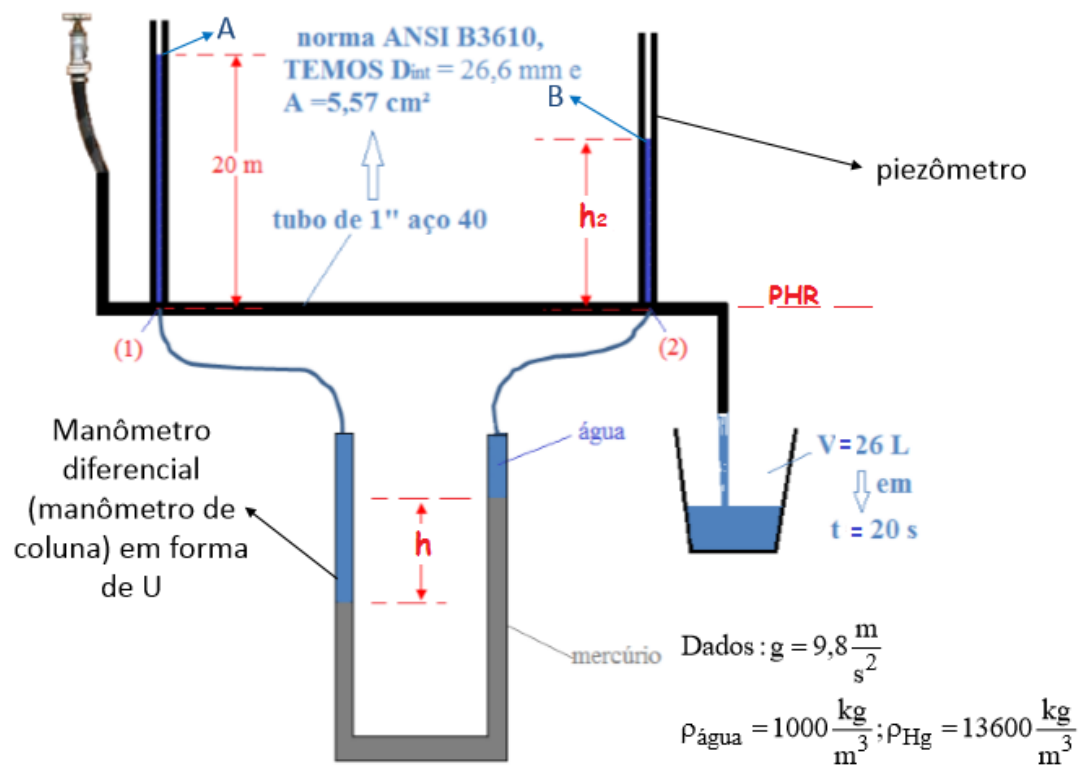




$$Q = \frac{V}{t} = \frac{26}{20} = 1,3 \frac{\text{L}}{\text{s}} \Rightarrow A = 5,57 \text{ cm}^2 = \text{cte} \therefore v_1 = v_2 = \frac{Q}{A} = \frac{1,3 \times 10^{-3}}{5,57 \times 10^{-4}} \cong 2,334 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Pela equação de Bernoulli, temos:

$$H_1 = H_2$$

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$z_1 = z_2$$

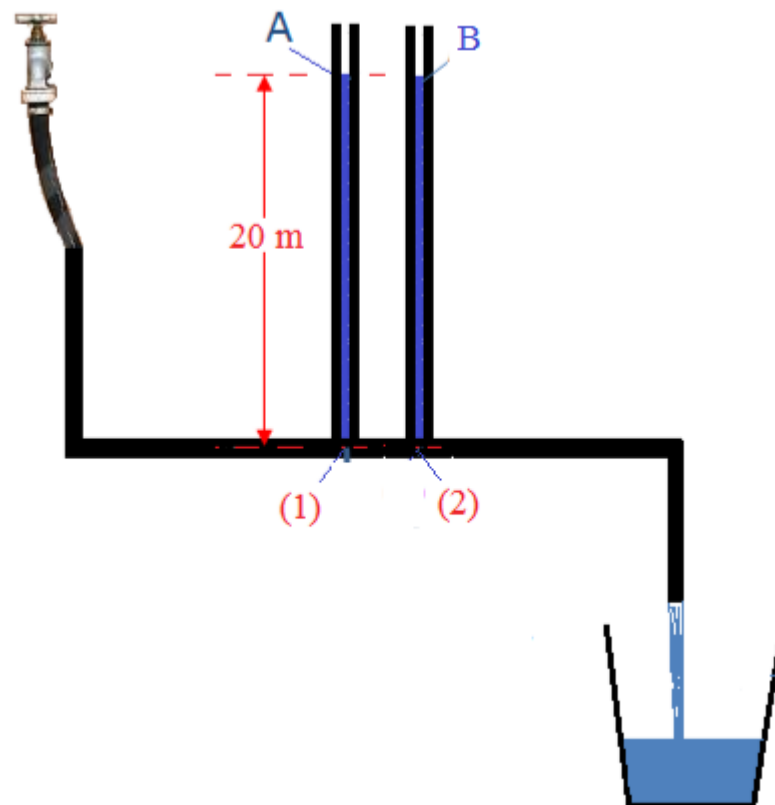
$$\therefore \frac{p_1}{\gamma} = \frac{p_2}{\gamma} = h_2 = 20\text{m}$$

$$p_1 = p_2 \Rightarrow h = 0$$



Isto pode ser observado na prática?

A única possibilidade de ocorrer na prática seria as seções (1) e (2) estarem muito próximas, ou seja, L_{1-2} ser desprezível.



Mas volto a perguntar, esta condição é observada em alguma aplicação?



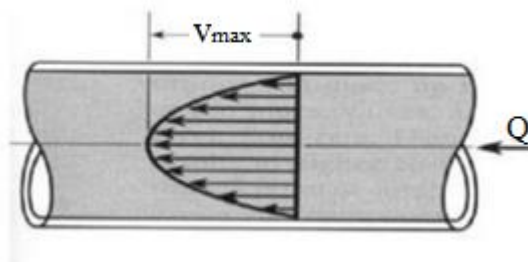
Respondo esta sua pergunta no próximo item.



4.5. Tubo de Pitot

O instrumento foi apresentado em 1732 por Henry de Pitot, que afirmou: “a ideia deste instrumento é tão simples e natural que no momento que eu o concebi, corri imediatamente a um rio para fazer o primeiro experimento com um tubo de vidro”.

O Pitot representado pela figura 29 possibilita a determinação da velocidade real do escoamento, mas para isto, tem que ser instalado sempre no sentido contrário ao escoamento.



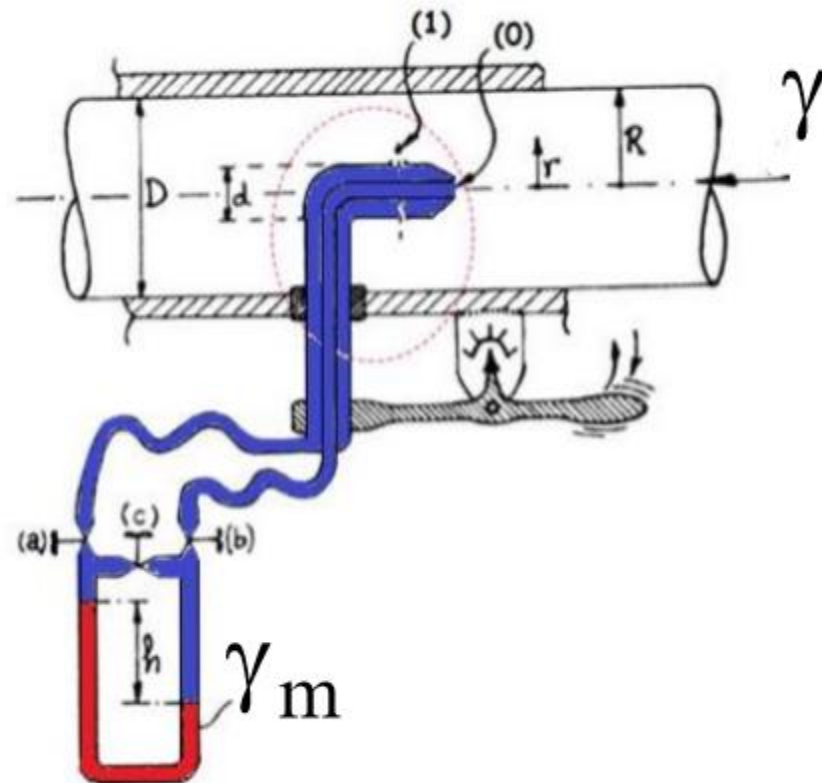


Figura 29

Para compreender o funcionamento do tubo de Pitot, é necessário ter claro o conceito de pressão total, pressão estática e pressão dinâmica.

Pressão dinâmica surge com a transformação da energia cinética em energia de pressão (figura 30).



Figura 30

Pressão estática é aquela que é obtida perpendicularmente ao escoamento (figura 31)

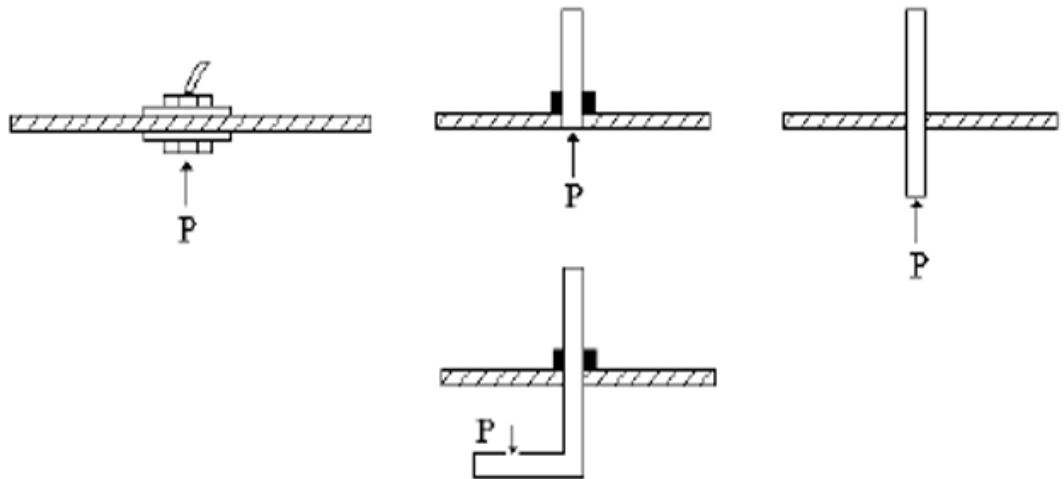


Figura 31

Pressão total é obtida somando-se a pressão estática com a pressão dinâmica (figura 32)

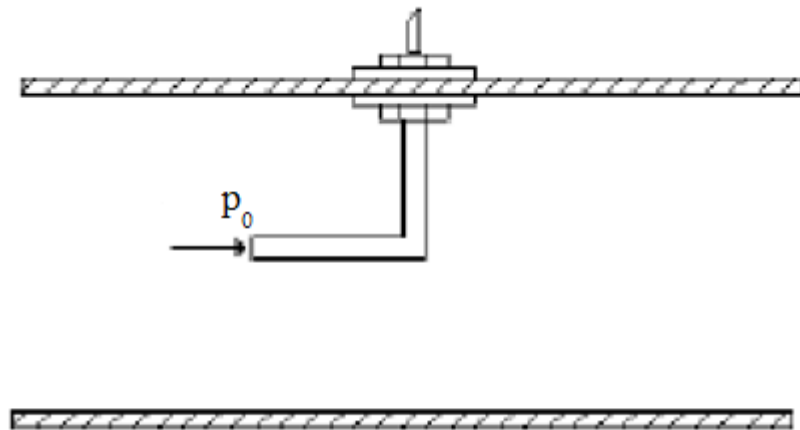


Figura 32

Para qualquer Pitot, como a distância entre as seções (0) e (1) é desprezível, podemos aplicar a equação da energia que se transforma na equação de Bernoulli já que para a situação a perda de carga é desprezível. Através da equação de Bernoulli é possível a determinação da velocidade real referente ao ponto (1) como mostra a equação 33.

$$H_0 = H_1$$

$$z_0 + \frac{p_0}{\gamma} + \frac{v_0^2}{2g} = z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g}$$

Como $z_0 = z_1$ e no ponto (0) ocorre a transformação da energia cinética em energia de pressão, resulta $v_0 = 0$, resultando:

$$\frac{p_0}{\gamma} = \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} \Rightarrow \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_0 - p_1}{\gamma}$$

Portanto:

$$v_1 = v_{\text{real}} = \sqrt{2g \times \frac{p_0 - p_1}{\gamma}} \quad \text{equação 33}$$

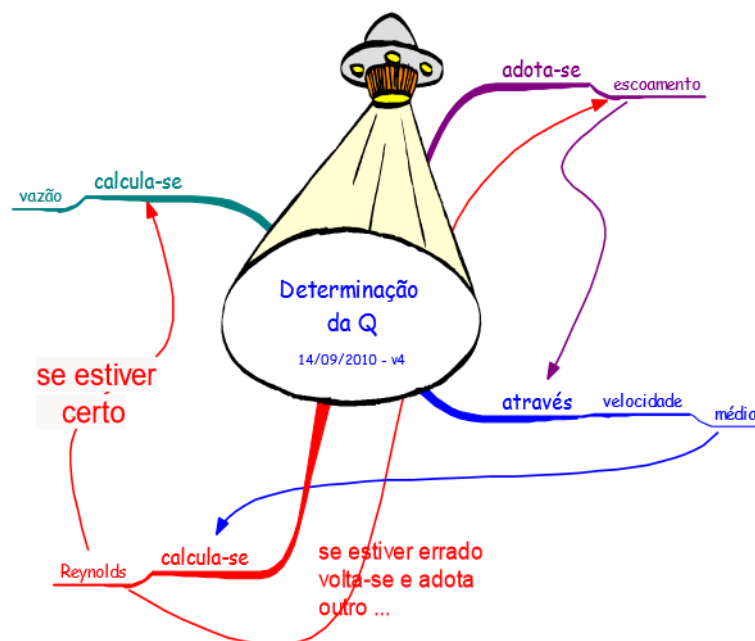
Importante observar que $p_0 - p_1$ representa a pressão dinâmica e que para a situação da figura 29, aplicando a equação manométrica temos a equação 34:

$$p_0 - p_1 = h \times (\gamma_m - \gamma) \quad \text{equação 34}$$

Considerando a equação 34 na equação 33, obtemos:

$$v_1 = v_{\text{real}} = \sqrt{2gh \times \left(\frac{\gamma_m - \gamma}{\gamma} \right)} \quad \text{equação 35}$$

Tendo a velocidade real pelo tubo de Pitot, podemos determinar a vazão do escoamento.



Adotamos, por exemplo, o escoamento turbulento, onde sabemos que:

$$v_{\text{real}} = v_{\text{máx}} \times \left[1 - \frac{r}{R} \right]^{1/7}$$

Tendo a velocidade real, calculamos a velocidade máxima e com ela a velocidade média:

$$v = v_{\text{média}} = \frac{49}{60} \times v_{\text{máx}}$$

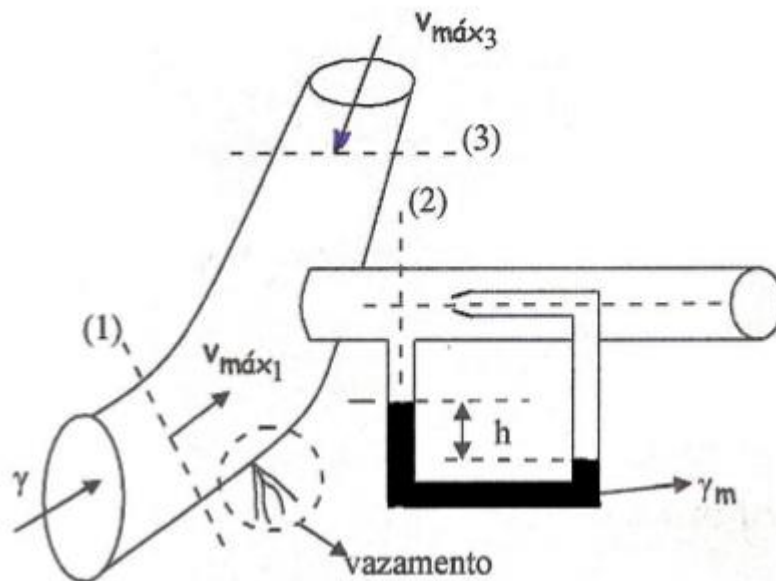
Tendo a velocidade média, determinamos a vazão do escoamento: $Q = v \times A$.

Se o escoamento fosse laminar, teríamos:

$$v_{\text{real}} = v_{\text{máx}} \times \left[1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right] \rightarrow v_{\text{média}} = \frac{v_{\text{máx}}}{2}$$

Exercício 66: O engenheiro de manutenção constatou um vazamento em um trecho de uma dada instalação, como é esquematizado a seguir. Sabendo que o escoamento na seção (1) é laminar e que tem em (2) e (3) turbulento, pede-se determinar a vazão do vazamento.

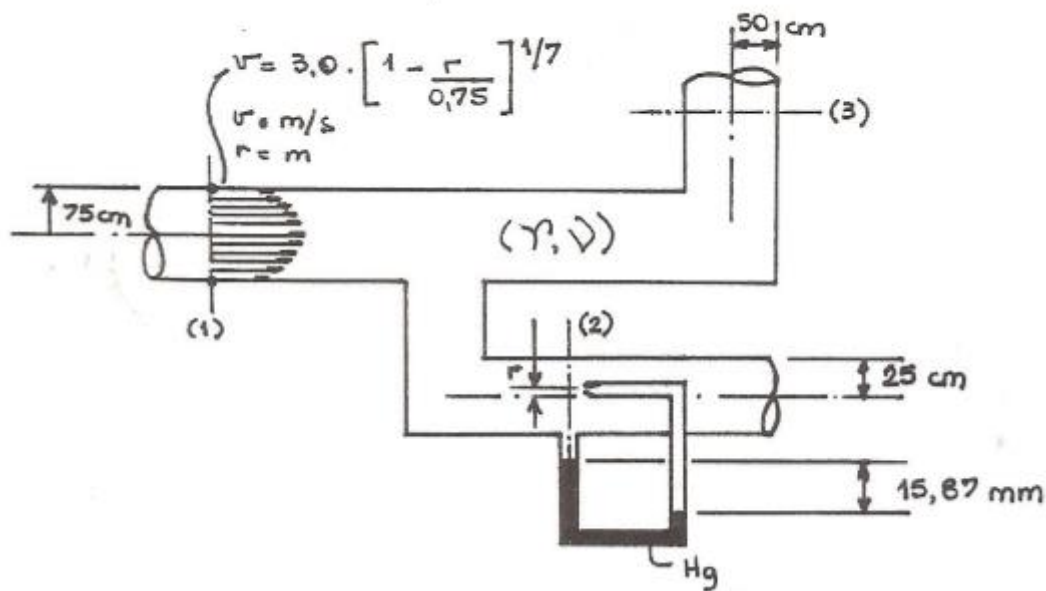
Dados: nas seções (1), (2) e (3) se considera conduto forçado de seção circular, onde se tem $D_1 = 38,1 \text{ mm}$; $D_2 = 15,6 \text{ mm}$; $D_3 = 26,6 \text{ mm}$; $v_{\text{máx}1} = 1 \text{ m/s}$; $v_{\text{máx}3} = 2 \text{ m/s}$; $h = 3,7 \text{ cm}$; $\nu = 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$; $\gamma = 8500 \text{ N/m}^3$; $\gamma_m = 136000 \text{ N/m}^3$; $g = 9,8 \text{ m/s}^2$



Exercício 67: O esquema a seguir representa um trecho de uma instalação hidráulica, onde todas as tubulações são forçadas e de seção transversal circular. Pede-se as vazões em volume nas seções (1), (2), (3), bem como a classificação do escoamento incompressível na seção (3).

Dados:

$$\rho_{\text{Hg}} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; \gamma = 9800 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}; \nu = 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}; r = \frac{25}{3} \text{ cm}; g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

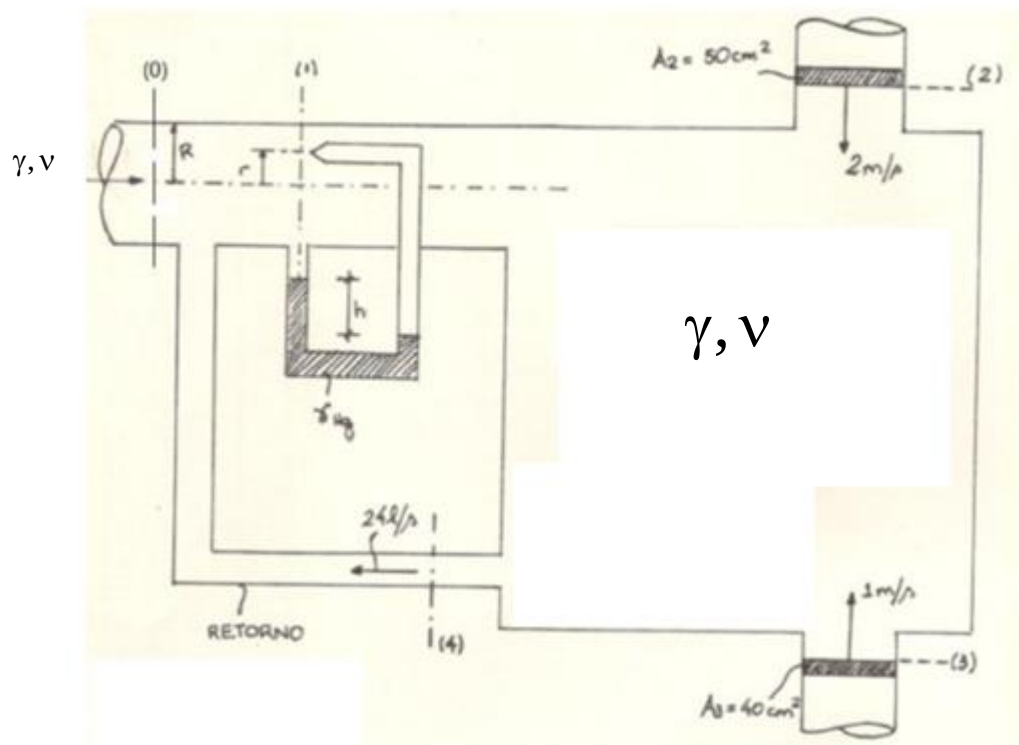


Exercício 68: Para o esquema a seguir, determine o desnível do fluido manométrico utilizado no manômetro acoplado ao tubo de Pitot e verifique se o sentido indicado para a seção (0) está correto.

Dados:

$R = 40 \text{ mm}; r = 20 \text{ mm};$ na seção (1) o escoamento é turbulento;

$$\rho_{\text{Hg}} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; \gamma = 9800 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}; \nu = 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}; r = \frac{25}{3} \text{ cm}; g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



O tempo do poeta é o futuro...

O tempo do político é o
mandato...

O tempo do burocrata é a
aposentadoria...

Então, qual será seu tempo?

