

PROPIEDADES GENERALES DE LOS FLUIDOS

Para describir las propiedades y principios de los fluidos y las cantidades físicas derivadas, es importante definir y analizar los conceptos de *densidad*, *densidad relativa*, *peso específico*, *presión* y *presión hidrostática*.

DENSIDAD

La *densidad* es una de las características de las sustancias y se define como *la masa por unidad de volumen*. La densidad nos indicará la cantidad de masa del cuerpo material contenido en un volumen definido de ella. Por ejemplo, el oro tiene mayor densidad que la plata, pues hay más masa en cierto volumen de oro que en el mismo volumen de la plata. De acuerdo con la definición de densidad, podemos expresarla con la fórmula:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde:

ρ = densidad

m = masa

V = volumen

Si la masa se mide en kilogramos y el volumen en m^3 , entonces la densidad se mide en kg/m^3 (kilogramo por metro cúbico), que es la unidad de densidad del SI. Por ejemplo, las mediciones de diferentes volúmenes de agua indican que:

- 1 m^3 de agua tiene una masa de 1 000 kg.
- 2 m^3 de agua tienen una masa de 2 000 kg.
- 3 m^3 de agua tienen una masa de 3 000 kg y así sucesivamente.

Recuerda, los cuerpos no son iguales en su masa y en su volumen; estos van a variar de un cuerpo a otro, pero existen ciertas características en el tipo de materia que los componen.

Las sustancias comúnmente tienen una densidad similar a la del agua. Si utilizamos la fórmula anterior los números resultantes serían muy grandes; por esto se utiliza la unidad de medida de Gramo por Centímetro Cúbico (gr/cc) o bien (gr/cm^3).

En la siguiente tabla se indican las densidades de algunas sustancias. Es importante mencionar que estos valores varían un poco con la temperatura.

Sustancia	Densidad en kg/m^3	Densidad en g/cm^3
Agua (4 °C)	1 000	1
Gasolina	680	0.68
Hielo (0 °C)	920	0.92
Plomo	11 300	11.3
Mercurio	13 600	13.6
Oro	19 300	19.3
Acero inoxidable	7 800	7.8
Alcohol desnaturalizado	790	0.79
Aluminio	2 700	2.7

Tabla 1. Densidades de algunas sustancias comunes.

La densidad de un cuerpo está relacionada con su flotabilidad, una sustancia flotará sobre otra si su densidad es menor. Por eso, la madera flota sobre el agua y el plomo se hunde en ella, porque el plomo posee mayor densidad que el agua, mientras que la densidad de la madera es menor; pero ambas sustancias se hundirían en la gasolina porque su densidad es más baja.

En los líquidos y sólidos homogéneos su densidad, prácticamente, no cambia con la presión o la temperatura. Los gases, por otra parte, son muy sensibles a las variaciones de estas magnitudes.

Ejemplo 1.

1500 g de plomo ocupan un volumen de 155.3 cm^3 . Calcula su densidad.

Solución:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{1500 \text{ g}}{155.3 \text{ cm}^3}$$

$$\rho = \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 96500 \text{ kg/m}^3$$

Ejemplo 2.

Las dimensiones de una barra metálica son $6.5 \text{ cm} \times 3.3 \text{ cm} \times 2.0 \text{ cm}$. Si la masa de la barra es de 65.3 g , calcula su densidad.

Solución:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{65.3 \text{ g}}{(6.5)(3.3)(2.0) \text{ cm}^3} = 1.52 \text{ g/cm}^3$$

DENSIDAD RELATIVA

La densidad relativa de una sustancia nos indica cuántas veces es más densa dicha sustancia que el agua, es decir:

$$\text{Densidad relativa de una sustancia} = \frac{\text{Densidad de la sustancia}}{\text{Densidad del agua}}$$

Para los líquidos y los sólidos la densidad de referencia habitual es la del agua líquida a la presión de 1 *atm* y la temperatura de 4°C. En esas condiciones, la densidad absoluta del agua destilada es de 1000 $\frac{kg}{m^3}$; es decir, 1 $\frac{g}{cm^3}$.

Ejemplo:

Calcula la densidad relativa del plomo.

Solución:

Densidad del plomo = 11 300 kg/m³

Densidad del agua = 1 000 kg/m³

$$\text{Densidad relativa del plomo} = \frac{11\,300 \frac{kg}{m^3}}{1\,000 \frac{kg}{m^3}}$$
$$\rho_{plomo} = 11.3$$

El resultado obtenido significa que la masa de un volumen de plomo es 11.3 veces mayor que la masa de un volumen igual de agua.

Observa el siguiente video donde se explica de maneja clara y sencilla qué es la densidad:

<https://www.youtube.com/watch?v=RsO-sSyucCc>

PESO ESPECÍFICO

La densidad se relaciona con el grado de acumulación de materia, así como con el peso. Como se mostró en el video anterior, un cuerpo pequeño es mucho más pesado que otro más grande, el cual es también más denso.

Si queremos referirnos al peso por unidad de volumen, debemos utilizar la fórmula y concepto de *peso específico*. El peso específico refiere a la fuerza con la cual la Tierra atrae a una unidad de volumen de la misma sustancia. La fórmula del peso está expresada de la siguiente manera:

$$\rho_e = \frac{\rho}{V}$$

Donde:

ρ_e : peso específico de la sustancia en N/m^3

ρ : peso de la sustancia en newton (N)

V : volumen que ocupa en m^3

La relación existente entre la densidad y el peso específico de una sustancia la podemos obtener si recordamos que:

$$\rho = (m)(g)$$

$$P_e = \frac{\rho}{V}$$

Sustituyendo 1 en 2 tenemos:

$$P_e = \frac{(m)(g)}{V}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Peso Específico = (densidad)(aceleración de la gravedad)

$$P_e = (\rho)(g)$$

Ejemplo:

Calcula el peso específico de la gasolina.

Solución:

$$P_e = (\rho)(g)$$

$$\rho_{gasolina} = (680 \text{ kg}/m^3). \text{ luego:}$$

$$P_e = ((680 \text{ kg}/m^3))(9.80 \text{ m}/s^2)$$

$$P_e = 6\,664 \text{ N}/m^3$$

Observa el siguiente video donde se presenta un ejemplo para calcular el peso específico:
<https://www.youtube.com/watch?v=ZmbxLngEzIQ>

PRESIÓN

Se dice que una superficie está sometida a una presión cuando se aplica a todo elemento de dicha superficie una fuerza normal, es decir, cuando una fuerza actúa perpendicularmente sobre ella, tal y como se muestra en la siguiente figura.

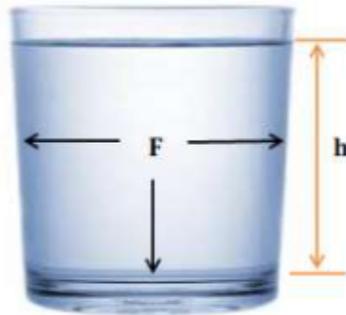


Figura 3. La fuerza actúa perpendicularmente sobre todas las superficies.

A la relación que existe entre la magnitud de la fuerza normal que actúa sobre una superficie y el área de esta se le llama *presión*.

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

$$P = \frac{F}{A}$$

Donde:

P = Presión en N/m^2 = *pascal*

F = Fuerza perpendicular a la superficie en *Newton*

A = Área o superficie sobre la que actúa la fuerza en m^2

Podemos observar en la ecuación anterior que cuanto mayor sea la fuerza y menor el área, mayor será la presión.

clarificar el concepto, analicemos lo siguiente: i el peso de los bloques A y B de la figura 4 es de 200 N, respectivamente, observa que el bloque A ejerce mayor presión sobre el suelo que el bloque B, ya que:

$$P_A = \frac{200 \text{ N}}{1 \text{ m}^2}$$

$$P_A = 200 \text{ N/m}^2$$

$$P_B = \frac{200 \text{ N}}{2 \text{ m}^2}$$

$$P_B = 100 \text{ N/m}^2$$

Está claro que, siendo menor el área sobre la que actúa su peso, el bloque A ejerce una mayor presión sobre la superficie que el bloque B.

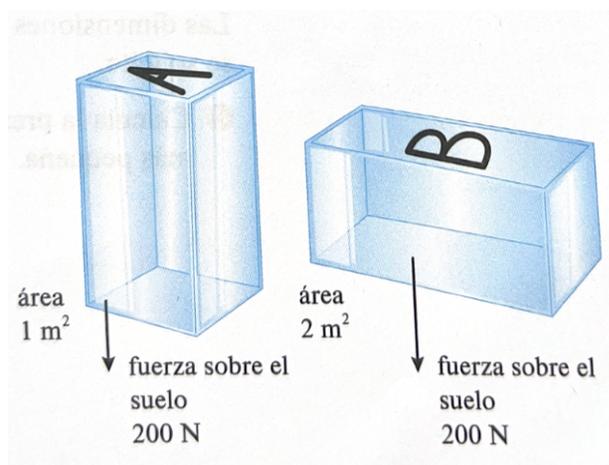


Figura 4. El peso del bloque A ejerce mayor presión P sobre el suelo que el peso del bloque B.

La presión es una cantidad escalar, ya que en cualquier punto tiene magnitud, pero no dirección. Su unidad de medida en el SI es el Newton por metro cuadrado y recibe el nombre de *pascal*.

$$1 \text{ pascal} = 1 \text{ N/m}^2$$

Ejemplo:

Las llantas de un automóvil entran en contacto con la carretera en un área rectangular de 14 cm por 20 cm. Si la masa de un auto es de 1 000 kg, calcula la presión que ejerce sobre el piso.

Solución:

$$P = \frac{W = F}{A} = \frac{mg}{A}$$

Para una llanta $A = (0.14 \text{ m})(0.20 \text{ m})$; el área total en contacto con la carretera es el área de las cuatro llantas: $4(0.14\text{m})(0.20 \text{ m})$.

$$P = \frac{1\,000 \text{ kg} \left(\frac{9.8\text{m}}{\text{s}^2}\right)}{4(0.14\text{m})(0.20\text{m})}$$

$$P = 87\,500 \text{ N/m}^2$$

$$P = 87\,500 \text{ Pa}$$

PRESIÓN HIDROSTÁTICA

Aparte de las presiones que pueden ejercerse sobre la superficie de los líquidos en reposo, estos también están sometidos a la acción de la fuerza de gravedad. La fuerza gravitacional atrae un líquido hacia abajo dentro del recipiente que lo contiene, lo que da lugar por sí solo a una presión en el interior del fluido llamada *presión hidrostática*.

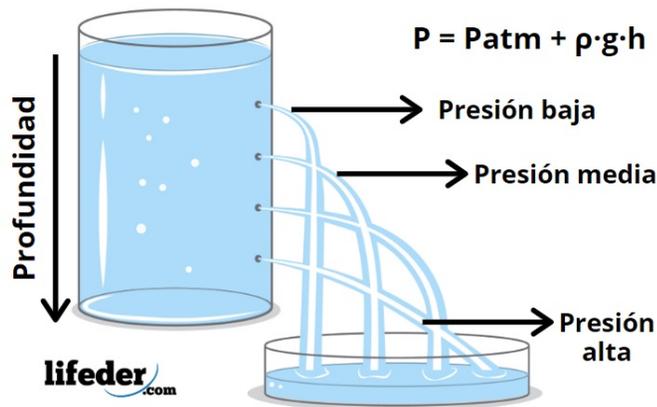


Figura 5. Efecto de la profundidad sobre la presión hidrostática.

¿A qué se debe la presión hidrostática? Se debe a la fuerza que el peso de las moléculas ejerce sobre un área específica y esta presión aumenta en cuanto sea mayor la profundidad. Por ejemplo, cuando nadas bajo el agua puedes sentir la presión de esta en los oídos. Mientras más profundo estés sumergido, mayor será la presión debido al peso del agua encima de tu cuerpo; por tanto, la presión depende de la profundidad.

La presión de un líquido también depende de su densidad. Por ejemplo, no es lo mismo que un cuerpo se sumerja en agua, en aceite o en petróleo. La presión en el interior de un líquido depende de la profundidad y también de su densidad.

Imagina que tienes tres recipientes llenos a la misma altura, uno tiene agua, otro aceite y otro, leche. Cada recipiente soportará una presión diferente en el fondo porque cada líquido tiene una densidad distinta.

La presión hidrostática en el fondo se determina por la expresión:

$$P_H = \frac{mg}{A} = \frac{\text{peso de la columna del líquido}}{\text{área de la superficie sobre la que actúa el peso}}$$

La masa del líquido que forma la columna está dada por la expresión:

$$m = \rho V$$

Luego:

$$P_H = \frac{\rho V g}{A}$$

Donde:

P_H = presión hidrostática

ρ = densidad

V = volumen de la columna

A = área de la superficie en el fondo de la columna

g = aceleración de la gravedad

Sabemos que $V = Ah$, luego:

$$P_H = \frac{\rho V g}{A}$$

$$P_H = \rho h g$$

La magnitud de la presión hidrostática (P_H) en un punto h ubicado verticalmente debajo de la superficie de un líquido de densidad ρ está determinada por la ecuación $P_H = \rho h g$

La expresión anterior nos dice que la presión hidrostática varía de forma directamente proporcional a la densidad del líquido y a la profundidad. En la ecuación se observa que la magnitud de la presión hidrostática no depende del tamaño ni de la forma del recipiente. Si los recipientes de la figura 6 contienen el mismo tipo de líquido y $h_1 = h_2 = h_3$, entonces $P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5$.

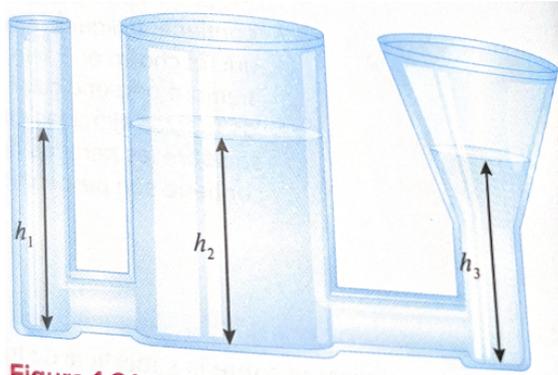


Figura 6. La presión hidrostática de un líquido en reposo no depende del tamaño ni de la forma del recipiente que lo contiene, esta solo está en función de su profundidad y su densidad.

Ejemplo 1.

Un buzo busca un cofre a una profundidad de 30 m bajo la superficie del mar. Calcula la presión hidrostática que ejerce el agua sobre el buzo ($\rho_{\text{agua de mar}} = 1030 \text{ kg/m}^3$).

Solución:

$$P_H = \rho h g$$

$$P_H = \left(1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \left(9.80 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (30\text{m})$$

$$P_H = 302.8 \text{ kPa}$$

Ejemplo 2.

Calcula la presión que requiere un suministro de agua para que el líquido suba a una altura máxima de 50 m.

Solución:

Para distribuir el agua a las ciudades se almacena en un depósito del cual salen tuberías que se conectan con las casas y por las que fluye el vital líquido. Para que el agua pueda subir a una altura determinada es preciso que el suministro se encuentre al nivel que se requiere alcance el agua.

Por tanto:

$$P = \rho h g$$

$$P = 1\,000 \text{ kg/m}^3 \left(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) 50 \text{ m}$$

$$P = 490\,000 \text{ Pa}$$

$$P_H = \rho h g$$

Observa el siguiente video para reforzar lo aprendido en este tema:

<https://www.youtube.com/watch?v=JdeX-Vlkeo>

Referencias:

- Navarro, F. (2014). *Física fácil para bachillerato*. España. Grupo Planeta.
- Serway, Raymond A.; Vuille, Chris. (2012) *Fundamentos de Física*. Novena edición. México. CENAGE Learning.
- Es Ciencia. (2022) *¿Qué es la Densidad?* YouTube. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=RsO-sSyucCc>
- Farit OnLine. (2021) *Peso específico*. YouTube. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=ZmbxLNgEzIQ>
- Clases Particulares en Ávila. (2023)  *La PRESIÓN HIDROSTÁTICA | Explicación, fórmula y ejercicios*. YouTube. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=JdeX-Vlkeo>