

TÉCNICAS ALTERNATIVAS DE SANEAMENTO URBANO (UNIDADE II)

* José Paulo Narciso da Rocha Junior

RESUMO

O principal objetivo desta unidade é mostrar técnicas alternativas ao saneamento urbano e oferecer um roteiro simplificado para estudo introdutório destinado a estudantes e profissionais da área.

ABSTRACT

The principal objective of this unity is to show techniques alternatives techniques to urbane basic sanitation and to offer an guide synthetical to preciminary study to students and professional of. the area.

INTRODUÇÃO

Esta UNIDADE (II) oferece a todos aqueles que se iniciam em SANEAMENTO URBANO uma visão generalizada dirigida as "cidades" ora tão carentes de planejamento: Oferece também ao estudante iniciante uma ampla variedade de tópicos para "estudo inicial". Pode também oferecer um levantamento para estudiosos e profissionais em campos correlacionados como planejamento urbano, projeto ambiental e engenharia. Os tópicos foram selecionados mediante uma análise do que esta sendo ensinado, em geral, nas escolas e apanhados de "notas de aulas".

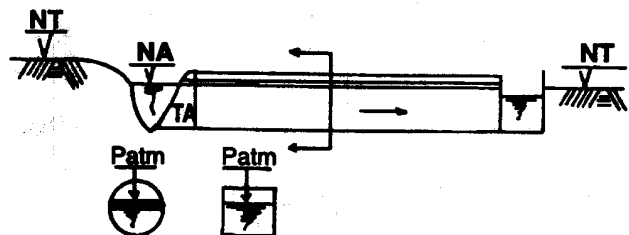
O ARTIGO TÉCNICO, não pretende ser uma introdução completa, já que cada assunto pede um exame mais intenso e completo, mesmo a níveis introdutórios. Não começa a incorporar as necessidades totais de instrução dos engenheiros e/ou arquitetos,

contudo pode ser um guia companheiro do assunto.

Nossos agradecimentos aos professores que nos forneceram dados e notas para elaboração deste trabalho.

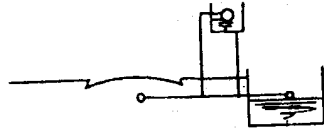
ADUÇÃO "EM CONDUTO LIVRE":

Conduto livre - é um conduto no qual em qualquer ponto da superfície reina a pressão atmosférica.



* Arquiteto, professor Assistente do Centro de Ciências Tecnológicas da UNIFOR.

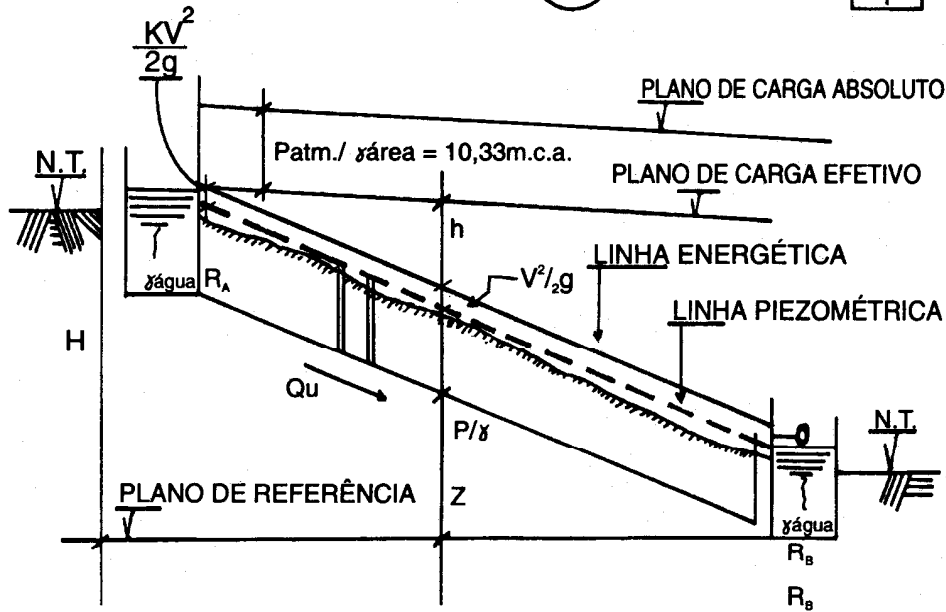
A condição limite para que um conduto livre funcione totalmente cheio, é que a "linha de corrente junto a geratriz superior do tubo tenha pressão igual a atmosférica.



A céu aberto: este tipo de adução é empregado quando as condições topográficas são favoráveis (terrenos planos) e quando se trata de água bruta.

São os canais que podem ser de várias formas sendo as mais usuais as retangulares e trapezoidais.

HIDRAÚLICA DOS CONDUTOS FORÇADOS:



$$\text{BERNUILLI} - \frac{Z + P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} = H - h$$

Z - COTA - CARGA REPRESENTATIVA DA "ENERGIA E POSIÇÃO".

P/γ - PIEZO - CARGA - CARGA REPRESENTATIVA DA "ENERGIA DE PRESSÃO".

$\frac{V^2}{2g}$ - TAQUI - CARGA - CARGA REPRESENTATIVA DA "ENERGIA CINÉTICA OU DE VELOCIDADE".

H - ALTURA DO PLANO CARGA EFETIVO OU CARGA TOTAL.

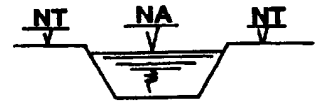
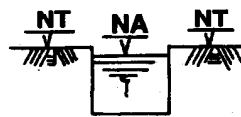
h - PERDA DE CARGA.

LINHA ENERGÉTICA - É O LUGAR GEOMÉTRICO DOS PONTOS REPRESENTATIVOS DAS "ENERGIAS DE POSIÇÃO E DE VELOCIDADE".

SENTATIVOS DA SOMA DAS "ENERGIAS DE POSIÇÃO", "PRESSÃO" E CINÉTICA". $(Z + \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} = H - h)$

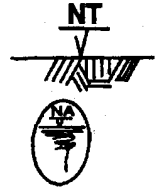
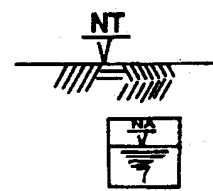
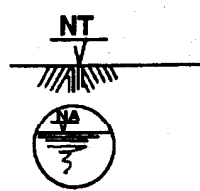
LINHA PIEZOMÉTRICA - É O LUGAR GEOMÉTRICO DOS PONTOS REPRESENTATIVOS DAS "ENERGIAS DE POSIÇÃO E DE PRESSÃO". $(Z + \frac{P}{\gamma})$ - ISTO

É, CORRESPONDE A ALTURA EM QUE O LÍQUIDO SUBIRIA CASO FOSSE INSTALADOS ISOMETROS AO LONGO DA CANALIZAÇÃO



Com cobertura: este tipo de adução pode ser empregado tanto para água bruta como para água tratada e é função exclusiva das condições topográficas.

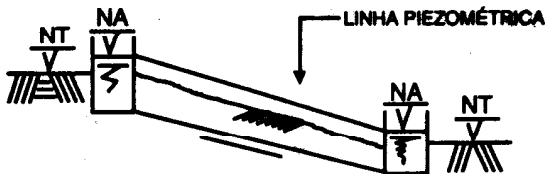
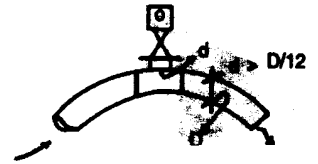
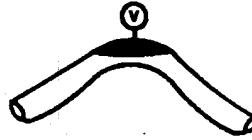
Em geral a forma circular é a mais usada (empregada) mas as condições do sub-solo e a carga do terreno sobre a adutora e as dimensões do conduto tornam também usuais as formas retangulares e elíticas.



ADUTORA. (PIEZOMETRO).

NOTA: PRATICAMENTE DESPREZA-SE A DIFERENÇA ENTRE A LINHA PIEZOMÉTRICA E A "LINHA ENERGÉTICA" POR SER A "TAQUI-CARGA DE PEQUENO VALOR.

Simples: Devem ser previstas nos pontos altos das linhas adutoras com a finalidade de dar escapeamento ao ar acumulado nesses pontos.



$$V = 0,7 \text{ m/s}$$

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{0,7^2}{2 \times 9,8} = \frac{0,49}{19,6} \approx 2,5$$

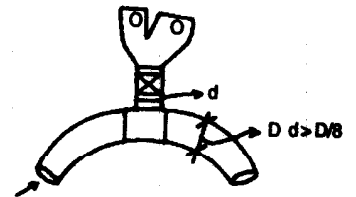
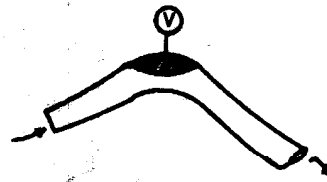
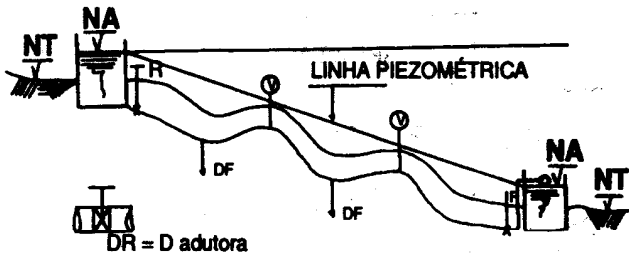
$$P = g \times h$$

$$h = P / \gamma$$

PEÇAS ESPECIAIS A SEREM PREVISTAS:

Devemos prever as seguintes peças especiais nas linhas adutoras:

Duplo efeito: Devem ser previstas nos pontos altos das linhas adutoras com a finalidade de dar escapeamento ao ar aí acumulado e a de permitir a entrada de ar na linha adutora quando a mesma estiver sob pressão efetiva negativa.



(R) Registros - Tem a finalidade de controlar a vazão da adutora com objetivo de manutenção da mesma. Devem ser previstos no início, no final e em derivações secundárias (sub-adutoras) da linha adutora.

PERDA DE CARGA: é a perda de enérgia por unidade de peso.

A perda de carga pode ser normal, acidental ou localizada.

Perda de carga normal - (hN) - é a perda de carga provocada pelo movimento da água na própria canalização. Admiti-se que esta perda seja uniforme em qualquer trecho de uma canalização de dimensões independentemente da posição da canalização.

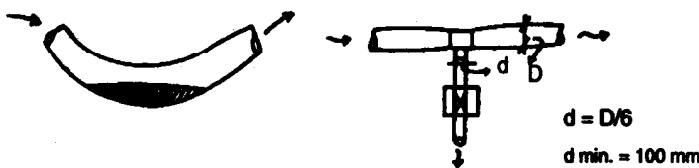
Formula Darcy Wiisbach:

$$h = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

f - Coeficiente de atrito função C. $NTR \quad NR = \frac{VD}{V}$

c = rugosidade; L = comprimento da canalização (m); D= diâmetro da canalização (m); V = velocidade (m/s); g = aceleração da gravidade (m/s²).

Perda de carga localizada- (hL)-é a perda de carga acidental provocada pelas peças especiais (tês, registros, válvulas de retenção, ampliação, etc.) e demais



(D.F.) Descarga de fundo - Devem ser previstos nos pontos baixos das linhas adutoras com a finalidade de dar uma limpeza periodica na canalização pois aí se depositam os materiais sólidos por ventura carreados pela água.

- (V) Ventosas: {
 Podem ser: {
 Simples
 Duplo efeito

singularidades constantes de uma instalação.

$$h_L = K v^2 / 2g \text{ (método direto)}$$

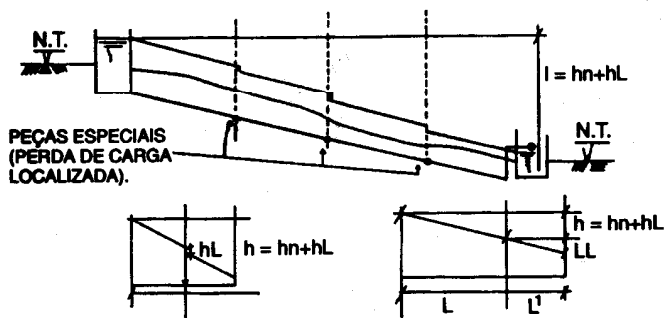
K = valor tabelado p/cada pela especial

método dos comprimentos virtuais:

$$h_L = f \frac{L'}{D} \frac{V^2}{2g} \quad h_L = K v^2 / 2g$$

NOTA: L' - Comprimento adicional de canalização que produz a mesma perda de carga da peça especial.

$$f \frac{L'}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} = \frac{K v^2}{2g} = h_L \dots L' = \frac{K D}{f} \dots L' = MD$$



No cálculo das adutoras as consideraremos como encanamentos Longos. Encanamento longo - perdas de carga localizadas desprezíveis.

$$\frac{\sum h_L}{\sum h_N} \leq 1\%$$

Encanamento curto - perda de cargas localizadas não são desprezíveis

$$J = \frac{h}{L + 25\% L} \frac{\sum h_L}{\sum h_N} > \sim 1\%$$

A perda de carga unitária é a relação entre a perda de carga normal e o comprimento da canalização.

$$h_N = h \quad J = \frac{h}{L}$$

Formula de Williams - Hazev: empírica - de uso exclusivo para água sendo a mais usualmente empregada.

$$V = 0,355 \times C \times D \times J$$

$$Q = 0,2785 \times C \times D \times J$$

$$J = \frac{1}{(0,2785 \times C)^{1,85}} \times \frac{Q \cdot 85}{D^{4,87}}$$

$$Q = A \cdot V \quad A = \frac{\pi D^2}{4} \dots V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

V = Velocidade em m/s

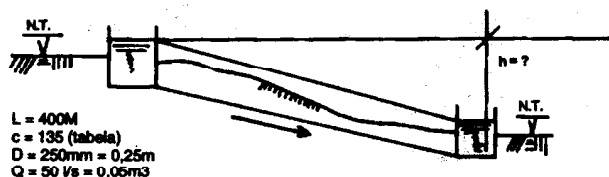
D = Diâmetro em m

Q = Vazão em m³/s

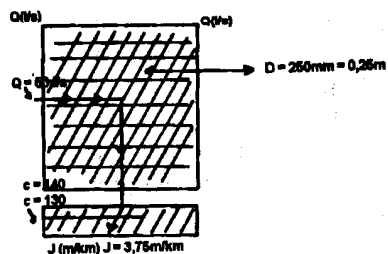
J = Perda de carga unitária - m/m

C = Coeficiente de escoamento depende da natureza do material do tubo.

Aplicação: Determinar a perda de carga total de uma adutora com 4000m de extensão em canalização de cimento amianto de diâmetro 250mm cuja vazão é 50L/s e faz a ligação entre dois reservatórios.



Pelo Diagrama



$$J = \frac{h}{L} \dots h = J \times L \dots h = 3,75 \text{ m/km} \times 4 \text{ km} = 15 \text{ m}$$

Pela fórmula:

$$J = \frac{1}{(0,2785 \times c)^{1,85}} \times \frac{Q \cdot 85}{D^{4,87}}$$

$$J = \frac{1}{(0,2785 \times 135)^{1,85}} \times \frac{(0,05)^{1,85}}{(0,25)^{4,87}}$$

$$J = 3,75 \text{ m/m} \quad J = \frac{h}{L} \dots h = J \times L$$

$$\dots h = 0,00375 \times 4000 = 15 \text{ m}$$

Para abastecimento d'água de uma cidade captar-se-a água de um manancial cuja cota do nível d'água mínimo é de 120m, a adução será feita em canalização de ferro fundido (c=100) com 10km de extensão, que fará a ligação com um reservatório de distribuição cuja cota do nível d'água máxima é de 110m. Sabendo-se que a vazão a ser captada para atender ao consumo é de 60L/s, determinar o diâmetro da adutora.

$$h = 120\text{m} - 110\text{m} = 10\text{m}$$

$$c = 100$$

$$L = 10\text{Km}$$

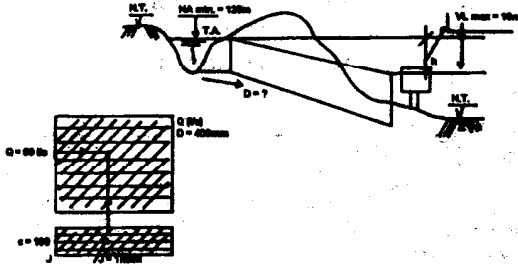
$$Q = 60 \text{ l/s}$$

$$J = \frac{h}{L} \dots J = \frac{10}{10} = 1 \text{ Km/m}$$

$$D = ?$$

Sendo:

$$\left. \begin{array}{l} J = 1 \text{ m/Km} \\ C = 100 \\ Q = 60 \text{ /s} \end{array} \right\} D = 400 \text{ mm}$$



Para abastecimento d'água de uma cidade captar-se a água de um manancial cuja cota do nível d'água mínimo é de 144m. A adução será feita em canalização de ferro fundido (c=100) com 20km de extensão que fará ligação com um reservatório de distribuição cuja cota do nível d'água máxima é 105m. Sabendo-se que a vazão a ser captada para atender ao consumo é de 50L/s, pede-se determinar:

a) Os diâmetros a serem empregados na adução e seus respectivos comprimentos.

b) Adotando-se o maior deles, que seria a capacidade de vazão da adutora.

$$h = 145\text{m} - 105\text{m} = 40\text{m}$$

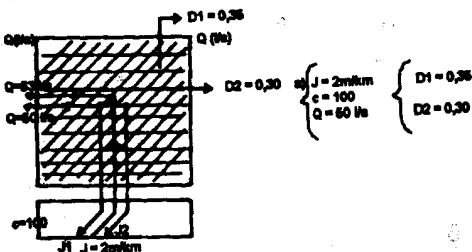
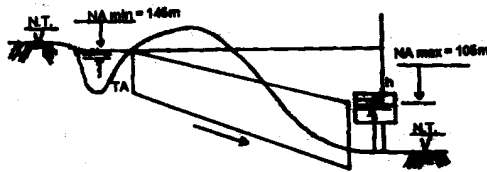
$$c = 100$$

$$L = 20\text{Km}$$

$$Q = 50 \text{ l/s}$$

$$J = \frac{h}{L} \therefore J = \frac{40}{20 \text{ Km}} = J = 2 \text{ m/ Km}$$

$$D = ?$$



$$\text{COM} \left\{ \begin{array}{l} Q = 50 \text{ l/s} \\ D_1 = 0,35\text{m} \longrightarrow J_1 = 1,4 \text{ m/km} \\ C = 100 \end{array} \right.$$

$$\text{COM} \left\{ \begin{array}{l} Q = 50 \text{ l/s} \\ D_2 = 0,30\text{m} \longrightarrow J_2 = 2,8 \text{ m/km} \\ C = 100 \end{array} \right.$$

$$h_1 + h_2 = h$$

$$L_1 + L_2 = L \therefore L_1 + L_2 = 20 \quad \therefore L_1 = 20 - L_2$$

$$J_1 L_1 + J_2 L_2 = h \quad L_1 = 20 - 8,57$$

$$(1,4) L_1 + (2,8) L_2 = 40 \quad L_1 = 11,43 \text{ km}$$

$$(1,4) (20 - L_2) + (2,8) L_2 = 40$$

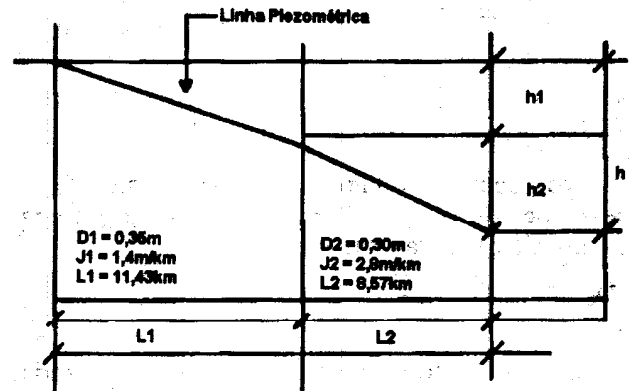
$$28 - 1,4 L_2 + 2,8 L_2 = 40 \quad \text{b) } \left\{ \begin{array}{l} J = 2 \text{ m/km} \\ C = 100 \\ D = 0,35 \end{array} \right\} Q = 63 \text{ l/s}$$

$$28 + 1,4 L_2 = 40$$

$$1,4 L_2 = 40 - 28$$

$$1,4 L_2 = 12$$

$$L_2 = \frac{12}{1,4} = 8,57 \text{ km}$$

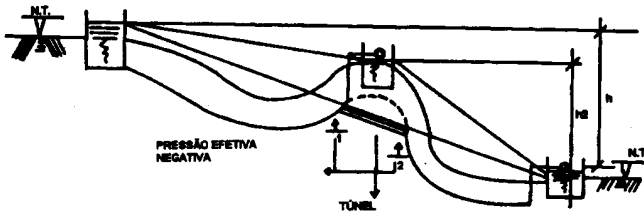


Observação: Quando se trata da adutora de grandes extensões e cuja vazão a ser captada para atender ao consumo, merece, alto grau de confiabilidade por questões economicas adotamos 2 diâmetros na adução quando o diâmetro calculado não for comercial.

Se a vazão não merecer alto grau de confiabilidade adotamos o diâmetro comercial imediatamente superior.

PREVISÃO DE CAIXAS DE PASSAGEM:

Quando existir um ponto alto entre as unidades a serem ligadas através de uma adutora e a "linha piezométrica", neste ponto, cortar o terreno, uma das soluções geralmente empregada é previsão neste ponto de uma "caixa de passagem", dividindo a adução em dois trechos distintos, desde que seja possível as condições topográficas.



A solução que oferece maior rendimento hidráulico é de construção de um túnel no trecho que a linha piezométrica corta o terreno, aproveitando com isto o desnível geométrico gráfico.

A adoção de uma das soluções (caixa de passagem ou túnel) dependerá das condições topográficas do terreno e da comparação econômica entre as soluções.

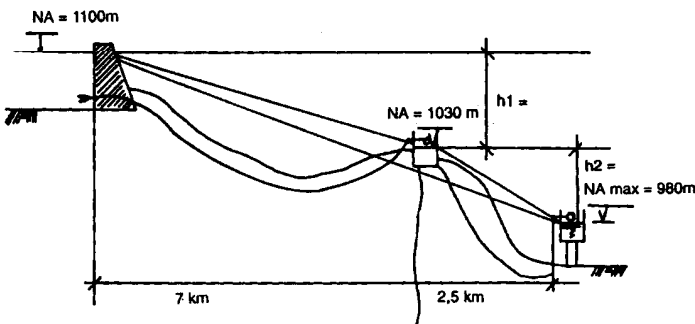
Para abastecimento d'água de uma cidade, captar-se-a água de um manancial cuja cota do nível d'água mínimo é 1100m. A adução será feita em canalização de ferro fundido que será (c=100), que fará a ligação com um reservatório de distribuição cuja cota do nível d'água máximo é 980m.

Aplicação:

Sabendo-se que entre a captação e o reservatório de distribuição existe um ponto alto onde será implantada uma caixa de passagem (cota de nível d'água 1.030m); que a vazão a ser captada para atender ao consumo é 120L/s, sendo as distâncias entre a captação e a caixa de passagem e entre esta e o reservatório de 7km e 2,5km respectivamente.

Determinar os diâmetros a serem empregados na adução.

Resolução a seguir:



$Q = 120 \text{ l/s}$

$F^2 - C = 100$

1º Trecho - Captação - Caixa de Passagem.

$Q = 120 \text{ l/s}$

$C = 100$

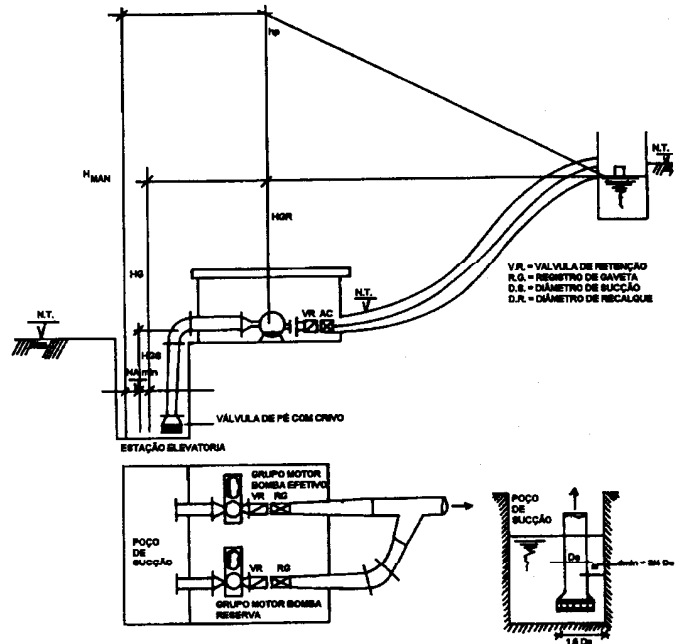
$$J_1 = h_1/L_1 \left\{ \begin{array}{l} h_1 = 1100 - 1030 = 70 \text{ m} \\ L_1 = 7 \text{ Km} \end{array} \right. \quad J_1 = \frac{70}{7} = 10\text{m/km}$$

$$\text{COM} \left\{ \begin{array}{l} J_1 = 10\text{m/km} \\ C = 100 \\ Q = 120 \text{ l/s} \end{array} \right. \xrightarrow{\text{Diafragma}} D_1 = 0,35\text{m}$$

2º Trecho - caixa de passagem - reservatório de distribuição.

$$J_2 = h_2/L_2 \left\{ \begin{array}{l} h_2 = 1030 - 980 = 50\text{m} \\ L_2 = 2,5\text{Km} \end{array} \right. \quad J_2 = \frac{50}{2,5} = 20\text{m/km}$$

$$\text{com} \left\{ \begin{array}{l} J_2 = 20\text{m/km} \\ C = 100 \\ Q = 120 \text{ l/s} \end{array} \right. \xrightarrow{\text{Diafragma}} D_2 = 0,30\text{m}$$



CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMENTO:

a) Altura manométrica (HMAN) - é a soma da "altura geométrica de elevação" mais as "perdas de carga normais" é localizada na "sucção" e no "re-calque":

$HMAN = HG + hp$

$HG = HGS + HGR$

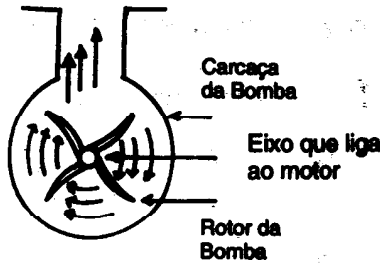
HG = ALTURA GEOMÉTRICA (ESTÁTICA) DE ELEVAÇÃO

hP - PERDA DE CARGA TOTAL

$$hP = \frac{hns + hLs}{hs} + \frac{hnR + hLr}{hr}$$

b) Potência do conjunto elevatório:

b1 Potência instalada (Pint) - é a potência fornecida ao rotor da bomba pelo motor que a aciona.



b2 Potência útil (Pútil) - é a potência correspondente a energia que o rotor da bomba sede ao líquido

b3 Potência requerida (P) - a potência requerida por um grupo motor bomba para elevar uma vazão (Q) de um dado líquido de peso específico (γ) a uma certa altura, é dado em cavalos vapor (HP) pela seguinte expressão:

$$P = \frac{\gamma Q HMAN}{75 \eta} \text{ c.v.}$$

P - Potência em C.V.

1 C.V. 0,986 HP = 0,736kw

γ = Peso específico

$\gamma_{\text{água}} = 1000 \text{Kg/m}^3$

Q = Vazão de requalque - m^3/s

HMAN = Altura Manométrica em m

η = Rendimento total do grupo motor - Bomba

b4 Rendimento do grupo motor-bomba (η) - o rendimento total de um conjunto elevatório depende dos rendimentos específicos de seus componentes. É o produto do rendimento de bomba pelo rendimento do motor:

$$\eta = \eta_B \times \eta_m$$

É, em outras palavras, a relação entre a potência útil e a potência instalada. Em média para estimativa do rendimento total e o conjunto elevatório, podemos utilizar os seguintes valores:

Rendimento dos motores Elétricos:

Potência (H.P.)	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	5	10	20	30	50	100
η_m (%)	64	67	72	73	75	77	81	84	86	87	88	90

Rendimento das Bombas Centrífugas:

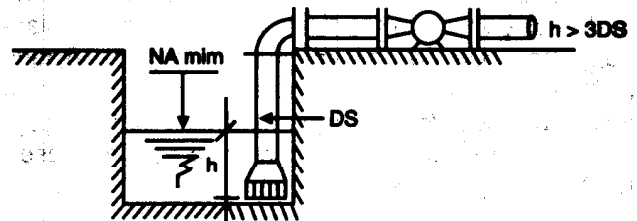
Vazão (l/s)	5	7,5	10	15	20	25	30	40	50	100	200
η_m (%)	52	61	66	68	71	75	80	84	85	87	88

Na prática para especificar a potência do motor deve-se adicionar sempre com uma certa folga sobre a potência calculada afim de se obter uma margem de segurança. Tal folga deve ser tanto maior quanto menor for a potência calculada.

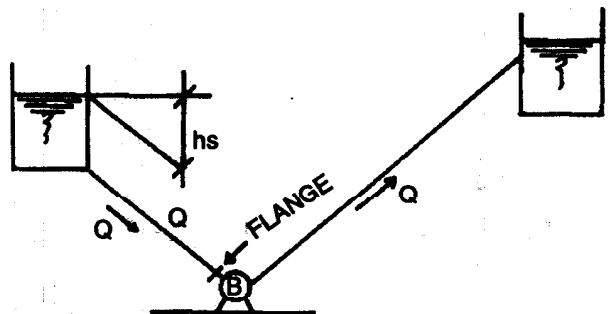
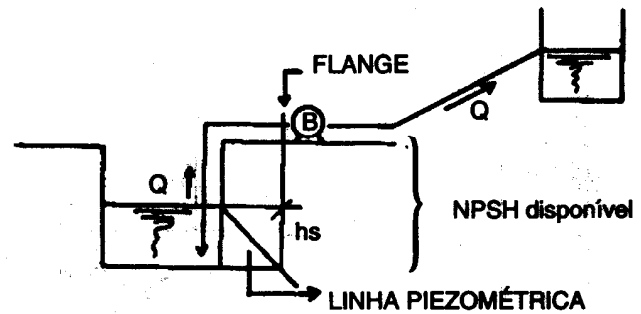
POTÊNCIA (C.V.)	FOLGA (%)
até 2	50
2 a 5	30
5 a 10	20
10 a 20	15
maior 20	10

c) Cavitação - é um fenomeno que ocorre quando o líquido a ser recalcao contém gases, esses gases emplodem (redução brusca de volume, no rotor da bomba, pois aí o líquido recebe energia de pressão, este fenomeno acarreta a erozão no rotor da bomba. Podemos evitar a cavitação atendendo as seguintes condições:

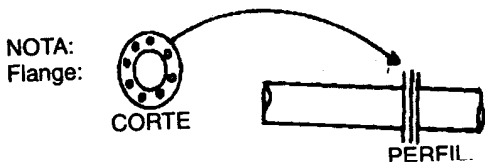
C1. Condições de entrada na canalização de sucção para evitar a entrada de ar.



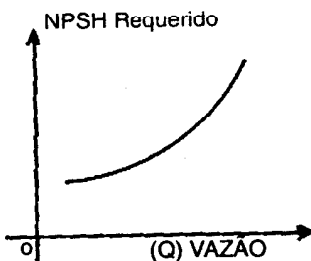
C2. N.P.S.H. (Net Positive suction Head). setura livre de sucção positiva.



O NPSH representa a energia em altura absoluta do líquido no flange de sucção da bomba acima da pressão de vapor desse líquido, na temperatura do bombeamento foi referido a linha de centro da bomba.



Em geral todo fabricante de bomba, fornece a curva do NPSH em função da vazão, esta curva e os dados da linha de sucção permitem calcular as alturas máximas de sucção da bomba para cada valor da vazão.



Objetivo prático, portanto, do NPSH é impor limitações as condições de sucção de modo a manter pressão no rotor da bomba. Onde ocorrem as pressões mais baixa, acima da pressão de vapor do líquido bombeado evitando com isto, fenomeno da cavitação.

Para taldevemos fornecer ao sistema em NPSH disponível pelo menos maior do que o NPSH requerido pela bomba.

$$NPSH_{disponível} = \frac{P_{atm} - P_V}{\gamma_{água}} + h_{gs} - h_s$$

$$\frac{P_{atm}}{\gamma_{água}} = 10,33 \text{ m.c.a.}$$

PV - Pressão de Vapor da Água

$$f_{30} = 0,43 \text{ m.c.a.}$$

HGS - Altura geométrica da sucção

hs - Perda de carga na sucção

$$HGS = \frac{P_{atm} - P_V}{\gamma_{água}} - NPSH_{req} - h_s$$

$$H.G.S. \text{ adotado} = x - 25\% x$$

Diâmetro de Recalque (D.R) - em principio qualquer diâmetro poderia ser utilizado como diâmetro de recalque.

Quanto menor o diâmetro, maiores serão as perdas de carga e conseqüentemente maior a potência instalada.

Isto acarreta num baixo custo de canalização e num alto custo das instalações elevatórias. Por outro lado quanto maior o diâmetro menores serão as perdas

de carga e menor a potência instalada.

O custo da canalização será maior e o custo do grupo motor bomba será menor.

Existe um diâmetro ideal para o qual o custo total do sistema é mínimo.

$$\text{Fórmula de Bresse} - DR = K \sqrt{Q}$$

DR = diâmetro de recalque - m

Q = vazão m³/S

K = coeficiente econômico da região.

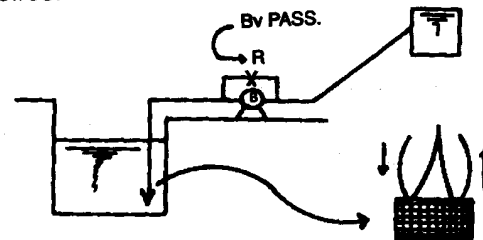
$$\text{No Brasil} = K f [0, 7, 1, 6]$$

e) Diâmetro de Sucção (Ds) - é o diâmetro comercial imediatamente superior ao de recalque. Pex.: DR = 300 — Ds = 350 mm.

f) Peças Especiais:

Válvula de pé com crivo - tem a finalidade de manter a bomba escovada (afogada).

Crivo - tem a finalidade impedir a entrada de sólidos grosseiros.

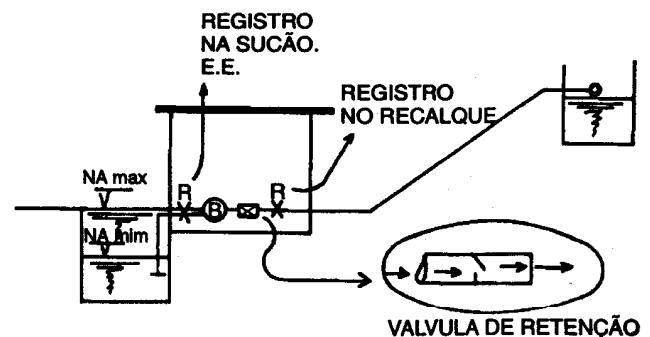


Registro: Na Sucção - Tem a finalidade de impedir o alagamento do poço das bombas em época de manutenção quando a bomba é afogada.

No Recalque - Tem a finalidade de controlar a vazão de recalque e de interromper o retorno da coluna líquida nas ocasiões de manutenção do grupo motor bomba.

Obs.: No caso de partida de motores de grande potência, ela se faz com registro de recalque fechado, evitando, com isto, correntes nominais altas na partida.

Válvula de retenção - tem a finalidade de impedir o retorno da coluna líquida protegendo com isto a bomba.



* Aplicação:

Para abastecimento d'água de uma cidade é ne-

cessário a implantação de uma estação elevatória. Esta recalcará água tratada para um reservatório de distribuição situada na cidade. Conhecendo-se os seguintes dados:

- Vazão de recalque 250 L/s;
- Material da adutora ferro fundido (c = 100);
- Extensão da canalização da sucção 10m;
- Extensão da canalização de recalque 10km;
- Altura geométrica da elevação 20m;
- Coefficiente K (da fórmula de Bresse) econômico da região K = 1,0;
- Rendimento do grupo motor bomba 70%;
- Peças especiais localizadas na sucção: Válvula de pé com crivo, curva de 90°, registro de gaveta, e redução excentrica;
- Peças especiais localizadas no recalque: Ampliação (redução concentrica), válvula de retenção, registro de gaveta, uma junção de 45°, e 10 curvas de 45°. Pede-se determinar:

- O diâmetro de recalque.
- O diâmetro de sucção.
- A altura manométrica total e a potência do grupo motor bomba.
- Seleção de uma bomba para atender às características de funcionamento retirando da curva características, o rendimento da bomba, a potência a ser instalada e o NPSH requerido que nos fornecerá a altura geométrica de sucção a ser adotada.

PERDAS DE CARGAS LOCALIZADAS

Peça especial	Método dos comprimentos virtuais L' = MD	Método direto valores de k hL = KV ² / 2g
Válvula de pé com crivo	250	2,50
curva de 90°	30	0,40
Registro de gaveta aberto	8	0,20
Redução	6	0,15 usar vel. maior
Ampliação	12	0,30 usa vel. maior
Válvula de retenção	100	2,50
curva de 45°	15	0,20
Junção (y) de 45°	30	4,00

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad Q = A \cdot V \quad V = \frac{Q}{A} \quad \frac{4Q}{\pi D^2}$$

1- Diâmetro de Recalque (DR)

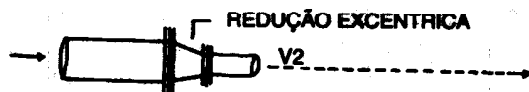
Bresse

$$DR = K \cdot \sqrt{Q}$$

$$K = 1$$

$$Q = 250 \text{ l/s} = 0,25 \text{ m}^3/\text{s}$$

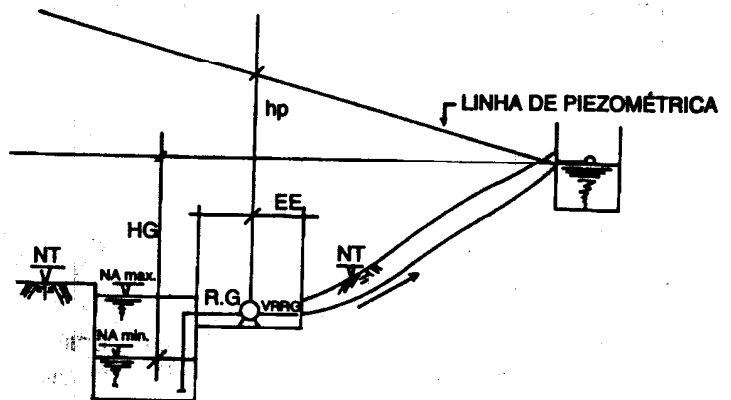
$$DR = 1 \cdot \sqrt{0,25} = 0,50$$



PARA EVITAR O ACÚMULO DE AR NA ENRADA DO FLANGE DE SUÇÃO ONDE A PRESSÃO É MELHOR



AMPLIAÇÃO - V = V1



$$DR = 0,50 \quad \therefore \quad DR - 500$$

2 - Diâmetro de sucção (DS):

será o comercial imediatamente superior, logo: DS = 550 mm

Nota: Diâmetros Comerciais:

50, 60, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 700, 800, 900, 1000mm.

3 - Altura manométrica (HMAN):

$$HMAN = HG + HP$$

$$HP = HS + HR$$

Perda de carga na sucção (HS):

Comprimento da canalização de sucção: 10,00m.

Válvula de pé com crivo - (250 x 0,55) _____ 137,50m

Curva de 90° - (30 x 0,55) _____ 16,50m

Registro de gaveta - (8 x 0,55) _____ 4,40m

Redução - (6 x 0,55) _____ 3,30m

Comprimento Total (LS) _____ 171,70m

$$HS = JS \times LS$$

Com Q = 250 L/S

$$DS = 0,55 \text{ m DWH} \quad JS = JS = 2,9 \text{ m/Km}$$

C = 100

$$HS = 2,9 \text{ m/Km} \times 0,171 \text{ Km}$$

$$HS = 0,50 \text{ m.}$$

Perda de carga no recalque (HR):

Comprimento de recalque _____ 10.000,00m
 Ampliação - (12 x 0,5) _____ 6,00m
 Válvula de redução - (100 x 0,5) _____ 50,00m
 Registro de gaveta - (8 x 0,5) _____ 4,00m
 10 curva de 45° - (10 x 15 x 0,5) _____ 75,00m
 1 junção (y) de 45° - (30 x 0,5) _____ 15,00m
 Comprimento total (LR) _____ 10.150,00m

$$HR = JL \times LR$$

Com Q = 250 L/S

$$DG = 0,50m \quad DWH \rightarrow JR = 4,6 m/Km$$

$$C = 100$$

$$HR = 4,6 \times 10,15 \therefore HR = 46,70m$$

$$* HMAN = HG + HS + HR$$

$$HMAN = 20 + 0,50 + 46,70$$

$$HMAN = 67,20m$$

* Potência do grupo motor-bomba:

$$P = \frac{\gamma Q HMAN}{75} \text{ C.V.}$$

$$\gamma \text{ água} = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$Q = 250 \text{ L/S} = 0,25 \text{ m}^3/\text{s}$$

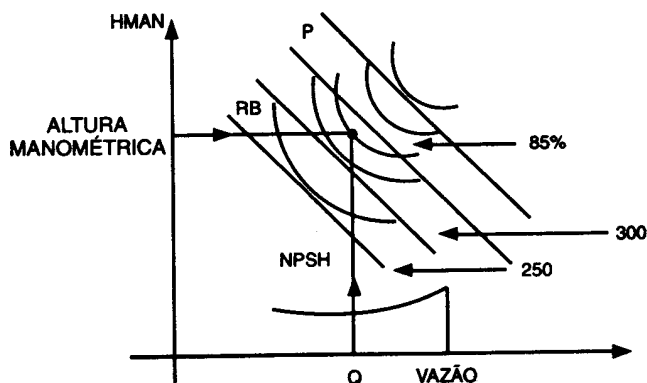
$$HMAN = 67,20m$$

$$N = 70\% = 0,7$$

$$P = \frac{1000 \times 0,25 \times 67,20}{75 \times 0,7} = 300 \text{ C.V.}$$

4 - Seleção do grupo motor-bomba a ser empregado:

Entrando com as condições de serviço, (vazão altura manométrica), no catálogo de bombas da WORTHINGTON selecionamos a bomba 8 - LN - 18 1775 R.P.M. as curvas características da bomba selecionada nos fornece para as condições de serviços os seguintes valores:



Potência (P) - 300 H.C. = C.V.

Rendimento da bomba - NB = 85%

HPSH = 4m.

$$P = \frac{\gamma Q HMAN}{75 \eta_M \times N_B} \therefore \eta_M = \frac{\gamma Q HMAN}{75 \eta_B \times P}$$

Rendimento do motor - $\eta_M = 87\%$

Levando em conta que, para grandes potências (> 200 C.V.) os motores fornecem altos rendimentos (= 95%) e que os rendimentos das bombas são inferiores aos dos motores para trabalharmos com folga podemos especificar:

Rendimento mínimo do motor - $\eta_M = 90\%$

Rendimento mínimo da bomba - $\eta_B = 85\%$

Potência 300 C.V.

NPSHR = 4m.

$$HGS = \frac{P_{atm} - P.v.}{\gamma \text{ água}}$$

$$HGS = \frac{P_{atm} - P.v.}{\gamma \text{ água}} - NPSHR - h_s$$

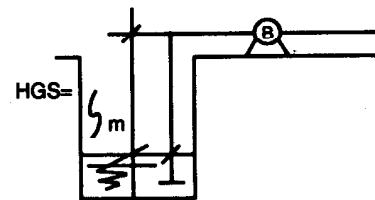
$$\frac{P_{atm}}{\gamma \text{ água}} = 10,33 \text{ m.c.a.}$$

$$f^{30^\circ C} \frac{PV}{\gamma \text{ água}} = 0,43 \text{ m.c.a.}$$

$$HGS = 5,4 \text{ m}$$

$$HGS \text{ adotado} = 5,4 - 5,4 \times 0,25$$

$$HGS \text{ adotado} = 5,4 - 1,35 \therefore HGS \text{ adotado} = 4m$$



Reservatório de distribuição:

a - Funciona como volante da distribuição atendendo a variação horária de consumo.

b - Assegurar uma reserva d'água para combate a incêndios.

c - Manter uma reserva d'água para atender as condições de emergências. Isto é interrupção de energia elétrica, acidentes e reparos nas instalações de recalque e manutenção no sistema de adução.

d - Manutenção da pressão na rede de distribuição:

Calculo do volume a ser armazenado:

$$\text{Reservatórios enterrados} - V_R = \frac{1}{3} \text{ volume do dia}$$

(redução de Friling) de maior consumo.

$$V_R = \frac{1}{3} K \times C \times P \therefore V_R = \frac{1}{3} 1,2 \times C \times P (\epsilon)$$

Reservatórios Elevados - $VR = \frac{1}{5}$ do dia de maior consumo

$$VR = \frac{1}{5} 1,2 \times C \times P(e)$$

Aplicação:

Numa cidade com população abastecível de 12500 habitantes com cota diária d'água de 200L/hab./ dia, cuja adução deverá ser feita por recalque durante 24 horas, pede-se determinar:

a - A vazão a ser aduzida para o reservatório situado na cidade.

b - O volume do reservatório de distribuição caso ele seja enterrado ou elevado.

c - Vazão a ser reduzida (Q_c):

$$Q_c = \frac{K \times C \times P}{86400} = \frac{1,2 \times 200 \times 12500}{86400} = \frac{30000000}{86400}$$

$$= 34,72 \text{ L/S.}$$

d - Cálculo do volume do reservatório:

Reservatório enterrado.

$$VR = \frac{1}{3} K \times C \times P \dots VR = \frac{1}{3} \times 1,2 \times 200 \times 12500$$

$$VR = \frac{30000000}{3} \dots VR = 10000000 \text{ L.}$$

$$VR = 1000 \text{ m}^3$$

Reservatório elevado:

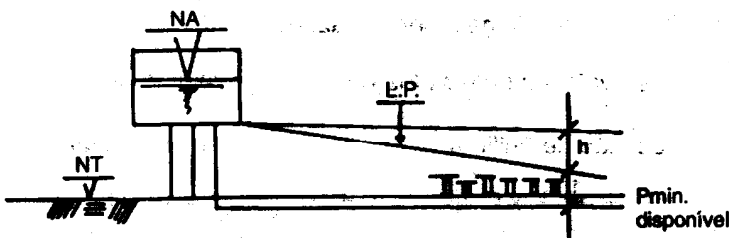
$$VR = \frac{1}{5} K \times C \times P \dots VR = \frac{1}{5} \times 1,2 \times 200 \times 12500$$

$$VR = \frac{30000000}{5} \dots VR = 6000000 \text{ L.}$$

$$VR = 600 \text{ m}^3$$

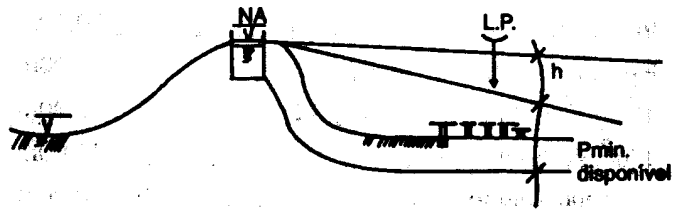
A escolha entre a implantação de um reservatório elevado, um enterrado e um enterrado com pequeno elevado, depende dos fatores topográficos da região a ser abastecida da comparação econômica entre as soluções.

Reservatório Elevado:

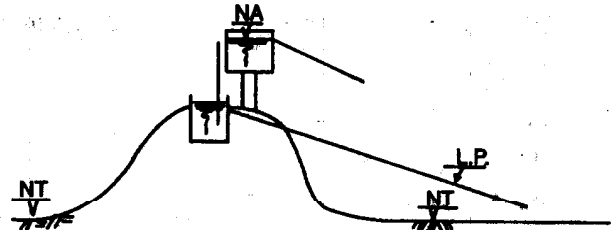


Região a ser abastecida é plana.

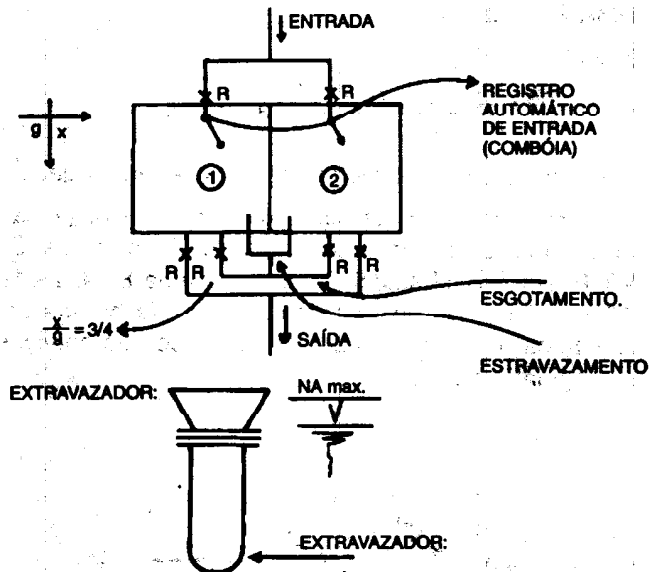
Reservatório enterrado:



Reservatório Enterrado com pequeno elevado:



Região a ser abastecida possui elevação dominante em relação ao núcleo urbano principal, contudo ela é habitada. O pequeno reservatório atenderá a sua população.



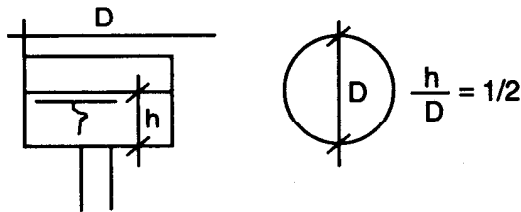
Diâmetro de entrada - dado pelo dimensionamento da adutora.

Diâmetro de saída - dado pelo dimensionamento da rede. $Q_c = \frac{(K1 \times K2 \times C \times P)}{86400}$

Diâmetro do extravazador - um ponto acima do diâmetro de entrada.

Diâmetro de esgotamento - depende do tempo de esvaziamento.

Elevado: normalmente cilíndricos.



Rede de distribuição:

as redes de distribuição podem ser dos seguintes tipos:

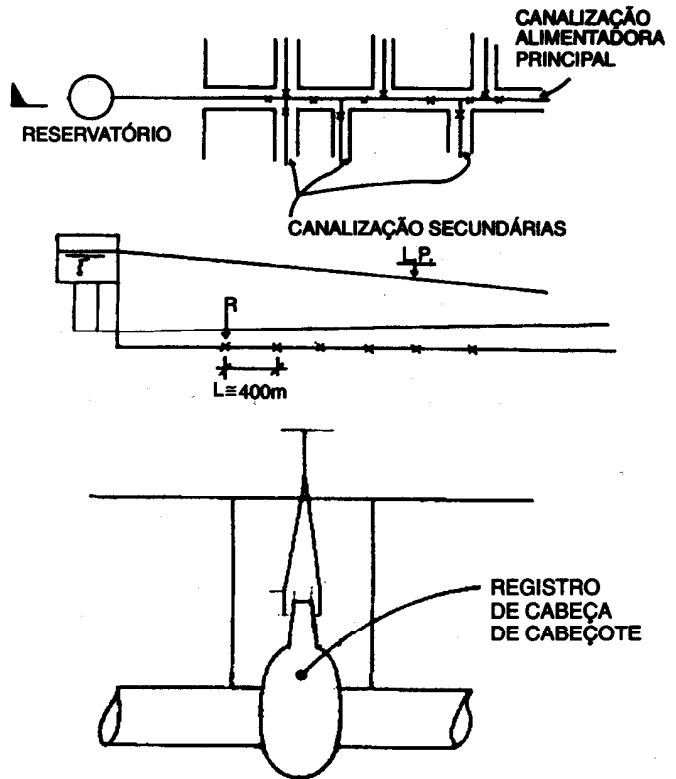
Rede Ramificada, Rede Malhada e Rede Mista.

No Brasil a Rede de distribuição tem a finalidade de atender aos diversos tipos de consumo isto é doméstico, comercial e industrial.

Em outros países determinadas regiões possuem duas redes de distribuição, uma de água potável para abastecimento da população e outra destinada às indústrias e no combate a incêndios cuidados especiais deve ter a administração pública para que não se utilize indevidamente água das duas redes.

Rede Ramificada:

Consiste numa "canalização alimentadora principal" que parte do reservatório de distribuição, no caso mais geral sendo sangrada por "canalização secundária" ao longo de seu percurso.

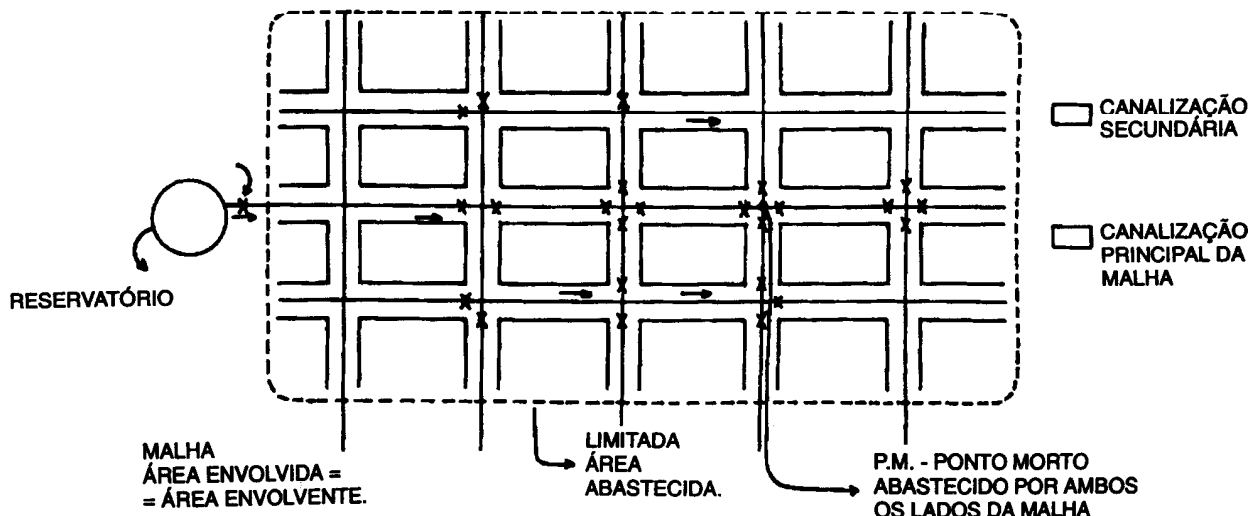


As redes ramificadas só devem ser empregadas quando as condições urbanísticas da região a ser abastecida obrigarem seu uso, pois apresentam as seguintes desvantagens:

- 1) Qualquer defeito na canalização alimentadora principal causa a paralisação de grande parte do sistema de distribuição.
- 2) Má distribuição da pressão.

Rede Malhada:

Consiste num sistema de canalizações principais interligadas entre si que denominamos de malha.



As redes malhadas são as que devem ser nos centros urbanos pois apresentam as seguintes vantagens:

1. Maior flexibilidade no sistema de distribuição.
2. Melhor distribuição das pressões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. **Catálogo dos fabricantes nacionais de equipamentos para saneamento ambiental**. São Paulo: Lacon, s.d. 90p.
2. BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de saneamento**. 3.ed. Rio de Janeiro, 1972, 3v.
3. CETESB. **Saneamento básico: normas técnicas brasileiras**. Rio de Janeiro: 1973. "Paginação irregular".
4. DACACH, Nelson Gandur. **Saneamento ambiental**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983. 176p.
5. DACACH, Nelson Gandur. **Saneamento básico**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979. 314p.
6. DACACH, Nelson Gandur. **Sistema urbanos de água**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975. 389p.
7. ELABORAÇÃO de Projetos de Sistemas de Abastecimentos de Água. Rio de Janeiro: ABNT, 1977. 118p.
8. GIOGETTI, Marcius F. **Especialização/mestrado em hidráulica e saneamento**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 1980. 2v.
9. HAMMER, Mark J. **Sistemas de abastecimentos de água e esgotos**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979. 563p.
10. MATERIAIS e Equipamentos para Saneamento Ambiental. Rio de Janeiro: ASFAMAS, 1975, 91p. (Texto em inglês e espanhol).
11. OLIVEIRA, Walter Engrácia de et al. **Técnica de abastecimento e tratamento de água**. São Paulo: CETESB, 1976. 2v.
12. ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DA SAÚDE. **Tecnologias apropriadas: saneamento básico**. Brasília, 1985. 140p.
13. SNYDER, James C., CATANESE, Anthony J. **Introdução a arquitetura**. Rio de Janeiro: Campus, 1984. 422p.
14. STEEL, Ernest W. **Abastecimento d'água: sistema de esgotos**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1966. 866p.