

# TEMA 1b: BIOMECANICA - FLUIDOS

*De un iceberg sólo se ve el 10%*



*<http://www.corbisimages.com/>*

# TEMA 1b: BIOMECANICA - FLUIDOS



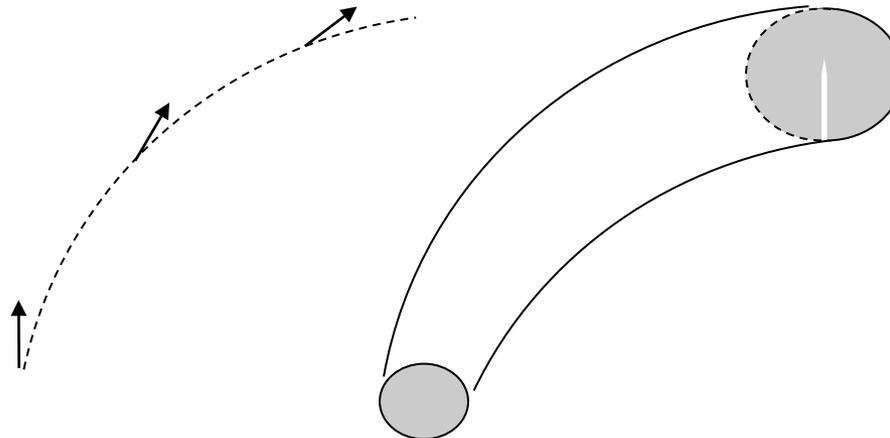
***Los tiburones siempre están nadando porque al no tener vejiga natatoria no controlan su flotabilidad***

<http://www.peligrodeextincion.com.ar/peces-en-peligro-de-extincion/>

# TEMA 1b: BIOMECANICA - FLUIDOS

## 1.6 Fluidos ideales en movimiento

- Un fluido ideal en movimiento se describe mediante:
  - Línea de corriente: línea tangente al vector velocidad del movimiento de una partícula de fluido.
  - Tubo de corriente: es el conjunto de líneas de corriente que pasan por un contorno cerrado.



# TEMA 1b: BIOMECANICA - FLUIDOS

## 1.6 Fluidos ideales en movimiento

### ■ Ecuación de continuidad

#### □ Tubo de corriente:

- áreas  $A_1, A_2$
- velocidades  $v_1, v_2$

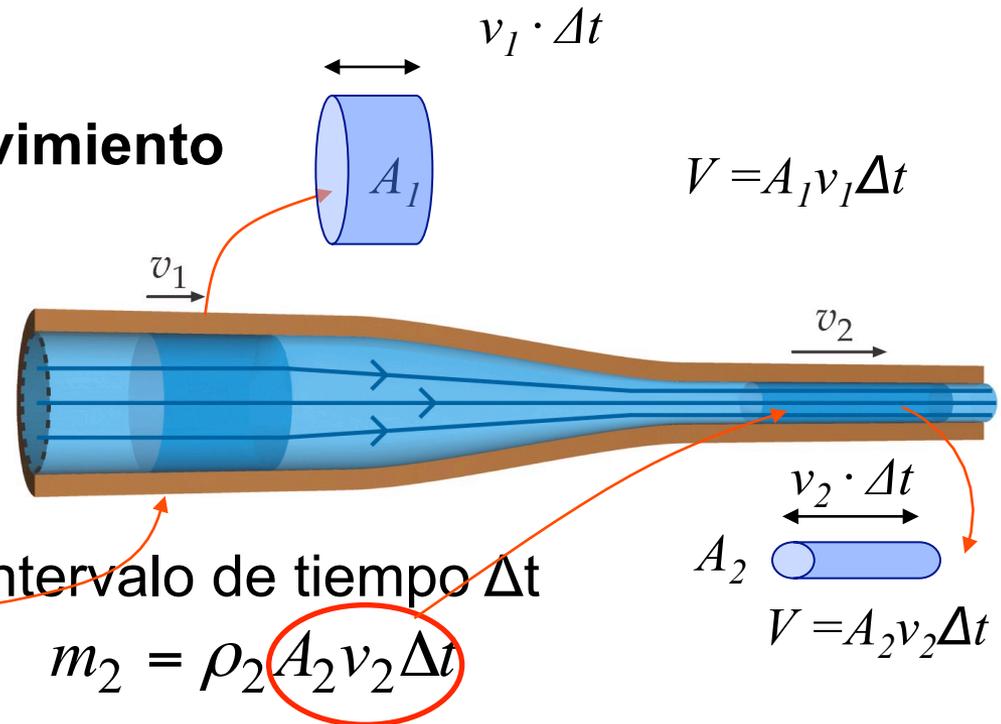
#### □ Masa de fluido en un intervalo de tiempo $\Delta t$

$$m_1 = \rho_1 A_1 v_1 \Delta t \quad m_2 = \rho_2 A_2 v_2 \Delta t$$

#### □ De la definición de tubo de corriente: $m_1 = m_2$

#### □ Si $\rho$ constante

$$\rho A_1 v_1 \Delta t = \rho A_2 v_2 \Delta t \quad \rightarrow \quad A_1 v_1 = A_2 v_2$$



## ECUACION DE CONTINUIDAD

*Figura 13.13 Tipler, 5ªEd.*

# TEMA 1b: BIOMECANICA - FLUIDOS

## 1.6 Fluidos ideales en movimiento

- Ecuación de continuidad (cont)
  - **ECUACIÓN DE CONTINUIDAD**

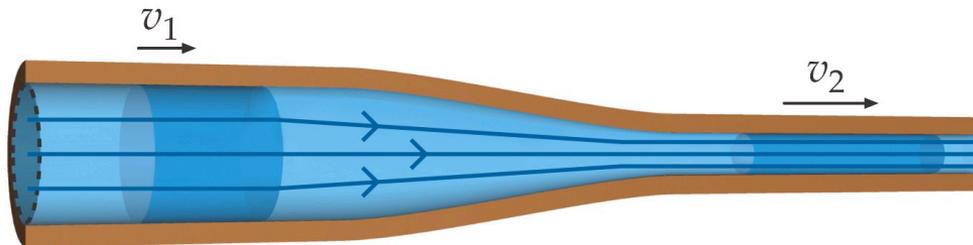
- Caudal:  $Q = A \cdot v$

- unidades:  $m^2 \cdot m/s = m^3/s$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$



$$Q = A \cdot v = cte$$



*Figura 13.13 Tipler, 5ªEd.*

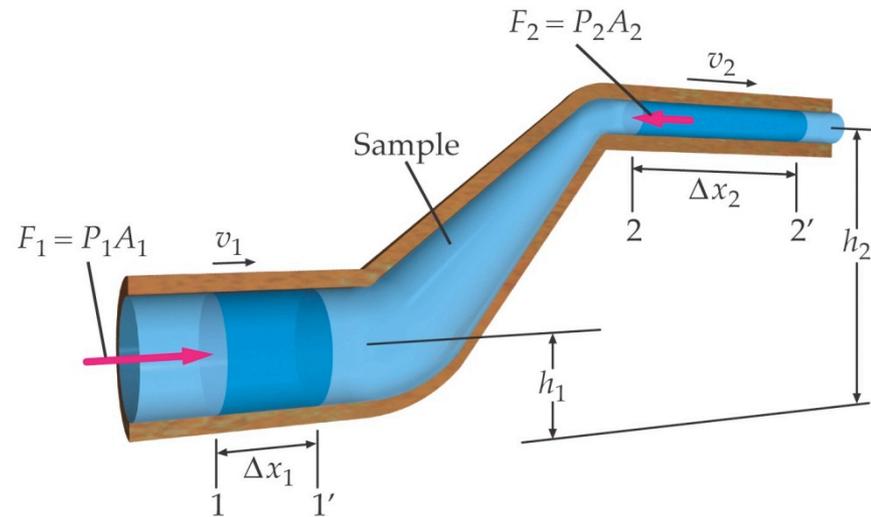
# TEMA 1b: BIOMECAÁNICA - FLUIDOS

## 1.6 Fluidos ideales en movimiento

### ■ Ecuación de Bernouilli

- ❑ Fluido incompresible ( $\rho$  cte)
- ❑ Fluido ideal (sin pérdidas por rozamiento)
- ❑ Fluido estacionario (en cada punto,  $v$  cte con el tiempo)

### ■ Tubo de corriente:



*Figura 13.15 Tipler, 5ªEd.*

# TEMA 1b: BIOMECAÁNICA - FLUIDOS

## 1.6 Fluidos ideales en movimiento

### ■ Ecuación de Bernouilli (cont)

□ Masa de fluido  $m$  transportada de 1 a 2 en  $\Delta t$

□ Ecuación de continuidad:  $Q_1 = Q_2 \rightarrow \text{vol} = V$

□ El trabajo neto de 1 a 2

$$W = (P_1 - P_2)V$$

Si  $P_1 > P_2$  el fluido es empujado

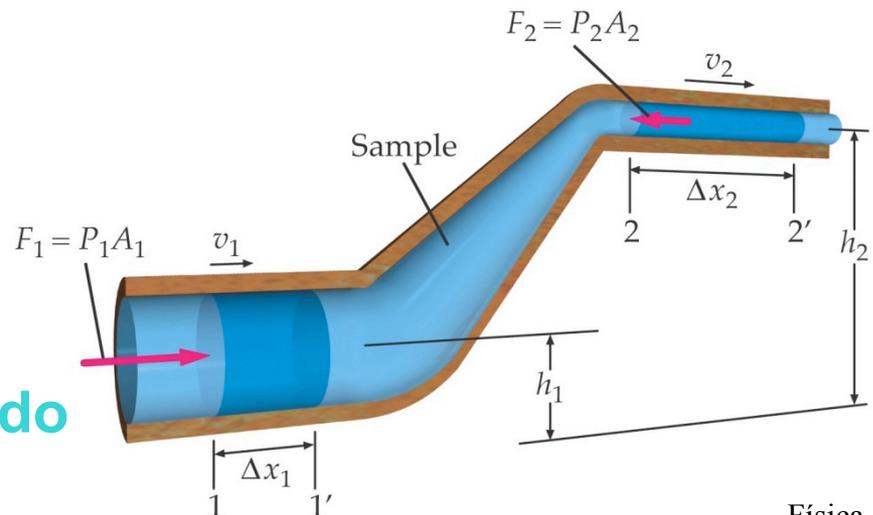


Figura 13.15 Tipler, 5ªEd.

# TEMA 1b: BIOMECANIA

## 1.6 Fluidos ideales en movimiento

### ■ Ecuación de Bernoulli (cont)

- a) aumento de energía potencial de  $m$  con volumen  $v$

$$\Delta E_P = E_{P2} - E_{P1} = \rho V g (h_2 - h_1)$$

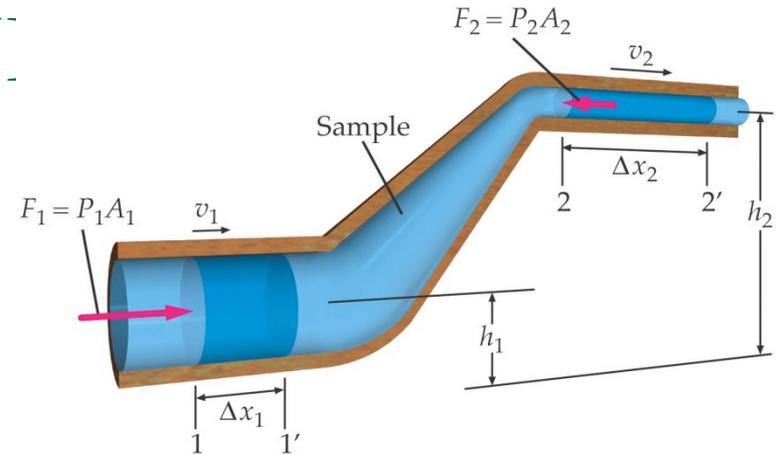
- b) aumento de energía cinética de  $m$  con volumen  $V$

$$\Delta E_C = E_{C2} - E_{C1} = \frac{1}{2} \rho V (v_2^2 - v_1^2)$$

→ aplicando el principio de conservación de la energía

$$(P_1 - P_2)V = \rho V g (h_2 - h_1) + \frac{1}{2} \rho V (v_2^2 - v_1^2)$$

*Figura 13.15 Tipler, 5ªEd.*



# TEMA 1b: BIOMECAÁNICA - FLUIDOS

## 1.6 Fluidos ideales en movimiento

### ■ Ecuación de Bernouilli (REORDENANDO)

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$$P + \rho g h + \frac{1}{2} \rho v^2 = cte$$

- P hidrostática
- P debida a altura
- P debida a velocidad

a lo largo de un tubo de corriente

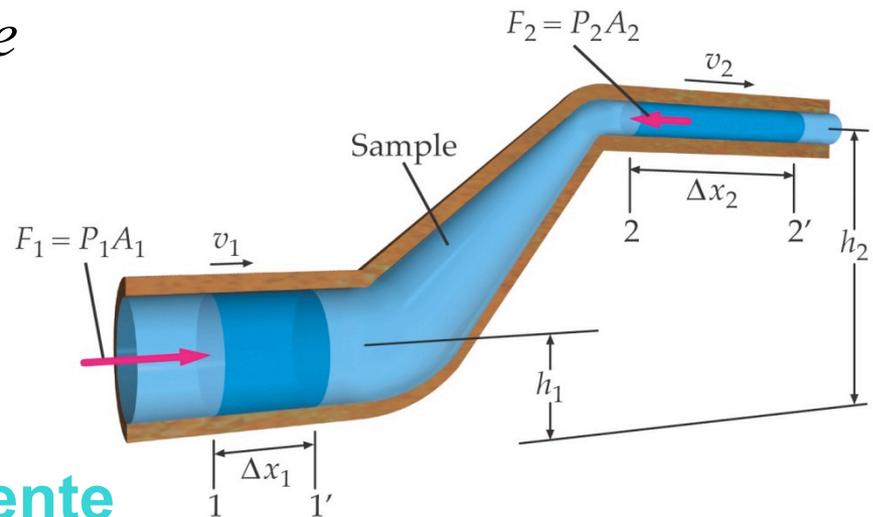


Figura 13.15 Tipler, 5ªEd.

# TEMA 1b: BIOMECANICA - FLUIDOS

## 1.6 Fluidos ideales en movimiento

- Aplicación 1 Ec. Bernoulli: fluido en reposo
  - Fluido en reposo ( $v = 0$ )
  - Dos puntos, superficie ( $h = \Delta h$ ) y fondo ( $h = 0$ )
  - Ecuación de Bernoulli:

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$



Figura 13.5 Tipler, 5ªEd.

# TEMA 1b: BIOMECANICA - FLUIDOS

## 1.6 Fluidos ideales en movimiento

- Aplicación 1 Ec. Bernouilli: fluido en reposo
  - Fluido en reposo ( $v = 0$ )
  - Dos puntos, superficie ( $h = \Delta h$ ) y fondo ( $h = 0$ )
  - Ecuación de Bernouilli:

$$\Delta P = \rho g \Delta h$$



*Figura 13.5 Tipler, 5ªEd.*

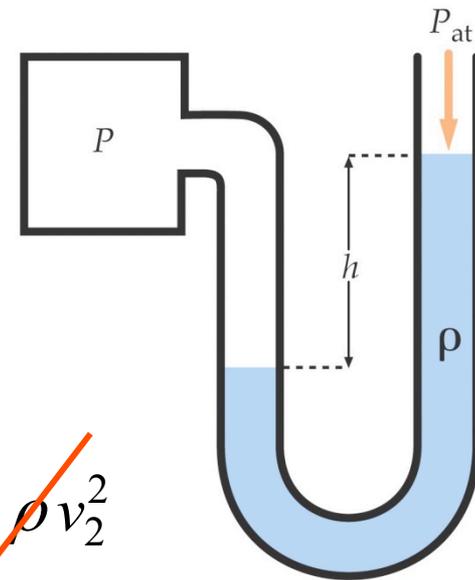
# TEMA 1b: BIOMECANICA - FLUIDOS

## 1.6 Fluidos ideales en movimiento

### ■ Aplicación 2 Ec. Bernouilli: manómetro tubo abierto

- Tubo en forma de U
- Líquido con  $\rho$  conocida
- P en extremo fluido:  $P_1 = P$
- P en extremo abierto:  $P_2 = P_{atm}$
- Ecuación de Bernouilli

$$P_1 + \rho g h_1 + \cancel{\frac{1}{2} \rho v_1^2} = P_2 + \rho g h_2 + \cancel{\frac{1}{2} \rho v_2^2}$$



*Figura 13.6 Tipler, 5ªEd.*

# TEMA 1b: BIOMECANICA - FLUIDOS

## 1.6 Fluidos ideales en movimiento

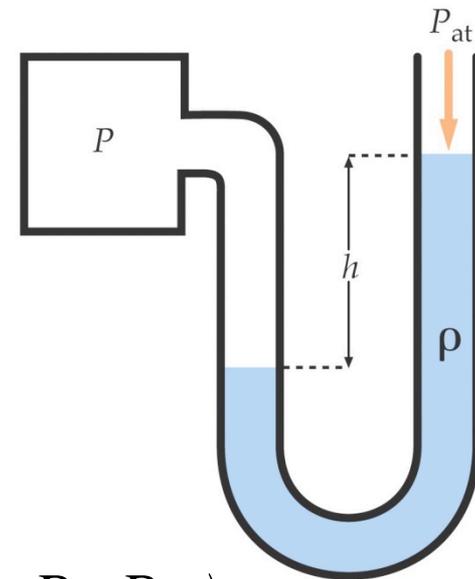
### ■ Aplicación 2 Ec. Bernouilli: manómetro tubo abierto

- Tubo en forma de U
- Líquido con  $\rho$  conocida
- P en extremo fluido:  $P_1 = P$
- P en extremo abierto:  $P_2 = P_{atm}$
- Ecuación de Bernouilli

$$\Delta P = \rho g \Delta h$$

$$(\Delta P = P - P_{atm})$$

- **Presión manométrica**



*Figura 13.6 Tipler, 5ªEd.*

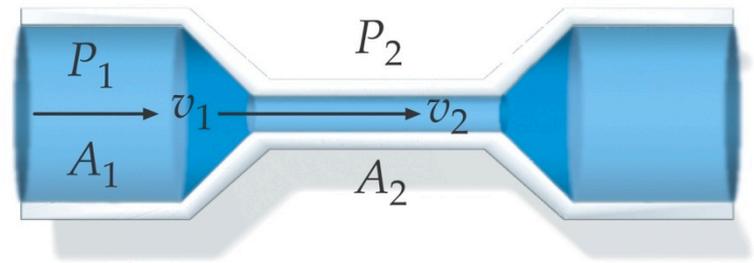
# TEMA 1b: BIOMECANICA - FLUIDOS

## 1.6 Fluidos ideales en movimiento

### ■ Aplicación 3 Ec. Bernoulli: efecto Venturi

- Estrechamiento  $P_1 + \cancel{\rho g h_1} + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \cancel{\rho g h_2} + \frac{1}{2} \rho v_2^2$
- Como  $h_1 = h_2$ ,  $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$
- Aplicando ec. continuidad:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad \rightarrow \quad v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1$$



*Figura 13.17 Tipler, 5ªEd.*

# TEMA 1b: BIOMECANICA - FLUIDOS

## 1.6 Fluidos ideales en movimiento

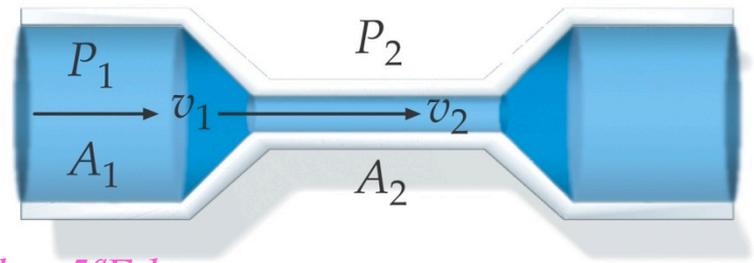
### ■ Aplicación 3 Ec. Bernoulli: efecto Venturi

□ Despejando 
$$P_2 = P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 \left( 1 - \left( \frac{A_1}{A_2} \right)^2 \right)$$

□ como  $A_1 > A_2 \rightarrow ()$  negativo  
 $\rightarrow P_2 < P_1$

□ P disminuye en estrechamiento

□ Estrechamiento  $\rightarrow$  **SUCCION**



*Figura 13.17 Tipler, 5ªEd.*

# TEMA 1b: BIOMECANICA - FLUIDOS

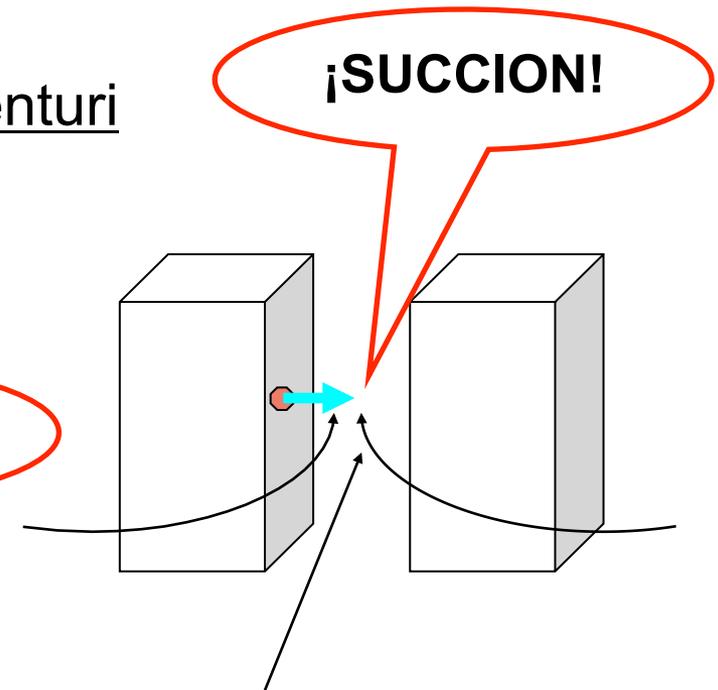
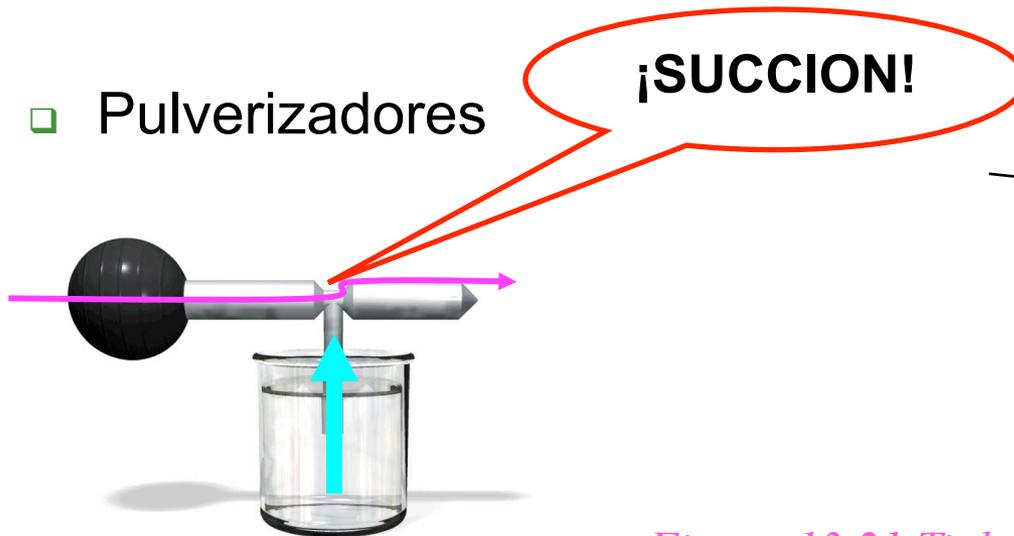
## 1.6 Fluidos ideales en movimiento

### ■ Aplicación 3 Ec. Bernoulli: efecto Venturi

### ■ EJEMPLOS

□ Entre edificios próximos

□ Pulverizadores



*Figura 13.21 Tipler, 5ªEd.*