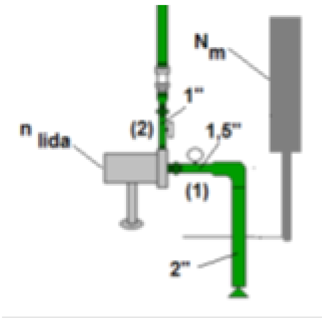
Gabarito turmas B1, B4, B7, B10, B13, B16 E B19.

1ª Questão:

Importante: não serão aceitas só respostas, portanto todos os equacionamentos para obtenção das respostas devem ser apresentados, além disto, não serão aceitas as respostas sem as unidades.

- ✓ a carga manométrica da bomba para a rotação de 3500 (rpm); (valor – 0,5)

Aplicamos a equação da energia entre as seções (1) e (2) e neste caso não há diferenças entre as bancadas impares e pares:



$$H_1 + H_{B_{n\_exp}} = H2$$

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 \times v_1^2}{2g} + H_{B_{n\_exp}} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 \times v_2^2}{2g}$$

$$H_{B_{n\_exp}} = (z_2 - z_1) + \frac{(p_2 - p_1)}{\gamma} + \frac{(\alpha_2 \times v_2^2 - \alpha_1 \times v_1^2)}{2g}$$

$(z_2 - z_1) \Rightarrow$ deve ser adotado por cada um e pode ser o valor utilizado nesta exp.

$$p_2 = p_{m2} + \gamma \times h_2$$

$$p_1 = p_{m1} + \gamma \times h_1$$

$$Q = \frac{\Delta h \times A_{tan\,que}}{t}$$

$$v_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{Q}{13{,}1 \times 10^{-4}} \Rightarrow Re_1 = \frac{v_1 \times D_1}{\nu} = \frac{v_1 \times 40{,}8 \times 10^{-3}}{9{,}13 \times 10^{-7}} \Rightarrow \alpha_1 = 1 \text{ se for turbulento}$$

$$v_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{Q}{5{,}57 \times 10^{-4}} \Rightarrow Re_2 = \frac{v_2 \times D_2}{\nu} = \frac{v_2 \times 26{,}6 \times 10^{-3}}{9{,}13 \times 10^{-7}} \Rightarrow \alpha_2 = 1 \text{ se for turbulento}$$

Os cálculos foram feitos em uma planilha Excel como mostrado na próxima página, onde adotamos Δz como mostrado na tabela a seguir.

Tabela de Dados														
Turma				p_{m1} (mmHg)	h_1 (cm)	p_{m2} (kPa)	h_2 (cm)	n (rpm)	p_{m3} (psi)	h_3 (cm)	p_{m4} (psi)	h_4 (cm)	ΔZ (cm)	
1	7	13		-150	11,5	190	9	3455	21	24	17	24	23,5	Δz ao lado foi adotado
4	10	16		-170	11,5	150	0	3449	17	23,5	14	23,5	23	
			19	-180	13,5	200	0	3444	24	24	19	24	23	
Turma					DN	D_{int} (mm)	A(cm²)			Δh(mm)	t(s)	A_{tanque} (m²)	T_{fluido} (ºC)	ρ_{H2O} (kg/m³)
1	7	13			1"	26,6	5,57			100	21,3	0,547	24	997,3
4	10	16			1,5"	40,8	13,1			100	23,49	0,549	p_{vapor_abs} (Pa)	ν (m²/s)
			19							100	20,56	0,548	2983,65	9,13E-07

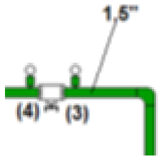
Turma				p_1 (Pa)	p_2 (Pa)	Q(m³/s)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Re_1	α_1	Re_2	α_2	H_{Bn} (m)	H_{Bn} (m)	$NPSH_{req}$ (m)
1	7	13		-18868,0	190879,62	0,00257	2,0	4,6	87604	1	134327	1	22,6	23,2	7,5
4	10	16		-21533,6	150000	0,00234	1,8	4,2	79727	1	122249	1	18,5	19,1	7,2
			19	-22671,0	200000	0,00267	2,0	4,8	90923	1	139416	1	24,0	24,8	7,1
														(a)	(b)

✓ calcular o $NPSH_{requerido}$; (valor – 0,5)

O resultado está apresentado na tabela anterior, já que: $NPSH_{requerido} = H_{e_{abs}} - \frac{p_{vapor}}{\gamma} = 0 + \frac{(p_1 + p_{atm}) - p_{vapor}}{\gamma} + \frac{\alpha_1 \times v_1^2}{2g}$, isto porque o PHR é adotado no eixo da bomba. A leitura barométrica foi dada e igual a $700mmHg = 0{,}7 \times 13536 \times 9{,}8 \cong 92857Pa$, **aqui é importante utilizar o peso específico do mercúrio para a temperatura dada, pois no barômetro se tem a coluna do mercúrio o que implica que a mesma sofre influência da temperatura local.**

✓ o coeficiente de perda de carga singular da válvula globo de 1,5". (valor – 0,5)

Aplica-se a equação da energia entre as seções (3) e (4):



$$H_3 = H_4 + h_{S_{V.G}} \rightarrow z_3 + \frac{p_3}{\gamma} + \frac{\alpha_3 \times v_3^2}{2g} = z_4 + \frac{p_4}{\gamma} + \frac{\alpha_4 \times v_4^2}{2g} + h_{S_{V.G}}$$

$$h_{S_{V.G}} = \frac{p_3 - p_4}{\gamma} = \frac{p_3 - p_4}{997{,}3 \times 9{,}8}$$

$$p_4 = p_{m4} + \gamma \times h_4$$

$$p_3 = p_{m3} + \gamma \times h_3$$

$$v = v_{1{,}5"}$$

$$h_{S_{V.G}} = K_{S_{V.G}} \times \frac{v_{1{,}5"}^2}{2g} \therefore K_{S_{V.G}} = \frac{h_{S_{V.G}} \times 2g}{v_{1{,}5"}^2}$$

Como as pressões lidas nas seções (3) e (4) estão em psi, vamos efetuar a transformação pelo **convert**, onde temos que 1psi = 6894,757Pa

Turma				p_4 (Pa)	p_3 (Pa)	h_S(m)	$v_{1,5"}$ (m/s)	K_S
1	7	13		119556,5	147135,5	2,8	2,0	14,4
4	10	16		98823,4	119507,7	2,1	1,8	13,0
			19	133346,0	167819,8	3,5	2,0	16,7
								c

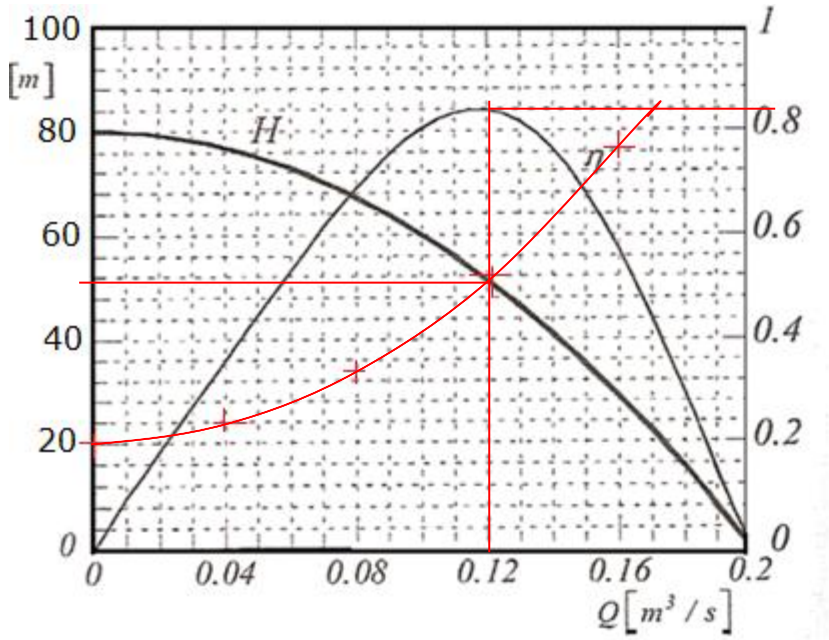
2ª Questão:

Pede-se especificar o consumo mensal de energia. (valor – 2,0)

Para executarmos o cálculo solicitado, devemos adotar o seguinte procedimento:

- ✓ determinar a equação da CCI: $H_S = 20 + 2222{,}2 \times Q^2 \rightarrow [H_S] = m \text{ e } [Q] = \frac{m^3}{s}$ **(0,25)**;
- ✓ traçar a CCI e obter o ponto de trabalho, para tal devemos calcular a carga que o sistema necessita para se ter o escoamento a uma vazão Q:

Q(m³/s)	0	0,04	0,08	0,12	0,16
H_S(m)	20	23,6	34,2	52	76,9



No cruzamento da CCI com a CCB acima, lemos o ponto de trabalho:

$$Q_\tau \cong 0{,}12 \frac{m^3}{s} \Rightarrow (0{,}25)$$

$$H_{B_\tau} \cong 51{,}9m \Rightarrow (0{,}25)$$

$$\eta_{B_\tau} \cong 0{,}84 \Rightarrow (0{,}25)$$

$$N_{B_\tau} = \frac{997{,}3 \times 9{,}8 \times 0{,}12 \times 51{,}9}{0{,}84} \cong 72463{,}8W \cong 98{,}6CV \Rightarrow (0{,}25)$$

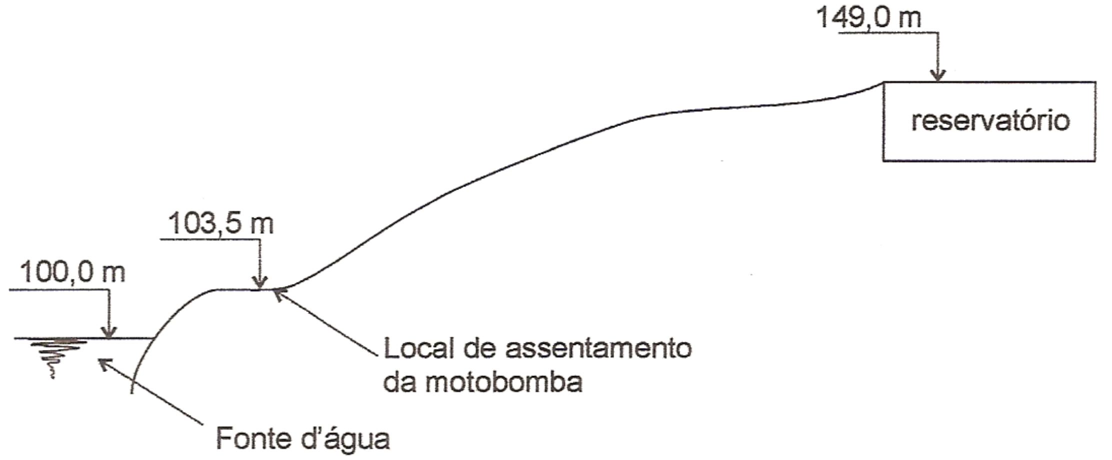
Calculada a potência nominal da bomba, adotamos um rendimento de 90% para o motor e calculamos a potência de referência do mesmo:

$N_{m_{ref}} = \frac{N_B}{0,9} = \frac{98,6}{0,9} \cong 110CV$, portanto escolhe-se o motor trifásico de 220V igual a 125CV. **(0,25)**

Especificado o motor elétrico é possível calcular o consumo mensal da energia:

$$Consumo_{mensal_{energia}} = 125 \times 75 \times 9,8 \times \frac{1}{1000} \times 12 \times 30 = 33075 \frac{kWh}{mes} \Rightarrow (0,5)$$

3ª Questão: Para a instalação de bombeamento de água a 24 ^{0}C, trabalhando com o fator de segurança mínimo.



a. especificar a bomba de 3500 rpm; (valor – 1,0)

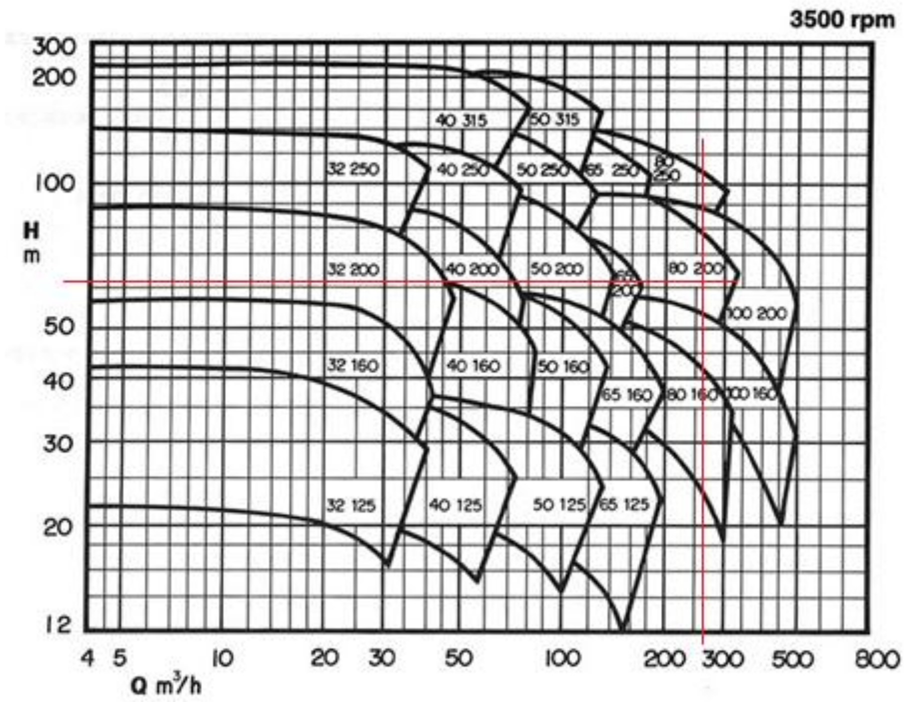
Escrevemos a equação da CCI:

$$H_S = 49 + 0,0159 \times \frac{82}{0,2545} \times \frac{Q^2}{19,6 \times \left(509,1 \times 10^{-4}\right)^2} + 0,0157 \times \frac{1023,2}{0,2027} \times \frac{Q^2}{19,6 \times \left(322,6 \times 10^{-4}\right)^2}$$

$$H_S = 49 + 100,9 \times Q^2 + 3885,3 \times Q^2 \therefore H_S = 49 + 3986,2 \times Q^2 \Rightarrow (0,25)$$

$$Q_{projeto} = 1,1 \times 240 = 264 \frac{m^3}{h} \Rightarrow ((0,25))$$

$$H_{B_{projeto}} = 49 + 3986,2 \times \left(264/3600\right)^2 \cong 70,5m \Rightarrow (0,25)$$



Portanto, a bomba escolhida é a 80-200 **(0,25)**

b. calcular o $NPSH_{disponível}$ para a vazão de projeto. (valor – 0,5)

Apresentamos a soulução deste item para a leitura barométrica de 700 mmHg:

$$NPSH_{disp} = -3{,}5 + \frac{0{,}7 \times 13600 \times 9{,}8 - 2983{,}65}{997{,}3 \times 9{,}8} - 0{,}0159 \times \frac{82}{0{,}2545} \times \frac{\left(264/3600\right)^2}{19{,}6 \times (0{,}05091)^2}$$

$$NPSH_{disp} \cong 5{,}198..m \approx 5{,}1m \Rightarrow (0{,}5)$$