

Antes de comenzar a estudiar cualquier problema de flujo, es necesario conocer algunas características y propiedades físicas de los fluidos, de vital importancia para un mejor entendimiento de su comportamiento. Densidad, presión... son magnitudes que podemos relacionar a diario con líquidos y gases, pero de las que necesitamos una definición más concreta para una mejor comprensión de sus características y propiedades.

2.1 - Fluido

Un fluido (1) es un medio material continuo, deformable, desprovisto de rigidez, capaz de “fluir”, es decir de sufrir grandes variaciones de fuerzas bajo la acción de fuerzas.

Los fluidos pueden clasificarse en:

- Líquidos
- Gases

Las propiedades de los fluidos dependen de la presión y de la temperatura. En el caso de los líquidos, algunas propiedades como la densidad, no varían apreciablemente con la presión. Es por eso que se llaman “fluidos incompresibles”.

2.2 - Densidad

La densidad de una sustancia es su masa por unidad de volumen, o dicho de otra forma, la cantidad de masa contenida en un volumen. La unidad de densidad en el SI es el kilogramo por metro cúbico y se denota con la letra griega Rho (ρ).

Las variaciones de la densidad y del volumen específico suelen aparecer en tablas¹ en función de la presión, sin embargo, a no ser que se consideren presiones muy altas, el efecto de la presión sobre la densidad suele carecer de importancia. Sin embargo, la temperatura si tiene una gran influencia sobre la misma.

2.3 - Presión

La presión es una magnitud escalar (sólo hace falta un número para representarla) que se usa para medir la fuerza que se ejerce sobre una superficie en dirección perpendicular. La unidad que se utiliza para medir la presión es el Pascal (Pa). Esta es una magnitud derivada, es decir que un Pa equivale a un Newton partido por metro cuadrado:

$$1 Pa = \frac{1 \text{ Newton}}{m^2} = \frac{1 \text{ kg} \cdot m}{m^2 \cdot s^2} = \frac{1 \text{ kg}}{m \cdot s^2}$$

Al ser el Pascal una unidad demasiado pequeña para fines prácticos, se decidió adoptar una unidad 10^5 veces mayor, el bar. El bar es otra unidad que se utiliza para medir la presión, cuya equivalencia con el Pascal es de:

¹ Véase apéndice 2.1 – Gráfica y correlación densidad - temperatura

$$1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ Pascales}$$

Otra unidad también utilizada para medir la presión (fundamentalmente en hidráulica) es el metro de columna de agua (m.c.a.), y que equivale a la presión ejercida por una columna de agua pura de un metro de longitud.

Unidad	kPa	kg/cm ²	mm Hg	m H ₂ O	bar
1 kPa	1	0,0101972	7,5006278	0,1019745	0,01
1 kg/cm ²	98,0665	1	735,560217	10,00028	0,980665
1 mm Hg	0,1333222	1,3595 · 10 ⁻³	1	0,0135955	1,3332 · 10 ⁻³
1 m H ₂ O	9,8063754	0,999997	73,5539622	1	0,0980638
1 bar	100	1,0197162	750,062679	10,1974477	1

Figura 2.1 Relación de unidades para la presión

$$1 \text{ kPa} = 1\,000 \text{ Pa} = 1\,000 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ atmósfera} = 101,325 \text{ kPa} = 760 \text{ mmHg}$$

$$1 \text{ mm H}_2\text{O} = 0,0098063 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ psi} = 6,89476 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ ft H}_2\text{O} = 2,98898 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ in H}_2\text{O} = 0,249082 \text{ kPa}$$

En hidráulica se utiliza indistintamente tanto el metro de columna de agua (m.c.a.) como el Pa o el kPa.

Ejemplo 1.1: Pasar 50 kPa a m.c.a. (metro de columna de agua o m. H₂O)

Para pasar de una unidad a otra basta con conocer la equivalencia, es decir que 1 m.c.a. equivale a 9.806,65 Pa. Con lo cual:

$$50 \text{ kPa} \frac{1 \text{ m. c. a.}}{9,80665 \text{ kPa}} = 5,099 \text{ m. c. a.}$$

A continuación se tratarán una serie de conceptos aplicables a fluidos en reposo o “fluidoestática”.

Presión atmosférica: Otro concepto a tener en cuenta es la presión que ejerce la atmósfera sobre cualquier fluido que está abierta a ella. Esta presión puede adquirir un valor cualquiera en un recipiente cerrado, pero si el recipiente está abierto, sobre la superficie libre del líquido reina la presión atmosférica p_{amb} debida al peso de la columna de aire que s sobre el fluido.

La presión atmosférica varía con la temperatura y la altitud. La presión media normal a 0 °C y al nivel del mar es de 1,01396 bar y se llama *atmosfera normal*.

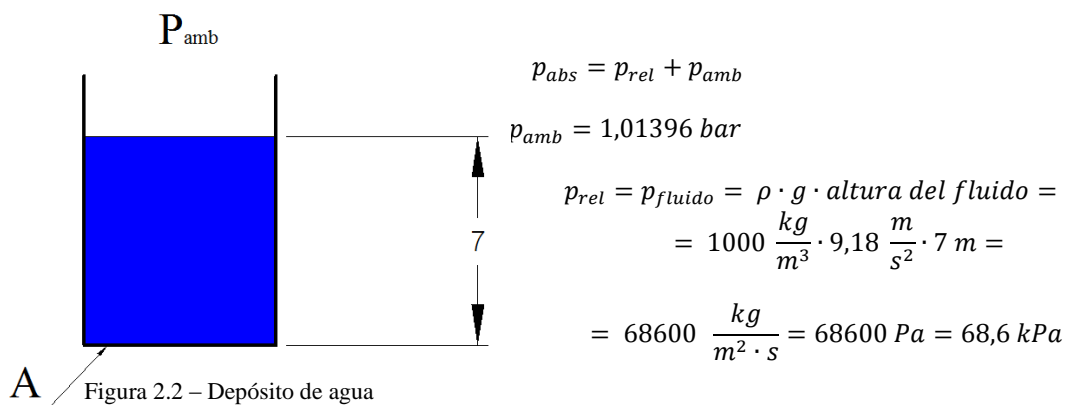
Presión absoluta: La presión en cualquier sistema de unidades puede descomponerse como suma de la presión atmosférica más la presión relativa, es decir:

$$p_{abs} = p_{rel} + p_{amb} \quad 2-1$$

La presión que ejerce un fluido se obtiene mediante la siguiente fórmula (ecuación fundamental de la hidrostática):

$$p_{abs} - p_{amb} = \rho \cdot g \cdot h \quad 2-2$$

Ejemplo 1.2: Si se quisiera calcular la presión que ejerce un determinado fluido sobre el fondo de un depósito, se debería tener en cuenta todas las fuerzas que se ejercen en dirección vertical sobre el fondo A. En este caso, sería en primer lugar la presión ambiente o atmosférica, y luego, la presión que ejerce el propio fluido, es decir:



2.3.1 Principio de Pascal y ley de los vasos comunicantes

El principio de Pascal establece lo siguiente: La presión aplicada en un punto de un líquido contenido en un recipiente se transmite con el mismo valor a cada una de las partes del mismo. El principio de Pascal puede ser interpretado como una consecuencia de la ecuación fundamental de la hidrostática (2-2) y del carácter incompresible de los líquidos.

La prensa hidráulica constituye la aplicación más importante del principio de Pascal y también un dispositivo que permite entender mejor su significado. Consiste en dos cilindros de diferente sección comunicados entre sí, y cuyo interior está completamente lleno de un líquido que puede ser agua o aceite. Dos émbolos de secciones diferentes se ajustan, respectivamente, en cada uno de los dos cilindros, de modo que estén en contacto con el líquido. Cuando sobre el émbolo de menor sección S_1 se ejerce una fuerza F_1 la presión p_1 que se origina en el líquido en contacto con él se transmite íntegramente y de forma instantánea a todo el resto del líquido; por tanto, será igual a la presión p_2 que ejerce el líquido sobre el émbolo de mayor sección S_2 , es decir:

$$p_1 = p_2$$

Si la sección S_2 es veinte veces mayor que la fuerza F_1 aplicada sobre el émbolo pequeño se ve multiplicada por veinte en el émbolo grande.

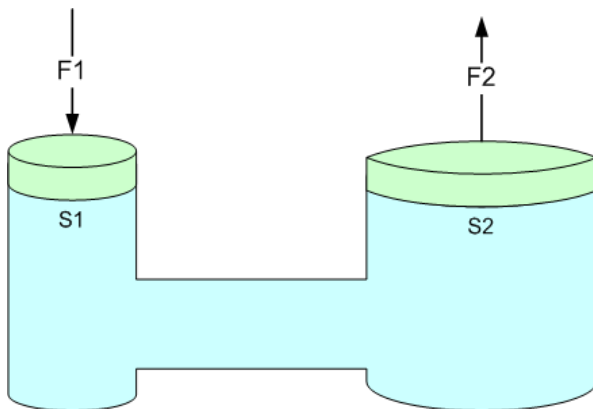


Figura 2.3 - Principio de Pascal (3)

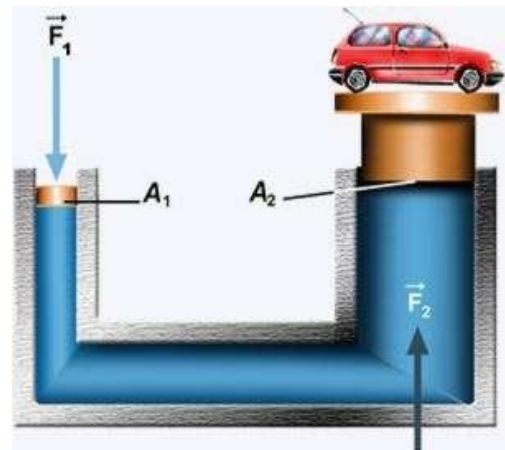


Figura 2.4 - Prensa hidráulica (2)

Otro concepto directamente relacionado con el principio de Pascal consiste en que en un mismo líquido, todos los puntos que estén a una misma altura, en un mismo recipiente sea cual sea su forma, tendrán todos la misma presión. Es decir, todos los puntos situados en la línea 1 tendrán la misma presión, lo mismo pasará con los de las líneas 2 y 3. Por último, a los puntos A, B (dentro de un conducto) y C, les sucederá lo mismo, tendrán todos la misma presión.

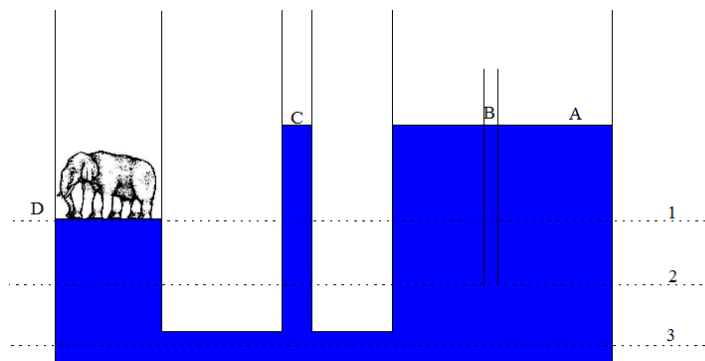


Figura 2.5 - Principio de Pascal (5)

Si tenemos un recipiente con muchos conductos verticales comunicados entre si por la parte inferior, TODOS los puntos situados en una misma horizontal tendrán la misma presión.

2.4 - Viscosidad

Expresa la facilidad que tiene un fluido para desplazarse cuando se le aplica una fuerza externa. Es posible predecir la viscosidad de muchos fluidos, el alquitrán es más viscoso que el agua, y a su vez, los gases son mucho menos viscosos que los líquidos.

2.4.1 Viscosidad absoluta o dinámica (μ) (1): El coeficiente de viscosidad absoluta es una medida de su resistencia al deslizamiento o a sufrir deformaciones internas. La unidad de la viscosidad absoluta o dinámica en el sistema internacional (SI) es el pascal por segundo (Pa·s) o también Newton por segundo partido por metro cuadrado (N·s/m²), es decir kilogramo partido por metro segundo (kg/m·s). Esta unidad se conoce como Poise. Uno de los submúltiplos más utilizados es el centipoise (cP), 10⁻² poises, es la unidad más utilizada para expresar la viscosidad cinemática de un fluido.

Unidad	Pa·s	cP
1 Pa·s	1	1000
1 cP	0,001	1

Figura 2.6 - Relación de unidades para la viscosidad

Normalmente se usa la letra griega μ para el término referente a la viscosidad. Otro dato importante relacionado con la viscosidad es la viscosidad del agua a 20 °C es exactamente de 1,002 cP.

Otra propiedad importante que tiene la viscosidad es la dependencia que tiene con la temperatura². La viscosidad de un fluido disminuye con la reducción de densidad que tiene lugar al aumentar la temperatura. En un fluido menos denso hay menos moléculas por unidad de volumen que puedan transferir impulso desde la capa en movimiento hasta la capa estacionaria. Esto, a su vez afecta a la velocidad de las distintas capas.

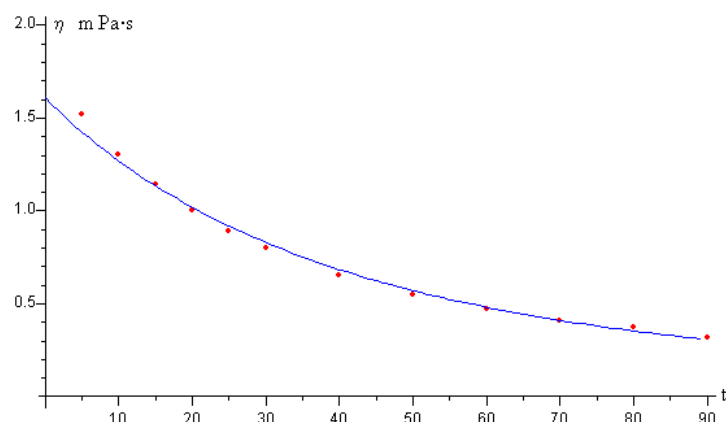


Figura 2.7 - Variación de la viscosidad absoluta con la temperatura (4)

² Véase ANEXO I y ANEXO II – Correlaciones variación de la viscosidad y densidad con la temperatura

2.4.2 Viscosidad cinemática (1): Es el cociente entre la viscosidad dinámica y la densidad, y se suele usar la letra griega ϑ . En el sistema internacional (SI) la unidad de viscosidad cinemática es el metro cuadrado por segundo (m^2/s). La unidad CGS correspondiente para esta magnitud es el Stokes, con dimensiones de centímetro cuadrado por segundo, y su múltiplo más utilizado es el centistoke (cSt).

$$1 \text{ m}^2/\text{s} = 10^6 \text{ cSt}$$

$$1 \text{ cSt} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\vartheta = \frac{\mu \text{ (centipoise)}}{\rho \left(\frac{\text{gramos}}{\text{cm}^3} \right)}$$

Bibliografía:

1. **Mataix, Claudio.** Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas. *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas*. s.l. : Ediciones del Castillo S.A., 1996, págs. 5-7.
2. Planeta Sedna. [En línea] <http://www.portalplanetasedna.com.ar>.
3. **Ortega F. M., Pavioni O.D., Domínguez H. L.** A communicating-vessel viscosimeter. February 2007, págs. 116-118.
4. **García, Ángel Franco.** Fluidos, medida de la viscosidad mediante vasos comunicantes. *Curso Interactivo de Física en Internet*. [En línea] 2011. http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica_/index.html.
5. Kalipedia. *El principio de Pascal: La prensa hidráulica*. [En línea] 2010. http://www.kalipedia.com/fisica-quimica/tema/dinamica/graficos-prensa-hidraulica.html?x1=20070924klpcnafyq_171.Ges&x=20070924klpcnafyq_224.Kes.