

# MEDICIÓN DEL VOLUMEN

# CONCEPTOS BÁSICOS

---

- ✘ **Volumen:** porción de espacio que ocupa un cuerpo ya sea sólido, líquido o gaseoso.
- ✘ **Capacidad:** es el volumen de un fluido que puede contener o suministrar un instrumento de medición.

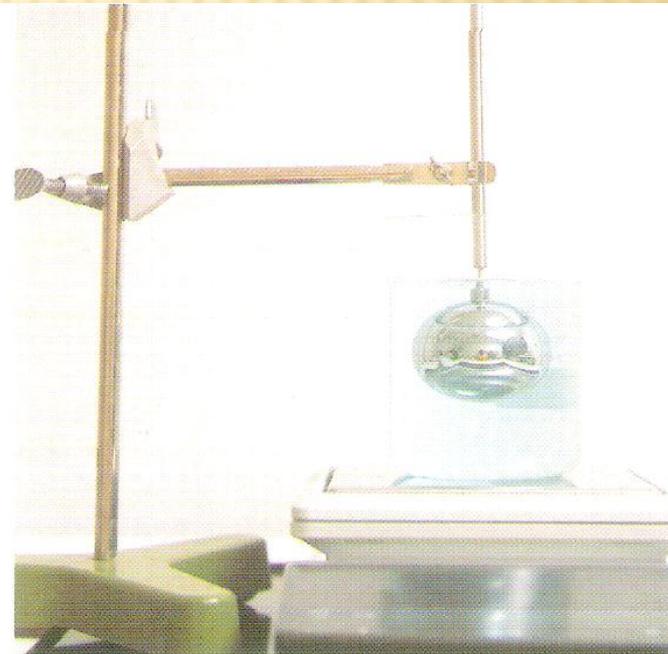
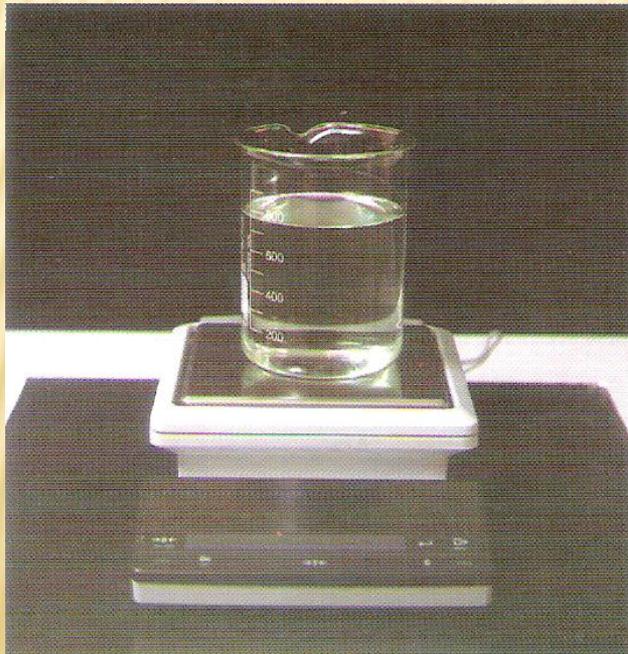
# CONCEPTOS BÁSICOS

---

- ✘ **Calibración:** es el proceso mediante el cual se establece el grado de correspondencia entre el valor indicado por un instrumento de medición y el valor convencionalmente verdadero de la magnitud sometida a medición.
- ✘ **Ajuste:** es el proceso mediante el cual se lleva a un instrumento al mejor estado de exactitud posible.

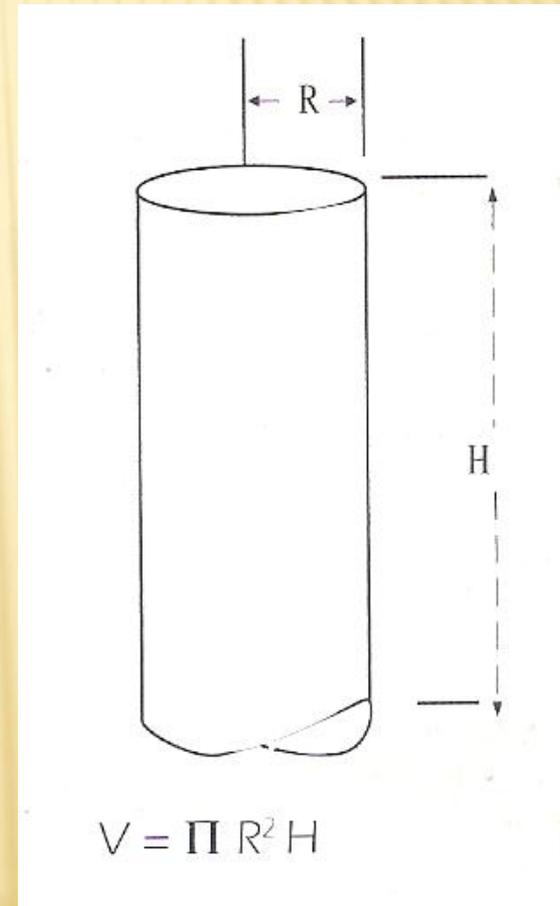
# MÉTODOS DE MEDICIÓN

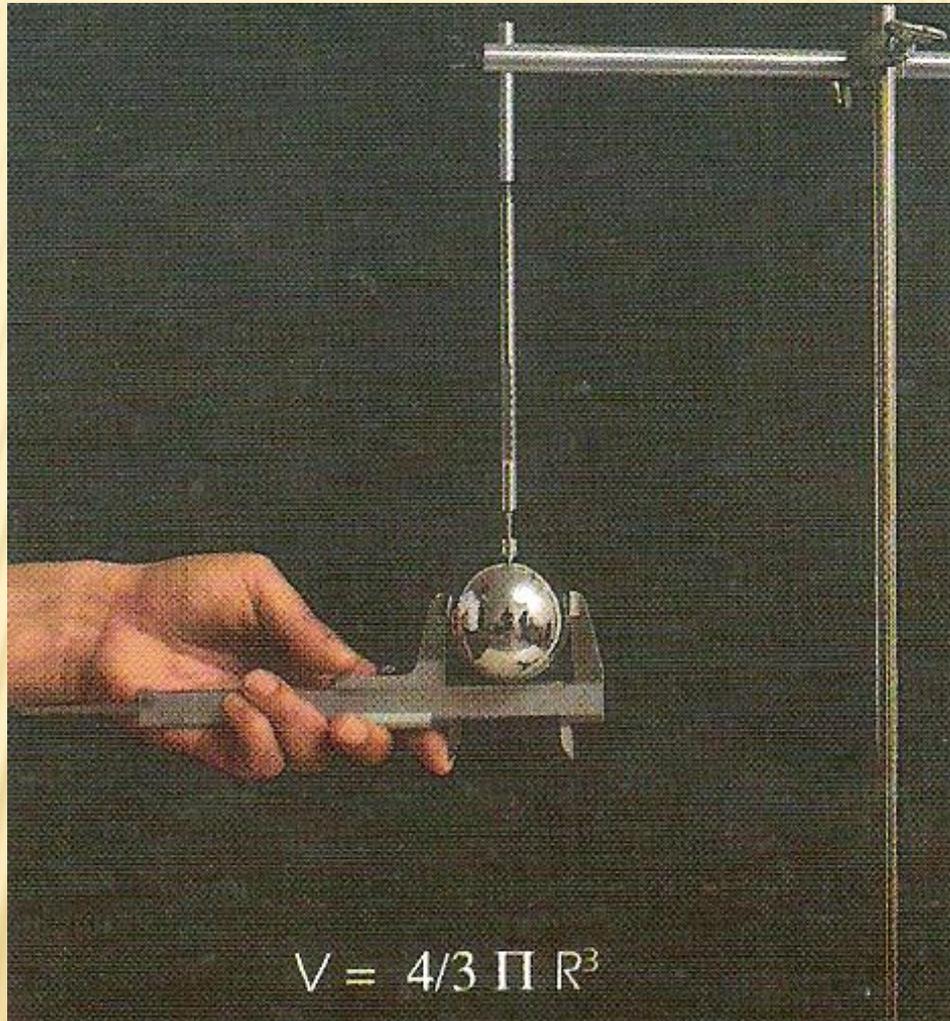
1. **Método gravimétrico:** consiste en calcular el volumen de un cuerpo a partir del conocimiento de su masa y su propia densidad o la del fluido en el que se encuentra inmerso.



## 2. Método geométrico:

consiste en calcular el volumen de un cuerpo a partir de mediciones geométricas realizadas con instrumentos de medición de longitud y una fórmula de cálculo que depende de su forma.





$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

---

**3. Mediante instrumentos de medición:** es la manera más empleada, consiste en estimar el volumen de un fluido mediante la indicación del instrumento.

Los instrumentos de laboratorio han sido desarrollados especialmente para mediciones exactas del volumen de fluidos.

# INSTRUMENTOS DE LABORATORIO PARA MEDICIÓN DE VOLUMEN

---

- ✘ Se fabrican principalmente en vidrio: fácil limpieza, químicamente inerte y poca deformación.
- ✘ Se emplean en los laboratorios para medir el volumen de líquidos necesarios en la realización de pruebas y ensayos.
- ✘ La capacidad de estos instrumentos puede oscilar entre unos pocos microlitros hasta varios litros.

# INSTRUMENTOS DE LABORATORIO PARA MEDICIÓN DE VOLUMEN

---

Deben seleccionarse de manera adecuada para obtener resultados confiables en los ensayos de laboratorio:

- + **volumétrico de exactitud** : transferencia de muestras, patrones y soluciones estándar
- + **Instrumentos graduados:** medir reactivos y otras operaciones

# CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS

Es necesario conocer las posibilidades y limitaciones de los instrumentos volumétricos, de manera que se de un uso apropiado.



# AJUSTE

El uso de cada instrumento depende del ajuste de fábrica que se haya realizado. Existen dos tipos de marcas que distinguen los ajustes:

'In': La cantidad de líquido contenida corresponde al volumen impreso sobre el aparato,



'Ex': La cantidad de líquido vertida corresponde al volumen impreso sobre el aparato

otras siglas usadas: **TD** para transferir (Ex) y **TC** para contener (In)

# TEMPERATURA DE USO

La temperatura del líquido que se va a medir está indicada sobre la superficie del material. El valor más común corresponde a 20 °C, la medición de líquidos con una temperatura diferente incluye un error adicional al ensayo.

El vidrio posee un coeficiente de expansión térmica volumétrica muy pequeño, de manera que el efecto sobre la capacidad del recipiente se puede despreciar.



# TEMPERATURA DE USO

Para soluciones acuosas, el coeficiente de expansión térmica es de alrededor de  $0,0002/^{\circ}\text{C}$

Por ejemplo, si se usa un instrumento de 5 mL calibrado a  $20^{\circ}\text{C}$  a una temperatura de  $27^{\circ}\text{C}$ , el volumen que realmente se está midiendo es de:

$$\begin{aligned}V_{20^{\circ}\text{C}} &= 5 \text{ mL} + \frac{0,0002}{^{\circ}\text{C}} \times 5 \text{ mL} \times (20 - 27)^{\circ}\text{C} \\ &= 4,993 \text{ mL}\end{aligned}$$

# TIEMPO DE EXPULSIÓN



En el material volumétrico con ajuste para verter (Ex) se puede indicar el tiempo de vaciado sobre la superficie del material:

Por ejemplo:  $Ex + 15 s$

significa que después del vaciado completo debe esperarse 15 segundos para que el líquido remanente salga.

Una marcas “S” significa que es de vaciado rápido

# TOLERANCIA

La clase de exactitud del material se encuentra especificada con una marca, al igual que su valor.



**Clase A/AS:** las tolerancias del volumen están dentro de los límites fijados por las normas DIN e ISO.

**Clase B:** las tolerancias del volumen están dentro del doble de los límites de error para la clase A/AS.



# EJEMPLO: ROTULACIÓN DE UNA PIPETA AFORADA



# CALENTAMIENTO DEL MATERIAL VOLUMÉTRICO



Todo el material volumétrico reutilizable de buena calidad se puede calentar en la estufa de secado o de esterilización hasta  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$  sin que haya que temer una variación de volumen. Sin embargo, debe tenerse siempre en cuenta que un calentamiento irregular o un cambio brusco de temperatura provoca tensiones térmicas que pueden conducir a la rotura del vidrio.

---

# **TIPOS DE MATERIAL VOLUMÉTRICO DE LABORATORIO**

# BALONES VOLUMÉTRICOS

Son instrumentos fabricados y ajustados para contener (ln). Su capacidad está definida como el volumen de agua a 20 °C contenido cuando se encuentra lleno hasta la línea de graduación (aforo).



# BALONES VOLUMÉTRICOS

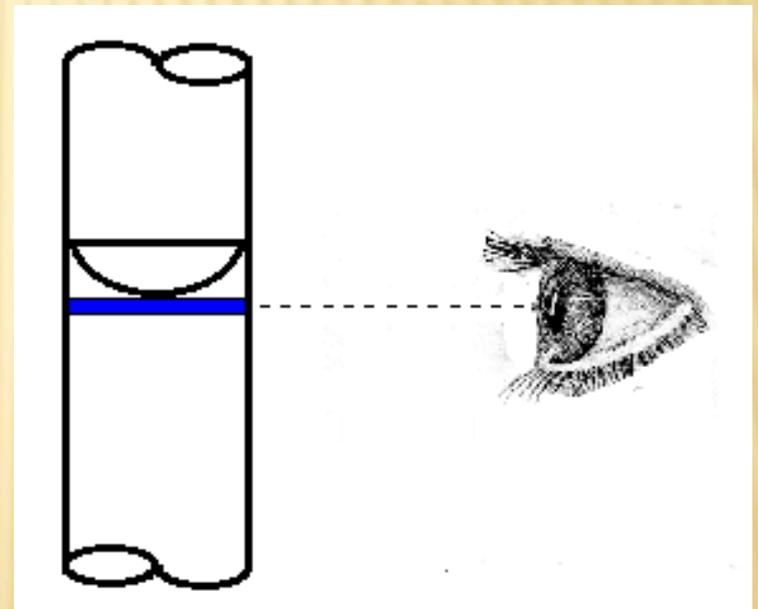
Capacidad nominal (mL)	Error máximo permitido (mL)	
	Clase A	Clase B
5	±0,025	±0,05
10	±0,025	±0,05
25	±0,04	±0,08
50	±0,06	±0,12
100	±0,10	±0,20
200	±0,15	±0,30
250	±0,15	±0,30
500	±0,25	±0,50
1000	±0,40	±0,80
2000	±0,60	±1,20

Tabla 1. Tolerancia para los balones volumétricos de vidrio (según NTC 2322)

# UTILIZACIÓN

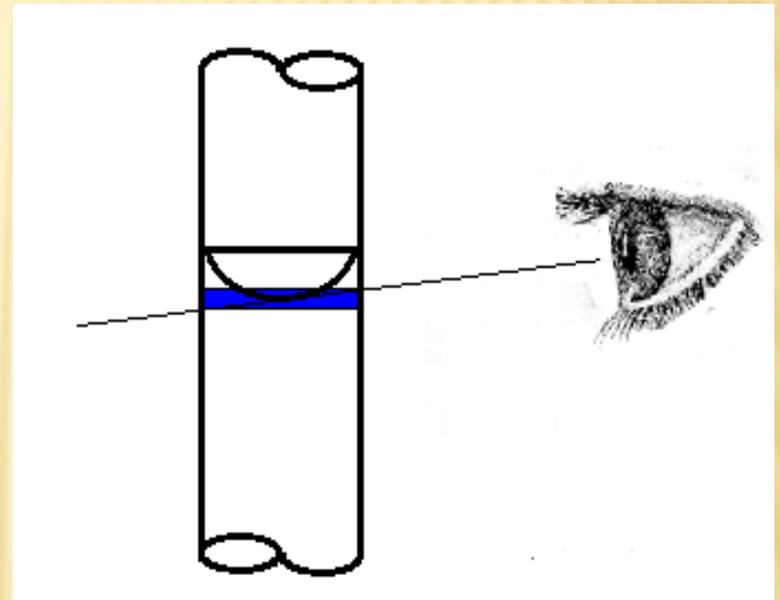
Debe colocarse sobre una superficie plana horizontal para aforar con el líquido. El aforo puede realizarse de cualquiera de las siguientes formas

**Método 1:** “El menisco será ajustado de forma que el plano horizontal que pasa por el borde superior de la línea de graduación sea tangente al menisco en su punto más bajo, quedando la línea visual comprendida en el mismo plano”



# UTILIZACIÓN

**Método 2:** “El menisco puede ajustarse de tal forma que el plano horizontal del centro de la línea de graduación sea tangente al punto más bajo del menisco. Para tal efecto, se alinean sobre la visual el borde superior de la parte anterior de la línea de graduación, el borde inferior de la parte posterior de la misma y el punto de tangencia del menisco”



# RECOMENDACIONES DE USO

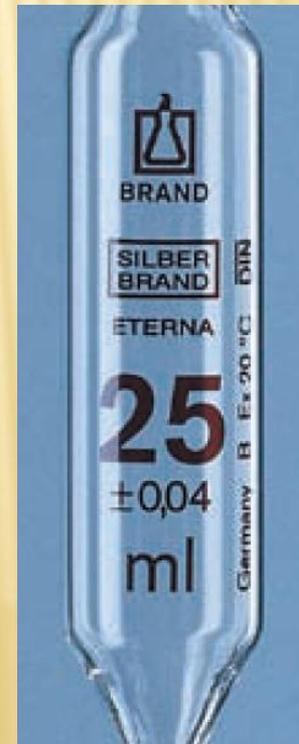
---

- ✘ Lavar muy bien antes de usarse.
- ✘ Sostener el instrumento por el cuello, por encima del aforo
- ✘ Llenar hasta el aforo de manera adecuada, puede ser necesario usar un gotero para el enrase.
- ✘ Para mezclar correctamente solamente realice varias inversiones con el tapón sin agitar fuertemente para evitar las burbujas de aire

# PIPETAS VOLUMÉTRICAS

Son tubos de vidrio, con un aforo que sirve para trasladar un volumen determinado de líquido de un envase a otro, están diseñados con un ajuste para verter (Ex)

El volumen suministrado corresponde a la cantidad de agua a 20 °C que se vierte desde el punto del aforo hasta que la descarga apropiada



# PIPETAS VOLUMÉTRICAS

Capacidad nominal (mL)	Error máximo permitido (mL)	
	Clase A ( $\pm$ )	Clase B ( $\pm$ )
0,5	0,005	0,01
1	0,008	0,015
2	0,01	0,02
5	0,015	0,03
10	0,02	0,04
20	0,03	0,06
25	0,03	0,06
50	0,05	0,1
100	0,08	0,15
200	0,1	0,2

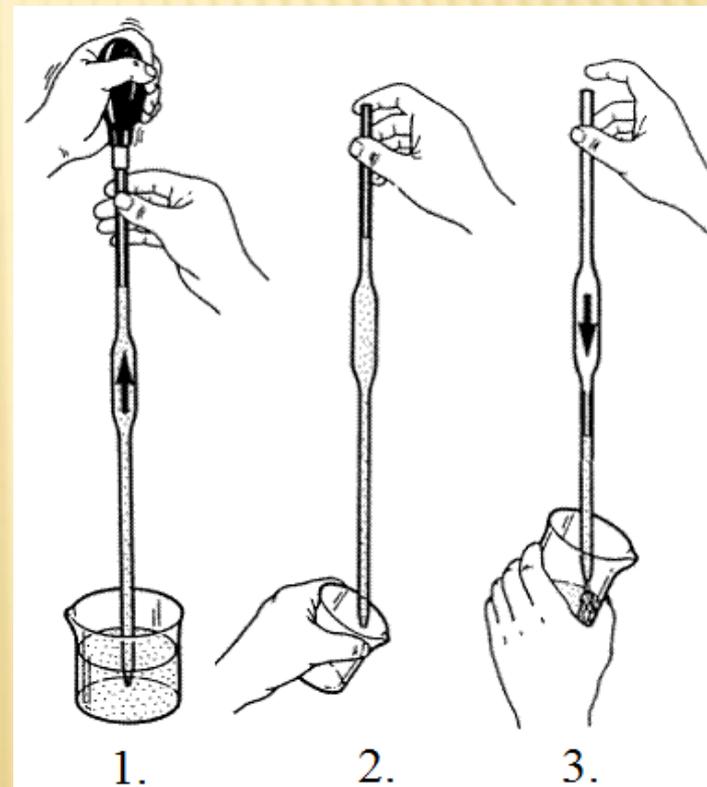
Tabla 2. Tolerancia para pipetas volumétricas (NTC 2052)

# UTILIZACIÓN

**1. Llenado:** se coloca en posición vertical y se llena con la solución hasta un nivel situado a algunos milímetros por encima del aforo retirando cualquier gota adherida a la punta. El enrase del menisco se efectúa por uno de los dos métodos descritos.

**2. Remoción de exceso:** cualquier gota que quede adherida a la punta de la pipeta debe eliminarse poniendo la punta en contacto con un recipiente de vidrio

**3. Vertido:** se coloca verticalmente contra un recipiente de vidrio ligeramente inclinado, de forma que la punta de la pipeta esté en contacto con la pared interior del recipiente, pero sin deslizar la pipeta por el recipiente durante el tiempo de vertido y el período de espera.



# RECOMENDACIONES DE USO

---

- ✘ Debe lavarse muy bien antes de usarse.
- ✘ Realizar varios enjuagues (purgar tres veces) con la solución que se va a transferir, verificando que cualquier gota que quede adherida a las paredes del recipiente corresponda al líquido que se va a medir.
- ✘ Verificar si se trata de una pipeta de uno o dos trazos antes de usar.
- ✘ Al llenar, comprobar que no haya burbujas de aire atrapadas en el líquido.
- ✘ No soplar o sacudir el instrumento al terminar el vaciado

NTC 2052,2201,2200,  
2199 y 2198

# PIPETAS GRADUADAS

---

## Tipos:

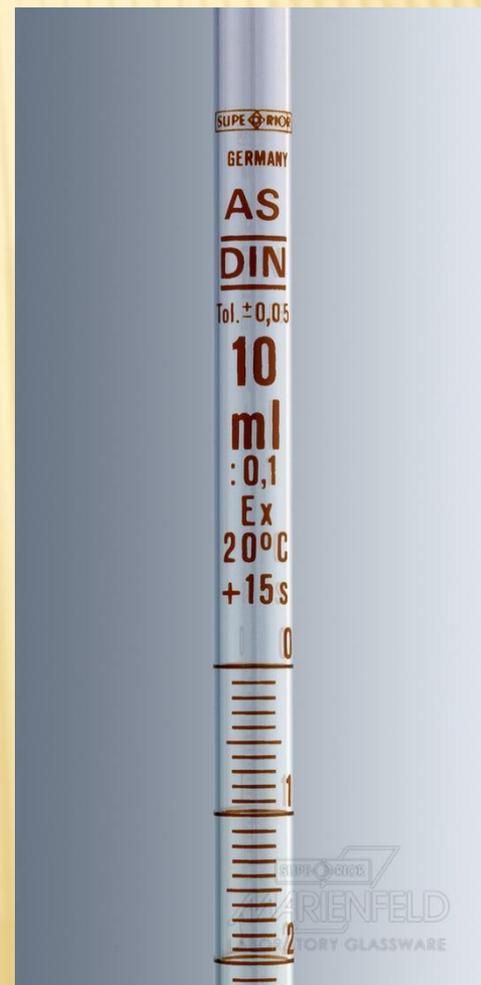
1. Con tiempo de espera definido (15 s)
2. De soplado
3. Tipo 1: vaciado parcial
4. Tipo 2: vaciado total
5. Tipo 3: vaciado parcial



# PIPETAS GRADUADAS CON TIEMPO DE ESPERA

Se llenan hasta la marca de cero y se elimina el exceso (como las pipetas volumétricas).

Al verte, el flujo se interrumpe cuando el menisco esté a algunos milímetros por encima de esta línea de graduación; el ajuste final se hace después que hayan transcurrido 15 s.



# PIPETAS GRADUADAS DE SOPLADO

Deben estar marcadas con un círculo blanco en la parte superior de la pipeta. Adicionalmente, este círculo debe tener una inscripción que indique que se trata de una pipeta de soplado (por ejemplo “soplado”, o algo similar, p.e. blow out).



Cuando el vertido es completo se deja que transcurra un tiempo de 3 s y se expulsa la última gota por soplado, entonces se retira la pipeta del recipiente.

# PIPETAS GRADUADAS TIPO 1: VACIADO PARCIAL



Al vaciar, el flujo se restringe cuando se va a ajustar el menisco sobre la línea de graduación, y no se deja ningún lapso de tiempo para que drene el líquido adherido a las paredes, antes de hacer el ajuste final



# PIPETAS GRADUADAS TIPO 2: VACIADO TOTAL



El flujo se restringe hasta que se esté seguro que el menisco permanece quieto en la punta antes de retirar la pipeta del recipiente receptor.

Al terminar el vertido, se debe esperar un tiempo de aproximadamente 3 segundos antes de retirar la pipeta del recipiente de vidrio.

# PIPETAS GRADUADAS TIPO 3: VACIADO TOTAL



El flujo se empieza a restringir hasta que el extremo inferior del menisco sea tangente a la línea de graduación, y no se permite que transcurra ningún período para que drene líquido adherido a las paredes antes del ajuste final.

Al terminar el vertido (en el caso de verter la capacidad total) se completa con un tiempo de espera de 3 s antes de retirar la pipeta del recipiente,



# RECOMENDACIONES DE USO

---

- ✘ Emplear pipetas que se encuentren bien limpias,
- ✘ Establecer el tipo de pipeta graduada para determinar su uso.
- ✘ No usarlas para medir volúmenes que requieran alta exactitud
- ✘ Al llenar, comprobar que no haya burbujas de aire atrapadas en el líquido.
- ✘ No soplar o sacudir el instrumento al terminar el vaciado

# BURETAS

---

Son instrumentos de ajuste para verter mediante una válvula de descarga que permite controlar el flujo del líquido.



# BURETAS

Capacidad Nominal (mL)	Menor división de escala (mL)	Error máximo permitido (mL)	
		Clase A ( $\pm$ )	Clase B ( $\pm$ )
1	0,01	0,01	0,02
2	0,01	0,01	0,02
5	0,02	0,01	0,02
10	0,02	0,02	0,05
10	0,05	0,02	0,05
25	0,05	0,03	0,05
25	0,1	0,05	0,1
50	0,1	0,05	0,1
100	0,2	0,1	0,2

Tabla 3. Tolerancias para buretas (NTC 2175).

# UTILIZACIÓN

**1. Llenado:** se coloca en posición vertical con ayuda de un soporte y pinzas y se llena con la solución hasta un nivel situado a algunos milímetros por encima del aforo. El enrase del menisco se efectúa descargando en un recipiente auxiliar, siguiendo uno de los dos métodos descritos.

**2. Remoción de exceso:** cualquier gota que quede adherida a la punta de la pipeta debe eliminarse poniendo la punta en contacto con un recipiente de vidrio.

**3. Vertido:** se descarga hasta el punto deseado (o punto final), se espera 3 s (o el tiempo establecido) y se registra el volumen o se ajusta de nuevo al volumen deseado.



## UTILIZACIÓN

Para la lectura debe considerarse el diseño del fabricante:



Lectura en el punto más bajo del menisco



**Franja de Schellbach:** Lectura a la altura del punto de contacto de las dos puntas.

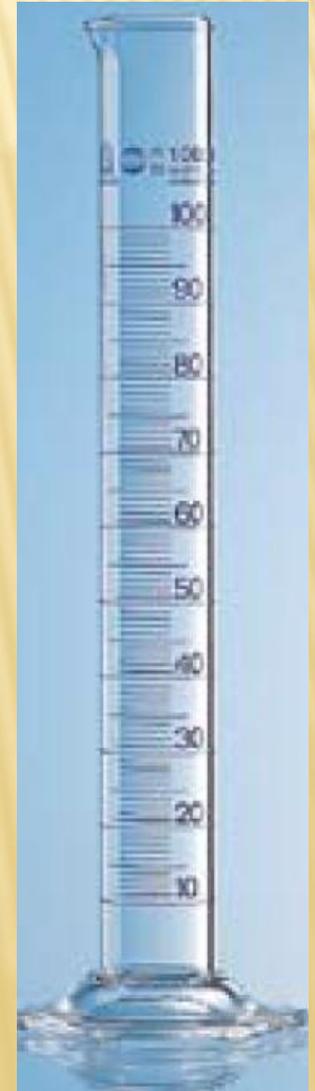
# RECOMENDACIONES DE USO

---

- ✘ La calidad del lavado se puede verificar si una película de agua adherida al vidrio corre homogéneamente.
- ✘ Debe revisarse que la llave se encuentre bien cerrada antes de llenarla
- ✘ Verificar la ausencia de burbujas de aire

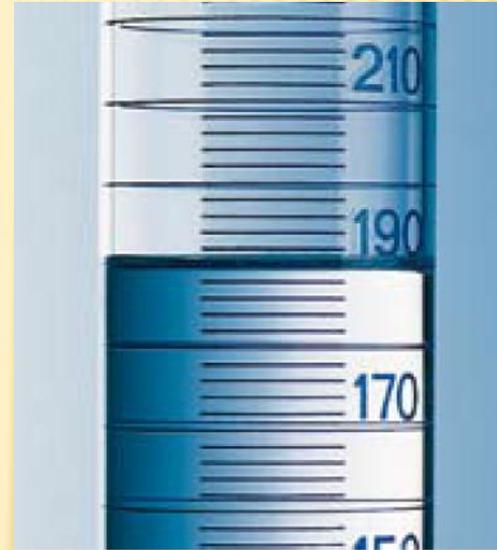
# PROBETAS GRADUADAS

Consisten de un cilindro que puede disponer de un solo trazo o de una escala graduada. Se ajustan para contener y su capacidad se define como el volumen de líquido que pueden contener cuando es llenada hasta el trazo especificado.



# RECOMENDACIONES DE USO

La lectura se hace en el  
punto más bajo del  
menisco



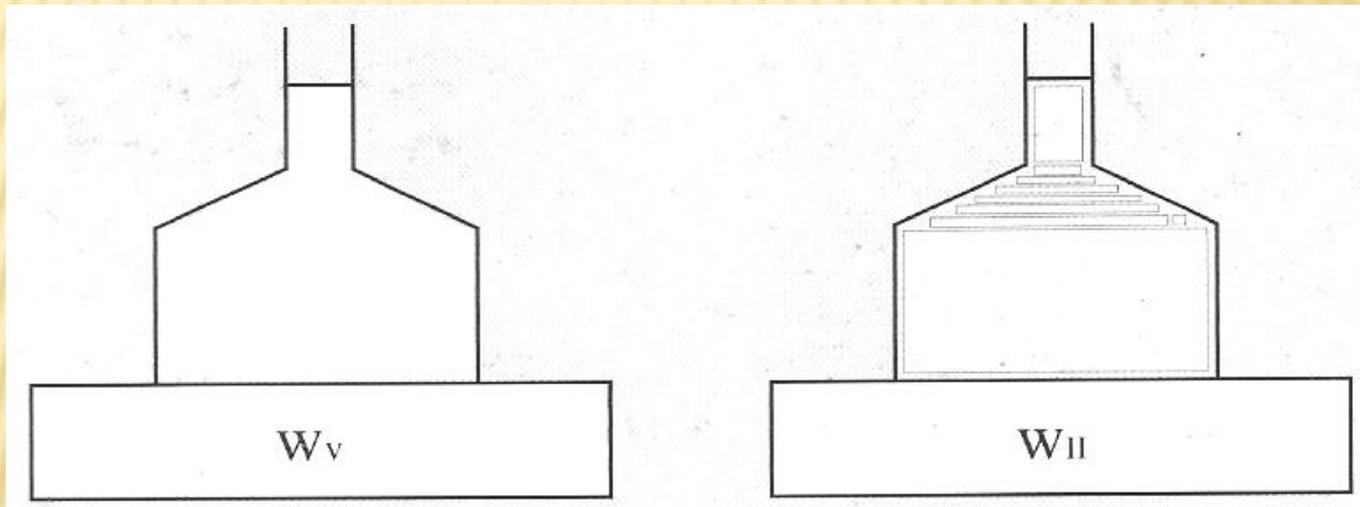
NTC 2321

# MÉTODO GRAVIMÉTRICO DE CALIBRACIÓN

Consiste en determinar el volumen de un líquido contenido o suministrado por un instrumento, mediante el conocimiento de su masa y su densidad, para lo cual se requiere el uso de una balanza, un termómetro y una tabla o una fórmula que permita obtener el valor de la densidad del líquido de prueba a la temperatura de trabajo.

# PROCEDIMIENTO

1. El instrumento se pesa vacío y posteriormente con el líquido de densidad conocida:



---

2. El valor del volumen (V) se obtiene como sigue:

$$V = \frac{W_{LL} - W_V}{d_{ag} - d_{ai}}$$

donde:

$W_{LL}$  es la masa del instrumento lleno

$W_V$  es la masa del instrumento vacío.

$d_{ag}$  es la densidad del agua.

$d_{ai}$  es la densidad del aire

# EXPRESIÓN CON CORRECCIÓN DE EMPUJE DEL AIRE Y CALIBRACIÓN

$$V = \frac{WLL - Wv}{d_{ag} - d_{ai}} \left[ 1 - \frac{d_{ai}}{dp} \right]$$

con

$d_p$  : densidad de la pesa de calibración de la balanza.

El volumen V es el determinado a la temperatura de trabajo, para conocer el volumen ( $V_0$ ) a una temperatura de referencia ( $T_0$ ), que generalmente es 20 °C, se hace mediante:

$$V_0 = V (1 - k [ T - T_0 ])$$

Donde k es el coeficiente de expansión térmica del líquido, para el agua es  $2 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$