

Associação em série
de tubos



Sistema de tubulações em série

<https://youtu.be/kRRj66LrpWk>

Ao projetar uma tubulação ligando dois pontos distantes 18 km estabeleceu-se uma vazão de 500 L/s, isto quando a tubulação for construída de tubo de concreto de bom acabamento ($C = 130$) e com diâmetro de 637,8 mm. Por questão de otimização de custos do projeto, optou-se em construir um trecho 1 de tubos de concreto de bom acabamento ($C_1 = 130$) com diâmetro $D_1 = 800$ mm e um trecho 2 em tubos de grés cerâmico vidrado ($C_2 = 110$) com diâmetro $D_2 = 600$ mm, uma vez que se dispõe desses tubos no almoxarifado. Especifique os comprimentos do trecho 1 e 2, respectivamente L_1 e L_2 , para se ter a mesma vazão de 500L/s.



Calculamos as perdas para o diâmetro de 637,8 mm

$$H_p = 10,643 \times \frac{L}{D^{4,87}} \times \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,85} = 10,643 \times \frac{18000}{0,6378^{4,87}} \times \left(\frac{0,5}{130} \right)^{1,85}$$

$$H_p \cong 58,321\text{m}$$

Pela condição de equivalência, temos:



$$H_p \cong 58,321\text{m} = H_{p1} + H_{p2}$$

$$58,321 = 10,643 \times 0,5^{1,85} \times \left(\frac{L_1}{0,8^{4,87} \times 130^{1,85}} + \frac{L_2}{0,6^{4,87} \times 110^{1,85}} \right)$$

Tubo equivalente as tubulações em série

$$19,75451592 = \frac{L_1}{2746,903726} + \frac{L_2}{496,7902421} \rightarrow (1)$$

$$L_1 + L_2 = 18000 \therefore L_1 = 18000 - L_2 \rightarrow (2)$$

De (2) em (1), resulta :

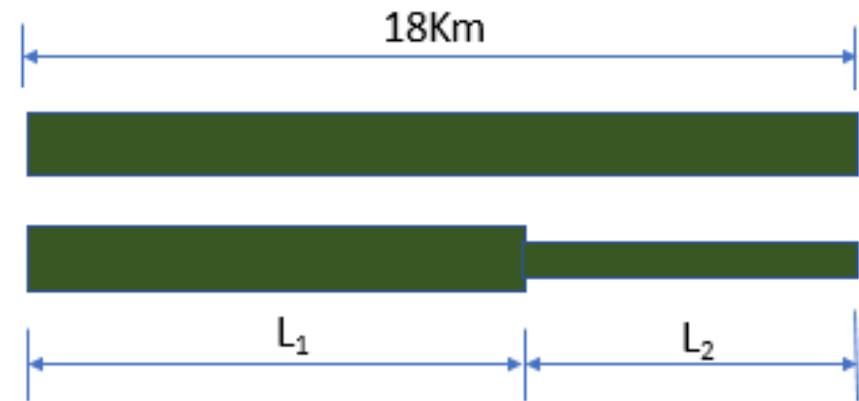
$$19,75451592 = \frac{18000 - L_2}{2746,903726} + \frac{L_2}{496,7902421}$$

$$19,75451592 \times 2746,903726 \times 496,7902421 = 496,7902421 \times (18000 - L_2) + 2746,903726 \times L_2$$

$$26957703,18 = 8942224,358 - 496,7902421 \times L_2 + 2746,903726 \times L_2$$

$$18015478,82 = 2250,113484 \times L_2 \therefore L_2 \cong 8006,5\text{m} \approx 8000\text{m} = 8\text{km} \rightarrow \text{tubo de grés cerâmico vidrificado}$$

$$L_1 = 18000 - 8000 = 10000\text{m} = 10\text{km} \rightarrow \text{tubo de concreto de bom acabamento com } D_1 = 800\text{mm}$$



Generalizando chegamos a regra de Dupuit

Perda pela fórmula universal

$$\frac{L_e \times f_e}{D_e^5} = \frac{L_1 \times f_1}{D_1^5} + \frac{L_2 \times f_2}{D_2^5} + \dots + \frac{L_n \times f_n}{D_n^5}$$

Na associação em série
temos a mesma vazão e a
mesma perda de carga total

Perda pela fórmula Hazen-Williams

$$\frac{L_e}{D_e^{4,87} \times C_e^{1,85}} = \frac{L_1}{D_1^{4,87} \times C_1^{1,85}} + \frac{L_2}{D_2^{4,87} \times C_2^{1,85}} + \dots + \frac{L_n}{D_n^{4,87} \times C_n^{1,85}}$$

