

Equação de Bernoulli

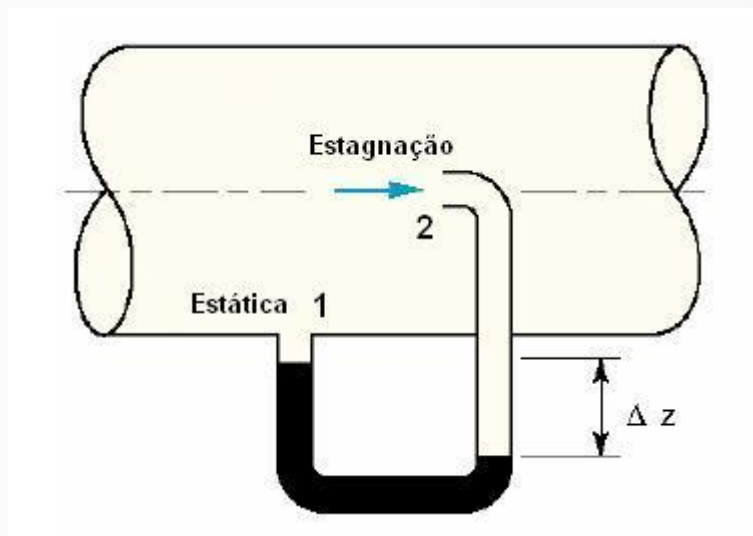
Em dinâmica dos fluidos, a equação de Bernoulli, descreve o comportamento de um fluido que se move ao longo de um tubo ou conduto.

O princípio de Bernoulli afirma que para um fluxo sem viscosidade, um aumento na velocidade do fluido ocorre simultaneamente com uma diminuição na pressão ou uma diminuição na energia potencial do fluido.

$$\frac{p}{\rho} + \frac{V^2}{2} + gz = \text{constant}$$

Tubo de Pitot

É constituído por um tubo de pequeno diâmetro instalado no interior do duto por onde circula o fluido cuja velocidade se deseja medir, de modo que sua extremidade posicionada diretamente na posição do vetor do fluido no ponto considerado.



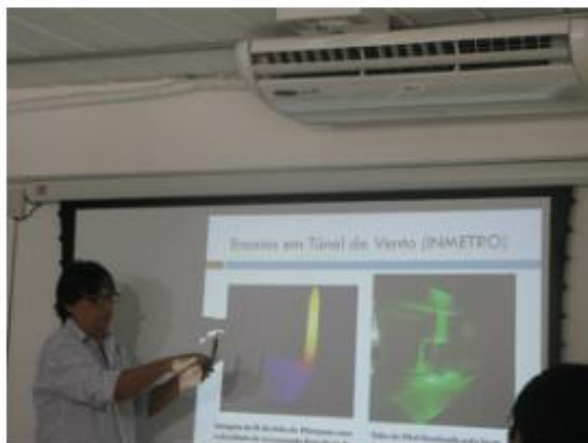
31/05/2011 14h25 - Atualizado em 31/05/2011 16h03

Pesquisadores do Rio tentam criar sensor melhor do que pitot do voo 447

Um dos professores perdeu a filha única na tragédia aérea de dois anos atrás. Núcleo pretende se tornar em centro de excelência em segurança na aviação.

Aluizio Freire
Do G1 RJ

 imprimir



Professor Renato Cotta apresenta projeto de sensor de velocidade (Foto: Aluizio Freire/G1)

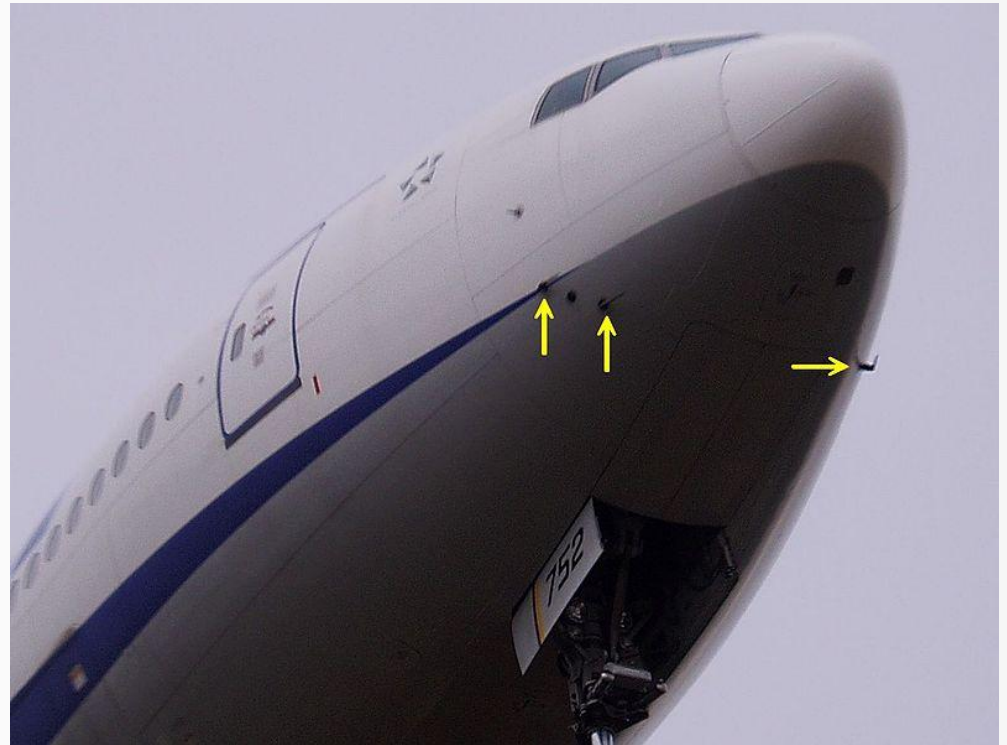
A Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe-UFRJ) pretende desenvolver, em até três anos, sensores de velocidade mais robustos e de controle térmico mais preciso do que os chamados tubos de pitot, usados no voo AF447. Com a novidade, os pesquisadores querem transformar o núcleo em centro de excelência internacional em segurança aérea.

O anúncio do projeto, avaliado em R\$ 3 milhões, foi feito nesta terça-feira (31), na

Tubo de Pitot



Foto de um tubo de
Pitot geralmente
colocado sob as asas
dos aviões



Escoamento incompressível de fluidos não viscosos

Pressão Estática, de Estagnação e Dinâmica

Pressão estática – é a pressão sentida pela partícula fluida em movimento. É aquela que sentiríamos se movêssemos juntos com a partícula. Assim ficaríamos estáticos em relação ao fluido em movimento. Um sensor nesta condição detectaria a pressão estática. É a pressão P da equação de Bernoulli. Caso o fluido esteja parado e confinado, seria a pressão exercida sobre as paredes do recipiente que o contém.

Medida da pressão estática em fluidos em movimentos

Como não há variação de pressão numa direção normal as linhas de corrente retilíneas, é possível medir a pressão estática em fluidos em movimento usando uma tomada de pressão na parede de um duto, na região onde as linhas de corrente são retilíneas.

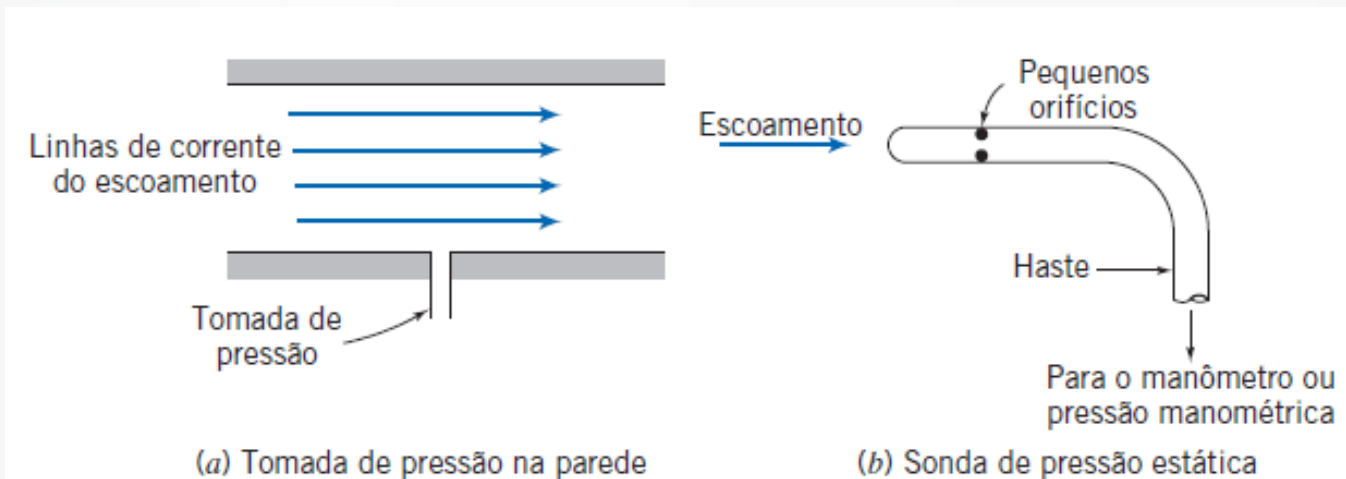


Fig. 6.2 Medição da pressão estática.

Pressão de estagnação (p_0)

É aquela obtida quando um fluido em escoamento é desacelerado até a velocidade zero por meio de um processo sem atrito.

$$\frac{p_0}{\rho} + \frac{V_0^2}{2} = \frac{p}{\rho} + \frac{V^2}{2}$$

ou

$$p_0 = p + \frac{1}{2} \rho V^2$$

Estagnação

Estatica

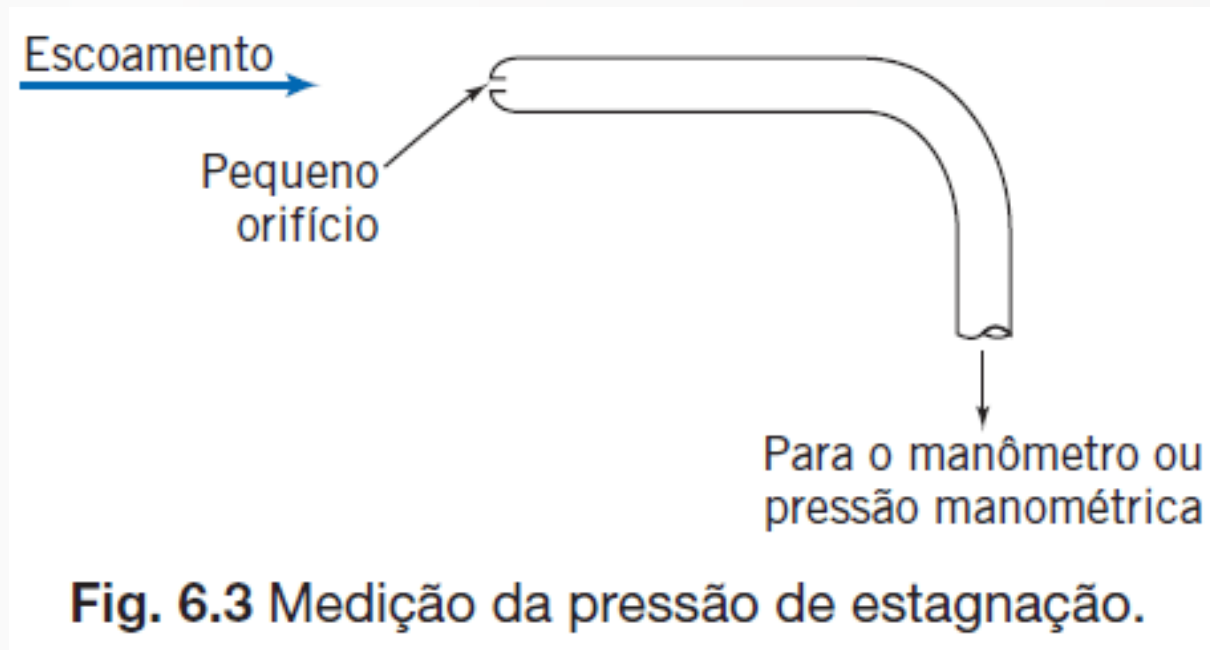
Dinâmica

Ou seja: a pressão de estagnação (total) é a soma da pressão estática com a pressão dinâmica.

A velocidade do fluido pode ser calculada por:

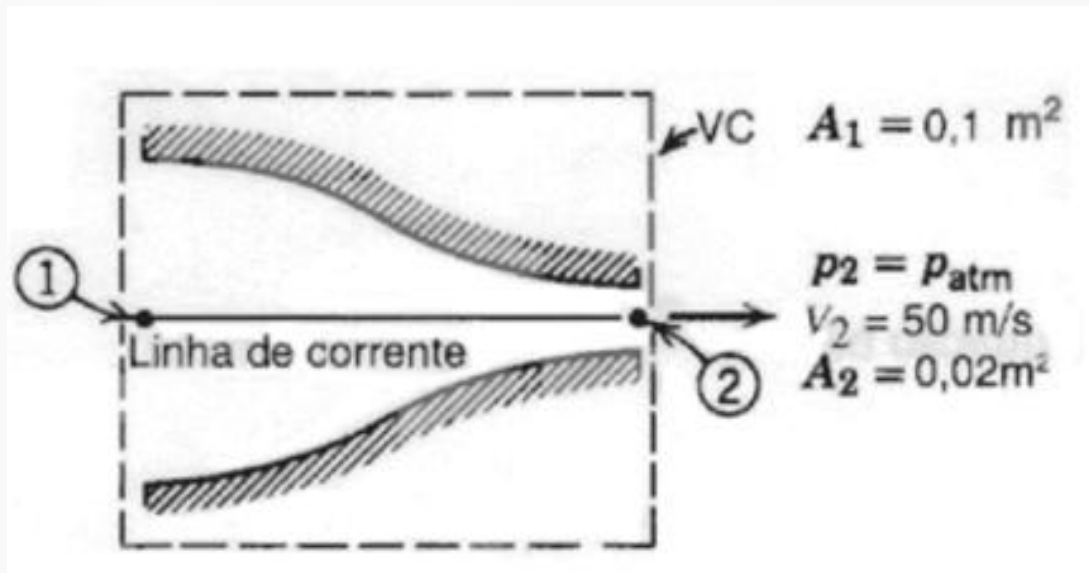
$$V = \sqrt{\frac{2(p_0 - p)}{\rho}}$$

A pressão de estagnação pode ser medida pelo tubo de Pitot



Exemplo: 6.3

Ar escoia em regime permanente e com baixa velocidade através de um bocal (por definição um equipamento para acelerar o escoamento horizontal que descarrega para a atmosfera. Na entrada do bocal, a área é $0,1 \text{ m}^2$ e , na saída, $0,02 \text{ m}^2$. Determine a pressão manométrica necessária na entrada do bocal para produzir uma velocidade de saída de 50 m/s .



Linha de Energia e linha Piezométrica

Às vezes é conveniente expressar o nível de energia mecânica de um escoamento, no caso de líquidos, em termos de “altura de carga”. Neste caso basta dividir por “g” a equação de Bernoulli para obter:

$$\frac{p}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} + z = H = \text{constant}$$

Onde cada termo representa:

$p/\rho g$ – a altura de carga devido à pressão estática local

$V^2/2g$ – altura de carga devido à pressão dinâmica local

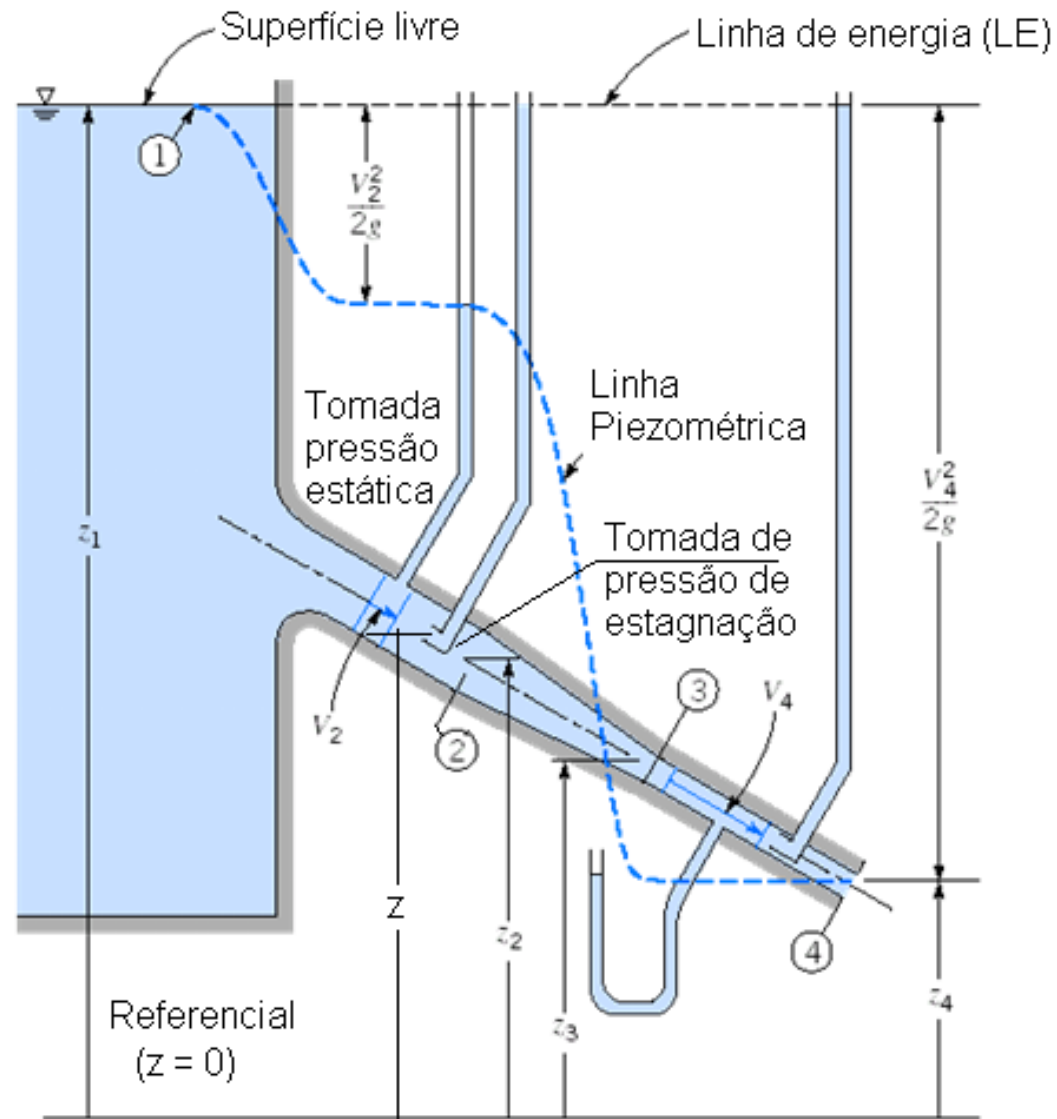
Z – altura de carga de elevação;

H – altura de carga total do escoamento

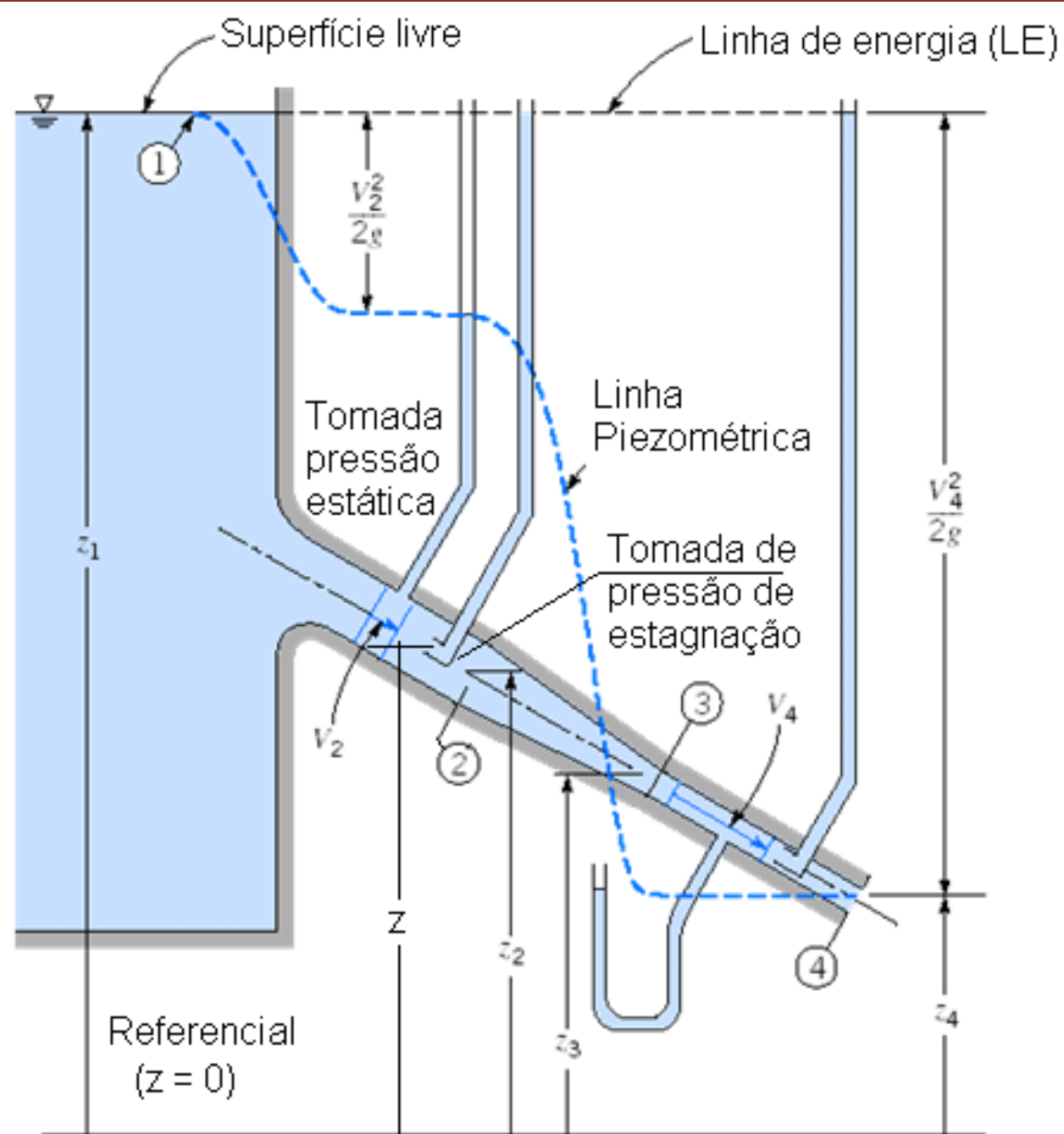
Na figura, LE representa a altura total de carga. Esta linha é constante quando o escoamento é sem atrito, quando nenhum trabalho é realizado sobre o fluido (bomba) ou pelo fluido em escoamento (turbina). Observe que um tubo inserido no escoamento na elevação z mede a pressão de estagnação (estática + dinâmica). A altura de líquido será igual a soma das três alturas de carga.

Linha Piezométrica (LP) – representa a soma das alturas de carga devido a elevação (z) e a pressão estática ($p/\rho g$). Numa tomada de pressão estática conectado ao tubo, o líquido sobe até a altura da linha piezométrica.

Linha de carga dinâmica – é a obtida pela diferença entre as alturas LE e LP. Representa a altura de carga dinâmica.



Representação das alturas de carga em um escoamento sem atrito.



Itens excluídos

6.1; 6.2; 6.3 exceto subtítulo Pressão estática, de estagnação e dinâmica; 6.6 e 6.7;

Exemplos excluídos: 6.1; 6.6; 6.7; 6.8; 6.10; 6.11; 6.12;

7 edição	6 edição	7 edição	6 edição	7 edição	6 edição
37	33	44	40	52	45
38	34	46	42	57	49
39	35	47	43	62	55
40	-	48	-	63	56
41	37	49	-	64	57
42	39	50	-		
43	38	51	44		