

METROLOGIA

1.- Definición

2.- Magnitudes primitivas

- 2.1.- Longitud
- 2.2.- Masa
- 2.3.- Temperatura

3.- Magnitudes derivadas

- 3.1.- Densidad
- 3.2.- Presión
- 3.3.- Viscosidad

4.- Medición de tanques

4.1.- Medida con cinta convencional

- 4.1.1.- Medida por inmersión
- 4.1.2.- Medida por vacío
- 4.1.3.- Medida de temperatura

4.2.- Medida con cinta electrónica

4.3.- Ejemplo de la influencia de la temperatura en el volumen medido

1.- Definición de metrología

La metrología es la ciencia que estudia los sistemas de pesas y medidas.

Hay diferentes cosas que pueden medirse: longitudes, áreas, temperaturas, etc.

Todo aquello que puede medirse se llama **magnitud**; por lo tanto, la longitud, el área, la temperatura son magnitudes.

Las magnitudes son de diferente naturaleza o especie. Las magnitudes son **primitivas** cuando no derivan de otra magnitud como la masa, la longitud, la temperatura y el tiempo. Se llaman magnitudes **derivadas** las que se definen con respecto a las magnitudes primitivas; la velocidad es una magnitud derivada que resulta del cociente de dos magnitudes elementales, longitud y tiempo.

Medir una magnitud es comparar una cantidad con otra cantidad de la misma especie tomada como unidad, determinando las veces que dicha cantidad contiene a la unidad o una parte de la unidad. La medida permite representar cada una de las cantidades de la magnitud por un número que se llama valor numérico de la cantidad medida y el nombre de la unidad que se empleó.

2.- Magnitudes primitivas

Las magnitudes primitivas de interés en este curso son:

<u>MAGNITUD</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>SÍMBOLO</u>
longitud	metro	m
masa	kilogramo	kg
temperatura	grado centígrado	°C
tiempo	segundo	s

2.1.- Longitud

La unidad de medida de la magnitud longitud es el metro. Se definen múltiplos y submúltiplos de la unidad de medida.

Para el metro los más importantes son:

kilómetro (km)	-----	1000m
decímetro (dm)	-----	0,1m
centímetro (cm)	-----	0,01m
milímetro (mm)	-----	0,001m

A partir de la magnitud longitud se definen otras como ser el área y el volumen.

La unidad de área o superficie es el metro cuadrado (m^2) que es la superficie de un cuadrado de 1m de lado.

Los múltiplos y submúltiplos más importantes son:

kilómetro cuadrado (km^2)	-----	1.000.000 m^2
decímetro cuadrado (dm^2)	-----	0,01 m^2
centímetro cuadrado (cm^2)	-----	0,0001 m^2
milímetro cuadrado (mm^2)	-----	0,000001 m^2

La unidad de volumen es el metro cúbico (m^3) que es el volumen de un cubo de un metro de arista.

Los submúltiplos más importantes son:

decímetro cúbico (dm^3)	-----	0,001 m^3 -----	1 litro
centímetro cúbico (cm^3)	-----	0,000001 m^3 -----	0,001 litro
milímetro cúbico (mm^3)	-----	0,000001	litro

2.2.- Masa

El kilogramo es la unidad de medida de la masa.

Algunos de los múltiplos y submúltiplos más importantes son:

tonelada (ton)----- 1000 kg
gramo (g)----- 0,001 kg
miligramos (mg)-----0,000001 kg

2.3.- Temperatura

La temperatura es una magnitud primitiva.

Cuando tocamos un cuerpo y sentimos que está caliente decimos que tiene una temperatura alta; cuando sentimos que el cuerpo está frío, decimos que tiene una temperatura baja. Por lo tanto se usa la palabra "temperatura" para describir la condición de calor o frío de un cuerpo.

Como calor o frío son sensaciones subjetivas se utilizan aparatos que aprovechan la dilatación de los cuerpos para medir la temperatura.

Hay dos unidades de medida de la temperatura que son las más utilizadas: el grado centígrado o Celsius y el grado Farenheit. Estas dos escalas toman las mismas temperaturas de referencia pero les asignan distintos valores. Las temperaturas de referencia, fácilmente reproducibles, son la temperatura de fusión del hielo puro y la temperatura de ebullición del agua destilada (a una presión barométrica de 760 mm de mercurio).

Escala Celsius

La escala Celsius marca con valor cero el punto de fusión del hielo y con 100 el punto de ebullición del agua, y el intervalo entre estos puntos se divide en 100 partes iguales. La unidad de medida se denomina grado centígrado o grado Celsius.

Escala Farenheit

En su construcción se ha marcado el punto de fusión del hielo con 32° en lugar de 0° y el punto de ebullición del agua con 212° en vez de 100°.

El cero de esta escala es la temperatura que se obtiene al mezclar pesos iguales de cloruro de amonio y nieve. Farenheit, quien introdujo esta escala, eligió este punto cero porque pensó que representaba la temperatura más baja que podía lograrse en el laboratorio.

Para pasar de la escala Celsius a Farenheit se aplica la siguiente:

$$^{\circ}\text{F} = 1,8 * ^{\circ}\text{C} + 32$$

Ejemplo- Calcular a cuantos °F corresponden 100 °C.

$$^{\circ}\text{F} = 1,8 * 100 + 32 = 212 ^{\circ}\text{C}$$

En forma inversa, pasamos de °F a °C :

$$^{\circ}\text{C} = \frac{{}^{\circ}\text{F} - 32}{1,8}$$

Ejemplos:

A) Calcular a cuantos °C corresponden 100 °F.

$$^{\circ}\text{C} = (100 - 32) / 1,8 = 37,8 ^{\circ}\text{C}$$

B) Calcular a cuántos °C corresponden 0°F:

$$^{\circ}\text{C} = (0 - 32) / 1,8 = -17,77 ^{\circ}\text{C}$$

3.- Magnitudes derivadas

Las magnitudes derivadas de interés en este curso son la densidad, la presión y la viscosidad.

3.1.- Densidad absoluta y densidad relativa

La densidad absoluta es la magnitud que expresa cuan pesado o liviano es un producto. La densidad absoluta se define como la masa por unidad de volumen. En otras palabras, es lo que pesa la unidad de volumen.

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} \qquad \text{densidad} = \frac{\text{kg}}{\text{litro}}$$

Las unidades habituales de la densidad son por lo tanto kg/l (kilogramo por litro) o g/cc (gramo por centímetro cúbico).

La densidad relativa es la relación entre el peso de un volumen dado de un material a una temperatura dada y el peso de un volumen igual de agua destilada.

La densidad relativa por definición es un valor numérico que no tiene unidades ya que es una relación adimensional.

Grados API (°API)

El American Petroleum Institute determinó una escala arbitraria en la cual la densidad del agua pura se toma como 10 °API.

Los líquidos más livianos que el agua tienen grado API mayores que 10 y los más pesados tienen valores menores que 10.

Los grados API se calculan mediante la ecuación:

$$^{\circ}\text{API} = \frac{141,5}{\text{densidad relativa}} - 131,5$$

Ejemplo: Expresar en °API la densidad de un aceite cuya densidad relativa es 0,95.

$$^{\circ}\text{API} = (141,5 / 0,95) - 131,5 = 17,4$$

Efecto de la temperatura en la densidad

Cuando se transfiere calor a un cuerpo el mismo se dilata, aumentando su volumen. El peso en cambio, aunque el cuerpo se caliente no cambia. Como la densidad absoluta es el peso por unidad de volumen, el valor de la densidad varía con la temperatura.

Al aumentar la temperatura los cuerpos se hacen menos densos:

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}, \text{ al aumentar el denominador el cociente disminuye.}$$

Por esta razón, la densidad debe expresarse referida a una temperatura. Los aceites terminados de ANCAP se expenden considerando la densidad a 20°C.

3.2.- Presión

Es la relación entre la fuerza aplicada a una superficie y el área de dicha superficie.

$$\text{Presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Superficie}}$$

Unidades

<u>FUERZA</u>	<u>SUPERFICIE</u>	<u>PRESIÓN</u>
kgf (kilogramo fuerza)	cm ²	kgf/cm ²
lb (libra fuerza)	in ² (pulgada cuadrada)	lb/in ² (psi)

Equivalencias

1 kgf/cm² equivale a -----14,22 psi
100 psi equivale a ----- 7 kgf/cm²

Otras unidades de presión son: 1 atmósfera= 1,033kgf/cm²= 760 mm de mercurio

3.3.- Viscosidad

La viscosidad es la expresión de la resistencia que el fluido ofrece a fluir.

Puede ser determinada midiendo la fuerza requerida para vencer la fricción del lubricante en un film de dimensiones conocidas.

La viscosidad determinada de esta manera se llama viscosidad dinámica o absoluta y se mide en poise (p) o en centipoise (cp).

Normalmente se utiliza la viscosidad cinemática que resulta de dividir la viscosidad dinámica entre la densidad del producto. La unidad de medida de la viscosidad cinemática es el centistoke (cst).

4.- Medición de tanques

Para conocer la cantidad de un producto contenido en un tanque, es necesario medir el volumen del producto y la temperatura a la que se encuentra, ya que como se vio anteriormente, el volumen es función de la temperatura.

4.1.- Medida con cinta convencional

4.1.1.- Medida por inmersión

Este método es aplicable para la medición de tanques convencionales.

Con la parte no graduada de la cinta en contacto con el borde de la boca de medición en el punto de referencia, bajar la plomada y la cinta dentro del tanque hasta que la plomada esté en la zona a una pequeña distancia del fondo determinado por la longitud de cinta no soltada del "reel" en comparación con la longitud de la profundidad de referencia del tanque.

Luego soltar lentamente la cinta hasta que la punta de la plomada toque justo al fondo del tanque. Si la cinta es bajada muy lejos, la plomada se inclinará y el punto de corte será mayor que el correcto.

Registre la lectura de la cinta en el punto de referencia y compare con la profundidad de referencia por la existencia de variaciones entre estos dos valores.

Recoja la cinta rápidamente, lea y registre el corte de producto en la cinta como la medida de inmersión. Usualmente el corte es más fácilmente visible en la parte no graduada de la cinta ya que las graduaciones tienden a ocultar el corte. En el caso de repetir medidas es importante bajar la cinta desde la misma altura de referencia. Errores importantes resultan si la plomada cae sobre algún elemento extraño en el fondo del tanque.

4.1.2.- Medida por vacío

El método de medida por vacío se aplica en la determinación de cantidad de líquido contenido en tanques de techo fijo, bodegas de barcos.

Baje la cinta y la plomada hasta que la plomada toque la superficie del producto. Luego que la plomada se detiene baje la cinta lentamente de modo que la plomada se introduzca 5 a 8 cm en el producto.

Registre la lectura de la cinta en el punto de referencia.

Suba la cinta inmediatamente y registre la lectura de producto en la plomada.

La medida total de vacío es la resta de la lectura de la cinta menos la lectura de la plomada.

4.1.3.- Medición de temperatura

Debido a que a partir de los volúmenes medidos se deben calcular los volúmenes referidos a la temperatura standard de 15°C o 20°C, es necesario determinar la temperatura a la cual se realiza la medida volumétrica.

La temperatura es obtenida bajando un termómetro para tanques de rango apropiado de temperaturas a través de la boca de medición al nivel especificado, se espera que el termómetro alcance la temperatura del producto, y luego se recoge el termómetro rápidamente y se lee la temperatura.

Para calcular el volumen contenido en un tanque a la temperatura estándar, es necesario obtener la temperatura promedio del producto con bastante exactitud.

La temperatura de un líquido almacenado varía con la profundidad. Si esta variación fuera importante, es necesario registrar la temperatura a diferentes niveles para obtener luego un promedio.

El tiempo de inmersión necesario del termómetro depende del tipo de producto a medir. En el caso de aceites lubricantes, el tiempo mínimo es de 15 minutos, y la lectura del termómetro debe ser realizada inmediatamente de emergido para que no sufra variaciones debido a la temperatura ambiental.

4.2.- Ejemplo de la influencia de la temperatura en la medida

La medida por inmersión de Neutral 500 contenido en el tanque 410, fue de 7780 mm.

Calcular: a) el contenido del tanque a 15°C si la temperatura es del producto es de 27°C.

b) el contenido del tanque a 15°C si la temperatura es de 5°C.

a) Densidad del N-500 = 0,8781 g/cc a 15 °C

Factor del tanque 410 = 176,71

Litros naturales = Medida * Factor = 7780 * 176,71 = 1374803,8 litros

Litros a 15°C = Litros naturales * Corrección de temperatura

Para la densidad de 0,8781 de tablas se obtiene que a 27°C el factor de corrección es

0,9904.

Litros a 15°C = $1374803,8 * 0,9904 = \underline{1361605,7}$ litros

b) Para la densidad de 0,8781 de tablas se obtiene que a 5°C el factor de corrección es 1,0079.

Litros a 15°C = $1374803,8 * 1,0079 = \underline{1385663,5}$ litros

Observar como varía el valor obtenido según la temperatura considerada.
