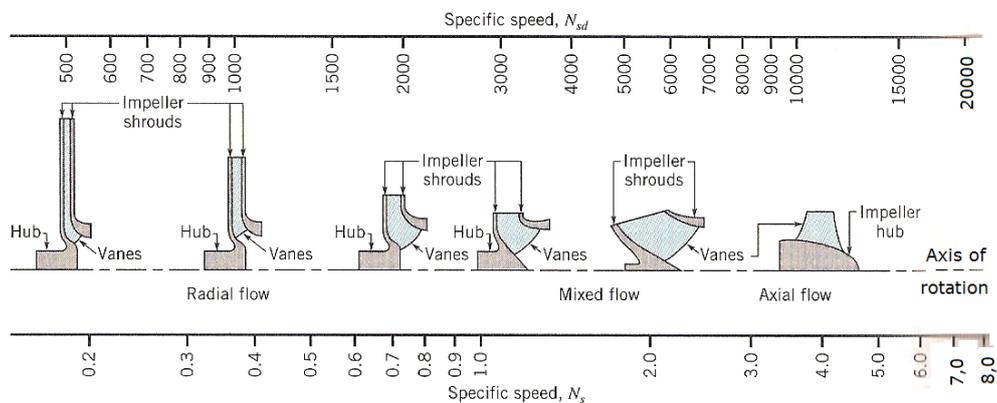
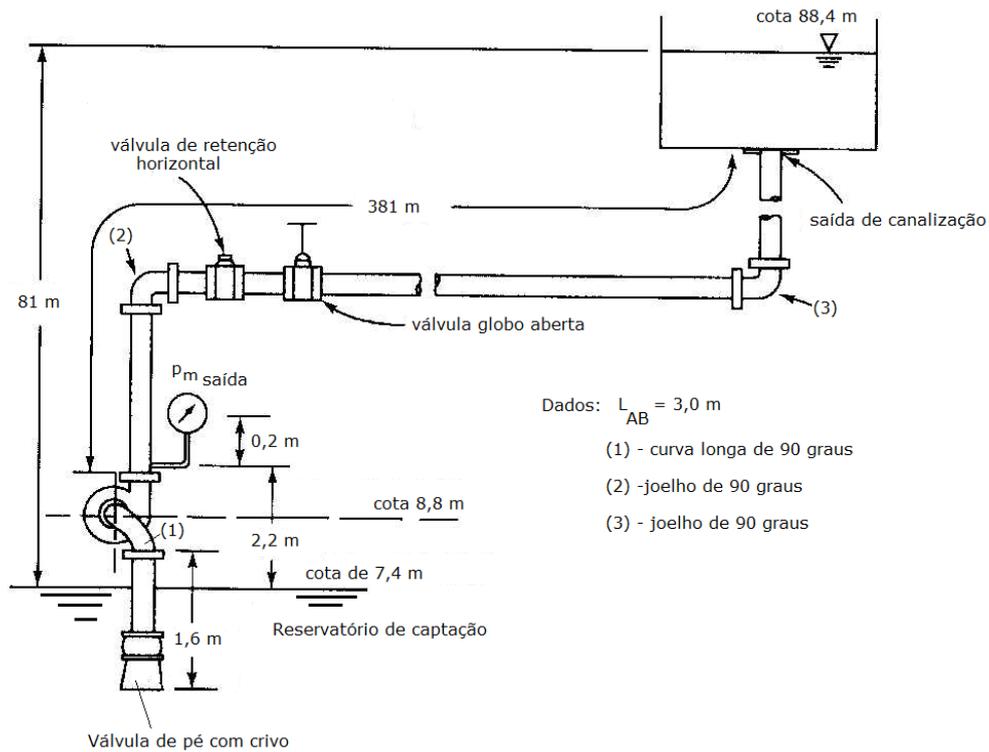


**1ª Questão (valor 2,0)** - A bomba da instalação mostrada a seguir succiona água a 25°C de um reservatório de captação e descarrega-a em um reservatório aberto. A tubulação é nova de aço 40, com diâmetro nominal de 4 polegadas. A vazão desejada é de 500 L/min. Selecione, em um catálogo de fabricante, uma bomba de 3500 rpm para esta aplicação especificando, aproximadamente, seu ponto de trabalho.

**Observação:** retire todos os comprimentos equivalentes da tabela da Tupy.



■ **FIGURE 12.18** Variation in specific speed with type of pump. (Adapted from Ref. 17, used with permission.)

**2ª Questão (valor 1,0)** - Uma bomba centrífuga possui curva característica dada pelos pontos mostrados na tabela, para uma rotação de 3500 rpm. O diâmetro do rotor é de 80mm. Pretende-se reduzir este diâmetro em 10%. Qual será a nova curva esperada para esta bomba? Especifique a equação da linha de tendência com seu  $R^2$ .

H (m)	47	46,5	46	45	44,5	43,5	42,5	41	39	37,5	35
Q (m <sup>3</sup> /h)	0	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0	13,5	15

**3ª Questão (valor 2,0)** - As curvas características de determinada bomba centrífuga podem ser aproximadas pelas seguintes equações:

$H_B = -0,01 \times Q^2 + 30$  e  $\eta_B = -0,15 \times Q^2 + 6 \times Q$  e  $NPSH_r = 0,3 \times Q + 1,8$   
em que  $H_B$  é a altura manométrica, dada em metros (m),  $Q$  é a vazão em litros por segundo (L/s),  $\eta_B$  é o rendimento do conjunto motor bomba e o  $NPSH_r$  é dado em (m).

Sabe-se que esta bomba está instalada em um sistema de tubulações de sucção e recalque, cuja curva característica pode ser aproximada pela equação  $H_S = 0,05 \times Q^2 + 20$  em que  $H_S$  é a carga necessária do sistema dada em metros (m) para que o fluido percorra a instalação com uma vazão  $Q$  em litros por segundo (L/s) e que o  $NPSH_d$  pode ser obtido em (m) através da vazão em (L/s) pela expressão:  
 $NPSH_d = -0,007 \times Q^2 + 9$ .

Sabendo que a instalação opera 24 horas por dia e considerando um mês de 30 dias, pede-se:

- especificar a vazão máxima que se pode ter sem que ocorra a cavitação;
- especificar o consumo mensal.

**Observações:**

- Considere que o conjunto motor bomba está instalado em uma rede de 220 V.
- O fluido bombeado é a gasolina a 20°C onde se tem sua massa específica aproximadamente igual a 500 kg/m<sup>3</sup>.

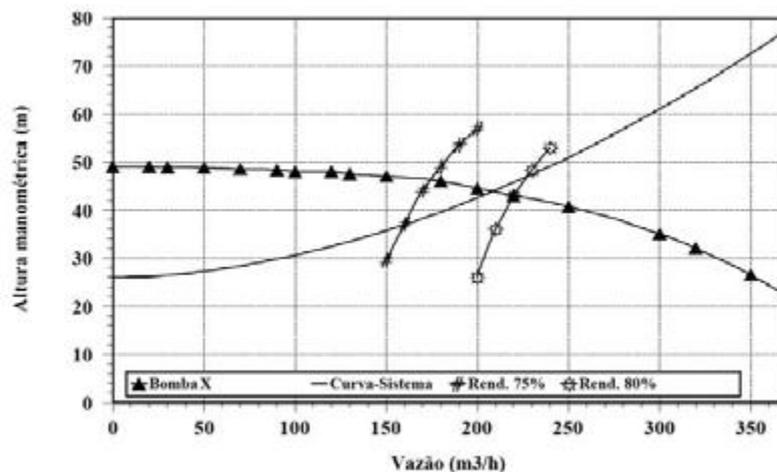
**4ª Questão (valor 1,0)** – No intervalo  $5 \times 10^3 < Re < 10^8$ , o fator de Darcy – Weisbach para um escoamento em tubulação lisa pode ser calculado pela equação:

$$f = \frac{0,25}{(0,76 - 0,9 \times \log Re)^2}$$

Para a água a  $30^\circ\text{C}$ , escoando com o número de Reynolds igual a  $10^5$  em uma tubulação de diâmetro interno igual a 10 mm que é considerada lisa, qual seria a perda de carga distribuída por metro linear de tubulação?

**Importante:** considerando tubo de PVC rosqueável, você proporia alguma alteração na instalação da quarta questão?

**5ª Questão (valor 2,0)** – Considere uma instalação de bombeamento cuja curva característica e curva da bomba são plotadas no gráfico abaixo. Analise as afirmativas a seguir e diga se estão certas ou erradas, justificando.



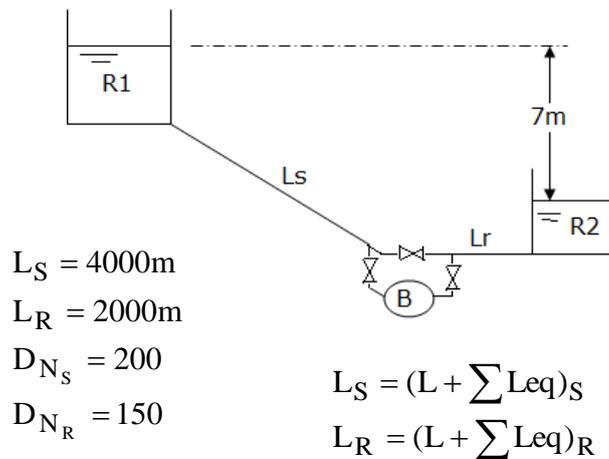
- O ponto de operação do sistema é de vazão  $210 \text{ m}^3/\text{h}$ , que pode ser ajustado para  $200 \text{ m}^3/\text{h}$  usando duto de recalque de maior diâmetro.
- Para diminuir a altura manométrica de operação que é de 44 m, é necessário diminuir a perda de carga no sistema, o que diminuiria a vazão.
- O rendimento da bomba é estimado com base nas curvas fornecidas pelo fabricante, e para o sistema descrito acima, é de cerca de 78%
- A vazão do sistema pode ser ajustada na bomba, alterando o diâmetro do rotor ou a rotação do motor.

**6ª Questão (valor 2,0)** – Para o sistema apresentado a seguir, onde a água a 20°C escoava de R1 para R2, determine o seu ponto de funcionamento e o acréscimo de vazão proporcionado pela bomba, sabendo que  $H_B = f(Q)$  é dada pela tabela a seguir:

Q (L/s)	0	2	4	6	8	10	12	14	16
H <sub>B</sub> (m)	12,5	12,4	12,1	11,6	10,9	10,0	8,9	7,6	6,1

**Dados:** tubos de ferro fundido onde para um D<sub>N</sub> dado, o diâmetro externo de um tubo é idêntico, qualquer que seja a classe de espessura. Para tubos DN 100 até DN 300 classe K7 considera-se:  $e = 4,75 + 0,003 \text{ DN}$ , onde “e” é a espessura em mm da parede do tubo.

DN	Tubo Cilíndrico	
	Comprimento Máximo	Diâmetro Externo
	L m	DE mm
80	5,8	98
100	5,8	118
150	5,8	170
200	5,8	222
250	5,8	274
300	5,8	326
350	5,8	378
400	5,8	429
450	5,8	480
500	5,8	532
600	5,8	635



Considere a tubulação nova com  $k = 2,59 * 10^{-4} \text{ m}$ , por onde escoava água a 20°C e despreze a variação de perda de carga com a instalação operando com e sem bomba.