

TEMA – 6 Fuerzas en Fluidos. Presión

OBJETIVOS:

- Relacionar deformación de F_{contacto} con la presión (p)
- Aprender a aplicar la **Ley Fundamental de la Hidrostática**.
- Comprender mejor el comportamiento de líquidos
- Comprender por qué flotan los barcos – Entender **Ppio. De Arquímedes**
- Aplicación **Ley de Pascal**.
- Cómo medir la $p_{\text{atmosférica}}$.

1. PRESIÓN

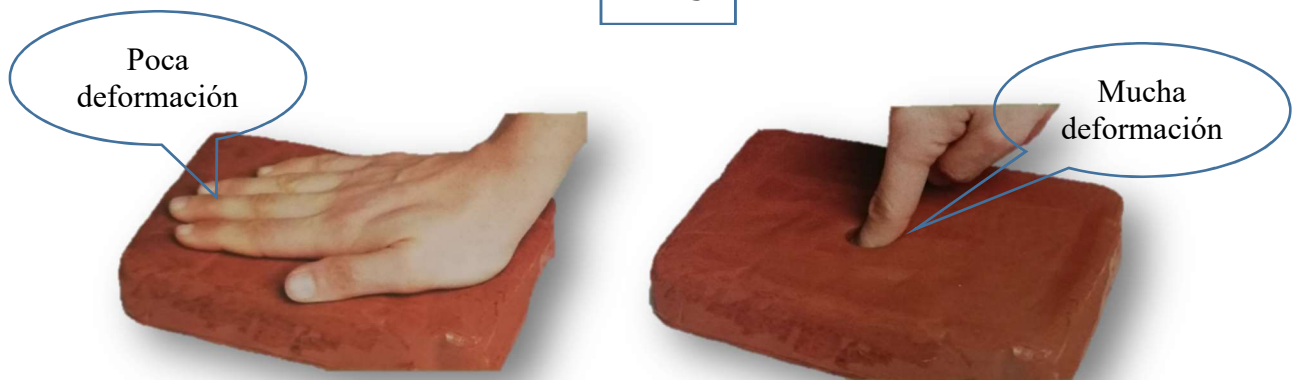
Hasta ahora hemos visto que las fuerzas son capaces de modificar la velocidad de un cuerpo, pero también es cierto que pueden tener otra función, la de deformarlo.

Si para medir la variación de velocidad que experimenta un cuerpo (cuando actúa sobre él una fuerza) utilizábamos la aceleración, para medir la capacidad de deformación de una fuerza utilizaremos la presión.

La presión es una magnitud que mide el efecto deformador o capacidad de penetración de una fuerza y se define como la fuerza ejercida por unidad de superficie.

*La **presión** es una magnitud que mide el efecto deformador o capacidad de penetración de una fuerza. Se define como **fuerza** ejercida **por** unidad de **superficie**. La ejerce una fuerza **de contacto** que actúa **perpendicularmente** sobre la **superficie**.*

$$p = \frac{F}{S}$$



→ **EJERCICIOS:** pg 259 (3)(4)(5)(6)
pg 280 (1)(2)(3)(4)(5)(6)(7)

Unidad en el SI: *Pascal (Pa)* ($1Pa = 1N/m^2$) $1N/m^2$

Unidad	Equivalencia	Usos
hectopascal (hPa)	1 hPa = 100 Pa	Muy utilizada en medidas de altas presiones
atmósfera (atm)	1 atm = 101325 Pa	Muy utilizada para medir la presión atmosférica
bar	1 bar = 100000 Pa	Muy utilizada en meteorología
mmHg	760 mmHg = 1 atm	Muy utilizada en medidas de bajas presiones

Unidades comunes de presión.



Nombre de la unidad, símbolo	Equivalencia con 1 atm	Campo científico
Pascal, Pa	1,01325 x 10 ⁵ Pa	SI, física, química
atmósfera, atm	1 atm	química
Torricelli, torr	760 torr	química
bar	1,01325 bar	meteorología
mmHg	760 mmHg	Química, biología, medicina
Lb/in ²	14,7 lb/in ²	Ingeniería

2. LEY FUNDAMENTAL DE LA HIDROSTÁTICA

FLUIDO

Toda sustancia que pueda fluir, bajo la acción gravitatoria fluye hasta adaptarse a la forma del recipiente que lo contiene. Será entonces cualquier sustancia que se encuentre en estado líquido o gaseoso.

Diferencia entre LÍQUIDO Y GAS, los **líquidos** son prácticamente **incompresibles**, los gases son volubles, pueden comprimirse o bien expandirse.

VISCOSIDAD

Resistencia que tienen las **moléculas que conforman un líquido** para separarse unas de otras, es decir, es la oposición de un fluido a **deformarse** o a “fluir” y esta oposición es debida a las fuerzas de adherencia que tienen unas moléculas de un líquido o fluido con respecto a las otras moléculas del mismo líquido.

Líquido en equilibrio – aquel en el que la suma de todas las fuerzas en cualquier zona de su extensión es nula. Por tanto, no existen corrientes en su interior.

HIDROSTÁTICA

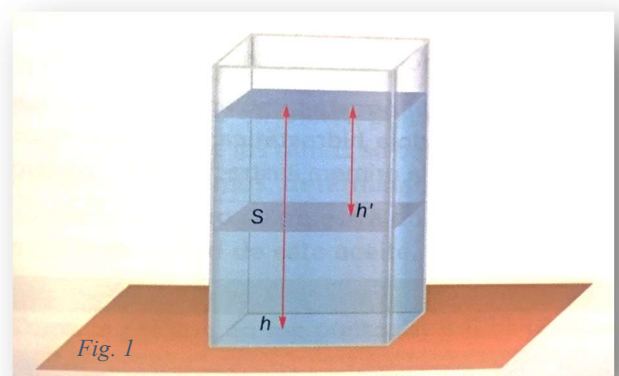
Parte de la física que centra su **estudio** en el **equilibrio de líquidos**.

PRESIÓN HIDROSTÁTICA

La fuerza, **F**, que ejerce el líquido de masa, **m_F**, y volumen, **V**, sobre la superficie, **S**, del fondo, es su propio peso, **P_F**.

Si la densidad es **d_F**, la profundidad **h** y **g** la aceleración de la gravedad, la expresión de la presión del líquido es:

$$P = \frac{F}{S} = \frac{P_F}{S} = \frac{m_F g}{S} = \frac{V d_F g}{S} = \frac{Sh d_F g}{S} = d_F g h$$

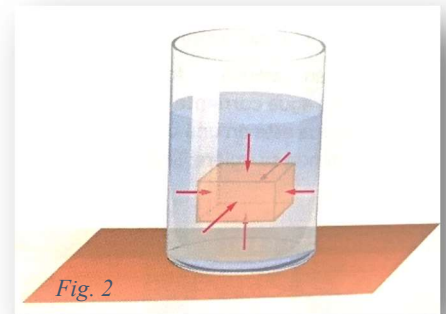


Ley Fundamental de la Hidrostática:

“La presión en un líquido en equilibrio de densidad d_F a una profundidad h viene dada por la expresión:

$$P = d_F gh$$

Cuando se introduce un objeto en el seno de un fluido, la fuerza que aparece es perpendicular a la superficie del objeto en todo punto de ella, y en consecuencia, tiende a comprimirlo. En la Fig.2 observamos como aparece una \vec{F} en cada una de las superficies del objeto.



Esta situación la podemos apreciar cuando encerramos aire dentro de una botella de plástico. En la fig.3, en la botella de la derecha se visualiza esta situación, en la que la presión atmosférica tanto dentro como fuera es la misma, por ejemplo, cerramos la botella cuando estamos en lo alto de la montaña. Cuando bajamos unos cientos de metros, al pueblo, o más aún si bajamos al nivel del mar, podemos observar la situación de la Fig.3 de la izquierda. La **presión atmosférica** externa es mayor que la del aire encerrado en la botella y ello provoca una compresión del mismo.

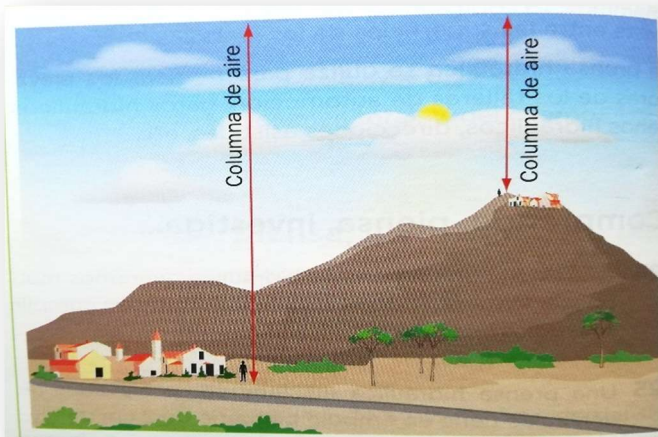
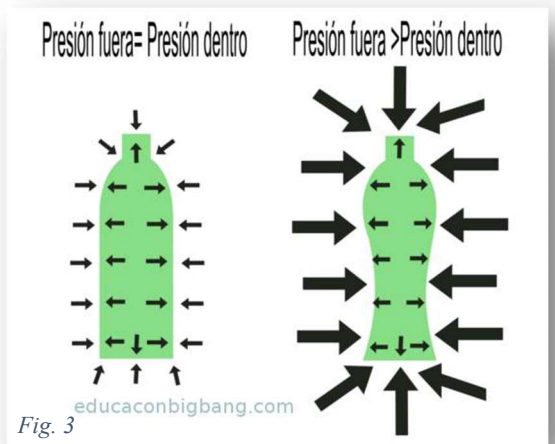


Fig. 4 Debido a que la cantidad de aire que debemos soportar encima nuestra cuando estamos en lo alto de la montaña es menor que la que soportamos en el pueblo o al nivel del mar, la presión atmosférica en la montaña es menor que a alturas inferiores.

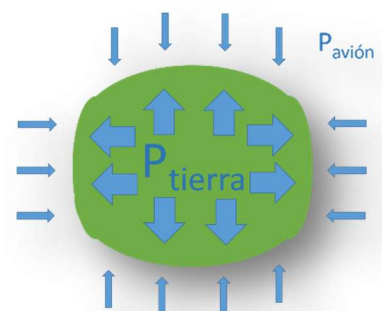
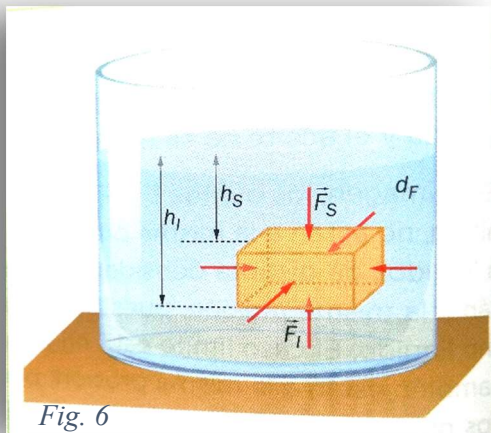


Fig. 5 Esquema de lo que le pasa a las bolsas de patatas fritas, o de un bollo, dentro de un avión a miles de metros sobre el nivel del mar.

3. PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

EMPUJE



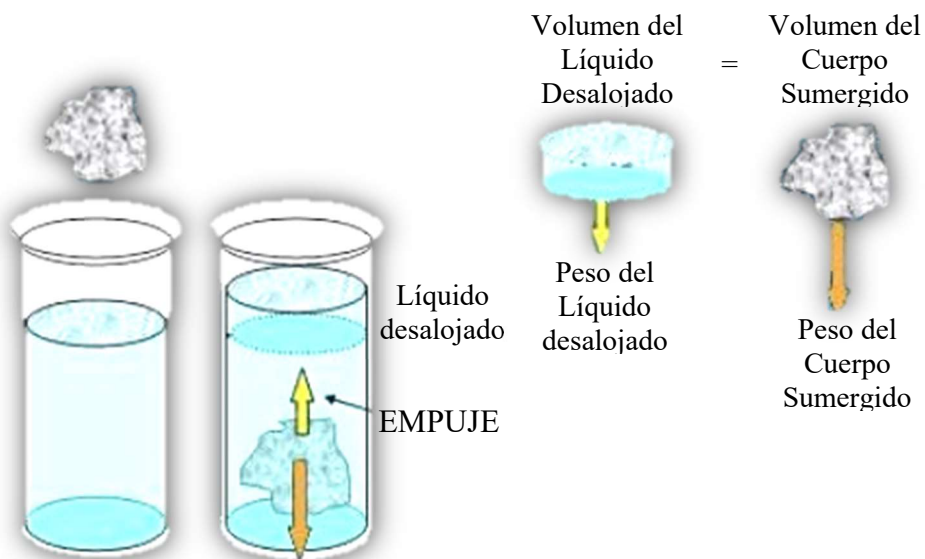
Si nos fijamos en la figura 6, el cuerpo sumergido en el líquido sufre el efecto de fuerzas en toda su superficie debido a la presión hidrostática. Las fuerzas sobre las caras laterales se anulan dos a dos (una y su opuesta). Pero la fuerza en la cara inferior (\vec{F}_1) no es compensada con la fuerza de la cara superior (\vec{F}_2). El resultado es una fuerza neta, denominada **empuje**, que tira del objeto hacia arriba con módulo igual a $E = F_1 - F_2$

$$E = F_{inf} - F_{sup} = p_{inf} S - p_{sup} S = d_F g h_{inf} S - d_F g h_{sup} S = d_F g (h_{inf} - h_{sup}) S = d_F g V$$

$$E = d_F g V$$

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

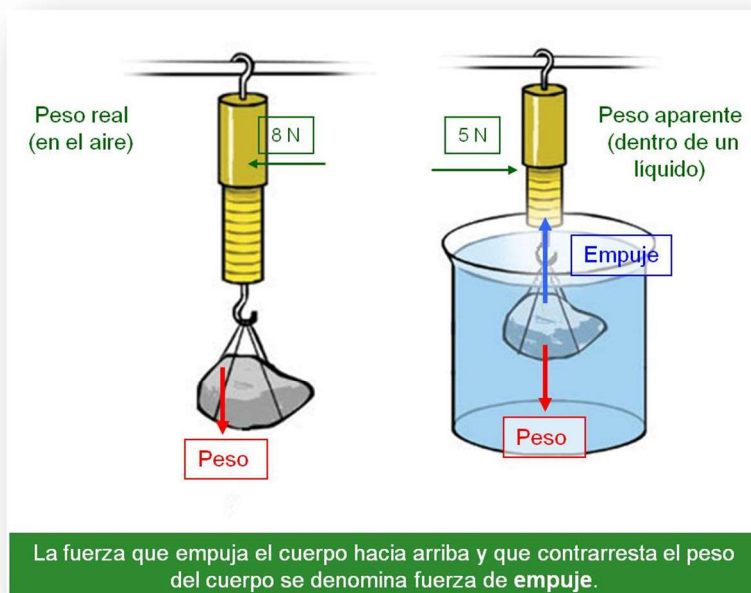
“Todo **cuerpo sumergido** en un **fluido** experimenta una **fuerza vertical hacia arriba**, denominada **empuje E**, cuyo módulo es igual al **peso del fluido desalojado**”.



Vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=RUSPa2gO3xc>

El **empuje** lo podremos calcular restando al peso, la normal. En el caso de esta figura, cuando la piedra cuelga del dinamómetro, este nos indica directamente el valor del peso, pero cuando queda sumergida en el agua, la piedra recibe una fuerza de empuje hacia arriba que hace que el dinamómetro marque menos que en un inicio, esto es lo que sería el **peso aparente**. La diferencia entre un valor y otro nos está indicando el valor de la fuerza de empuje.

$$E = P - P_{\text{aparente}}$$



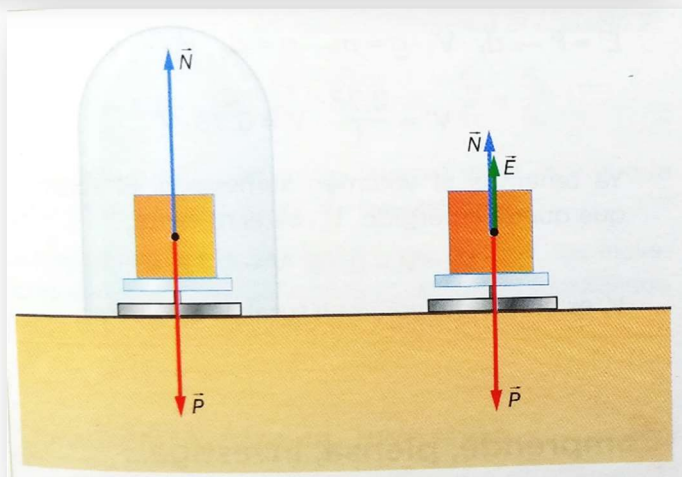
PESO APARENTE

Todo objeto en la Tierra está sumergido en aire, como este es muy poco denso, su empuje suele ser muy pequeño comparado con el peso.

Si nos fijamos en la figura que tenemos aquí al lado, vemos que hay dos objetos, cada uno sobre una báscula, con una diferencia, el de la izquierda está dentro de una campana en la que se ha hecho el vacío, no hay aire (∅ fluido), por ello no se dará ningún efecto debido a que el objeto esté sumergido en un fluido.

Sin embargo, si nos fijamos en el de la derecha, vemos que al estar sumergido en un fluido, como es el aire, éste realiza un empuje sobre el objeto (\vec{E}).

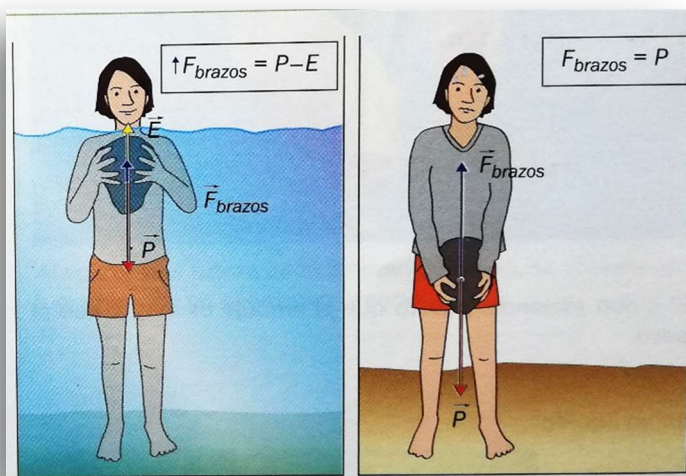
Cuando un objeto se pesa en una báscula, el valor que nos indica ésta es la fuerza que realiza la báscula para sostener el objeto, es decir, la fuerza normal. Si no estuviera sumergido en un fluido, efectivamente,



la normal sería igual al peso, pero cuando consideramos el empuje, porque esté sumergido en un fluido, la medida de la báscula será el peso aparente, tal y como pasaba en la figura anterior (la del dinamómetro).

$$P_{\text{aparente}} = P - E$$

Fig. 7 Observad que el niño tiene que realizar una fuerza mayor para sostener la roca cuando lo hace fuera del agua que cuando está dentro, puesto que el empuje del agua es mucho mayor que el del aire, de hecho, el empuje del aire es tan pequeño que la fuerza peso es prácticamente igual que la fuerza que debe realizar el niño para sostenerla.



FLOTACIÓN

Después de lo que hemos visto, ya podríamos imaginarnos qué condiciones tendrían que darse para que un objeto completamente sumergido en un fluido terminara flotando, y es que el **empuje, E**, fuera **mayor que el peso, P**, de tal manera que lo hiciera subir a la superficie del fluido:

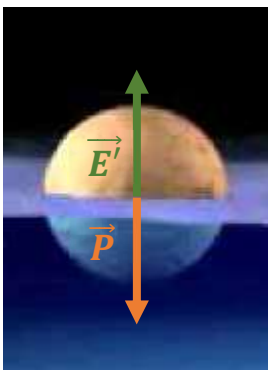
$$E > P$$

, donde el **peso, P** = $m_{\text{objeto}} g = d_{\text{objeto}} V_{\text{objeto}} g$

y el **empuje** es igual al peso del volumen de fluido desalojado por el objeto, es decir,

$$E = m_{\text{fluido}} g = d_{\text{fluido}} V_{\text{objeto}} g$$

Por tanto, $d_{\text{fluido}} V_{\text{objeto}} g > d_{\text{objeto}} V_{\text{objeto}} g$, llegando a la conclusión de que la densidad del fluido ha de ser



mayor que la del objeto para que este subiera a la superficie y flotase, $d_{\text{fluido}} > d_{\text{objeto}}$

Cuando el objeto asciende hasta una altura en la cual **el empuje se iguala al peso**, se dice que el objeto está en equilibrio estático (ya lo vimos en la ficha anterior en el apartado de dinámica). Es posible que el objeto se quede en equilibrio estático sin llegar a emerger de la superficie. Pero si el objeto termina flotando al ascender a la superficie, seguirá cumpliéndose que $E' = P$, en ese caso el objeto al no estar completamente sumergido, el empuje, E' , se deberá solo al volumen de la parte del objeto que se encuentra sumergida: $E' = d_F V' g$

→ **EJERCICIOS:** pg 266 (22) (23)

4. LEY DE PASCAL

“La **presión** ejercida en **un punto** de un líquido **se transmite al resto de puntos** de este, **manteniendo la misma intensidad**”.

PRENSA HIDRÁULICA - Se fundamenta en la Ley de Pasca

$$p_1 = p_2 \rightarrow \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1} \rightarrow F_2 = F_1 \frac{S_2}{S_1}$$

La relación que hay entre las fuerzas es la misma que la que hay entre las superficies

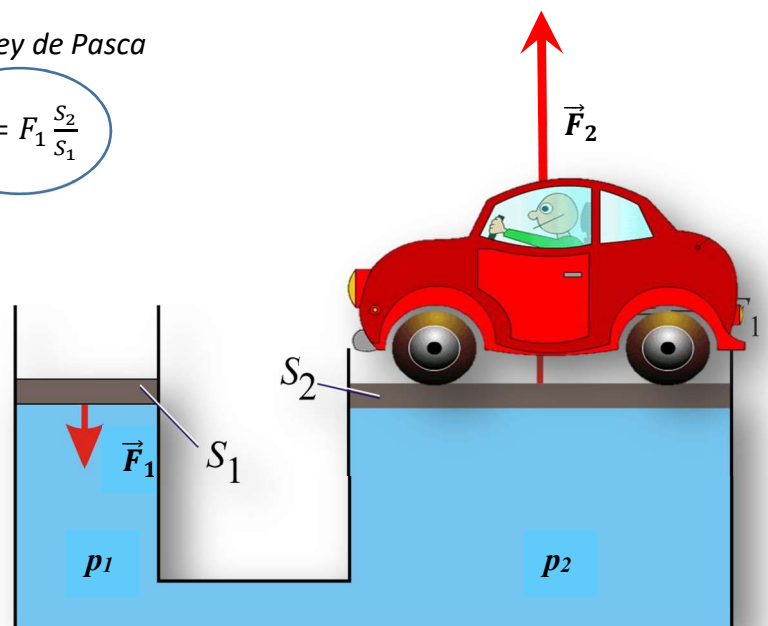


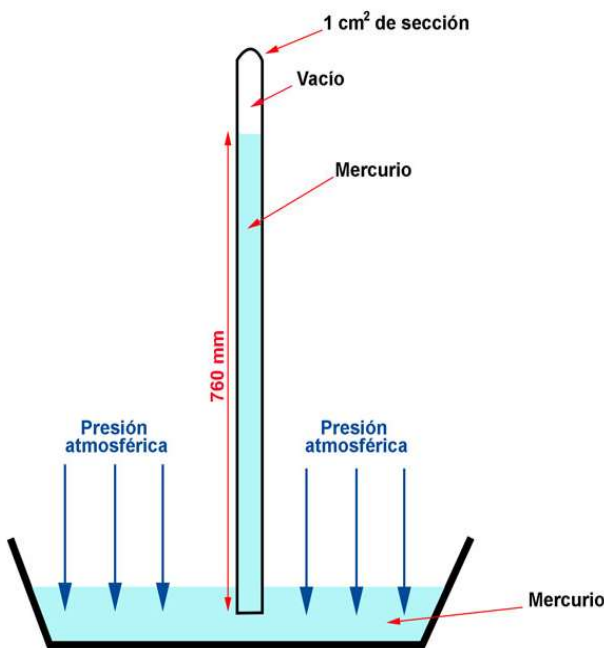
Fig. 8 Al aplicar una fuerza en el émbolo pequeño, se obtiene una fuerza mayor en el émbolo grande

APLICACIONES de la prensa hidráulica: elevadores de los talleres de automoción, gatos hidráulicos, frenos hidráulicos, direcciones asistidas, prensas neumáticas, prensas de vacío, etc

→ **EJERCICIOS:** pg 267 (24) (25) (26) (27)

5. PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Mira el siguiente vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=hVBLselXMnY>



El primero en determinar la presión atmosférica fue Evangelista Torricelli en 1643.

Torricelli llenó de mercurio un tubo de 1 m de largo, (cerrado por uno de los extremos) y lo invirtió sobre un cubeta llena de mercurio. Sorprendentemente la columna de mercurio bajó varios centímetros, permaneciendo estática a unos 76 cm (760 mm) de altura.

Razonó que la columna de mercurio no caía debido a que la presión atmosférica ejercida sobre la superficie del mercurio (y transmitida a todo el líquido y en todas direcciones) era capaz de equilibrar la presión ejercida por su peso.

Aplicando la expresión de **la Ley Fundamental de la Hidrostática**, calculando la presión del mercurio a una profundidad de 760mm, obtendríamos la presión que ejerce el aire, es decir, la presión atmosférica:

(densidad del mercurio $d_{Hg} = 13,6 \text{ g/cm}^3$)

$$p_{\text{atmosférica}} = d_{Hg} g h = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,760 \cong 101\,325 \text{ Pa}$$

Valor de la presión atmosférica en distintas unidades:

$$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg} \cong 1\,013 \text{ mb} \cong 14,7 \text{ psi} \cong 1,034 \text{ kg/cm}^2$$

Pascal	milímetros de mercurio = torr	milibar	libra por pulgada cuadrada*	atmósfera técnica
--------	-------------------------------	---------	-----------------------------	-------------------

* libra (lb): unidad de masa / 1lb = 0.4535923kg

pulgada (in): unidad de longitud. Pulgada en inglés: inches / 1in = 0.02540000m

INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE LA PRESIÓN: [barómetro](#) (tipos: mercurio, aneroides y digitales) y el [manómetro](#).

Ejercicio: Mira los vídeos que aparecen en los enlaces a **barómetro** (completo) y **manómetro** (solo hasta el segundo 0:45) y escribe la **descripción** de cada uno de ellos. ¿Qué **similitudes** y qué **diferencias** existen entre ellos?

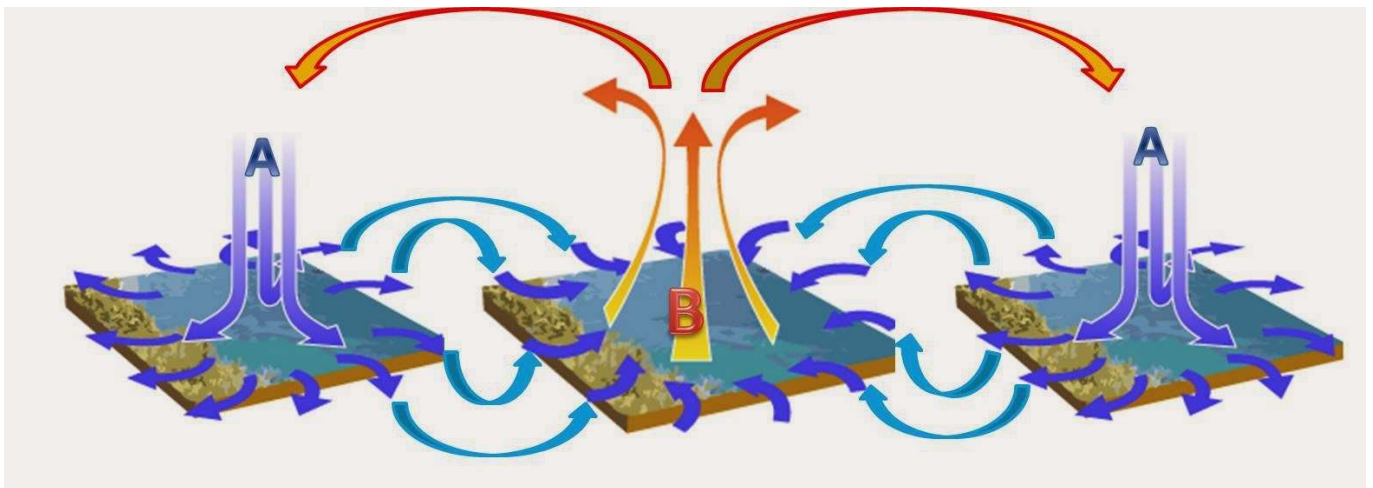
6. CONCEPTOS METEOROLÓGICOS

Mira el siguiente vídeo sobre el viento para poder entender mejor la dinámica que se da en la atmósfera:

<https://www.youtube.com/watch?v=B1nhLnzeTns&list=RDCMUCCz7LA2yhTOwHTcTgww37Pg&index=1>

CENTROS DE ACCIÓN: Son las zonas en la atmósfera en las que la presión es más alta de lo normal (**anticiclones**), o más baja de lo normal (**borrascas**)

Anticiclón: centro de acción en el cual las **masas de aire** de las capas altas **descienden** (por ser empujadas por otras masas, o bien porque se trata de aire a baja temperatura, que es más denso y por eso baja). Al ser frío, el aire lleva poco vapor de agua (baja humedad). Provoca cielos claros con ausencia de lluvias, **TIEMPO ESTABLE**.



Borrasca, centro de acción en el cual las **masas de aire ascienden** (normalmente a mayor temperatura y humedad) que al subir se enfrían condensando el vapor de agua y formando las nubes. **TIEMPO INESTABLE: vientos fuertes, lluvias y bajadas de temperatura.**