



PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

- La **presión** se define como *una fuerza normal ejercida por un fluido por unidad de área*. Se habla de presión sólo cuando se trata de un gas o un líquido.
- Puesto que la presión se define como fuerza por unidad de área, tiene la unidad de newton por metro cuadrado (N/m^2), la cual se llama **pascal** (Pa); es decir : $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 0.1 \text{ MPa} = 100 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ atm} = 101,325 \text{ Pa} = 101.325 \text{ kPa} = 1.01325 \text{ bars}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ kgf/cm}^2 &= 9.807 \text{ N/cm}^2 = 9.807 \times 10^4 \text{ N/m}^2 = 9.807 \times 10^4 \text{ Pa} \\ &= 0.9807 \text{ bar} \\ &= 0.9679 \text{ atm} \end{aligned}$$

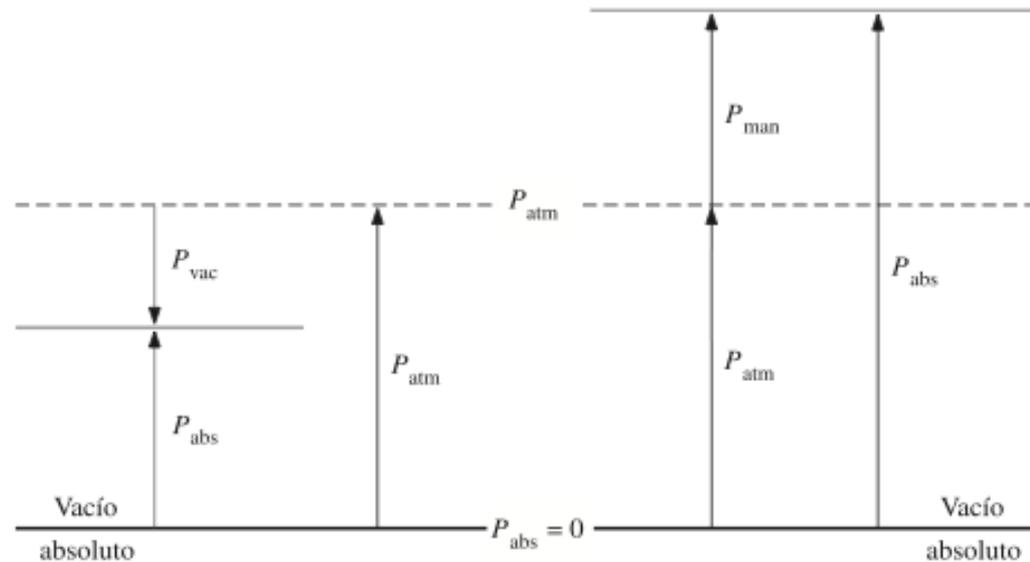


PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

- En el sistema inglés, la unidad de presión es la *libra-fuerza por pulgada cuadrada* (lbf/in² o psi) y 1 atm = 14.696 psi. Las unidades de presión kgf/cm² y lbf/in² también se denotan por kg/cm² y lb/in², respectivamente, y son de uso común en los medidores de presión para los neumáticos de automóvil. Se puede demostrar que kgf/cm² = 14.233 psi.

$$P_{\text{man}} = P_{\text{abs}} - P_{\text{atm}}$$

$$P_{\text{vac}} = P_{\text{atm}} - P_{\text{abs}}$$

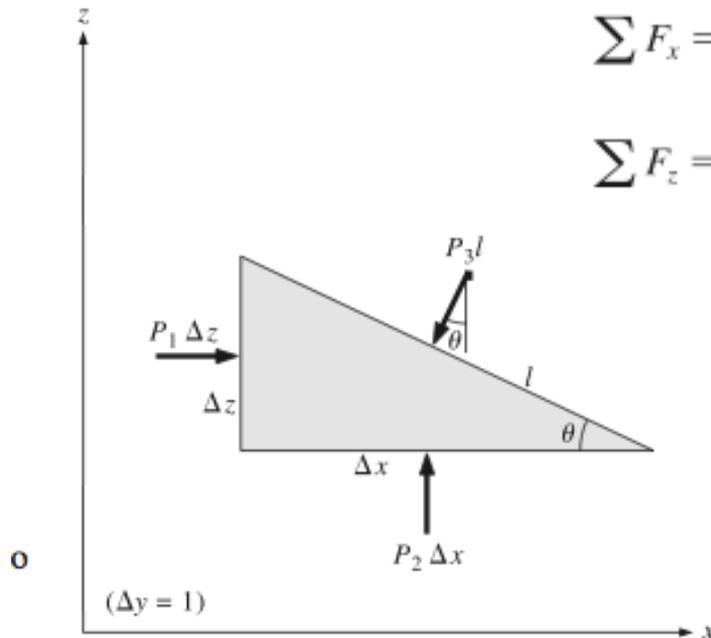




PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

- Presión en un punto**

La presión es la *fuerza de compresión* por unidad de área y da la impresión de ser un vector. Sin embargo, la presión en cualquier punto en un fluido es la mis- ma en todas direcciones;



$$\sum F_x = ma_x = 0:$$

$$P_1 \Delta z - P_3 l \sin \theta = 0$$

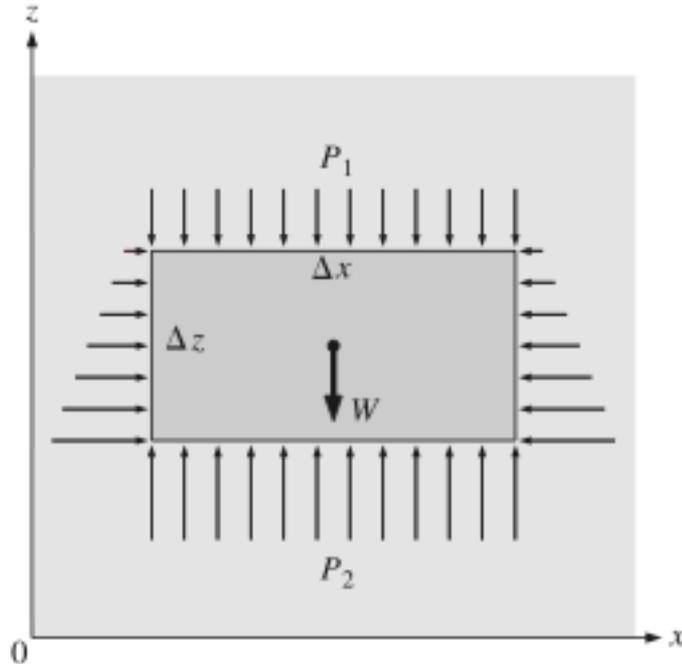
$$\sum F_z = ma_z = 0:$$

$$P_2 \Delta x - P_3 l \cos \theta - \frac{1}{2} \rho g \Delta x \Delta z = 0$$



PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

- Variación de la presión con la profundidad



$$\sum F_z = ma_z = 0: \quad P_2 \Delta x - P_1 \Delta x - \rho g \Delta x \Delta z = 0$$

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \rho g \Delta z = \gamma_s \Delta z$$

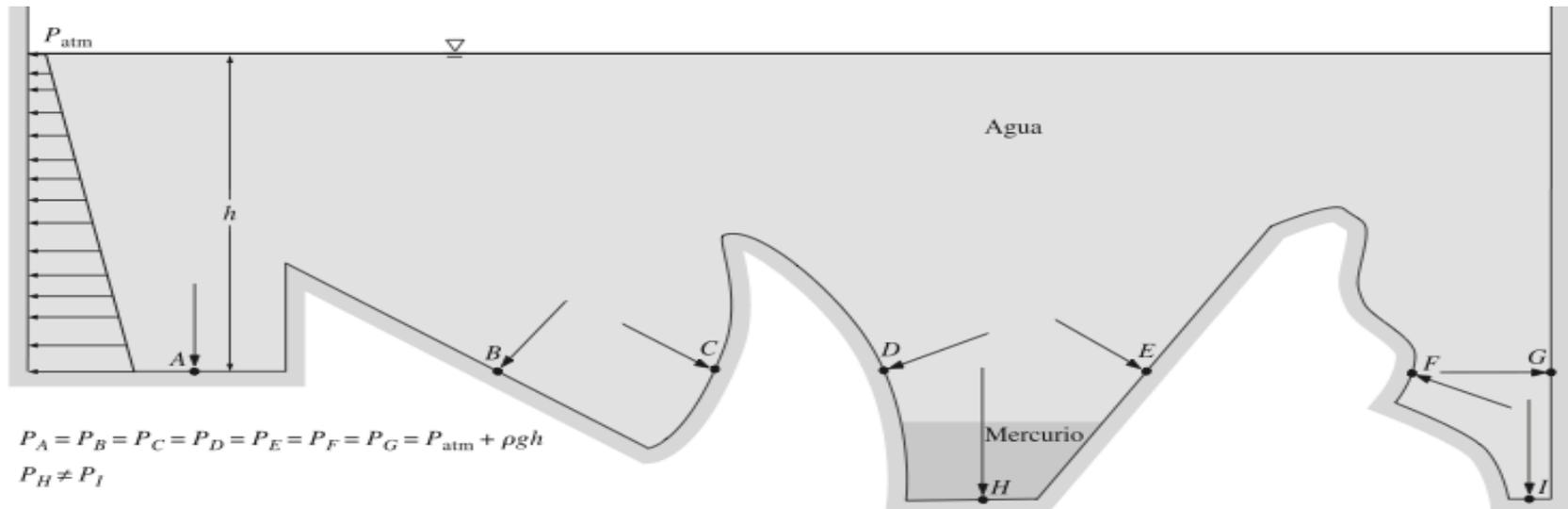
$$P = P_{\text{atm}} + \rho g h \quad \text{o} \quad P_{\text{man}} = \rho g h$$

$$\frac{dP}{dz} = -\rho g \quad \Delta P = P_2 - P_1 = -\int_1^2 \rho g dz$$



PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

- La presión es la misma en todos los puntos sobre un plano horizontal en un fluido dado, sin importar la configuración geométrica, siempre que los puntos estén interconectados por el mismo fluido.

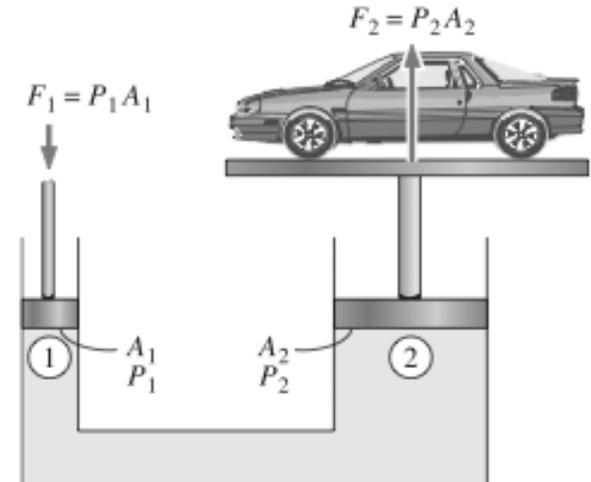




PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

- Principio de Pascal:
- La razón A_2/A_1 se llama *ventaja mecánica ideal* del elevador hidráulico. Por ejemplo, con un gato hidráulico para automóviles con una razón de áreas de los pistones de $A_2/A_1 = 10$, una persona puede levantar un automóvil de 1 000 kg por la aplicación de una fuerza de sólo 100 kgf (= 908 N).

$$P_1 = P_2 \quad \rightarrow \quad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \rightarrow \quad \frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$$

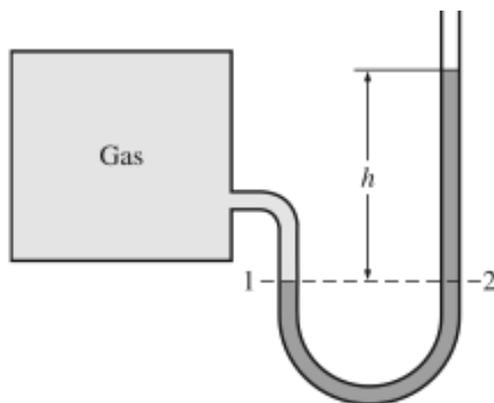




PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

- **EL MANÓMETRO**

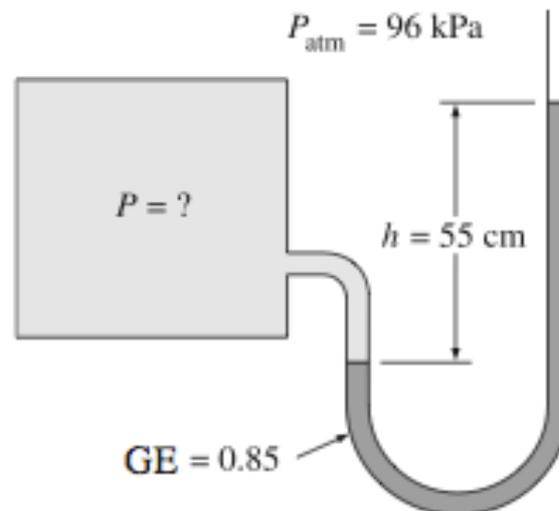
Es un instrumento que permite medir la presión usando una columna de fluido. Consta principalmente de un tubo en U de vidrio o plástico que contiene uno o más fluidos como mercurio, agua, alcohol o aceite. Para mantener el tamaño del manómetro dentro de límites manejables se usan fluidos pesados, como el mercurio, si se prevén grandes diferencias en la presión.





PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

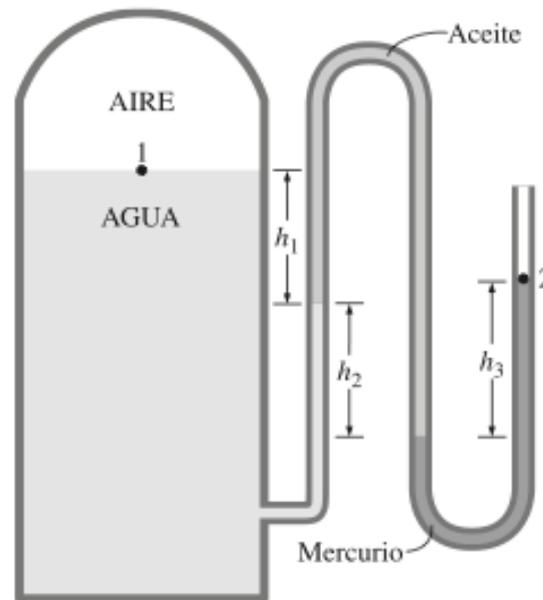
- Ejemplo:** Se usa un manómetro para medir la presión en un tanque. El fluido que se utiliza tiene una gravedad específica de 0.85 y la elevación de la columna en el manómetro es de 55 cm, como se muestra en la figura. Si la presión atmosférica local es de 96 kPa, determine la presión absoluta del





PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

2. **Ejemplo:** El agua en un tanque se presuriza con aire y se mide la presión con un manómetro de fluidos múltiples, como se muestra en la figura. El tanque está en una montaña a una altitud de 1400 m, donde la presión atmosférica es de 85.6 kPa. Determine la presión del aire en el tanque si $h_1 = 0.1$ m, $h_2 = 0.2$ m, y $h_3 = 0.35$ m. Tome las densidades del agua, el aceite y el mercurio como $1\ 000\ \text{kg/m}^3$, $850\ \text{kg/m}^3$, y $13\ 600\ \text{kg/m}^3$, respectivamente.



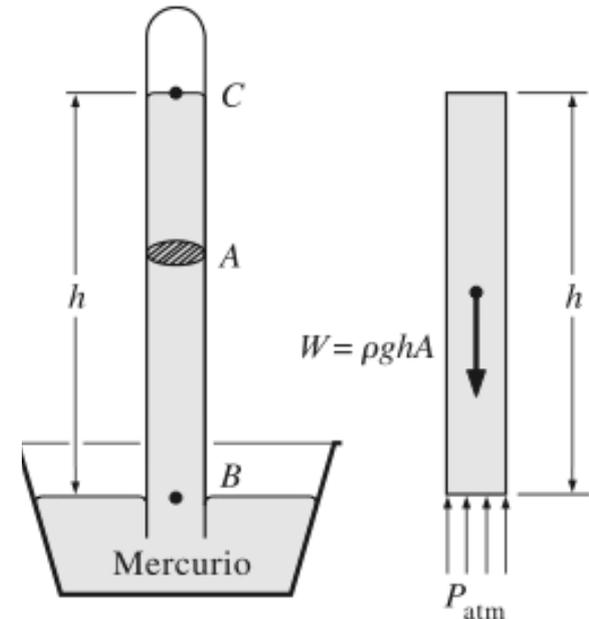


PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

• El Barómetro Y La Presión Atmosférica

La presión atmosférica se mide con un instrumento llamado **barómetro**; por tanto, con frecuencia se hace referencia de la presión atmosférica como *presión barométrica*.

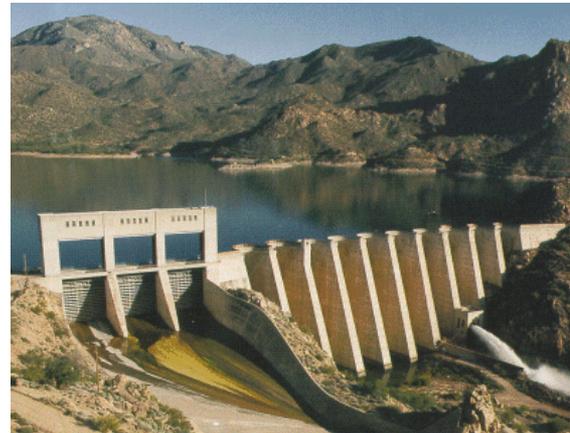
- 1 atm = 760 mm Hg (29.92 in Hg) a 0°C.
- 1 atm = 760 torr y 1 torr = 133.3 Pa.
- 1 atm = 101.325 kPa





PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

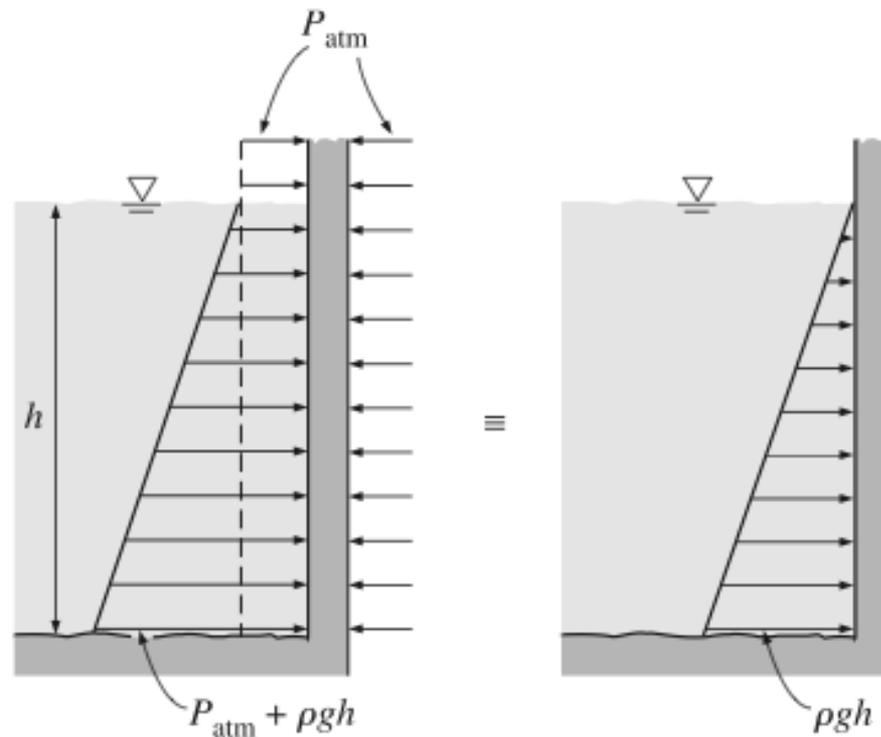
- La **Estática de Fluidos** trata de los problemas relacionados con los fluidos en reposo. El fluido puede ser gaseoso o líquido. En general, la estática de fluidos se llama *hidrostática* cuando el fluido es un líquido y *aeroestática*, cuando el fluido es un gas.
- Sobre una superficie *plana* las **fuerzas hidrostáticas** forman un sistema de fuerzas paralelas y, a menudo, se necesita determinar la *magnitud* de la fuerza y su *punto de aplicación*, el cual se llama **centro de presión**.





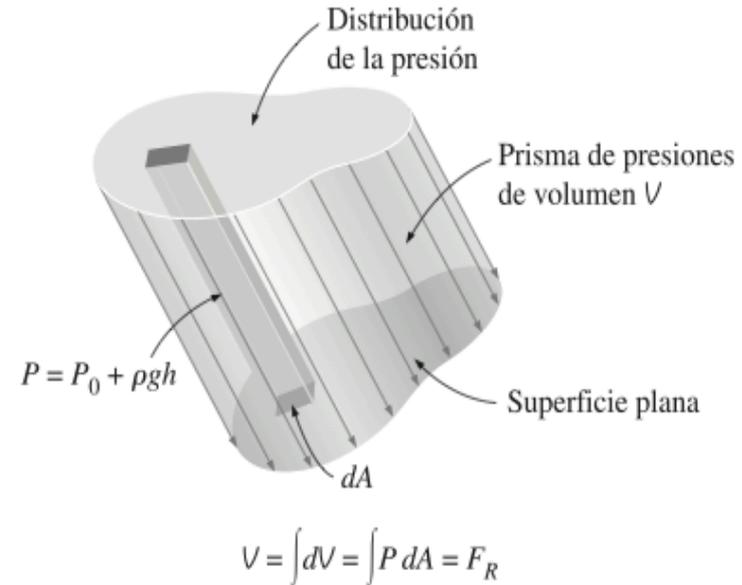
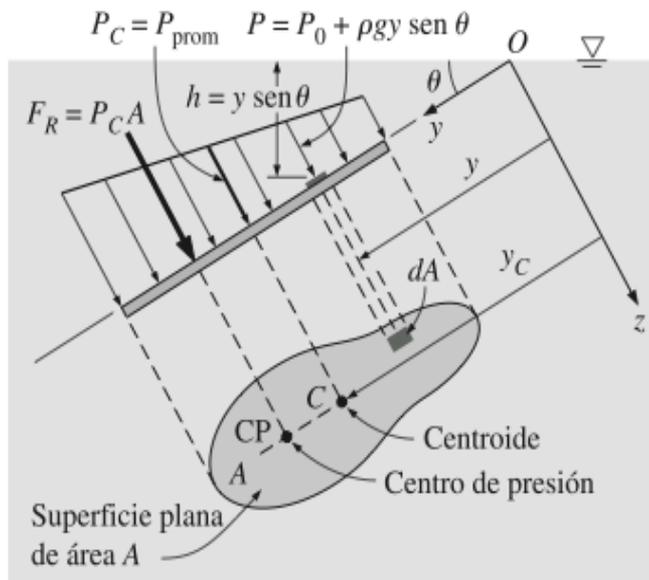
PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

- Fuerzas hidrostáticas sobre superficies planas sumergidas





PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS



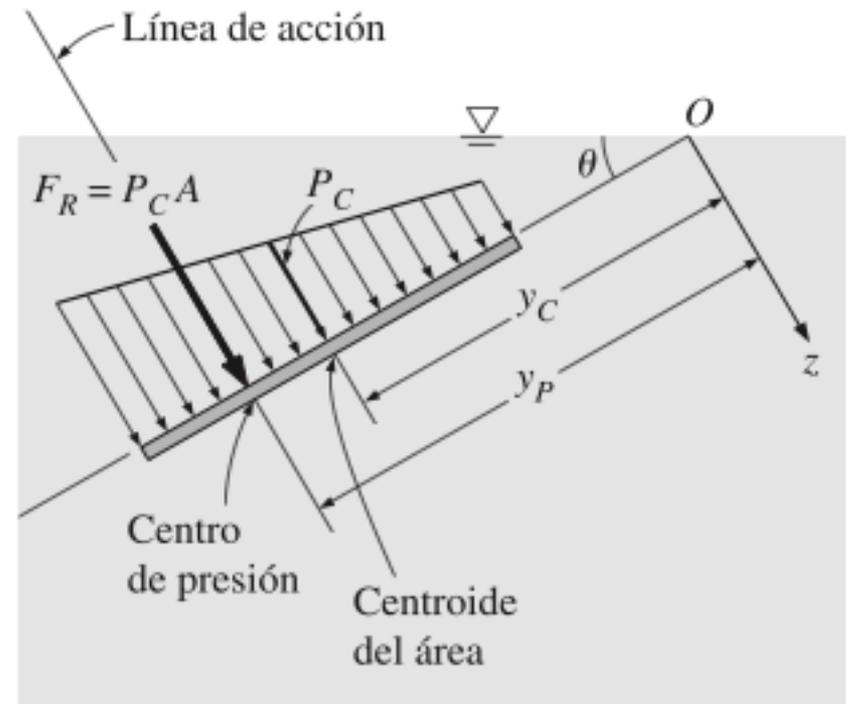
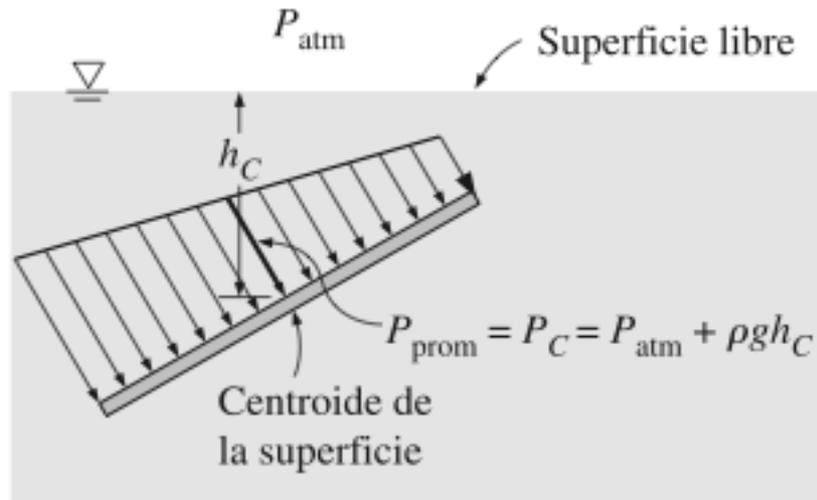
$$P = P_0 + \rho gh = P_0 + \rho gy \text{ sen } \theta$$

$$F_R = \int_A P dA = \int_A (P_0 + \rho gy \text{ sen } \theta) dA = P_0 A + \rho g \text{ sen } \theta \int_A y dA$$

$$y_C = \frac{1}{A} \int_A y dA$$

PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

$$F_R = (P_0 + \rho g y_C \text{ sen } \theta)A = (P_0 + \rho g h_C)A = P_C A = P_{\text{prom}} A$$



$$y_P F_R = P_0 y_C A + \rho g \text{ sen } \theta I_{xx, O}$$

$$y_P F_R = \int_A y P dA = \int_A y (P_0 + \rho g y \text{ sen } \theta) dA = P_0 \int_A y dA + \rho g \text{ sen } \theta \int_A y^2 dA$$

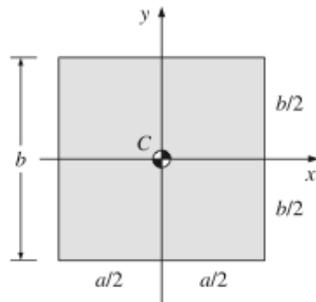


PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

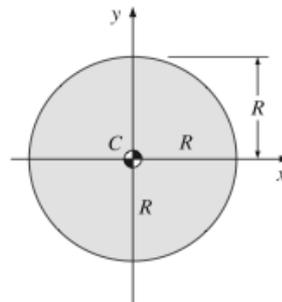
$$y_P = y_C + \frac{I_{xx, C}}{[y_C + P_0/(\rho g \text{ sen } \theta)]A}$$

$$I_{xx, O} = I_{xx, C} + y_C^2 A$$

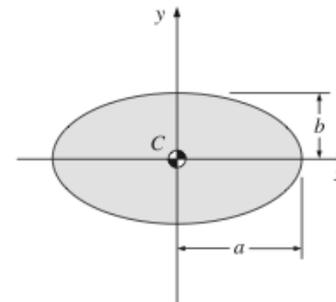
$$y_P = y_C + \frac{I_{xx, C}}{y_C A}$$



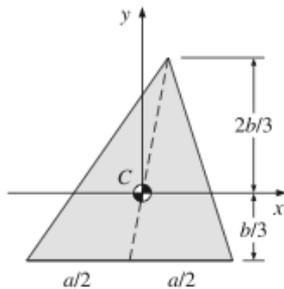
$A = ab$, $I_{xx, C} = ab^3/12$
a) Rectángulo



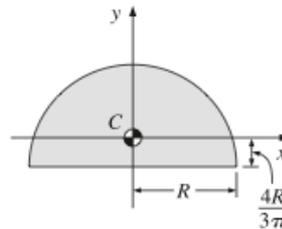
$A = \pi R^2$, $I_{xx, C} = \pi R^4/4$
b) Círculo



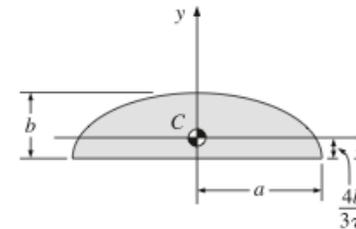
$A = \pi ab$, $I_{xx, C} = \pi ab^3/4$
c) Elipse



$A = ab/2$, $I_{xx, C} = ab^3/36$
d) Triángulo



$A = \pi R^2/2$, $I_{xx, C} = 0.109757R^4$
e) Semicírculo

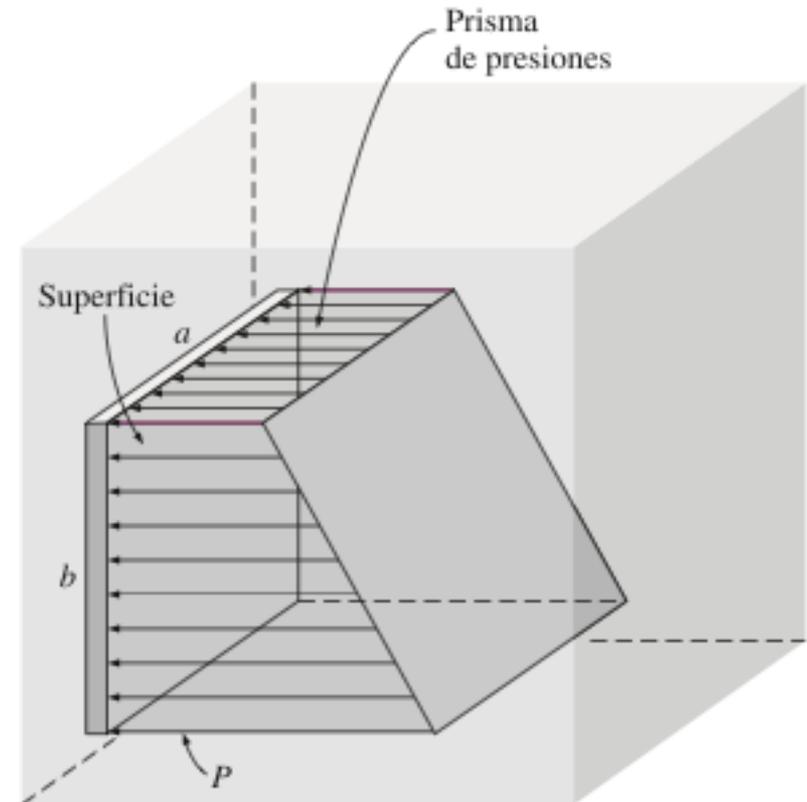


$A = \pi ab/2$, $I_{xx, C} = 0.109757ab^3$
f) Semi-elipse

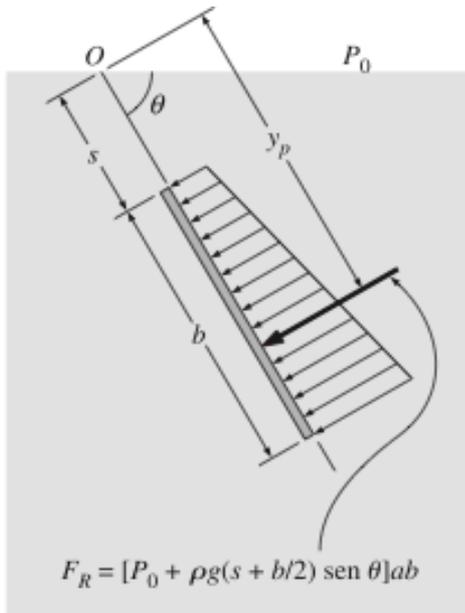


PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

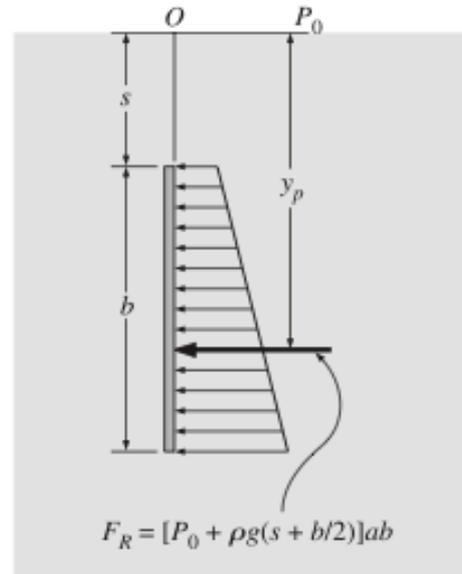
$$\begin{aligned}
 y_P &= s + \frac{b}{2} + \frac{ab^3/12}{[s + b/2 + P_0/(\rho g \text{ sen } \theta)]ab} \\
 &= s + \frac{b}{2} + \frac{b^2}{12[s + b/2 + P_0/(\rho g \text{ sen } \theta)]}
 \end{aligned}$$



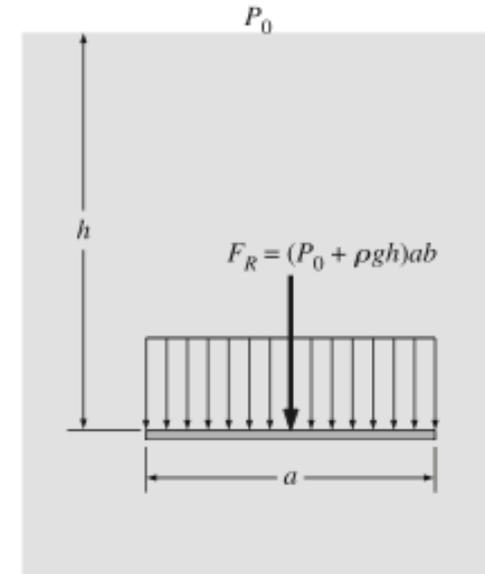
PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS



a) Placa inclinada



b) Placa vertical



c) Placa horizontal

Placa rectangular vertical:

$$F_R = [P_0 + \rho g(s + b/2)]ab$$

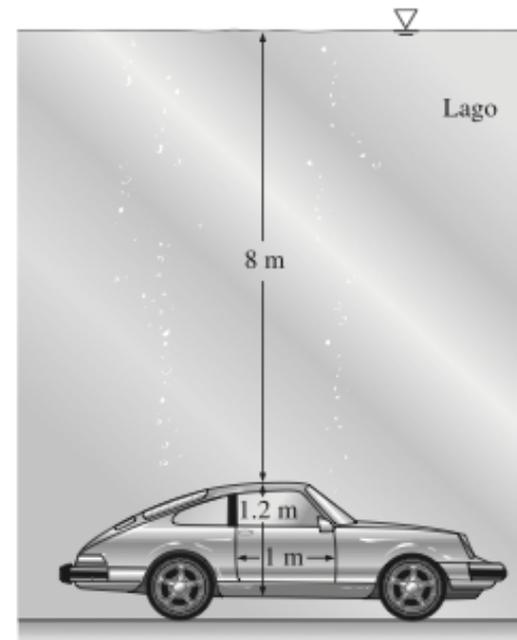
Placa rectangular vertical (s = 0):

$$F_R = (P_0 + \rho gb/2)ab$$



PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

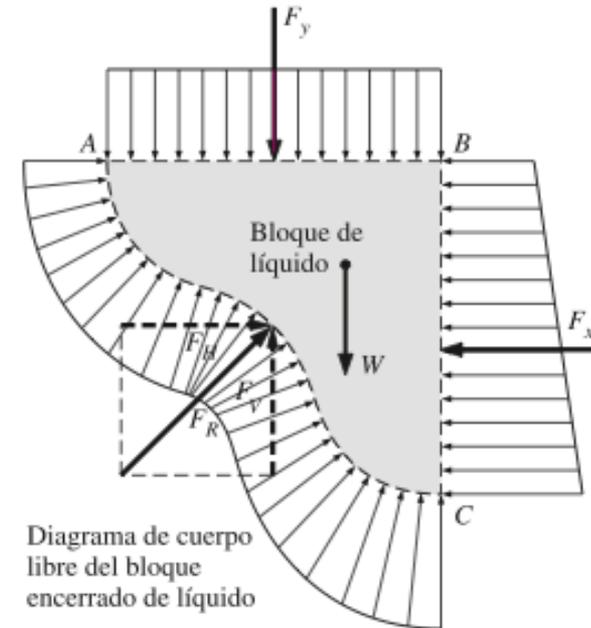
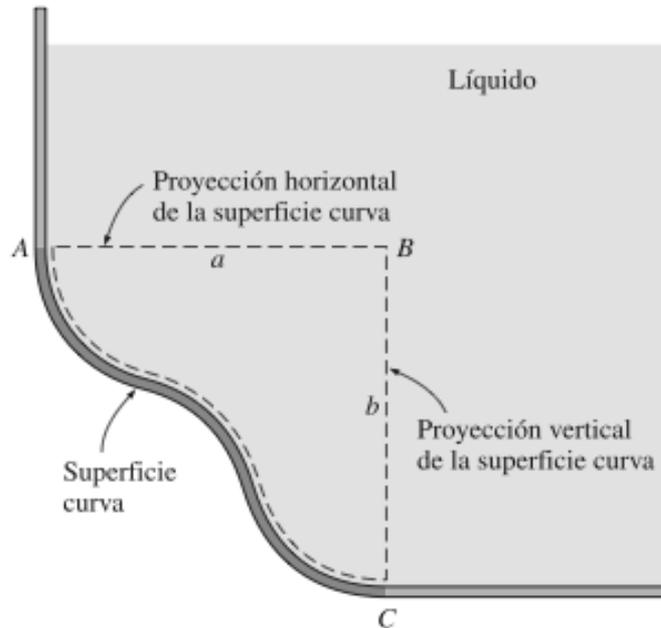
- **EJEMPLO** : Un automóvil pesado se sumergió en un lago por accidente y quedó sobre sus ruedas. La puerta mide 1.2 m de altura y 1 m de ancho, y el borde superior de la misma está 8 m abajo de la superficie libre del agua. Determine la fuerza hidrostática sobre la puerta y la ubicación del centro de presión, y determine si el conductor puede abrir la puerta.





PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

- Fuerzas hidrostáticas sobre superficies curvas sumergidas



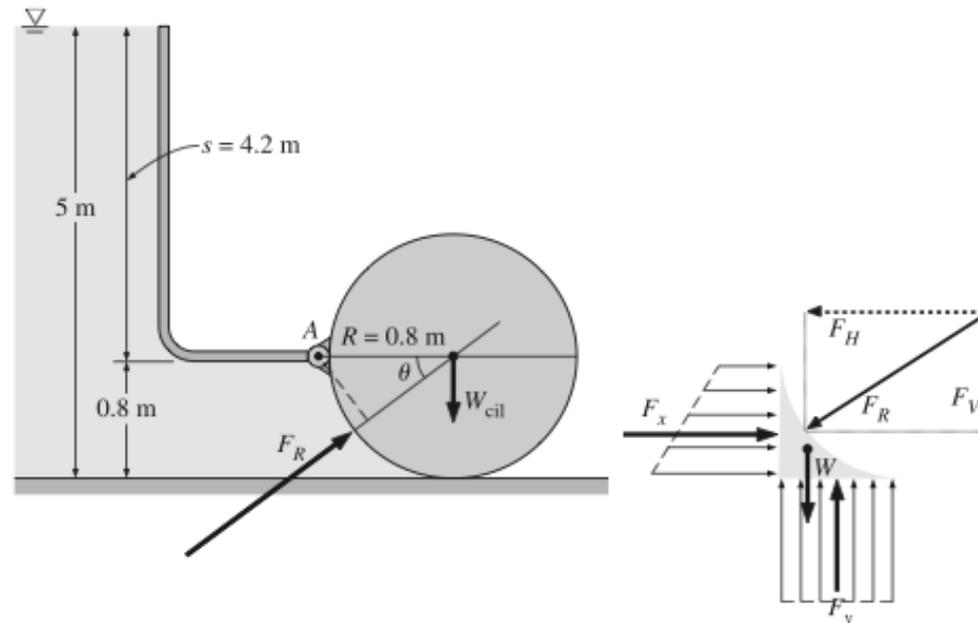
Componente horizontal de la fuerza sobre la superficie curva: $F_H = F_x$

Componente vertical de la fuerza sobre la superficie curva: $F_V = F_y + W$



PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

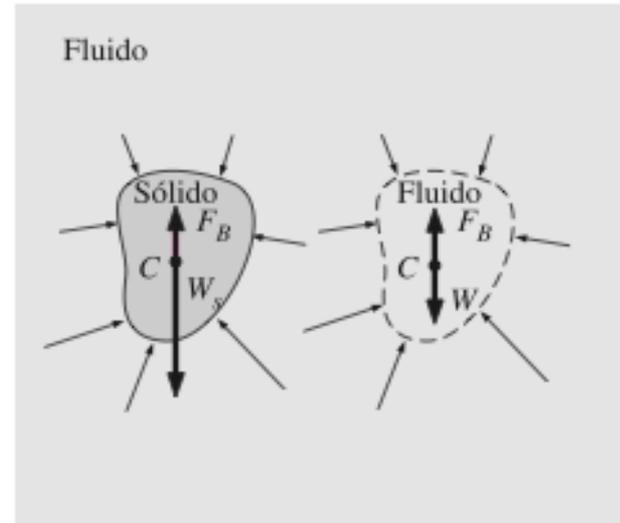
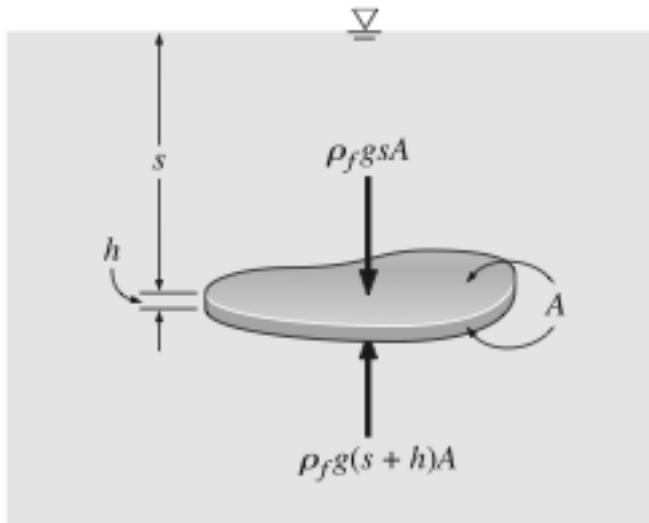
- EJEMPLO:** Un cilindro sólido largo de radio 0.8, articulado en el punto A se emplea como una compuerta automática, como se muestra en la figura 3-36. Cuando el nivel del agua llega a 5 m, la compuerta se abre girando en torno a la articulación en el punto A. Determine *a)* la fuerza hidrostática que actúa sobre el cilindro y su línea de acción cuando la compuerta se abre, y *b)* el peso del cilindro por m de longitud del mismo.





PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

- Flotación y estabilidad

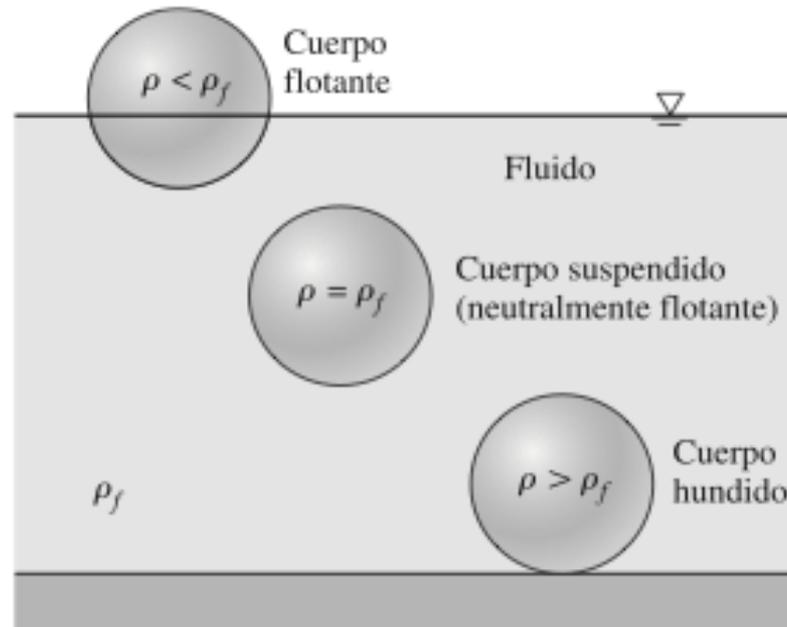


$$F_B = F_{\text{inf}} - F_{\text{sup}} = \rho_f g (s + h) A - \rho_f g s A = \rho_f g h A = \rho_f g V$$

$$F_B = W \rightarrow \rho_f g V_{\text{sum}} = \rho_{\text{prom, cuerpo}} g V_{\text{total}} \rightarrow \frac{V_{\text{sum}}}{V_{\text{total}}} = \frac{\rho_{\text{prom, cuerpo}}}{\rho_f}$$



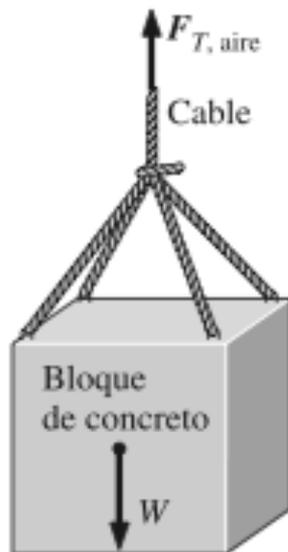
PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS



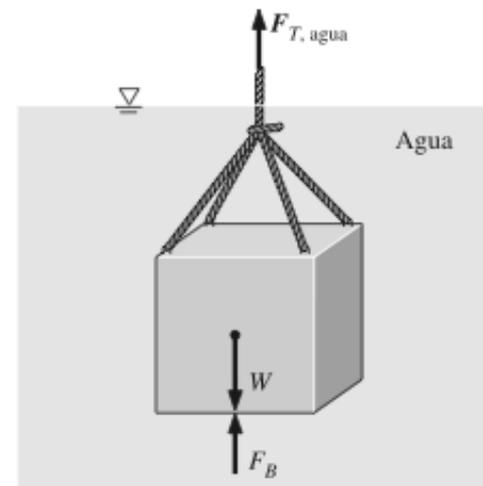


PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

- Ejemplo:** Se usa una grúa para bajar objetos pesados en el mar (densidad = 1025 kg/m^3) para un proyecto de construcción submarina. Determine la tensión en el cable de la grúa debida a un bloque rectangular de concreto (densidad = 2300 kg/m^3) cuando está *a*) suspendido en el aire y *b*) sumergido totalmente en el agua.



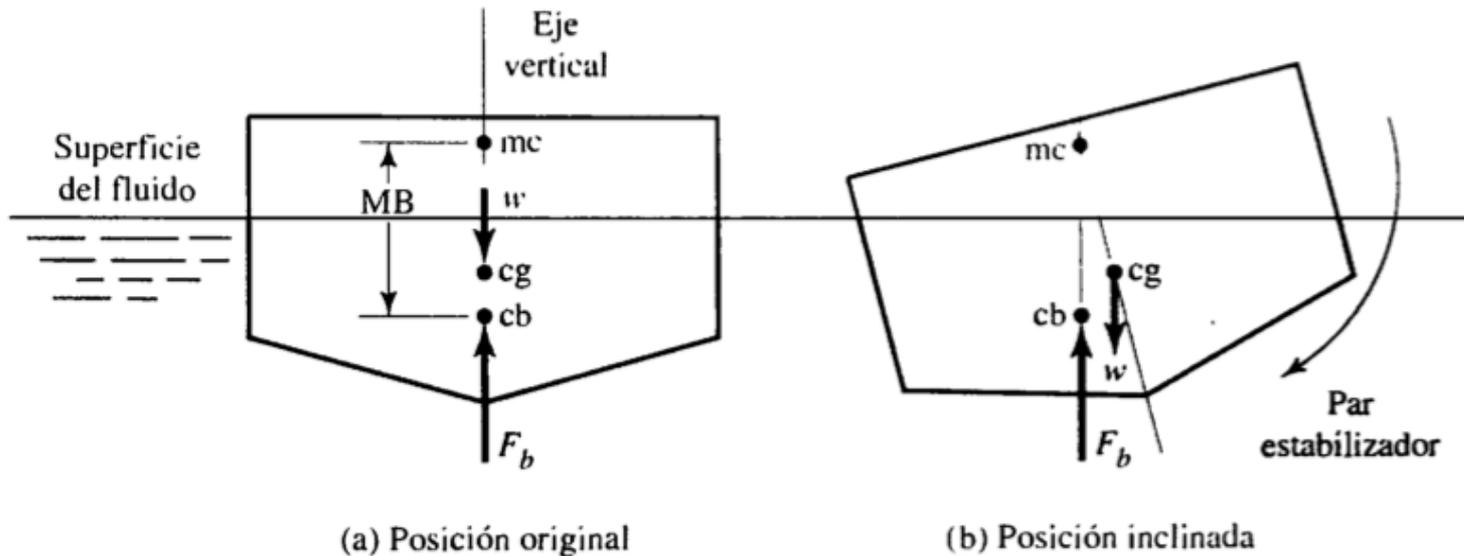
Aire





PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

- Estabilidad
- *La condición de estabilidad para los cuerpos sumergidos por completo en un fluido es que su centro de gravedad esté por debajo de su centro de flotabilidad.*





PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

- *Un cuerpo flotante es estable si su centro de gravedad está por debajo del metacentro.*

$$MB = \frac{I}{V_d}$$

- V_d : es el volumen desplazado de fluido.
- I es el momento de inercia mínimo de una sección horizontal del cuerpo tomada en la superficie del fluido.

PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR LA ESTABILIDAD DE LOS CUERPOS FLOTANTES

1. Determinar la posición del cuerpo flotante, por medio de los principios de flotabilidad.
2. Localizar el centro de flotación, cb . Calcular la distancia que hay entre algún eje de referencia y_{cb} , denominada y_{cb} . Por lo general, se toma el fondo del objeto como dicho eje de referencia.



PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

3. Ubicar el centro de gravedad, cg . Calcular y_{cg} , medida a partir del mismo eje de referencia.
4. Determinar la forma del área en la superficie del fluido y calcular el momento mas pequeño de inercia I de dicha forma.
5. Calcular el volumen desplazado, V_d .
6. Calcular $MB = I/V_d$
7. Obtener $y_{mc} = y_{cb} + MB$.
8. Si $y_{mc} > y_{cg}$, el cuerpo es estable.
9. Si $y_{mc} < y_{cg}$ el cuerpo es inestable.



PRESIÓN Y ESTÁTICA DE FLUIDOS

- **Ejemplo 1:** Un contenedor para un faro de emergencia tiene forma rectangular de 30.0 pulg de ancho, 40.0 pulg de largo 22.0 de alto. Su centro de gravedad está a 10.50pulg por arriba de su base. El contenedor pesa 250 lb. ¿Tendrá estabilidad la caja con el lado de 30x40 pulg paralelo a la superficie, en agua tranquila?
- **Ejemplo 2:** La figura muestra una barcaza fluvial utilizada para transportar materiales a granel. Suponga que el centro de gravedad de la barcaza se ubica en su centroide y que ésta flota con 8.00 pies sumergidos. Determine el ancho mínimo que garantizaría su estabilidad en agua marina.

