

# Elección de Instrumentos y Medición de un Volumen

Facultad de Ingeniería, Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Favaloro. - Abril 2000

Diego Alejandro Carrió, [carriod@enterate.com.ar](mailto:carriod@enterate.com.ar)

Emiliano Castillo, [emilianocastillo@hotmail.com](mailto:emilianocastillo@hotmail.com)

Carlos Nicolás Rautenberg, [purple@uol.com.ar](mailto:purple@uol.com.ar)

Manuel Leonardo Szejnberg, [manuelsgc@uol.com.ar](mailto:manuelsgc@uol.com.ar)

## **RESUMEN**

*Se realizan estimaciones de las dimensiones del objeto del cual se desea calcular el volumen, y luego entre 5 y 10 mediciones de prueba de las mismas. Esto permite determinar los instrumentos y la cantidad de mediciones necesarias para favorecer el experimento según un error preestablecido. Para lo cual también se debe recurrir a la teoría de errores. Una vez escogidos los instrumentos adecuados se miden las dimensiones pertinentes y se calcula el volumen del objeto determinado, como así también, su error.*

## **INTRODUCCIÓN**

El motivo principal de este experimento es aprender hacer un análisis del mesurando, de un error preestablecido y del instrumental que se necesita para lograr una medición lo más económica, con el menor esfuerzo y con la menor pérdida de tiempo posible.

Además, se pretende lograr la determinación de un volumen midiendo sus dimensiones lineales y calcular su error usando las fórmulas de propagación de errores.

Los mesurandos en este caso son el largo y el diámetro de una varilla (cilíndrica) de metal. Con ellos se desea calcular el volumen de la misma con un error relativo ( $e_v$ ) de 1%.

## **PROCEDIMIENTO**

Con una estimación de las dimensiones de la varilla (longitud  $l \approx 150 \text{ cm}$ , y diámetro,  $d \approx 1 \text{ cm}$ , estimadas a "ojo") se estima la apreciación ( $\sigma_{ap}$ ) que debe tener cada elemento para que luego el volumen calculado tenga el error deseado. Para eso se distribuye el error entre los distintos factores, y se utiliza la fórmula:

$$e_v = \frac{\Delta V}{V} = 2 \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta \pi}{\pi} = 0,01$$

Con los instrumentos ya seleccionados, según su apreciación, se realiza una serie de 5 mediciones para obtener la desviación de cada magnitud medida y así poder obtener el número óptimo ( $N_{op}$ ) de mediciones a realizar de cada dimensión.

Una vez obtenida la cantidad de veces que se necesita medir cada magnitud, se realiza, de acuerdo a la misma, una nueva serie de mediciones.

$$N_{op} = \left( \frac{Sx}{\sigma_{ap}} \right)^2$$

La nueva tabla arroja los resultados del valor promedio y la desviación estándar promedio con los cuales se calcula el volumen de la varilla.

El módulo del volumen se calcula usando los valores promedio obtenidos.

Para calcular el error relativo del volumen es necesario aproximar los errores absolutos de cada instrumento. Ese valor se obtiene haciendo la raíz de la suma de los cuadrados de la apreciación del instrumento y de la desviación estándar del promedio.

$$\Delta x = \sqrt{(\sigma_x)^2 + (\sigma_{ap})^2}$$

Como las aristas de la varilla utilizada están biseladas, se calcula una aproximación del volumen faltante para saber si es este valor es despreciable dentro del 1% deseado. El valor del volumen faltante o de la imperfección se aproxima suponiendo que el faltante es un poliedro de base triangular ( $b \cdot h$ ) y con altura igual a la longitud de la circunferencia de la varilla ( $d \cdot \pi/2$ ).

$$V_i = \frac{b \cdot h \cdot d \cdot \pi}{2}$$

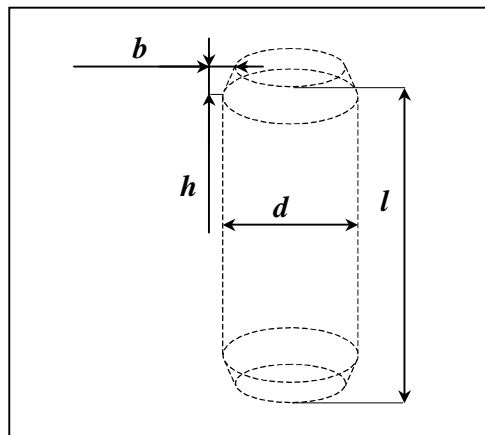


Figura 1: forma y dimensiones del objeto cuyo volumen se quiere averiguar.

## RESULTADOS

Los cálculos realizados indican que se debe utilizar una regla metálica ( $\sigma_{ap}=1\text{mm}$ ) para medir la longitud de la varilla y un calibre ( $\sigma_{ap}=0,05\text{mm}$ ) para medir su diámetro. También se considera la utilización de  $\pi$  con un error de 0,1%, o sea  $\pi=3,142$ .

Se puede decir que la serie inicial de 5 mediciones resulta suficiente para realizar un cálculo fidedigno de las dimensiones pues el  $N_{op}$  es menor que 5 para ambas.

Del experimento se pueden extraer los siguientes resultados numéricos:

$\langle d \rangle$	$(1,000 \pm 0,005) \text{ cm}$
$\langle l \rangle$	$(50,34 \pm 0,1) \text{ cm}$
$\sigma_d$	$0,00 \text{ cm}$
$\sigma_l$	$0,022 \text{ cm}$
<b>Volumen de la varilla</b>	<b><math>(39.5 \pm 0.5) \text{ cm}^3</math></b>
<b>Volumen total de la imperfección</b>	<b><math>0,071 \text{ cm}^3</math></b>
<b>Porcentaje de la imperfección</b>	<b><math>0,18\%</math></b>

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Una buena observación, para obtener una estimación de las magnitudes del objeto antes de las mediciones formales, facilita las mediciones. Es decir, esto permite escoger los instrumentos adecuados, ni más complejos ni más rudimentarios de lo necesario. Se adiciona a ello, el poder calcular el número de mediciones necesarias. Con esto se pueden obtener las condiciones óptimas para una determinada medición, o sea, para una determinada precisión, mínimo costo, esfuerzo y pérdida de tiempo.

El tiempo total de medición no supera los 2 minutos. El costo aproximado del instrumental es de 50 pesos, y se podría decir que la mano de obra no supera los \$5. Lo que vale la mano de obra se debe más al know how que al hecho de medir.

El volumen del mismo objeto se podría medir con una precisión mayor a 0,1% con un micrómetro de  $\sigma_{ap} < 0,01 \text{ mm}$  (para el diámetro) y un calibre de  $\sigma_{ap} < 0,05 \text{ mm}$ . El costo sería de aproximadamente 100 pesos. El procedimiento de medición tendría los mismos pasos que con la precisión de 1%, pero aumentaría el número de mediciones, el tiempo utilizado, el esfuerzo humano y finalmente el costo general de la medición.

Para medir el volumen de un cuerpo con forma irregular se lo debe sumergir en un líquido no nocivo para el mismo. El volumen del cuerpo es la diferencia entre los volúmenes que ocupan el recipiente medidos antes y después de inmersión.

Además, se puede calcular la densidad de dicho cuerpo. Para ello, primero se debe medir la masa del mismo, y luego se calcula el cociente entre el volumen y dicha masa.

## BIBLIOGRAFÍA

- Introducción general a la teoría de errores- Física re-Creativa - S.Gil y E. Rodríguez en [www.fisicarecreativa.com](http://www.fisicarecreativa.com)