



Estações Elevatórias de Água

Renato de Oliveira Fernandes

*Professor Assistente
Dep. de Construção Civil/URCA
renatodeof@gmail.com*





Estações Elevatórias de Água

- São utilizadas na captação, adução, tratamento e distribuição de água.
- O uso intensivo gera elevados custos de energia elétrica





PROJETO DE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ÁGUA



Estação elevatória de água tratada da cidade de Lins



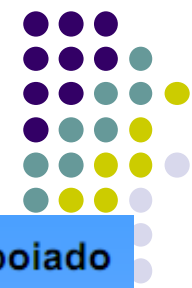
Estação elevatória de recalque dos poços I e III da cidade de Fernandópolis



Estação elevatória da cidade de Fernandópolis

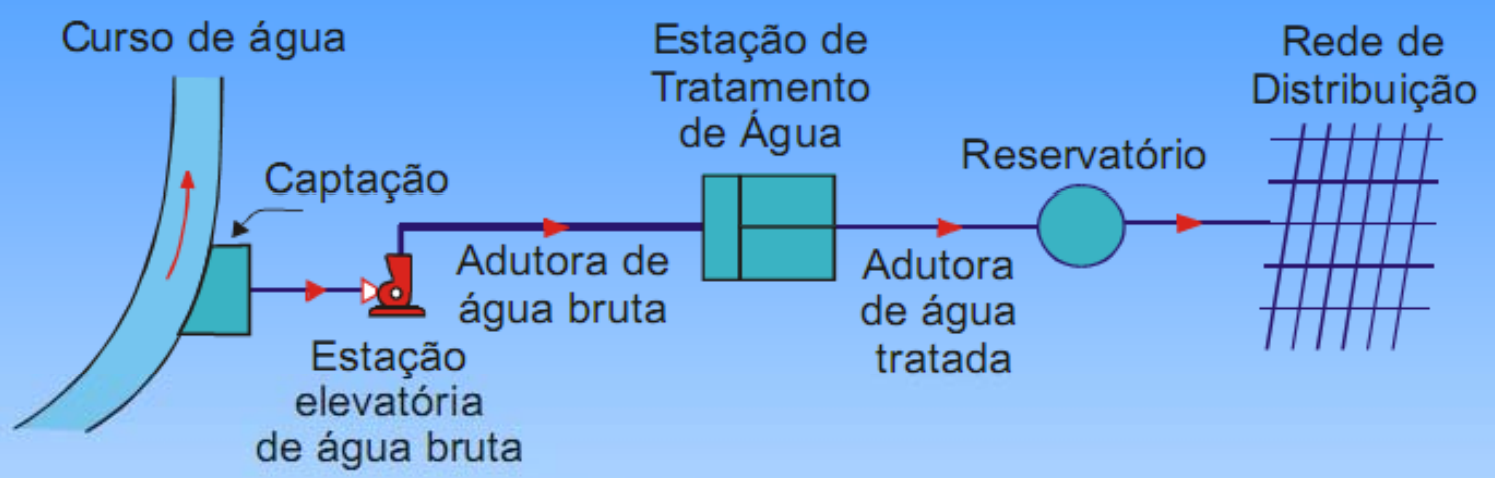


Estação elevatória do poço I da cidade de Jales

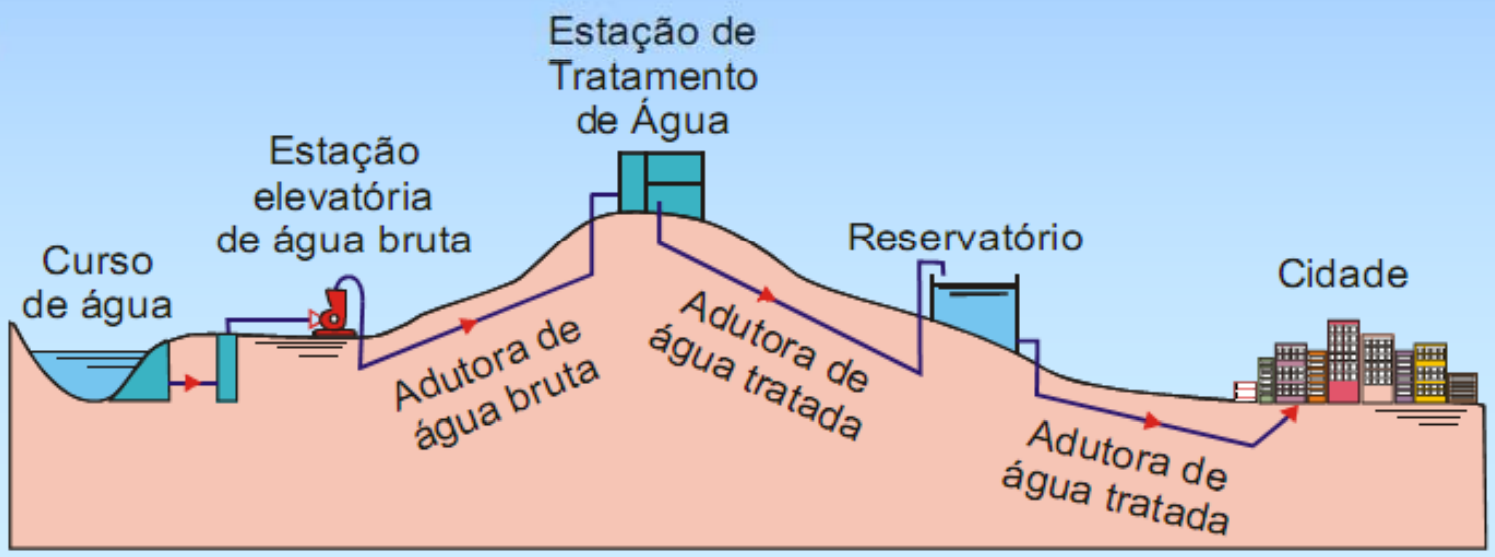


Sistema de abastecimento de água com captação em curso de água e com reservatório apoiado

a) Planta



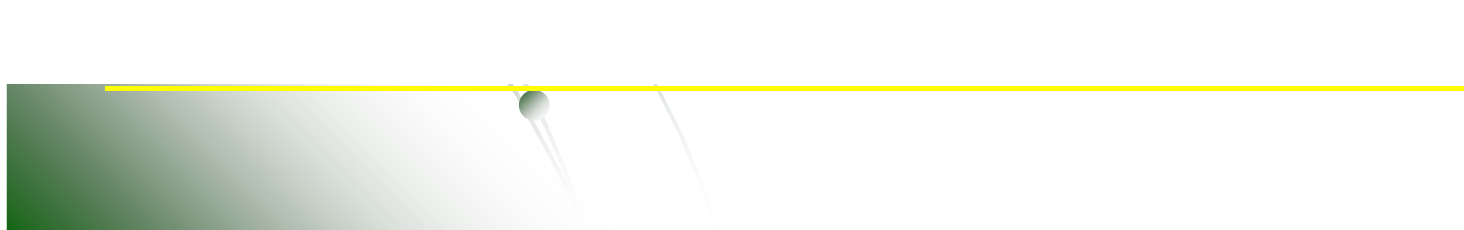
b) Perfil

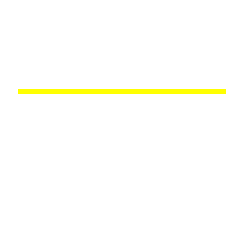
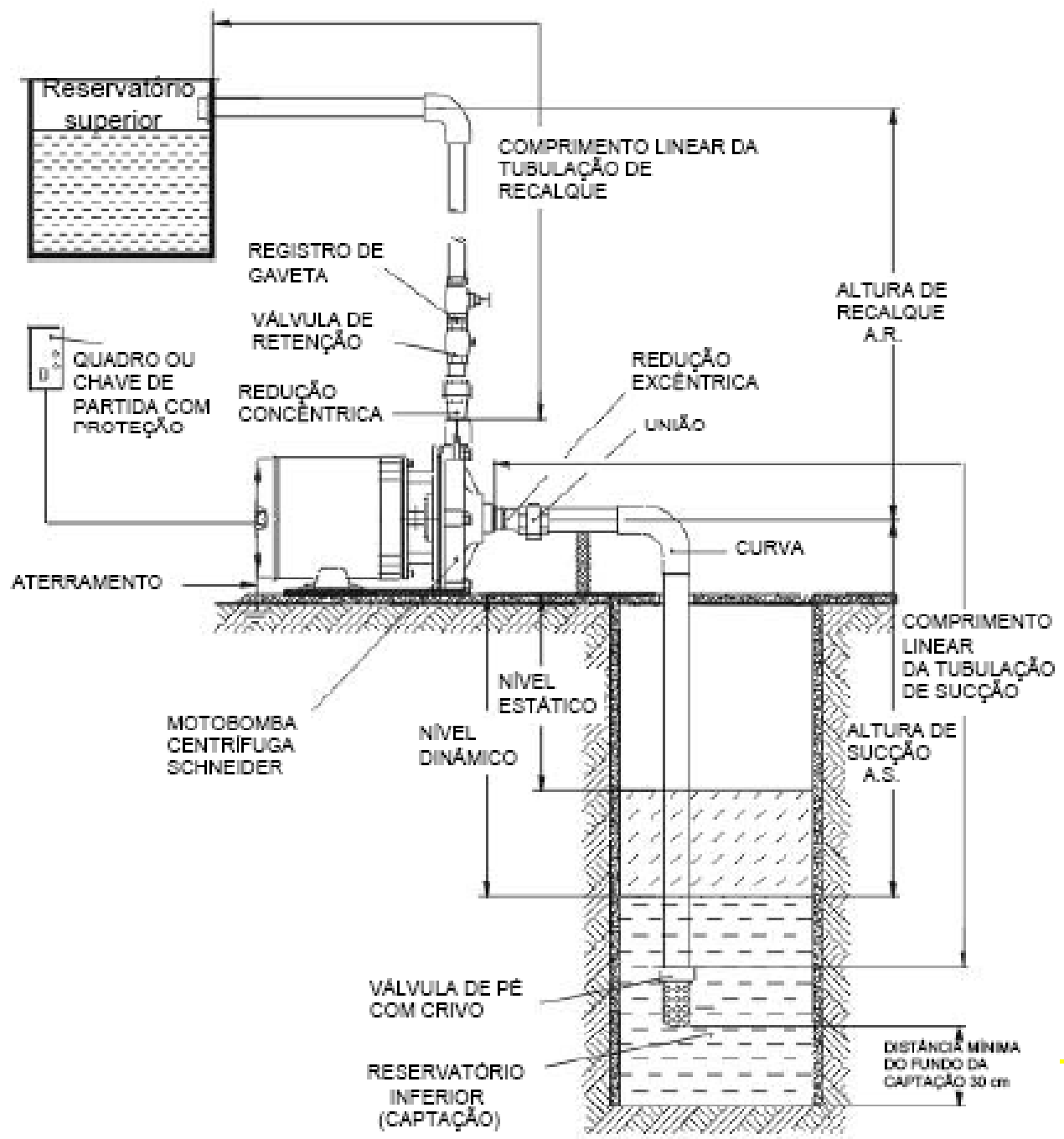


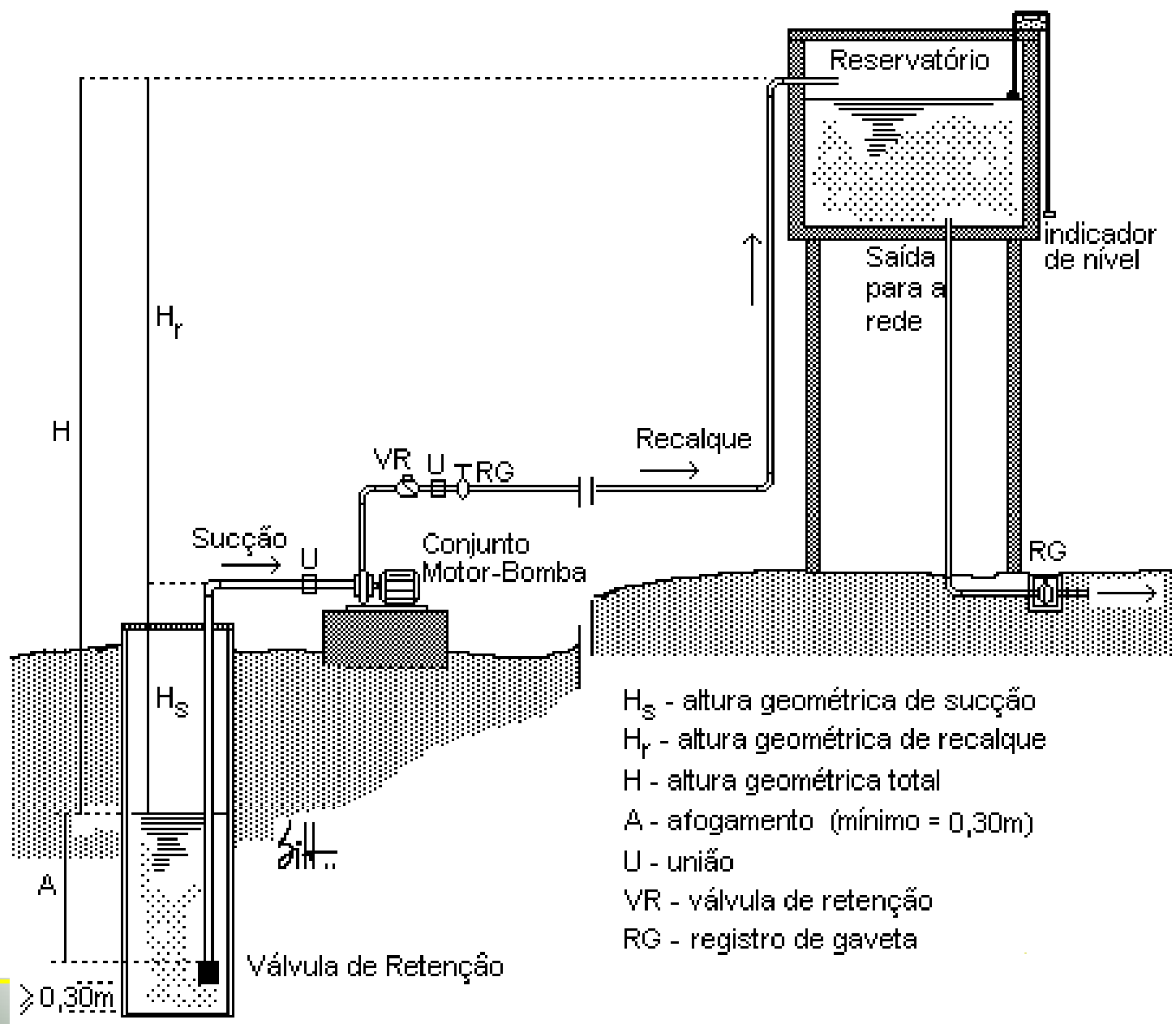
Estações Elevatórias de Água



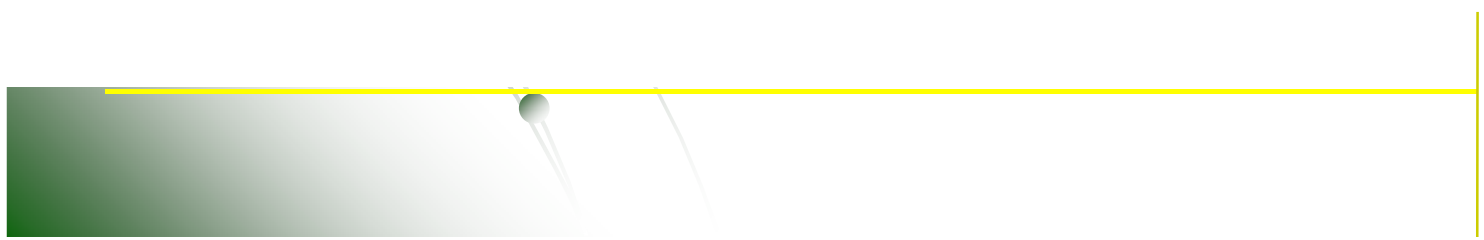
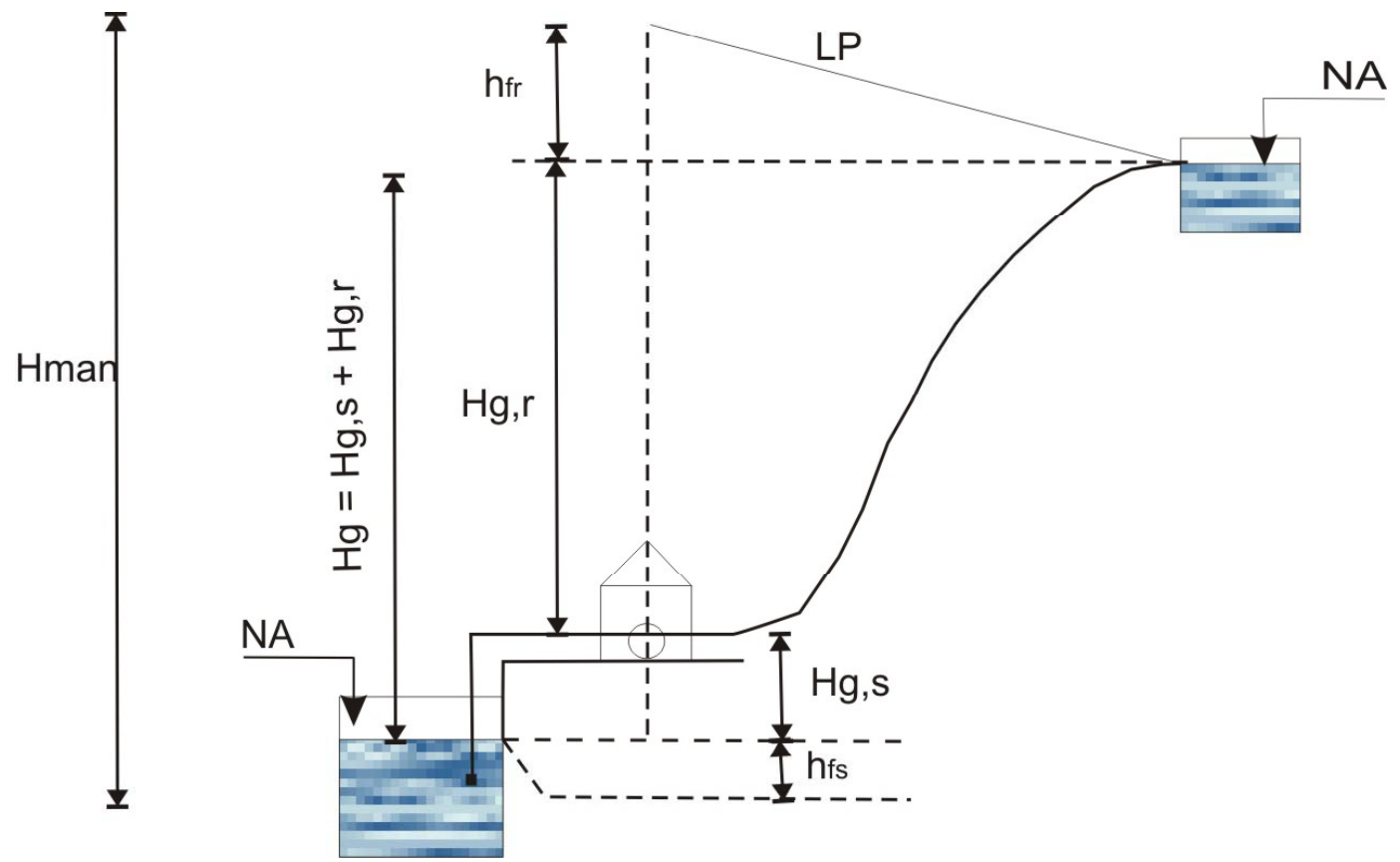
- Estação elevatória é o conjunto das edificações, instalações e equipamentos, destinados a abrigar, proteger, operar, controlar e manter os conjuntos elevatórios (motor-bomba) que promovem o recalque da água.







- H_s - altura geométrica de sucção
- H_r - altura geométrica de recalque
- H - altura geométrica total
- A - afogamento (mínimo = 0,30m)
- U - união
- VR - válvula de retenção
- RG - registro de gaveta



Classificações das Bombas Centrifugas



- ***Quanto à trajetória do fluido***
 - **Bombas radiais ou centrífugas:** sua característica básica é trabalhar com pequenas vazões a grandes alturas, com predominância de força centrífuga;
 - **Bombas axiais:** trabalha com grandes vazões a pequenas alturas.
 - **Bombas diagonais ou de fluxo misto:** caracterizam-se pelo recalque de médias vazões a médias alturas, sendo um tipo combinado das duas anteriores



Classificações mais importantes de Bombas Hidráulicas

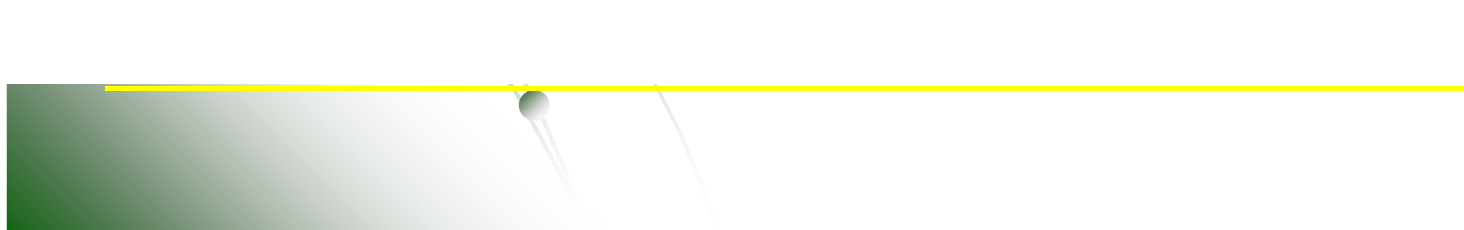


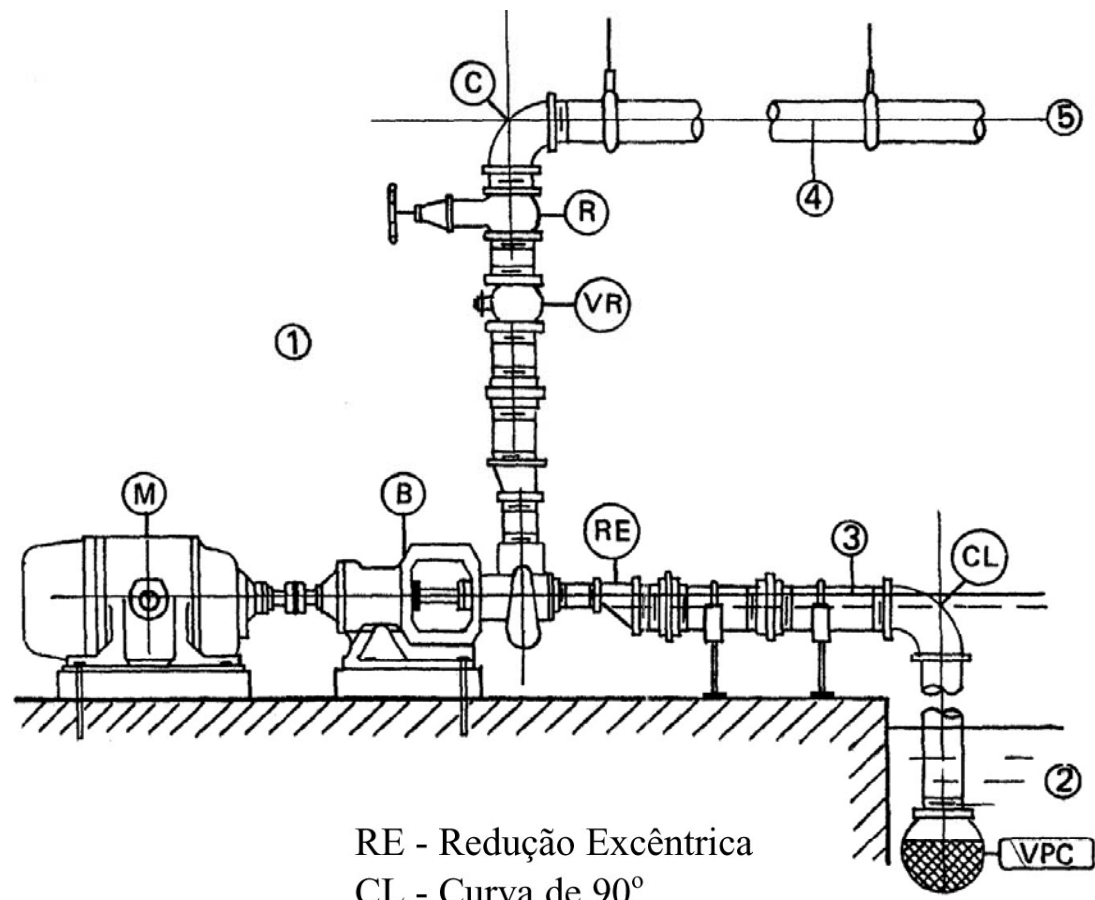
- ***Quanto ao posicionamento do eixo***
 - **Bomba de eixo vertical:** utilizada em poços subterrâneos profundos.
 - **Bomba de eixo horizontal:** é o tipo construtivo mais usado.
- ***Quanto à posição do eixo da bomba em relação ao nível da água***
 - Bomba de sucção positiva
 - Bomba de sucção negativa ("afogada")





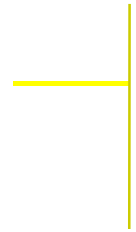
- A escolha da bomba é feita através de:
 - vazão de bombeamento
 - altura manométrica total capaz de ser produzida pela bomba a essa vazão
 - Outras grandezas: a rotação, a potência absorvida e a eficiência





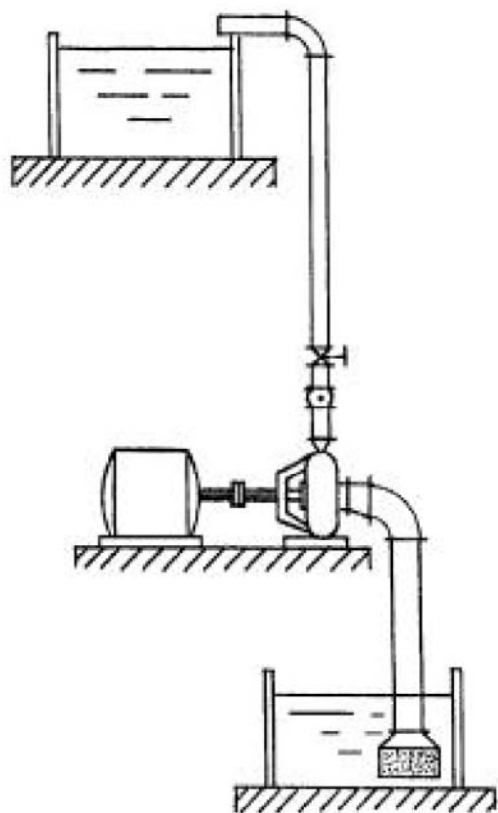
- 1- Casa de Bombas
- M – Motor de acionamento
- B – Bomba
- 2 – Poço (fonte)
- 3 – Linha de Sucção
- VPC - Válvula de pé com crivo

- RE - Redução Excêntrica
- CL - Curva de 90°
- 4 - Linha de Recalque
- VR - Válvula de retenção
- R - Registro
- C - Joelhos
- 5 - Reservatório

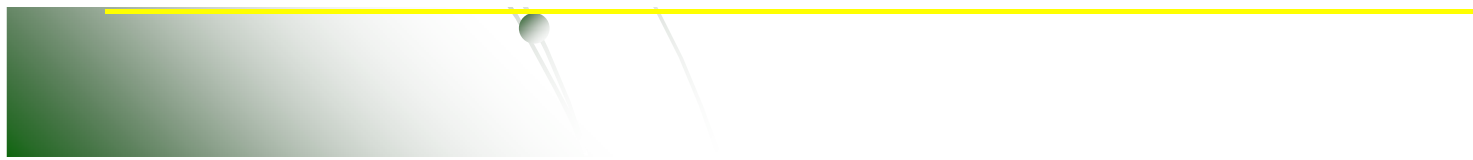
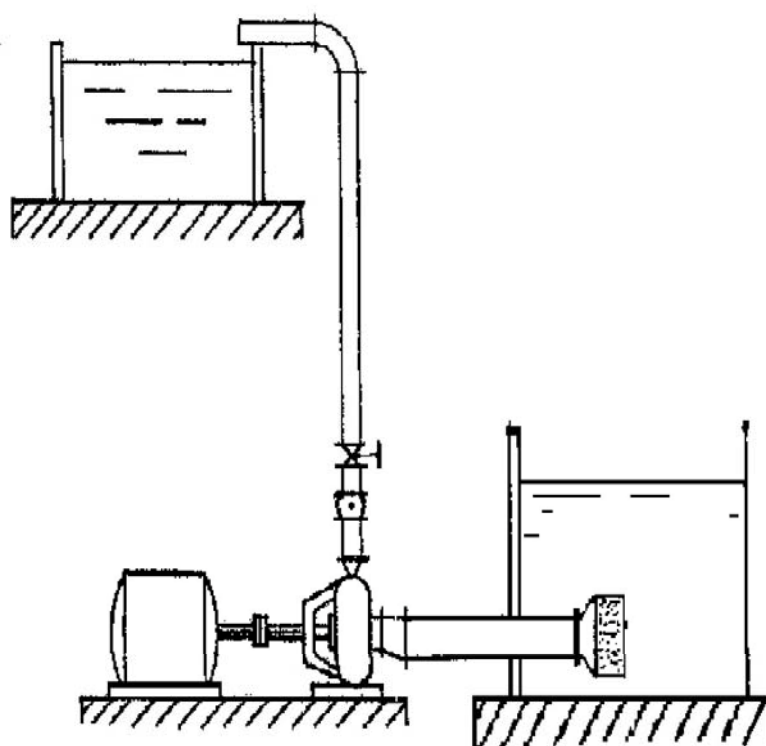




Bomba de sucção positiva



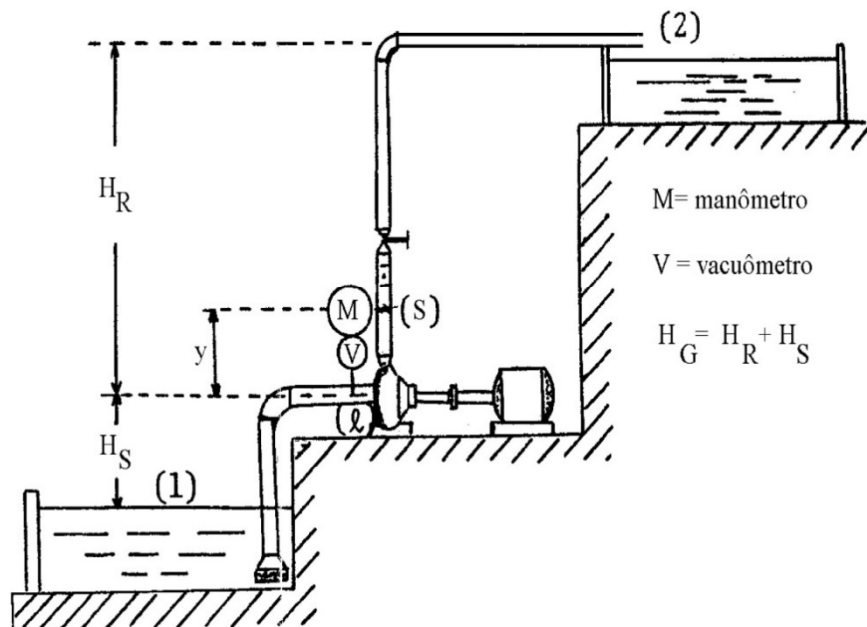
Bomba de sucção negativa ("afogada")



Perda de Carga e Altura Manométrica



- **Altura Manométrica da Instalação = Altura Geométrica + Perda de Carga (linear e localizada)**
 - $H_m = H_G + H_f + H_{loc}$



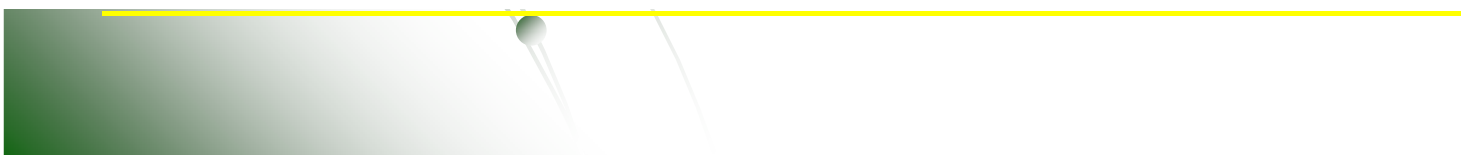
Altura geométrica
 $H_G = H_R + H_S$



- Potência do conjunto motor-bomba

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_{man}}{75 \eta_B \eta_m} \cdot F_S$$

- Considerar $\gamma=1000 \text{ kgf/m}^3$ (massa específico da água); Q é a vazão em m^3/s ; H_{man} é a altura manométrica em mca, η_B é o rendimento da bomba, η_m é o rendimento do motor, P é a potência obtida em cv (cavalo-vapor) e F_S é um fator de serviço (ou de folga).



Roteiro simplificado para pré-dimensionamento das instalações de bombeamento



1. Definir a vazão de bombeamento (Q) com base no consumo máximo
2. Definir o número de bombas necessárias (no mínimo 2, sendo uma de reserva)
3. Estimar o diâmetro de recalque pela equação de Bresse: $D=1,2.X^{1/4}.Q^{0,5}$

X=tempo de funcionamento da bomba/24 horas

Roteiro simplificado para pré-dimensionamento das instalações de bombeamento



4. Definir o diâmetro da tubulação de sucção imediatamente superior a de recalque e verificar se as velocidade não superam ao especificado pela norma (NBR 12214)

- $V \text{ (m/s)} = Q \text{ (m}^3\text{/s)} / A \text{ (m}^2) \rightarrow A = (3,14 \times D^2) / 4$

Diâmetro nominal (mm)	50	75	100	150	200	250	300	≥400
Velocidade máxima (m/s)	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,40	1,50

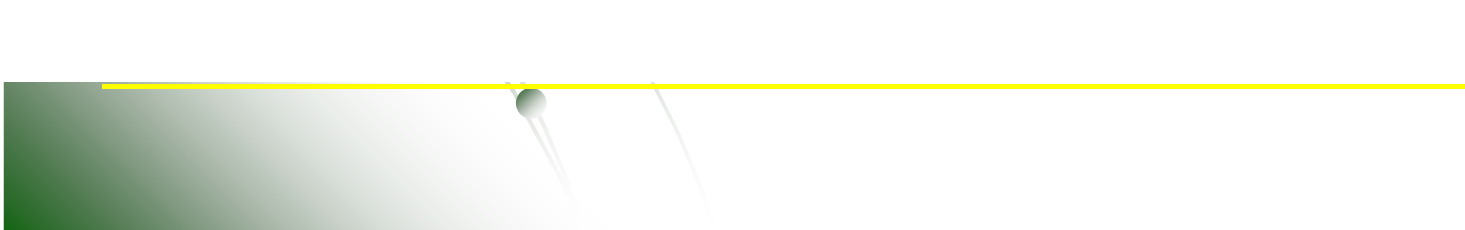
5. Calcular a perda de carga linear na adutora.
Para $D > 100$ mm, utilizar a equação de Hazen-Williams.

Roteiro simplificado para pré-dimensionamento das instalações de bombeamento



$$\frac{h_f}{L} = \frac{10,64 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$$

- em que:
 - h_f : perda de carga (m), L: comprimento da tubulação (m), Q: vazão (m³/s), C: coeficiente que depende do tipo de material da tubulação (considerar C=130 para tubulação de ferro fundido), D: diâmetro da tubulação (m)



Roteiro simplificado para pré-dimensionamento das instalações de bombeamento



6. Calcular a perda de carga localizada: H_{loc}
7. Calcular a altura manométrica
($H_{man} = H_g + h_f + H_{loc}$), sendo H_g a altura geométrica (diferença de cotas da captação até o reservatório) e h_f o valor calculado no item 5
8. Indicar o rendimento requerido para a bomba e para o motor (η_B e η_m)





Sugestão de rendimentos

Pressão	Vazão (L/s)	η
Baixa	3	0,56
	25	0,78
Alta	2	0,53
	25	0,81
	100	0,84
Grandes Vazões	150	0,86
	1000	0,90
	2000	0,91

Observe que o rendimento aumenta com a vazão e com a pressão

Sugestão de rendimentos



Rendimento de bombas centrífugas (determinado fabricante)

Q(L/s)	5	7,5	10	15	20	25	30	40	50	100	200
η_B (%)	52	61	66	68	71	75	80	84	85	87	88

Rendimento de motores elétricos (determinado fabricante)

CV	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	1 $\frac{1}{2}$	2	3	5	10	20	30	50
η_m (%)	64	67	72	73	75	77	81	84	86	87	88

Fator de folga (Fs) sugerido - Potência instalada



Potência calculada	Fator de folga (Fs)
Até 2 cv	50%
de 2 cv a 5 cv	30%
De 5 cv a 10 cv	20%
de 10 cv a 20 cv	15%
Acima de 20 cv	10%

Azevedo Neto, 1998.

Roteiro simplificado para pré-dimensionamento das instalações de bombeamento



- Especificar a potência comercial do motor baseando-se na Tabela a seguir:
 - Potências usuais de motores elétricos fabricados no Brasil (CV)

$\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1, 1 $\frac{1}{2}$, 2, 3, 5, 6, 7 $\frac{1}{2}$, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 80, 100, 125, 150, 200 e 250

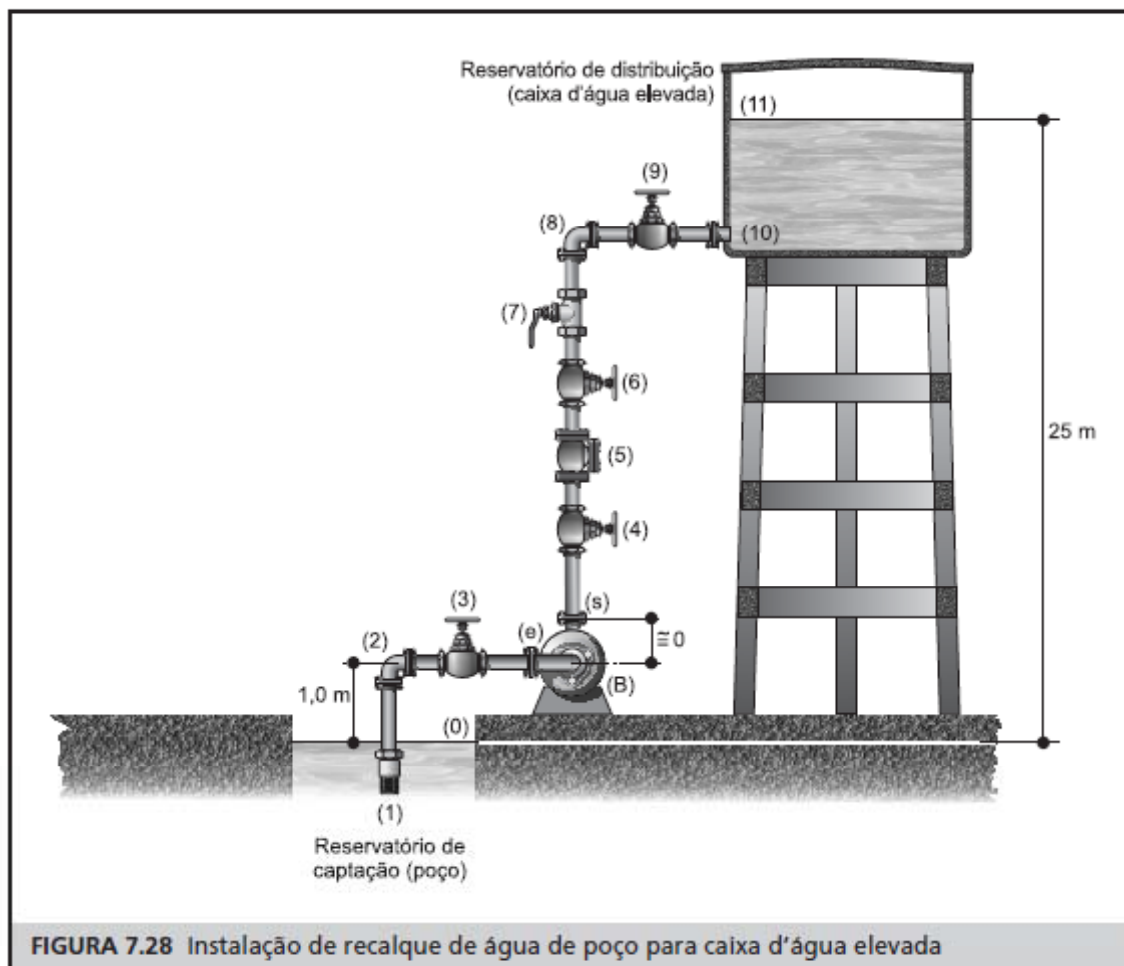
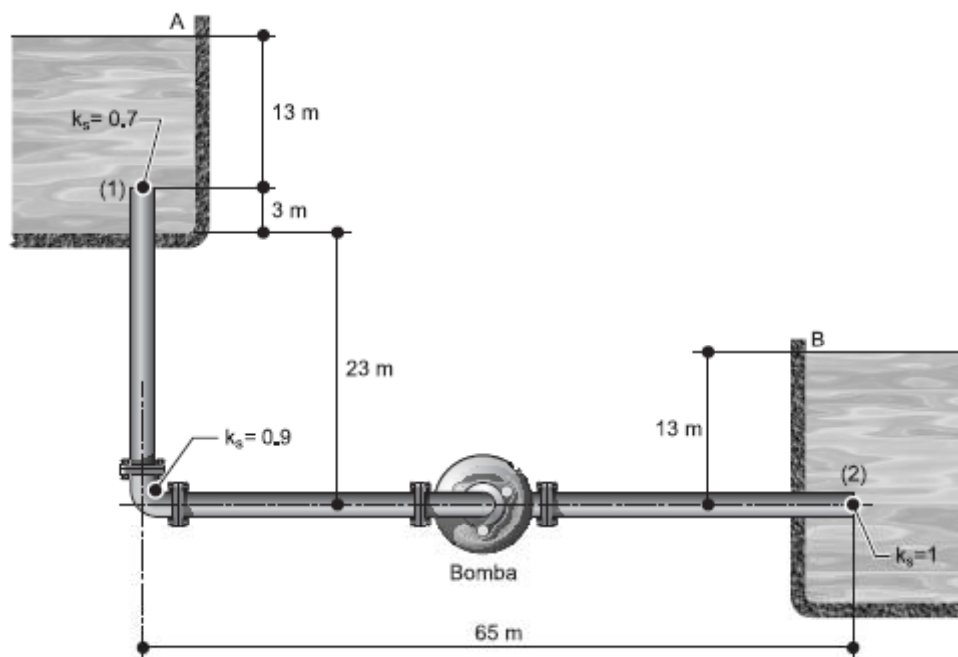


TABELA 7.2 Componentes da instalação de recalque da Figura 7.28 e suas finalidades

Nº	Componente	Finalidade
(1)	Válvula de pé com crivo	Válvula unidirecional que visa manter a tubulação de sucção cheia de líquido, mesmo quando a instalação está inoperante, isso porque, caso a tubulação fique com ar, a bomba não consegue induzir espontaneamente o escoamento. O crivo nada mais é que um filtro para impedir que impurezas (grandes) penetrem na tubulação e causem danos à bomba e a outros componentes da instalação.
(2) (8)	Cotovelo a 90°	Mudança de direção
(5)	Válvula de retenção	Válvula unidirecional que impede que o líquido na tubulação de recalque retorne ao poço quando a instalação está inoperante, evitando que a bomba gire em sentido contrário.
(7)	Válvula-globo	Controle da vazão.
(3) (4) (6) (9)	Válvula-gaveta	Isolar o trecho para reparo/manutenção do componente existente no trecho.
(1) a (e)	Tubulação de sucção	Conectar a bomba ao reservatório de captação.
(s) a (10)	Tubulação de recalque	Conectar a bomba ao reservatório de distribuição.
(B)	Bomba	Fornecer energia ao escoamento do líquido.

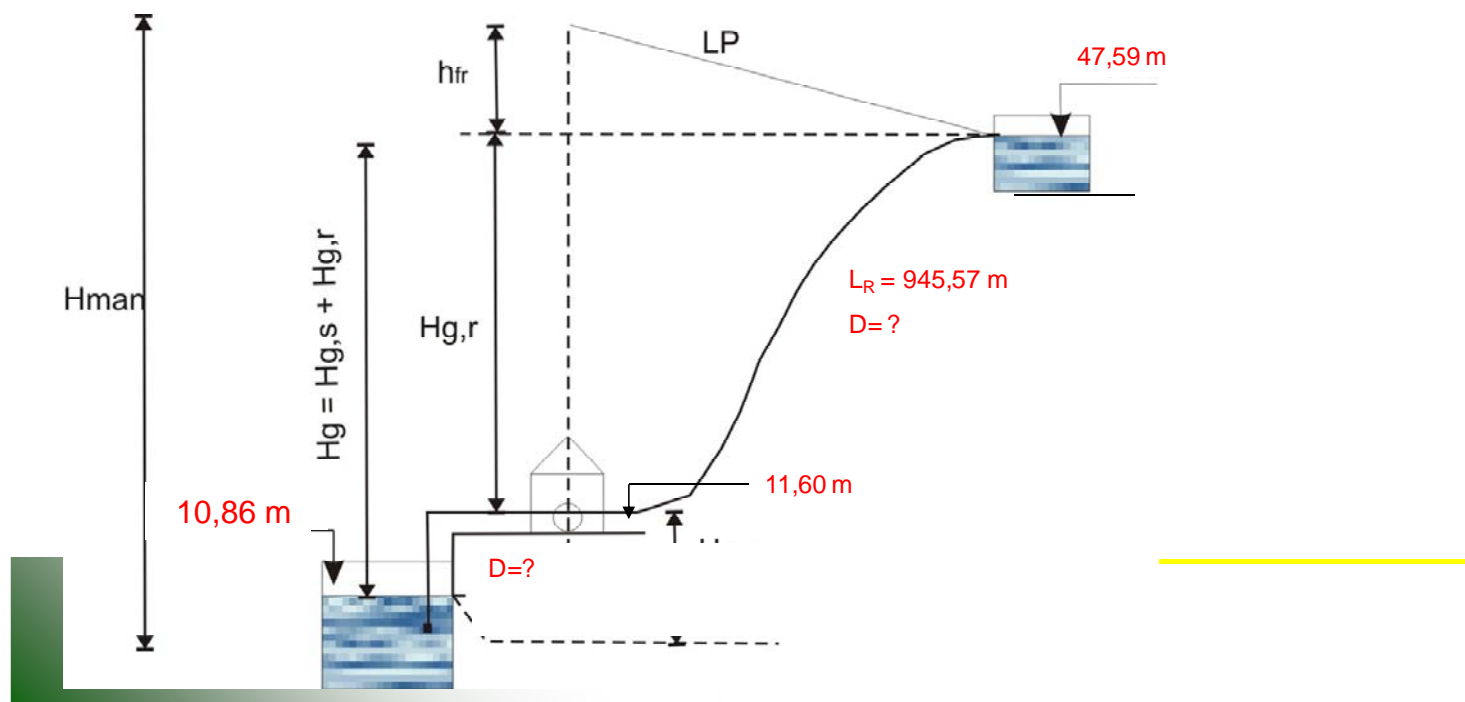


Fonte: Mecânica dos Fluidos – Sylvio Reynaldo Bistafa



Exemplo de aplicação

- Em um projeto de abastecimento de água a vazão de adução foi determinada como sendo $12 \text{ m}^3/\text{h}$. Dimensione a bomba para o recalque da vazão citada, considerando $0,27 \text{ m}$ de perda de carga localizada (na sucção e recalque) e os dados indicados na figura abaixo.



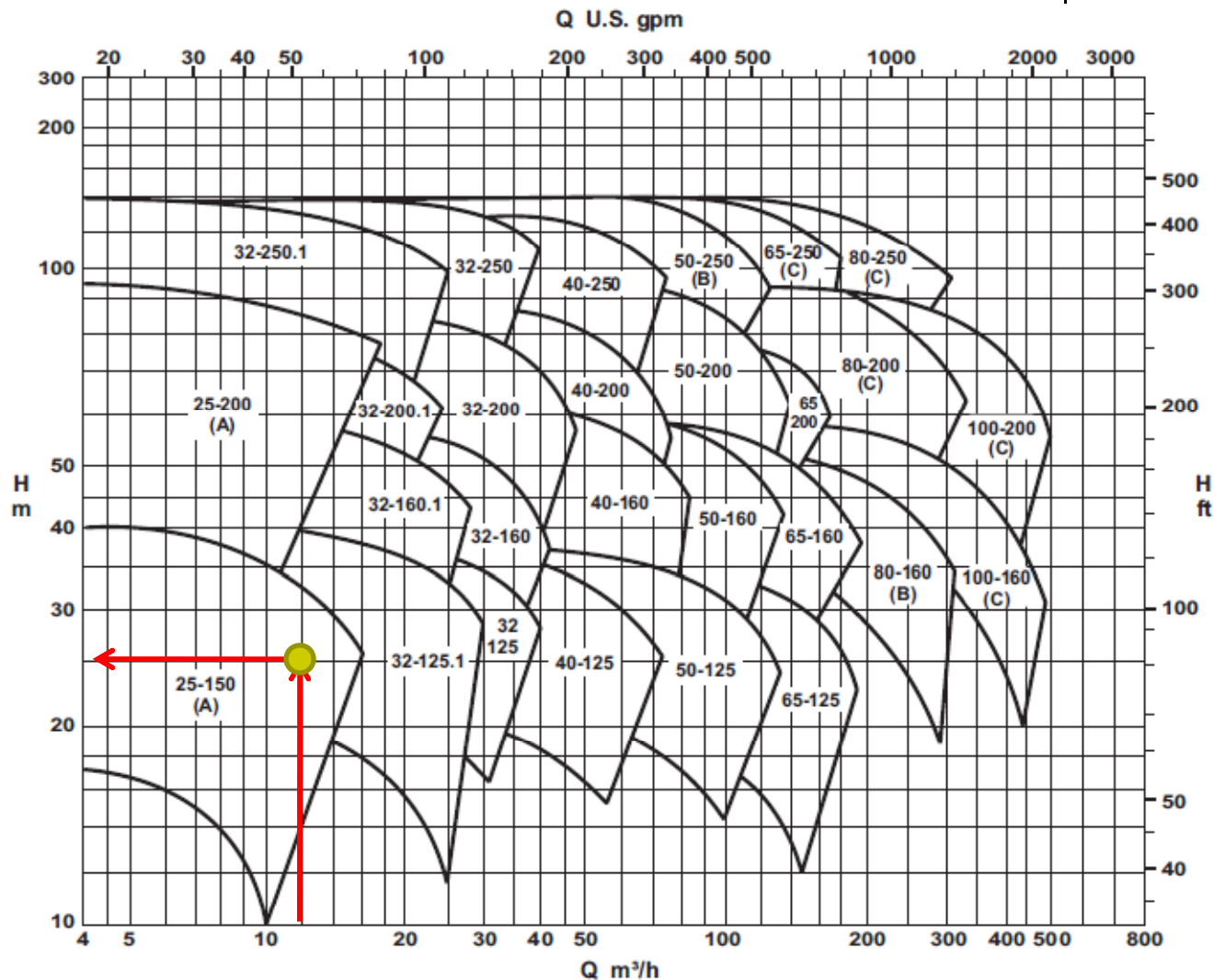
Seleção de bomba conhecendo o fabricante



- Selecionando o intervalo de rotores mais indicado



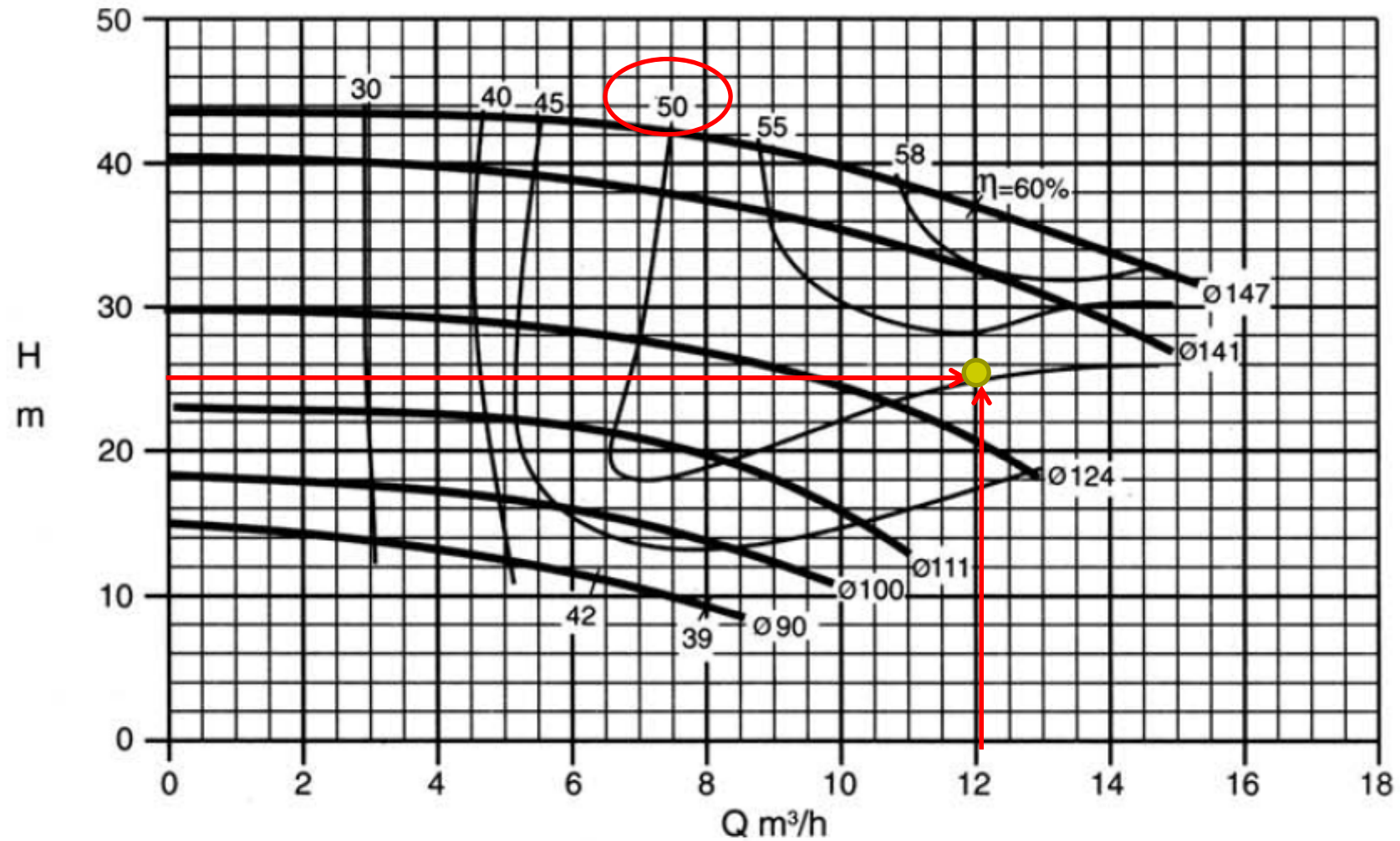
Fonte:
<http://www.ksb.com.br>



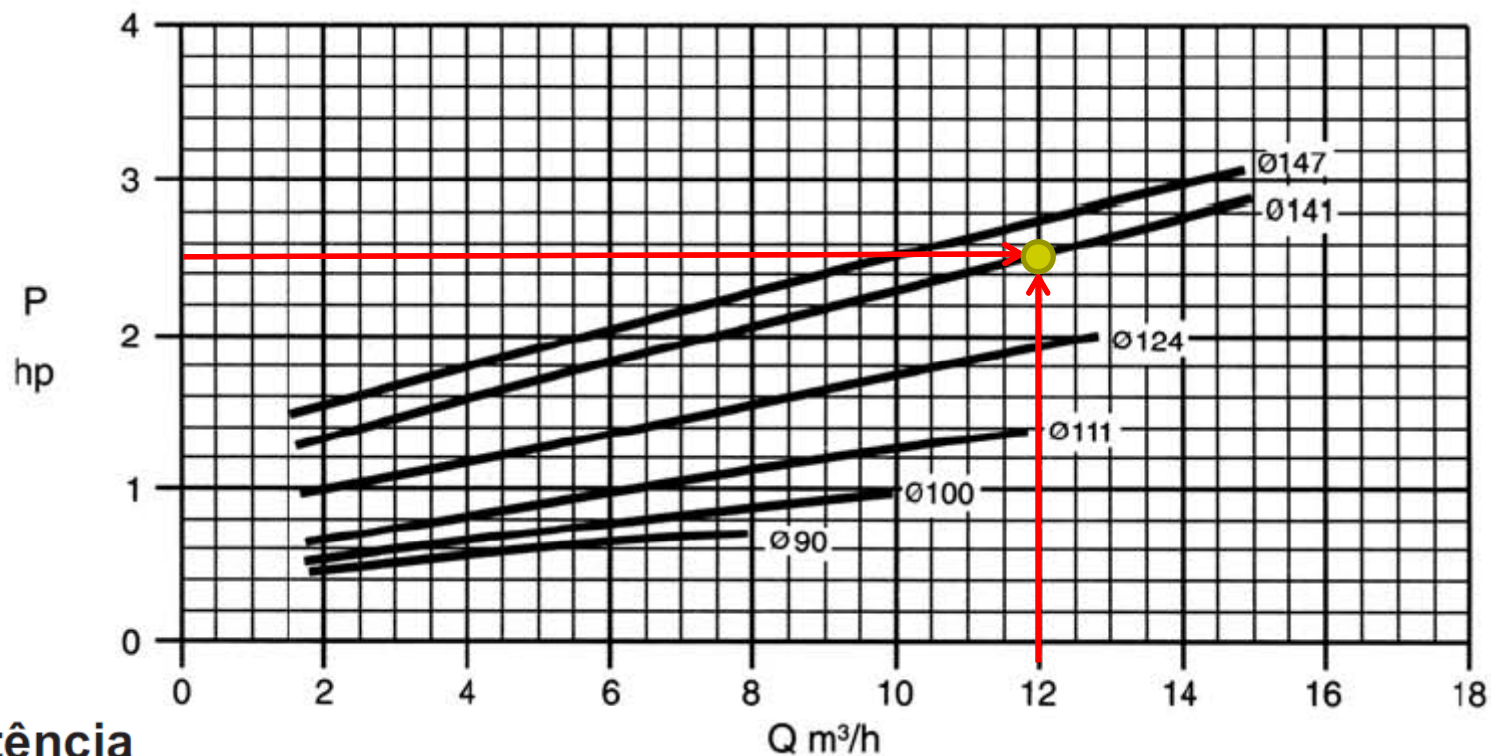
(A) Somente para KSB Meganorm e KSB Megabloc.
 (B) Somente para KSB Meganorm, KSB Megachem e KSB Megachem V.
 (C) Somente para KSB Meganorm e KSB Megachem.

3.500 rpm

Seleção de bomba conhecendo o fabricante



Seleção de bomba conhecendo o fabricante



K2740/42/44.462-B-001

7. Reserva de potência

Potência requerida pela bomba [CV]	Reserva de potência para o motor de acionamento
até 2	aprox. 20% (mínimo 1,5 CV)
até 20	aprox. 15%
acima de 20	aprox. 10%





Pressão de vapor da água em função da temperatura

T (°C)	P_v/γ (m H ₂ O)	Observações
0	0,062	T = temperatura P_v/γ = altura equivalente de coluna de água
2	0,072	
4	0,083	
6	0,095	
8	0,109	
10	0,125	
15	0,174	
20	0,238	
25	0,323	
30	0,433	
40	0,752	
50	1,258	
60	2,031	
80	4,827	
100	10,332	

Pressão atmosférica em função da altitude

h (m)	P_{atm}/γ (m H ₂ O)	Observações
0	10,33	h = altitude P_{atm}/γ = altura de coluna de água equivalente a pressão atmosférica
300	9,96	
600	9,59	
900	9,22	
1200	8,88	
1500	8,54	
1800	8,20	
2100	7,89	
2400	7,58	
2700	7,31	
3000	7,03	