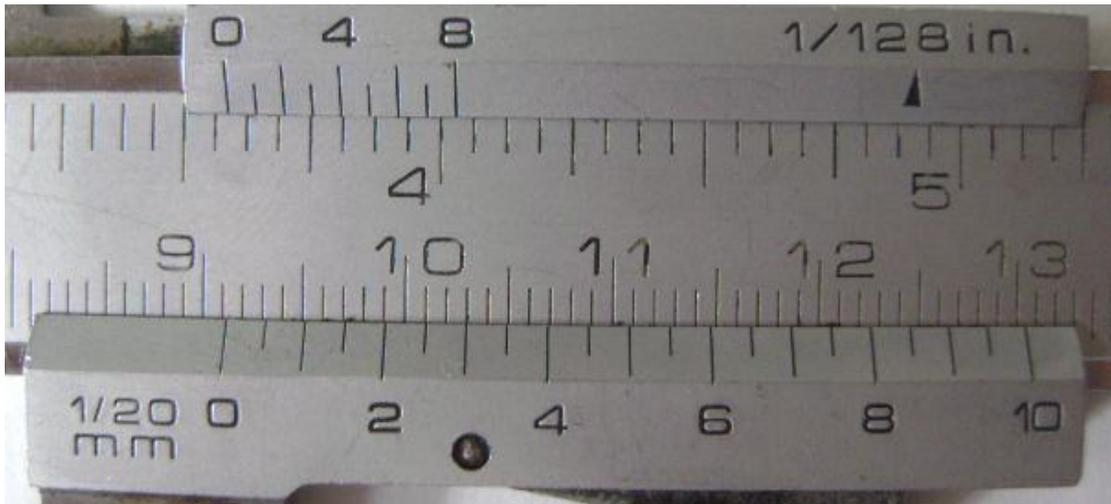
**Parte decimal: 0,85 mm (ver figura 5)**



**Figura 5. Lectura de una medida**

- 1) La longitud total medida será el resultado de sumar la parte entera y la parte decimal. **Longitud: 63,85 mm**

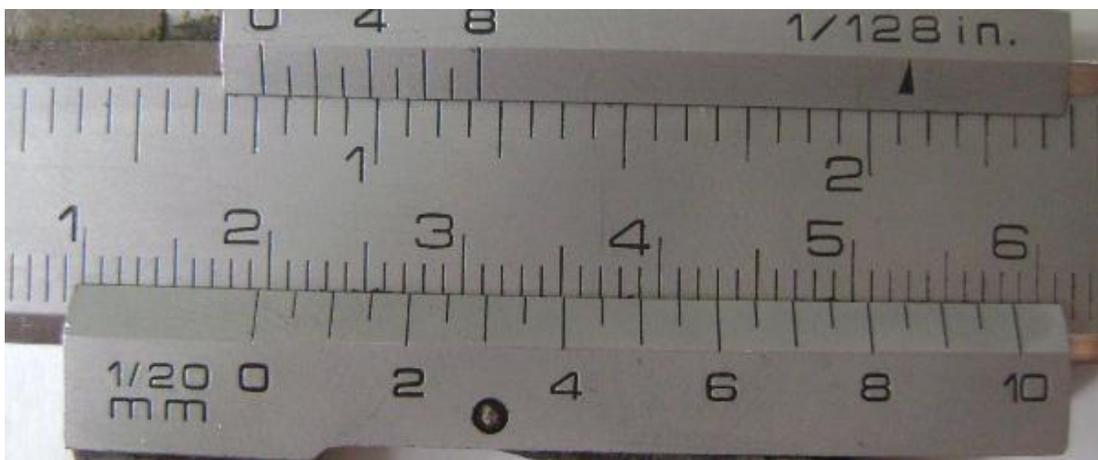
## EJERCICIOS



Parte entera: \_\_\_\_\_

Parte decimal: \_\_\_\_\_

Longitud: \_\_\_\_\_



Parte entera: \_\_\_\_\_

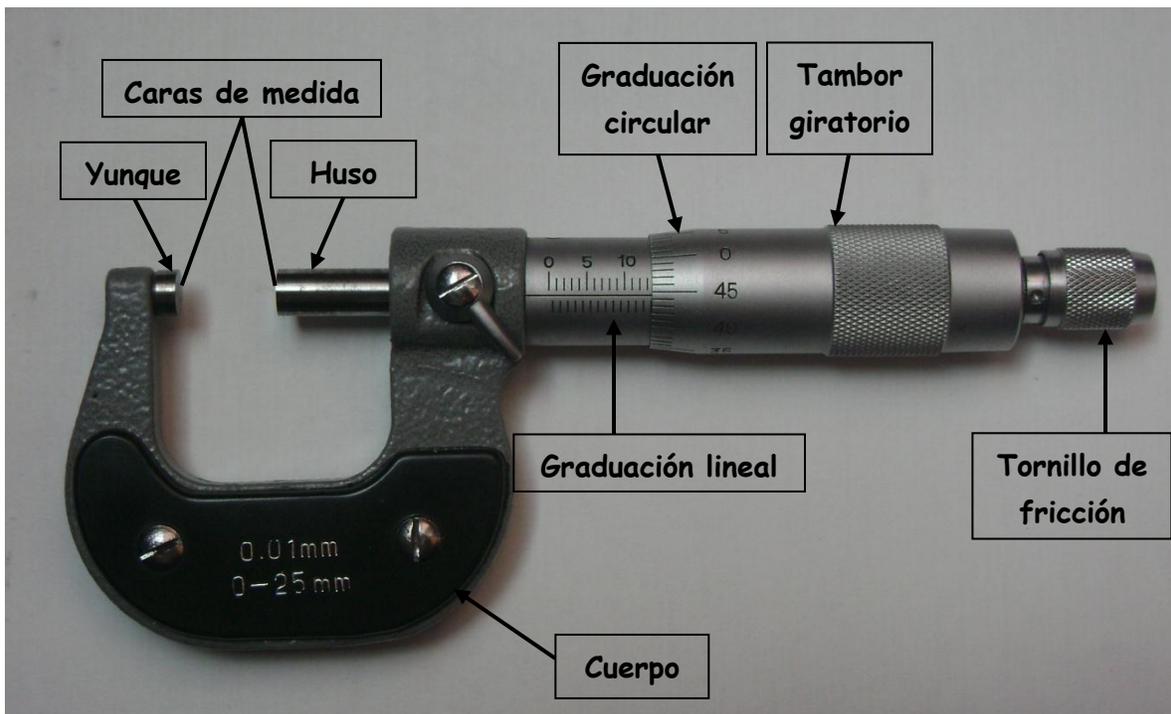
Parte decimal: \_\_\_\_\_

Longitud: \_\_\_\_\_

### 2.3 TORNILLO MICROMÉTRICO

El tornillo micrométrico que se utilizará en este laboratorio, está formado por un cuerpo en forma de herradura, en uno de sus extremos hay un tope o punta fija, en el otro extremo está el tope móvil en forma de varilla cilíndrica, éste está unido al tambor giratorio, también posee una regla cilíndrica graduada en medios milímetros o escala fija, al final del aparato se encuentra el tornillo de fricción sobre el cual se actúa para realizar la medición con la misma presión.

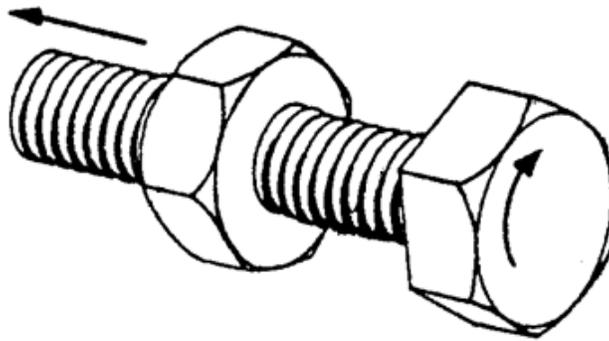
El tornillo micrométrico del laboratorio básicamente consiste en un tornillo fino que avanza 0,50 mm sobre la escala fija cada que el tornillo **gire una vuelta completa**, pero este dato no se debe confundir con la resolución del instrumento, pues el tornillo micrométrico tiene una mayor resolución que el calibrador, la cual se encuentra escrita sobre el cuerpo en forma de herradura y corresponde a 0,01 mm.



**Figura 6. Tornillo micrométrico.**

Cuando los topes están en contacto, el tambor cubre completamente la regla graduada o escala principal y la división 0 del tambor graduado coincide con la línea 0 de la escala principal. Al irse separando los topes, se va descubriendo la regla graduada (graduación lineal).

El tornillo micrométrico trabaja con el principio de tornillo y tuerca, si sujetamos la tuerca, el tornillo se desplazará al darle vueltas, es decir que todo movimiento lineal del eje del instrumento, está regulado por el movimiento rotacional.



**Figura 7. Principio de funcionamiento del tornillo micrométrico.**

### 2.3.1 AJUSTE DEL CERO

Es indispensable asegurarse que su tornillo lea 0,00 mm cuando esté cerrado es decir leyendo un espesor de 0,00 mm. Si al cerrarlo el tornillo marca un cierto número de divisiones por debajo o por encima de cero, esto debe anotarse para sustraerlo o agregarlo a toda medida que se realice (ver figura 8).



**Figura 8. Ajuste del cero para el tornillo micrométrico.**

### 2.3.2 CÓMO REALIZAR MEDICIONES CON EL TORNILLO MICROMÉTRICO

Para realizar lecturas con el tornillo micrométrico se procederá así:

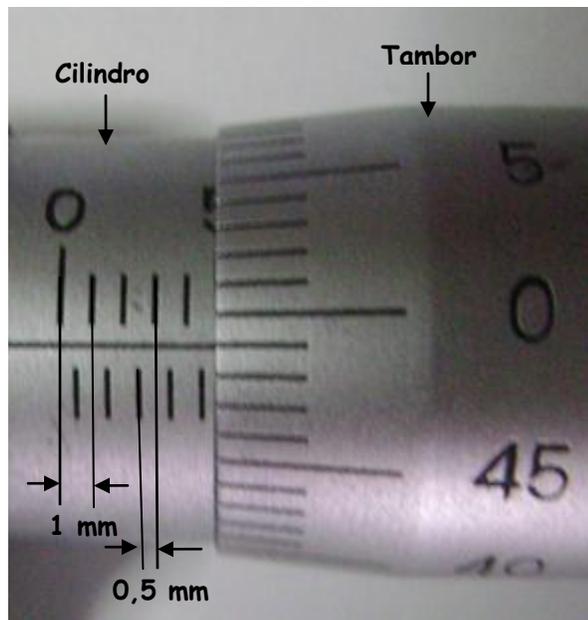
- 1) Se abre el instrumento (separar los topes) en una amplitud ligeramente mayor que la dimensión de la pieza a medir. Procure sostener el tornillo micrométrico con su mano izquierda y girar el tornillo de fricción con su mano derecha.



- 2) Sitúe la pieza entre los topes, gire el tambor suavemente hasta que los topes apoyen contra la pieza, se escuchará un clic cuando el objeto a medir esté convenientemente ajustado entre los topes del tornillo. Esta operación debe ser realizada actuando a través del tornillo de fricción.



- 3) Primero se lee la escala principal la cual esta graduada cada 0,5 mm, después se lee la escala graduada cada 0,01mm que está en el tambor.



Lectura sobre el cilindro: **4,50 mm.**

Lectura del tambor que coincide con el cilindro: **0,49 mm.**

4) Finalmente se suman ambas lecturas y se obtiene la lectura total.

$$\text{Lectura total} = 4,5 \text{ mm} + 0,49 \text{ mm} = \mathbf{4,99 \text{ mm}}$$

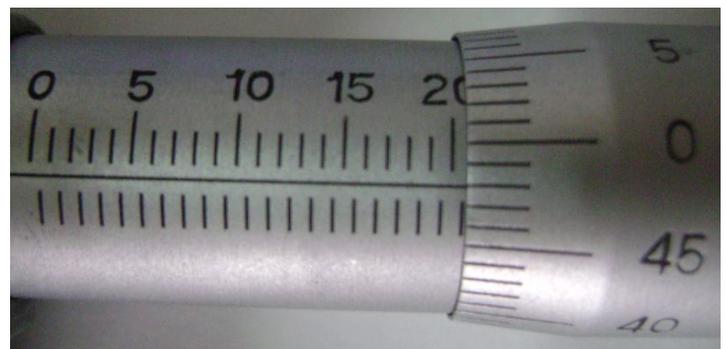
## EJERCICIOS



Lectura sobre el cilindro: \_\_\_\_\_

Lectura del tambor que coincide con el cilindro: \_\_\_\_\_

**Lectura total:** \_\_\_\_\_



Lectura sobre el cilindro: \_\_\_\_\_

Lectura del tambor que coincide con el cilindro: \_\_\_\_\_

**Lectura total:** \_\_\_\_\_

### 3. MATERIALES

- Una regla graduada en milímetros (tolerancia 1 %).
- Un calibrador (tolerancia 0,5 %).
- Un tornillo micrométrico (tolerancia 0,25 %).
- Arandelas.
- Balines.

### 4. RECOMENDACIONES

- ✓ Cerciórese de que el calibrador y el tornillo micrométrico no estén desajustados; es decir que debe asegurarse que el ajuste del cero en el instrumento de medida que utilice marque adecuadamente al estar cerrado 0,0 mm. De lo contrario tenga en cuenta este error al registrar sus mediciones.
- ✓ Evite el error de paralaje; para ello observe la medida lo más perpendicularmente posible a sus ojos.
- ✓ Trate los instrumentos con cuidado, no apriete demasiado al ajustar.

### 5. TRABAJO PARA DESARROLLAR

- 1) Tome dos monedas de diferente valor y realice 5 mediciones de su diámetro y espesor usando la regla, el calibrador y el tornillo micrométrico. **Todos los miembros del grupo deben hacer mediciones. No se aceptará en esta o ninguna práctica que unos midan y otros apunten**, consigne los datos en la tabla 1.
- 2) Tome una arandela y mida 5 veces el diámetro interno y externo usando el calibrador (**dos estudiantes diferentes realizarán las mediciones**). En cada medición retire el calibrador y cambie el lugar de contacto sobre la arandela. Anote los datos en la tabla 2.
- 3) Tome los dos balines suministrados y mida 5 veces su diámetro usando el tornillo micrométrico. (**dos estudiantes diferentes realizarán las mediciones**). Registre los datos en la tabla 3.
- 4) Tome un cabello y determine su espesor usando el tornillo micrométrico. Repita la medición 10 veces en distintos puntos del cabello, reportar el valor medio de la medida.  
**VALOR MEDIO:** \_\_\_\_\_
- 5) Halle para cada uno de los diámetros medidos en sus monedas el área respectiva, recuerde el trabajo con cifras significativas y el redondeo de

números para éste y todos los cálculos requeridos posteriormente. Consigne los datos en la tabla 4.

- 6) Calcule el área promedio de las respectivas monedas para cada uno de los instrumentos utilizados, consigne los datos en la tabla 4.
- 7) Con los datos de los instrumentos elabore una tabla con toda la información disponible: resolución de los instrumentos, error de cero si lo tiene y tolerancia del instrumento.
- 8) Calcule la incertidumbre de las medidas directas (diámetro interno y externo de las arandelas y diámetro de los balines) siguiendo el procedimiento descrito en la guía # 3, como ayuda durante el proceso consigne los valores pedidos en la tabla 5
- 9) Exprese el resultado final con su incertidumbre expandida y el número adecuado de cifras significativas.

OBJETO A MEDIR	DIMENSIÓN	MEDICIÓN CON REGLA	MEDICIÓN CON CALIBRADOR	MEDICIÓN CON TORNILLO
MONEDA #1	Diámetro			
	Espesor			
MONEDA #2	Diámetro			
	Espesor			

**Tabla 1. Resultados de las mediciones para dos monedas.**

OBJETO A MEDIR	DIMENSION	ESTUDIANTE 1	ESTUDIANTE 2
ARANDELA	Diámetro interno		
	Diámetro externo		

**Tabla 2. Resultados de medición de una arandela con el calibrador.**

OBJETO A MEDIR	ESTUDIANTE 1	ESTUDIANTE 2
BALÍN # 1 (Diámetro)		
BALÍN # 2 (Diámetro)		

**Tabla 3. Resultados de las mediciones para los balines con el tornillo micrométrico.**

	MEDICIÓN CON REGLA	MEDICIÓN CON CALIBRADOR	MEDICIÓN CON TORNILLO
Área MONEDA #1 Sin redondeo ( $mm^2$ )			
Área promedio ( $mm^2$ ) Sin redondeo			
Área promedio ( $mm^2$ ) Con redondeo			
ÁREA MONEDA #2 Sin redondeo ( $mm^2$ )			
Área promedio ( $mm^2$ ) Sin redondeo			
Área promedio ( $mm^2$ ) Con redondeo			

**Tabla 4. Resultados de los cálculos para el área de las monedas.**

		Promedio (Con redondeo)	Desviación estándar (Sin redondeo)	Incertidumbre tipo A (Sin redondeo)	Incertidumbre tipo B <sub>1</sub> (Sin redondeo)	Incertidumbre tipo B <sub>2</sub> (Sin redondeo)	Incertidumbre combinada (Sin redondeo)	Incertidumbre expandida (Con redondeo a dos cifras significativas)
Diámetro interno (arandela) (mm)	Est 1							
	Est 2							
Diámetro externo (arandela) (mm)	Est 1							
	Est 2							
Diámetro balín # 1 (mm)	Est 1							
	Est 2							
Diámetro balín # 2 (mm)	Est 1							
	Est 2							

**Tabla 5. Resultados del cálculo de incertidumbre en medidas directas.**

## 6. ANÁLISIS DE DATOS

- ✓ ¿A qué atribuye la diferencia en las medidas del diámetro y el espesor de las monedas, al realizarlas con diferentes instrumentos?
- ✓ ¿A qué atribuye la diferencia en las medidas de los diámetros de la arandela?
- ✓ ¿Con cuántas cifras decimales escribe usted sus medidas cuando utiliza consecutivamente una regla graduada en milímetros, un calibrador y un tornillo micrométrico.

## 7. CONCLUSIONES

- ¿A qué cree que se deban las diferencias encontradas por usted, al realizar las medidas con el tornillo micrométrico, el calibrador y la regla graduada en milímetros?
- ¿Qué semejanzas y diferencias encuentra usted entre un calibrador y un tornillo micrométrico?
- ¿Qué conclusiones generales podría enunciar para este experimento?
- Escriba al menos tres criterios que usted tomaría para decidir que instrumento de medición usar entre un calibrador, un tornillo micrométrico y una regla graduada en milímetros, para realizar la medición de una pieza en un proceso de manufactura.
- ¿Qué conclusiones generales podría enunciar para este experimento?