

# **Plantillas de Resolución para Problemas de Mecánica de Fluidos**

Unidades 7 a 10

13 de agosto de 2025

## Índice

1. Plantilla 17: Hidrostática y Manometría	3
2. Plantilla 18: Flotabilidad y Estabilidad	3
3. Plantilla 19: Ecuación de Bernoulli (Fluidos Ideales)	4
4. Plantilla 20: Ecuación General de la Energía (Fluidos Reales)	5
5. Plantilla 21: Fórmula de Hazen-Williams (Solo para Agua)	6

## 1. Plantilla 17: Hidrostática y Manometría

Se utiliza para problemas que involucran fluidos en reposo. El objetivo es calcular presiones a diferentes profundidades o determinar fuerzas sobre superficies sumergidas.

### Paso a Paso

1. **Identificar el Principio Fundamental.** La clave es la Ecuación Fundamental de la Hidrostática, que establece que la presión aumenta linealmente con la profundidad.

$$P = P_{superficie} + \rho gh$$

Donde  $\rho$  es la densidad del fluido,  $g$  la gravedad y  $h$  la profundidad.

2. **Para Problemas de Manometría (Tubos en U):**

- Dibuja una línea horizontal en la interfaz más baja entre dos fluidos inmiscibles.
- La presión a ambos lados de esta línea debe ser igual.
- Escribe la ecuación de presión para cada rama del tubo, sumando los términos  $\rho gh$  para cada columna de fluido por encima de la línea de referencia.
- Iguala las presiones de ambas ramas y despeja la incógnita (generalmente una altura o una densidad).

3. **Para Fuerzas sobre Superficies Sumergidas:**

- **Fuerza Resultante ( $F_R$ ):** Es igual a la presión en el centroide de la superficie multiplicada por el área total de la superficie.

$$F_R = P_c \cdot A = (\rho gh_c) \cdot A$$

Donde  $h_c$  es la profundidad vertical desde la superficie libre del fluido hasta el centroide del área sumergida.

- **Punto de Aplicación (Centro de Presiones,  $y_p$ ):** La fuerza resultante no actúa en el centroide, sino en un punto más bajo. Para una superficie rectangular vertical que comienza en la superficie, el centro de presiones está a  $2/3$  de la profundidad total.

### Ejercicios que usan esta plantilla:

**AEC3:** Ejercicio 3. **Problemas Fluidos.pdf:** 1-11, 37-41.

---

## 2. Plantilla 18: Flotabilidad y Estabilidad

Se aplica a problemas con objetos total o parcialmente sumergidos en un fluido, para determinar si flotan, se hunden, o qué fuerza se necesita para mantenerlos en equilibrio.

## Paso a Paso

1. **Aplicar el Principio de Arquímedes.** Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso del fluido desalojado.

$$E = \rho_{\text{fluido}} \cdot g \cdot V_{\text{desalojado}}$$

2. **Dibujar un Diagrama de Cuerpo Libre.** Representa todas las fuerzas verticales que actúan sobre el objeto:

- El **Peso del objeto (W)**, actuando hacia abajo en su centro de gravedad.  
 $W = m \cdot g = \rho_{\text{objeto}} \cdot g \cdot V_{\text{total}}$
- La **Fuerza de Empuje (E)**, actuando hacia arriba en el centro de flotación (centroide del volumen desalojado).
- Cualquier otra fuerza externa (tensiones de cables, fuerzas aplicadas, etc.).

3. **Plantear la Ecuación de Equilibrio.** Para que el cuerpo esté en equilibrio, la suma de fuerzas verticales debe ser cero.

$$\sum F_y = 0 \implies E - W \pm F_{\text{externa}} = 0$$

4. **Resolver para la Incógnita.** Utiliza la ecuación de equilibrio para despejar la variable desconocida, que puede ser un volumen, una densidad, una masa o una fuerza.

- Si un objeto flota libremente,  $E = W$ .
- Si está completamente sumergido y en equilibrio,  $E = W \pm F_{\text{externa}}$ .

## Ejercicios que usan esta plantilla:

Problemas Fluidos.pdf: 12-36.

---

## 3. Plantilla 19: Ecuación de Bernoulli (Fluidos Ideales)

Es la herramienta fundamental para analizar fluidos en movimiento **sin fricción**. Relaciona la presión, la velocidad y la altura entre dos puntos de una línea de corriente.

## Paso a Paso

1. **Identificar dos puntos de interés (1 y 2)** en el flujo. Elige puntos donde conozcas la mayor cantidad de información (ej. la superficie de un depósito, la salida de una tubería a la atmósfera).

2. **Escribir la Ecuación de Bernoulli.** La suma de las "alturas" de presión, velocidad y elevación es constante entre los dos puntos.

$$\frac{P_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

3. **Simplificar la Ecuación.** Analiza las condiciones en los puntos 1 y 2 para cancelar términos:

- Si un punto está en la **superficie de un gran depósito** abierto a la atmósfera:  $P = 0$  (presión manométrica) y  $v \approx 0$ .
- Si un punto es la **salida de un chorro a la atmósfera**:  $P = 0$  (presión manométrica).
- Si los puntos están a la **misma altura**:  $z_1 = z_2$ .
- Si el fluido se mueve por una **tubería de diámetro constante**:  $v_1 = v_2$  (por la ecuación de continuidad  $A_1 v_1 = A_2 v_2$ ).

4. **Resolver para la incógnita.** Una vez simplificada, despeja la variable que buscas (presión, velocidad o altura).

### Ejercicios que usan esta plantilla:

**AEC3:** Ejercicio 1. Problemas Fluidos.pdf: 65-83.

## 4. Plantilla 20: Ecuación General de la Energía (Fluidos Reales)

Esta es la versión extendida de Bernoulli para fluidos reales. Incluye términos para la energía añadida por **bombas** ( $h_A$ ) y las pérdidas de energía por **fricción** ( $h_L$ ).

### Paso a Paso

1. **Identificar dos puntos de interés (1 y 2)** y la dirección del flujo.
2. **Escribir la Ecuación General de la Energía.**

$$\frac{P_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + h_A = \frac{P_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_L$$

*Nota: Si hay una turbina, su energía extraída ( $h_T$ ) se añade al lado derecho.*

3. **Calcular las Pérdidas Totales ( $h_L$ ).** Las pérdidas totales son la suma de las pérdidas primarias (fricción en tramos rectos) y las secundarias (en accesorios como codos y válvulas).

$$h_L = h_{L,primarias} + h_{L,secundarias}$$

#### 4. Calcular las Pérdidas Primarias ( $h_{L,p}$ ): Ecuación de Darcy-Weisbach.

$$h_{L,p} = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Para encontrar el factor de fricción ( $f$ ):

- Calcula el **Número de Reynolds** ( $Re = \frac{\rho v D}{\mu}$ ) para determinar si el flujo es laminar ( $Re < 2000$ ) o turbulento ( $Re > 4000$ ).
- Si es **laminar**,  $f = 64/Re$ .
- Si es **turbulento**, calcula la **rugosidad relativa** ( $\epsilon/D$ ) y usa el **Diagrama de Moody** para encontrar  $f$ .

#### 5. Calcular las Pérdidas Secundarias ( $h_{L,s}$ ): Método de Longitud Equivalente.

- Para cada accesorio (codo, válvula, etc.), busca su **longitud equivalente** ( $L_e$ ) en tablas o nomogramas.
- Suma todas las longitudes equivalentes:  $\sum L_e$ .
- Calcula la pérdida secundaria usando la misma fórmula de Darcy, pero con  $\sum L_e$  en lugar de  $L$ .

$$h_{L,s} = f \frac{\sum L_e}{D} \frac{v^2}{2g}$$

6. **Resolver la Ecuación General.** Sustituye todos los términos conocidos y despeja la incógnita.

### Ejercicios que usan esta plantilla:

**AEC3:** Ejercicio 2.

---

## 5. Plantilla 21: Fórmula de Hazen-Williams (Solo para Agua)

Es una fórmula empírica y una alternativa más directa a Darcy-Weisbach, pero **solo para agua** en condiciones específicas (tuberías de más de 2 pulgadas y flujo turbulento).

### Paso a Paso

1. **Verificar las condiciones de aplicabilidad.** ¿El fluido es agua? ¿La temperatura está entre 5 y 25°C? ¿El diámetro y la velocidad están dentro de los límites?

2. **Seleccionar la fórmula de Hazen-Williams adecuada.** La fórmula se presenta de varias formas dependiendo de la incógnita. La más común para calcular la pérdida de carga ( $h_L$ ) es:

$$h_L = 10,67 \cdot \frac{L}{D^{4,87}} \left( \frac{Q}{C} \right)^{1,852}$$

Donde:

- $h_L$  es la pérdida de carga (m).
  - $L$  es la longitud de la tubería (m).
  - $D$  es el diámetro interno (m).
  - $Q$  es el caudal ( $m^3/s$ ).
  - $C$  es el coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams (adimensional, depende del material y antigüedad de la tubería).
3. **Recopilar los datos.** Asegúrate de que todas las unidades sean consistentes con el Sistema Internacional.
4. **Resolver para la incógnita.** Sustituye los valores en la fórmula para encontrar la pérdida de carga.

### Ejercicios que usan esta plantilla:

**Problema-HazenWilliams.pdf:** Ejercicio de ejemplo.