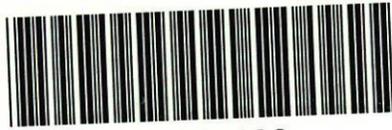


QA903  
U5

0124-77160



1020125032



FONDO  
UNIVERSITARIO

NOMBRE \_\_\_\_\_ No.MAT \_\_\_\_\_  
BRIGADA \_\_\_\_\_

## PRACTICA No. 1 PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS.

### Objetivo

Determinar y comprobar las propiedades básicas de un fluido.

### Equipo a utilizar

Hidrómetro universal  
4 vasos de hidrómetro

### TEORIA

#### 1.1 Densidad

La densidad de un fluido se define como la masa por unidad de volumen y se representa con la letra " $\rho$ "

$$\rho = \text{Masa del fluido} / \text{Volumen ocupado por la masa} = \frac{M}{V}$$

Ya que si el volumen es proporcional a una dimensión lineal elevada al cubo. Debe notarse que la densidad de un líquido permanece sensiblemente constante debido a que el volumen ocupado por una masa dada de líquido es casi invariable. Pero en el caso de un gas, la densidad variará como varíe el volumen ocupado por una masa de gas dada. De aquí podemos deducir que un líquido puede tomarse como virtualmente incompresible, mientras que un gas es compresible.

#### 1.2 Gravedad específica o densidad relativa.

La gravedad específica se define como la relación de una masa de un volumen de fluido dado entre la masa del mismo volumen pero de agua, representado con la letra " $s$ ".

$s = \text{Masa de un volumen de fluido} / \text{masa de un volumen igual pero de agua}$

Si  $V$  es el volumen de un líquido y el volumen de agua,  $\rho_l$  es la densidad del líquido y  $\rho_w$  es la densidad del agua, entonces

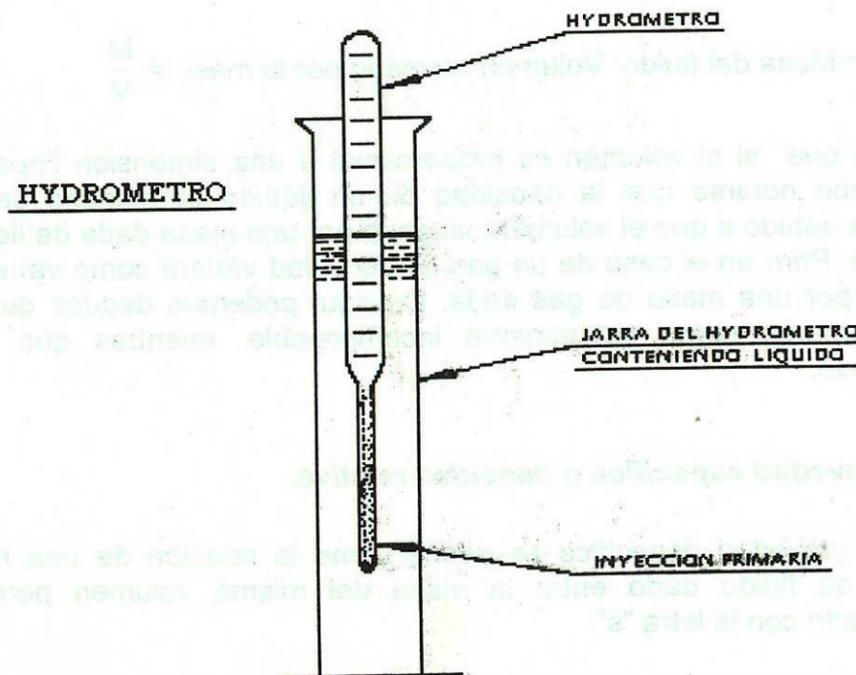
$$s = \frac{\rho_l V}{\rho_w V} = \frac{\rho_l}{\rho_w}$$

### 1.3 El Hidrómetro

En este banco de pruebas se pueden obtener las propiedades antes mencionadas utilizando el hidrómetro, que se encuentra en el extremo derecho del equipo.

El principio del hidrómetro común se basa en el hecho de que cuando un cuerpo flota en un líquido, el peso del volumen del líquido desplazado es igual al peso del cuerpo. Esto está basado en el principio de Arquímedes el que se trata en la estabilidad de los cuerpos flotantes.

Un hidrómetro simple puede construirse con un tubo de vidrio cerrado en uno de sus extremos colocando en su interior una escala de papel. En el fondo del tubo, debe colocarse una pequeña cantidad de arena, balines de plomo o mercurio como contrapeso, según se muestra en la figura 1.



Primero sumerja el tubo en agua y marque en la escala la longitud de inmersión. Después repita la inmersión del tubo en otro líquido y vuelva a marcar la longitud de inmersión.

Si  $L_w$  = Longitud de inmersión en agua de densidad  $\rho_w$

y  $L_l$  = Longitud de inmersión en líquido de densidad  $\rho_l$

$$\rho_l = s \rho_w$$

Entonces el peso del agua desplazada es igual a  $\rho_w g.A.L_w$  (donde  $A$  es el área de la sección del tubo), y el peso del líquido desplazado es igual a  $\rho_l g.A.L_l$ . Según el principio de Arquímedes, el peso del tubo es igual al peso de agua desplazada y es igual al peso del líquido desplazado.

$$\therefore \rho_w g.A.L_w = s \rho_w g.A.L_l$$

$$\therefore s = \frac{L_w}{L_l} = \text{Longitud de inmersión en agua} / \text{Longitud de inmersión en líquido}$$

Entonces si, la profundidad de inmersión en agua se marca en la escala como 1.00 y para el líquido como  $L_w/L_l$  usando diferentes líquidos la escala puede construirse para leer gravedades específicas directamente.

#### Procedimiento:

- Llene uno de los vasos hidrométricos con suficiente agua para que flote el hidrómetro y verifique que la escala corresponda a la profundidad de inmersión de 1.00.
- Llene tres vasos hidrométricos con los líquidos a probar de manera suficiente para que flote el hidrómetro y anote la lectura de la escala para cada líquido.

#### NOTA:

Se sugiere que los líquidos a probar sean los mismos a utilizar en el experimento 2 para determinar la viscosidad de los mismos: aceite de motor, gasolina y aceite de castor.

**Resultados:**

Presión barométrica \_\_\_\_\_ mm de Hg.  
 Temperatura \_\_\_\_\_ °C.

Líquido	Lectura de la escala = Gravedad específica
Agua	
Aceite de motor	
Glicerina	
Aceite de transmisión	

Ya que  $s = \text{densidad del líquido} / \text{densidad de agua} = \frac{\rho}{\rho_w}$  (ec. 1.2)

$\therefore \rho_l = s\rho_w$

y  $\rho_w = \frac{gr}{ml} = \frac{10^6}{10^3} \cdot \frac{ml}{gr} \cdot \frac{lto}{lto} \cdot \frac{kg}{m^3} = \frac{10^3 kg}{m^3}$

	Agua	Aceite de Transmisión	Aceite de Motor	Shampoo
<b>S</b>				
<b>M.K.S. Técnico</b>				
$\gamma_F$				
$\rho$				
$v_s$				
<b>M.K.S. Absoluto</b>				
$\gamma_F$				
$\rho$				
$v_s$				
<b>C.G.S. Técnico</b>				
$\gamma_F$				
$\rho$				
$v_s$				
<b>C.G.S. Absoluto</b>				
$\gamma_F$				
$\rho$				
$v_s$				

NOMBRE \_\_\_\_\_ No. MAT. \_\_\_\_\_

BRIGADA \_\_\_\_\_

**PRACTICA No. 2**

**VISCOSIDAD DE LOS FLUIDOS Y EFECTO DE CAPILARIDAD**

**Objetivo**

Determinar prácticamente la viscosidad cinemática de algunos fluidos y observar el efecto de capilaridad con tubos de diferentes diámetros.

**Equipo a utilizar**

- Viscosímetro de caída de esfera
- Cronómetro
- Hidrómetro

**VISCOMETRO DE ESFERA DESCENDIENDO**

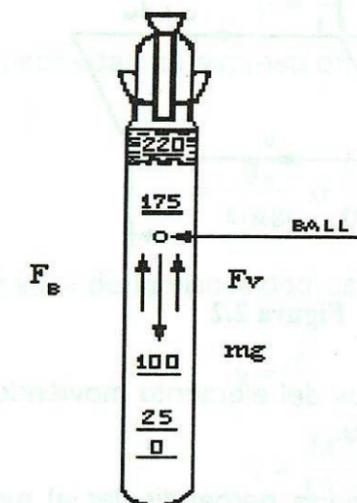


Figura 2.1

**Teoría**

**Viscosidad**

La viscosidad de un fluido es la propiedad que tienen de oponer resistencia a la acción de una fuerza de corte. Entonces la viscosidad depende de la combinación del efecto de la actividad molecular y de la cohesión, la viscosidad de los gases en los cuales, el efecto de la cohesión es muy pequeño, se incrementa con el aumento de la temperatura.

En los líquidos, debido a una mayor cohesión, particularmente a bajas temperatura, es mayor el efecto que la actividad molecular, y la viscosidad disminuye cuando la temperatura aumenta.

Para obtener la medida de la viscosidad es necesario considerar que tan viscoso es el flujo del fluido y asumirse las siguientes consideraciones:

1. No puede haber deslizamiento o movimiento relativo en los límites del sólido.
2. El esfuerzo cortante es directamente proporcional a la velocidad de corte al movimiento.

Considerar un elemento de fluido como se muestra en la figura .

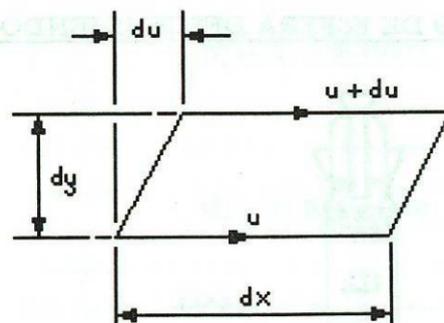


Figura 2.2

Se tiene una de las caras del elemento moviéndose con una velocidad u y la otra con una velocidad u + du.

Entonces la razón del corte perpendicular al movimiento, o gradiente de velocidad transversal o velocidad de deformación angular =  $\frac{du}{dy}$

∴ partiendo de la segunda consideración el esfuerzo cortante es directamente proporcional a la velocidad de deformación angular  $\tau \propto \frac{du}{dy}$

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \quad 1.3$$

donde  $\mu$  es el coeficiente de proporcionalidad llamado coeficiente de viscosidad.

Haciendo que la velocidad de deformación angular sea numéricamente igual a la unidad, Maxwell define el coeficiente de viscosidad como sigue:

Si dos superficies planas se colocan en forma paralela separadas una unidad de distancia, y el espacio entre ambas se llena con un fluido, y una de estas superficies se mueve paralelamente con respecto a la otra con una velocidad relativa, unitaria, entonces la fuerza por unidad de área que actúa en ambas superficies en forma de una resistencia al movimiento es numéricamente igual al coeficiente de viscosidad del fluido.

De la ec. 1.3

$$\mu = \tau \frac{dy}{du} = (\text{masa} \times \text{aceleración} / \text{área}) \cdot (\text{dimensión lineal} / \text{velocidad}) =$$

$$\mu = \frac{M L}{L^2 T^2} \frac{L}{L} =$$

$$\mu = \frac{M}{LT}$$

El coeficiente de viscosidad se expresa en unidades de masa por unidades de longitud y de tiempo,

$$\mu = \frac{g_m}{cm \cdot s} \quad \text{ó} \quad \frac{kg_m}{m \cdot s}$$

Una medida alternativa de la viscosidad es la viscosidad cinemática la cual se determina por

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

$$\nu = \frac{M L^3}{LT M}$$

$$\nu = \frac{L^2}{T}$$

La viscosidad cinemática se expresa como una dimensión lineal al cuadrado por unidad de tiempo.

$$\nu = \frac{\text{cm}^2}{\text{s}} \text{ o } \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

**NOTA:**

$\mu$  expresado en  $\frac{\text{g}_m}{\text{cm s}}$  se conoce como Poise \* y  $\nu$  expresado en  $\frac{\text{cm}^2}{\text{s}}$  se conocen como Stoke

$$1 \frac{\text{kg}_m}{\text{m.s}} = 10 \text{ Poises}$$

$$1 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} = 10^4 \text{ Stoke}$$

De la figura, cuando la esfera se mueve con una velocidad uniforme  $u$ , entonces las fuerzas que actúan sobre la esfera son:

- a) La fuerza gravitacional sobre la esfera  $mg$ .
- b) La fuerza ascendente  $F_B$
- c) La fuerza de resistencia al movimiento debido a la viscosidad  $F_v$

Mientras que la velocidad de caída sea uniforme, la suma algebraica de estas fuerzas debe ser igual a cero.

$$\therefore mg = F_B - F_v = 0$$

La fuerza gravitacional en la esfera  $mg = (\frac{4}{3}\pi r^3 \rho_s)g$  donde

$\rho_s$  = densidad de la esfera  
 $r$  = radio de la esfera

La fuerza ascendente  $F_B = (\frac{4}{3}\pi r^3 \rho_l)g$  donde

$\rho_l$  = densidad del líquido

La fuerza debido a la viscosidad  $F_v = 6\pi\mu ru$  de la Ley de Stokes, donde  $\mu$  es el coeficiente de viscosidad y  $u$  es la velocidad media de la esfera.

$$\therefore \rho_s g \frac{4}{3}\pi r^3 - \rho_l g \frac{4}{3}\pi r^3 - 6\pi\mu ru = 0$$

$$\therefore \mu = \frac{4\pi^3 g}{3 \times 6\pi u} (\rho_s - \rho_l) = \frac{2}{9} r^2 g \frac{(\rho_s - \rho_l)}{u}$$

**Procedimiento:**

a) Llene los tres tubos con los líquidos a probar hasta un nivel justo debajo de la salida del tubo capilar como se muestra en la figura 2.1. Los líquidos a probar son:

- I. Aceite de motor
- II. Glicerina
- III. Aceite de castor

**Nota:**

Debido a que la glicerina absorbe fácilmente la humedad de la atmósfera, es necesario colocar una pequeña cantidad de algodón en la parte superior del tubo capilar.

- a) Utilice tres esferas de diferente diámetro con cada líquido, mida los diámetros de las esferas. Se sugieren valores nominales para el tamaño de las esferas: 1mm, 1.5mm, 2mm.
- b) Utilice un hidrómetro universal para obtener la gravedad específica de cada líquido.

**Resultados:**

Presión barométrica \_\_\_\_\_ mm Hg.  
 Temperatura \_\_\_\_\_ ° C.  
 Diámetro medido de las esferas 1mm \_\_\_\_\_  
 1.5mm \_\_\_\_\_  
 2 mm \_\_\_\_\_

Gravedad específica del acero: 7.8  
 Gravedad específica del líquido:  
 Aceite de motor 0.89 (Para castrol XXL)  
 Glicerina 1.25  
 Aceite de castor 0.95

Velocidad media de la esfera  $u = \text{Distancia a través de la que cae esfera} / \text{tiempo promedio}$ .

$$u = \frac{7.5}{t} \text{ cm / s donde } t \text{ es el tiempo promedio}$$

$$u = \frac{.075}{t} \text{ m/s}$$

Entonces: 
$$\mu = \frac{2 r^2 g (\rho_s - \rho_l)}{9 u}$$

**NOTA:**

r en metros, g en m/s<sup>2</sup>  
 ρ en Kg/m<sup>3</sup>, u en m/s  
 viscosidad cinemática v = μ / ρ

D	Aceite de Motor			Aceite de Transmision			Glicerina		
	L	t	μ	L	t	μ	L	t	μ
1mm									
1.5mm									
2mm									
μ Promedio									
μ									
γ									

Verifique en la tabla de estándares la precisión de los resultados obtenidos.

Note que con el aceite de motor, que es considerablemente menos viscoso que el aceite de castor, o la glicerina, solo se puede usar la esfera de 1.5mm. Con una esfera mayor el tiempo de caída para 75mm es demasiado corto y con una esfera menor no puede notarse la caída a través del aceite. Debido a que el tiempo es demasiado corto, la precisión será incierta.

**CAPILARIDAD**

**Teoría:**

Cuando un tubo de diámetro pequeño se sumerge en un líquido, el nivel de ambos se elevará o descenderá dentro del tubo como se muestra en la figura 2.3, dependiendo del ángulo de contacto entre las superficies de los líquidos.

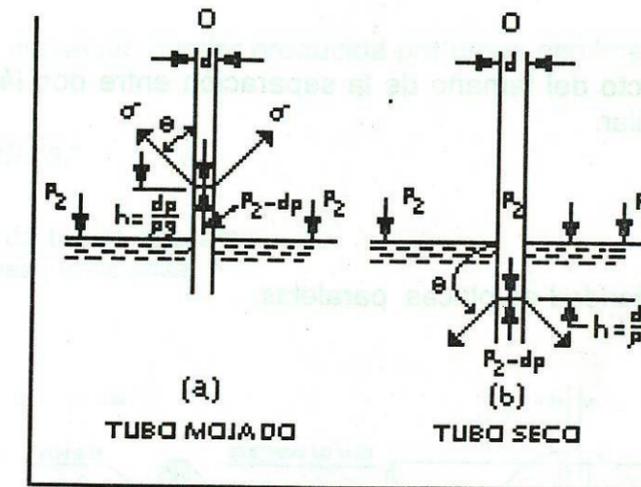


Figura 2.3

Para líquidos, como el agua, la cual moja el tubo, las condiciones son como se muestran en a) y resulta una elevación capilar, mientras que en líquidos que no mojan el tubo, como el mercurio, resulta una depresión capilar como se muestra en el inciso b).

La fuerza gravitacional en la columna del líquido elevado debe soportarse por la tensión superficial σ, actuando alrededor de la periferia del tubo.

Resolviendo verticalmente 
$$\rho g h \frac{\pi}{4} d^2 = \sigma \pi d \cos \theta$$

$$\therefore h = \frac{4 \sigma \cos \theta}{\rho g d} \quad 1.7$$

cuando el líquido moja la pared del tubo θ es igual a cero entonces la ecn. 1.7 será

$$h = \frac{4\sigma}{\rho g d} \quad 1.8$$

Esta acción de capilaridad puede ocasionar serios errores cuando se mide presión en términos de columna de líquido, como en un tubo piezométrico, si el diámetro del tubo es muy pequeño.

**Observación del efecto de capilaridad**

**Objetivo**

Observar el efecto del tamaño de la separación entre dos láminas planas, sobre la elevación capilar.

**Equipo a utilizar**

Aparato de capilaridad en placas paralelas.

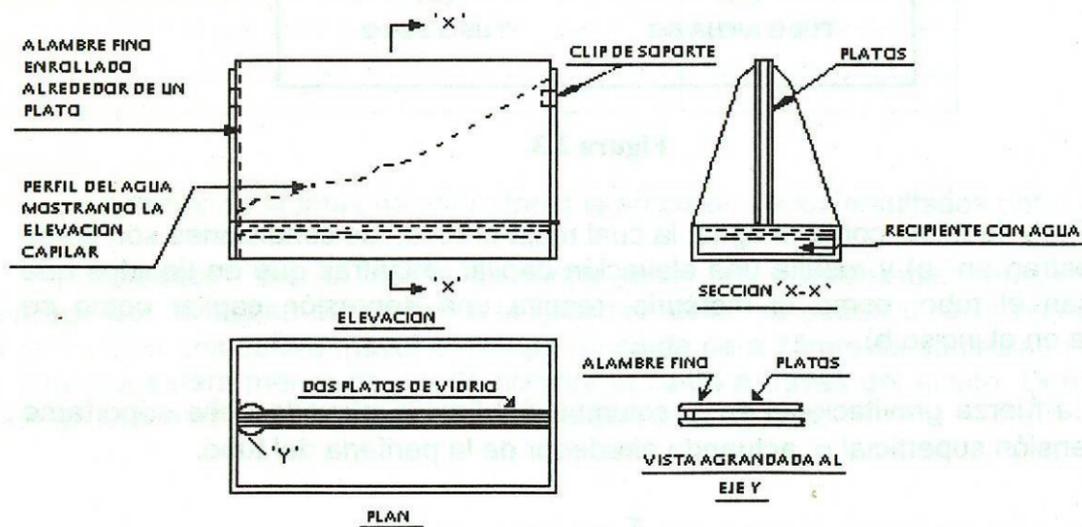


Figura 2.4

**Procedimiento**

- a) Limpie completamente las dos láminas y enrolle alrededor de una de las láminas un alambre fino cerca de uno de los extremos.
- b) Llene la artesa con agua.

- c) Coloque las dos láminas entre los soportes y deslícelas hasta el fondo de la artesa.
- d) Marque el patrón de elevación capilar como se indica en la figura 2.5.

Nótese que en la parte más estrecha de la separación la altura se incrementa, e inversamente, donde la separación es más amplia altura capilar es más pequeña.

**Medida de la Elevación Capilar.**

**Objetivo**

Medir la elevación capilar producida por tubos capilares de varios tamaños.

**Equipo a utilizar**

Aparato de tubos capilares  
Separadores (no incluidos)

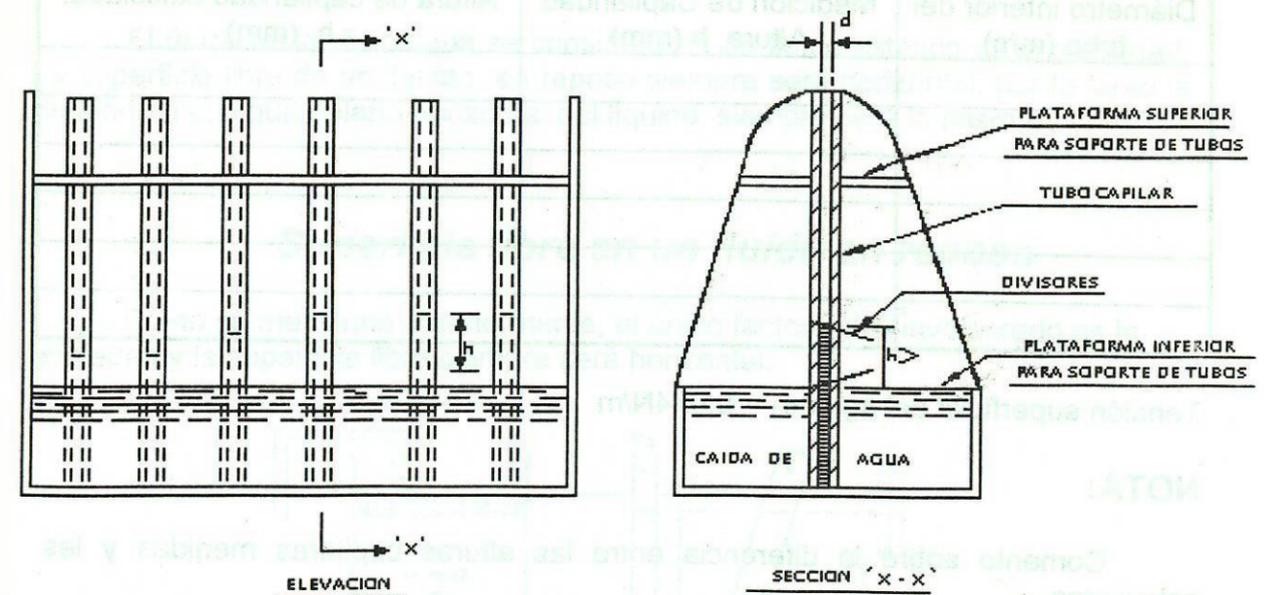


Figura 2.5

**Análisis**

De la ecuación 1.8 párrafo 1.5

$$h = \frac{4\sigma}{\rho g d}$$

**Procedimiento**

- Asegúrese de que los tubos estén completamente limpios.
- Llene de agua la pileta hasta el nivel de la placa soporte inferior e inserte los tubos capilares.
- Coloque las tarjetas atrás de los tubos capilares.
- Marque las tarjetas con la altura de la elevación capilar en cada tubo.
- Con un par de separadores, tome la elevación capilar "h" para cada tubo y mida las alturas.

**Resultados**

Diámetro interior del tubo (mm)	Medición de Capilaridad Altura, h (mm)	Altura de capilaridad calculada, h, (mm)

Tensión superficial del agua  $\sigma_1 = 0.074\text{N/m}$

**NOTA:**

Comente sobre la diferencia entre las alturas capilares medidas y las calculadas.

NOMBRE \_\_\_\_\_ No. MAT. \_\_\_\_\_

BRIGADA \_\_\_\_\_

**PRACTICA No. 3**

**PRESION ESTATICA**

**Objetivo**

Observar el comportamiento de un fluido en reposo demostrando que su superficie libre es horizontal y que su presión varía con la profundidad.

**Teoría**

Un fluido estático es considerado un fluido en reposo. Se dice que un fluido está en reposo cuando se encuentra libre de esfuerzos de corte y por lo tanto todas las fuerzas debidas a la presión estática deben actuar en ángulo recto sobre la superficie que lo contiene.

El único factor físico que se considera en un fluido estático es la gravedad. La superficie libre de un líquido en reposo siempre será horizontal, por lo tanto la presión en cualquier plano horizontal del líquido siempre será la misma.

**Superficie libre en un fluido en reposo**

Como se mencionó anteriormente, el único factor físico involucrado es la gravedad y la superficie libre siempre será horizontal.

