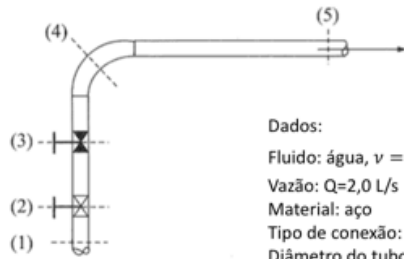


### Aplicação

- Calcular a perda de carga no trecho abaixo pelo método das perdas singulares.



Dados:

Fluido: água,  $\nu = 10^{-6} \frac{m^2}{s}$

Vazão:  $Q = 2,0 \text{ L/s}$

Material: aço

Tipo de conexão: flangeada

Diâmetro do tubo e conexões,  $D = 2''$

Comprimento dos trechos retos,  $L = 30 \text{ m}$

Conexão (2): válvula de gaveta

Conexão (3): válvula tipo globo

Conexão (4): cotovelo longo

### a) Método das perdas singulares:

#### 1) Trecho reto

$$D = 2'' = 5,08 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{2,0 \times 10^{-3} \times 4}{\pi \cdot (5,08 \times 10^{-2})^2}$$

$$V = 1,0 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{V \cdot D_H}{\nu} \Rightarrow Re = \frac{1,0 \cdot 5,08 \times 10^{-2}}{10^{-6}} \Rightarrow Re \approx 5,1 \times 10^4$$

$$\frac{D_H}{K} = \frac{5,08 \times 10^{-2}}{4,6 \times 10^{-5}} = 1100$$

$$f(5,1 \times 10^4; 1100) = 0,024$$

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D_H} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \Rightarrow h_f = \frac{0,024 \cdot 30 \cdot 1,0^2}{5,08 \times 10^{-2} \cdot 2 \cdot 9,8}$$

$$h_f = 0,71 \text{ m}$$

#### 2) singularidades

$$K_{S2} = 0,35$$

$$K_{S3} = 8,5$$

$$K_{S4} = 0,30$$

$$h_s = (k_{s2} + k_{s3} + k_{s4}) \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$h_s = (0,35 + 8,5 + 0,30) \cdot \frac{1,0^2}{2 \cdot 9,8}$$

$$h_s = 0,467 \text{ m}$$

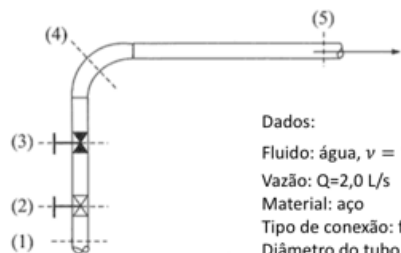
3) total

$$H_{p,5} = h_f + h_s$$

$$H_{p,5} = 0,71 + 0,467 \Rightarrow H_{p,5} = 1,18 \text{ m}$$

### Aplicação

- Calcular a perda de carga no trecho abaixo pelo método do comprimento equivalente.



Dados:

Fluido: água,  $\nu = 10^{-6} \frac{m^2}{s}$

Vazão:  $Q = 2,0 \text{ L/s}$

Material: aço

Tipo de conexão: flangeada

Diâmetro do tubo e conexões,  $D = 2''$

Comprimento dos trechos retos,  $L = 30 \text{ m}$

Conexão (2): válvula de gaveta

Conexão (3): válvula tipo globo

Conexão (4): cotovelo longo

b) Método do  
comprimento  
equivalente

$$L_{rel} = 30 \text{ m}$$

$$L_{eq2} = 0,4 \text{ m}$$

$$L_{eq3} = 17,4 \text{ m}$$

$$L_{eq4} = 1,1 \text{ m}$$

$$L_{eq} = 30 + 0,4 + 17,4 + 1,1 \Rightarrow L_{eq} = 48,9 \text{ m}$$

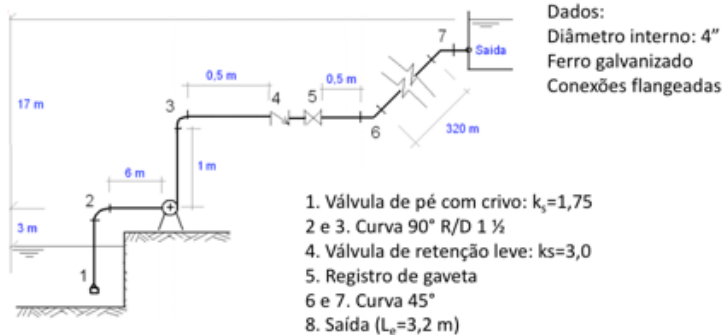
$$N, Re \text{ e } \frac{DN}{k} \text{ iguais} \therefore f = 0,024$$

$$H_{p,1,5} = h_f = f \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{N^2}{2g}$$

$$H_{p,1,5} = 0,024 \cdot \frac{48,9}{5,08 \cdot 10^{-2}} \cdot \frac{1,0^2}{2 \cdot 9,8} \Rightarrow H_{p,1,5} = 4,16 \text{ m}$$

## Exercício proposto

- Determinar a potência da bomba necessária para a instalação abaixo, para uma vazão de 5,0 L/s e rendimento de 75%. Verifique a perda de carga pelos dois métodos de cálculo e utilize o que fornecer o maior valor de potência. (fluido água,  $\gamma = 10^4 \text{ N/m}^3$ ;  $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ )



Ferro galvanizado

$$k = 1,52 \times 10^{-4} \text{ m}$$

A) Por perdas

localizadas

$$D = 4'' = 0,102 \text{ m}$$

$$V = \frac{Q}{A} \Rightarrow V = \frac{5 \times 10^{-3} \cdot 4}{\pi \cdot 0,102^2} \Rightarrow V = 0,610 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \Rightarrow Re = \frac{0,610 \cdot 0,102}{10^{-6}} \Rightarrow Re = 6,22 \times 10^4$$

$$\frac{D_H}{k} = \frac{0,102}{1,52 \times 10^{-4}} \Rightarrow \frac{D_H}{k} \approx 670$$

$$f(6,22 \cdot 10^4; 670) = 0,025$$

$$1) L_{\text{reto}} = 3 + 6 + 1 + 0,5 + 0,5 + 3,2 = 331 \text{ m}$$

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D_H} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \Rightarrow h_f = 0,025 \cdot \frac{331}{0,102} \cdot \frac{0,610^2}{2 \cdot 9,8}$$

$$h_f = 1,54 \text{ m}$$

## 2) singularidades

|                               | $k_s$                  |
|-------------------------------|------------------------|
| 1 x Válvula de pé com crivo : | 1,75                   |
| 2 x Curva 90° :               | $0,19 \times 2 = 0,38$ |
| 1 x Válvula de retenção :     | 3,0                    |
| 1 x Registro de gaveta :      | 0,16                   |
| 2 x curvas 45° :              | $0,19 \times 2 = 0,38$ |
| 1 x descarga :                | 1,0                    |
|                               | <hr/>                  |

$$\sum k_s = 6,67$$

$$h_s = \sum k_s \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$h_s = 6,67 \cdot \frac{0,610^2}{2 \cdot 9,8} \Rightarrow h_s = 0,127 \text{ m}$$

$$H_{p,8} = h_f + h_s \Rightarrow H_{p,8} = 1,54 + 0,127$$

$$H_{p,8} = 1,67 \text{ m}$$

## B) Por comprimento equivalente

|                               | $L_e$                          |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1 x Válvula de pé com crivo : | 23 m                           |
| 2 x Curva 90° :               | $1,3 \times 2 = 2,6 \text{ m}$ |
| 1 x Válvula de retenção :     | 6,4                            |
| 1 x Registro de gaveta :      | 0,7                            |
| 2 x curvas 45° :              | 0,7                            |
| 1 x descarga :                | 3,2                            |

$$\sum L_e = 37,3 \text{ m}$$

$$L = L_f + L_e \Rightarrow L = 331 + 37,3 = 368 \text{ m}$$

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D_H} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$h_f = 0,025 \cdot \frac{368}{0,102} \cdot \frac{0,61^2}{2 \cdot 9,8} \Rightarrow h_f = 1,71 \text{ m}$$

Dimensionamento da bomba ( $h_f = 1,77 \text{ m}$ )

$$H_1 + H_B = H_2 + H_{p,2}$$

$$\frac{V_1^2}{2g} + z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + H_B = \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + H_{p,2}$$

$$V_1 = V_2 = 0, \quad z_1 = 0, \quad P_1 = 0, \quad P_2 = 0; \quad H_{p,2} = 1,77 \text{ m (manô)}$$

$$H_B = 20 + 1,71$$

$$H_B = 21,7 \text{ m}$$

$$N_B = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_B}{\eta_B} \Rightarrow N_B = \frac{10^4 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 21,7}{0,75}$$

$$N_B = 1,45 \times 10^3 \text{ W} \Rightarrow N_B \approx 2,0 \text{ CV}$$