

TUBULAÇÕES PARA ÁGUA

Wolfgang G. Wiendl

6



SECRETARIA DOS SERVIÇOS E OBRAS PÚBLICAS
FOMENTO ESTADUAL DE SANEAMENTO BÁSICO
CENTRO TECNOLÓGICO DE SANEAMENTO

262.1-73TU

SECRETARIA DOS SERVIÇOS E OBRAS PÚBLICAS
FOMENTO ESTADUAL DE SANEAMENTO BÁSICO

466

262.1

73TU

[Faint, illegible stamp or text]

TUBULAÇÕES PARA ÁGUA

Eng. Wolfgang G. Wiendl

PATROCINADO PELO CONVÊNIO BNH/ABES/FESB-CETESB
BANCO NACIONAL DA HABITAÇÃO
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA

CETESB
CENTRO TECNOLÓGICO DE SANEAMENTO BÁSICO

Wiendl, Wolfgang G
Tubulações para água /São Paulo/ Centro Tecnológico de Saneamento Básico, 1973
339p. ilus. 22cm

Bibliografia.

1. Água – Distribuição. 2. Água – Tubulação
I. Título

CDD 628.144

CDU 628.14

APRESENTAÇÃO

A divulgação da bibliografia técnica especializada, na área do saneamento básico, tem se constituído numa das constantes preocupações do CETESB, no sentido de emprestrar sua colaboração à melhoria e, conseqüentemente, ao desenvolvimento da tecnologia, face à carência de obras dessa natureza, nesse importante setor da Engenharia Sanitária.

No período de 1969 – 1970, o CETESB publicou e colocou à venda, para o pessoal de nível superior, 10 (dez) manuais que resultaram dos cursos aqui ministrados.

Esse lançamento, graças à rigorosa e feliz seleção dos autores, dos assuntos abordados e, ainda, ao nível e objetividade com que os mesmos foram desenvolvidos, teve uma aceitação muito superior à esperada.

Outras 12 (doze) novas publicações, com as mesmas características das anteriores, foram preparadas e se encontram em condições de serem publicadas. Dentre estas, destaca-se o manual sobre “Tubulações para água” – motivo desta apresentação – que aborda, com bastante detalhes, os diferentes tipos de materiais utilizados em adutoras, sub-adutoras e redes de água, bem como toda a problemática da construção, incluindo desde a interpretação de projetos, a técnica de execução, assentamento, até a parte relativa a ensaios de recebimento e cadastro da obra concluída.

A idéia de sua elaboração nasceu num seminário sobre “Normas e procedimentos para execução e recebimento de adutoras, sub-adutoras, redes de água e sistemas de esgotos sanitários”, realizado no CETESB, no mês de maio de 1971 e que contou com a participação de mais de 100 (cem) técnicos, pertencentes a empresas públicas e privadas de todo o Brasil.

Este manual, embora se destine especificamente a pessoal de nível médio, graças à orientação que lhe foi dada será, estou certo, – um compêndio de manuseio constante, também para os técnicos de nível superior que iniciaram ou estão iniciando atividades nessa área.

A sua preparação foi confiada ao Eng^o Civil e Sanitarista Wolfgang Guilherme Wiendl que, de uma maneira muito feliz, conseguiu transferir para o texto, através de uma linguagem simples, compreensível e com bastante ilustração, a sua longa experiência, vivida no Nordeste, em obras de saneamento. Procurou ainda, o autor, no intuito de oferecer maior subsídio aos usuários, enriquecê-lo com cerca de 190 (cento e noventa) casos práticos reais, de grande utilidade, na orientação e guia àqueles que, sem qualquer preparação prévia são, muitas vezes, lançados como responsáveis pela execução de obras e, nessas condições, se vêem obrigados a apresentarem soluções para problemas sobre os quais não têm vivência. Cada um dos exemplos apresentados é acompanhado de comentários, sempre vinculados à parte teórica.

Ao encerrar esta apresentação, desejo manifestar os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que, direta ou indiretamente, com sua colaboração, tornaram possível a realização desse trabalho.

Finalmente, julgo oportuno enfatizar que somente um técnico com a capacitação profissional, o espírito de indagação e a facilidade de expressão do Eng^o Wolfgang, seria capaz de levar avante e com pleno êxito esta difícil tarefa, represen-

tada nesse trabalho que o CETESB tem a satisfação e o orgulho de oferecer, como contribuição do Governo do Estado de São Paulo através do FESB, aos técnicos brasileiros engajados na execução do Plano Nacional de Saneamento – PLANASA.

Eng^o OTACILIO ALVES CALDEIRAS

diretor do CETESB

São Paulo, outubro de 1972.

PREFÁCIO

A Engenharia Sanitária no Brasil, após difíceis anos de atividade, encontrou, na década 60/70, o caminho para seu desenvolvimento.

A nova política administrativa do País, as reformas institucionais, os novos conceitos estabelecidos, a orientação dada à aplicação de fundos públicos, bem como fatores de outra natureza, contribuíram decisivamente para uma tomada de posição de modo a permitir a efetivação desse desenvolvimento.

As causas que provocaram esse atraso foram inúmeras. Todavia, os obstáculos mais predominantes poderiam ser sintetizados nos seguintes: a) *sistema de administração*; b) *política tarifária e insuficiência de recursos financeiros* e c) *peçoal qualificado*.

Em outubro de 1962 um grupo de especialistas brasileiros, representativo das mais variadas regiões do País, reunido no Rio de Janeiro, após analisar problemática da Engenharia Sanitária, recomendou várias medidas, em especial atenção aos três aspectos citados, incluindo-se no último a problemática da bibliografia nacional. E, com respeito aos fatores administrativos-institucionais e financeiro-econômico do saneamento encontrou formulações realistas através do Sistema Financeiro do Saneamento (SFS), criado pelo Banco Nacional de Habitação (BNH).

Há vários anos a classe especializada do País ressen-te-se da ausência de literatura sobre o assunto, isto porque a maioria das publicações originava-se do exterior.

A Agência Internacional para o Desenvolvimento (AID) de acordo com as sugestões da reunião citada, fez publicar uma grande quantidade de literatura especializada, estrangeira, traduzida para o nosso idioma, o que sem dúvida contribuiu para o enriquecimento da cultura técnica nacional.

Louvável, contudo, é o esforço de alguns Professores brasileiros que se propuseram a editar material didático sobre Engenharia Hidráulica e Sanitária.

Recentemente, com a realização de cursos e seminários específicos, várias publicações têm contribuído para a ampliação desse patrimônio bibliográfico. Deve-se ressaltar nesta campanha, os trabalhos da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, do Instituto Brasileiro de Administração Municipal, da Organização Sanitária Panamericana, das Escolas de Engenharia do País, do Centro Regional de Administração Municipal e outras entidades afins e, mais recentemente, do Centro Tecnológico de Saneamento Básico (CETESB) do Estado de São Paulo, o qual vem proporcionando eficiente volume de treinamento ao pessoal habilitado.

É importante destacar o apoio e estímulo que o BNH tem emprestado a essas atividades, cumprindo seus propósitos de equacionar os problemas de abastecimento de água no Brasil.

A edição do presente Manual sobre Tubulações para Água vem preencher uma lacuna em nossa literatura, de valor inestimável para todos que exercem essa atividade, tanto em órgãos públicos como em empresas particulares ligadas ao abastecimento de água, esgotando a maioria dos assuntos vinculados à matéria, permitindo outrossim que se estimule seus estudos para ampliação de novas informações técnicas.

O presente trabalho coordena, integra e enfoca praticamente os mais diversos problemas para o assentamento das redes de suprimento de água, desde a

interpretação dos projetos, instalação de canteiros de obra, recebimento, transportes e natureza dos materiais, seu manuseio e preparo, abertura e aterro de valas, assentamento e montagem de tubulações e obras complementares, chegando à elaboração dos cadastros das redes implantadas.

Difícilmente se encontra temas expostos com a profundidade e clareza do presente Manual. Nele são trazidos ao conhecimento do interessado ensinamentos sobre detalhes inerentes à matéria, geralmente omitidos em outras publicações.

A obra apresentada é de ilimitada utilidade para engenheiros, coordenadores e executadores de construções de sistemas de água, porquanto oferece, além dos fundamentos teóricos, principalmente os fatos da vida prática, ilustrados convenientemente e comprovados com um valioso documentário fotográfico.

Elaborada com base em meticulosa pesquisa bibliográfica e em resultados objetivos, é simultaneamente, manual, livro, caderno de encargos, e guia de instruções técnicas.

Nos seus quinze capítulos são tratados com riqueza de detalhes os seguintes assuntos: *Interpretação de Projetos*; *Serviços Preliminares* (instalação e organização de canteiros); *Recebimento e Aceitação de Materiais* (tubulações e peças especiais); *Locação de Obras*; *Abertura de Valas*; *Preparação de Tubulações antes do seu Assentamento*; *Colocação e Montagem de Tubos*; *Aterro de Valas*; *Obras de Arte e Dispositivos Complementares*; *Organização de Cadastro*; *Ensaio de Material*; *Desinfecção de Redes*; *Conceitos Básicos e Comentários sobre Casos Reais*.

O CETESB, cumprindo fielmente seus reais propósitos, com o Manual: Tubulações para Água põe a serviço da tecnologia brasileira, mais uma contribuição de indiscutível valor.

ABRAHÃO FAINZILBER

São Paulo, Junho, 1972.

ÍNDICE

Apresentação	III
Prefácio	V
1. Introdução	1
2. INTERPRETAÇÃO DO PROJETO	5
2.1 Memorial Descritivo e Justificativo	5
2.2 Resumo dos Cálculos	6
2.3 Especificações dos Materiais e Equipamentos	6
2.4 Relação dos Materiais e Estimativa de Custos	7
2.5 Desenhos	7
2.5.1 Tamanhos	7
2.5.2 Escalas	8
2.5.3 Representação Gráfica	9
2.6. Disposição dos Registros	11
2.7 Perdas de Carga	12
2.7.1 Trechos sem conexões	12
2.7.2 Perdas de carga localizadas	14
2.7.3 Tubulações duplas – Diâmetro equivalente	16
2.8. Detalhes executivos	18
3. SERVIÇOS PRELIMINARES	19
3.1 Instalação do canteiro	19
3.1.1 Localização	19
3.1.2 Terreno	20
3.1.2.1 Tamanho	20
3.1.2.2 Topografia	20
3.1.2.3 Limpeza	20
3.1.2.4 Cerca	21
3.1.2.5 Acesso	21
3.1.2.6 Iluminação	21
3.1.3 Depósitos	21
3.1.3.1 Ao ar livre	21
3.1.3.2 Depósitos somente cobertos	22
3.1.3.3 Depósitos Cobertos e Fechados	22
3.1.4 Edificações	23
3.2 Organização do Canteiro	24
3.2.1 Centralização de Informações	24
3.2.2 Controle físico do material	24
3.2.3 Fichas de Prateleira	27
3.2.4 Estoques máximo, de alarme e mínimo	28

3.2.5	Disposição dos Materiais	29
3.2.5.1	Programação Preliminar	29
3.2.5.2	Ordem de Saída	29
3.2.5.3	Materiais pesados	29
3.2.5.4	Critério para separação	29
3.2.5.5	Materiais Miúdos	30
3.2.5.6	Materiais de utilização eventual	30
3.2.6	Comunicação e Transporte	30
3.2.7	Controle Financeiro	31
3.3	Sinalização da Obra	31
3.3.1	Bloqueio Total	31
3.3.2	Bloqueios parciais	32
3.3.3	Iluminação	33
3.3.4	Sinalização complementar	33
4.	RECEBIMENTO E ACEITAÇÃO DOS MATERIAIS	37
4.1	Generalidades	37
4.1.1	Normas e Especificações	37
4.1.2	Especificações e Ensaios	38
4.1.3	Cuidado com o Material	38
4.1.4	Selo de Qualidade	39
4.2	Transporte	39
4.3	Descarga e Armazenamento	41
4.4	Movimentação	42
4.5	Inspeção e Recebimento	44
5.	LOCAÇÃO DA OBRA	47
5.1	Aduadoras	47
5.2	Redes de Distribuição	48
6.	ABERTURA DAS VALAS	51
6.1	Retirada do Pavimento	51
6.2	Escavação das valas	51
6.2.1	Processos de escavação	51
6.2.2	Alinhamento das valas	52
6.2.3	Profundidade	53
6.2.4	Largura	54
6.2.5	Forma	54
6.2.6	Base de Assentamento	55
6.2.7	Material Retirado	56
6.2.8	Escavação em Rocha	57
6.3	Proteção das valas	57
6.3.1	Escoramento	57
6.3.2	Inclinação dos taludes	58
6.3.3	Drenagem e Esgotamento	58
6.3.4	Proteção à outras obras	61
6.3.5	Sinalização	61

7. PREPARAÇÃO DO MATERIAL ANTES DO LANÇAMENTO	63
7.1 Natureza dos Materiais	63
7.2 Trânsito no local da obra	63
7.3 Terreno da vala	64
7.4 Condições de acesso	64
7.5 Escavação e montagem	65
7.6 Cuidados especiais	65
7.6.1 Trincas	65
7.6.2 Limpeza	66
7.6.3 Presença das peças	66
7.6.4 Ausência de crianças	66
8. MONTAGEM DAS TUBULAÇÕES	69
8.1 Tipos de tubos e juntas	69
8.1.1 Tubos de Ferro Fundido	69
8.1.1.1 Generalidades	69
a) Composição e Estrutura	69
b) revestimento	70
c) espessuras e classes	70
d) dilatação térmica	72
e) deflexões	72
f) corte dos tubos	73
8.1.1.2 Junta Elástica	73
8.1.1.3 Junta de chumbo	77
8.1.1.4 Junta com Flanges	82
8.1.1.5 Junta Mecânica	85
8.1.2 Tubos de cimento-amianto	86
8.1.2.1 Generalidades	86
8.1.2.2 Pressão de ensaio e Pressão de serviço	87
8.1.2.3 Classes dos tubos	87
8.1.2.4 Dilatações	89
8.1.2.5 Juntas	89
8.1.2.6 Montagem	90
a) Junta Triplex	90
b) Junta Simplex	92
8.1.2.7 Pedacos de tubos	94
8.1.2.8 Juntas Especiais – Luvas de correr e Gibault	94
8.1.2.9 Deflexões	95
8.1.3 Tubos de Plástico – P.V.C.	96
8.1.3.1 Generalidades	96
a) Composição	96
b) Dilatação Térmica	96
c) Variação da resistência com a temperatura	97
d) Classes dos tubos e espessuras	97
8.1.3.2 Junta elástica	100
8.1.3.3 Junta soldada	100

8.1.3.4	Junta rosqueada	103
8.1.3.5	Junta flangeada	103
8.1.4	Tubos de concreto	105
8.1.5	Tubos de aço	106
8.1.5.1	Generalidades	106
8.1.5.2	Espessuras	107
8.1.5.3	Revestimentos	107
8.1.5.4	Proteção catódica	108
8.1.5.5	Perdas de carga	108
8.1.5.6	Solda de campo	108
8.1.5.7	Ensaio das soldas	110
8.1.5.8	Revestimento das juntas	110
8.1.5.9	Conexões	110
8.1.6	Tubos de madeira e de poliéster	111
8.2	Conexões e Peças especiais	112
8.2.1	para tubos de ferro fundido	114
8.2.2	para tubos de cimento amianto	118
8.2.3	para tubos de plástico	118
8.3	Recomendações Gerais para as Montagens	122
8.3.1	Descida do material	122
8.3.2	Alinhamento da tubulação	122
8.3.3	Fechamento das extremidades	124
8.3.4	Imobilização dos tubos	125
8.3.5	Interligações entre tubos de materiais diferentes	125
9.	ATERRO DAS VALAS	127
9.1	Considerações	127
9.1.1	Reaterro parcial	127
9.1.2	Reaterro total	129
9.2	Equipamentos para compactação	130
9.3	Umidade do Material de Aterro	130
9.4	Reposição de Pavimento	130
10.	OBRAS DE ARTE E DISPOSITIVOS COMPLEMENTARES	133
10.1	Ancoragem	133
10.2	Atirantamento	139
10.3	Pilares e Berços de Apoio	139
10.4	Encamizamento	142
10.5	Ventosas	143
10.5.1	Considerações Gerais	143
10.5.2	Declividades	144
10.5.3	Fixação dos Aparelhos	145
10.5.4	Capacidade das ventosas	146
10.5.5	Quebra-vácuo	147

10.6	Caixas de Proteção	147
10.6.1	Registros	147
10.6.1.1	Em ruas sem pavimentação	148
10.6.1.2	Em ruas com pavimentação especial	149
10.6.1.3	Lençol freático	150
10.6.2	Ventosas	151
10.7	Golpe de ariete	152
10.7.1	Considerações Gerais	152
10.7.2	Tubulações de Ferro Fundido	155
10.7.3	Tubulações de cimento-amianto	156
10.7.4	Tubulações de plástico	157
10.7.5	Válvula de retenção – acidentes	157
10.7.6	Sobrepessão ao longo da linha	157
10.7.7	Classe dos tubos	158
10.7.8	Válvula antigolpe de ariete	159
10.8	Ramais Prediais	161
10.8.1	Considerações Gerais	161
10.8.2	Materiais	163
10.8.3	Dispositivos de tomada	164
10.8.3.1	Direta	164
10.8.3.2	Colar de Tomada	164
10.8.3.3	Ferrule	165
10.8.3.4	Execução dos ramais	166
10.8.4	Limitadores de consumo	167
10.8.5	Reservatórios Domiciliários	167
10.8.6	Hidrômetros	168
10.8.7	Esquemas de Ramais	172
10.9	Soluções Alternativas	173
11. CADASTRO		175
11.1	Generalidades	175
11.2	Finalidade	175
11.3	Desenhos	176
11.3.1	Planta Geral	177
11.3.2	Plantas Parciais	179
11.3.2.1	Tamanho dos Desenhos	179
11.3.2.2	Arquivamento	181
11.4	Fluxo de informações	182
12. ENSAIOS		183
12.1	Generalidades	183
12.2	Responsabilidade	184
12.3	Procedimentos	184
12.3.1	Comprimento ótimo	184
12.3.2	Reaterro parcial	185

12.3.3	Tamponamento das extremidades	186
12.3.4	Ancoragem das extremidades	187
12.3.5	Enchimento com água e extração de ar	188
12.3.6	Pressões dos ensaios	189
12.3.6.1	Bombas para os ensaios	191
12.3.6.2	Manômetro	191
12.3.7	Resultados	192
12.4	Exemplo	193
12.4.1	Volume de água para o enchimento da linha	193
12.4.2	Enchimento da linha	194
12.4.3	Pressões dos ensaios	194
12.4.4	Vazamentos tolerados	194
12.5	Significado dos Vazamentos Tolerados	195
13.	DESINFECÇÃO	197
13.1	Generalidades	197
13.2	Limpeza preliminar	198
13.3	Cuidados durante a Construção	199
13.4	Fontes de cloro	199
13.4.1	Cloro Líquido	199
13.4.2	Hipoclorito de Sódio	200
13.4.3	Hipoclorito de Cálcio	200
13.4.4	Cloreto de Cal	200
13.4.5	Corrosão	200
13.5	Teores de cloro	200
13.6	Métodos de aplicação	201
13.7	Exemplo de Desinfecção	203
14.	CONCEITOS BÁSICOS	204
14.1	Anotações de números	205
14.2	Comprimento	205
14.3	Área	205
14.4	Volume	206
14.5	Vazão	206
14.6	Pressão	207
14.7	Abaco	207
14.8	Esforços devido a pressões	208
14.9	Unidades	209
15	COMENTÁRIOS SOBRE CASOS REAIS	211
16	REFERÊNCIAS	335
17	AGRADECIMENTOS	345

1 – INTRODUÇÃO

Diz Antoine de Saint-Exupéry, no prefácio ao número de revista “Document” consagrado aos Pilotos de Ensaio:

“Jean-Marie Conty vai-nos falar da bela existência dos pilotos de ensaio. Mas ele foi aluno da Faculdade de Ciências. E há de afirmar-vos que, dentro em breve, para o engenheiro, o piloto de ensaio será apenas um instrumento de medida. E na verdade, acredito tanto nisso como nele.

“Acredito, também, que lá virá um dia em que, quando sofrermos sem saber porque, iremos procurar físicos que, mesmo sem nos interrogarem, nos tirarão uma seringa de sangue, deduzirão daí algumas constantes que multiplicarão umas pelas outras; consultarão uma tábua de logarítimos e, por fim, dão-nos uma pílula que nos há de curar. E, no entanto, quando me doer alguma coisa, irei provisoriamente ter com aquele velho médico da aldeia, que olhará para mim pelo rabo do olho, me baterá na barriga, me porá aos ombros um lenço velho, através do qual me auscultará; depois, tosses um pouco, acende um cachimbo, coça o queixo e sorri para mim, para melhor me curar.

“Acredito ainda em Coupet, em Lasne ou em Détrouyat, para quem o avião não é apenas uma coleção de parâmetros, mas sim o organismo que se ausculta. Eles aterraram. Dão discretamente a volta ao aparelho. Com as pontas dos dedos, acariciam a fuselagem, batem na asa. Não calculam; meditam. Depois, voltam-se para o engenheiro e dizem simplesmente: “Olhe . . . é preciso encurtar o plano fixo.

Admiro a ciência, está claro. Mas admiro também a Sabedoria.”

Em outras palavras, mas com o mesmo objetivo, diz o poeta nordestino Severino de Andrade e Silva (Zé da Luz), em “Cantadô e Violêro”:

“Eu não invejo a sabença,
De nenhum hôme letrado.
Deus mi deu intiligênça.
Qui tem feito diferença
A munto doutô formado.

De que serve os anelão
Qui esses doutô tem nos dêdo,
Se de uma impruvisação,
Eles não sabe o segredo?

As iscola, a Acadimia,
- Faz doutô de todo jeito:
- Faz doutô de engenharia;
Doutô Juiz de Dereito;
Doutô prá curá duênça;
Faz inté doutô dentista.
Mas, nunca há de fazê,
Um doutô saí de lá,
Formado na puisía,
Num puêta repentista! “

Os CASOS Nºs 129 e 130 do Capítulo 15 deste Manual, apresentam um mesmo tipo de problema de travessia de tubulações sobre leito de riacho, mostrando duas soluções escolhidas. A primeira delas, bastante técnica, baseia-se em conhecimentos teóricos avançados e específicos (diria Saint Exupéry;— “admiro a Ciência”); a segunda solução, bastante intuitiva e aparentando quase uma “improvisação”, soluciona a mesma questão de maneira não menos eficiente e bonita (e completaria:— “Mas admiro também a Sabedoria”). Ainda no mesmo capítulo, os comentários sobre situações reais encontradas “na prática” relacionam-se, direta ou indiretamente, com os capítulos anteriores e bastante “teóricos”. De qualquer maneira, procurou-se sempre ressaltar a importância da aplicação de alguns conhecimentos teóricos como orientação de diretrizes empíricas e fundamentalmente práticas.

Por outro lado, já a análise dessas poucas fotografias, sugere a conveniência da reunião do farto material existente, isoladamente em cada sistema, em “museus regionais de saneamento”. Além de propiciarem condições físicas e ordenadas para a preservação de objetos ou documentos relacionados com a história do saneamento, teriam grande valor didático mostrando várias soluções já adotadas com maior ou menor sucesso. Nessas condições, também orientarão os procedimentos compatíveis com as novas soluções, estabelecidas muitas vezes à luz de tentativas já efetuadas em outras ocasiões, sob condições diversas (Ver CASOS Nºs 133 e 134).

Nos demais capítulos (de 2 a 14), foi utilizada a abordagem matemática somente quando julgada indispensável à melhor compreensão de algumas questões, mas sempre com a preocupação de mantê-la suficientemente acessível às pessoas de nível de instrução média, sem incorrer, contudo, em maiores deslizos conceituais que as “simplificações” pudessem eventualmente acarretar. Assim foram tratados “teoricamente” (matematicamente) com certa profundidade aqueles problemas que dificilmente poderiam ser assimilados adequadamente de outra forma: perdas de carga em tubulações (Ver itens 2.7 e 10.8.1.), cálculos de ancoragens (item 10.1) e de golpe de ariete (item 10.7).

Nos outros assuntos, procurou-se explorar ao máximo a aplicação racional do “bom senso” de cada um, e como essa característica pessoal é extremamente variável, foi induzida sempre, de forma indireta às vezes, a noção que mesmo a “intuição” pode e deve ser orientada segundo princípios fundamentais e de validade mais ampla.

Nesse início da década de 70, o Governo Federal tem dirigido suas atividades educacionais no sentido de intensificar os “cursos profissionalizantes”, procurando assim, estabelecer uma ponte entre o técnico altamente especializado (o “doutô de anelão no dedo”) e o trabalhador completamente despreparado para as atividades necessárias.

Essa insuficiência de técnicos de nível médio, tem criado situações peculiares nos mais diversos setores de atividades profissionais. Nas “escola de engenharia”, o engenheiro adquire conhecimentos teóricos devidamente alicerçados por indispensável base matemática, para que exerça atividades coerentes a esses conhecimentos. Entretanto, ao sair da escola, faltam-lhe os conhecimentos práticos exigidos pelas situações reais de trabalho a que será submetido, por força da

TUBULAÇÕES PARA ÁGUA

inexistência de pessoal específico e devidamente treinado para essas atividades criando-se, então, a situação reconhecida por todos:—"o bom engenheiro somente se completa após alguns anos de vida prática".

Esse Manual poderia ser entendido como uma tentativa de despertar no engenheiro a curiosidade para os problemas práticos, e muitas vezes elementares da vida real (apresentação dos "CASOS" do Capítulo 15).

Entretanto, tem por objetivo principal desenvolver o conhecimento teórico daqueles que se vêem obrigados a utilizar tão somente o "bom senso" como ferramenta diária de trabalho (demais capítulos).



2 – INTERPRETAÇÃO DO PROJETO

Em 1963, foi aprovada a “Norma para Elaboração e Apresentação de Projetos de Sistemas Públicos de Abastecimento d’Água (50*)”, segundo a qual, para maior clareza de exposição, o projeto deverá ser formado pela reunião dos seguintes elementos:

- a) Memorial Descritivo e Justificativo;
- b) Resumo dos Cálculos;
- c) Especificação de Materiais e Equipamentos;
- d) Relação dos Materiais e Estimativa de Custo;
- e) Desenhos.

De maneira geral, os projetos das obras maiores são elaborados com um grau de detalhamento compatível com o vulto da construção. Para as obras pequenas, muitas vezes o projetista reconhece que essa preocupação torna-se dispensável, já que a própria prática do construtor, adquirida em muitas situações análogas e anteriores, poderá resolver satisfatoriamente as omissões do projeto executivo. Nessas condições, verifica-se que também as obras pequenas necessitam da experiência do construtor.

Como as adutoras e as redes de distribuição são as partes geralmente mais caras do sistema completo de abastecimento de água (constituído quase sempre por: captação, adução, tratamento, reservação, distribuição, etc.), sempre será conveniente que os seus projetos atendam também aquela subdivisão acima recomendada.

2.1 MEMORIAL DESCRITOS E JUSTIFICATIVO

Nessa primeira parte do texto do projeto são feitas considerações sobre os trechos eventualmente existentes e seus estados de conservação, além de serem definidos os remanejamentos (substituições) necessários. Com base nos desenhos apresentados, ficam estabelecidas as etapas de construção, destacando-se as previsões de ampliações futuras, além dos comentários e apreciações sobre o plano de urbanização.

Além desses comentários sobre as áreas de atendimento do sistema (que em última análise será a própria razão de ser das obras projetadas) e das respectivas etapas de construção, deverão ser expostas todas as demais considerações que a equipe projetista julgue convenientes e necessárias para a execução do serviço e manutenção do sistema.

Assim, mesmo que por razões outras, os problemas especiais não sofram um detalhamento rigoroso no projeto executivo, a existência deles não deverá ser omitida, para que na etapa de execução não constituam surpresas totalmente imprevistas.

Evidentemente, nem sempre será possível a previsão e o detalhamento de todas as situações especiais, tais como as interferências com outras obras já executadas na localidade: canalização de águas pluviais, redes de esgotos, travessias de riachos, cabos telefônicos, etc. (Ver CASOS Nº 59, 60 e 61, Capítulo 15 deste Manual).

Entretanto, se já devidamente alertada nessa fase preliminar, a entidade encarregada da execução providenciará, antecipadamente, projetos complementares através de sondagens e estudos específicos, efetuando a aquisição dos materiais e equipamentos indicados por eles e não relacionados no projeto.

Se fôr reconhecida a pretensão ilusória de um projeto formalmente perfeito, onde estariam previstas todas as alternativas para situações especiais, ao menos serão apontados os problemas principais, ainda que apenas prováveis. Para a construção, essa conduta terá um valor muito maior que a simples omissão objetivando um projeto formalmente perfeito.

2.2 RESUMO DOS CÁLCULOS

Nessa parte do projeto, são apresentados os cálculos, estudos gráficos e dados principais utilizados no dimensionamento do sistema, de forma tal que permitam analisar os critérios adotados pelo projetista (coeficiente de rugosidade das paredes dos tubos, limites para as velocidades e vazões recomendadas, perdas de carga esperadas, etc.).

Além disso, servirão para avaliar as alterações no regime de funcionamento global do sistema, quando introduzidas algumas modificações (às vezes necessárias) em certos elementos projetados.

2.3 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Para as adutoras e redes de distribuição, serão indicados os tipos e características dos materiais mais recomendados.

Logicamente, será omitida qualquer indicação dos nomes comerciais da fabricação (salvo exceções estritamente necessárias e devidamente justificadas), já que dentro das características básicas especificadas, a escolha será feita através dos processos usuais de licitação de materiais (concorrências, etc.).

Perfeitamente definidos os tipos de materiais mais convenientes para a obra (tubos de PVC rígido, cimento-amianto, ferro, etc.) e suas conexões, serão dadas também as instruções e recomendações de caráter geral e mais importantes para a montagem.

Em casos especiais, deverá ser devidamente destacada a conveniência de

utilização de alguns materiais, quando serão apontados os inconvenientes e desvantagens do não atendimento das especificações; na fase de aquisição, tais fatos serão devidamente considerados e ponderados.

Muitas vezes, e tão somente para o estabelecimento das “estimativas de custo” das obras, o projetista é levado à fixação de um determinado tipo de material, em detrimento dos demais. Esse fato, deverá ser bem destacado do projeto. Ainda deverão ser indicados os processos mais recomendados para as escavações e reaterros de valas, especificados os requisitos necessários para a “base de assentamento” (Ver item 6.2.6.), caixas de proteção de registros (ver item 10.6), instalações de ventosas (ver item 10.5), válvulas anti-golpe de ariete (ver item 10.7), etc.

2.4 RELAÇÃO DE MATERIAIS E ESTIMATIVAS DE CUSTO

Além da relação dos materiais previstos no projeto, são estimados os seus preços normais de aquisição, geralmente acrescidos dos custos necessários para o assentamento. Essa é a estimativa feita pelo projetista.

Dependendo do grau de detalhamento atingido no projeto, a entidade encarregada da execução da obra deverá analisar cuidadosamente as possibilidades de ocorrências não previstas, para avaliar, como previsão, as quantidades complementares dos materiais possivelmente necessários.

De qualquer maneira, deverão ser adquiridas algumas conexões e peças especiais, independentemente do grau de perfeição do projeto, atendendo às próprias condições “eventuais” da montagem e manutenção. Nessas condições, a “Relação de Materiais” do projeto deverá ser entendida como a mínima estritamente necessária, cabendo uma suplementação cuja quantidade varia conforme o grau de detalhamento do projeto, a estrutura do órgão encarregado da construção (estoques disponíveis de peças) e das próprias condições locais da obra.

2.5 DESENHOS

Conquanto os desenhos contenham as informações imediatas e mais necessárias à execução da obra, os outros elementos (memorial descritivo, cálculos, especificações, etc.) de um projeto bem elaborado, poderão fornecer esclarecimentos não menos valiosos.

2.5.1 TAMANHOS

Os desenhos deverão ser apresentados no tamanho “A₁” (594 por 841 mm) da ABNT (52*).

Tamanhos maiores, tornam-se inconvenientes não só para o arquivamento como também para o manuseio no campo; os menores conduziram a um número excessivamente elevado para abranger toda a área necessária, com o detalhamento desejado.

2.5.2 ESCALAS

Normalmente as plantas de cidades ou faixas de adutoras são representadas na escala horizontal 1: 2000.

Nos perfis longitudinais, as variações de cotas das canalizações e do terreno frequentemente são desenhadas na escala vertical 1: 200.

Nessas condições, os desenhos desses perfis apresentam grandes distorções em relação à realidade, já que um centímetro no gráfico, se tomado como distância horizontal, representará 20 metros na realidade, e como distância vertical, apenas 2 metros (Figura 2.1).

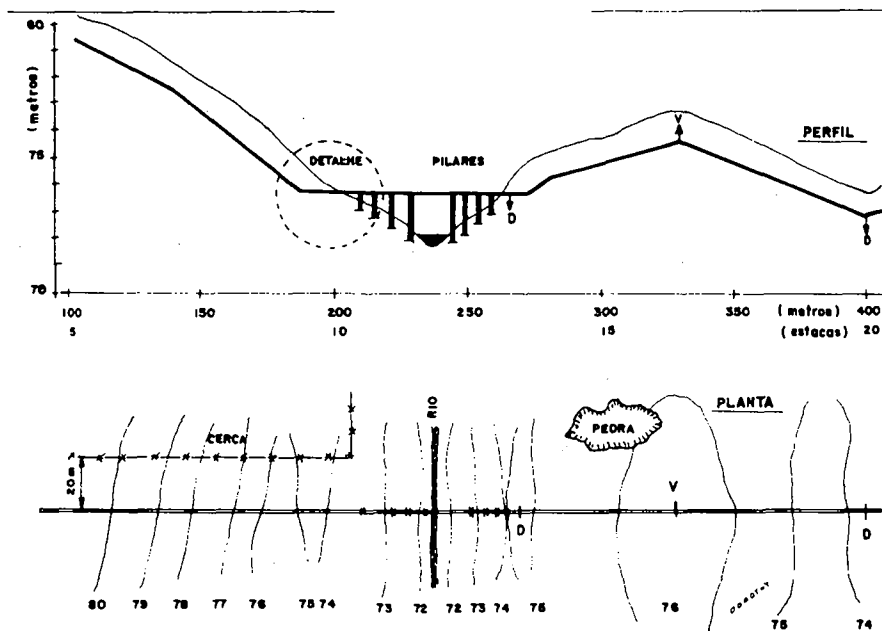


FIG. 2.1:- PLANTA E PERFIL DE TRECHO DE ADUTORA

A prática de interpretação desses desenhos eliminará essa desvantagem aparente, entendendo que as variações altimétricas são ampliadas proposadamente, já que as distâncias horizontais normalmente são muito maiores que as verticais.

Como exemplo, a Figura 2.2., destaca o "DETALHE" da figura anterior, utilizando o mesmo valor para as escalas horizontal e vertical. A análise superficial da Figura 2.1., poderia induzir à necessidade de uma curva (talvez de 45°) para a entrada no trecho horizontal sobre pilares. Entretanto, a situação real será melhor representada na Figura 2.2, onde se percebe que a deflexão necessária poderá ser

executada normalmente pelas próprias juntas dos tubos, apenas com o controle na escavação da vala (ver itens 6.2.2. e 8.3.2).

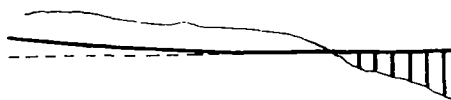


FIG. 2.2:- DETALHE DO DESENHO ANTERIOR (FIG. 2.1)
ESCALA VERTICAL ≠ ESCALA HORIZONTAL

2.5.3 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

Alguns projetistas preferem a representação gráfica de todas as conexões na própria planta da rede de distribuição ou adutora (ver Fig 2.3.).

Esse método apresenta-se extremamente trabalhoso já na fase de elaboração do projeto, pois repete, embora esquematicamente, o desenho das peças de todos os nós (cruzamentos com interligação de tubulação), muitos deles iguais entre si. Conquanto permita a visualização imediata das conexões em cada nó nem sempre essa vantagem poderá ser explorada totalmente, pois a escala do desenho não permitirá maiores detalhes (cruzamento das ruas A e B na Fig. 2.3.).

Evidentemente, em situações especiais, poderão ser desenhados detalhes em escalas mais convenientes. As Figs. 8.68, 8.72 e 8.74 sugerem algumas indicações esquemáticas de conexões.

A Figura 2.4. indica outra maneira de representar graficamente uma rede de distribuição (45*). Desenhadas tantas plantas quantas necessárias para abranger a rede projetada na escala escolhida, será fornecido o “esquema dos nós” (geralmente no último desenho da rede), e de tal maneira que os nós idênticos (em peças e diâmetros) sejam representados uma só vez e facilmente encontrados na relação em função de sua distribuição racional por ordem numérica crescente. Nessa mesma relação são discriminadas todas as peças e diâmetros, além de desenhos esquemáticos necessários à melhor compreensão e perfeita definição da posição relativa das conexões entre si.

A representação gráfica do nó 61, na situação especial daquele cruzamento de ruas, fica bastante simplificado quando o esquema das peças é feito no quadro à parte.

A prática de interpretação de plantas de redes de distribuição poderá

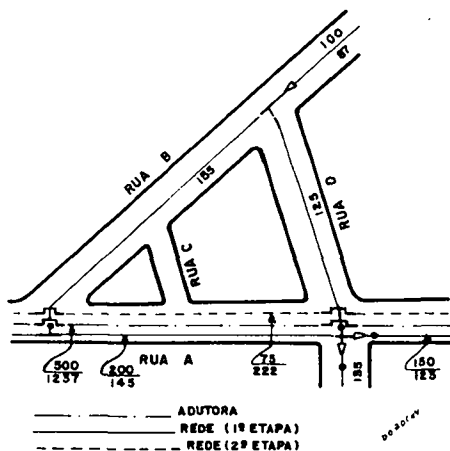
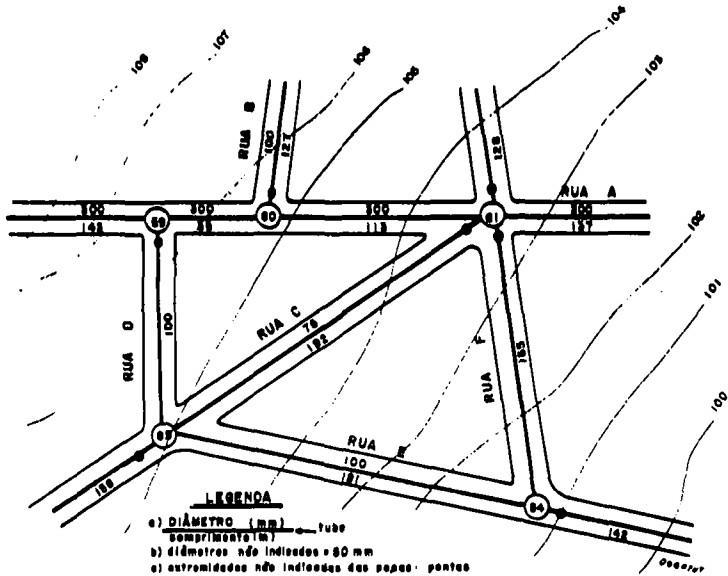


FIG. 2.3:- PLANTA DE TRECHO DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO
COM DESENHO DAS PEÇAS.

(*) Ver Cap. 16 – Referências



ESQUEMA DOS NÓS		
80,80		
TÊ	800 x 100 mm	1
REGISTRO	100 mm	1
81		
CRUZETA	800 x 75 mm	1
TÊ	75 mm	1
CURVA 48°	75 mm	1
REGISTRO CHATO	75 mm	1
REGISTRO CHATO	80 mm	2
REDUÇÃO	75 x 80 mm	2
82		
CRUZETA	100 x 75 mm	1
CURVA 48°	100 mm	1
CURVA 82° 30'	100 mm	1
CURVA 11° 18'	100 mm	1
REDUÇÃO	75 x 80 mm	1
REGISTRO CHATO	80 mm	1
84		
TÊ	100 x 80 mm	1
CURVA 82° 30'	80 mm	1
REDUÇÃO	100 x 80 mm	1
REGISTRO CHATO	80 mm	1

FIG.2.4 - PLANTA DE TRECHO DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO, separando os esquemas dos nós

indicar, intuitivamente, a solução apontada para o referido nó 61, mesmo sem a consulta ao "Esquema dos Nós".

A convergência de 5 trechos de tubulações diferentes num mesmo "ponto", poderia ser conseguida, "na prática", de diversas maneiras. No projeto apresentado, foram empregadas conexões comuns, notando-se também a preocupação de deslocarem-se os registros (peças mais caras) para os trechos de menores diâmetros. Entretanto, outros fatores (perdas de carga, por exemplo) poderão orientar a colocação dos registros em trechos de maiores diâmetros.

Assim, mesmo que tenha muita prática, o montador deverá consultar o esquema dos nós, senão por outro motivo, ao menos para confrontar a sua opinião com a do projetista . . .

2.6 DISPOSIÇÃO DOS REGISTROS

Atendendo principalmente aos problemas futuros de manutenção (vazamentos, ligações domiciliárias, etc.), a colocação correta dos registros deverá ser uma das preocupações na construção de uma rede de distribuição (51 *).

Dois registros em cada trecho, permitiria o seu isolamento sem perturbar o funcionamento do restante da rede. Para essa solução, ideal sob o ponto de vista estrito de manutenção, seria necessário um investimento inicial demasiadamente elevado.

A ausência total de registros na rede, obrigaria a interrupção do fornecimento d'água à toda cidade, cada vez que se quisesse interromper o abastecimento em um único trecho. Entre as duas situações extremas está a solução mais conveniente.

Como exemplo, suponhamos que um vazamento na rua F da Fig. 2.4. recomende o seu esvaziamento para as atividades de manutenção. Logicamente, deverá ser fechado o registro do nó 84 e o do 61 (no trecho 61x84).

Entretanto, o trecho 61x84 ainda não estará isolado, pois a água poderá provir de 83x84. Para que isso não ocorra, será necessário fechar também os registros 83, 59 e 61 (trecho 61 X 83).

Em resumo, na situação figurada, será necessário o fechamento de 5 registros e a interrupção do fornecimento d'água a outros 3 trechos, além daquele diretamente afetado.

Os encarregados, e já familiarizados com manutenção de redes de distribuição d'água, julgarão a situação acima bastante cômoda em relação a outros casos que por certo já tiveram, e onde foram obrigados a utilizar a clássica (e cômoda) solução de fechamento de um único registro: o da saída do reservatório . . .

Nessas condições, julgamos bastante oportuna a verificação dessa preocupação do projetista, mesmo porque qualquer omissão de desenho indicativo de registro, poderá acarretar situações embaraçosas para a manutenção.

Como regra geral, são colocados registros em todas as derivações (menor diâmetro) que saem dos troncos de distribuição.

O assentamento de registros em pontos das linhas troncos deverá ser

analisado cuidadosamente, não só sob o aspecto econômico, mas também para que se assegure o suprimento d'água à extensas regiões (mesmo que precariamente, através das linha secundárias) quando algum trecho da linha principal estiver sendo reparado.

2.7 PERDAS DE CARGA

Algumas vezes, entre a conclusão do projeto e o começo das obras, a situação inicial pode ter sofrido algumas modificações não consideradas no estudo. Algumas ruas foram prolongadas, noutras modificaram-se as condições de trânsito, ou obras foram realizadas em locais destinados à passagem das tubulações da rede de distribuição ou da adutora.

Enfim, são relativamente frequentes as necessidades de se introduzirem alterações ao que foi projetado.

Evidentemente, essas alterações poderão ser de tal ordem que aconselhem a consulta a um especialista no assunto.

Entretanto, muitas vezes elas não afetarão sensivelmente o funcionamento das demais partes do sistema, restando apenas a preocupação de assegurar o perfeito funcionamento do trecho alterado ou não incluído no projeto.

2.7.1 TRECHOS SEM CONEXÕES

Os problemas práticos mais frequentes, relacionam-se com a verificação do diâmetro necessário para transportar determinada vazão de água entre dois pontos conhecidos, sob determinadas condições de pressão.

Sabe-se que quanto mais lisas forem as paredes internas dos tubos, maior será a facilidade com que a tubulação transportará água, oferecendo menor resistência ao escoamento do líquido (perda de carga).

O ábaco da Fig. 2.5., foi traçado para tubos com paredes bastante lisas de cimento-amianto, plástico, etc. (fórmula de Williams-Hazen para $C = 140$).

Os tubos com paredes menos lisas (ferro fundido sem cimentação, etc.), oferecerão maior resistência ao escoamento, ou seja, provocarão maiores perdas de carga.

Assim, uma tubulação antiga com $C = 80$, ofereceria uma resistência ao escoamento 2,8 vezes maior que uma tubulação nova de cimento-amianto ou plástico com $C = 140$.

Os fatores de correção -K- para os cálculos das perdas de carga "J" em tubos antigos (ou com paredes de maior rugosidade), são dados também na Fig. 2.5.

ÔBS: Pelo ábaco da Fig. 10.24 - item 10.8 -, poderão ser calculadas as mesmas variáveis, também para os diâmetros inferiores a 50 mm (2"), até 13 mm (1/2").

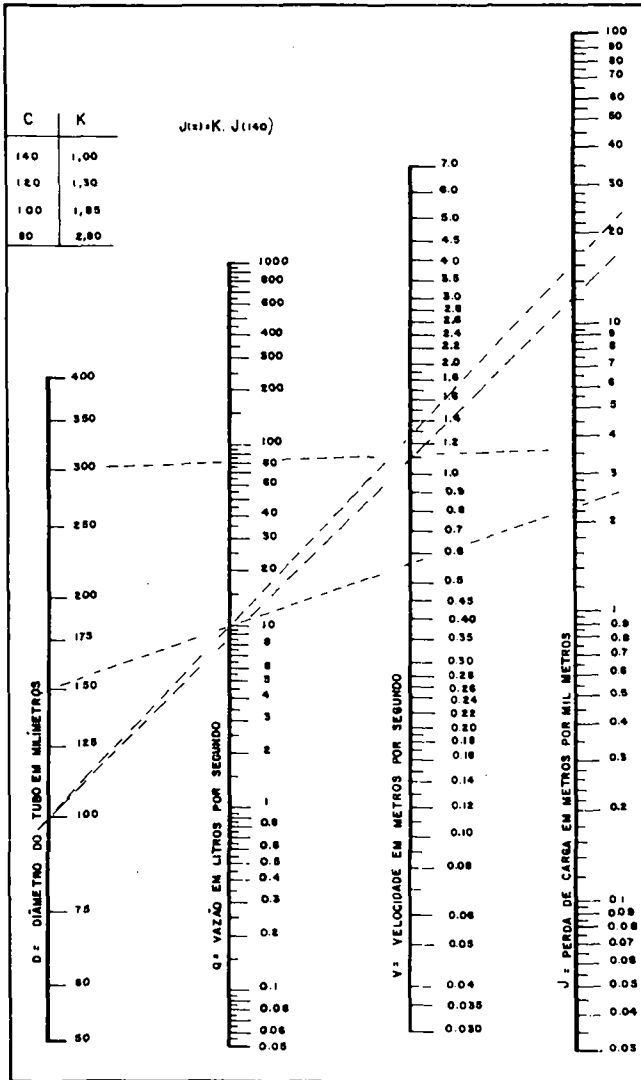


FIG. 2.5.- ABACO PARA TUBULAÇÕES COM PAREDES LISAS (DIÂMETRO ENTRE 50 e 400 mm) (87*)

No exemplo seguinte, a utilização do ábaco da Fig. 2.5. esclarecerá alguns conceitos hidráulicos úteis para quem desenvolve suas atividades no assentamento de tubulações.

Se tivermos que transportar a vazão de 10 l/s (36 m³ por hora) até um ponto situado a 1 km de distância, poderemos usar uma tubulação com diâmetro de 150mm.

Se as paredes internas dos tubos forem bem lisas, serão utilizados os valores de ábaco da Fig. 2.5., sem necessidade de qualquer fator de correção.

Ligando por linha reta o ponto do ábaco referente ao diâmetro $D = 150$ mm (coluna da esquerda), ao da vazão $Q = 10$ l/s, ficaremos sabendo que a água escoará com velocidade de cerca de 0,6 m/s e que a perda de carga será um pouco superior a 2 m por km.

Se a pressão interna de água no início da tubulação era de 12 m.c.a. (1,2 kg/cm²), o escoamento daquela vazão no diâmetro de 150 mm, somente poderá ser feito se o desnível entre os dois pontos considerados for menor que 10 m (12 m-2 m), no caso do trecho final ser o mais elevado.

Supondo-se que os dois pontos estejam aproximadamente nivelados, isto é, na mesma cota do terreno, então a água escoada nas condições acima imaginadas, chegará ao final da tubulação ainda com pressão de 10 metros de coluna d'água (10 m.c.a.).

Esse fato poderá justificar a tentativa de reduzir o diâmetro da tubulação para melhor aproveitar a pressão disponível no início da linha (12 m.c.a.).

Vejamos o que ocorreria se utilizássemos uma tubulação do mesmo comprimento (1 km), mesmo material (paredes internas lisas), mas com diâmetro de 100 mm (também facilmente encontrado no comércio).

Pelo mesmo ábaco da Fig. 2.5., verificamos que a velocidade da água nessa tubulação mais fina seria bem maior (1,3 m/s) e que a perda de carga (resistência ao escoamento), também cresceria bastante (16 m/km).

Assim, como temos apenas 12 m.c.a. de pressão disponível, não seria possível escoar aquela vazão de 10 l/s entre os dois pontos situados na mesma cota do terreno.

Se, após a primeira verificação com o diâmetro de 150 mm, por medida de "economia" tivesse sido utilizada a tubulação mais fina, sem antes ter sido analisada também a nova condição hidráulica do escoamento, seria constatada, e com surpresa desagradável, que a capacidade de escoamento dessa linha de 100 mm é de apenas 7,5 l/s. (Inferior portanto aos 10 l/s desejados).

2.7.2 PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS

As perdas de carga localizadas em conexões e peças especiais (curvas, tês, reduções, registros, etc.) normalmente utilizadas nas tubulações, nem sempre são levadas em consideração nos cálculos das adutoras ou redes de distribuição.

Para se ter idéia do "grau de imprecisão" que essa simplificação introduz nos cálculos, são indicadas na Tab. 2.1. alguns valores recomendados para a a

valiação das perdas localizadas (26 *). As conexões e peças especiais responsáveis pelas alterações do regime de escoamento da água provocam, conseqüentemente, perdas de carga af localizadas. O escoamento em trechos retilíneos de tubulações ocasiona também alguma perda de carga (como foi visto anteriormente).

TABELA 2.1.

PERDAS LOCALIZADAS EM PEÇAS E CONEXÕES (26, *).

Comprimento de canalização retilínea expresso em nº de Diâmetros.

Peças	Comprimento Expresso em nº de diâmetros	Peças	Comprimento Expresso em nº de diâmetros
Ampliação gradual	12	tê, passagem direta.	20
Redução gradual	6	tê, saída de lado	50
Curva 90°	30	tê, saída bilateral	65
Curva 45°	15	válvula de retenção (Basculante)	100
Junção	30	válvula de pé com Crivo	250
Registro de gaveta	8		

Assim, uma curva de 90° colocada em qualquer ponto da tubulação de 150 mm (0,15 m) do exemplo anterior (10 l/s), aumentaria o valor da perda de carga de uma parcela que poderá ser avaliada, aproximadamente, da seguinte maneira:

A perda de carga na peça é a mesma que ocorreria em trecho de canalização retilínea de comprimento 30 vezes o Diâmetro (Tab.2.1.), isto é, com comprimento de:

$$30 \times 0,15 = 4,5 \text{ m.}$$

Pelo ábaco da Fig. 2.5. vimos que a perda de carga, para aquelas condições de vazão e diâmetro, é de cerca de 2 m por quilometro de tubulação (0,002 m/m).

Como temos apenas 4,5 m de tubulação retilínea equivalente à curva, a

perda de carga seria de:

$$4,5 \times 0,002 = 0,009 \text{ m} = 0,9 \text{ cm.}$$

Como a perda de carga nos 1000 m de canalização sem a curva, seria cerca de 2 metros, a introdução dessa peça criaria uma perda adicional provavelmente inferior a 1 cm (0,9 cm), sendo portanto desprezível para a maioria dos casos práticos reais.

2.7.3 TUBULAÇÕES DUPLAS – DIÂMETRO EQUIVALENTE

Nesse outro exemplo, suponhamos uma tubulação única, de 300 mm de diâmetro, cujo assentamento está previsto no eixo da rua de 1000 metros de comprimento, empregando tubos com paredes internas bem lisas (cimento-amianto, ferro fundido cimentado, etc.), para transportar a vazão de 100 l/s (360 m³/h).

Se um motivo qualquer (grande intensidade de trânsito não prevista no projeto), tornar mais conveniente o desdobramento dessa tubulação em outras duas, assentadas sob os passeios, os seus diâmetros deverão ser determinados de tal maneira que essa modificação não provoque alteração significativa nas pressões dos pontos extremos A e B da Fig. 2.6.

Pelo ábaco da Fig. 2.5., verificamos que para $Q = 100 \text{ l/s}$ e $D = 300 \text{ mm}$, a perda de carga seria de 5,4 m/km.

Decidido o desdobramento da tubulação, o próprio bom senso dirá que as duas canalizações das calçadas deverão ser executadas com diâmetros inferiores a 300 mm.

Digamos que uma delas “m” seja de 250 mm. Como as perdas de carga devem ser controladas para que as pressões no ponto B não se modifiquem muito, pelo mesmo ábaco, com $J = 5,4 \text{ m/km}$ e $D = 250 \text{ mm}$, constatamos que o escoamento nesse trecho se fará com vazão de 60 l/s.

Logicamente, o outro trecho “n” deverá transportar 40 l/s (100 l/s – 60 l/s). No ábaco, vemos que para $Q \approx 40 \text{ l/s}$, se adotássemos o diâmetro de 200 mm, a perda de carga (7,5 m/km) nesse trecho seria muito superior a do trecho “m” (5,4 m/km), o que equivaleria a

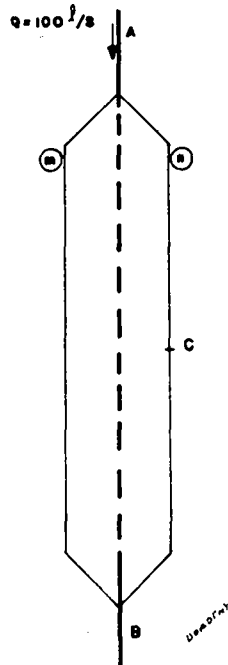


FIG. 2.6: - TUBULAÇÃO DUPLA,
ESQUEMA PARA CÁLCULO

dizer que o diâmetro escolhido foi muito pequeno.

Se adotássemos $D = 250$ mm, a vazão de 40 l/s nesse trecho “n” provocaria uma perda de carga de apenas 2,5 m/km. Como no ponto B, as duas pressões têm que ser iguais, pois as duas tubulações aí se interligam, verificamos que essa 2ª tentativa também não é satisfatória, sendo muito grande o diâmetro escolhido.

Teoricamente, a solução correta indicaria um diâmetro intermediário, que infelizmente não poderá ser adotado na prática, pois os tubos somente são fabricados com 200 mm ou 250 mm.

Assim, a tubulação “n”, deverá ser executada em dois trechos, com os dois diâmetros disponíveis.

Suponhamos que o primeiro desses trechos (A C), tenha 500 m de comprimento e 250 mm de diâmetro. A perda de carga será de:

$$0,5 \text{ km} \times 2,5 \text{ m/km} = 1,25 \text{ m.}$$

O segundo trecho, com o mesmo comprimento e diâmetro de 200 mm, provocará a perda de carga de:

$$0,5 \text{ km} \times 7,5 \text{ m/km} = 3,75 \text{ m}$$

Nessas condições, a perda de carga total na tubulação “n” será de:

$$1,25 + 3,75 = 5,00 \text{ m.}$$

Como a perda na outra canalização é de 5,4 m, essa pequena diferença de pressões em B poderá ser admitida na prática, já que não provocará maiores distorções no funcionamento real em relação às hipóteses adotadas nos cálculos.

Entretanto, o preciosismo numérico poderá levar a um aprimoramento da solução.

Em linhas gerais, verificou-se que admitindo dois trechos de mesmo comprimento naqueles dois diâmetros, a perda de carga total resultou um pouco inferior à necessária. Em outras palavras, a tubulação “n”, deveria provocar uma perda de carga pouco maior, para então funcionar em igualdade de condições com “m”.

Afim de conseguir isso, o comprimento do trecho de 200 mm deverá ser aumentado.

Verifiquemos o comportamento na seguinte hipótese:

1º trecho: diâmetro 250 mm; comprimento 400 m;

2º trecho: diâmetro 200 mm; comprimento 600 m;

A perda de carga no 1º trecho será: $0,4 \times 2,5 = 1,00$ m;

no 2º trecho será: $0,6 \times 7,5 = 4,50$ m;

Assim a perda de carga total = $1,00 + 4,50 = 5,50$ m, já será mais próxima à do trecho “m” (5,40 m), o que equivale a dizer que, na prática, as duas tubulações “m” e “n” escoarão respectivamente as vazões 60 e 40 l/s, cada uma delas com perda de 5,4 m, aproximadamente.

Matematicamente, através da resolução de equações relativamente complexas, poder-se-ia chegar a um resultado numericamente mais preciso, com número menor de tentativas. Entretanto, a utilização de conceitos hidráulicos mais simples e a aplicação da ferramenta mais grosseira, das “tentativas”, também conduzem a um resultado satisfatório.

2.8 DETALHES EXECUTIVOS

Em muitas ocasiões, a entidade encarregada da operação dos serviços, poderá ter definido algumas diretrizes básicas a serem aplicadas no sistema.

Assim, por exemplo, poderá ter estabelecido condições específicas para o assentamento de ventosas, de registros de descarga, execuções de ramais prediais, etc., com a finalidade de uniformizar os procedimentos, atender às condições de manutenção, etc.

Nessas condições, esses e alguns outros detalhes executivos, se existentes no projeto deverão atender às conveniências operacionais, quando já estabelecidas diretrizes próprias.

No item 10 são dados alguns exemplos de detalhes executivos, convenientemente incorporados aos projetos, e necessariamente definidos antes da execução das obras.

3 – SERVIÇOS PRELIMINARES DE UMA OBRA

Antes do início da construção propriamente dita, o planejamento adequado de uma série de providências que, de qualquer forma, terão que ser adotadas em tempo oportuno, facilitará, ou ao menos não atrapalhará, o andamento contínuo e ordenado dos serviços.

Valerá a pena “perder algum tempo” nessa fase preliminar, para depois recuperá-lo, folgadoamente, durante a construção.

A grande variedade de tipos de materiais empregados no assentamento de uma rede de distribuição ou adutora, diferindo entre si não só por características próprias, como pelas origens de fabricação, diâmetros, etc., pressupõe um armazenamento racional, com o que eles estarão disponíveis, e facilmente localizáveis, no momento de utilização.

A seguir, serão lembrados alguns itens julgados importantes para obras de porte médio. Evidentemente, muitas dessas preocupações tornam-se exageradas nas pequenas obras. Por outro lado, nas de grande vulto, com problemas especiais (de concreto, por exemplo), aquelas preocupações poderão ser insuficientes.

3.1 INSTALAÇÃO DO CANTEIRO

3.1.1 LOCALIZAÇÃO

Atendendo à necessidade de depositar o material recebido antes do início do assentamento, bem como de se instalarem alguns serviços de apoio indispensáveis à construção, deverão ser previstos terrenos e edificações, sempre que possível nos pontos mais próximos das principais frentes de trabalho ou dos centros de gravidade das áreas das maiores construções.

De acordo com as quantidades dos materiais a serem mantidos em estoque (cronogramas físicos de armazenamento, intimamente dependentes dos cronogramas de entrega dos materiais e do ritmo de execução das obras), de acordo com as conveniências próprias dos serviços e com as disponibilidades de terrenos suficientemente grandes, já com algumas benfeitorias existentes, será decidida sobre a oportunidade ou mesmo necessidade de CANTEIROS AUXILIARES além do CANTEIRO CENTRAL.

De qualquer forma, a criação de CANTEIROS AUXILIARES implicará

em maior controle administrativo, para que as vantagens da descentralização do armazenamento físico do material seja assegurada por um controle único (centralizado) de informações.

Sempre que possível, como deverão ser executados alguns melhoramentos para atender às condições satisfatórias de estocagem, será conveniente o aproveitamento das instalações da própria entidade encarregada da operação do sistema, pois essas benfeitorias servirão, posteriormente, para outros fins adequados.

Seria ilusória qualquer tentativa de esquematização de "regras gerais" válidas para qualquer caso.

Atendendo às conveniências acima apontadas ou à inúmeras outras, típicas de casos ou cidades particulares, será escolhida a melhor solução, não sem antes considerar e ponderar as diversas variáveis possíveis.

3.1.2 TERRENO

3.1.2.1 Tamanho

A quantidade de material que deverá permanecer em estoque, talvez seja o fator mais importante para a definição da área necessária. Entretanto, se for o caso, também deverá ser considerada a possibilidade de se iniciar a construção antes da entrega total do material, para que se consiga o melhor aproveitamento da área disponível.

Além disso, deverão ser previstos espaços para as instalações dos serviços de apoio: serraria, oficina, garagem, etc.

3.1.2.2 Topografia

Excepcionalmente os terrenos disponíveis oferecerão condições ideais para a estocagem, tornando-se necessárias obras complementares de terraplanagem ou de compactação. Nos locais previstos para as tubulações e conexões mais pesadas, deverão ser tomados cuidados elementares, porém indispensáveis, de controle de erosões do terreno (Ver CASOS nº 12 e 13).

3.1.2.3 Limpeza

A preocupação de manter limpo o local de armazenamento e de serviços de apoio, nem sempre deverá ser considerada como recomendação de caráter eminentemente estético ou de conforto. A vegetação rasteira e de porte dificilmente imaginado como prejudicial à segurança do depósito ou às atividades dos trabalhadores, poderá incendiar-se danificando os materiais mais resistentes às "intempéries" (Ver CASO nº 1). Por outro lado, a presença de árvores maiores oferecerá um

sombreamento natural para os materiais menos resistentes aos efeitos dos raios solares (Ver CASO nº 27).

3.1.2.4 Cerca

O terreno deverá ser cercado, nem sempre por razões imediatas ou exclusivas de segurança, evitando os "extravios" indevidos (principalmente em se tratando de tubos ou conexões de grandes diâmetros, pesando algumas toneladas), mas principalmente para o estabelecimento, psicológico inclusive, dos limites de propriedade.

Qualquer outro detalhamento eventualmente imaginado, deverá ser providenciado pelo poder de policiamento legalmente instituído para exercer essa atividade.

3.1.2.5 Acesso

Como os terrenos disponíveis nem sempre estão em regiões densamente habitadas, será muito provável a precariedade das condições de acesso, ao menos para os pesados veículos de transporte. Se alguns cuidados com a consolidação das vias de trânsito, execução de galerias de águas pluviais, etc., não forem providenciados convenientemente, a execução da obra poderá ficar subordinada, ao menos em certas épocas chuvosas do ano, às possibilidades de acesso aos depósitos de materiais (Ver CASO nº 31).

3.1.2.6 Iluminação

Dependendo do ritmo de execução da obra, do melhor aproveitamento da habilidade dos encanadores, ou das condições de trânsito diurno entre o depósito e as frentes de serviço, poderá tornar-se necessário o transporte noturno do material para a vala.

Nessas condições, os depósitos deverão ser adequadamente iluminados, ao menos com lâmpadas portáteis, distribuídas conforme as conveniências (Ver CASO nº 19).

3.1.3 DEPÓSITOS

3.1.3.1 Ao ar livre

Os materiais de grandes diâmetros, muito pesados e resistentes às ações do tempo, deverão ser armazenados, com vantagens, ao ar livre. Assim, poderão ser

mais facilmente movimentados e transportados (Ver CASOS nº 3, 4, 7, 16, 17, 19, e 23).

Os tubos e as conexões serão empilhados ou agrupados conforme os seus diâmetros e origens de fabricação, mas sempre atendendo às condições de segurança do pessoal encarregado do manuseio e do próprio material. No empilhamento dos tubos, deverá ser considerado, para a determinação do número máximo de camadas, não só a própria resistência dos materiais, como também as possíveis ações externas, mesmo que eventuais, provocadoras de freqüentes rolamentos das camadas superiores. Assim, o escoramento adequado e a formação de pilhas mais baixas, evitarão danificações desnecessárias nos tubos e outros graves problemas (Ver CASOS nºs 3, 4, 16 e 21).

Para o controle do crescimento de vegetação sob ou ao redor dos materiais estocados e utilizados posteriormente na construção do sistema de abastecimento d'água, não serão usados produtos químicos inibidores (herbicidas). Bem mais seguro será o lançamento de um lastro de pedra britada, permitindo a remoção manual da rala vegetação que ainda germinará, em menor quantidade.

3.1.3.2 Depósitos somente cobertos

Alguns materiais, como os tubos de plástico (PVC rígido), deverão ficar protegidos das ações diretas dos raios solares, através de simples coberturas. Dependendo do período em que esses materiais serão mantidos no depósito, poderá ser adotada a solução de cobertura mais econômica. Uma estrutura leve de madeira, facilmente desmontável e aproveitável, posteriormente, poderá suportar telhas de madeira, cimento-amianto ou mesmo placas de plástico (Ver CASOS nºs 28 e 29).

Em terrenos densamente arborizados, a remoção da vegetação rasteira criará condições ideais para o depósito desses materiais, com o sombreamento natural propiciado pelas árvores de grande porte (Ver CASO nº 27).

3.1.3.3 Depósitos cobertos e fechados

Principalmente os materiais pequenos, ou aqueles que não resistem também às ações das chuvas, deverão ser depositados em locais fechados, mas ventilados sempre que possível.

O aproveitamento de edificações já existentes, através de pequenas adaptações convenientes, poderá ser conseguido mediante entendimentos com outros órgãos públicos ou mesmo particulares, visando sempre condições tecnicamente satisfatórias e economicamente razoáveis.

A seguir, são relacionados alguns materiais que, preferível ou necessariamente, deverão ser mantidos em ambientes fechados e sujeitos a um controle mais rigoroso. A própria análise dessa relação indicará sua parcialidade; qualquer detalhamento maior torná-la-ia tão mais enfadonha quanto mais perigosamente incompleta se pretendesse abranger *todos* os materiais que sugerem esses cuidados especiais:

anéis e arruelas de borracha; conexões de PVC; parafusos; cimento; barras de chumbo; tubos e conexões para ligações domiciliárias; adesivo, solução limpadora e lubrificantes para juntas; lençóis de borracha para arruelas de flanges; trenas; níveis; etc. (Ver CASO nº 34).

3.1.4 EDIFICAÇÃO

3.1.4.1 Para administração

Dependendo da quantidade de materiais estocados, da intensidade de sua movimentação diária e da estrutura do órgão encarregado da construção, o controle administrativo dos estoques não precisará ser efetuado, necessariamente e em sua totalidade, no próprio local de armazenamento. De qualquer maneira, algumas tarefas mínimas deverão ser executadas no local (por exemplo, as anotações de entrada e saída de materiais), com o que dificilmente poderá ser dispensada uma instalação para esse controle (Ver CASO nº 33).

Somente depois de estabelecidos os níveis de controle em cada depósito auxiliar e a maneira de se efetuar a indispensável centralização de informações que, posteriormente, evitarão as “pergrinações” pelos diversos pontos de consultas para o atendimento às mais elementares consultas, poderão ser dimensionadas as instalações administrativas necessárias dentre as quais destacam-se:

- sala para fichários,
- locais para consultar plantas e desenhos,
- máquinas de escrever,
- vestiários e sanitários, etc.

3.1.4.2 Para serviços

Além das dependências para a administração e o armazenamento do material em ambientes fechados, deverão ser previstas as instalações dos outros serviços auxiliares de suporte à execução da obra:

SERRARIA:–

preparando e armazenando a madeira necessária ao escoramento de valas, sinalizações, empilhamento de materiais, etc. (Ver CASO nº 35).

OFICINA MECÂNICA:–

podendo incluir instalações para soldas, cortes de tubos, ferramentarias para encanadores e pedreiro, geradores, reparos de viaturas,, etc.

3.2 ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO

3.2.1 CENTRALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES

Antes de definir os locais de estocagem, disposição dos materiais, edificações necessárias e outros detalhes compatíveis com a boa organização de cada depósito isolado, será de fundamental importância o estabelecimento da centralização de informações a respeito dos materiais existentes em cada canteiro auxiliar.

Os canteiros perfeitamente organizados, com os materiais corretamente separados segundo seus diâmetros e atendendo às maiores exigências de limpeza e conservação, teriam pequena valia prática se uma frente de serviço qualquer não conseguir resposta rápida e segura a uma consulta sobre a quantidade e local de armazenamento de determinado material.

Em resumo, poderemos dizer que um Canteiro está bem organizado, ao menos fundamentalmente, sempre que puder prestar informações rápidas e seguras a respeito do material sob seu controle, assegurando, além disso, condições de imediato atendimento físico de entrega.

Estabelecidos esses requisitos principais: informação rápida e atendimento imediato, as demais recomendações a eles subordinadas, atenderão às condições particulares de cada caso.

3.2.2 CONTROLE FÍSICO DO MATERIAL

Para se estabelecer um sistema racional de controle, torna-se necessário antes de mais nada, definir exatamente os objetivos pretendidos.

O aproveitamento de determinado sistema de controle para outras finalidades paralelas, embora aparentemente exija “apenas” mais algumas anotações adicionais, frequentemente perturba o controle principal, pois origina uma série de novas operações e anotações não previstas inicialmente.

A conseqüência mais comum será a burocratização excessiva, com um papel gerando muitos outros e perdendo-se o objetivo principal que seria tão somente o de controlar a movimentação dos materiais, sem impedi-la.

Imaginemos, como exemplo, a ampliação da rede de distribuição e construção de nova adutora numa cidade de tamanho médio, sendo o material fornecido pela entidade pública e a construção contratada com diversas firmas particulares. Suponhamos que, por uma série de razões, não foi possível, ou mesmo conveniente, a concentração de todos os materiais num único depósito, mas que o controle esteja centralizado, por exemplo, numa das dependências da própria entidade encarregada da operação do sistema existente.

Em poucas palavras, esse Controle Central de Materiais – CCM, deverá saber, a todo instante, as quantidades e tipos de materiais armazenados em cada depósito.

TRÊS VIAS COLADAS NO BLOCO

1ª e 2ª VIAS - PICOTADAS

REQUISITADO		REQUISIÇÃO DE MATERIAIS				OBS. * *	
Forma 5" 7/3/70						Nº RM - 0003	
POR EM						VIA :	
ITEM	MATERIAL	QUANT/ UNID.	ANOTAÇÕES DO CONTROLE CENTRAL				
			CLASSIF	DEP.	OBSERV/QUANT.	RUBRICA	
01	tubos cimento amianto, cl 15, 150mm	4000/m	T.003	A	atende/10kl	Ren	
02	anéis borachá, p/ tubos de 01	2000/un.	A.017	A B	atende/1500 " / 500	Ren	
03	registo chato, 150mm, p/ tubos de 01	50/un.	R.035	B	atende/10	Ren	
04	caminhão marca Fle	1/un.	-	-	não atende	Ren	
OBSERV.		DEP.		ENCARREG.		ATENDIMENTO	
Item 03 - quantidade excessiva		A		Ren		TRANSP.	
		B		Ren		DATA	
** Devolução de materiais						7/8/70	
						7/9/70	

- 1ª via :- CONTROLE CENTRAL DE MATERIAIS
- 2ª via :- REQUISITANTE (TRANSPORTADOR)
- 3ª via :- REQUISITANTE (FIXA NO BLOCO)

FIG. 5.1 - MODELO DE IMPRESSO PARA REQUISIÇÃO DE MATERIAIS

(DIMENSÕES: 210 x 148mm; TAMANHO A₃ DA ABNT)

O C.C.M., delegará a cada Canteiro Auxiliar a incumbência de mantê-los limpos, com os tubos e conexões convenientemente separados segundo os diâmetros, etc., conforme diretrizes e especificações pré-estabelecidas. Ao se preocupar excessivamente com esses e outros detalhes, o CCM, poderá não exercer satisfatoriamente o seu objetivo principal que é o do controle físico (quantitativo).

Suponhamos que a firma "S" faça a REQUISIÇÃO DE MATERIAIS - nº RM 00013, preenchendo as três colunas da esquerda, conforme o modelo M-001, indicado na Fig. 3.1. Cada firma manterá em seu poder tantos blocos M-001 quantos necessários, já devidamente numerados, com as requisições em três vias. A 3ª via permanecerá no bloco, servindo para o controle de emissão. As outras duas (carbonadas) serão destacadas e remetidas ao CCM que fará as anotações das quatro colunas restantes, rubricando cada item. Nesse exemplo, o item 01 deverá ser totalmente atendido, ficando o depósito A autorizado (pela rubrica do CCM) a efetuar a entrega daquele material.

Aproveitando a mesma requisição, a firma S pede também outros materiais. Os anéis de borracha (item 02) deverão ser atendidos parcialmente pelo depósito A e o restante pelo B. A essa conclusão deve ter chegado o CCM após consultar os saldos disponíveis nas suas FICHAS DE ESTOQUE (modelo M.002) Fig. nº 3.2. Analogamente, o item 03 da requisição foi parcialmente atendido (pedidos 50 registros - atendidos apenas 10), não por insuficiência de estoque, mas porque a quantidade solicitada foi julgada excessivamente grande (ver observação no Modelo M.001).

Sumariamente, o CCM não atendeu ao item 04, e nem se justificou...

Para complementar o preenchimento da Requisição, o CCM consultará o seu fichário, atualizando-o imediatamente com as anotações nas Fichas de Estoque correspondentes aos respectivos materiais e depósitos (Fig. 3.2).

MATERIAL		UNIDADE	CLASSIF.	DEPOSITO	
Tubo de cimento amianto, classe 15 - 150 mm		m	T-003	A	
DATA	DOC. Nº	ENTRADA	SAIDA	SALDO	OBSERV.
2/3/70	NF-30/147/70	50000	-	50000	*marca comec 25/2/70
3/3/70	RM-00001	-	10000	40000	Firma "R"
7/3/70	RM-00013	-	4000	36000	Firma "S"
CIDADE		FICHA DE ESTOQUE			NOME DA ENTIDADE

Mod. M.002

FIG. 3.2 - MODELO DE IMPRESSO PARA FICHA DE ESTOQUE (DIMENSÕES: 148x105mm, TAMANHO A DA ABNT)

Nesse fichário, a cada material corresponderão tantas fichas quantos sejam os depósitos em que esteja armazenado. De posse das duas vias do modelo M-001, o requisitante retirará do depósito A todo o material indicado no item 01 e parte (1 500) daquele do 02. Nessa ocasião, será preenchida e rubricada a 1ª linha do espaço "atendimento", tanto pelo encarregado do depósito como pelo requisitante (transportador).

Com procedimentos análogos serão (ou não) atendidos os demais itens da Requisição, nos depósitos indicados.

A 1ª via da Requisição ficará retida no último depósito e, posteriormente, remetida ao CCM que a arquivará, por exemplo, por ordem numérica crescente.

A 2ª via acompanhará o material até a frente de serviço, servindo para facilitar a correção (complementação) das informações da 3ª via do requisitante, alteradas pelo CCM.

Cada depósito auxiliar também deverá manter atualizado o seu fichário de Fichas de Estoque (M-002), para o controle sistemático do material ali depositado.

Periodicamente, serão confrontadas as Fichas análogas, do depósito e do CCM, efetuando-se as eventuais correções necessárias.

OBSERVAÇÕES

a) No caso de extravio da 1ª via de qualquer Requisição, o CCM terá condições imediatas de solicitar ao requisitante uma cópia da 2ª (ou 3ª) via. Assim, embora essa possibilidade seja bastante remota (já que o requisitante deverá manter o Impresso até o último depósito para aí também retirar o material), sempre será melhor correr certo risco (plenamente calculado e corrigível), do que simplesmente recorrer à multiplicação exagerada de números de vias de um mesmo documento.

b) Pelos mais diversos motivos, qualquer requisitante poderá devolver parte do material pedido. Dependendo da frequência de devoluções, será mais aconselhável a criação de um novo impresso para atender exclusivamente à essa finalidade. Entretanto, se tal ocorrer, apenas esporadicamente, será mais prático (e econômico) o aproveitamento do modelo M-001, assinalando o espaço reservado ao "nº da RM" e esclarecendo em "observ." que aquele impresso corresponde a uma "devolução dos materiais" (Fig. 3.1).

3.2.3 FICHAS DE PRATELEIRA

Normalmente, as Fichas de Prateleira contêm as seguintes indicações: Descrição do Material, Unidade utilizada para a Contagem, Classificação conforme o código implantado pela entidade, além das tradicionais "entrada, saída e saldo".

Muitas vezes essas Fichas de Prateleira são implantadas juntamente com as de Estoque. O argumento para a duplicidade de controle, é que além de fornecer as informações de saldos de material nas proximidades do mesmo (na prateleira), será realizado por pessoa diferente da que preenche as Fichas de Estoque, criando-se

pois, as condições para que sejam confrontadas duas anotações diferentes e constatados os eventuais erros.

Quando não se puder contar com pessoal realmente capacitado, em quantidade suficiente, será melhor realizar apenas um controle, confiando nele, que implantar muitos, desconfiando de todos.

Além disso, como grande parte do material será depositado ao ar livre, essas "Fichas de Prateleira", deverão ser substituídas por pequenas placas indicativas, contendo apenas a descrição sucinta, mas clara, do material ali armazenado (Ver CASO nº. 25).

3.2.4 ESTOQUES MÁXIMO, DE ALARME E MÍNIMO

Nas Fichas de Estoque dos materiais de utilização normal na operação do sistema, geralmente são indicados os estoques Máximo, de Alarme e Mínimo, entendendo-os respectivamente como:

3.2.4.1 Estoque Máximo

a quantidade que não deverá ser ultrapassada, pois o material poderá se deteriorar com o tempo (sulfato de alumínio, cal, cimento, etc.), ou ultrapassar a capacidade de armazenamento das instalações do depósito;

3.2.4.2 Estoque de Alarme

a quantidade que ainda atenderá ao funcionamento normal do sistema, enquanto se providencia a nova aquisição;

3.2.4.3 Estoque Mínimo

a quantidade abaixo da qual deverão ser efetuadas as compras em regime de urgência, pois o estoque existente, poderá ser insuficiente já para a próxima requisição.

Como o material da construção é adquirido globalmente, para uma obra bem definida, somente em casos excepcionais terá sentido a preocupação de controlar os saldos existentes com essa finalidade de assegurar quantidades para o atendimento das necessidades de execução.

3.2.5 DISPOSIÇÕES DOS MATERIAIS

3.2.5.1 Programação Preliminar

Os terrenos disponíveis deverão ser desenhados em escalas convenientes, para uma avaliação da suficiência, ou não, da área total existente e dos melhores locais de armazenamento conforme os tipos dos materiais.

Evidentemente, se eles forem suficientemente planos, bastarão plantas contendo as distâncias horizontais; se acidentados, à elas serão acrescidas as indicações dos acidentes principais.

Com esses desenhos e as quantidades dos materiais que permanecerão armazenados, poderão ser definidos claramente os locais mais convenientes para os diversos estoques.

Nesse lay-out preliminar, a pretensão de um detalhamento excessivo, poderá descuidar algumas considerações fundamentais:

3.2.5.2 Ordem de Saída

Sempre que possível, a definição dos locais de estoque será estabelecido, ao menos aproximadamente, conforme a ordem de saída provável, imposta pela construção. Assim, serão colocados em locais próximos aos acessos, os materiais que sairão em primeiro lugar, não mais dificultando o transporte e movimentação, dentro do canteiro.

3.2.5.3 Materiais Pesados

As conexões e tubos de maiores diâmetros e pesos, serão colocados em locais de fácil acesso, dispostos de tal maneira que permitam a utilização dos equipamentos especiais para a movimentação e transporte e sobre terreno firme e livre de erosões (Ver CASO nº 24).

Sempre que possível, não bloquearão as passagens até os depósitos parciais de materiais mais leves (Ver CASOS nºs 22, 23, 25 e 26).

3.2.5.4 Critério para separação

De maneira geral, os tubos e peças deverão formar grupos e subgrupos diferentes entre si, ordenadamente segundo a importância do melhor critério para a separação e diversificação:

- 1) Tipo da peça e material de fabricação
- 2) Diâmetro
- 3) Classe

Assim, num canteiro qualquer, embora os materiais estejam convenientemente reunidos em grupos e subgrupos conforme os dois primeiros critérios apontados, serão tomadas precauções especiais sempre que na mesma obra houver materiais semelhantes em diâmetro, fabricação, etc., mas de classes diferentes (apropriados para pressões de serviços diferentes – itens 8.1.1.c; 8.1.2.3; 8.1.3.1.d). Se receberem marcas visíveis, de cores diferentes, poderão ser facilmente agrupados nos depósitos e, o que é mais importante, aplicados corretamente nas frentes de serviço.

Evidentemente, o funcionamento e flexibilidade de qualquer depósito dependerá não só do critério adotado para a separação física dos materiais mas, e principalmente, da capacidade de interpretação e improvisação do encarregado do Canteiro (Ver CASOS nºs 22 à 25).

O estabelecimento de diretrizes muito rígidas, ao menos na fase inicial, exigiriam um estudo detalhado (e por isso demorado), nem sempre compatível com a natureza da obra.

3.2.5.5 Materiais miúdos

Os materiais de pequenas dimensões, mas em grandes quantidades nos depósitos (parafusos, anéis de borracha, etc), poderão ser amarrados entre si, formando grupos de tamanhos convenientes ao manuseio, armazenamento, transporte e contagem (Ver CASO nº 36).

3.2.5.6 Materiais de utilização eventual

Mesmo quando a execução da obra esteja delegada à firmas particulares, a entidade pública, responsável principal pela construção, deverá manter uma quantidade mínima de materiais e equipamentos como: geradores, bombas para esgotamento, cimento, areia, etc., para que as suas insuficiências, ao menos temporariamente, não prejudiquem o andamento da obra (Ver CASO nº 34).

Muito mais caros que as aquisições dos equipamentos de reserva, são os atrasos de execução, cujas pesquisas de culpas nem sempre ficam claramente estabelecidas.

3.2.6 COMUNICAÇÕES E TRANSPORTE

Já em obras de porte médio, será de importância fundamental a facilidade de comunicação, ao menos com o Controle Central de Materiais.

Um telefone aí instalado, evitará que as frentes de serviço repitam desnecessariamente, requisições de materiais ainda inexistentes nos depósitos.

Por outro lado, a entidade pública embora encarregada apenas da fiscalização dos serviços, dificilmente se eximirá de algumas atividades executivas sem prejudicar o andamento da obra.

Assim, além das viaturas para o transporte de pessoal, deverá, também, possuir veículos apropriados para o transporte de cargas (caminhão, guinchos, etc.), mesmo que a sua utilização ocorra tão somente em caráter eventual (Ver CASO nº20)

3.2.7 CONTROLE FINANCEIRO

Usualmente, as fichas equivalentes ao Modelo 002 (Fig. 3.2.), para controle de estoques, são sobrecarregadas com outras colunas referentes aos preços dos materiais (preço unitário, preço total, saldos financeiros, etc.).

Essas operações, embora envolvam simples operações aritméticas, tomam muito tempo dos encarregados dos depósitos.

O mesmo controle poderá ser executado pelo pessoal especializado do Serviço de Contabilidade da Entidade, com maior eficiência, desde que disponha da relação de preços unitários de todos os materiais em depósito e de informações seguras sobre os quantitativos físicos movimentados. Nessas condições, a contabilização financeira será executada apenas quando necessária e a partir de valores globais movimentados em períodos razoáveis e convenientes.

3.3 SINALIZAÇÃO DA OBRA

“Qualquer obstáculo à livre circulação e à segurança de veículos e pedestres no leito das vias públicas terá, além do previsto no Regulamento do Código, a sinalização complementar de acordo com as normas, especificações e simbologia constante deste Regulamento e seus anexos”.

Este é o Artigo nº 1, da Resolução nº 402/68 do Conselho Nacional de Trânsito (54 *).

Mais importante que a classificação didática dos diversos tipos de bloqueios, variáveis conforme a localização da obra em relação à via pública (bloqueio central, parcial central, parcial lateral, etc.), e que os tipos de placas indicativas apropriadas, será a real intenção de efetivar uma sinalização necessária e como se viu, também obrigatória.

Será de fundamental importância o isolamento e sinalização dos serviços, senão para interromper ou diminuir a intensidade do trânsito de pedestres e veículos, em alguns trechos, coordenando-os de tal forma que se estabeleçam condições seguras de movimentação, ao menos para que a obra possa ser executada com a mínima interferência de pessoas ou veículos alheios à construção.

3.3.1 BLOQUEIO TOTAL

Quando o bloqueio for total, isto é, impedir o trânsito em qualquer sentido, serão utilizadas PLACAS DE BARRAGENS de madeira ou metal, pintadas nas

cores vermelha escarlata e branca, ao redor de toda a obra, conforme a Fig. 3.3 (Ver CASO n° 45).

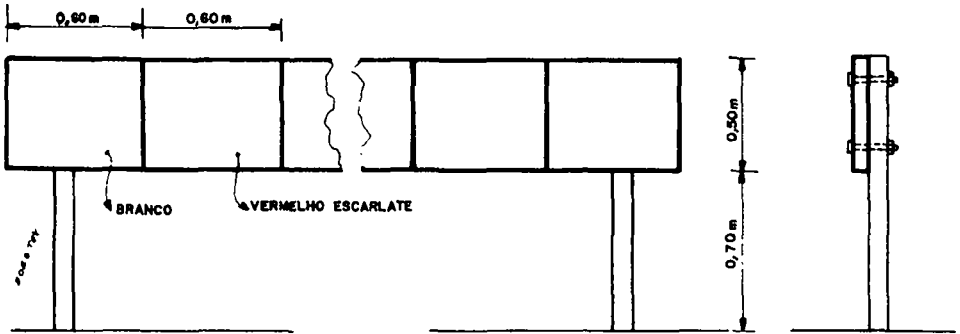


FIG. 3.3:- PLACA DE BARRAGEM PARA BLOQUEIO TOTAL (54*)

3.3.2 BLOQUEIOS PARCIAIS

Envolvendo também totalmente a obra, mas sempre que o bloqueio impedir apenas parcialmente o trânsito, serão utilizadas PLACAS DE BARRAGEM com o fundo pintado em cor branca e os indicativos de mão de direção, em cor vermelha escarlata.

Evidentemente, os indicativos de direção serão orientados em cada caso, para o lado que se pretende desviar o trânsito, sendo que o ângulo de 64° servirá, se tanto para orientar a elaboração das placas (Ver CASOS n° 47 e 48).

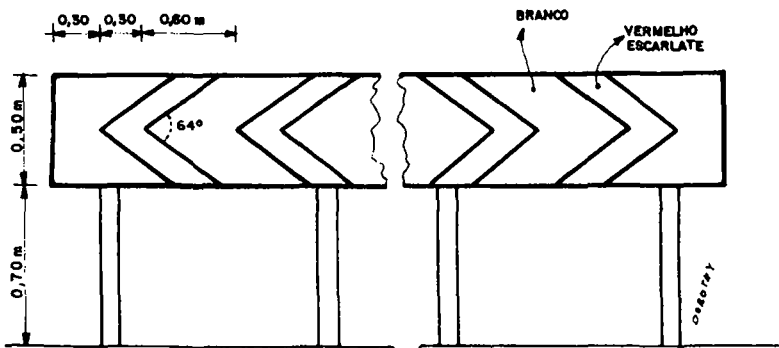


FIG. 3.4:- PLACA DE BARRAGEM PARA BLOQUEIO PARCIAL (54*)

3.3.3 ILUMINAÇÃO

Lembrando que à noite, não só as obras em execução, mas também as próprias placas de barragem constituirão sérios perigos ao trânsito, deverá ser prevista e executada uma iluminação conveniente, a fim de que os motoristas tenham tempo suficiente para desviar seus veículos.

Como nem sempre se disporá facilmente de energia elétrica nos locais necessários, essa iluminação poderá ser feita com lanternas alimentadas por corrente contínua (baterias, pilhas, etc.), ou queima de combustíveis usuais: gasolina, querosene, etc. (Fig. 3.5).

Além desses cuidados, e não apenas substituindo-os, deverão ser utilizadas tintas fluorescentes na pintura das placas, refletindo convenientemente a luz dos faróis dos próprios veículos (Ver CASOS n^{os} 41 à 44 e 46, 47).

3.3.4 SINALIZAÇÃO COMPLEMENTAR

Conquanto a demarcação de um triângulo pintado em cor amarela e "Zebrado em sua área interna", no pavimento da via pública seja uma recomendação do Código Nacional de Trânsito um tanto ou quanto difícil de ser atendida na prática, senão pela própria exiguidade de tempo com que se pretenderá executar a obra, como eficiência duvidosa dessa sinalização, algumas complementações serão realmente úteis. Assim, as placas de "Sinalização Preventiva de Advertência" (Atenção, Devagar, Desvio, Obras, etc.), colocadas à distâncias razoáveis da obra, terão efeitos práticos bem objetivos, podendo ser executados mais facilmente e reutilizados em outras ocasiões (Ver CASOS n^{os} 38, 39 e 45).

O modelo apresentado na Fig. 3.6, poderá ser montado, coerentemente num serviço de abastecimento d'água, com os materiais usuais (tubos e conexões) de ligações domiciliares.

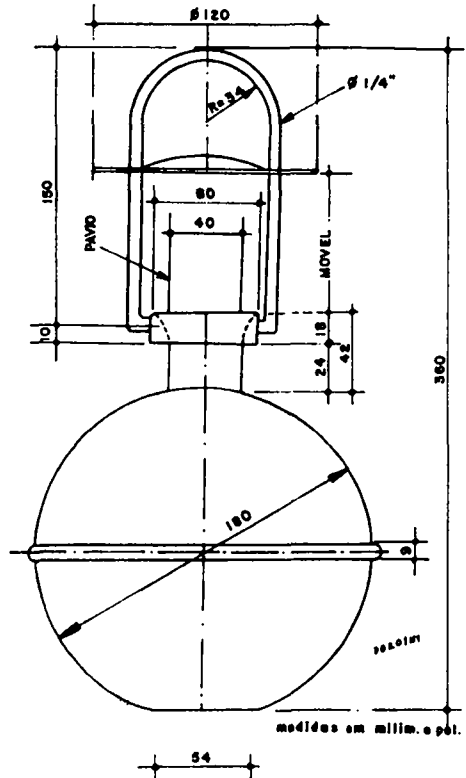
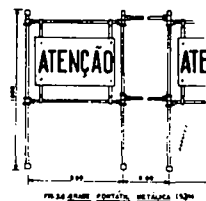


FIG. 3.5 - SINALIZAÇÃO A QUEROSENE (53*)



(*) Ver Cap. 16 - Referências.

Não menos úteis, como sinalizações preventivas de advertência e de orientação ao trânsito, serão as Tabuletas Indicativas de Homens Trabalhando e os Cones de Sinalização (Figs. 3.7 e 3.8). (Ver CASOS nºs 40 e 42).



FIG. 3.7:- TABULETA INDICATIVA DE "HOMENS TRABALHANDO" (54#)

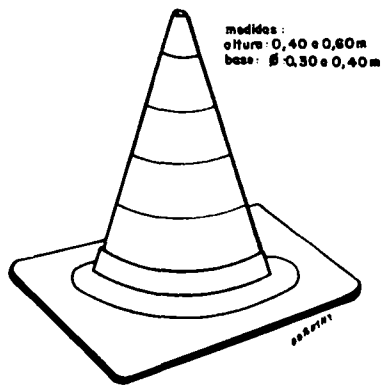


FIG. 3.8:- "CONE DE SINALIZAÇÃO" (54#)

As demais placas informativas, quando necessárias, deverão conter em destaque, as indicações que sejam de real interesse da grande maioria do público. Assim a um bloqueio qualquer em via pública, deverá corresponder em destaque, a informação da natureza da obra (Rede de Abastecimento d'água, por exemplo), e do prazo de conclusão.

Como informações de importância secundária ao público, e portanto em menor destaque, poderemos ter nas placas: Nome da Entidade Responsável; Firma Construtora; Órgãos Financiadores, Custos das Obras, etc.

Comentando a placa informativa sugerida na Fig. 3.9, poderá ser imaginado o comportamento normal de um transeunte qualquer num trecho de rua interrompida. Preliminarmente, indagará sobre a causa do bloqueio; terá essa informação em destaque, no espaço (A). Se aquele for o seu caminho diário, a próxima indagação poderá relacionar-se com o prazo em que se resignará com o transtorno e, talvez quanto isso terá custado aos cofres públicos. Seria por assim dizer, uma compensação psicológica para os seus aborrecimentos.

Se for lento o andamento da obra e o que mais lhe interessará, se a obstrução da via pública prolongar-se por muito tempo, a sua curiosidade naturalmente será orientada no sentido de identificar os responsáveis; encontrará resposta nos espaços B e C das placas, proporcionalmente.

Nessas condições, será interessante que o órgão público pondere sensatamente as informações realmente necessárias e úteis a quem se der ao trabalho de ler o conteúdo das placas (Ver CASO nº 38).

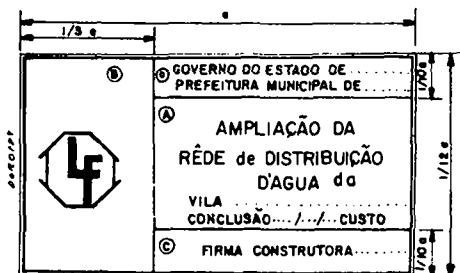


FIG. 3.9:- PLACA INFORMATIVA



4 – RECEBIMENTO E ACEITAÇÃO DOS MATERIAIS (31*).

4.1 GENERALIDADES

Tanto quanto os projetos dos sistemas de água devem ser bem feitos, os materiais com os quais eles serão construídos precisam ser da melhor qualidade. É de extrema importância empregar materiais cuja qualidade garanta que a vida útil da obra seja, pelo menos aquela prevista em projeto.

Depois da obra pronta, substituições e consertos seriam muito onerosos e prejudiciais. É útil lembrar que os gastos que daí adviriam não estão previstos nos planos de financiamento decorrentes dos estudos de viabilidade econômica e financeira, trazendo um desequilíbrio incômodo ao balanço de pagamento dos serviços.

Construir sistemas de água não deve parecer um jogo de loteria para o qual sempre há a probabilidade de “dar bilhete branco”. Bem ao contrário, a municipalidade tem que entrar no jogo da certeza: só comprar o material de qualidade comprovada.

Na compra do material, sempre é recomendável que se compre o mais barato possível, mais o mais barato entre aqueles realmente de boa qualidade.

Eliminada a possibilidade de dar “bilhete branco” nas compras dos materiais, selecionando-os entre aqueles de melhor qualidade, ainda não há a certeza de obter-se o prêmio maior do bom resultado final. Mesmo sendo bons, os materiais necessitam ser adequados aos vários usos. Por isso, além das qualidades intrínsecas de cada material, investiga-se qual se adapta e funciona melhor para cada uso.

4.1.1 NORMAS, ESPECIFICAÇÕES

Os responsáveis pelos serviços de água jamais devem permitir que se comprem materiais sem que haja a orientação de profissionais em saneamento básico, através das especificações de um projeto ou de uma consulta técnica. É fato do conhecimento de todos que se gasta muito mais, com resultados menos satisfatórios, quando se constrói sem um projeto e uma fiscalização de profissionais especializados.

Como saber se determinado material é bom e adequado? Como saber se esse material vai trabalhar satisfatoriamente sob as condições a que será submetido? Como evitar que se procure atingir um limite de qualidade muito superior àquele

realmente necessário, encarecendo por demais as obras?

Pode-se muito bem evitar o seguinte raciocínio: se tubos de ferro ou aço enferrujam, então vamos comprá-los de aço inoxidável. Há normas e especificações elaboradas exatamente para resolver esses problemas de limites mínimos de qualidade. Para que se tenha esse instrumento disciplinar quanto à qualidade dos produtos manufaturados ou beneficiados a partir da matéria-prima, existe a Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT) e outros órgãos oficiais como a Divisão de Ensaio e Normalização do CETESB, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), em São Paulo, o Instituto de Engenharia Sanitária da SURSAN, no Rio de Janeiro, etc.

A ABNT, estabelece normas que valem para todo o território nacional.

4.1.2 INSPEÇÕES E ENSAIOS

De grande importância, são também as atividades de inspeção que esses órgãos exercem. No campo ou no laboratório, os seus técnicos examinam e ensaiam cada tipo de material para confrontar as suas características reais com o que é exigido nas Normas Oficiais.

O controle de qualidade dos materiais e equipamentos adquiridos mediante licitações de entidades oficiais, já é uma necessidade sentida, constituindo-se rotina de trabalho, aperfeiçoado dia-a-dia.

As atividades principais da entidade encarregada da operação de um sistema de abastecimento d'água, na maioria dos casos, divergem radicalmente daquelas compatíveis com as avaliações de qualidade dos diversos tipos de materiais utilizados nas construções. Já a fase de fiscalização da obra sobrecarregará a entidade estruturada unicamente para exercer a operação do sistema.

Seria um contra-senso, ao menos econômico, pretender que as diversas entidades municipais se equipassem para efetuar os mais diversos ensaios nos materiais empregados na construção.

Com esse objetivo, alguns órgãos convenientemente aparelhados, exercerão essas atividades de ensaios e inspeções, em caráter regional e economicamente.

Entretanto, como toda regra, essa também admite exceção. Os ensaios de recebimento de hidrômetros, por exemplo, poderão também ser efetuados pela própria entidade encarregada da operação do sistema, já que, como rotina operacional e obrigatoriamente, efetuará a aferição e manutenção desse equipamento.

4.1.3 CUIDADOS COM O MATERIAL

O material bem comprado, bem inspecionado e bem ensaiado, mesmo assim necessita de outras atenções. Métodos apropriados e cuidados especiais são de grande importância no seu carregamento, transporte, descarga, armazenamento e manuseio. Muito embora, outras entidades oficiais também orientem nessas importantes tarefas, há a necessidade da colaboração das municipalidades.

Assim, como o fazendeiro não deixa o seu arroz ao relento e nem o seu

gado à mercê da onça, o encarregado dos serviços de água também deve proporcionar aos materiais adquiridos um tratamento o mais adequado e sensato possível. Jamais permitirá que os materiais comprados para esses serviços sejam jogados, largados e danificados em terrenos ou dependências quaisquer. Também para essas tarefas há normas de procedimentos racionais e adequados. O menosprezo a isso, acarreta prejuízos tão importantes como aqueles de uma compra má. (Ver CASOS nº 31 e 32).

4.1.4 SELO DE QUALIDADE

Pode parecer estranho que para cada compra de materiais, materiais que muitas vezes são fabricados em série, se necessite tomar todos esses cuidados, fazer sempre inspeção e ensaios. Será que, tendo sido já comprados várias vezes materiais de determinados fabricantes com resultados satisfatórios, não se poderia passar a comprar esses mesmos materiais dos mesmos fabricantes, dispensando-se as inspeções e ensaios, para a verificação de sua qualidade?

A resposta é que, atualmente, não; futuramente, sim.

O CETESB está organizando uma sistemática de trabalho que permitirá conceder a certos materiais fabricados em série um SELO DE QUALIDADE. Consistirá de uma etiqueta ou marca a ser afixada ao material a qual representa a grande probabilidade que o fabricante seguiu todos os requisitos fixados nas normas para obter um produto que tenha todas as qualidades nelas exigidas. Os parâmetros que indicam as qualidades do material serão controlados pelo CETESB na própria fábrica, compreendendo o controle das matérias-primas, métodos e equipamentos de fabricação, mão-de-obra e o produto acabado, com todo o rigor. O referido selo só será concedido aos produtos de comprovada qualidade. Então, o material que tiver esse selo, enquanto o tiver, poderá ser comprado dispensando-se ensaios normais de recebimento.

4.2 TRANSPORTE DOS MATERIAIS

O veículo utilizado deve ser adequado, ou ao menos adaptado, ao tipo de material a transportar. Quando se tratar de tubos transportados por caminhão, a sua carroceria deverá ter as dimensões necessárias para oferecer um apoio contínuo, de modo que não sobrem partes dos tubos fora do veículo (Fig. 4.1.).

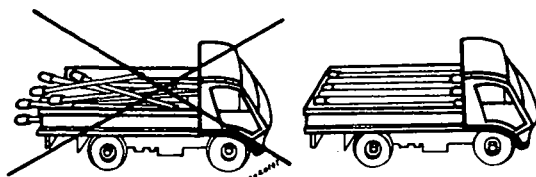


FIG. 4.1. - EMPILHAMENTO DOS TUBOS EM CAMINHÃO (SI*)

(*) Ver Cap. 16 - Referências.

O material deverá estar com a embalagem ou proteção necessárias antes do carregamento. Quando se tratar de tubos de cimento-amianto, PVC rígido e concreto, deverão ser dotados de proteção das pontas e bolsas.

O carregamento deve ser feito com dispositivo de levantamento compatível com o material, quando não puder sê-lo manualmente. As operações, devem ser coordenadas, sem golpes ou choques. As amarras ou ganchos de içamento (patolas), devem ser colocadas e protegidas de modo a não danificar o material ou o seu revestimento, quando houver.

Os movimentos devem ser tais que evitem choques ou arraste (Fig. 4.2 e CASO nº 31).

Na formação de carga, deve-se respeitar as alturas máximas permisíveis pelos códigos de trânsito.

Os tubos de concreto simples não devem ser empilhados sem a devida proteção com ripas e calços.

Quando se tratar de tubos com bolsas é necessário adotar um sistema de formação de carga, de modo que as bolsas não se toquem. É recomendável adotar-se a colocação alternada de tubos, com uma camada com as bolsas no sentido inverso da camada anterior e sobrando para fora das pontas. (CASOS nºs 4, 6, 8, 10 e 16).

Sendo os tubos de PVC rígido ou de cimento-amianto é recomendável separar as camadas com ripas (Fig. 4.3 e CASOS nºs 19, 21 e 28).

A colocação de tubos menores dentro de outros de maior diâmetro só é permitida quando se tratar de tubos sem revestimento. Havendo essa possibilidade aqueles colocados internamente, deverão ser calçados de modo a não se movimentarem em trânsito.

Para o transporte de quantidade pequena, e havendo a possibilidade de se completar a carga do veículo com outros materiais, os tubos devem ser separados destes, para que não hajam

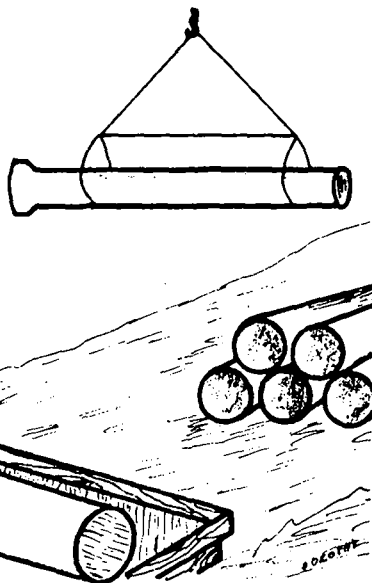


FIG. 4.2.- SISTEMA DE SUSPENSÃO POR QUINCHO (70*)

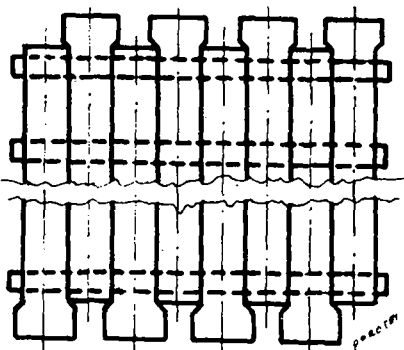


FIG. 4.3.- RIPAS DE APOIO PARA SEPARAÇÃO DAS CAMADAS; DISTÂNCIA MAX. 150mm(31*)

atritos, choques ou contato com materiais contundentes.

De qualquer maneira os tubos devem ser calçados convenientemente (Fig. 4.4 e CASOS n^{os} 2, 6 e 10).

Ao proceder-se à amarração da carga, devem-se tomar precauções para que as amarras não danifiquem os materiais ou o seu revestimento. Nos pontos de contato das amarras com o material, serão colocadas almofadas de proteção. A fixação deve ser firme, de modo a impedir qualquer movimento da carga em trânsito. Em se tratando de material de fácil manuseio ou passível de danos pelas intempéries, a carga deverá ser coberta com encerado amarrado (Ver CASOS nos 10, 11 e 14).

Quando a carga chegar ao seu destino, a pessoa encarregada do recebimento, deverá conferi-la tendo em vista a comparação com a nota fiscal e a rejeição dos materiais porventura danificados no transporte.

4.3 DESCARGA E ARMAZENAMENTO DOS MATERIAIS

Só é permitida a descarga manual livre para os materiais de pouco peso, isto é, dos que possam ser suportados por duas pessoas. Para os materiais mais pesados, dever-se-á usar dispositivos adequados como guindastes, talhas, pranchões de madeira apoiados no chão e no veículo auxiliados por cordas ou cabos de aço.

Jamais deverá ser permitido atirar o material so solo (Fig. 4.5), deixá-lo cair ou se chocar com outros materiais. A movimentação deve ser coordenada, sem golpes e choques, na direção vertical, sem arrastamento. Também não é permitido jogar os materiais sobre pneumáticos, colchões de areia ou terra fofa.

Na descarga, é necessário evitar-se a formação de estoque provisório em

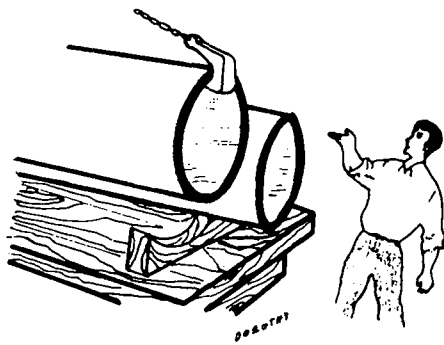


FIG. 4.4.- CALÇO PARA O TRANSPORTE DE TUBOS (70 *)

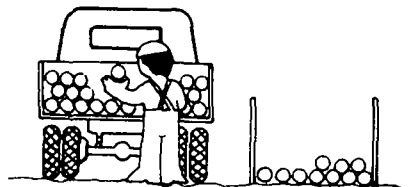
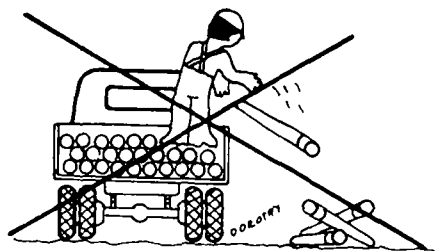


FIG. 4.5.- DESCARGA DE TUBOS DIRETAMENTE NO LOCAL DE ESTOCAGEM (31 *)

lugares inadequados, evitando-se deixá-los jogados ao longo das ruas, ou mesmo em campo aberto (Ver CASO nº 31). Deve-se sempre, ao contrário, descarregar os materiais nos lugares pre-estabelecidos para a estocagem definitiva.

Quando se tratar de materiais sujeitos a alterações pelo efeito das intempéries, como tubos de PVC rígido (Fig. 4.6), ou facilmente danificáveis, como tubos de cimento-amianto, sempre será exigida a estocagem num almoxarifado onde esses materiais devem ter todas as proteções adequadas a cada caso.

Na formação das pilhas de estocagem de cada material particular, será necessário seguir as instruções e cuidados a ele prescritos (Fig. 4.7) (Ver CASOS nºs 3, 4, 16, 19, 27 e 37).

Na estocagem deverão ser observadas as seguintes alturas máximas de pilhas de tubos.

- Tubos de ferro fundido . . . :2 m
- Tubos de cimento-amianto :2 m
- Tubos de PVC rígido . . . :1,5 m

Também será conveniente agrupar cada material no estoque de modo a facilitar as operações de inspeção.

Os tubos deverão formar lotes com as seguintes quantidades recomendáveis:

- de 100 a 200 tubos, para tubos de concreto;
- de 1.000 tubos, para tubos de cimento-amianto;
- de 3.000 tubos, para tubos de ferro fundido.

Outras recomendações complementares sobre os cuidados referentes ao armazenamento das luvas, anéis de borracha, registros, etc., são feitas nos itens 3.1 e 3.2.

4.4 MOVIMENTAÇÃO DOS MATERIAIS

A movimentação dos mate-

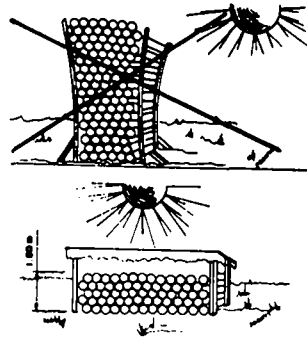
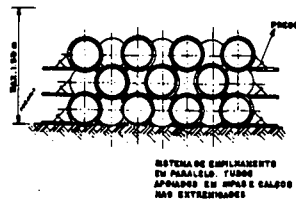
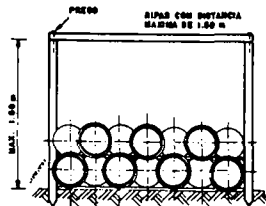


FIG. 4.6 - ESTOCAGEM DE TUBOS DE PVC RÍGIDO COM PROTEÇÃO CONTRA O SOL. (SI *)



SISTEMA DE EMPILHAMENTO EM PARALELOS TUBOS APOIADOS EM SUPES E CALÇOS NOS ESTRECHAMES



SISTEMA DE EMPILHAMENTO EM PARALELOS TUBOS APOIADOS EM ALÇAS E ESTACAS CRIADAS COM CONTRAPONTAMENTO SUPERIOR

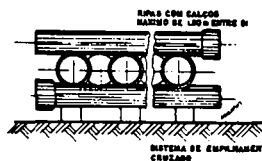


FIG. 4.7 - SISTEMA DE EMPILHAMENTO DOS TUBOS DE PVC RÍGIDO, COM PONTE E SOLA. (SI *)

riais, mesmo em distâncias pequenas, deve ser feita com processos, equipamentos e cuidados apropriados que não lhes causem nenhum dano.

Cada material exige um método diferente, peculiar às suas características físicas.

Deve-se sempre evitar choques com materiais ou outros objetos.

Nunca se deve arrastar pelo chão qualquer material. Para a sua movimentação, deve-se empregar corretamente o equipamento disponível mais apropriado, como seja carretilha, talha, guincho, carreta, carriola, etc. (Fig. 4.8) (Ver CASOS n^{os} 84, 88, 95, 98, e 100).

Os materiais mais leves, cujo peso permite que sejam movimentados manualmente, cada pessoa ou grupo de pessoas deve carregar a quantidade que não obrigue ao arrastamento ou movimentação desordenada. (Fig. 4.9).

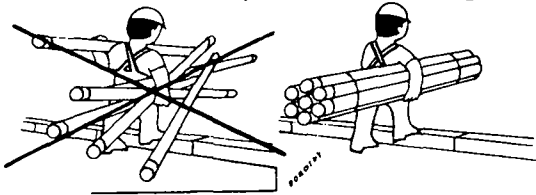


FIG. 4.9.- TUBOS LEVES, TRANSPORTADOS EM FEIXE (31*)

Quando se tiver que rolar tubos revestidos externamente, dever-se-á usar pranchões de madeira desempenada, pouco espaçados, para não danificar o revestimento. Não se deve usar alavancas para empurrar o tubo, porque danificaria o revestimento. O melhor é empurrar manualmente, com um número maior de operários.

Se não houver equipamento de carga e descarga, os tubos devem ser rolados sobre pranchões de madeira apoiados, no chão e na carroceria com velocidade de queda controlada por meio de, pelo menos, duas cordas seguras, pelo número de homens compatíveis com o peso do objeto (Fig. 4.10).

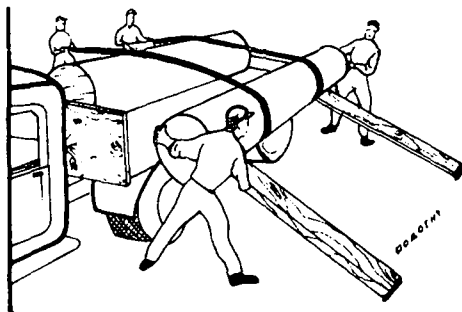


FIG. 4.10.- DESCARREGAMENTO DE TUBOS COM

(*) Ver Cap. 16 – Referências.

Se cada corda der duas voltas ao redor do tubo, o maior atrito criado permitirá que os esforços necessários para a sustentação sejam menores.

Por esse processo também será possível interromper a descida do tubo a qualquer momento, com o mínimo esforço, forçando a uma superposição das duas voltas da corda (68 *).

Nunca se deve empregar ganchos, cabos de aço, correntes com patolas desprotegidas, para a movimentação mecânica. Os ganchos ou cabos de aço devem ser envolvidos com borracha ou lona (Ver CASO nº 84).

Ao descer-se um tubo ao fundo, dever-se-á fazê-lo de modo que a extremidade do mesmo não se choque com a extremidade do outro tubo já assentado. O tubo deve descer com a extremidade um pouco afastada da extremidade do outro tubo já assentado e depois levado lentamente até a bolsa deste, com o eixo alinhado ao eixo do outro, sem qualquer choque entre si (Ver CASO nº 100).

Quando se manuseia materiais sujeitos a fraturas por flexão, como tubos de concreto armado e tubos de cimento-amianto, dever-se-á tomar as precauções previstas nos cálculos, colocando os apoios nos pontos que causam menores tensões e esforços.

A movimentação de tubos de concreto simples exige cuidados especiais por causa da sua fragilidade, principalmente na ponta e na bolsa (Ver CASO nº 31).

Em virtude da fragilidade do revestimento e da deformabilidade, os tubos e conexões de aço exigem também tratamento especial na sua manipulação. É terminantemente vedado o uso de corrente, alavancas, ganchos, peças de madeira estreitas, cordas, cabos de aço, sem a devida proteção. Deve-se usar vários pranchões largos e tiras de lona para a movimentação dos tubos, tendo-se sempre extremo cuidado com o revestimento betuminoso. Qualquer contato que, se necessário, houver entre o tubo e aqueles elementos de elevação e sustentação, que não sejam largos e macios, deverá ser feito nas pontas, onde não há revestimento (Ver CASO nº 95).

Quando for necessário rolar os tubos de aço revestidos no solo, é necessário fazê-lo com sacos cheios de palhas ou em cima de vários pranchões de madeira desempenada, caso o terreno seja plano (Ver CASO nº 7).

Na manipulação dos tubos de aço revestidos, não é permitido aos operários, andarem calçados sobre o revestimento dos mesmos. Na estrita necessidade, os mesmos deverão andar descalços (Ver CASOS nºs 94, 95 e 190).

4.5 INSPEÇÃO E RECEBIMENTO

Nenhum material deve ser empregado na obra sem antes ter sido inspecionado, ensaiado e recebido por um órgão oficial.

Mesmo aqueles materiais comprados diretamente pelas prefeituras municipais ou Serviços Autônomos, devem ser submetidos à essa inspeção.

A inspeção de recebimento dos materiais consiste no exame dos mesmos e na verificação se eles estão de acordo com as normas e especificações e outros requisitos técnicos previstos em contrato.

O exame dos materiais pode incluir:

- inspeção de fabricação, na própria fábrica, com acompanhamento dos ensaios necessários das matérias-primas e produtos acabados;
- inspeção de materiais acabados, na fábrica ou no almoxarifado da localidade de entrega dos materiais e formação das amostras para ensaios;
- ensaio de campo e de Laboratório dessas amostras;
- seleção dos materiais imperfeitos ou danificados, mediante procedimentos normalizados;
- emissão de certificados e pareceres técnicos acerca dos resultados da inspeção, exames e ensaios;
- decisão pela aceitação ou rejeição dos lotes de materiais examinados.

Além disso, podem ser feitos estudos e experiências de laboratório para o aperfeiçoamento dos materiais existentes e a comprovação da qualidade dos novos materiais lançados no mercado.

Até há poucos anos, as grandes obras no país, eram executadas com material importado, sujeito a rigoroso controle de qualidade nos países de origem, de adiantado estágio tecnológico. As obras menores, eram executadas com materiais nacionais, sem controle de qualidade, o que acarretava grandes prejuízos pelo mau desempenho e pouca durabilidade.

Hoje o Brasil conta com várias instituições tecnológicas, com equipes técnicas especializadas em normas e recebimento de materiais e equipamentos, que *vêm se aperfeiçoando e acumulando experiência de modo alentador.*

Essas equipes têm capacidade de garantir o recebimento dos materiais de fabricação nacional com a mesma eficiência dos técnicos estrangeiros de antigamente. Por isso, não se deve permitir o emprego de materiais sem essa tão útil inspeção de recebimento.

Sem embargo, para garantir-se uma inspeção de recebimento realmente eficiente e barata, é necessário cercar o pedido e a entrega dos materiais de alguns cuidados contratuais, que permitam e facilitem a sua execução.

Em primeiro lugar, não devem ser aprovados projetos sem que as especificações de materiais estejam detalhadas de acordo com as melhores normas e especificações. (Ver item 2.3).

Em segundo lugar, como já foi referido acima, o edital de concorrência deve vir munido de condições que garantam e facilitem a correta e oportuna inspeção de recebimento dos materiais e equipamentos.

Em terceiro lugar, também como já foi referido, o contrato tem que ser redigido com as cláusulas que assegurem o fiel cumprimento dos requisitos técnicos para um recebimento de acordo com as melhores normas de procedimento.

Em quarto lugar, é muito importante requerer a inspeção de recebimento de modo oportuno e com a antecedência adequada, a fim de evitarem-se atropelos e defasagens com a utilização dos materiais nas obras.

Em quinto lugar, é também de grande importância que sejam observadas todas as regras de boa estocagem, com o fim de propiciar uma inspeção rápida e eficiente, mormente na escolha de locais adequados, facilidade de manuseio, formação correta das pilhas, disponibilidade de mão-de-obra e equipamentos satisfató-

rios de levantamento, etc.

Em último lugar, importa também lembrar a observância de todos os cuidados necessários ao manuseio posterior ao recebimento, com o objetivo de não danificá-los. Assim é que os responsáveis pelos serviços de água e esgotos, não devem descuidar da guarda dos materiais, já que os mesmos representam grandes somas de investimentos municipais.

Proceder com acurados cuidados na compra e recebimento descritos, aqui, é medida da melhor e inteligente técnica administrativa, pois evita enormes prejuízos e imprevistos danosos, que onerariam e impediriam o bom desempenho e solvência dos sistemas de água e esgotos. A não observância desses preceitos tem acarretado constantes e entristecedores prejuízos e ineficiência dessas obras, tão conhecidos de todos.

5 – LOCAÇÃO DA OBRA

5.1 ADUTORAS

Nem sempre a captação poderá ser feita nas proximidades da cidade, pois as águas poderão se apresentar em quantidades insuficientes e de qualidade não satisfatória.

Se as quantidades forem insuficientes durante algumas épocas do ano, torna-se necessária uma barragem para formar um reservatório de acumulação. Por razões diversas, essas obras são deslocadas dos centros habitacionais.

Outras vezes, os despejos da própria cidade ou de indústrias localizadas em sua periferia, contaminam de tal maneira o manancial de superfície, que a captação somente poderá ser feita em pontos afastados para que o tratamento possa ser mais simples e econômico.

Mesmo quando o manancial for subterrâneo e suficientemente profundo para evitar a poluição superficial, condições particulares hidrogeológicas da região, poderão localizar os poços em pontos distantes.

De maneira geral, ao menos grandes trechos das adutoras serão assentados em terrenos livres de edificações.

Para a elaboração do projeto, é feito um levantamento topográfico de uma faixa do terreno, com largura variável conforme o critério do projetista, diâmetro da tubulação e natureza acidentada do terreno. Nesse levantamento, atendendo às conveniências do projeto, serão determinadas as distâncias e as diferenças de cotas entre os pontos do terreno. A rigor, seria necessário apenas o levantamento topográfico de uma linha, que será o eixo da adutora. Entretanto, de posse de uma faixa do terreno, o projetista poderá adotar soluções mais interessantes, deslocando a adutora dentro daquela faixa conhecida, sem que sejam necessários levantamentos topográficos complementares (Ver item 2.5.2).

Poucas vezes, o projetista e o topógrafo responsáveis por esse levantamento preliminar, indispensável ao projeto mas não menos útil para a execução posterior da obra, têm o cuidado de “amarrar” suficientemente esse trabalho inicial, através de assinalação de pontos notáveis ou implantação de marcos de concreto.

Assim, o topógrafo familiarizado com a sua linguagem própria de “distâncias” e “ângulos”, costumeiramente apresenta o resultado de seus trabalhos apenas nesses termos.

O projetista entende essa linguagem suficientemente; o construtor nem sempre.

Objetivando tão somente o projeto, será suficiente a apresentação gráfica do terreno, com desenhos representando a disposição horizontal da linha (plantas) e as suas variações altimétricas (perfis).

Para a construção, embora essas representações sejam necessárias, nem sempre serão suficientes. Assim, na locação de uma adutora onde os “vestígios” da passagem do topógrafo já tenham sido apagadas pelo tempo, não tendo hávido o cuidado de se indicarem nos respectivos desenhos alguns pontos notáveis e facilmente identificáveis no campo (pedras de grandes dimensões, cercas, árvores, marcos de concreto, etc), poderá tornar-se necessário refazer, ao menos parcialmente, o levantamento topográfico (Ver Fig. 2.1).

Figuradamente, colocando-se o projetista na situação de quem irá construir a obra, esses “detalhes” executivos, normalmente omitidos no projeto mas que facilitam bastante a execução, serão anotados adequadamente, mesmo porque não implicam em acréscimos sensíveis de trabalho, mas tão somente de preocupação e intenção de facilitar outros serviços posteriores.

Entretanto, diz o ditado popular que “de nada adianta chorar sobre o leite derramado”. Se esses cuidados não foram tomados no projeto, a locação correta e segura da adutora no campo, deverá ser refeita com o auxílio de instrumentos de topografia (teodolitos, trenas, etc.).

Em obras especiais e de grande custo, se qualquer alteração ao que foi projetado implicar em modificações substanciais em seu funcionamento hidráulico, deverão ser tomadas precauções também especiais nessa fase de locação, através, por exemplo, de levantamento topográfico de precisão (Ver CASO nº 52).

Definida a locação em planta (no plano horizontal), restará estabelecer a profundidade de assentamento, função do material da tubulação e da qualidade do solo; excepcionalmente, em algumas travessias, deverá também ser considerado a natureza do trânsito no local (Ver CASOS nºs 158, 159 e 160).

5.2 REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Bem mais simples será a locação das valas de uma rede de distribuição de água, já que os desenhos do projeto conterão as informações básicas necessárias (nomes de ruas, praças, etc.).

Estabelecidos os diâmetros e comprimentos das tubulações em cada rua, restará definir os locais exatos de assentamento.

Para a locação em planta, em ruas com tubulações duplas, (ver item 2.7.3), cada distribuidor será assentado numa das calçadas (Fig. 5.1), com as vantagens de poderem ser colocadas em profundidades menores que se estivessem sujeitos às ações do trânsito pesado do meio da rua, de permitirem economia no custo de reposição de pavimentação, de



FIG. 5.1: - TUBULAÇÃO DUPLA - REDE DE DISTRIBUIÇÃO

atrapalharem menos o trânsito não só na fase inicial de construção como na de manutenção e, finalmente, de reduzirem os custos das ligações domiciliares, incluindo as respectivas reposições de pavimentos.

A única desvantagem dessa solução, que a inviabiliza como solução geral para a cidade, é o seu custo mais elevado. Esse fator, por sua própria natureza, terá que ser bem avaliado e confrontado com as vantagens apresentadas.

Nas ruas com tubulação única, por conveniências puramente hidráulicas, esse distribuidor deveria localizar-se à meia distância das casas, isto é, no meio da rua. Entretanto, outros fatores indicam o seu deslocamento transversal.

A colocação no terço médio da rua (Fig. 5.2) permitirá um afastamento razoável dos coletores de esgoto, reduzindo-se as possibilidades de contaminações (Ver CASO n.º 57). Observe-se, porém, que a água contida numa rede de distribuição estará sempre, durante as 24 horas do dia, sob pressão elevada (geralmente superior a 10 m.c.a.). Nessas condições, durante a operação normal de uma rede que atenda às exigências mínimas de funcionamento, a tendência natural será a da saída da água (vazamento) e não a sua entrada (contaminação).

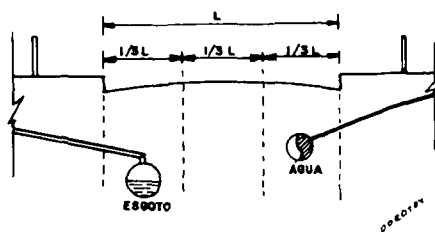


FIG. 5.2. - TUBULAÇÃO SIMPLES - REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Entretanto, mesmo numa rede decentemente operada, podem ocorrer situações especiais e localizadas em alguns trechos (como estouramentos), que provoquem a queda da pressão interna a tal ponto que, embora eventualmente, essa contaminação seja uma possibilidade bem mais provável.

Para evitar essas situações eventuais, mas possíveis mesmo num sistema bem operado, as duas redes (de água e de esgoto) deverão ser afastadas entre si.

Pelas próprias condições de funcionamento, os coletores de esgoto normalmente serão assentados em maiores profundidades, a fim de permitirem uma declividade mínima nos ramis prediais, que também funcionam pela ação da gravidade.

Essa exigência não será necessária nas redes de distribuição de água, já que as pressões internas serão sempre elevadas, geralmente variando entre os valores de 10 a 50 metros de coluna d'água (m.c.a.).

Numa rede bem projetada, construída e operada, os trechos mais elevados estarão submetidos à pressões internas mínimas da ordem de 10 m.c.a., suficientes para abastecer diretamente uma edificação de dois andares, sem o emprego de reservatórios domiciliares (caixas d'água) (Ver item 10.8.5).

Com maior razão, será totalmente desprezível, para os devidos efeitos hidráulicos de funcionamento, o enterramento das tubulações de mais ou menos alguns centímetros, já que grande parte da rede estará sujeita à pressões mais elevadas ainda (geralmente até 50 m.c.a.).

Assim, a locação vertical das tubulações será determinada unicamente

por questões de resistência dos materiais, características do solo, condições do tráfego e eventualmente de obstáculos construídos no local (Ver item 6.2.3 e CASOS n^{os} 59 à 63.

6 – ABERTURA DAS VALAS

6.1 RETIRADA DO PAVIMENTO

Antes de qualquer obra em ruas pavimentadas da cidade, ou em trechos de rodovias, os órgãos responsáveis pela sua manutenção, deverão tomar conhecimento prévio da natureza dos serviços a serem executados, prazos previstos para início e conclusão, providências necessárias para a reposição do pavimento, conveniência da interrupção ou diminuição do tráfego com soluções alternativas possíveis, etc.

Esses órgãos poderão prestar informações valiosas sobre a natureza do pavimento e do solo em cada trecho, bem como sobre a existência de outras obras enterradas no local (telefone, eletricidade, águas pluviais, etc.) evitando surpresas desagradáveis após o início da escavação das valas (Ver CASOS nºs 53, 57, 59, 60 e 61).

Paralelamente aos serviços de demolição da pavimentação propriamente dita, o material retirado deverá ser removido do local, se não puder ser reaproveitado posteriormente; se ainda útil na reposição do pavimento (paralelepípedos), deverá ser convenientemente disposto em local próximo à obra, mas de maneira que não atrapalhe os serviços e escavação da vala, depósito e assentamento das tubulações, e posterior reaterro e consolidação (Ver CASO nº 58).

Conforme a natureza do material utilizado na pavimentação, a sua demolição deverá ser feita por processos mecânicos (martelotes pneumáticos, etc.) ou manuais (paralelepípedos, etc) (28*).

6.2 ESCAVAÇÃO DE VALAS

6.2.1 PROCESSOS DE ESCAVAÇÃO

A escavação das valas poderá ser efetuada por processos manuais (pá, picareta, etc.), ou mecânicos (escavadeira, valetadeira, etc.) sempre que o material natural seja relativamente desagregado. (ver CASOS nºs 61 à 65).

Se utilizada a escavação mecânica, deverão ser tomadas precauções especiais para que não se danifiquem obras já executadas nas proximidades (tubulações

(*) Ver Cap. 16 – Referências.

de água, dutos de força, telefone e telégrafo, coletores de esgoto e águas pluviais, etc.) (Ver CASOS nºs 57, 59, 60, 61 e 117).

Quando o material natural apresentar grande consistência (rocha pura ou mesmo parcialmente decomposta), serão necessários equipamentos especiais (martelletes pneumáticos, etc.), e mesmo a utilização de explosivos, para a demolição (6.2.8.).

6.2.2 ALINHAMENTO DAS VALAS

No plano horizontal, a vala deverá ser escavada de maneira a permitir o maior alinhamento possível das tubulações (exceção feita para tubos de PVC soldáveis, conforme item 8.4.2.) o que facilitará não só a fase inicial de montagem, como também, e posteriormente, as eventuais atividades de localização e reparos de vazamentos.

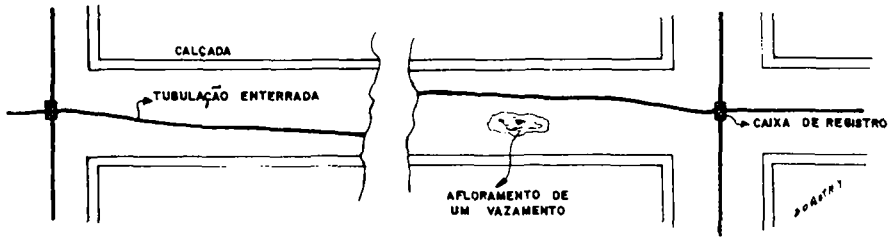


FIG. 6.1:- INCONVENIÊNCIA DA FALTA DE ALINHAMENTO HORIZONTAL

No plano vertical, e principalmente para adutoras, o assentamento dos tubos deverá ser feito de maneira a evitar a criação de muitos "pontos altos" onde o ar se localizaria, prejudicando o funcionamento dessas linhas.

O controle criterioso da profundidade das valas, poderá resolver satisfatoriamente situações bastante frequentes como a esquematização na Fig. 6.2. , onde a ondulação natural do terreno e mais a preocupação de manter constante a

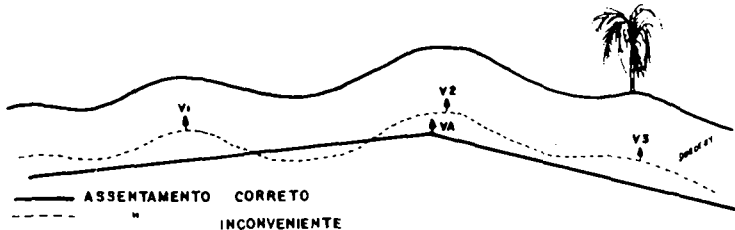


FIG. 6.2:- ALINHAMENTO VERTICAL

profundidade da vala (em tracejado), ocasionaria a formação de muitos pontos altos, nos quais, para um bom funcionamento da linha, deverão ser instaladas ventosas para a retirada automática do ar (Ver item 10.5).

Na mesma Figura 6.2., em traço contínuo, esquematiza-se a solução mais recomendada para muitas situações onde o acréscimo dos volumes de escavação e profundidade máximas atingidas podem ser controladas dentro de faixas toleráveis.

Essa preocupação do alinhamento do plano vertical não será tão importante nos casos de redes de distribuição, onde o ar acumulado poderá ser extraído através das ligações domiciliares. (Ver item 10.8.3.4)

6.2.3 PROFUNDIDADE DAS VALAS

A profundidade da vala dependerá do diâmetro da tubulação que será assentada no trecho, do material de fabricação dos tubos, do tipo de juntas, da qualidade do solo e dos procedimentos utilizados no reaterro da vala, além da intensidade e natureza do trânsito no local.

De maneira geral, considera-se satisfatória a profundidade que permita um recobrimento de no mínimo 80cm, no caso de assentamento sobre o leito de ruas ou travessias das mesmas, e de 60 cm no caso de assentamento sob passeio (Ver CASOS nº 55, 65 e 101).

O recobrimento das tubulações deverá ser considerado a partir da geratriz superior dos tubos.

As valas muito rasas, conquanto tenham um custo inicial mais baixo, pois permitem economias na escavação, assentamento e ainda no reaterro, correspondem às mais caras, se analisadas em prazo pouco maior. Assim, sob a ação intensa de agentes externos (peso de veículos, calor, etc.), as tubulações apresentarão vazamentos inevitáveis. Os custos dos consertos repetidos, além de outras desvantagens, anulará aquela economia pretendida inicialmente com a "economia" de escavação.

Por outro lado, as valas muito profundas, embora protejam melhor as tubulações contra as ações externas, nem sempre são vantajosas, pois, além dos custos iniciais maiores, poderão acarretar problemas construtivos de escoramento e esgotamento, não só durante a construção como também, e principalmente, na fase posterior de operação, manutenção e execução de ramais prediais.

Se a tubulação for assentada sob o passeio, mas em local de trânsito frequente de veículos pesados (acessos à postos de gasolina, etc.), a profundidade deverá ser aumentada ou adotada outra solução preventiva mais conveniente no caso (Ver CASO nº 102).

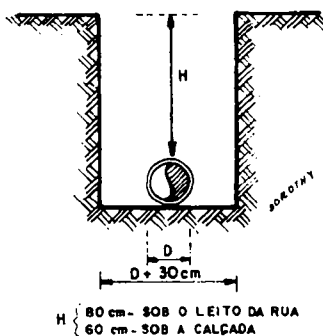


FIG. 6.3.- PROFUNDIDADE E LARGURA DA VALA

6.2.4 LARGURA DAS VALAS

A largura da vala deverá ser tão reduzida quanto possível; geralmente tem sido recomendada como satisfatória a largura $D + 30$ cm, sendo do diâmetro externo de tubulação (Fig. 6.3. e CASO nº 101).

Por vezes, a vala deverá ser alargada ao menos nas regiões próximas das luvas, conexões ou peças especiais, para que o acesso dos operários nas operações de montagem e de compactação do aterro não seja dificultado pela exiguidade do espaço (Ver CASO nº 89).

Evidentemente, isso dependerá muito do tipo de material da tubulação e suas juntas. Assim, por exemplo, serão muito mais frequentes os alargamentos (cachimbos) para o perfeito assentamento de uma tubulação de ferro fundido com juntas de chumbo, do que para a construção de uma linha, de mesmo diâmetro, em plástico soldável.

Se for necessário executar escoramento da vala, sua largura deverá ser aumentada, permitindo a instalação dos quadros, apoios, chapas, vigas ou pranchas exigidos no escoramento (Ver itens 6.2.1, 6.3.1 e CASOS nºs 66 à 71).

6.2.5 FORMA DAS VALAS

Dentro das profundidades consideradas normais, em terrenos de consistência razoável, a vala deverá ser escavada de maneira a resultar uma seção retangular (Ver CASO nº 101), com profundidade e largura satisfazendo às recomendações dos itens 6.1.2. e 6.1.3. (Fig. 6.4).

Em terrenos instáveis e sujeitos à desmoronamentos, muitas vezes o escoramento poderá ser evitado se as paredes laterais sofrerem inclinações compatíveis com a natureza do solo escavando (Ver CASO nº 52) ou com as condições de tráfego nas proximidades, mas sempre procurando preservar a forma retangular na parte inferior da vala (Fig. 6.5).

As escavações mais profundas também poderão ser executadas com paredes verticais de dois ou mais lances, facilitando inclusive as operações para remoção da terra escavada (Fig. 6.6).

Nesses casos, deverão ser considerados também os custos maiores com

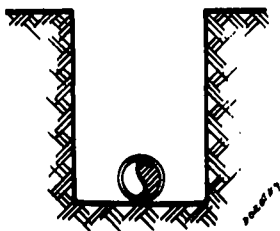


FIG. 6.4.- FORMA NORMAL DA VALA

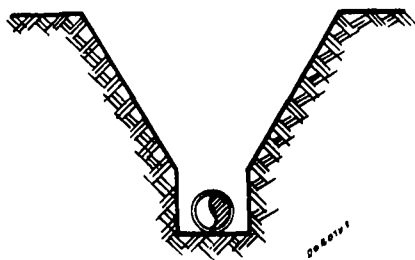


FIG. 6.5.- FORMA TOLERÁVEL EM TERRENO INSTÁVEL SEM ESCORAMENTO

escavações, reposição de pavimentos, danificações eventuais à outras obras, interrupção de tráfego, etc.

6.2.6 BASE DE ASSENTAMENTO

A vala deve ser escavada de maneira a constituir uma base uniforme e contínua, que permita o apoio integral do tubo em solo firme, em toda a sua extensão (Ver CASO nº 49).

Sempre que ao fim da escavação, o solo natural apresentar-se firme (sem possibilitar recalques diferenciais), contínuo (sem ondulações) e absolutamente isento de pedras ou saliências de outros materiais (que provoquem condições de apoios localizados), a tubulação deverá ser assentada diretamente sobre o fundo da vala.

Para que se obtenham essas condições de apoio, a escavação do trecho final deverá ser feita de maneira cuidadosa. Alguns trechos, com escavação excessiva em determinados pontos, serão regularizados através de pequenos reaterros do próprio material escavado e convenientemente apiloado.

Quando o fundo da vala apresentar uma superfície irregular, constituída por rocha (mesmo que decomposta), entulhos, cinzas, material orgânico, etc., sem oferecer aquelas condições exigidas de apoio integral e contínuo aos tubos, a escavação deverá ser aprofundada em cerca de 15 cm, para que a superfície seja regularizada com uma camada de terra natural, isenta de pedras ou corpos estranhos – geralmente chamada “colchão” ou “leito”, mas vigorosamente socada, até que se obtenham as condições de apoio integral e uniforme dos tubos em solo firme (Fig. 6.7.).

A situação esquematizada na Fig. 6.8., representando uma tubulação assentada diretamente no fundo de uma vala escavada em terreno rochoso, deverá ser evitada a fim de que os apoios localizados não danifiquem os tubos (Ver CASO nº 51).

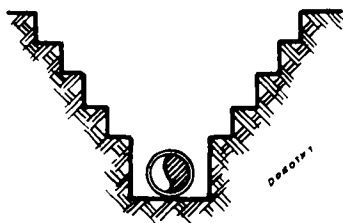


FIG. 6.6.- FORMA TOLERÁVEL, PARA GRANDES PROFUNDIDADES

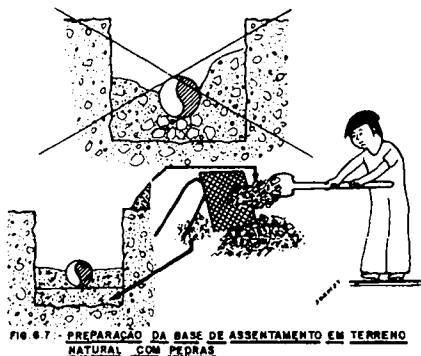


FIG. 6.7.- PREPARAÇÃO DA BASE DE ASSENTAMENTO EM TERRENO NATURAL COM PEDRAS

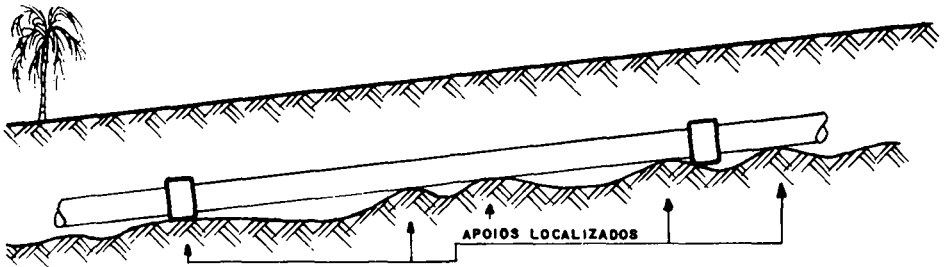


FIG. 6.8:- BASE IMPRÓPRIA PARA ASSENTAMENTO

Sempre que necessário, deverão ser escavados pequenos rebaixamentos no fundo das valas, chamados “nichos” quando utilizados para as operações de chumbação da junta dos tubos (Ver ítem 8.1.1.3) e que servirão também para que as juntas (inclusive luvas), não sejam os “apoios localizados” das tubulações (Ver CASO nº 97 e Fig. 6.9.).

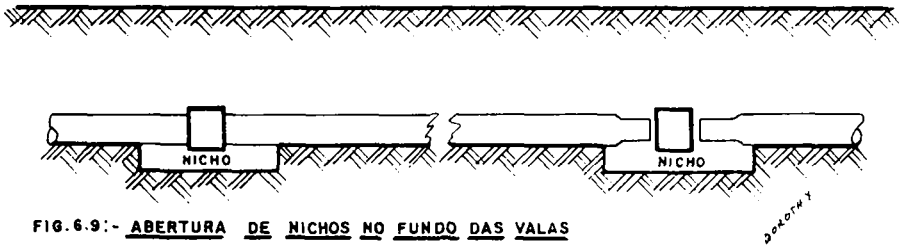


FIG. 6.9:- ABERTURA DE NICHOS NO FUNDO DAS VALAS

6.2.7 MATERIAL RETIRADO

O material retirado na escavação deverá ser colocado ao longo da vala, de maneira a não constituir risco para a obra ou estorvo para o desenvolvimento dos trabalhos posteriores. (Ver CASOS nºs 57 e 58).

A disposição desse material à uma distância conveniente da vala, evitará problemas de desmoronamentos parciais (Ver CASO nº 52), como também permitirá que se execute facilmente o reaterro normal, após o assentamento dos tubos. Além disso, colocando-se esse material sistematicamente de um só lado da vala, pode-se utilizar o outro lado para o armazenamento provisório dos tubos e peças especiais utilizados no assentamento, bem como para a livre movimentação do pessoal ou máquinas necessários nos serviços subsequentes (Ver CASOS nºs 54, 57 e 58).

Deverão ser tomadas precauções a fim de que as águas de chuvas não se

encaminhem para as valas abertas, ou que a terra escavada não seja carregada para galerias de águas pluviais (Ver CASO nº 56).

A fim de que os volumes de terra retirada não obstruam sarjetas ou pontos de drenagem natural, deverá ser garantido o escoamento das águas pluviais através de tubulações provisórias ou outros meios disponíveis e mais convenientes para determinada situação local. (Ver CASO nº 60).

As escavações e os materiais retirados não deverão impedir o acesso obrigatório de pessoas e veículos à edificações ou estradas, devendo-se instalar passagens provisórias, constituídas eventualmente por chapas e pranchões de madeira (Ver CASO nº 72).

6.2.8 ESCAVAÇÃO EM ROCHA

Para as escavações em rocha será conveniente a utilização de explosivos após entendimentos prévios com as instituições legais afetas ao assunto, para que se tomem previamente, as providências necessárias.

Os trabalhos deverão ser conduzidos por pessoal experiente, visando sempre a execução em condições que garantam plenamente a segurança de pessoas e propriedades vizinhas, utilizando, quando necessário, “tiros abafados” ou outras técnicas condizentes com situações locais (28 ¶) (Ver CASOS nºs 49 à 51 e 53).

6.3 PROTEÇÃO DAS VALAS

São freqüentes alguns acidentes que ocorrem após ou durante a escavação das valas, colocando em risco não só trabalhadores da própria obra, como também pedestres, veículos, animais, edificações ou outras construções enterradas nas proximidades, quando não prejudicam também os serviços já executados, ocasionando perdas financeiras e atrasos razoáveis.

Se analisadas sob esse aspecto, as medidas de proteção das valas tornam-se, além de obrigatórias, como muitas vezes o são para a própria continuidade das obras, também econômicas, por evitarem ocorrências “eventuais” mas nem sempre tão raras (Ver CASO nº 55).

6.3.1 ESCORAMENTO

Embora mais freqüentes na construção de rede de esgotos, onde a preocupação fundamental com a declividade constante da tubulação obriga ao seu profundo enterramento em alguns trechos, muitas vezes os escoramentos tornam-se também necessários para a execução de adutoras ou redes de distribuição d'água.

O escoramento consiste em proteger as paredes verticais da vala, evitando os desmoronamentos provocados geralmente, pela grande profundidade da vala, tipo do solo escavado, vibrações ou cargas móveis de veículos que passam nas

proximidades, peso do material de reaterro colocado ao lado, infiltrações de água do lençol freático, tempo durante o qual a vala permanecerá aberta, etc.

A apreciação dos fatores acima, ou de outros específicos em determinadas condições locais, indicarão a conveniência, ou mesmo necessidade, do escoramento como medida de proteção da vala.

Os materiais utilizados com maior frequência são a madeira e os perfis metálicos, escolhidos conforme o vulto das obras e as condições locais. As figuras 6.10, 6.11, 6.12 e 6.13, mostram alguns tipos usuais de escoramentos de valas (Ver CASOS nºs 66 à 71).

6.3.2 INCLINAÇÃO DOS TALUDES

Nem sempre, ou obrigatoriamente, a estabilidade das paredes laterais será conseguida através de escoramento. O mesmo objetivo poderá ser conseguido inclinando-se os taludes de um ângulo compatível com a natureza do solo escavado. (Ver CASO nº 52 .

Tal alternativa poderá ser adotada economicamente, nos trechos de pavimentação barata ou inexistente, sem problemas de tráfego intenso, ou de outras obras já executadas no local (Ver item 6.2.5).

6.3.3 DRENAGEM E ESGOTAMENTO

A vala deverá ficar isenta de água durante a escavação, assentamento da tubulação e posterior reaterro, para que se obtenham resultados satisfatórios quanto à estabilidade dos taludes, regularização do leito de assentamento, confecção de juntas estanques, grau de compactação do material de aterro, etc. (28 *).

Esses problemas poderão ser provocados por águas de chuvas, de vazamento de outras canalizações ou provenientes do lençol freático.

Os dois casos primeiros (águas de chuvas ou de vazamentos), poderão ser resolvidos com medidas geralmente simples e de caráter preventivo, desviando-se convenientemente o percurso do escoamento.

Entretanto, quando o fundo da vala ultrapassar o nível do lençol freático, deverá ser providenciado um esgotamento permanente durante a construção, para que essa água não dificulte os trabalhos de assentamento das tubulações, de compactação do aterro, ou mesmo provoque desmoronamentos durante as escavações. (Ver CASOS nºs 52 e 53).

Em decorrência das inúmeras variáveis relativas ao problema (vazão à ser esgotada, tipo do solo, equipamentos disponíveis, etc.) não é menor o número de soluções possíveis e adotadas na prática, as quais abrangem desde a utilização de simples baldes até bombas mais complexas empregadas segundo tecnologia específica. (Ver CASO nº 69).

A Figura 6.14. indica alguns detalhes de uma solução freqüentemente adotada, através de bomba centrífuga comum, equipada com mangote flexível.

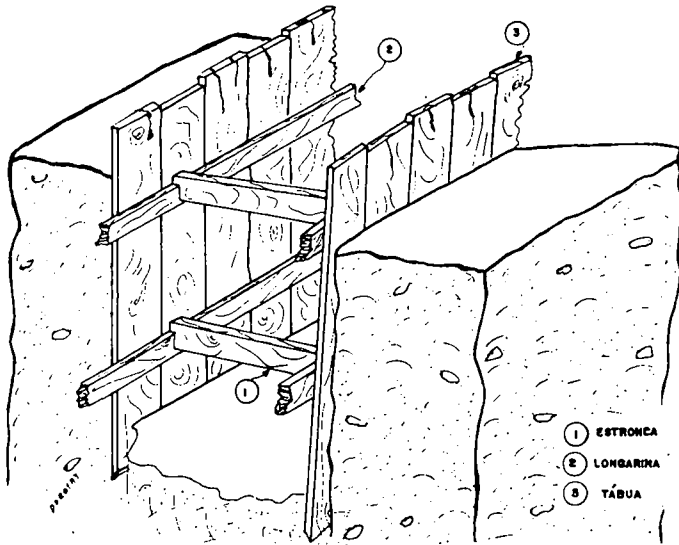


FIG. 6.10:- ESCORAMENTO VERTICAL CONTÍNUO - PERSPECTIVA

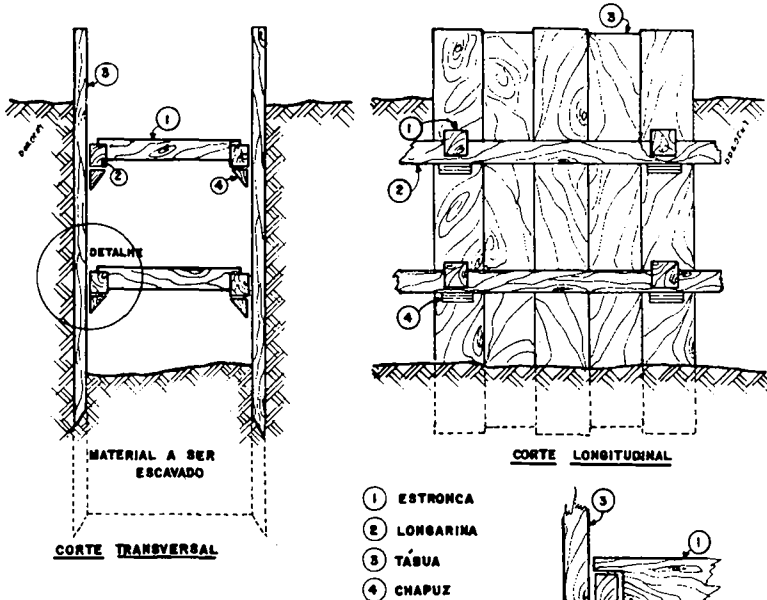


FIG. 6.11:- ESCORAMENTO VERTICAL CONTÍNUO - DETALHES

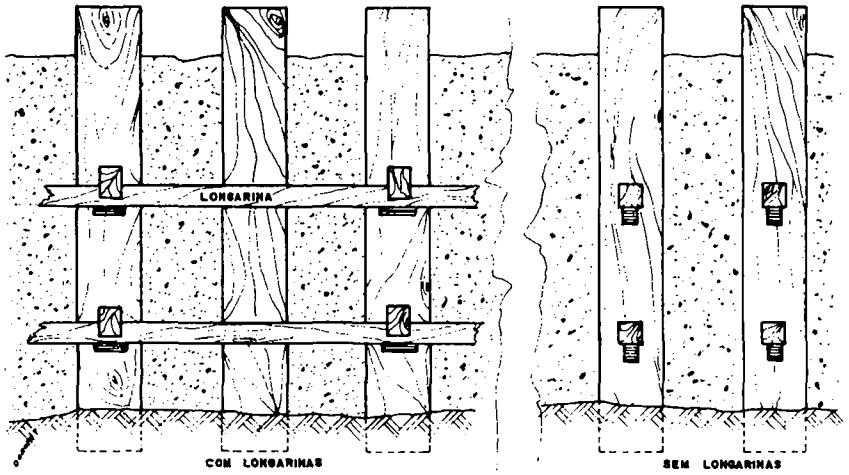


FIG. 6.12 - ESCORAMENTO VERTICAL DESCONTÍNUO

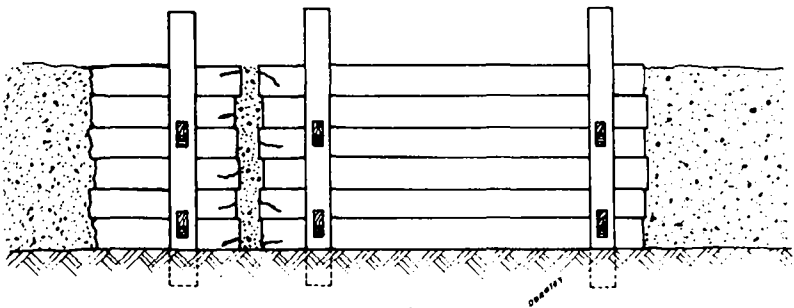


FIG. 6.13.- ESCORAMENTO HORIZONTAL CONTÍNUO

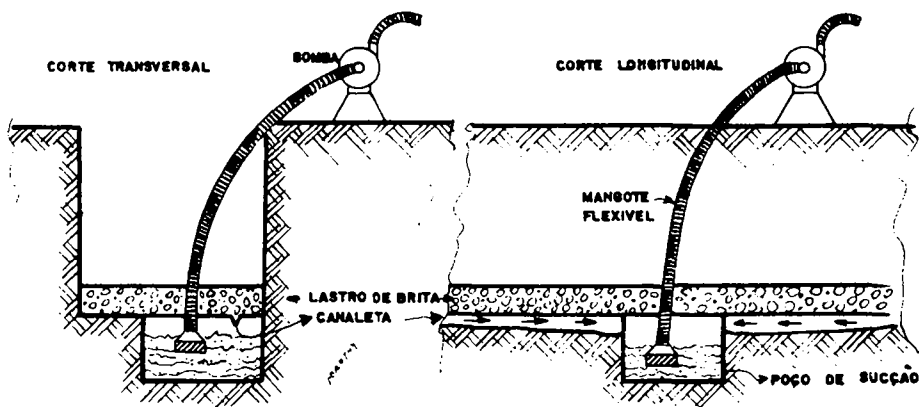


FIG. 6-14: - ESSOTAMENTO DE VALA COM BOMBA CENTRÍFUGA COMUM.

6.3.4 PROTEÇÃO À OUTRAS OBRAS

No decorrer da construção deverão ser devidamente protegidas outras obras já executadas nas proximidades.

Serão necessários cuidados especiais para a execução de apoios e suportes de coletores de águas pluviais e de esgotos, tubulações de água e gás, dutos de força, telefones e telégrafos, além de medidas de proteção e escoramento de obras na superfície, como postes, árvores, estradas de ferro, etc. (Ver CASOS nºs 57, 59, 60, 105, 158, 159 e 160).

Muitas vezes torna-se impossível evitar danificações em obras já existentes. Serão providenciadas medidas imediatas de reparos aos serviços atingidos, tais como serviços complementares para o seu pronto restabelecimento, mesmo que em caráter provisório. (Ver CASO nº 117).

De qualquer maneira sempre será interessante uma comunicação à entidade responsável pela obra atingida, a fim de que as medidas corretivas sejam assistidas também por ela.

6.3.5 SINALIZAÇÃO

No item 3.3, foram vistos diversos sistemas de sinalização que devem ser utilizados.

De qualquer maneira, não poderemos considerar suficientemente protegida a vala, nem os operários que nela trabalham, e muito menos as pessoas que se vejam obrigadas a transitar pelas proximidades, se a obra não estiver adequadamente sinalizada.



7 – PREPARAÇÃO DO MATERIAL ANTES DO LANÇAMENTO

De maneira geral, os materiais deverão ser cuidadosamente preparados um pouco antes ou imediatamente após a abertura das valas, a fim de atenderem às solicitações de montagem.

Essa preparação preliminar, consiste na disposição conveniente ao longo da vala, não só dos tubos, como das conexões e peças especiais, além de inspeção final antes do assentamento.

Os termos “um pouco antes”, ou “imediatamente após”, dependerão de uma série de fatores relacionados a seguir, separadamente por questão didática de apresentação, mas em verdade, intimamente entrelaçados para efeito de decisão

7.1 NATUREZA DOS MATERIAIS

As tubulações de ferro fundido ou de cimento-amianto, poderão ser deslocadas dos depósitos para as frentes de serviço com bastante antecedência, já que nada sofrerão quando expostas diretamente às intempéries no campo (Ver CASOS n^{os} 31, 71 à 74).

Nem sempre o mesmo poderá ser feito com os tubos e conexões de P.V.C. rígido, que precisam de algumas proteções contra os raios solares, para que não se deformem pelo calor (ovalização), dificultando as operações seguintes de montagem (Ver CASOS n^{os} 27 a 29).

As luvas de cimento-amianto, bem como as peças especiais e conexões de ferro fundido, seguirão para a frente de serviço, juntamente com os respectivos tubos, antes da abertura das valas (Ver CASOS n^{os} 73 e 74).

Os anéis e arruelas de borracha, parafusos, soluções limpadoras, colas, etc. somente serão deslocados para a vala no dia do assentamento (Ver CASOS n^{os} 27 e 36).

Já na beira da vala, será importante a verificação final dos materiais antes do seu lançamento e aplicação, para que, eventualmente, não se percam trabalhos com a montagem de tubos e peças defeituosas (Ver Item 7.6.1.).

7.2 TRÂNSITO NO LOCAL DA OBRA

As condições do trânsito de veículos e de pedestres nas proximidades da

obra, poderão definir a época mais conveniente do deslocamento do material para a frente do serviço.

Como exemplo, suponhamos o assentamento de uma tubulação de ferro fundido numa rua central da cidade, sujeita a tráfego bastante intenso.

A característica do material, se considerada isoladamente, indica o seu transporte para as proximidades da vala com bastante antecedência, a fim de que se elimine o “caráter de urgência” de uma série de providências posteriores. Entretanto, esse material colocado na via pública, prejudicará ainda mais as suas já precárias condições de trânsito. Isso poderá aconselhar que o deslocamento seja feito somente após a conclusão dos serviços de escavação, embora, “imediatamente após”.

Assim, compensando uma restrição de armazenamento local, deverão ser previstas condições suplementares de transporte para que não se prejudique a velocidade dos serviços de assentamento propriamente dito.

Evidentemente, essas situações serão bastante atenuadas nas redes de distribuição em bairros periféricos ou nos trechos de adutoras fora do perímetro urbano da cidade (Ver CASO nº 54).

7.3 TERRENO DA VALA

Muitas vezes, o tipo de terreno da vala ou as próprias condições de escavação, anteciparão o deslocamento dos materiais, independentemente da sua natureza ou intensidade local do trânsito.

Se a escavação estiver sendo feita com rebaixamento do lençol freático, o custo do bombeamento poderá justificar medidas adicionais de proteção dos materiais depositados ao longo das valas ou a interrupção mais prolongada do trânsito, sempre com objetivo de reduzir ao máximo o tempo de assentamento e, conseqüentemente, de funcionamento das bombas (Ver CASOS nºs 52 e 69).

Ao contrário, não deverão ser colocados durante muito tempo, materiais pesados nas proximidades das valas já abertas ou escavadas em terrenos instáveis.

Esses esforços, nem sempre previstos nos cálculos de escoamento, poderão provocar escorregamentos em locais insuficientemente protegidos (Ver CASO nº 55.)

7.4 CONDIÇÕES DE ACESSO

Outro fator que poderá estabelecer a época mais favorável para o deslocamento dos materiais até as frentes de serviço, será indicado pelas condições de acesso aos depósitos ou aos próprios locais de assentamento.

Os depósitos situados dentro do perímetro urbano, armazenando principalmente os materiais da rede de distribuição, com facilidade terão boas condições de acesso, mesmo porque seriam necessárias tão somente providências complementares de manutenção em alguns trechos de vias públicas.

Assegurando condições efetivas e razoáveis ao tráfego de caminhões pesados, mesmo em época de chuvas, serão efetivados reforços nas bases de rolamen

tos, desvios de águas pluviais, compactação rigorosa, etc.

Tais medidas deverão ser tomadas antes da ocorrência de situações embaraçosas ocasionadas por veículos atolados que, inevitavelmente, atrasarão as operações de montagem (Ver CASO nº 31).

Por outro lado, na execução de adutoras relativamente extensas e de grandes diâmetros, poderão ser adotados depósitos auxiliares em pontos intermediários, fora do perímetro urbano. Nesses casos, o custo de conservação de estradas provisórias, poderia ser muito elevado, justificando a remoção antecipada dos materiais para as proximidades das valas ainda não escavadas e os gastos adicionais com outras medidas de proteção convenientes.

7.5 ESCAVAÇÃO E MONTAGEM

Sempre que forem altas as velocidades de abertura das valas e de montagem das tubulações, será interessante o deslocamento de alguns materiais para as proximidades do assentamento, mesmo antes de iniciada a escavação a fim de que os trabalhos dos encanadores não sejam prejudicados por falta de tubos e peças mais pesadas, dificilmente transportados em tempo hábil. Já as luvas, anéis de borracha e parafusos, somente irão para a beira da vala em quantidades suficientes para o atendimento das necessidades de montagem do dia. (Ver CASO nºs 72 à 74 e 119).

7.6 CUIDADOS ESPECIAIS

Independentemente dos fatores já citados, que poderiam justificar a antecipação ou adiamento do transporte dos materiais para a frente de serviço, deverão ser tomadas precauções especiais, válidas para qualquer situação e tipo de material.

Essas precauções, embora elementares e simples, muitas vezes evitarão problemas maiores da fase de montagem ou mesmo de funcionamento normal da linha.

7.6.1 TRINCAS

Sempre que se duvidar, por qualquer motivo, das condições de transporte do material até os depósitos e desses às frentes de serviços, deverá ser feita uma inspeção para localizar as possíveis trincas, danos nos revestimentos, etc., especialmente, nas regiões próximas das pontas e das bolsas (Ver CASOS nºs 31 e 32).

Assim, quando não mais sofrerem transportes de qualidade duvidosa, momentos antes da montagem, os tubos de ferro fundido deverão receber algumas batidas leves, em pontos convenientes. As trincas eventuais, provocarão sons

característicos e facilmente identificáveis. Já o revestimento interno desses tubos (cimentação) poderá “mascarar” o resultado, exigindo pessoal experiente para identificar os sons característicos das trincas.

As trincas nos tubos de cimento-amianto, especialmente as das pontas, também poderão ser identificadas através de procedimentos simples e baratos. Uma estopa embebida em gasolina ou qualquer outro líquido volátil, será esfregada nas regiões suspeitas. As trincas, por embeberem maior quantidade de líquido menos exposto ao contato direto com o ar, apresentarão manchas ainda úmidas quando o restante da superfície já estiver seca.

7.6.2 LIMPEZA

A colocação dos tubos, conexões e peças especiais ao longo das valas, deverá ser feita em locais convenientes, evitando-se o contato direto com a terra da própria escavação, enxurradas da sarjeta, etc. (Ver CASOS nºs 73, 74, 96 e 102)

Esse cuidado, bastante simples quando adotado oportunamente, economizará atividades muitas vezes complexas de remoção de detritos no interior dos tubos e peças, na fase preliminar à montagem. Contudo, a tão temida “contaminação” dificilmente será evitada em sentido absoluto e total, durante as atividades de montagem. Ela poderá ser “controlada” posteriormente com a limpeza e desinfecção das linhas, ressaltadas as dificuldades e inconvenientes apontados nos itens 13.2 e 13.3 (Ver CASO nº 98).

7.6.3 PRESENÇA DAS PEÇAS

Antes de se iniciar a montagem propriamente dita do trecho, deverá ser feita uma rápida verificação visual de presença real, ao lado da vala, de todos os tubos, anéis de borracha, conexões, luvas, ferramentas e equipamentos necessários (Ver CASO nº 74).

Essa preocupação elementar evitará que se interrompam as atividades dos encanadores enquanto se providenciam a chegada de peças que já deveriam estar na obra.

7.6.4 AUSÊNCIA DE CRIANÇAS

Mais graves que os problemas de esgotamento e escoramento das valas, processos de escavação, montagens complexas ou até mesmo de proteção catódica de tubulações de aço, poderá ser presença de crianças nos locais das obras . . .

Elas são atraídas pelos “montes de terra”, geralmente raros nas concentrações urbanas, e causam inúmeros acidentes de desmoronamentos, danificações em tubos, faltas “inexplicáveis” de anéis de borracha, parafusos, etc.

A presença de um “bicho papão”, ou “espantalho de crianças” em toda

frente de serviço (evidentemente acumulando outra atividade qualquer e também produtiva), será uma providência necessária nessas obras urbanas. (Ver CASOS nºs 62, 190 e 191).



8.1 TIPOS DE TUBOS E JUNTAS

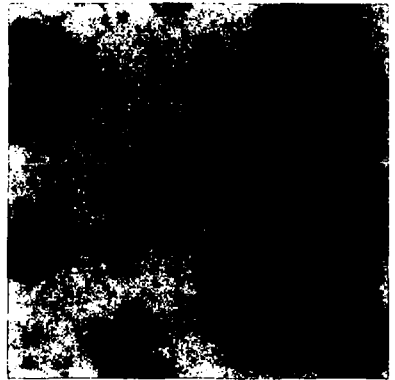
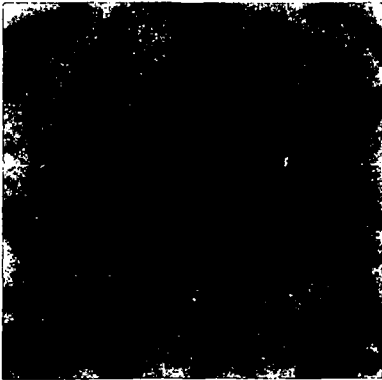
8.1.1 TUBOS DE FERRO FUNDIDO

8.1.1.1 Generalidades

a) composição e estrutura

O alto teor de carbono no ferro fundido CINZENTO (3,5 a 4% de carbono, com 10% de grafita) limita a resistência mecânica pela descontinuidade de sua estrutura, já que a cristalização de grafita se faz em forma de lamelas (Fig. 8.1, com aumento superior a 100 vezes, no microscópio).

O ferro fundido NODULAR ou de GRAFITA ESFEROIDAL, especialmente preparado com pequenas porcentagens de magnésio ou de cério, apresenta uma microestrutura contendo grandes proporções de grafita solidificada em forma de nódulos ou esferas, ao invés de lamelas, incrustados na sua estrutura mais contínua (Fig. 8.2) (73*).



Por essa razão, o ferro fundido nodular é um material que se caracteriza principalmente pelo fato de possuir as propriedades mecânicas do aço (alta resistência à tração e ao choque) mantendo a mesma resistência à corrosão do ferro fundido cinzento (2 *).

b) revestimento

Os tubos de ferro fundido, geralmente são fornecidos com revestimento externo de piche. O revestimento interno poderá ser de piche ou de cimento aplicado por centrifugação. Os tubos cimentados poderão receber, posteriormente, aplicação de uma película à base de silicone que permite maior poder de pega da argamassa de cimento tornando-a mais segura e resistente (seal-coat).

A cimentação interna impede a tuberculização, isto é, a formação de tubérculos nas paredes internas dos tubos, provocada por águas de reação ácida (Ver CASO nº 193).

Embora os tubérculos não diminuam a resistência dos tubos, reduzem porém a sua capacidade de escoamento.

Os valores das perdas de carga nos tubos cimentados são muito próximos aos dos tubos idealmente lisos, isto é, com mínima rugosidade de parede interna.

Normalmente a cimentação interna é feita com as seguintes espessuras (74 *):

TAB. 8.1 : Espessuras de revestimentos

Diâmetro nominal do tubo (mm)	Espessura revestimento de cimento (mm)
50	1,0
75 a 300	1,6
350 a 600	2,4

c) espessuras e classes

Para cada diâmetro nominal (interno e de escoamento), conforme as espessuras de suas paredes e da matéria-prima utilizada na fabricação (item 8.1.1.1.a) os tubos podem pertencer a uma das classes: Q, R, LA, A, B, ou TD, segundo as especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Na Tabela 8.2, são indicados alguns diâmetros e classes dos tubos de utilização mais freqüente, segundo aquelas especificações da ABNT e com a indicação das máximas pressões de serviço (Ver item 8.1.2.2) recomendadas pelos fabricantes (71 *).

TAB. 8.2 :- Alguns tubos de ferro fundido - classes e pressões de serviços

DN (mm)	CLASSE ABNT	ESPES. (mm)	PESO/m (kg)	MAX. PRESSÃO DE SERVIÇO (m.c.a)	DN (mm)	CLASSE ABNT	ESPES. (mm)	PESO/m (kg)	MAX. PRESSÃO DE SERVIÇO (m.c.a)
50	Q	4,3	7,0	120	200	Q	6,9	36,5	60
50	R	5,4	8,5	150	200	R	7,9	41,0	100
50	LA	6,5	10,0	250	200	LA	9,0	47,0	150
60	Q	4,5	8,5	120	200	A	9,9	51,0	200
60	R	5,5	10,0	150	200	B	10,8	55,0	250
60	LA	6,7	12,0	250	250	R	8,7	56,0	80
75	Q	4,7	11,0	120	250	LA	9,8	63,0	120
75	R	5,8	12,0	150	250	TD	6,8	43,0	250
75	LA	6,9	15,0	200	300	R	9,5	73,0	80
75	A	7,6	16,0	250	300	LA	10,7	82,0	120
100	Q	5,0	14,5	100	300	TD	7,2	54,0	250
100	R	6,2	17,0	150	400	R	11,2	113,0	60
100	LA	7,3	20,0	200	400	LA	12,3	125,0	100
100	A	8,1	22,0	250	400	TD	8,1	80,0	250
150	Q	6,0	23,5	80	500	R	12,9	162,0	40
150	R	7,0	28,0	120	500	LA	14,0	176,0	100
150	LA	8,2	32,0	150	500	TD	9,0	111,0	200
150	A	9,0	35,0	200	600	R	14,5	218,0	40
150	B	9,8	38,0	250	600	LA	15,7	235,0	100
					600	TD	9,9	147,0	200

OBS:—To. Tubo Dúctil

d) dilatação térmica

Entre as temperaturas de 0°C e 100°C, o coeficiente de dilatação térmica do ferro fundido, pode ser considerado constante e igual a $1,1 \times 10^{-5} \text{m/m} \times ^\circ\text{C}$. Em outras palavras, um tubo com um metro de comprimento, sujeito a 1°C de aumento de temperatura, sofrerá uma dilatação (acréscimo de comprimento) de $1,1 \times 10^{-5} \text{m} = 0,011 \text{mm}$.

Para que melhor seja conceituado esse fenômeno físico de dilatação, suponhamos uma tubulação com 100 metros de comprimento submetida a um aumento de temperatura de 10°C (situação freqüente na prática).

A dilatação da tubulação nessas condições será de:

$$100 \times 1,1 \times 10^{-5} \times 10 = 1,1 \times 10^{-2} \text{m} = 1,1 \text{cm},$$

o que significa que se apenas uma de suas extremidades estiver presa, a outra se deslocará de 11 mm. Entretanto, se cada tubo tiver 4 m de comprimento, cerca de 25 juntas no trecho absorverão parte daquela dilatação total.

Embora os deslocamentos sejam bastante pequenos, os esforços no sentido de impedi-los são muito grandes. Por esse motivo, sempre que as tubulações fiquem sujeitas à grandes variações de temperatura, com os tubos ligados entre si por meio de juntas rígidas, os efeitos das dilatações nem sempre poderão ser desprezados, tornando mesmo necessária a aplicação de juntas especiais em pontos convenientes. (Por exemplo, tipo Gibault para ferro fundido (Ver Fig. 8.38).

e) deflexões

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) limita as máximas deflexões toleráveis entre dois tubos de ferro fundido, conforme os seus diâmetros e os tipos de juntas: elástica (anéis de borracha) ou não elástica (chumbo) – (item 8.1.2.5.e), aos valores dados na Tabela 8.3.

TAB. 8.3 :- Deflexões máximas em tubos de ferro fundido.

JUNTA ELÁSTICA		
Diâmetro (mm)	Deflexão máxima	
	graus	%
300 e 350	5° 10'	9
400 e 450	4° 2'	7
500 a 600	3° 44'	6
JUNATA NÃO ELÁSTICA		
Diâmetro (mm)	Deflexão máxima	
	graus	%
50 a 100	2° 52'	5
125 a 175	1° 44'	3
200 a 350	1° 26'	2,5
400 a 600	1° 10'	2

** Para os diâmetros menores ou iguais a 250 mm, as deflexões podem ser feitas de acordo com a possibilidade de serem executadas sem forçar os tubos.

No item 8.1.2.9, são feitas algumas observações sobre as deflexões nas juntas elásticas para tubos de cimento-amianto; em 8.3.2 indicam-se algumas recomendações práticas para a locação dos tubos no campo.

f) corte dos tubos

No Brasil os tubos de ferro fundido são cortados mais frequentemente, por percussão, sem equipamentos apropriados. O sulco do corte vai sendo aprofundado lenta e sucessivamente ao redor do tubo por meio de uma talhadeira e martelo. Atingido certo limite, o tubo se parte, geralmente segundo a linha de corte desejada.

As máquinas para cortar tubos, na maioria das vezes pelo efeito do “cizalhamento” do material, permitem operações de corte bem mais simples e rápidas. Esses equipamentos, geralmente importados (80*, 81* e 82*), são formados por uma “corrente” especial, provida de pequenos discos de metal muito duro, que ficam em contato com a superfície do tubo. A corrente é “esticada” por um macaco hidráulico, na maioria das vezes acionado por uma bomba (Fig. 8.3 e CASO nº 104).

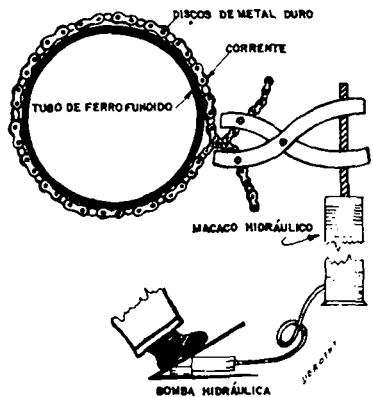


FIG. 8.3 - ESQUEMA DE MÁQUINA PARA CORTAR TUBO POR CIZALHAMENTO

8.1.1.2 Junta Elástica

A junta elástica para tubos de ferro fundido é constituída de um anel de borracha natural de composição e formato apropriados, de modo a assegurar a estanqueidade da ligação tanto em baixa como em alta pressão.

A bolsa dos tubos apresenta um perfil interno apropriado para receber o anel, e a ponta é ligeiramente chanfrada para facilitar a montagem e evitar o dilaceramento da borracha (Fig. 8.4).

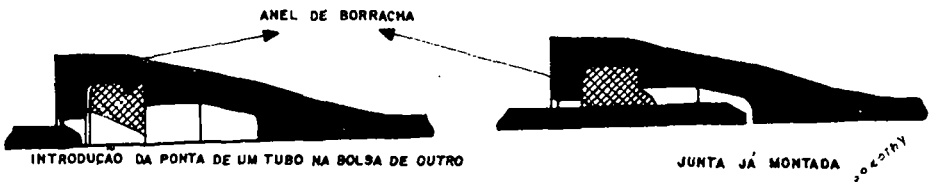


FIG. 8.4 - JUNTA ELÁSTICA PARA TUBOS DE FERRO-FUNDIDO (71*)

(*) Ver Cap.16 - Referências

e) para a montagem da junta:

Fig. 8.5.)

Limpar perfeitamente a ponta do tubo e o interior da bolsa, retirando também o excesso de piche por ventura existente, se necessário com esponja embebida em gasolina ou querosene, ou com uma faca (76 *).



Fig. 8.6.)

Colocar o anel de borracha na canaleta existente na bolsa, de maneira que fique perfeitamente instalado (76 *).

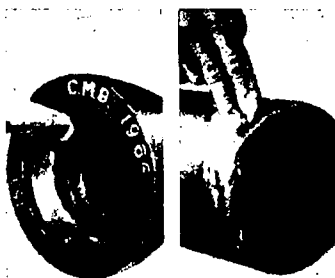


Fig. 8.7.)

Aplicar uma camada de pasta lubrificante sobre a parte visível da junta e na ponta do tubo que será instalado, numa extensão de 6 a 8 cm. (76 *).



Fig. 8.8.)

Centrar bem a ponta e introduzi-la na bolsa até encostar no anel. Em seguida, passar a corrente (ou corda) atrás da bolsa do tubo já assentado, nela prendendo o gancho do cabo de tração do tirfor (76 *).

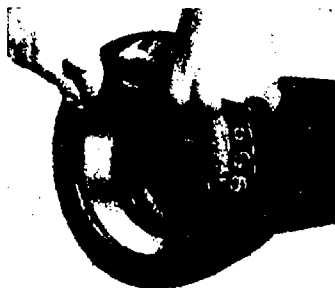


Fig. 8.9.)

Ligar o tifor, por um gancho, à bolsa do tubo a instalar (76*).

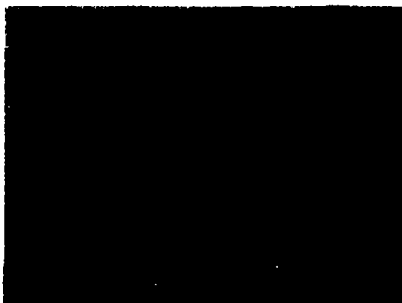


Fig. 8.10.)

Acionar a alavanca do tifor. O tubo entrará facilmente (76 *).

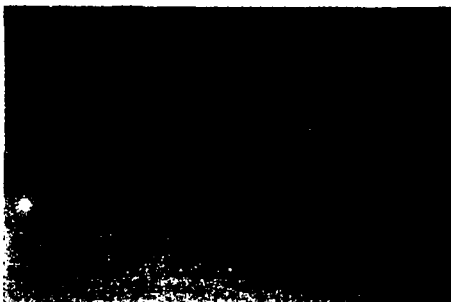


Fig. 8.11)

Na montagem de tubos curtos e de conexões, que impedem o uso normal do tifor, usar um sarrafo de madeira, encostado à peça a ser instalada, colocar o tifor sobre o sarrafo, prendendo-o a este por meio de uma corda (76 *).



Fig. 8.12)

Na montagem de uma curva, ligá-la ao tifor por meio de uma corda que passe por seu apoio.

Guiar a curva com as mãos e acionar a alavanca ao tifor (76 *).

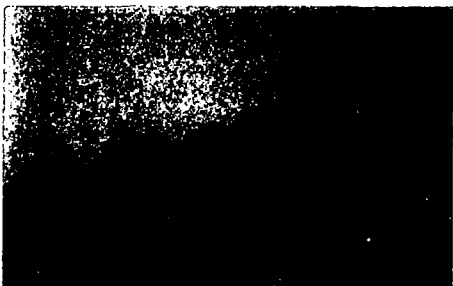


Fig. 8.13)

Para se aproveitar um tubo serrado, é indispensável chanfrar a extremidade, com uma lima comum para metais, a fim de evitar que o anel seja danificado (76 *).



Fig. 8.14)

Facilitando as operações de montagem, será importante o emprego do tipo de anel de borracha indicado para a aplicação específica (tubo, conexão, marca de fabricação, etc.) (76 *).

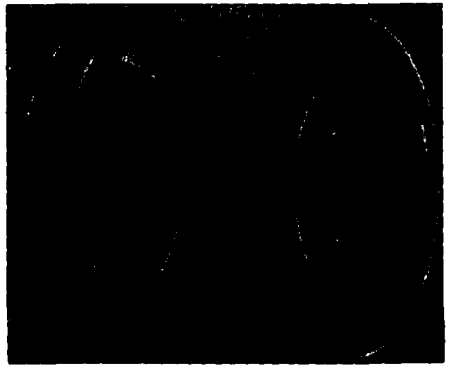


Fig. 8.15)

As juntas elásticas dos tubos de pequenos diâmetros (geralmente inferiores a 150 mm) poderão ser executadas facilmente, apenas com o auxílio de uma alavanca e dispensando a utilização do tirfor (90 *).



8.1.1.3 Junta de chumbo

A junta de chumbo é formada por uma ponta que se encaixa numa bolsa, deixando um espaço anular destinado a receber o material da junta propriamente dita (Fig. 8.16).

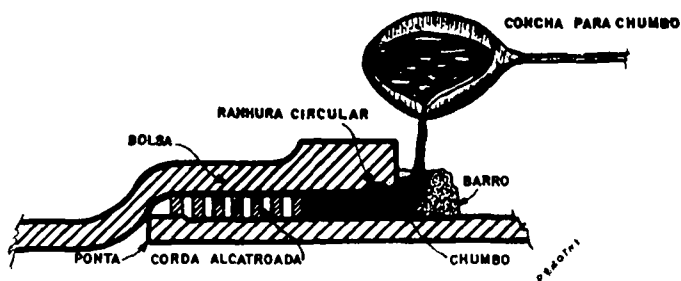


FIG. 8.16:- ELEMENTOS DE UMA JUNTA DE CHUMBO (19*)

Preliminarmente, é preciso assegurar-se que nenhum corpo estranho de maiores dimensões encontra-se no interior do tubo. Passa-se um pano para remover a terra ou as pequenas quantidades de areia de fundição.

Introduz-se a ponta na bolsa, de tal maneira que o espaço anular seja uniforme em todo o perímetro e deixando-se cerca de 1 cm livre no fundo da bolsa para permitir a dilatação dos tubos (71 *).

Enrola-se sobre a ponta um pedaço de corda alcatroada, apertando-a fortemente, e deslocando-a depois para o espaço anular.

À medida que vai sendo introduzida, deverá ser suficientemente socada, com a ferramenta de aço chamada "estopador" ou "estopadeira", até que reste um

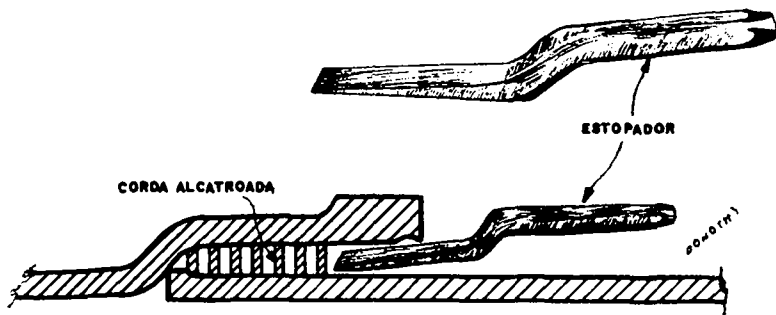


FIG. 8.17:- INTRODUÇÃO DA CORDA ALCATROADA (83*)

espaço de cerca de 5 cm para receber o chumbo. A corda alcatroada deverá ficar bem comprimida, a fim de evitar o escorrimento do chumbo derretido para o

(*) Ver Cap.16- Referências.

interior da tubulação.

Faz-se então, em volta da bolsa, um “cachimbo” de barro úmido e plástico, tomando cuidado para deixar uma abertura na parte superior que servirá de funil para a entrada do chumbo derretido e saída de ar (Fig. 8.18).

No fim deste item, será dada outra maneira de preparar o “cachimbo”, a fim de que as operações dependam menos de qualidades especiais da argila a ser empregada (plasticidade, aderência, resistência, etc.).

A argila destinada a confeccionar o cachimbo deve ser peneirada, umedecida e amassada manualmente até adquirir perfeita consistência plástica, quando então não mais “grudará nos dedos”.

O cordão do cachimbo deverá ter secção circular. Efetivamente, a escolha dessa secção tem por finalidade assegurar uma porção anular de chumbo, de secção “abc” (Fig. 8.19), que servirá para o rebatimento da junta constituindo-se, além disso, numa reserva para o caso de juntas defeituosas e que precisam de um novo rebatimento (19 *). Se o cachimbo tivesse secção retangular, essa reserva anular não existiria.

Ressaltando que a estanqueidade dessas juntas é assegurada principalmente pela corda alcatroada, alguns autores fazem restrições à prática de rebatimentos periódicos do chumbo: “Alguns encanadores ignorantes acreditam ser suficiente alguns golpes com o “rebatedor” na frente do chumbo; esse vício não deve ser tolerado, já que é evidente que essa intervenção superficial não pode restabelecer os defeitos profundos da estanqueidade. É necessário desmontar a junta com ferramenta especial, executando-a novamente com nova corda alcatroada” (15 *).

Derrama-se o chumbo derretido na abertura do cachimbo de argila, até que o seu transbordamento indique estar completamente cheio o espaço anular.

Depois de solidificado o metal, retira-se a argila e cortam-se as rebarbas eventualmente existentes.

Com ajuda da ferramenta de aço denominada “rebatedor” (Fig. 8.20), amassa-se o excesso de chumbo de todo o perímetro, forçando-o a entrar na bolsa (Ver CASO nº 76).

O chumbo deve ser de boa qualidade, pois as impurezas reduzem a sua

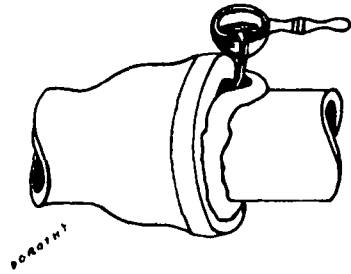


FIG. 8.18 :- “CACHIMBO DE BARRO” (71*)

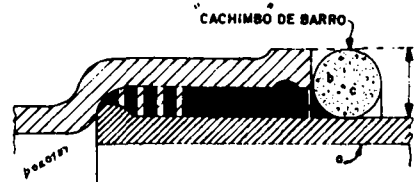


FIG. 8.19 :- SEÇÃO CIRCULAR DO “CACHIMBO” (19*)

maleabilidade.

A ranhura circular na parede interna da bolsa (Fig. 8.16), propicia um ressalto na massa de chumbo, opondo-se ao seu deslizamento para fora da junta.

A junta deve ser feita de uma só vez a fim de assegurar a homogeneidade do chumbo. Com essa finalidade, deverão ser previstas conchas para o transporte de chumbo derretido em quantidade e capacidade suficientes.

Preferivelmente, as conchas devem ter mais de uma bica, permitindo que o material seja derramado com facilidade em várias direções (Fig. 8.21).

Quando as tubulações são de grandes diâmetros, a quantidade de chumbo para cada junta aumenta correspondentemente. Nesses casos, a concha com chumbo derretido pode ser sustentada por um ajudante colocado sobre uma prancha de madeira que atravessa a vala perpendicularmente à canalização, enquanto o encanador, no fundo da vala, efetua o derramamento conveniente (19 *) (Fig. 8.22).

As quantidades aproximadas de materiais para cada junta, poderão ser estimadas, conforme os valores indicados na Tab. 8.4 (71 *).

Ainda nas canalizações de grandes diâmetros, quando as quantidades de chumbo não são desprezíveis, a

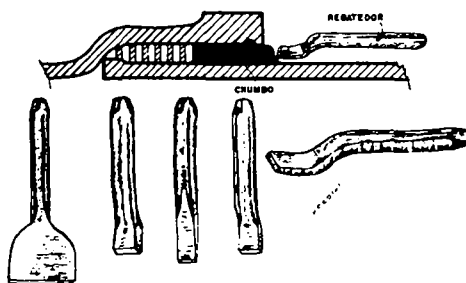


FIG. 8.20 - Rebatedores, colheres e espátula PARA JUNTAS DE CHUMBO (83*)

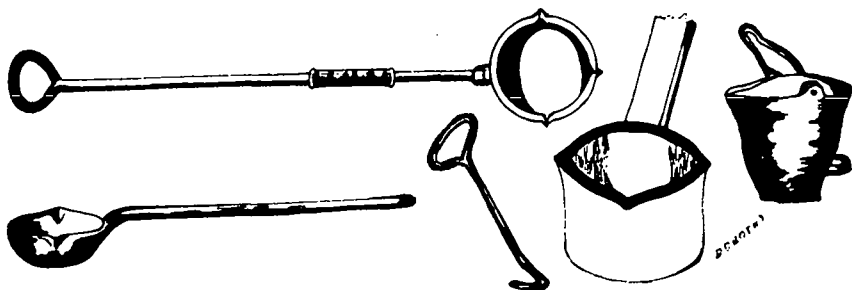


FIG. 8.21 - FERRAMENTAS (conchas, fochos, ganchos) PARA TRANSPORTE E DERRITIMENTO DE CHUMBO (83*)

economia de carvão para o derretimento torna-se fator bastante importante.

O fogão utilizado na obra, de construção simples e robusta, pode ser

(*) Ver Cap. 16 - Referências.

construído de chapa perfurada para a entrada de ar necessário à combustão, solidamente ligado a 4 barras que constituem os pés, e munido de um sistema de

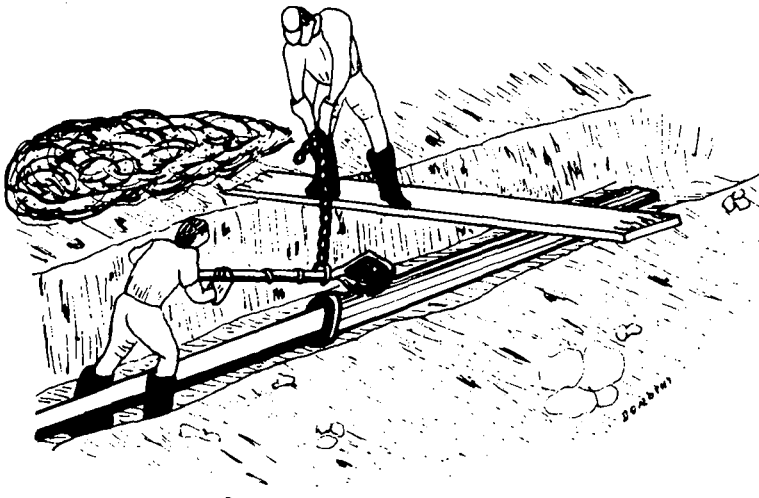


FIG. 8.22:- CHUMBAÇÃO DE JUNTAS MAIORES (1944)

roda dentada com trava que permite regular a altura do tacho de derretimento sobre o carvão (Fig. 8.23).

TAB. 8.4 :- *Quantidade de materiais em cada junta*

Diâmetro nominal dos tubos (mm)	chumbo (kg)	Corda Alcatroada (kg)
50	1,0	0,10
75	1,3	0,15
100	1,7	0,20
150	2,5	0,25
200	3,5	0,35
250	4,5	0,45
300	5,6	0,60
400	8,3	0,80
500	10,5	1,00
600	13,6	1,25

Todas as superfícies da junta, inclusive a corda alcatroada, devem estar bem secas, para que não ocorram as “explosões” do chumbo fundido, provocados

pela expulsão dos vapores de água.

Segundo o Professor Jules Martin, se por um motivo qualquer, não se conseguir secar bem os materiais, o que pode ocorrer se a urgência do serviço impede o completo esgotamento da água da vala, ainda assim podem ser diminuídas as “explosões”, introduzindo-se um pouco de óleo ou um pequeno pedaço de sebo no espaço anular da junta (19 *).

Em alguns casos, torna-se impossível o esgotamento, mesmo parcial, da vala, o que impede o derramamento do chumbo fundido para o interior do “cachimbo”. Nesses casos, diversos cordões de chumbo preparados fora da vala — “chumbo em rama” —, são colocados no espaço anular da junta e rebatidos isoladamente, até que se tenha a junta perfeitamente estanque (Ver CASO nº 109).

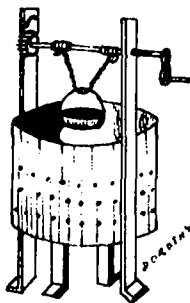


FIG. 8.23.- FOGÃO PARA DERRETIMENTO DE CHUMBO (19*)

Se a quantidade d'água não for muito grande, poderá ser tentada a execução da junta ainda com chumbo derretido, mas adaptado o processo clássico descrito anteriormente (Fig. 8.19), a fim de propiciar uma estrutura de argila mais resistente às explosões do chumbo.

O canal para o escoamento do chumbo e expulsão do ar poderá ser conseguido, enrolando-se na frente da bolsa uma corda de cerca de 15 mm de diâmetro, umedecida com argila e óleo, e depois totalmente envolvida com massa de argila amassada com água ou óleo (Fig. 8.24).

Ao se retirar a corda, puxando-a cuidadosamente, por uma das extremidades, ficará formada a canaleta interna e o funil na parte superior (35 *).

Quando o chumbo derretido entra em contato com a água no interior da bolsa, geralmente em sua parte inferior, provoca a formação violenta de vapor d'água (responsável pelas “explosões”) que geralmente rompe também a camada de argila, provocando os “vazamentos” de chumbo da junta. O derramamento cuidadoso do chumbo fundido de tal maneira que escoe sempre de um

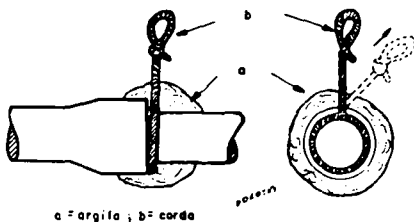


FIG. 8.24.- CACHIMBO ESPECIAL PARA JUNTA ÚMIDA (35*)

mesmo lado e, conseqüentemente expulsando o ar pelo outro, poderá resolver satisfatoriamente o problema. Como nem sempre isso será conseguido, pois o chumbo derretido se solidificará rapidamente em contato com a água, impedindo a passagem de novas quantidades necessárias na parte inferior, o derramamento deverá ser feito também pelo outro lado, e lentamente.

(*) Ver Cap. 16 — Referências.

O Sr. Levy Merighe tem conseguido bons resultados em São Paulo, aumentando a resistência da pasta de argila, quando esta envolve um "tecido" feito com o desfiamento da própria corda da junta. Recomenda, também, a contagem do número de conchas aplicadas; qualquer vazamento para o interior da tubulação será percebido rapidamente.

Algumas experiências realizadas no CETESB, pelos Srs. Diogenes Rodrigues de Souza, Geraldo de Sales e Mário Alves, estão comentadas nos CASOS nºs 75 à 77 - Cap. 15 deste Manual).

8.1.1.4 Junta com flanges

Nesse caso a extremidade do tubo ou peça termina em forma de saliência circular semelhante a um prato, chamada FLANGE, atravessada por parafusos (Fig. 8.25).

Esse tipo de junta é utilizado mais frequentemente nas montagens de tubulações de Casas de Bombas, Estações de Tratamento, Reservatórios, etc.

Entre dois flanges de uma mesma junta intercala-se uma ARRUELA, normalmente de borracha com 3 ou 4 mm de espessura, comprimida pela ação dos parafusos. Conforme a natureza do líquido e as condições de trabalho da junta, a arruela também poderá ser de chumbo, couro, papelão, amianto, etc.

As arruelas têm diâmetro interno um pouco maior que o dos tubos, e diâmetro externo igual ao da circunferência que tangencia internamente os parafusos.

Se o diâmetro externo da arruela for muito menor que o recomendado, ela poderá deslizar para o interior do tubo, diminuindo a sua secção útil de escoamento, conforme indicado na Fig. 8.26.

Para facilitar a montagem, a arruela pode ser amarrada a um fio de linha que permitirá fazer o seu perfeito posicionamento antes do aperto dos parafusos. Com o mesmo objetivo, nas arruelas confeccionadas na obra, muitas vezes são deixadas pequenas "rebarbas" que possibilitam o seu manuseio durante a montagem. Outras vezes, o diâmetro

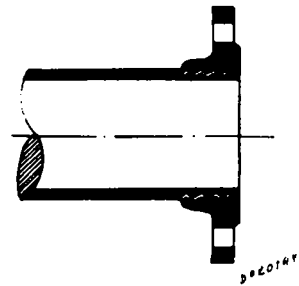


FIG. 8.25.- TUBO COM FLANGE (71*)

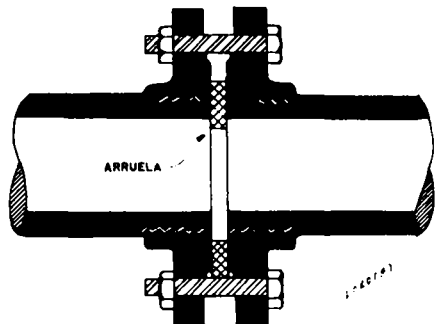


FIG. 8.26.- ARRUELA COM DIÂMETRO EXTERNO PEQUENO

externo é bastante aumentado perfurando-se então a arruela conforme o gabarito de furação dos flanges (Ver CASO nº 172).

Geralmente os flanges são rosqueados nas extremidades dos tubos (Fig. 8.25), sendo utilizada uma pasta de zarcão para assegurar a estanqueidade. Nos comprimentos de 25 cm e de 50 cm, denominados TOCOS, podem ser fundidos em moldes de areia, já com os dois flanges. As peças especiais flangeadas, de maneira geral também são fundidas com os flanges.

Para os comprimentos inferiores a 25 cm, deve ser usado o CARRETEL, colocado entre dois flanges e fixado por meio de tirantes. A vedação é assegurada por arruelas iguais às usadas nas juntas comuns de flanges (Figura 8.27).

Os flanges são executados em dimensões, detalhes construtivos e com número de furos padronizados (Gabarito); evidentemente os parafusos e as arruelas deverão satisfazer também aquelas dimensões (Fig. 8.28).

Na Tabela 8.5, encontram-se algumas dimensões principais estabelecidas pela PB.15 da A.B.N.T. (62 *).

Em casos excepcionais, por exemplo para ligações à canalizações já existentes e executados com materiais obedecendo a outras normas, poderão ser encomendados aos fabricantes, flanges com dimensões diferentes e compatíveis com os respectivos gabaritos.

Nas operações de montagem, será conveniente que se observe a seqüência seguinte:

a) colocar os flanges em posição, fazendo coincidir os furos;

b) introduzir, entre os flanges, a arruela e colocar os parafusos com as porcas;

c) apertar os parafusos gradualmente e numa seqüência tal, que o último apertado parcialmente fique em posição diametralmente oposta ao seguinte. Repetir a operação, na mesma seqüência, até que a arruela esteja uniformemente comprimida entre os flanges, garantindo a estanqueidade da junta.

As juntas flangeadas conferem extrema rigidez às tubulações, permitindo uma diminuição nas dimensões dos blocos de ancoragem e pilares de apoio, ou

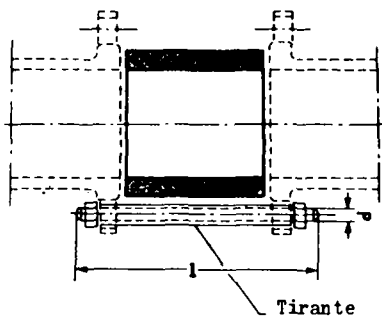


Fig. 8.27 - CARRETEL (71°)

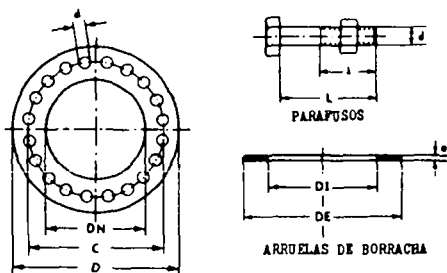


Fig. 8.28 - Gabarito de furação de flange; parafusos e arruelas (71°)

(*) Ver Cap. 16- Referências.

TAB. 8.5 :- Dimensões principais para flanges, parafusos e arruelas (71*)

Diâmetro nominal dos flanges	FLANGES				PARAFUSOS			ARRUELAS DE BORRACHA		
	D	C	d	Nº de furos	d	L	l	DI	DE	e
	(mm)	(mm)	(mm)		pol.	pol.	pol.	mm	mm	mm
50	165	125	20	4	5/8	2 3/4	1 1/2	55	97	3
100	220	180	20	8	5/8	2 3/4	1 1/2	105	152	3
250	395	350	24	12	3/4	3 3/4	1 3/4	255	318	3
350	505	460	24	16	3/4	3 3/4	1 3/4	355	426	3
450	615	565	28	20	7/8	4	2	455	527	3
600	780	725	31	20	1	4 1/2	2 1/4	605	682	3

mesmo a sua eliminação. Entretanto, essa mesma rigidez pode provocar rupturas em canalizações muito longas e sujeitas à dilatações por efeito de grandes variações de temperatura, ou que os esforços decorrentes sejam transmitidos, inconvenientemente à estruturas ou peças especiais ligadas aos tubos. Quando esses efeitos são inevitáveis, instalam-se, em pontos convenientes, juntas elásticas especiais, que absorvam as dilatações.

A grande variedade de tipos de peças especiais, utilizadas para as mais diversas conexões, permite inúmeras alternativas de montagem, que podem ser feitas com grande precisão. Por esse motivo, são as juntas preferidas para as montagens em Estações de Tratamento, Casas de Bombas, Reservatórios e Instalações Industriais (46*) onde os espaços disponíveis devem ser racionalmente aproveitados e as operações de manutenção realizadas de maneira a causarem o mínimos transtornos às estruturas existentes ou mesmo à continuidade de funcionamento das demais unidades.

A junta flangeada apresenta outra grande vantagem: facilidade de desmontagem.

Entretanto, muitas vezes essa vantagem não é aproveitada na prática (Fig. 8.29).

A ocorrência de casos como o mostrado nesta Figura não é tão remota e eventual como possa parecer. Basta que (por descuido), as peças 1 e 2 sejam ligadas entre si (com a melhor técnica para confecção de juntas com flanges), e depois

efetuada a concretagem do conjunto já montado (por outra equipe).

Se entre a operação de montagem e a de concretagem não surgir a indagação sobre a necessidade da remoção da peça 2, a posição indicada das porcas, obrigaria à demolição parcial da parede de concreto (Ver CASO nº 111).

Prevendo ampliações futuras das unidades, os trechos já executados poderão ser interrompidos por "flanges cegos", facilmente removíveis posteriormente (Fig. 8.30).

Muitas instalações, mesmo externas e sem outras restrições de espaços, devem ser realizadas com juntas flangeadas. Assim, por exemplo, um registro de descarga de água, deverá ser bem engastado à linha, pois do contrário poderá ser deslocado pelas pressões internas (Fig. 8.31).

Sem dúvida, a mesma instalação da figura, poderia ser executada com registro sem flanges, tomando-se entretanto precauções especiais (por exemplo: atirantamento ou bloco de ancoragem), para que não ocorram os deslocamentos quando o registro estiver fechado e a pressão interna for elevada (Ver Fig. 10.6).

8.1.1.5 Junta mecânica

Para pressões superiores a 150 metros de coluna d'água (15 kg/cm^2), as conexões com juntas mecânicas propiciam maior amarração aos tubos.

A JUNTA MECÂNICA é formada por uma bolsa com flange especial fundido na própria peça, um contra-flange de ferro fundido com dimensões também especiais, parafusos e porcas e um anel de borracha igual aos das juntas elásticas (Fig. 8.32).

Nas altas pressões, a forte tendência de expulsão do anel de borracha é evitada pela ação do contra-flange.

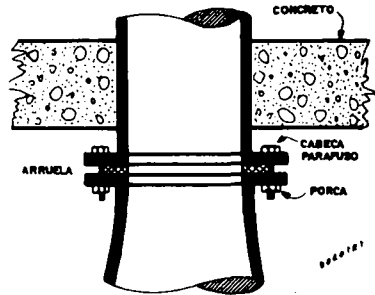


FIG. 8.29:- MONTAGEM ERRADA DOS FLANGES

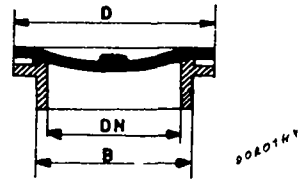


FIG. 8.30:- FLANGE CEGO (78)

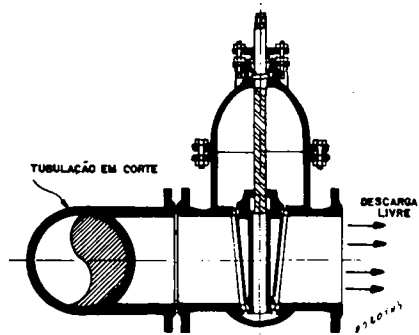


FIG. 8.31:- DESCARGA LIVRE, COM FLANGES

para a montagem da junta mecânica (71)**

a) limpar cuidadosamente a ponta do tubo, o interior da bolsa e o contra-flange, segundo as recomendações do item 8.1.1.2. (Fig. 8.5) para as juntas elásticas;

b) colocar o contra-flange e, em seguida, o anel de borracha na ponta do tubo, observando a posição correta do anel em relação à bolsa da conexão;

c) introduzir a ponta, deixando entre ela e o fundo da bolsa o espaço de 1 cm, para permitir a livre dilatação e mobilidade da junta;

d) puxar, primeiramente o anel até encaixá-lo no alojamento do interior da bolsa e, em seguida, o contra-flange até que ele encoste no anel.

e) colocar todos os parafusos e porcas, apertando-os segundo as recomendações do item 8.1.1.4.c, para juntas flangeadas.

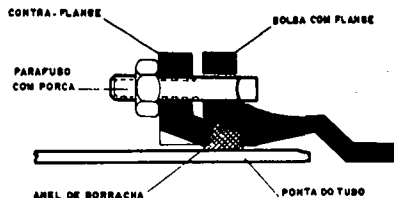


FIG. 8.32: JUNTA MECÂNICA (71*)

As conexões disponíveis no mercado brasileiro entre os diâmetros de 250 a 600 mm, podem ser empregadas com os diversos tipos de tubos de ferro fundido (junta elástica, com chumbo, com flanges), especialmente recomendadas para suportarem pressões de serviço superiores a 150 m.c.a, devendo ser adquiridas após consulta aos fabricantes para análise de disponibilidade de peças especiais nos diâmetros requeridos, e maneiras mais apropriadas para as interligações às outras tubulações.

As Figs. 8.68 e 8.69, indicam também algumas conexões com Juntas Mecânicas, sendo que as nervuras mostradas nos desenhos são fabricadas apenas quando necessárias à resistência das peças submetidas às mais altas pressões.

8.1.2 TUBOS DE CIMENTO-AMIANTO

8.1.2.1 Generalidades

Esses tubos são fabricados com uma mistura de cimento Portland e de fibras de amianto. O amianto, também conhecido como asbesto, é uma substância mineral que pode ser reduzida a fibras finíssimas e resistentes. São conhecidos diversos tipos naturais de amianto, que diferem entre si pela composição e propriedades físicas ou químicas. O mais conhecido e empregado na fabricação — o amianto crisotila — é um dissilicato de magnésio hidratado, cujas fibras podem atingir o comprimento de 4 a 5 centímetros, apresentando resistência à tração de até 7 500 kg/cm². Outra variedade empregada é a crocidolita, conhecida também como "amianto azul", que é um silicato de sódio e ferro, contendo também

magnésio e outros metais, cujas fibras são, geralmente, mais compridas e grossas que a crisolita (84 *).

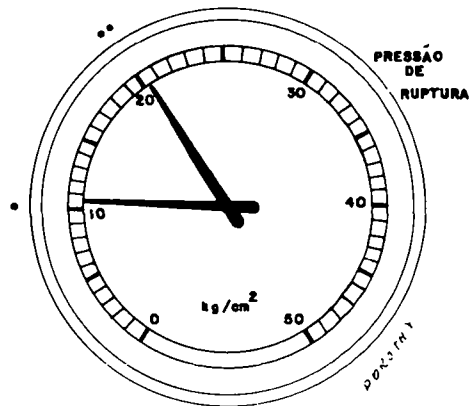
As fibras de amianto devem ser uniformemente distribuídas no material, para que nessa mistura homogênea, tenham a mesma função da armadura de aço no concreto armado, dando então ao complexo cimento-amianto grande resistência à tração, propriedade essa que o cimento isoladamente não teria (Ver item 8.1.4: tubos de concreto).

Conforme o processo de fabricação, camadas delgadas e sucessivas da pasta umedecida de cimento e amianto, são enroladas continuamente e sob alta pressão, em um tubo de aço ou de plástico, mantido em rotação. Depois de expostos ao ar livre por algum tempo, os tubos são mergulhados n'água durante aproximadamente uma semana. Após o endurecimento, têm as extremidades cortadas e retificadas, sendo então ensaiados individualmente (19 *).

8.1.2.2 Pressão de ensaio e Pressão de serviço

Nas condições reais de trabalho a que efetivamente estarão sujeitos, deverão suportar pressão hidráulica interna – “pressão de serviço” que atinja, no máximo, até a metade do valor da “pressão de ensaio” na fábrica.

Assim, por exemplo, o tubo ensaiado na fábrica com 20 kg/cm^2 (pressão equivalente a de uma coluna d'água com 200 metros de altura), não deverá ser aplicado em trechos submetidos à pressões superiores a 100 m.c.a. (10 kg/cm^2), mesmo que essa pressão ultrapasse o valor limite apenas eventualmente e por curtos espaços de tempo, por exemplo, durante o golpe de ariete – item 10.7 (Fig. 8.33).



- = PRESSÃO DE SERVIÇO (NO CAMPO)
- = PRESSÃO DE ENSAIO (NA FÁBRICA)

FIG. 8.33: - PRESSÕES DE SERVIÇO, ENSAIO e RUPTURA. (85 #)

8.1.2.3 Classes dos tubos

Todos os tubos são ensaiados na fábrica, sob pressão hidráulica interna de 10, 15, 20, 25 ou 30 kg/cm^2 , que definem, respectivamente, as suas classes, e indicam, aproximadamente, as espessuras das paredes.

Assim, qualquer tubo da classe 15 é ensaiado na fábrica com pressão interna de 15 kg/cm^2 (150 m.c.a). Entretanto, esse mesmo tubo somente deverá ser empregado sob pressões inferiores a $7,5 \text{ kg/cm}^2$ (75 m.c.a).

Para o mesmo diâmetro nominal (diâmetro interno) $D_n = 150 \text{ mm}$, as

espessuras das paredes dos tubos de classes 10, 15, 20, 25 ou 30 são respectivamente da ordem de: 9, 12, 15, 19 ou 23 mm, conforme a origem de fabricação. Logicamente então, os diâmetros externos serão diferentes conforme as classes dos tubos (Fig. 8.34). Por esse motivo, recomendam-se cuidados especiais durante a montagem das tubulações, a fim de que sejam usadas conexões luvas e anéis de borracha compatíveis com a classe dos tubos empregados no trecho da obra.

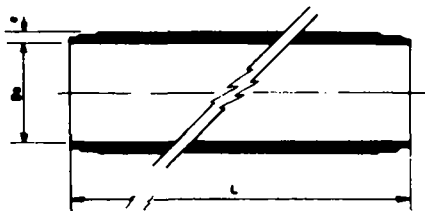


FIG. 8.34:- TUBO DE CIMENTO-AMIANTO (107*)

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT –, apenas indica os diâmetros máximos nas regiões torneadas das pontas dos tubos, conforme as suas classes (Tab. 8.6) (63*).

TAB.8.6 :- Diâmetro externo máximo da ponta (mm)

Diâmetro nominal (mm)	Comprimento útil (m)	Diâmetro Externo Máximo da Ponta – (mm)				
		CLASSES				
		10	15	20	25	30
50	3,00	72	72	72	72	72
60		82	82	82	82	82
75		97	97	97	101	107
100	3,00 e 4,00	122	122	128	134	140
125		147	151	159	167	175
150		172	182	190	200	210
175	3,00 e 4,00	199	211	221	233	243
200		228	240	252	266	278
250		284	300	316	332	246
300	3,00 e 4,00	340	360	378	396	416
350		396	418	440	462	484
400		452	478	502	528	552

Os tubos de diâmetros 50, 60 e 75 mm são fabricados também no comprimento de 4 m. Além disso, a definição do diâmetro externo “máximo” não assegura uniformidade de fornecimento, nem mesmo para uma única origem de fabricação. Nessas condições, dificilmente poderão ser acoplados tubos de fabricações diferentes.

8.1.2.4 Dilatações

a) termicas

Os tubos de cimento-amianto apresentam coeficiente de dilatação térmica igual a $0,000\ 009/^{\circ}\text{C}$. (84 *).

Assim, uma tubulação com 100 m de comprimento, se fosse contínua, sofreria uma dilatação de 9 mm, para uma variação de temperatura de 10°C .

b) por absorção de água

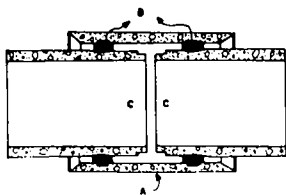
Os tubos de cimento-amianto apresentam coeficiente de dilatação por absorção de água igual a 0,001 (84 *).

Assim, a mesma tubulação com 100 m de comprimento quando assentada seca, poderá apresentar dilatação de 10 centímetros (100 mm), quando saturada d'água.

Como se vê, os efeitos da absorção de água são muito mais importante que os provocados pelas variações normais de temperatura.

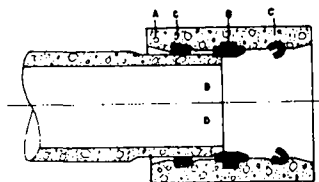
8.1.2.5 Juntas

Normalmente os tubos de cimento-amianto são ligados entre si ou às peças especiais por meio de diversos tipos de juntas, que atendem às conveniências de fabricação ou de casos especiais de montagem.



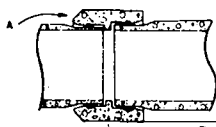
A - lora de cimento-amianto
B - eixo de borracho
C - ponto de tubo ou conexão

FIG. 8.35 - JUNTA SIMPLEX (87*)



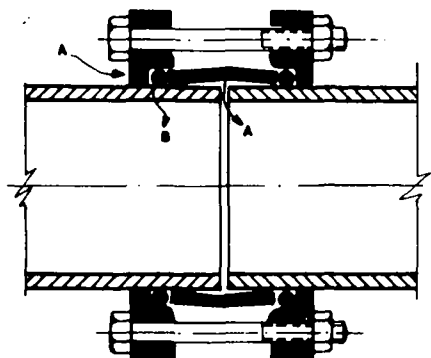
A - lora de cimento-amianto, para cada classe
B - espaçador (ou o mesmo) de borracho, com perfil Y.
C - eixo de borracho com ganchos (ferros)
D - ponto de tubo de apoio

FIG. 8.36 - JUNTA TRIPLEX (86*)



A - lora de cimento-amianto
LADO X - classe 1B
LADO Y - entre classes

FIG. 8.37 - JUNTA DE TRANSIÇÃO (84*)



A - peça de ferro fundido
B - anel de borracha

FIG. 8.38:- JUNTA GBAULT (87*)

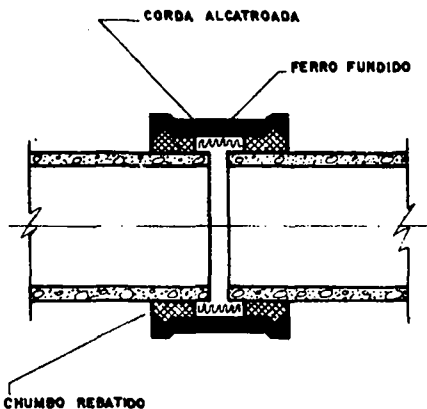


FIG. 8.39:- LUVA DE CORRER (87*)

8.1.2.6 Montagem

b) junta simplex (Fig. 8.35).

A luva triplex é fornecida normalmente com o espaçador (anel central) já montado.

Fig. 8.40

Colocar os outros dois anéis nas ranhuras externas da luva, com os furos (alvéolos) dirigidos para a parte interna, verificando se eles correspondem ao diâmetro e à classe dos tubos. Como o diâmetro desses anéis é ligeiramente superior ao das ranhuras, eles são forçados para o interior das ranhuras, assentando uniformemente em toda a sua periferia.

Esse controle é feito facilmente, mediante movimento circular do polegar ao redor do anel. Qualquer saliência será imediatamente notada (86 *).



Fig. 8.41 Antes da montagem propriamente dita, os anéis com furos serão umedecidos com lubrificantes adequados, ou com glicerina ou sabão neutro (que não ataque a borracha).

O anel central *não* precisa ser lubrificado.

As pontas dos dois tubos (ou conexões) serão lubrificadas no comprimento correspondente à metade da luva (84 *).

Fig. 8.42 Nessas condições a luva será acoplada ao tubo já assentado. Em seguida, o tubo a ser montado será alinhado em direção longitudinal ao outro, encostado na luva e empurrado até encontrar resistência.

Até o diâmetro de 100 mm, essas operações serão feitas manualmente (84 *).

Fig. 8.43 A montagem dos tubos de 125 a 300 mm de diâmetro será feita com alavanca, introduzindo-se entre ela e a luva (ou o tubo a montar) um anteparo de madeira para evitar avarias.

Para tubos de 350 mm e 400 mm empregam-se duas alavancas, introduzindo-se também um pedaço de madeira entre elas e o tubo ou luva.

Nesses casos, recomenda-se montar a luva sobre a ponta do tubo, fora da vala, sendo então, os dois descidos para a vala e completada a montagem.

Para a montagem das conexões (curvas, reduções, tês, etc.) deverão ser utilizadas luvas Triplex (Fig. 8.36)

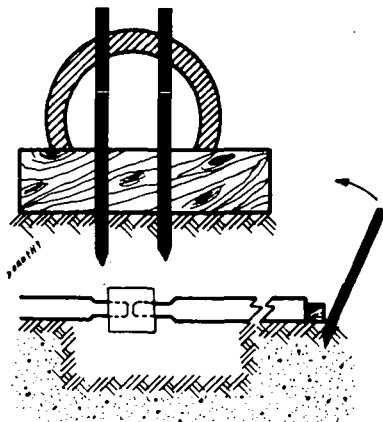
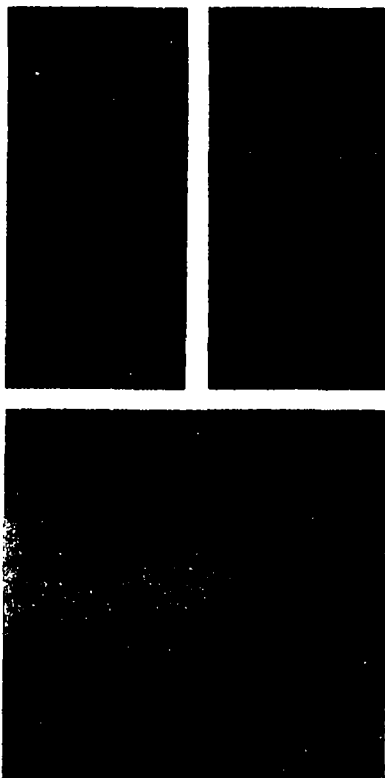


FIG. 8.43 - ACOPLAMENTOS COM ALAVANCAS (86 *)

ou Luvas de Transição (Fig. 8.37), conforme instruções específicas dos fabricantes.

b) Junta Simplex (Fig. 8.35).

As pontas e luvas são torneadas de maneira a garantir uma perfeita e uniforme compressão do anel de borracha, de modo que a junta ofereça sempre uma perfeita vedação. Antes da execução da junta, verificar se todo o material está bem seco e limpo. Para esse tipo de junta e com essa técnica de montagem, será dispensada a lubrificação já que o anel (de seção circular) deverá “rolar” para a sua posição definitiva.

A classe da luva deverá ser a mesma dos tubos montados.

Fig. 8.44 Colocar um anel de borracha na ponta do tubo já assentado.

Nos diâmetros inferiores a 100 mm, será interessante a utilização de um calçador de madeira (87 *).



Fig. 8.45 Centrar a luva, empurrando-a na direção de seu próprio eixo (coincidente com o eixo do tubo montado).

Quando necessário, utilizar o anteparo de madeira e alavanca, conforme recomendações da Fig. 8.43. (87 *).

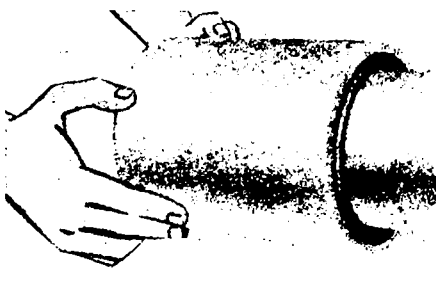


Fig. 8.46 Colocar o outro anel de borracha na ponta do tubo ainda não assentado. Centrar esse tubo na luva já colocada, empurrando-a até que sua ponta quase toque a do outro. (87 *).

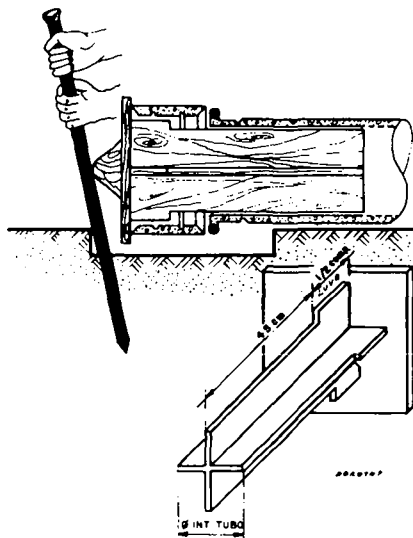


Será conveniente que entre as duas pontas fique um pequeno espaço (cerca de 5 mm) destinado a absorver as eventuais movimentações provocadas por dilatações dos tubos sujeitos à temperaturas variáveis e principalmente absorção de umidade (Ver item 8.1.2.4).

Isso poderá ser conseguido, por exemplo, imprimindo à extremidade do tubo recém-unido vários movimentos circulares.

Obs:- Fig. 8.47 (58*)

Para a colocação da luva em tubo de diâmetro superior a 150 mm, com junta "Simplex", recomenda-se a utilização de uma "cruzeta" de madeira. Esta "cruzeta", além de facilitar a colocação da luva, evita possíveis quebras nas bordas dos tubos, assegurando a correta posição do anel de vedação.



montagem da luva usando cruzeta:

1º) colocar o anel de borracha na extremidade do tubo;

2º) colocar a luva na cruzeta;

3º) colocar a cruzeta dentro do tubo que está com o anel e empurrar o conjunto (cruzeta e luva) com uma alavanca, fazendo o anel girar e colocar-se em sua posição definitiva.

FIG. 8.47 - CRUZETA PARA MONTAGEM DE LUVA SIMPLES (58*)

8.1.2.7 Pedacos de tubos

Os tubos de cimento-amianto são facilmente cortados com serras manuais para ferro (de preferência serra de aço rápido). (Ver CASO nº 99).

Fig. 8.48 A secção de corte deverá ser riscada antecipadamente com auxílio do próprio anel de borracha por exemplo, em todo o contorno do tubo, que permanecerá bem firme durante o corte (84 *).



Fig. 8.49 Para ajustes ou adaptações, os tubos de cimento-amianto são facilmente desbastados, por meio de grossa ou torno manual).

Especialmente após o corte de tubos de grande diâmetro, recomenda-se a utilização do torno manual para o desbastamento, a fim de que a ponta, devidamente aparelhada, satisfaça aos mesmos requisitos de uma ponta normal (84 *).



8.1.2.8 Juntas especiais: luvas de correr e gibaut

Eventualmente, os tubos de cimento-amianto poderão ser ligados entre si ou à peças especiais, por meio de “Luvas de Correr” (Fig. 8.39), peças semelhantes às “Luvas Simplex”, mas com dimensões um pouco maiores nos respectivos diâmetros, e construída em ferro fundido. São aplicadas aos tubos de cimento-amianto com procedimentos inteiramente análogos aos de execução de juntas de chumbo para tubos de ferro fundido (Ver item 8.1.1.3).

O emprêgo do “rebatedor” deverá ser feito com bastante cuidado, para que não danifique o tubo de cimento-amianto.

As juntas com “luvas de correr” são empregadas principalmente nas substituições de tubos ou pedaços de tubos inseridos em canalizações já executadas e de difícil deslocamento (por exemplo de rede de distribuições, com ligações domiciliárias).

Mais raramente são aplicadas as juntas Gibault (Fig. 8.38), de custo bem mais elevado que as demais. Entretanto, em situações semelhantes àquelas apontadas acima para as luvas de correr, eventualmente agravadas ainda pela impossibilidade de se efetuar o esgotamento da vala, torna-se bastante oportuna a utilização dessas juntas, de montagem muito simples.

8.1.2.9 Deflexões

As juntas elásticas de cimento-amianto Simples e Triplex permitem que em cada luva, sejam realizadas deflexões tais que as tubulações tenham um caminhar curvo e considerado normal desde que as deflexões estejam dentro de certos limites.

Essas deflexões podem ser executadas tanto no plano horizontal como no vertical, mas sempre dentro dos valores máximos permissíveis, que dependem não só dos diâmetros dos tubos, como de suas classes (espessuras das paredes e folgas com relação às luvas) (Tab. 8.7).

Nessas condições, nem sempre e necessariamente, as mudanças de direção das canalizações são obtidas por meio de peças especiais, como curvas (Ver CASO nº 108).

TAB. 8.7:– Deflexões Máximas nas juntas – cimento amianto. (59*)

Diâmetros (mm)	Classes	Gráus
50 a 100	10	4
	15	3
	20	2
	25 e 30	1
125 a 200	10	3
	15	2
	20 a 30	1
250 a 400	10	2
	15 a 30	1

(*) Ver Cap.16 – Referências.

Para os procedimentos necessários à locação de uma curva, ver ítem 8.4.2 deste Manual. Durante as operações de montagem, deverá ser observado o mais rigoroso alinhamento dos tubos. Somente após a montagem do tubo na luva, poderá ser efetuada a deflexão desejada.

8.1.3 TUBOS DE PLÁSTICO – PVC

8.1.3.1 Generalidades

a) composição

A matéria-prima básica empregada na fabricação dos tubos e conexões de PVC rígido é a resina de PVC, à qual são adicionados estabilizante, antioxidante, lubrificante e pigmento.

A resina de PVC (cloreto de polivinila) é obtida no Brasil, a partir do cloreto de sódio (sal de cozinha), do carvão, da cal e da água.

Do cloreto de sódio é extraída a soda e o cloreto de hidrogênio.

Do carvão e cal, obtém-se o carbetto de cálcio (carbureto) que, sofrendo hidrólise, produz o acetileno. Com a implantação da indústria petroquímica no país, o acetileno poderá ser obtido do petróleo.

De reação do acetileno com o cloreto de hidrogênio resulta o cloreto de vinila que sofre polimerização em presença de catalisadores, dando o cloreto de polivinila.

O estabilizante, o anti-oxidante e o lubrificante formam a mistura estabilizante que deve proteger a resina contra as pressões e temperaturas elevadas durante a extrusão dos tubos ou injeção das conexões (91 *).

b) dilatação térmica

O coeficiente de dilatação térmica do PVC, ao contrário do que vimos para tubos de ferro fundido (item 8.1.1.1.d), varia com a temperatura, aproximadamente segundo os valores dados na Fig. 8.50.

No exemplo seguinte, supunhamos uma tubulação de PVC rígido, com 100 m de comprimento e assentada em condições tais que a sua temperatura, seja de 10°C. Se essa temperatura, por uma série de razões possíveis, passar à 20°C, a tubulação sofrerá um aumento de comprimento (dilatação) de:

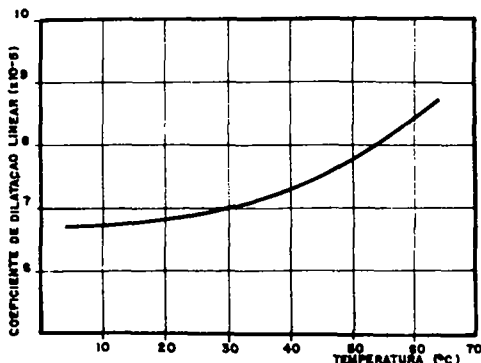


FIG. 8.50 - VARIACÃO DO COEFICIENTE DE DILATAÇÃO LINEAR COM A TEMPERATURA (91*)

$$100 \times (6,7 \times 10^{-5}) \times 10 = 6,7 \times 10^{-2} \text{m} = 6,7 \text{ cm}$$

Agora, suponhamos que outra tubulação tenha, à 40°C, também 100 m de comprimento. Se a sua temperatura passar à 50°C, o seu comprimento aumentará de:

$$100 \times (7,5 \times 10^{-5}) \times 10 = 0,075 \text{ m} = 7,5 \text{ cm.}$$

Assim, duas tubulações do mesmo material (PVC), com o mesmo comprimento inicial (100 m), e sujeito à mesma variação de temperatura (10°C) sofrerão dilatações diferentes conforme o valor da temperatura inicial.

Para as determinações práticas, que eventualmente se façam necessárias, pode ser adotado um valor médio para o coeficiente de dilatação no intervalo de temperaturas considerado (Fig. 8.50 e exemplo anterior). Notando-se que excepcionalmente esse material será utilizado para temperaturas superiores a 40°C, já que sua resistência será muito diminuída (conforme se verá a seguir), pode-se adotar o valor médio de $7 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ para o coeficiente de dilatação linear do plástico.

c) variação da resistência com a temperatura

A resistência à tração dos tubos de PVC, varia com a temperatura da água e do meio que os envolve.

Na prática, esses tubos serão aplicados em condições tais que satisfaçam sempre às reduções da Pressão de Serviço (Ver itens 8.1.2.2 e 8.1.3.1.d) indicadas na Fig. 8.51.

Assim, um tubo de classe 20 não deverá ser submetido à pressões internas superiores à 80 m.c.a., se estiver sujeito à temperatura de 30°C.

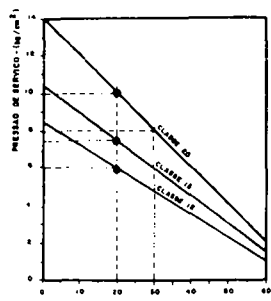


FIG. 8.51 - VARIAÇÃO DA PRESSÃO DE SERVIÇO COM A TEMPERATURA E CLASSE DOS TUBOS (PVC)

d) classes dos tubos e espessuras

Analogamente ao que foi visto no item 8.1.2.2 para cimento-amianto,

estabelecem-se para os tubos de PVC rígido:

Pressão de ensaio – a pressão hidráulica interna à que se submete-
rá o tubo após sua fabricação, à 20°C de temperatura.

Pressão de serviço – máxima pressão hidráulica interna à que
poderá estar sujeito o tubo, nas condições reais de trabalho, limitada pela metade do
valor da pressão de ensaio e pela diminuição da resistência com o aumento da
temperatura (item 8.1.3.1.c).

Classe dos tubos – definida como o valor numérico da “pressão de
ensaio”, em kg/cm².

Assim, um tubo da “classe 20”, será testado com pressão hidráulica
interna de 20 kg/cm².

Em setembro de 1969 foi realizado um simpósio no Centro Tecnológico
de Saneamento Básico, em São Paulo, recomendando a padronização dos diâmetros
externos nas tubulações (estabelecidas nas Tabelas I e II da PEB-183 da ABNT)
(64*) para os valores dados nas Tabelas 8.8 e 8.9 seguintes, e definidas pelas
respectivas séries (A e B) e pelos diâmetros externos (ou referência):

TAB. 8.8 :- Série A :- Tubos para instalações prediais à classe única e equivalente
à classe 15 (pressão de serviço = 7,5 kg/cm²) (PEB-183-1970)

TUBOS DE PVC RÍGIDO								
Série A - Tubos para instalações prediais								
dimensões e peso (20°C) - Pressão de serviço 7,5 kgf/cm ²								
REFERÊNCIA	Tolerância sobre diâmetro Externo médio - mm	Tolerância sobre Espessura mínima de Parede - mm	TABELA I TUBOS COM JUNTAS SOLDÁVEIS			TABELA II TUBOS COM JUNTAS ROSQUEÁVEIS		
			Diâmetro Ex- terno médio mm	Espessura mí- nima de parede (c) - mm	Peso médio aprox. kg/m	Diâmetro Ex- terno médio mm	Espessura mí- nima de parede (c) - mm	Peso médio aprox. kg/m
3/8	+0,2	+0,3	16	1,5	0,105	16,7	2	0,140
1/2	+0,2	+0,3	20	1,5	0,133	21,2	2,5	0,220
3/4	+0,2	+0,3	25	1,7	0,188	26,4	2,6	0,280
1	+0,2	+0,3	32	2,1	0,295	33,2	3,2	0,450
1 1/4	+0,3	+0,4	40	2,4	0,430	42,2	3,6	0,650
1 1/2	+0,3	+0,4	50	3,0	0,660	47,8	4,0	0,820
2	+0,3	+0,4	60	3,3	0,870	59,6	4,6	1,170
2 1/2	+0,3	+0,4	75	4,2	1,370	75,1	5,5	1,750
3	+0,4	+0,6	85	4,7	1,760	87,9	6,2	2,300
4	+0,4	+0,6	110	6,1	2,950	113,5	7,6	3,700

TAB. 8.9 :- Série B: Tubos para adução e distribuição de água -- junta soldada ou elástica (PEB-183-1970)

TUBOS DE PVC RÍGIDO								
Série B Tubos para rede e adutoras								
dimensões e pesos (20°C)								
Diâmetro Externo	Tolerância sobre Diâmetro Externo médio	Tolerância sobre Espessura mínima de Parede	CLASSE 20		CLASSE 15		CLASSE 12	
			PRESSÃO MÁXIMA DE SERVIÇO A		PRESSÃO MÁXIMA DE SERVIÇO A		PRESSÃO MÁXIMA DE SERVIÇO A	
			20°C	40°C	20°C	40°C	20°C	40°C
			Espe- sura Pare- de Mínima - mm	Peso médio aprox. kg/m	Espe- sura Pare- de Mínima - mm	Peso médio aprox. kg/m	Espe- sura Pare- de Mínima - mm	Peso médio aprox. kg/m
60	+0,3	+0,4	4,3	1,100	3,3	0,870	2,7	0,730
75	+0,3	+0,4	5,4	1,710	4,2	1,370	3,4	1,130
85	+0,4	+0,6	6,1	2,200	4,7	1,760	3,9	1,500
110	+0,4	+0,6	7,9	3,700	6,1	2,950	5,0	2,450
140	+0,5	+0,8	10,0	5,950	7,8	4,800	6,4	4,000
160	+0,5	+0,8	11,4	7,700	8,9	6,200	7,3	5,200
200	+0,6	+1,0	14,3	12,100	11,1	9,650	9,1	8,050
250	+0,6	+1,0	16,4	18,300	13,9	14,950	11,4	12,500
300	+0,6	+1,0	21,4	26,400	16,7	21,000	13,7	17,750

Nessas condições, e principalmente para as especificações de aquisição, será interessante o mais perfeito detalhamento do material exigido, sem o que, e quando impuser-se a utilização simultânea, na mesma obra, de material de diversos tipos e fabricações, fatalmente ocorrerão problemas para as interligações satisfatórias.

A consulta e interpretação adequada dos catálogos dos materiais previstos, permitirão a seleção mais satisfatória atendendo, inclusive, à exigências técnicas de montagem.

Normalmente os tubos de PVC, são fornecidos no comprimento de 6 metros.

Podem ser cortados com serra manual de madeira ou ferro, sendo as pontas chanfradas com lima comum.

8.1.3.2 Junta elástica

As bolsas dos tubos e conexões apresentam um perfil tal que permite o encaixe do anel de borracha, de secção circular (Fig. 8.52).

Os procedimentos necessários para a montagem são semelhantes aos requeridos para os tubos de ferro fundido com junta elástica (item 8.1.1.2), simplificados em algumas operações (utilização do tirfor, etc) pelo menor peso do PVC.

Em resumo, para a montagem dos tubos de PVC com junta elástica, deve-se:

a) limpar cuidadosamente a bolsa de um tubo e a ponta do outro;

b) introduzir o anel de borracha no sulco da bolsa (para os diâmetros de 250 e 300 mm será também utilizado um anel de PVC destinado a evitar que a borracha role para o interior da bolsa);

c) aplicar um lubrificante (sabão neutro ou glicerina) no anel de borracha e na ponta do tubo (não usar óleos ou graxas que possam atacar o anel de borracha);

d) introduzir a ponta chanfrada do tubo até o fundo da bolsa (dentro da qual encaixa-se perfeitamente); afastar o tubo colocado, de cerca de 1 centímetro, propiciando assim a folga necessária à dilatação e movimentação da junta.

8.1.3.3 Junta soldada

Analogamente aos tubos de PVC para junta elástica, os de junta soldada também são de ponta e bolsa, a qual deve ter, evidentemente, um perfil diferente, já que não são empregados os anéis de borracha (Fig. 8.53).

Em situações especiais essa bolsa pode ser preparada no campo, com certa facilidade (Ver CASO nº 110).

Para a execução de uma junta soldada, são recomendados os seguintes procedimentos:



Fig. 8.52 — Tubos de PVC, de ponta e bolsa, com junta elástica (102°).

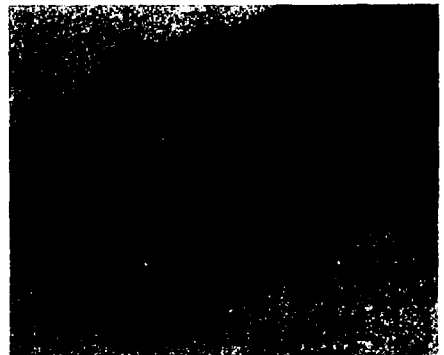


Fig. 8.53:— Tubo de PVC, de ponta e bolsa, com junta soldada. (91°)

Fig 8.54 Marcar, na ponta do tubo, a profundidade do encaixe (profundidade da bolsa) (89 *).



Fig. 8.55 Lixar a superfície interna da bolsa e externa da ponta, com lixa d'água nº 100, até retirar todo o brilho (89 *).



Fig. 8.56, Limpar a ponta e bolsa com "solução limpadora", geralmente fornecida com os tubos (89 *).

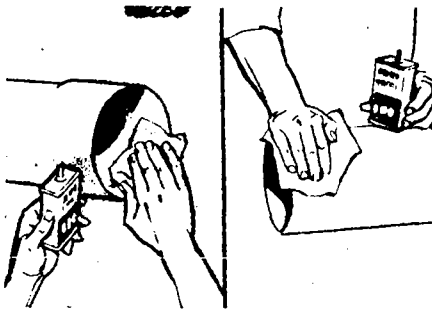


Fig. 8.57 Utilizando um pincel chato (2" x 1/4"), aplicar uma camada fina de "solda lenta" ou "adesivo" apropriados na bolsa e outra, um pouco mais grossa, na ponta do tubo. Essas operações devem ser, de preferência, simultâneas (89 *).



Grande parte dessa cola é

(*) Ver Cap. 16 – Referências.

um solvente de PVC e o restante é resina de PVC rígido. Aplicada na bolsa e na ponta, passa a dissolver a superfície. Quando a ponta é introduzida na bolsa, devido à pequena tolerância de dimensões, desenvolve-se pressão entre as partes a serem soldadas. Como estão amolecidas pelo solvente da cola, ocorre uma fusão das duas partes. Daí a expressão “solda” em lugar de “colagem”.

Para a execução de trechos extensos torna-se mais econômico o emprego do adesivo apresentado em latas de 1 kg, de que em bisnagas.

Fig. 8.58 Fazer a junção (89 *).



Fig. 8.59 Remover o excesso de adesivo (pois contém solvente de PVC), não movimentando a tubulação durante 5 minutos. Depois de uma hora a junta suportará pressões inferiores a 10 m.c.a. Após 8 horas poderá ser colocada em serviço normal. Para a consolidação total da junta, constituindo-se então num conjunto monolítico, são necessárias 48 horas (89 *).



As quantidades de solda e solução limpadora em cada junta, variam bastante segundo as habilidades do encanador e as recomendações do fabricante.

Para as previsões de consumo desses materiais, será mais conveniente o estudo das duas variáveis acima apontadas (habilidade do encanador e recomendações do fabricante) do que a simples adoção dos valores da Tab. 8.10, aqui indicados apenas como médias daquelas recomendações.

TAB. 8.10:-- Consumo de adesivo e solução limpadora

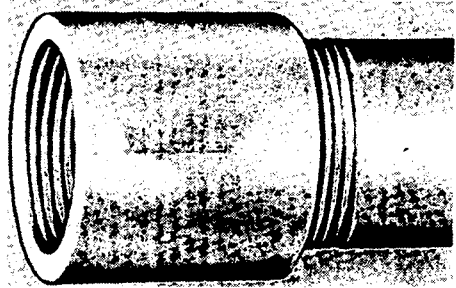
Diâmetro (mm)	Adesivo (g/juntá)	Solução limpadora (g/junta)
60	7	9
75	10	10
85	15	16
110	20	18
140	35	25
160	60	35

OBS:-- Valores intermediários dos fornecidos por diversos fabricantes (89*, 91*).

8.1.3.4 Junta rosqueada

Os tubos de PVC rígido rosqueáveis, são disponíveis no mercado fornecedor normalmente entre os diâmetros de 3/8" a 4" (Fig. 8.60).

São aplicados com as mesmas técnicas empregadas para os galvanizados, recomendando-se porém menores "apertos" nas conexões rosqueadas, que pela própria natureza do material, são menos resistentes às ações externas provocadas pelo emprego inconveniente de ferramentas de grandes dimensões.



Nessas condições, tem seu emprego limitado quase exclusivamente às instalações prediais, por razões preponderantemente tradicionalistas, já que a tecnologia de aplicação assemelha-se muito com a dos tubos e conexões galvanizados, utilizados com maior frequência antes do aparecimento dos primeiros tubos de PVC.

Para a cômoda preservação dessa tecnologia, os tubos de plástico rosqueáveis foram levados à espessuras de paredes maiores (confrontar na Tab. 8.8, do item 8.1.3.1 as espessuras recomendadas para tubos rosqueáveis e soldáveis, para as mesmas pressões de serviço), a fim de que após a confecção da rosca, restasse ainda uma espessura suficiente para resistir aos mesmos esforços internos (Ver também Tab. 8.2).

Com aplicações ainda vantajosas em alguns casos excepcionais, os tubos rosqueáveis de PVC tendem a ser substituídos pelos soldáveis ou com junta elástica nos diâmetros superiores a 50 cm.

Nos grandes diâmetros (até 4"), a abertura de roscas com morsas e tarrachas maiores, a conveniência de vedantes especiais além do zarcão (Teflon, solução de borracha ou similares – para juntas desmontáveis, ou resinas Epoxi com Araldite, para juntas não desmontáveis), bem como a utilização de ferramentas pesadas (chaves de grifo ou de cinta, etc), tem tornado mais vantajoso o emprego do PVC rígido, mas com outros tipos de juntas.

8.1.3.5. Junta flangeada

Como vimos no item 8.1.1.4 para tubos de ferro fundido, o sistema de juntas com flanges é bastante utilizado nas tubulações aparentes de Estações de Tratamento, Reservatórios, Casas de Bombas, etc.

Muitas vezes dispensam cuidados especiais de ancoragem, permitindo a fácil desmontagem de peças e conexões para operações de manutenção e limpeza.

Os tubos são fabricados com as dimensões e classes especificadas na Tab. 8.9 do item 8.1.3.1.d, para tubos de PVC rígido – série B e os flanges atendendo ao mesmo gabarito de furação para ferro fundido dado no item 8.1.1.4. (Fig. 8.61).

Se condições especiais de trabalho assim exigirem, serão fornecidos com revestimento externo de fibra de vidro e resina de poliéster para aumentar a resistência à flexão e aos impactos (92 *).

As extremidades flangeadas dos tubos podem ser executadas facilmente na obra, sempre que necessário, já que eles são cortados por meio de serras manuais para ferro ou madeira, e adaptados aos flanges por meio de operações simples, vistas à seguir.

Para a execução de uma junta flangeada, com tubos ou peças de PVC rígido:

a) ajustar o comprimento do tubo às dimensões exatas tomadas no próprio local da obra, cortando-o com serra manual para ferro ou madeira e aparelhando as extremidades com lima fina de ferro.

b) colocar o flange livre no tubo, sem utilizar adesivo. (Fig. 8.62).

c) lixar as superfícies externas da ponta do tubo e interna da bolsa da “luva com ressalto cônico” do flange (Fig. 8.62), limpando-as com solução apropriada.

d) aplicar adesivo às superfícies lixadas, encaixando-as imediatamente, se necessário com auxílio de um apoio de madeira, até que a ponta do tubo atinja o encosto da luva com ressalto cônico.

e) aproximar o flange da luva com ressalto cônico, na qual deverá assentar livremente (sem adesivo). Caso se verifiquem deformações no sentido de fletir a junta, o flange movimentar-se sobre o ressalto cônico, evitando a concentração de esforços.

f) colocar a arruela de vedação (PVC plastificado, borracha, etc.. com os cuidados recomendados no item 8.1.1.4 deste Manual.

g) colocar os parafusos, conseguindo facilmente o alinhamento dos furos já que os flanges são livres, apertando-as conforme as recomendações feitas para flanges de ferro fundido (8.1.1.4). Cada

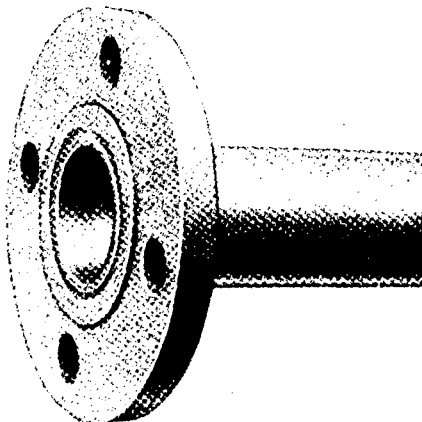


Fig. 8.61 — Tubo de PVC com flange (91*)

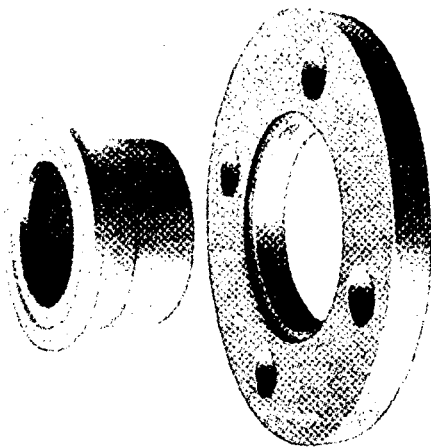


Fig. 8.62 — Flange livre e luva com ressalto cônico de PVC. (91*)

porca deverá ser colocada com a devida arruela, para que as tensões não se concentrem em pequenas superfícies de plástico.

8.1.4 TUBOS DE CONCRETO

A mistura de cimento, areia, pedra britada e água — “concreto simples” —, embora resista bem aos esforços de compressão, apresenta grande fragilidade quando submetida à tração.

Na Fig. 8.63, os esforços causados pela pressão interna da água (representados pelas setas P), tenderiam a provocar a ruptura e “abertura” do tubo (assim representado em linhas pontilhadas).

Esse esforço de tração à que fica submetido o material do tubo, poderá ser combatido pela armadura (barras) de aço colocada no interior das paredes: — “concreto armado”.

Se os esforços de tração forem muito grandes (pressões internas elevadas), será conveniente que a armadura de aço seja aplicada já em condições de produzir esforços de compressão (que irão combater os esforços de tração) enrolando-a apertadamente no tubo: — “concreto protendido” (16 *).

Os tubos de concreto somente tem sido aplicados em adutoras de grande diâmetro, geralmente acima de 800 mm, já que nos diâmetros menores torna-se mais econômica a utilização de outros materiais.

Tratando-se de obras não muito frequentes e geralmente bastante caras, devem ser estudadas particularizadamente. Soluções de caráter geral, muitas vezes aplicadas com sucesso em outras situações, poderão onerar sensivelmente a obra específica em questão, se não forem adaptadas convenientemente, procurando sempre a solução mais simples, segura e econômica. Serão estudadas cuidadosamente as condições de apoio dos tubos, levando em consideração o tipo de solo, as cargas externas, etc (3 *).

Até os diâmetros de 2,40 m, as juntas podem ser feitas com anéis de borracha. Acima desses diâmetros serão estudadas soluções particulares, geralmente constituídas por juntas de chumbo.

As peças especiais são de concreto armado, fabricadas segundo técnicas especiais e especificamente para a obra.

De uma maneira geral, a Fig. 8.64 indica os elementos principais dos tubos de concreto protendido integral.

A adutora da Estação de Tratamento d'água do Alto da Boa Vista em São Paulo, foi executada em tubos de concreto protendido, com 1,10 m de

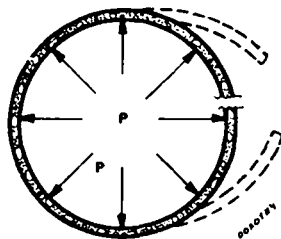


FIG. 8.63: — ESFORÇO DE TRACÇÃO NAS PAREDES DO TUBO - PRESSÃO INTERNA.

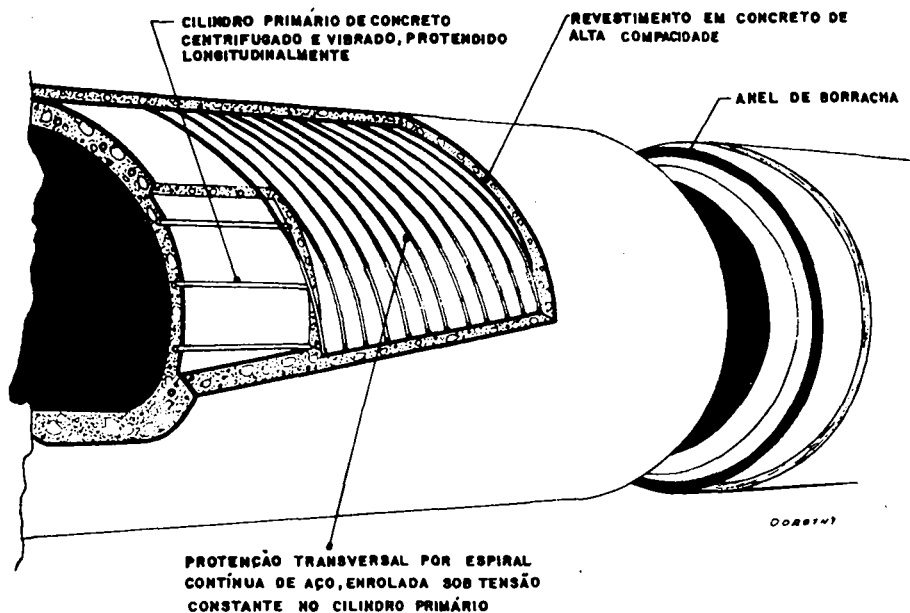


FIG. 8-64:- TUBO DE CONCRETO PROTENDIDO INTEGRAL (88*)

diâmetro, tendo recebido ainda uma proteção adicional através de pintura impermeabilizante à base de neutrol, tanto interna como externamente (33 *).

8.1.5 TUBOS DE AÇO

8.1.5.1 Generalidades

Embora fabricados também nos pequenos diâmetros, os tubos de aço tem aplicação mais freqüente nos Serviços Públicos de Abastecimento d'água brasileiros em diâmetros superiores a 800 mm.

Entre 50 e 600 mm, dificilmente apresentarão vantagens não só econômicas, como de características hidráulicas de escoamento e necessidades de proteção adicionais aos tubos, sobre os demais materiais empregados usualmente nesses diâmetros (ferro fundido, cimento-amianto, plástico – itens 8.1.1., 8.1.2 e 8.1.3).

Nos diâmetros superiores a 1.000 mm somente poderão ser confrontados, ao menos economicamente, com os tubos de concreto armado (item 8.1.4). Nessa análise deverão ser avaliadas as facilidades de transporte (peso dos materiais) e de montagem, agressividades do solo sobre os tubos, qualidade da água e revestimentos internos, etc.

8.1.5.2 Espessuras

A elevada resistência do aço aos esforços de tração permite que os tubos, embora submetidos a pressões internas elevadas, tenham espessura de paredes bastante reduzidas em relação ao diâmetro e aos esforços.

Essa propriedade do metal permite grande economia de material no processo de fabricação e conseqüente redução de custo dos tubos

Para se ter idéia da relação entre essas dimensões principais, um tubo com 1.000 mm (1 m) de diâmetro, pode ser fabricado com chapas de aço desde 1/4" (6,4 mm), até 1/2" (12,7 mm.) dependendo das condições de trabalho à que serão submetidos (94 *).

Conquanto a reduzida espessura das paredes assegure perfeita resistência estrutural sob as condições normais de trabalho, constituindo-se assim em vantagem econômica para aquisição, transporte e mesmo assentamento, oferece porém pequena rigidez aos tubos (Ver CASOS n^{os} 1, 7 e 9). Nessas condições, ficam sujeitos mais intensamente aos fenômenos de "colapso" ou "esmagamento", quando a pressão interna do líquido reduzir-se à valores menores que a pressão atmosférica acrescida das eventuais cargas externas (peso de aterro, etc.).

A fim de que não se desperdicem as vantagens apresentadas, os tubos de aço deverão ser aplicados com os dispositivos de proteção adequados (Ver item 10.5.5).

8.1.5.3 Revestimentos

O contato direto do tubo nu com o solo que o circunda ou com a própria água escoada em seu interior, pode propiciar condições favoráveis à corrosão do aço.

A fim de preservar aquela propriedade de alta resistência física aos esforços de tração, os tubos geralmente são revestidos, tanto interna como externamente, reduzindo os processos de oxidação à que ficaria sujeito o aço naturalmente exposto.

Dependendo das condições específicas à que serão submetidos os tubos na realidade (agressividade do solo e da água, assentamentos aéreos sobre pilares, etc.), serão escolhidos os revestimentos mais adequados, que irão desde a simples aplicação de tintas anti-ferruginosas (zarcão) ou primárias betuminosas e à base de produtos de destilação da hulha, até a aplicação de várias camadas de revestimentos diversos, dentre os quais destacam-se: feltro de asbesto, lã de vidro, esmalte betuminoso, etc. (Ver CASOS n^{os} 79 e 81).

Geralmente esses revestimentos devem ser protegidos dos raios solares. Quando o armazenamento se fizer por período relativamente curto, bastará uma caiação ou aplicação de papel branco (Kraft) para diminuir a absorção do calor (Ver CASOS n^{os} 3 e 9).

Principalmente para as tubulações aéreas, assentadas sobre pilares e

expostas apenas à ação do ar, podem ser utilizadas tintas protetoras à base de alumínio como proteção externa, à exemplo do que se faz nos oleodutos (Ver CASO nº 154).

As extremidades dos tubos não recebem revestimento de fábrica. Após as operações de solda no campo, as áreas próximas à juntas serão devidamente protegidas (VER CASOS nºs 7, 85 e 92).

8.1.5.4 Proteção Catódica

Outro processo de proteção dos tubos, aplicado em condições locais particulares, consiste em fazer com que o potencial (elétrico e negativo) do aço em relação ao solo, seja superior à determinados limites.

Para tal, a tubulação deverá ser ligada ao polo negativo de um gerador de corrente contínua, funcionando eletricamente como cátodo.

Muitas vezes, e principalmente em alguns trechos mais sujeitos à corrosões de origem elétrica (proximidades de estradas de ferro ou linhas de bondes, etc.), os tubos, apesar de revestidos normalmente, também receberão uma proteção catódica suplementar.

Tanto quanto a escolha do tipo e qualidade do material para revestimento, os trabalhos de proteção catódica são bastante específicos, requisitando estudos bastante delicados que deverão ser elaborados somente por especialistas no assunto.

“Observamos que é inútil aumentar a espessura do tubo para resistir à corrosão; esse procedimento oneroso serve unicamente para prolongar a vida da canalização. Ao contrário, a proteção catódica corretamente estudada permite impedir, de maneira definitiva, o desenvolvimento da corrosão” (15 *).

8.1.5.5 Perdas de Carga

Evidentemente, as perdas de carga nas tubulações de aço dependerão da natureza do revestimento interno utilizado.

“As técnicas modernas de aplicação dos produtos de revestimento interno, permitem obter-se superfícies esmaltadas muito lisas. Devido a isso, a resistência ao escoamento hidráulico nos tubos de aço é muito reduzida, salvo casos excepcionais, essa resistência não se altera praticamente com o tempo” (15 *).

8.1.5.6 Solda de Campo

Normalmente os tubos são fornecidos com as extremidades chanfradas conforme as indicações da Fig. 8.65 (chanfros simples).

Dependendo das espessuras das paredes e dos diâmetros dos tubos, eles poderão ser soldados fora da vala em número de dois ou três, aproveitando as melhores condições de trabalho.

De qualquer maneira, antes da solda de topo, os dois tubos devem ser perfeitamente alinhados, mantendo-se um afastamento "A" constante (da ordem de 1,5 a 2,5 mm) por meio de dispositivos apropriados.

Os tubos de grande diâmetro são soldados pelo processo do arco-elétrico em lugar da solda oxiacetileno.

O calor necessário para a fusão do eletrodo é produzido pelo arco-elétrico formado entre o tubo a ser soldado e o metal do próprio eletrodo, com temperaturas próximas à 4.500°C.

A soldagem se efetua por várias passagens sucessivas, cada uma formando um "cordão" (filete) diferente. O número de cordões depende da espessura das paredes dos tubos. Entre dois cordões sucessivos, deverão ser removidos as escórias depositadas por meio de ferramentas apropriadas: martelo picotador para solda, etc. (Ver CASO nº 87).

O conjunto assim formado, será transportado para a vala com os devidos cuidados exigidos pelo revestimento extremo (CASOS nºs 85 à 88).

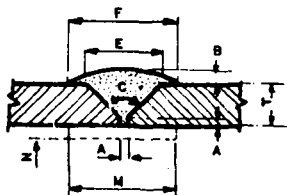
Se os diâmetros não forem muito grandes (geralmente inferiores a 1 m), os tubos poderão ser apoiados sobre "estais" de madeira colocados transversalmente sobre a vala, para a realização das soldas complementares CASOS nºs 86, 90 e 91).

O simples corte de "estais" sucessivos (numa das extremidades de apoio na borda da vala), permitirá que a tubulação desça progressivamente para o fundo da vala. Entretanto, esse procedimento nem sempre poderá ser o mais recomendado, se não assegurar a devida proteção ao revestimento contra as possíveis avarias ocasionadas pela própria madeira cortada (CASOS nºs 90 e 91). Melhor seria a suspensão da tubulação já montada por meio de cintas de lona aplicadas cuidadosamente em alguns pontos e acionadas por equipamentos mecanizados ou simples tripés.

Suspensa a tubulação, podem ser removidos os estais de apoio, sem perigo de danificações nos revestimentos, após o que ela será descida através de movimentos controlados. Sempre que possível essas operações não serão efetuadas durante as horas mais quentes do dia (Ver CASO nº 84).

Nos diâmetros maiores, deverão ser abertos cachimbos em torno dos locais das juntas, preservando espaço suficiente para as atividades do soldador (Ver CASO nº 89).

Quando as extremidades dos tubos não se ajustarem perfeitamente, por ovalizações provocadas por defeitos de fabricação ou deficiências no transporte, elas deverão ser forçadas às posições convenientes e então imobilizadas através das "soldagens de ponteamto," (Ver CASO nº 95).



- A = AFASTAMENTO DOS BORDOS
 B = ALTURA DO ENCOSTO
 C = ÂNGULO DO BISEL
 E = ABERTURA TOTAL
 F = LARGURA DO CORDÃO
 M e N = LARGURA e ALTURA DO ANEL DE CONTATO INTERNO (usado em casos especiais)
 T = ESPESURA DO TUBO

FIG. 8-65 - SOLDA DE TÔPO (95 n)

“Dispensa-se remover as soldagens de ponteamto, usadas para ajustar os tubos, desde que elas sejam sólidas e os cordões que as cubram realizarem perfeita fusão com eles” (25*)

Como as soldas de campo têm valor fundamental sobre a estanqueidade e resistência da tubulação (em última análise, o mesmo valor que as soldas da fábrica), somente devem ser executadas por pessoal habilitado e devidamente treinado (18*).

8.1.5.7 Ensaio das soldas

Os ensaios “não destrutivos” mais usados baseiam-se em processos radiográficos ou de ultra-som, aplicados em todas as juntas.

Também podem ser efetuados ensaios de estanqueidade.

Os professores Cauvin e Didier recomendam: “Antes de descer a tubulação ao fundo da vala, obturam-se suas extremidades em trechos de aproximadamente 1 km; um compressor eleva a pressão do ar a 6 ou 7 Hpz. Todas as juntas são molhadas com água e sabão, descobrindo-se assim as fissuras microscópicas” (15 *).

Embora simples, a execução desses ensaios, se não previstos nos “CADERNOS DE ENCARGO” da obra, somente será possível quando programada com antecedência. De qualquer maneira, serão vantajosos especialmente para os construtores, pois permitirão que os trabalhos de remoção de soldas defeituosas sejam feitos ainda em condições de trabalho razoavelmente satisfatórias e fora das valas .

8.1.5.8 Revestimento das juntas

Após o ensaio das soldas, as juntas deverão ser revestidas de tal maneira que, também nessas regiões, fique assegurada a mesma proteção estabelecida para o restante da tubulação.

Nessas condições raramente serão de natureza diferente daquela utilizada no revestimento original de fabricação.

Ao contrário, prevendo dificuldades de execução no campo, as especificações para o revestimento das juntas poderão ser até mais rigorosas. (Ver CASO nº 81).

8.1.5.9 Conexões

Analogamente à tubulação de concreto armado (item 8.1.4), as peças especiais e conexões para tubos de aço dificilmente são mantidas em estoque pelos fabricantes. Nessas condições, elas serão fabricadas por encomenda, cabendo então o maior cuidado no levantamento dos quantitativos do projeto (item 2.4) para que a obra não sofra interrupções prolongadas.

De qualquer maneira, algumas peças ou ao menos adaptações convenien-

tes, poderão ser executadas no campo através dos procedimentos normais de cortes e soldagens.

A Fig. 8.66 esquematiza algumas conexões utilizadas também com chapas de aço segundo dimensões convenientes e algumas vezes padronizadas.

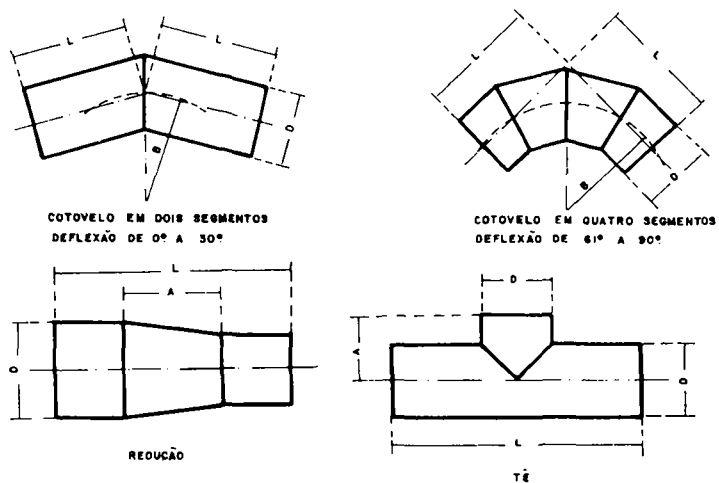


FIG 8.66 - CONEXÕES DE AÇO (95%)

8.1.6 TUBOS DE MADEIRA E DE POLIÉSTER

8.1.6.1 Tubos de Madeira

Os tubos construídos com madeira estão sendo apresentados nesse trabalho, onde se procura ressaltar o caráter prático e de aplicação mais imediata de cada assunto abordado, tão somente para mostrar o esforço dos homens e os artifícios de que lança mão algumas vezes, na antiga luta para o transporte da água.

Nesse sentido, deverão ser preservadas as obras desse tipo, pelo inegável valor histórico que apresentam.

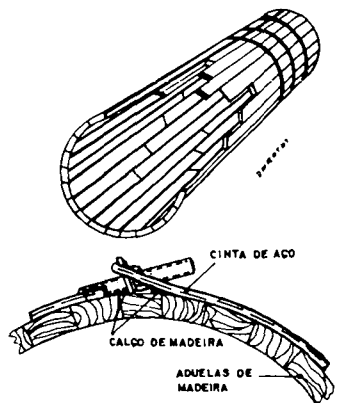


FIG.8.67 - TUBULAÇÕES DE MADEIRA (13%)

A fig. 8.67, indica alguns elementos das tubulações de madeira, utilizadas muito raramente e apenas em situações especiais quando deverão ser transportados grandes volumes de água, sob pressão reduzidas e em terreno de acesso muito difícil (13 *).

8.1.6.2 Tubos de Poliéster, Fibras de Vidro e Areia

O comportamento da mistura de poliéster, fibras de vidro e areia com que são fabricados esses tubos, poderá ser comparado de certa forma ao do concreto armado, onde o cimento é substituído pela resina de poliéster, os materiais inertes (pedra britada e areia) pela areia, e o aço pelas fibras de vidro (Ver item 8.1.4).

Os tubos e conexões desse novo material estão sendo fabricados no Brasil entre os diâmetros de 100 mm e 1.200 mm (96 * e CASO nº 30).

A alta resistência da mistura permite a fabricação dos tubos e conexões com pequenas espessuras de paredes (entre 4,3 e 11,2 mm, conforme o diâmetro). Num mesmo diâmetro essa espessura é mantida constante; a resistência do material à maiores pressões internas de água, será conseguido por variações convenientes dos 3 elementos da mistura.

Isso também permitirá a aplicação de uma mesma conexão (fabricada com a mistura rica) diretamente aos tubos de classes inferiores.

As características hidráulicas definidas pela superfície interna bastante lisa dos tubos, assegurada pela remota possibilidade de "tuberculização" (Ver CASO nº 193) ou de avarias no revestimento interno, recomendam a utilização do coeficiente C da fórmula de Williams Hazen (Ver item 2.7.1) com valores próximos à 145 (96 *).

Normalmente as juntas são do tipo ponta e bolsa com anel de vedação de borracha (Ver item 8.1.1.2 e 8.1.3.2); em casos especiais, para pressões superiores à 15 kg/cm², poderão ser empregadas as juntas soldadas (Ver item 8.1.3.3) ou flangeadas (Ver itens 8.1.1.4 e 8.1.3.5).

As conexões (tees, cruzetas, curvas, etc) usualmente utilizadas nessas tubulações são fabricadas com o mesmo material dos tubos. As tubulações e as peças podem ser cortadas no campo com serras manuais comuns, sendo também facilmente soldadas a frio, com "cola" adequada (97 *).

Algumas outras características técnicas do material, são dadas pelos fabricantes (96 *).

- peso específico: 2,07 g/cm³
- resistência à compressão (axial e circunferencial): 705 kg/cm²
- resistência à tração axial: 493,4 kg/cm²
- circunferencial: 1 762,5 kg/cm²

8.2 CONEXÕES E PEÇAS ESPECIAIS

Muitas vezes, dependendo do tipo de material dos tubos e de suas

juntas, as mudanças de direção das tubulações poderão ser efetuadas através das deflexões parciais permitidas pelas próprias juntas (Ver item 8.3.2 e CASO n° 108). Entretanto, os espaços disponíveis em outras situações particulares, poderão exigir a mudança brusca na direção do escoamento do fluido. Nesses casos, mais frequentes na prática, serão utilizadas as conexões apropriadas: CURVAS. Normalmente essas peças são fabricadas nos seguintes "ângulos de abertura": 90°, 45°, 22°30' e 11°15' (Fig. 8.68, 8.72 e 8.74).

Outras vezes, torna-se necessário o encaminhamento da água para duas ou mais direções diferentes, à partir de 1 ponto abastecido. As conexões apropriadas denominam-se: TES, CRUZETAS ou JUNÇÕES (Figs. 8.68, 8.72, 8.74).

Para a variação do diâmetro de uma tubulação, emprega-se as REDUÇÕES (Fig. 8.69, 8.72 e 8.74).

No fechamento definitivo de extremidades: CAPS, PLUGS ou FLANGES CEGOS (Fig. 8.69).

No bloqueamento parcial ou apenas temporário do escoamento da água numa tubulação: REGISTROS (Fig. 8.70). Ainda nessa figura, são indicadas diversas peças e aparelhos especiais (chave tê para registros, pedestais de manobras, etc.) destinados ao acionamento da gaveta dos registros colocados geralmente em adutoras e redes de distribuição ou em posições especiais no interior de Estações de Tratamento, etc.

Quando se desejar que o escoamento da água somente se faça num determinado sentido, serão empregadas as VÁLVULAS DE RETENÇÃO (Fig. 8.70).

A eliminação automática do ar acumulado no interior das tubulações frequentemente é realizada por aparelhos especiais: VENTOSAS (Fig. 10.11 e 10.12).

Serão evitadas as elevações das pressões internas através das VÁLVULAS ANTI-GOLPE DE ARIETE (Ver item 10.7 e Fig. 10.22).

De uma maneira geral, para tubulações de ferro fundido ou de cimento-amianto as conexões e peças especiais são fabricadas em ferro fundido (Figs. 8.68, 69, 70 e 8.72).

Para as de plástico, as conexões (curvas, tês, cruzetas, etc.) são fabricadas também em PVC rígido; já os aparelhos e peças especiais dessas tubulações (registros, ventosas, válvulas de retenção, etc.) são de ferro fundido.

De qualquer forma, essas peças terão extremidades apropriadas ao tipo de tubo à que se unirão: ponta, flange, bolsa para anel de borracha, bolsa para chumbo, etc., sendo de fundamental importância a perfeita definição do tipo de extremidade adotado em cada caso.

Por exemplo, ao se referir à uma determinada conexão para tubulação de ferro fundido, será necessário esclarecer, além do diâmetro, qual o tipo de junta desejada: anel de borracha, chumbo, flange, etc. (item 8.1.1.2, 3, 4 e 5).

Analogamente, se a tubulação for de cimento-amianto, deverá ser especificado o tipo de junta: Simplex, Triplex (8.1.2.5), a classe dos tubos e a origem de fabricação (8.1.2.3), etc.

Se esses cuidados não forem tomados para a aquisição do material, dificilmente serão efetuadas as montagens necessárias, ao menos com as facilidades

possíveis e estanqueidade desejável.

A seguir, serão dados alguns exemplos de conexões e peças utilizadas mais frequentemente segundo a natureza de alguns materiais das tubulações propriamente ditas.

Longe de pretender esgotar o assunto, ilustrando *todos* os tipos de conexões existentes no mercado, esses exemplos ressaltam apenas a maior conveniência, senão necessidade mesmo, de serem consultados, e algumas vezes interpretados, os catálogos específicos dos fabricantes, destacando sempre a maior importância para os tipos de juntas possíveis e recomendáveis para cada caso.

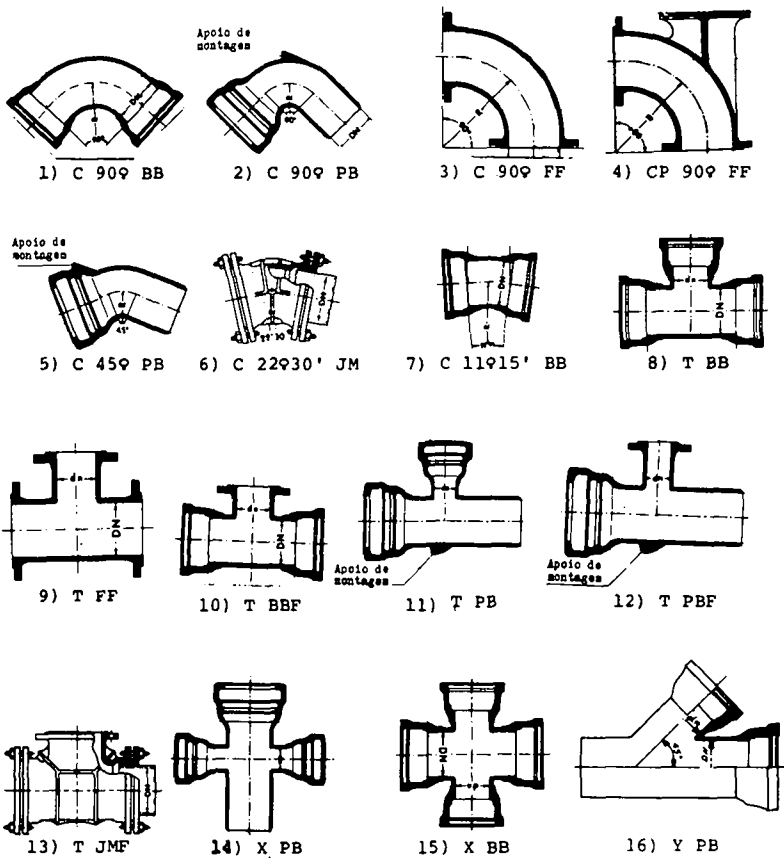
8.2.1 CONEXÕES PARA TUBOS DE FERRO FUNDIDO

Sempre que possível, as conexões são ligadas aos tubos com o mesmo sistema de juntas adotado para a tubulação geral (Flange, chumbo, anel de borracha, etc.).

Geralmente essas peças têm extremidades de ponta e bolsa, para se ligarem respectivamente à bolsa e ponta dos tubos, sendo fabricadas em ferro fundido ou aço, até o diâmetro de 600 mm, com dimensões, formas, perfis de bolsas e diâmetros externos de pontas, compatíveis com os tubos à que se acoplarão.

Nas Figs. 8.68, 8.69 e 8.70 são indicados os nomes, abreviaturas e símbolos representativos em desenhos esquemáticos, de algumas conexões utilizadas frequentemente em tubulações de ferro fundido.

Os registros do “tipo oval” resistem à pressões mais elevadas que os do “tipo chato” (Fig. 8.70).

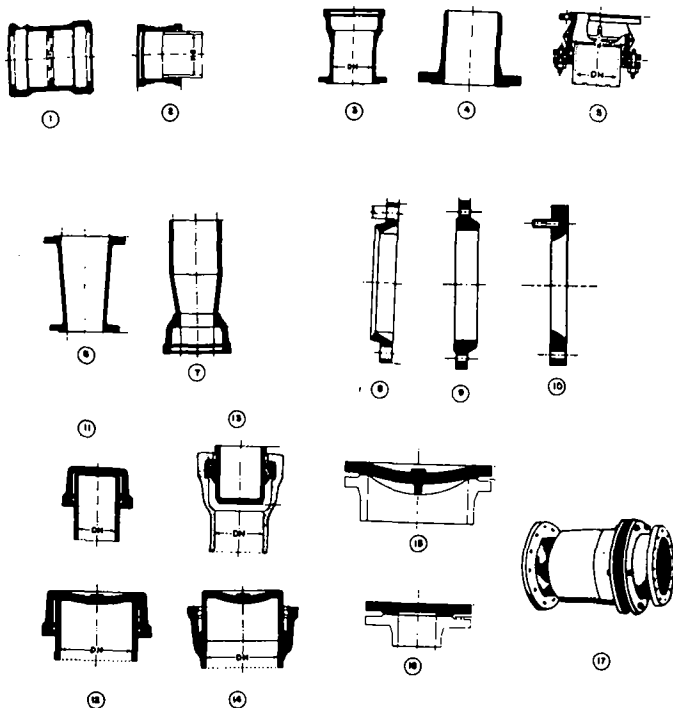


LEGENDA

- | | |
|---|--|
| 1) Curva 90º com bolsas... | 8) Tê com bolsãs..... |
| 2) Curva 90º com ponta e bolsa..... | 9) Tê com flanges..... |
| 3) Curva 90º com flanges.. | 10) Tê com bolsas e flanges.... |
| 4) Curva 90º com flanges e pé..... | 11) Tê com ponta e bolsas..... |
| 5) Curva 45º com ponta e bolsa..... | 12) Tê com ponta, bolsa e flange..... |
| 6) Curva 22º30' com junta mecânica..... | 13) Tê com junta-mec.e flange.. |
| 7) Curva 11º15' com bolsas..... | 14) Cruzeta com ponta e bolsãs..... |
| | 15) Cruzeta com bolsas..... |
| | 16) Junção 45º (peçay) com ponta e bolsãs..... |

Fig.8.68:Conexões de ferro fundido para tubulações do mesmo material.

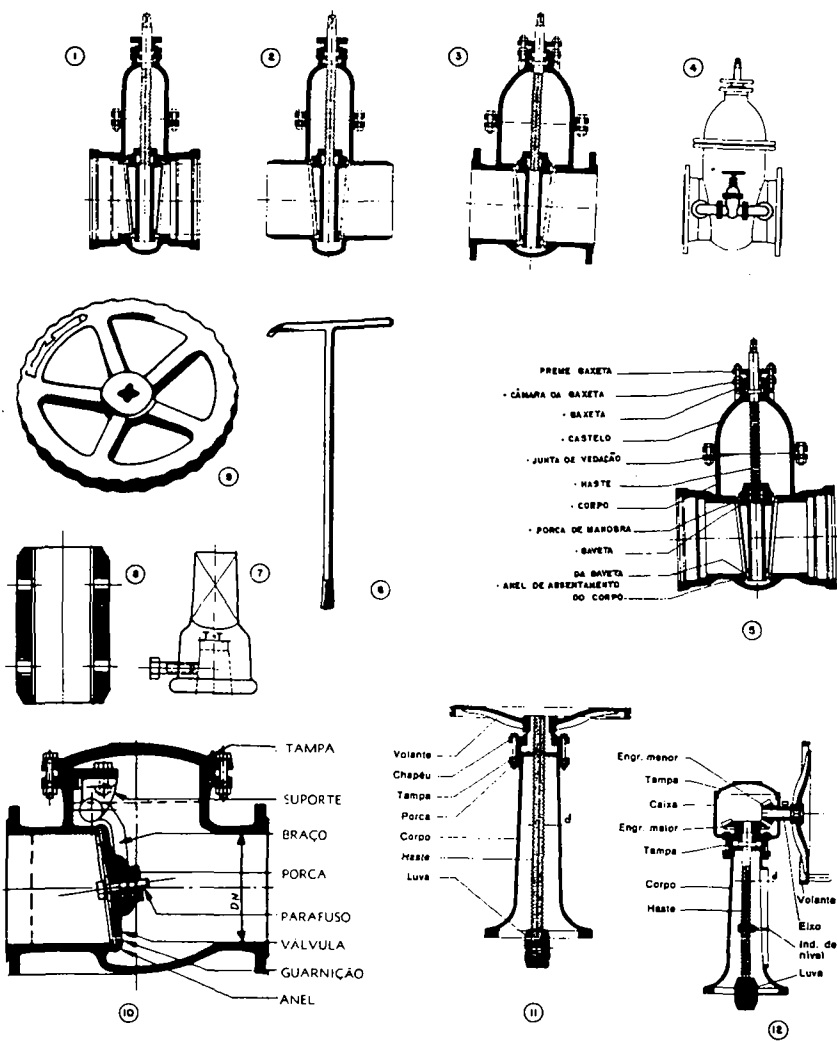
(71* e 78*)



LEGENDA

- | | |
|--|---|
| 1. Luva (para junta elástica) | 10. Placa de redução |
| 2. Luva de correr (para chumbeação) | 11. Cap (de 50 a 250 mm) |
| 3. Peça de extremidade, bolsa e flange | 12. Cap (de 250 a 600 mm) |
| 4. Peça de extremidade, flange e ponta | 13. Plug, p/junta elástica (menor 250 mm) |
| 5. Peça de extremidade com junta mecânica e flange | 14. Plug, p/chumbeação (maior 250 mm) |
| 6. Redução com flanges | 15. Flange cego (maior 250 mm) |
| 7. Redução de ponta e bolsa | 16. Flange cego (menor 250 mm) |
| 8. Contra-flange (p/junta mecânica) | 17. Junta de expansão |
| 9. Flange avulso, com furos | |

Fig. 8.69 : - Conexões e peças especiais de ferro fundido para tubulações do mesmo material (71° e 72°)



LEGENDA

- | | |
|------------------------------|---|
| 1. Registro chato com bolsas | 8. Luva para haste |
| 2. Registro chato com pontas | 9. Volante para registro |
| 3. Registro oval com flanges | 10. Válvula de retenção |
| 4. Registro com "by-pass" | 11. Pedestal de manobra simples |
| 5. Registro oval com bolsas | 12. Pedestal de manobra com engragagens |
| 6. Chave Te para registros | |
| 7. Cabeçote para registro | |

Fig. 8.70 :- Peças especiais de ferro fundido (71*, 75* e 78*)

8.2.2 CONEXÕES PARA TUBOS DE CIMENTO-AMIANTO

Com excessão das luvas normais para acoplamento dos tubos: LUVAS SIMPLEX ou TRIPLEX (item 8.1.2.5) que são fabricadas também com cimento-amianto, as demais conexões (curvas, tê, etc.) e peças especiais (registros, ventosas, etc.), são de ferro fundido.

Atualmente, em quase sua totalidade, essas conexões são fabricadas com pontas, sendo ligadas aos tubos através das luvas de cimento-amianto.

No item 8.1.2.3 foi visto que tubos de mesmo diâmetro nominal (interno e de escoamento d'água) podem ter diferentes diâmetros externos, correspondentes às diversas espessuras das paredes definidas pelas suas classes.

As pontas das conexões de ferro fundido, têm sempre o mesmo diâmetro externo (geralmente correspondente ao da classe 15 dos tubos, que é o de maior utilização no mercado consumidor). Evidentemente, embora com um único diâmetro externo de pontas, essas conexões são dimensionadas para suportar condições reais de trabalho definidas pelas classes mais elevadas. A Fig. 8.71 mostra o acoplamento de uma conexão qualquer (curva, tê, registro, etc.) de ferro fundido, de diâmetro externo de ponta igual ao diâmetro de uma ponta de tubo da classe 15, com um tubo de classe superior (maior espessura de parede), através de uma luva de transição (item nº 8.1.2.5).

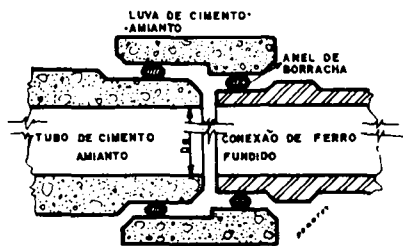


FIG. 8.71 - LIGAÇÃO DE CONEXÃO A TUBO DE CLASSE DIFERENTE DA 15

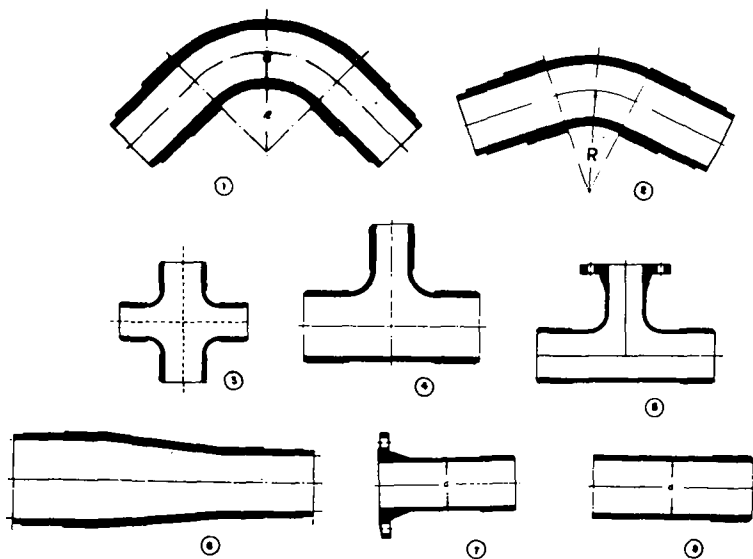
Na Fig. 8.72 são dados alguns exemplos de conexões de ferro fundido apropriadas para tubulações de cimento-amianto.

No des. 5 daquela Figura 8.72, as pontas do Tê permitem a ligação normal aos tubos de cimento-amianto (através de luvas), destinando-se o flange da derivação à ligação direta com peças flangeadas.

AS PEÇAS DE EXTREMIDADE indicadas nos desenhos 7 (ponta para luva de cimento-amianto e flange para conexão de tubo flangeado) e 8 (ponta para luva de cimento-amianto e ponta para bolsa de ferro fundido), bem como outras peças eventualmente necessárias, permitem que as tubulações de cimento-amianto se interliguem eventualmente com as peças e conexões apropriados à tubulações de outros materiais (plástico, ferro fundido, etc.) (Ver CASO nº 156).

8.2.3 CONEXÕES PARA TUBOS DE PLÁSTICO

Ao contrário do que ocorre com os tubos de cimento-amianto, os de



LEGENDA

- | | | | |
|---|-----|--|-----|
| 1. Curva 90° com pontas | () | 6. Redução com pontas | () |
| 2. Curva 45° com pontas | () | 7. Peça de extremidade - ponta e flange | () |
| 3. Gruseta com pontas | (+) | 8. Peça de extremidade - pontas para cimento-amianto e ferro fundido | () |
| 4. T _g com pontas | (⊥) | | |
| 5. T _e com pontas e flange | (⊥) | | |

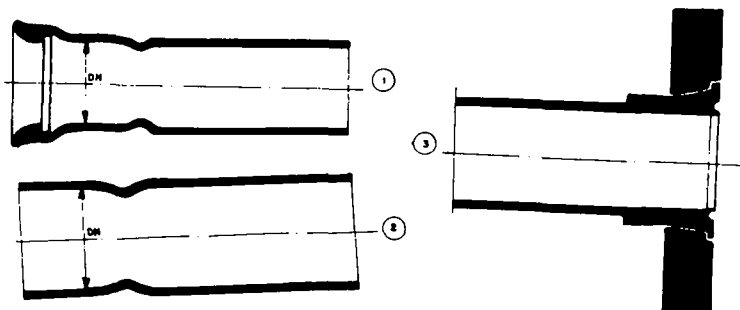
Fig. 8.72 :- Conexões de ferro fundido para tubulações de cimento-amianto (84° e 87°).

plástico tem constante o diâmetro externo, variando o interno conforme a classe dos materiais.

Nessas condições, as conexões fabricadas também em PVC, podem ser aplicadas diretamente em qualquer tubulação de plástico, independentemente da classe dos tubos, sendo dimensionadas para pressões de trabalho mais elevadas.

As interligações entre tubulações de plástico com as de outros materiais (ferro fundido, cimento-amianto, etc.), podem ser feitas através de conexões apropriadas: ADAPTADORES. Na Fig. 8.73 são dados alguns exemplos de adaptadores de PVC que permitem a interligação com as conexões e peças especiais de outros materiais.

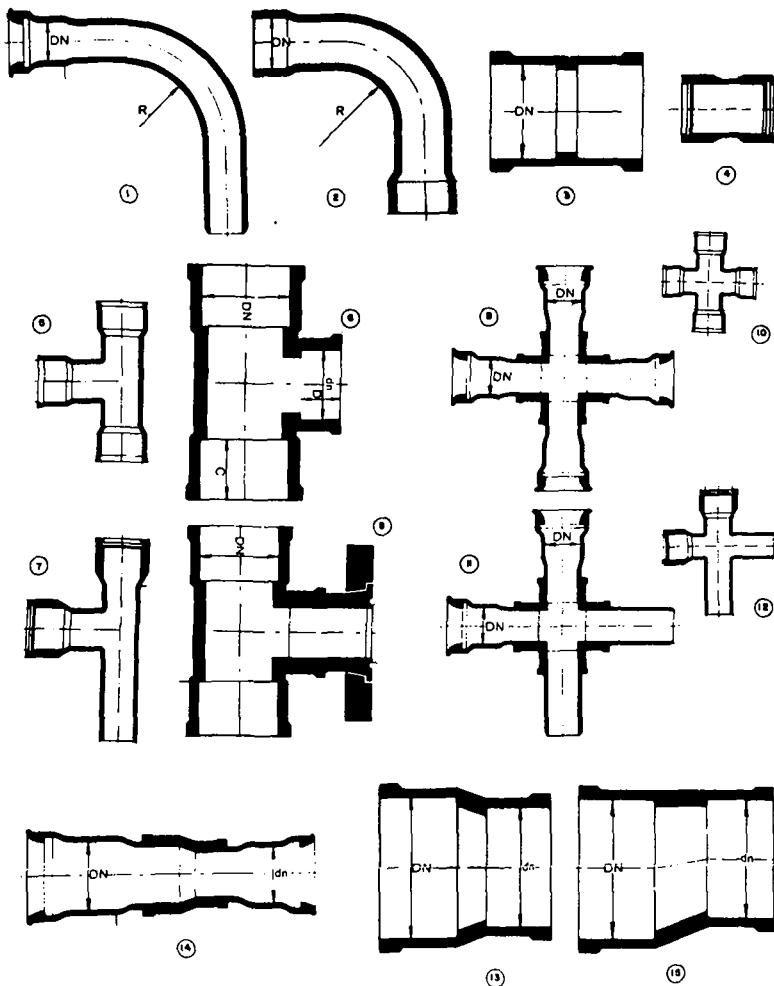
Os desenhos da Fig. 8.74 representam algumas conexões fabricadas com PVC, destacando-se os diferentes perfis adotados segundo os tipos de juntas (soldada, elástica) e origens de fabricação.



LEGENDA

- 1) Ligação de tubo de PVC a junta elástica à luva de cimento amianto ou bolsa de ferro fundido com junta elástica.
- 2) Ligação de tubo de PVC com junta soldada aos mesmos materiais do exemplo anterior
- 3) Ligação de tubo de PVC com tubo ou conexão flangeada.

Fig. 8.73:- Adaptadores de PVC à outros materiais (91*)



LEGENDA

- | | | | |
|---------------------------------|-----|---------------------------------------|---|
| 1. Curva 90°, ponta e bolsa (a) | ↳ | 10. Cruzeta com bolsas (b) | ↳ |
| 2. Curva 90°, bolsas (b) | ↳ | 11. Cruzeta com pontas e bolsas (a) | ↳ |
| 3. Lixa (b) | --- | 12. Cruzeta com pontas e bolsas (b) | ↳ |
| 4. Lixa de correr (a) | --- | 13. Redução com bolsas (b) | ↳ |
| 5. Tê com bolsas (b) | ↳ | 14. Redução com bolsas (a) | ↳ |
| 6. Idem | --- | 15. Redução excêntrica com bolsas (b) | ↳ |
| 7. Tê com ponta e bolsa (a) | ↳ | | |
| 8. Tê com bolsas e flange (b) | ↳ | Obs.: a) junta elástica | |
| 9. Cruzeta com bolsas (a) | ↳ | b) junta soldada | |

Fig. 8.74:- Conexões de PVC para tubulações do mesmo material (89* e 91*)

8.3 RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA AS MONTAGENS

8.3.1 DESCIDA DO MATERIAL

Antes da descida para o fundo da vala, será inspecionado o interior de cada tubo e conexão a fim de que sejam removidos todos os corpos estranhos eventualmente aí introduzidos durante as fases anteriores de armazenamento.

Conquanto essa preocupação possa parecer elementar, a sua aplicação efetiva mostrará não ser de todo inútil, não só porque as operações de desobstruções posteriores ao assentamento sejam muito difíceis, como também porque as atividades das crianças dos arredores não devem ser desprezadas (Ver CASOS nºs 190 e 191).

Atendidas as recomendações do item 7.6 e outras mais que se façam necessárias, deverá ser baixado para o fundo da vala somente o material necessário ao assentamento.

De qualquer maneira, a movimentação dos tubos e peças na frente de serviço será feita com os mesmos cuidados tomados durante o seu transporte e armazenamento, a fim de que não venham a sofrer danificações, já nessa fase final de aplicação (Ver item 4.).

Os materiais mais leves serão deslocados manualmente, tomando-se apenas os cuidados para que não sejam arrastados desnecessariamente. Os mais pesados deverão ser baixados por meio de cordas convenientemente presas (Ver item 4.4), ou através de equipamentos mecanizados apropriados ou adaptados para tal fim (Ver CASOS nº 9, 84, 98 e 100).

Precauções especiais serão tomadas com os tubos que tenham revestimento externo (Ver item 8.1.5.3 e CASOS nºs 6, 14 e 95).

8.3.2 ALINHAMENTO DA TUBULAÇÃO

No item 6.2.2 vimos que a vala deverá ser escavada atendendo ao maior alinhamento possível, tanto no plano horizontal como no vertical, para que:

- a) a tubulação assentada possa ser localizada mais facilmente;
- b) fique sujeita aos mínimos esforços laterais;
- c) tenha as juntas trabalhando em condições ideais; e
- d) não forme muitos "pontos altos" favoráveis à acumulação de ar.

Entretanto, em situações particulares, nem sempre essa recomendação geral de perfeito alinhamento pode, ou deve, ser atendida na prática pela tubulação.

Vejamos alguns exemplos:

Uma adutora assentada em terreno excessivamente plano e horizontal, deverá ser bem alinhada (sempre num mesmo plano vertical), mas não rigorosamente nivelada, para que o ar possa se acumular em alguns (e poucos) pontos altos devidamente escolhidos, e daí retirado através de aparelhos especiais apropriados

denominados ventosas (Ver item 10.5). Nos casos de redes de distribuição, esse cuidado nem sempre será necessário, pois a expulsão do ar poderá ser feita pelos próprios ramais prediais (Ver item 10.8.3.4).

Para a realização de curvas com raios de curvatura bastante longos, geralmente de adutoras em terrenos livres, poderão ser utilizadas as deflexões permissíveis nas juntas dos tubos (de acordo com as recomendações de fabricação, para que isso não sacrifique a qualidade e condição de estanqueidade das juntas), dispensando-se pois o emprego de curvas – normalmente adotadas para tal fim (Ver CASOS nºs 107 e 108).

No campo, a locação do eixo curvo da vala poderá ser feita de maneira prática, através de um barbante grosso, de comprimento R indicado na Tab. 8.11 (conforme o comprimento de cada tubo utilizado e o ângulo de deflexão máxima permitida em cada junta segundo as recomendações dos fabricantes). Uma das extremidades do barbante deverá ser mantida fixa no ponto O (situado numa linha perpendicular ao trecho retilíneo da vala) (Fig. 8.75).

Para a locação de apenas poucos tubos segundo as deflexões desejadas, ou quando qualquer obstáculo no terreno dificulte o procedimento anterior, torna-se mais prático considerar as distâncias "d" indicadas na mesma Tab. 8.11 e Fig. 8.76.

TAB. 8.11 : Valores para locação de curva, segundo as deflexões máximas toleradas para diversos tubos.

Comprimento de cada tubo (m)	Deflexões dos tubos (graus)							
	1°		2°		3°		4°	
	R (m)	d (cm)	R (m)	d (cm)	R (m)	d (cm)	R (m)	d (cm)
4	230	7	114	14	78	21	58	28
6	350	10	171	21	114	31	86	42

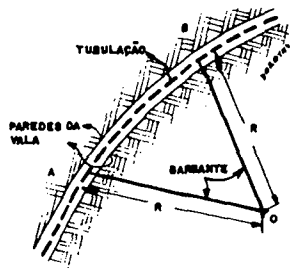


FIG. 8.75 - LOCAÇÃO DE CURVA - DEFLEXÃO NAS JUNTAS DOS TUBOS

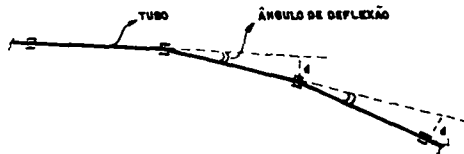


FIG. 8.76 - LOCAÇÃO DE POUCOS TUBOS - DEFLEXÃO NAS JUNTAS

Muitas vezes, e principalmente para adutoras que funcionam por recalque, são evitadas as peças especiais apropriadas para a realização de curvas em tubulações, por receio dos acréscimos na perda de carga. Esse fato tem levado à soluções empíricas tomadas no campo, mas nem sempre recomendáveis na prática, dentre as quais destaca-se a de “adotar” deflexões bem superiores às recomendadas pelos fabricantes dos tubos e suas juntas. Para se ter idéia do acréscimo de perda de carga decorrente de introdução de uma curva de 90° (geralmente as mais “temidas”) numa tubulação qualquer (com diâmetro entre 100 mm e 400 mm), verifica-se que essa conexão realmente provoca uma perda localizada, mas que em valor absoluto equivale à mesma perda decorrente de pequeno aumento do comprimento da tubulação (entre 2 a 6 m). Se o comprimento total da linha for de alguns quilômetros, o acréscimo de alguns metros (e somente para efeito de cálculo de perdas de carga) nem sempre justifica o “receio” exagerado. Muito mais perigosos podem ser os esforços tendentes a deslocar a peça. Mas esse efeito pode ser anulado pela construção conveniente de um bloco de ancoragem (Ver item 10.1 e CASOS n°s 122 à 127).

No item 8.1.3.1.b, vimos que uma tubulação de PVC com 100 m de extensão, sofrerá uma dilatação de cerca de 7 cm, quando sujeita à variação de temperatura de 10°C. Se as juntas forem do tipo elástico (item 8.1.3.2.), cada uma das 15 existentes no trecho, absorverá uma parte daquela dilatação.

Entretanto, se forem soldadas, não permitirão aquela movimentação. Para que não surjam tensões indesejáveis na tubulação, será conveniente que (apenas nesse caso de PVC soldável) a tubulação seja assentada formando pequenas sinuosidades dentro da vala (esta sim, perfeitamente alinhada para facilitar a localização da tubulação). (Fig. 8.77).

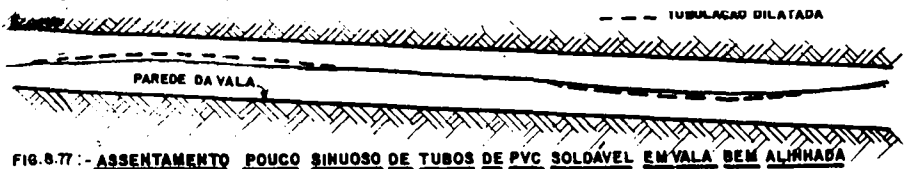


FIG. 8.77 -- ASSENTAMENTO POUCO SINUOSO DE TUBOS DE PVC SOLDÁVEL EM VALA BEM ALINHADA

8.3.3 FECHAMENTO DAS EXTREMIDADES

Sempre que os trabalhos forem paralizados ao fim das atividades do dia, ou mesmo por ocasião das refeições, a extremidade do último tubo assentado deverá ser fechada para evitar a introdução de corpos estranhos ou de animais que morreriam no interior da tubulação.

O tampão para o fechamento, bem mais simples que os utilizados nos ensaios da linha (Ver item 12.3.3), poderá ser executado em madeira para encaixar facilmente na extremidade livre do tubo. Será instalado e depois escorado por meio de uma pedra de maiores dimensões ou volume conveniente de terra (Fig. 8.78), permitindo a remoção simples no reinício dos trabalhos.

O encanador, ou o seu ajudante, ficará encarregado de ter sempre à mão alguns tampões (de diversos diâmetros) para que, na ocasião do fechamento provisó-

rio da tubulação, a peça necessária não tenha sido “esquecida” à muitos metros de distância e a obstrução deixada para outra “ocasião mais oportuna” (Ver CASO nº 121).

8.3.4 IMOBILIZAÇÃO DOS TUBOS

Durante a montagem, quando conveniente calçar os tubos já assentados, nunca deverão ser utilizados pedras ou outros corpos duros, que poderão ser esquecidos após a instalação e reaterro, criando condições ideais para que apareçam os esforços concentrados nesses pontos dos tubos (Ver item 6.2.6. Fig. 6.8).

O mesmo objetivo será conseguido, e corretamente, por meio de quantidade suficiente de terra isenta de pedras, colocado ao lado do tubo com uma pá, e adensada cuidadosamente (Fig. 8.79)

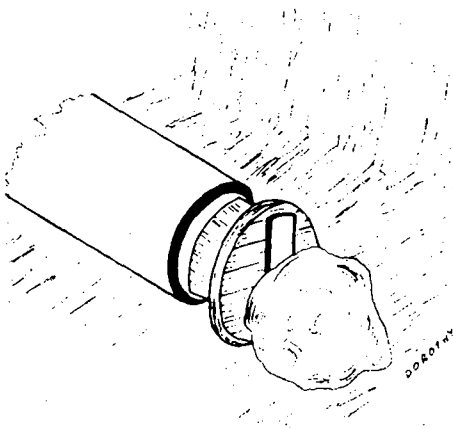


FIG. 8.78: - FECHAMENTO TEMPORÁRIO DAS EXTREMIDADES

8.3.5 INTERLIGAÇÕES ENTRE TUBOS DE MATERIAIS DIFERENTES

Nos casos de assentamento de tubulação de materiais diferentes daquelas já instaladas, serão utilizadas peças especiais (conhecidas como “adaptadores”), apropriadas para a transição de um tipo de material à outro

Algumas vezes essas peças são fornecidas pelos fabricantes (geralmente aquele que tenha o seu produto à menos tempo no mercado).

De qualquer maneira, e em último caso, poderão ser improvisados os adaptadores necessários, a partir das “peças de extremidade” (de ponta e bolsa, ponta e ponta, ponta e flange, etc. — Fig. 8.69 : des. 3 e 4, Fig. 8.72: des. 7 e 8 e Fig. 8.73) eventualmente através de torneamento para que se obtenham os diâmetros necessários e recomendados.

Alguns outros cuidados especiais serão observados no item 10 — “Obras de arte e dispositivos complementares”.

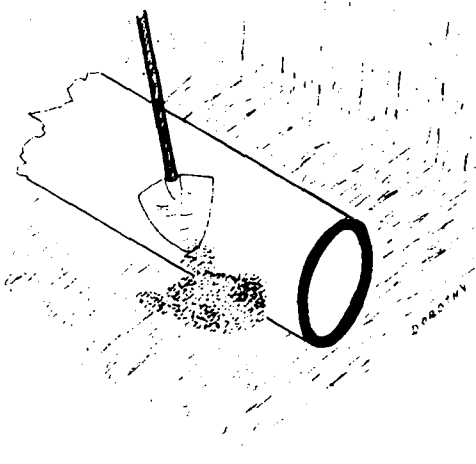


FIG. 8.79: - IMOBILIZAÇÃO DOS TUDOS COM TERRA



9.1 CONSIDERAÇÕES

Após a abertura das valas, caracterizada principalmente pela grande quantidade de energia física dispendida, além dos cuidados especiais com alinhamentos, escoamentos, etc. (relacionados no item 6 deste Manual), seguem-se as operações de montagem dos tubos, conexões e peças, realizadas por pessoal especializado, segundo uma série de procedimentos específicos para cada tipo de material (conforme item 8).

Concluídos esses trabalhos, as atividades de reaterro das valas terão por finalidade principal a preservação dos serviços anteriores, garantindo a perfeita estanqueidade da tubulação.

As recomendações feitas nos sub-itens seguintes, embora possam parecer exageradamente rigorosas, servirão, se tanto, para o estabelecimento de diretrizes convenientes em alguns casos, sendo justificadas pelos resultados encontrados abundantemente na prática, onde o adesamento insuficiente do material de aterro ocasiona a inutilização de todos os cuidados tomados anteriormente.

Entre o reaterro feito “a trator” e aquele realizado com os cuidados apontados a seguir, a administração dos serviços (encarregada posteriormente também de sua operação), poderá escolher a solução intermediária mais aconselhável para cada tipo de obra.

Assim, o reenchimento das valas deverá ser feito de maneira tal que a tubulação enterrada fique devidamente protegida, não só das ações externas (peso dos veículos, calor, etc.), como também dos efeitos provocados pelos esforços provenientes das pressões internas da água (deslocamento de curvas, etc.), e que o material do aterro apresente um adensamento homogêneo.

A compactação insuficiente do aterro em ruas ou travessias de estradas sujeitas ao tráfego de veículos, acarreta o aparecimento de “ondulações” na superfície. Essas irregularidades da superfície externa, que deveria ser um plano para o rolamento dos veículos, propiciam condições para que suas rodas causem impactos, transmitidos até as tubulações enterradas no fundo da vala, tão mais violentos quanto maiores as cargas e velocidades.

Nessas condições, os vazamentos serão frequentes.

Mesmo nos trechos de adutoras construídas em locais não sujeitos ao trânsito de veículos ou de redes de distribuição sob as calçadas, deverão ser tomados os cuidados referentes a um bom adensamento do aterro já que, além das pressões internas da água tendendo a provocar a movimentação dos tubos e peças especiais, haverá também a possibilidade de ocorrerem erosões provocadas pelas águas das chuvas, que criaram caminho preferencial através da vala mal compactada.

9.1.1 REATERRO PARCIAL

Tendo-se em vista que antes da conclusão definitiva da obra, os serviços de assentamento da canalização deverão ser examinados através de ensaios apropriados (Ver item 12.3.2), não se fará o reenchimento total da vala até o nível do

terreno, para que os eventuais vazamentos nas juntas possam ser corrigidos mais facilmente.

Assim, recobrem-se apenas as partes centrais dos tubos, sendo a espessura da camada do reaterro apenas suficiente para garantir a estabilidade da tubulação quando sujeita aos esforços devidos às pressões internas da água durante os ensaios.

Após a colocação definitiva dos tubos e peças especiais na base de assentamento, as partes laterais das valas são reenchidas com material absolutamente isento de pedras, em camadas não superiores a 10 cm, aproximadamente até a meia altura dos tubos (Ver CASOS nºs 49, 58 e 63).

Na 1ª camada, esse material será forçado a ocupar a parte inferior da tubulação, por meio da movimentação adequada de pás (Fig. 9.1) e, se o material utilizado for muito arenoso, saturado com água (reaterro hidráulico).

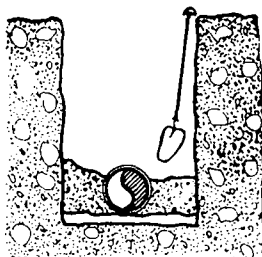


FIG. 9.1 - ATERRO SOB O TUBO

O adensamento controlado e cuidadoso deverá ser feito com soquetes manuais (Ver CASOS nºs 118 e 119), evitando choques com os tubos já assentados, e de maneira que a estabilidade transversal da canalização fique perfeitamente garantida (Fig. 9.2).

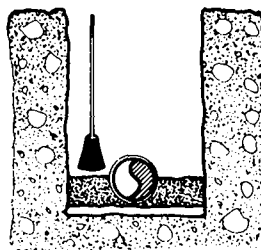


FIG. 9.2 - COMPACTAÇÃO LATERAL
ESTABILIDADE TRANSVERSAL

Em seguida, o reenchimento continuará em camadas de cerca de 10 cm de espessura, com material ainda isento de pedras, até cerca de 15 cm acima da geratriz superior da tubulação. Em cada camada será feito um adensamento manual, somente nas partes laterais, fora da zona ocupada pelos tubos (Fig. 9.3).

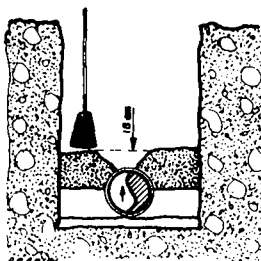


FIG. 9.3 - COMPACTAÇÃO LATERAL
SEM DANIFICAR O TUBO

Já na próxima camada, além da compactação vigorosa nas laterais, também deverá ser feito um adensamento controlado na região central da vala (Ver CASO nº 119) mas de maneira a não danificar os tubos assentados (Fig. 9.4).

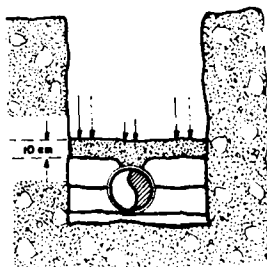


FIG. 9.4 - ADENSAMENTO SUAVE NA ZONA CENTRAL

A camada seguinte receberá um adensamento (compactação) uniforme, de tal maneira que fique assegurada, além da estabilidade transversal (em sentido horizontal), a perfeita estabilidade longitudinal da tubulação (em sentido vertical) (Fig. 9.5).

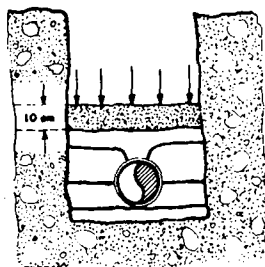


FIG. 9.5 - ADENSAMENTO VIGOROSO EM TODA SEÇÃO

Eventualmente, e dependendo da natureza do material utilizado no reaterro, ou das condições do ensaio previsto no trecho, será conveniente um escoramento suplementar por meio de uma ou mais camadas perfeitamente adensadas, para que a canalização adquira a estabilidade desejada para as condições dos ensaios (Ver itens 12.3.1 e 12.3.6).

9.1.2 REATERRO TOTAL

Após os ensaios de pressão e estanqueidade das canalizações (Ver item 12), onde são corrigidos os eventuais vazamentos facilmente localizados porque as juntas estão descobertas e a vala reaterrada parcialmente, completa-se o aterro da vala.

As zonas descobertas nas proximidades das juntas, serão aterradas com os mesmos cuidados apontados anteriormente (9.1.1), a fim de que se obtenham condições perfeitamente homogêneas nessa parte do aterro.

O restante do aterro, até a superfície do terreno, será preenchido, sempre que possível, com material da própria escavação, mas de maneira a não conter pedras com dimensões superiores a 5 cm. Esse material será adensado em camadas de 20 ou 30 cm, até atingir densidade e compactação aproximadamente iguais à do terreno natural adjacente (Fig. 9.6).

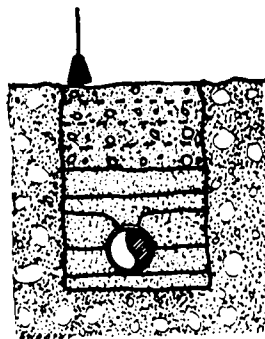


FIG. 9.6: - ATERRO TOTAL DA VALA

9.2. EQUIPAMENTOS PARA COMPACTAÇÃO

A compactação pode ser feita manualmente com o emprego de “maços” ou “soquetes” de madeira, ferro fundido ou concreto, ou mecanicamente através dos “sapos mecânicos” ou dos “rolos compressores”.

Dependendo das condições locais de trabalho e dos diâmetros dos tubos empregados, o adensamento das primeiras camadas do aterro, nas proximidades das tubulações, será feito, obrigatoriamente, pelo processo manual. (Ver CASO nº 119).

As camadas subsequentes e já mais afastadas da tubulação enterrada, poderão ser compactadas por meios mecânicos, obtendo-se bons resultados quando, ao menos na camada superficial, é utilizado o rolo compressor vibratório (Ver CASO nº 120).

9.3 UMIDADE DO MATERIAL DE ATERRO

Onde se impuser um adensamento maior, deverá ser experimentada a compactação do material relativamente úmido, com o que poderá ser bastante aumentada a eficiência do processo utilizado (à semelhança dos problemas usuais para a construção de estradas). (Ver CASO nº 96).

Dependendo do tipo de solo, o teor de umidade conveniente e compatível com o processo empregado poderá ser avaliado no próprio local da obra, em um “trecho piloto”.

9.4 REPOSIÇÃO DE PAVIMENTO

A reposição de pavimentos danificados deverá ser feita com a maior brevidade, permitindo o restabelecimento do tráfego normal existente antes das obras, e de tal maneira que, quando considerado em conjunto com as partes existentes e não danificadas, forneça uma superfície de rolamento ou de passeio uniforme.

Muitas vezes esses dois requisitos fundamentais: brevidade e qualidade, não são conseguidos na prática. A desobstrução das ruas, com o restabelecimento do tráfego normal, é lenta. A qualidade dos serviços finais nem sempre é satisfatória.

Quando o poder público, diretamente interessado (e muitas vezes prejudicado) na questão, inicia a pesquisa das culpas pela má reposição do calçamento, dificilmente encontra as causas geradoras.

Por ser considerado um serviço especializado e atribuído a pessoal devidamente treinado, os resultados práticos de reposição aconselham uma fixação clara e perfeita das atribuições e das responsabilidades. Assim, ao pessoal encarregado da reposição do pavimento, poderá ser atribuída também a responsabilidade pela qualidade e grau de compactação somente da parte final do aterro, cabendo à ele as providências necessárias para que um adensamento adicional seja feito, eventualmente, em alguns trechos.



10—OBRAS DE ARTE DISPOSITIVOS COMPLEMENTARES

Grande parte dos serviços de assentamento será atendida com as recomendações normais de montagem, características dos próprios materiais utilizados e conforme as recomendações dos seus fabricantes (Ver item 8).

Entretanto, algumas situações especiais também deverão ser analisadas para que, no conjunto, o sistema integrado tenha um funcionamento normal, sem oferecer maiores problemas de manutenção, ou mesmo de execução.

Assim, embora no volume total dos serviços, essas situações geralmente representem apenas uma pequena parcela das obras, deverão ser analisadas cuidadosamente em cada caso especial.

A seguir, são apresentados casos típicos de problemas “eventuais” nas obras, comentadas algumas soluções viáveis e sugeridos os respectivos dispositivos complementares para a execução.

10.1 ANCORAGEM

Sempre que houver mudanças de direção das tubulações (curvas, tês, etc.) ou mesmo interrupções bruscas de escoamento d'água (registros, tampões, etc.), aparecerão esforços que tendem a deslocar essas peças. (Ver CASOS nºs 122 à 127).

Para os efeitos práticos encontrados frequentemente, pode-se considerar que a força sobre a peça depende somente da pressão interna da água e do diâmetro da conexão, desprezando-se os efeitos decorrentes da variação de direção da velocidade da água (força centrífuga)

Para se ter uma idéia do “grau de aproximação” conseguido, será dado: *exemplo nº 1*:- Suponhamos uma curva de 90°, em trecho horizontal, numa adutora de 300 mm de diâmetro, que transporta 80 l/s de água, sob pressão correspondente a 60 metros de coluna de água (6 kg/cm²).

Para o cálculo do empuxo (força sobre a peça), após as simplificações possíveis para o caso particular mas bastante frequente na prática, tem-se a fórmula aproximada:

$$E = 2 (100 Q.V + pS) \operatorname{sen} \frac{A}{2}$$

onde:

E = empuxo, em kg

Q = vazão da água no trecho = 0,080 m³/s

V = velocidade da água no trecho = 1,1 m/s (Ver ábaco da Fig. 2.5)
 p = pressão interna da água = 6×10^4 kg/m²
 S = área da seção interna da tubulação = 0,07 m² (D = 300 mm)
 A = ângulo da deflexão da peça = 90°

Assim,

$$E = 2 (100 \times 0,08 \times 1,1 + 6.10^4 \times 0,07) \frac{1,4}{2} = (8,8 + 4200) \times 1,4 \approx 13 + 6000 = 6013 \text{ kg.}$$

Nesse exemplo, verifica-se que do esforço total, 6 toneladas são provocadas pela pressão interna da água e apenas 13 kg, pelas variações do regime de escoamento da água (vazão, velocidade, etc.).

Dada a predominância do empuxo devido a pressão interna da água, pode ser desprezada a parcela correspondente à força centrífuga (0,2 % no caso analisado).

Para as determinações práticas, poderá ser utilizada a equação:

$$E = 2 pS \operatorname{sen} \frac{A}{2}$$

Somente em situações especiais (tubos e conexões soldados entre si), deverá ser considerada apenas a área "S" da seção interna.

A Fig. 10.1 esquematiza a situação mais geral de uma conexão ligada a um tubo através de uma luva, percebendo-se que a pressão interna da água atua sobre as paredes da peça, efetuando também aí, um esforço no sentido de descolá-la.

O comportamento de uma conexão com bolsas assemelha-se, de certa forma, ao esquema da Fig. 10.1.

Para esses casos, atuando a pressão sobre aquelas partes das paredes das peças, deverá ser considerada, no mínimo, a seção externa para o cálculo do empuxo.

As curvas do ábaco da Fig. 10.2. foram traçadas considerando uma espessura de parede da ordem de 10% do diâmetro interno da tubulação e uma pressão de 1 kg/cm² (10 metros de coluna d'água), atuando sobre essa área total.

Para diâmetros superiores à 400 mm, será conveniente a determinação da seção realmente atuante, já que os esforços serão consideravelmente grandes, e bastante aumentados por variações de diâmetro relativamente pequenas.

Se a pressão interna for diferente da unitária adotada no ábaco, basta multiplicar o valor do empuxo encontrado no gráfico, pelo valor real da pressão.

Depois de calculado o valor real do empuxo (esforço que atuará na peça),

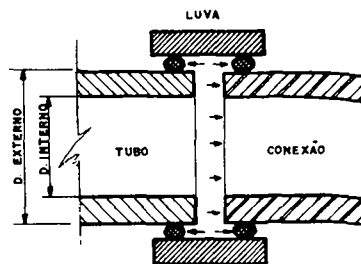


FIG. 10.1 EMPUXO SOBRE UMA CONEXÃO

restará definir a maneira de anulá-lo.

Normalmente esse esforço é transmitido ao solo adjacente por meio de blocos de concreto ou de alvenaria, chamados BLOCOS DE ANCORAGEM (Ver CASOS nº 122 e 123).

Se o empuxo for absorvido apenas pelas paredes laterais da vala, o bloco nada mais é que uma estrutura destinada à transmitir esse esforço ao terreno, não tendo maior importância o seu volume ou peso próprio.

A Fig. 10.3 ilustra os esforços que atuam na superfície "A" de um bloco

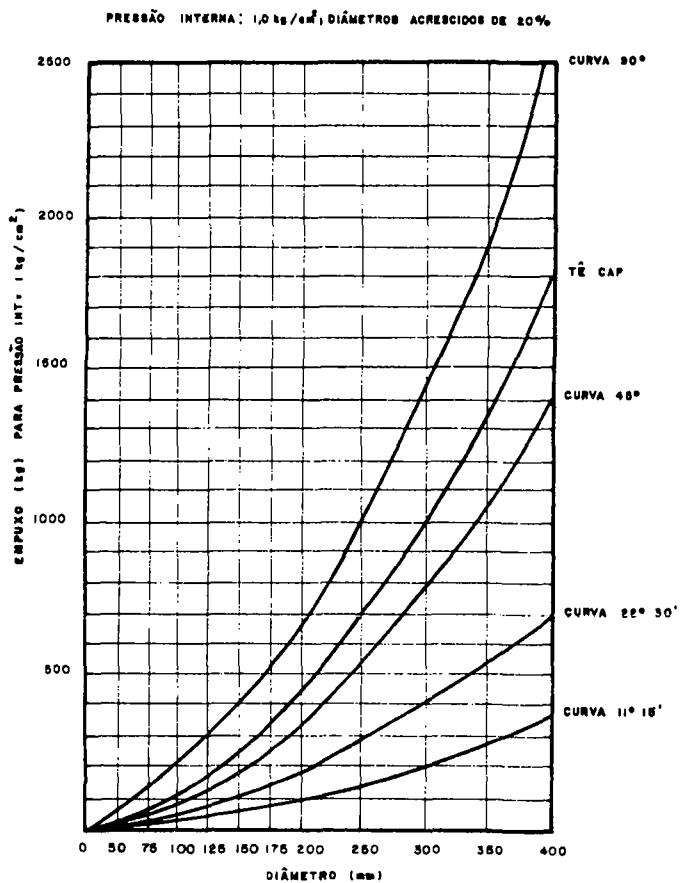


FIG. 10.2 :- ANCORAGEM - ÁBACO PARA DETERMINAÇÃO GRÁFICA DOS EMPUXOS (84²)

(*) Ver Cap.16 – Referências.

de ancoragem horizontal de uma curva, para que ela não se movimente por ação do empuxo E.

Esses esforços — R — deverão ser exercidos sobre a superfície A, pelo solo adjacente. Por isso, recomenda-se que o bloco esteja, no mínimo, a 60 cm abaixo da superfície do terreno.

A superfície A deverá ter área tanto maior quanto menor for a capacidade de resistência do solo adjacente.

A Tabela 10.1 dá os valores recomendados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT), para as taxas que podem ser aplicadas no sentido vertical, isto é, no fundo da vala, para os diversos tipos de solos indicados.

A taxa admissível na horizontal, isto é, na parede da vala, deve ser considerada como a metade daquela admitida na vertical.

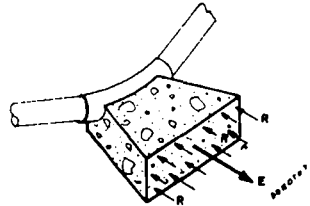


FIG.10.3 - BLOCO DE ANCORAGEM HORIZ.

TAB. 10.1 :- Taxas verticais admissíveis (na base da vala)

- Rocha, conforme sua natureza e estado.	20 kg/cm ²
- Rocha alterada, mantendo ainda a estrutura original, necessitando martellete pneumático ou dinamite p/desmonte	10 kg/cm ²
- Rocha alterada, necessitando, quando muito, picareta para escavação	3 kg/cm ²
- Pedregulho ou areia grossa compacta, necessitando picareta para escavação	4 kg/cm ²
- Argila rígida, que não pode ser moldada com os dedos	4 kg/cm ²
- Argila dura, dificilmente moldada com os dedos	2 kg/cm ²
- Areia grossa de capacidade média	2 kg/cm ²
- Areia fina compacta	2 kg/cm ²
- Areia fôfa ou argila mole escavação a pá	menor que 1

exemplo nº 2

Ancorar lateralmente contra a parede da vala, constituída por rocha alterada e a escavação somente foi conseguida com martellete pneumático, a mesma curva citada no Exemplo nº 1, considerando porém que a peça será ligada à tubulação por meio de uma luva (Fig. 10.1).

No ábaco da Fig. 10.2, fica-se sabendo que, se a pressão interna fosse de apenas 1 kg/cm², a curva ficaria sujeita ao empuxo de cerca de 1.500 kg (curva 90°),

D = 300 mm). Na realidade, como a pressão é de 6 kg/cm^2 , o esforço real é de $1\,500 \times 6 = 9\,000 \text{ kg}$.

Esse esforço deverá ser transmitido às paredes laterais da vala.

Pela Tab. 10.1, sabe-se que a rocha, apesar de decomposta, poderá suportar, na vertical, 10 kg/cm^2 (cem toneladas em um metro quadrado).

Em sentido horizontal, e nas proximidades da superfície, não será aconselhável que ela receba mais que 5 kg/cm^2 .

Assim, o bloco deverá ter a superfície A com área de

$$\frac{9\,000}{5} = 1\,800 \text{ cm}^2$$

No caso analisado, com razoável margem de segurança, pode-se construir um bloco de $50 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ ($2\,000 \text{ cm}^2$) na superfície em contato com a parede lateral da vala.

exemplo nº 3

Suponhamos agora, o mesmo trecho da tubulação anterior, assentada em vala escavada em areia de compactidade média.

Evidentemente, o esforço sobre a curva será também de $9\,000 \text{ kg}$.

Para absorvê-lo, a parede lateral da vala, arenosa e relativamente compacta, poderá receber no máximo (e dependendo de suas características) a carga de $2/2 = 1,0 \text{ kg/cm}^2$ (Tab. 10.1). Assim a área mínima da superfície lateral deverá ser

$$\frac{9\,000}{1,0} = 9\,000 \text{ cm}^2$$

Para esse tipo de solo, com maior razão, deverá ser adotada uma margem de segurança prudente, com a construção de um bloco de $1 \times 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^2$ ($100 \times 100 \text{ cm} = 10\,000 \text{ cm}^2$) na superfície vertical em contato com a parede da vala.

Nos exemplos anteriores, de ANCORAGEM HORIZONTAL, os blocos devem ser construídos de maneira tal que propiciem a melhor distribuição dos esforços à MAIOR área do solo adjacente, que assim passará a receber uma sollicitação MENOR por unidade de área (Fig. 10.4).

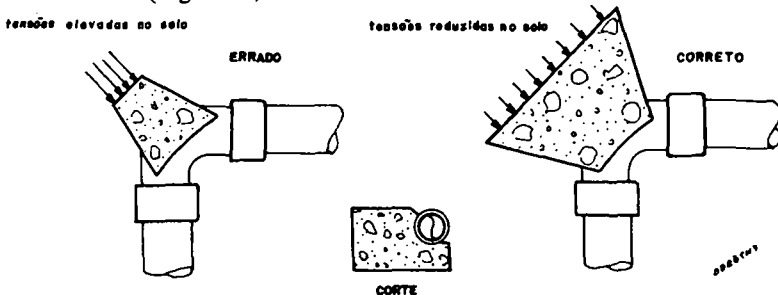


FIG. 10. 4.- FORMA DOS BLOCOS DE ANCORAGEM HORIZONTAL

Outra maneira de se efetuar a ancoragem de uma peça (ANCORAGEM VERTICAL), consiste em construir um bloco com peso bem maior, fazendo com que a ação do terreno ao qual se deseja transmitir os esforços, seja realizada na base do apoio, através de seu atrito com o solo. Frequentemente, para obras menores, despreza-se a contribuição eventual que a parede lateral possa exercer sobre a parte enterrada superficialmente no terreno. Para o dimensionamento correto de blocos desse tipo, torna-se necessário o conhecimento de outras características do solo (ângulo de atrito, etc.), que embora bastante simples, terão seus coeficientes específicos melhor adotados por quem já tenha alguma prática com esses problemas.

Embora utilizados com maior frequência nas mudanças de direção das tubulações (curvas, tês, cruzetas, etc.), são também empregados em suas extremidades (registros, caps, plugs, etc.) ou em trechos retilíneos mas assentados com forte declividade ou em terrenos de fraca consistência (desenhos da Fig. 10.5 e CASOS nºs 79 e 155, do capítulo 15 deste Manual).

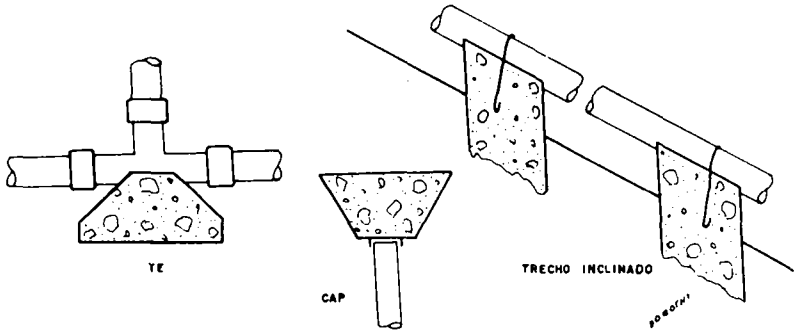


FIG. 10. 5.- EXEMPLOS DE ANCORAGENS

Independentemente do sistema de ancoragem adotado (horizontal, vertical ou por tirantes), se a peça precisar ser removida para qualquer manutenção mais rigorosa, mesmo que eventual, será conveniente utilizar um sistema de fixação que permita sua fácil remoção, sem destruir o bloco (Fig. 10.6) (Ver CASO nº 143).

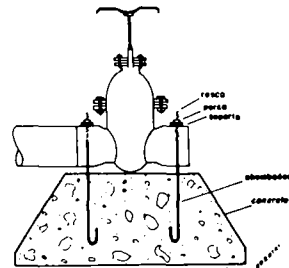


FIG. 10.6.- DETALHE PARA FIXAÇÃO DE PEÇA EM BLOCO DE ANCORAGEM

10.2 ATIRANTAMENTO

Quando não forem satisfatórias as condições do terreno nas proximidades da peça a ser ancorada, ou tornar-se inconveniente o volume relativamente grande do bloco nas proximidades da conexão, ou quando não convenha o aprisionamento definitivo da mesma no interior de razoáveis massas de concreto, os esforços deverão ser aplicados à outras estruturas existentes ou transmitidos à um terreno de melhores características.

Uma das maneiras de efetuar essa transmissão de esforços consiste no emprego de cabos de aço trabalhando sob tração e chamados: TIRANTES (Ver CASOS nºs 125 à 128).

No Exemplo nº 1 do item anterior, vimos que a curva de 90°, com 300 mm de diâmetro, submetida a pressão interna de 60 m.c.a., ficará sujeita ao empuxo de cerca de 6 toneladas.

Se desejarmos transmitir esse esforço a um bloco de ancoragem ou qualquer outra estrutura situada à certa distância e em condições de absorvê-lo, poderemos empregar cabos ou perfis de aço.

Se for utilizado o tipo de aço torcido: CA – T 50, normalmente empregado na construção civil, poderá ser adotada para esse material a taxa de trabalho de 1.500 kg/cm². Embora a tensão admissível desse aço seja de 3.000 kg/cm², convém que se adotem valores mais baixos, mesmo porque o material ficará sujeito à corrosões superficiais se não envolvido no concreto.

Uma barra de “ferro redondo” para construção, no diâmetro de 1”, poderá ser facilmente encontrada no comércio.

Com o diâmetro de 2,54 cm (1”) (área de secção transversal de cerca de 5 cm²), esse cabo poderá resistir até $5 \times 1,5 = 7,5$ toneladas.

Será fixado convenientemente à curva por meio de braçadeiras apropriadas (Ver CASO nº 127).

Embora os atirantamentos sejam aplicados mais frequentemente em lugar dos blocos de ancoragem, algumas vezes substituem também os pilares de apoio no interior de edificações (Ver CASO nº 128).

10.3 PILARES E BERÇOS DE APOIO

Essas estruturas são empregadas para vencer terrenos pantanosos, rios, depressões do terreno, áreas inundáveis, ou mesmo quando o processo de escavação for dificultado pela presença de grandes quantidades de rochas aflorantes.

Normalmente os pilares trabalham somente por ação de cargas verticais (trechos retilíneos de tubulação) razão porque podem ter pequena secção em relação à altura (Ver CASO nº 134), sendo executados em alvenaria, concreto simples ou armado, ou mesmo em madeira. (20*).

Algumas vezes, para garantir a estabilidade da estrutura, a secção terá maiores dimensões no sentido transversal (Fig. 10.7) (Ver CASOS nºs 144 e 153).

(*) Ver Cap. 16 – Referências.

Na maioria dos casos práticos, não ocorrendo esforços no sentido transversal que tendam a “tombar” a tubulação (Ver CASOS nºs 135 e 136), os pilares

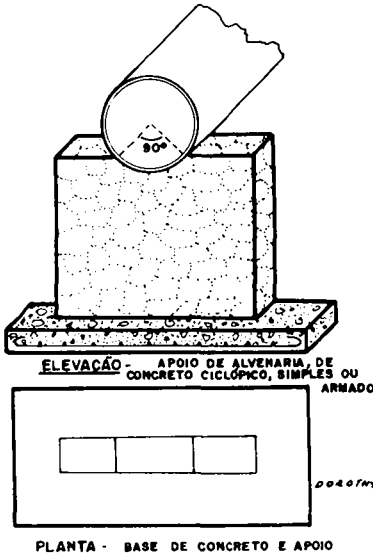


FIG.10.7. PILAR DE GRANDE DIMENSÃO TRANSVERSAL (20*)

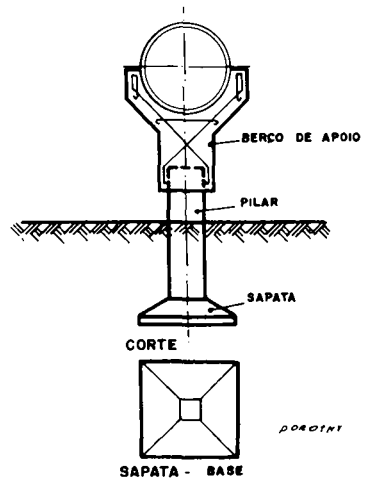


FIG 10.8. BERÇO DE APOIO DO PILAR (20*)

propriamente ditos poderão ter secção bastante reduzida em quase toda a altura. Na parte superior serão alargadas convenientemente, formando os “berços de apoio” (Fig. 10.8), assegurando um contato mínimo de 90° (Fig. 10.7) com os tubos (Ver CASOS nºs 140 e 143).

A “sapata” também terá dimensões maiores, principalmente no sentido transversal, compensando os esforços de tombamento, mesmo que eventuais, (Ver CASOS nºs 135 e 136).

Em terrenos pantanosos, a sapata e o próprio pilar poderão ser substituídos por estacas pré-moldadas (ou de madeira), cravadas no solo de fraca consistência. As estacas de madeira deverão receber um tratamento especial evitando o apodrecimento, principalmente na região de contato “ar e água”.

De maneira geral, a melhor condição de apoio com a utilização de dois pilares para cada tubo, será aquela indicada na Fig. 10.9, porque provoca esforços menores sobre as paredes das tubulações em decorrência do seu peso próprio e mais o da água (Ver CASO nº 108).

Evidentemente a utilização de maior número de pilares propicia menores esforços sobre os tubos, mas essa solução nem sempre será indicada, por razões econômicas (Ver CASO nº 129).

Principalmente nos tubos de cimento-amianto, quando for julgada conveniente a fixação das luvas, elas **NÃO** deverão ser envolvidas pelos berços de apoio dos

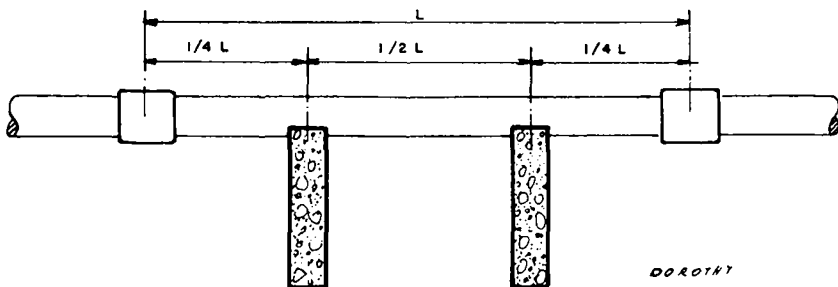


FIG. 10.9. DOIS PILARES PARA CADA TUBO (86*)

pilares, por razões de manutenção. (Ver CASOS nºs 131, 132, 134 e 156).

A Fig. 10.10 indica uma solução recomendável, se utilizadas braçadeiras

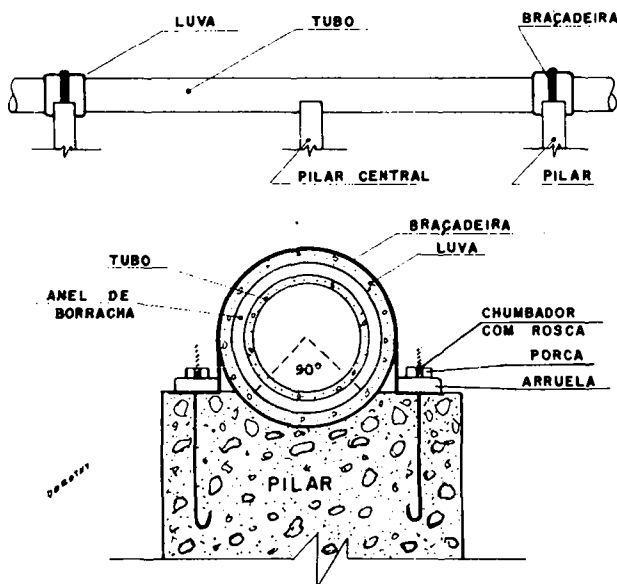


FIG. 10.10 - FIXAÇÃO DAS LUVAS COM BRAÇADEIRAS (58*)

aparafusadas em chumbadores engastados nos pilares. Nessas condições, alguns tubos ou luvas eventualmente danificados poderão ser facilmente substituídos, sem a destruição do berço de apoio dos pilares. (Ver CASO nº 143).

A colocação do pilar central dependerá do comprimento e diâmetro dos tubos, além de sua classe (espessura das paredes) (46^o). Especialmente nos casos de tubos de grandes diâmetros e classe baixa, deverão ser feitas consultas específicas aos fabricantes, sobre a necessidade dos pilares centrais. (Ver CASO nº 129).

Em situações especiais, principalmente quando obstáculos existentes impedirem a construção de pilares relativamente próximos, os vãos deverão ser vencidos por meio de vigas ou treliças apoiadas nos pilares possíveis. (Ver CASOS nºs 146, 150, 151 e 154).

Sempre que possível, será estudada a conveniência do aproveitamento simultâneo de outras estruturas já existentes nas proximidades (pontes, viadutos, etc.), mesmo que construídas para atenderem à outras finalidades. Evidentemente serão avaliados os esforços que as novas cargas introduzirão na estrutura e analisadas as suas condições próprias de resistência, além de serem adotadas medidas especiais de proteção às tubulações expostas. Algumas adaptações convenientes, estudadas em cada caso particular, poderão oferecer condições de apoio iguais, ou melhores até, que as obtidas por meio de pilares. Os CASOS nºs 148, 149 e 150 exemplificam alguns "aproveitamentos" executados (20^{*}).

10.4 ENCAMIZAMENTO

Para que uma adutora ou trecho de rede de distribuição atravesse o leito de uma rodovia ou ferrovia sem ocasionar a paralização de seu tráfego normal durante a construção, poderá ser feito o "encamizamento", ou seja, o assentamento da tubulação no interior de outros tubos de maior diâmetro, previamente cravados sob o leito da estrada (20^{*}) (Ver CASOS nºs 158 e 159).

Essa obra de arte terá por finalidade principal proteger a base e sub-base da estrada, contra as erosões provocadas por vazamentos eventuais da tubulação. Nesses casos, a água será encaminhada para o exterior do maciço pelos tubos de encamizamento, que têm as extremidades abertas e em contato direto com a atmosfera, sem ter entrado em contato com o solo do aterro.

Para a cravação da tubulação de maior diâmetro, será necessária a verificação preliminar não só das cotas e níveis necessários, como também da natureza e grau de compactação do material de aterro. Assim, quando o leito da estrada estiver a pouca altura do nível do terreno, ou o solo do aterro apresentar-se com propriedades de auto-sustentação muito reduzidas (areia fina e seca ou mesmo mistura de areia e argila), torna-se bastante difícil o emprego desse processo.

Os tubos de concreto, ferro fundido ou aço, poderão ser cravados horizontalmente (20 a 30 centímetros de cada vez) com auxílio de macacos hidráulicos empurrando gradativamente a tubulação e apoiados em estruturas resistentes montadas na parte externa. As escavações e remoção da terra do interior dos tubos, serão feitas com ferramentas especiais de pequeno porte e, na maioria das vezes, manualmente.

Se a qualidade do terreno não permitir a utilização desse método (macacos hidráulicos), será feita uma escavação de 20 a 25 cm à frente do último setor revestido, e montado o tubo seguinte (constituído de 3 ou mais secções de aço, aparafusados).

De maneira geral, independentemente do processo de assentamento (macaco hidráulico ou escavação preliminar), os tubos de encamizamento terão diâmetros superiores a 0,90 m, já que deverão permitir a entrada de um operário para escavação e eventualmente montagem das secções das aduelas. “Entretanto, pode-se chegar a diâmetros bem menores usando-se métodos mecânicos para escavação e retirada das terras” (30*).

Além disso, deverão ser previstos espaços suficientes para a entrada de uma pessoa encarregada não só da montagem da tubulação interna, como também da sua manutenção (consertos de vazamentos). De fundamental importância será a colocação de um registro em cada extremidade do aterro, para o isolamento do trecho encamizado, nos casos de necessidade. (Ver CASO nº 159).

Essas obras somente deverão ser executadas por pessoal especializado nesses tipos de construção e quando for muito difícil e oneroso o desvio do trânsito para que a execução da vala seja feita a “céu-aberto”, com uma estrutura de proteção e escoramento apropriada porém de montagem mais simples.

10.5 VENTOSAS

10.5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O ar pode ser admitido de diversas maneiras, e em diferentes ocasiões, numa tubulação que normalmente funciona com água sob pressão interna elevada.

Numa rede de distribuição de água, ele será eliminado, geralmente, através das ligações domiciliárias (Ver item 10.8.3.4).

Entretanto, durante o enchimento de uma adutora, logo após sua construção ou qualquer interrupção de funcionamento, a quantidade de ar a ser eliminada será grande e nem sempre sairá, ao menos totalmente, pela extremidade livre de descarga. Em outras palavras, a água admitida para o enchimento da tubulação, nem sempre “empurrará” todo o ar do seu interior até a extremidade livre de descarga.

Também são bastante frequentes as entradas de ar pelos “vazamentos” das gaxetas das bombas ou juntas dos tubos de sucção, que normalmente trabalham sob pressão interna inferior à atmosférica.

Além disso, por efeito das variações das pressões internas da água, os gases e o próprio ar nela dissolvidos, poderão se desprender e deslocar sob a forma de pequenas “bolhas” até os pontos elevados das tubulações onde se acumularão sob forma de bolhas maiores, diminuindo a área de escoamento efetivo da água.

Nesses “pontos altos” deverão ser instalados aparelhos especiais – VENTOSAS –, com a finalidade de retirarem, automaticamente, o ar das tubulações (Ver CASO nº 165).

Nas figuras 10.11 e 10.12 encontram-se dois tipos de ventosas, comercial-

(*) Ver Cap. 16 - Referências.

mente conhecidas como: “simples” e “de tríplice função”. Em qualquer uma delas na ausência de ar, o flutuador (esfera, geralmente, de madeira revestida com borracha) boiará na água fechando o orifício de descarga no anel de vedação.

O ar que se desprende da água irá se acumulando progressivamente na parte superior de cada compartimento, deslocando para baixo igual quantidade de água.

Na ventosa simples (Fig. 10.11), quando o volume de água deslocada ultrapassar determinado limite, o empuxo do líquido sobre o flutuador ficará menor que o seu peso. Nessas condições, a esfera “cairá”, isto é, flutuará em nível mais baixo, deixando aberto o pequeno orifício de descarga de ar.

Analogamente, nas ventosas de “tríplice função”, pequenas quantidades de ar já serão suficientes para deslocar o flutuador do compartimento auxiliar. Entretanto, o flutuador maior (do compartimento principal), somente entrará em funcionamento para a expulsão do ar dissolvido (somente “cairá”), quando as pressões internas da água (e do ar) reduzirem-se bastante em relação à pressão externa. Nessas condições, os esforços devidos às pressões sobre grande a área da saída, serão suficientemente reduzidos, permitindo a “queda” da esfera (Ver item 14.8). Assim, a finalidade principal do compartimento maior será permitir a “entrada” de ar externo durante os eventuais esvaziamentos repentinos da adutora (Ver item 10.5.5), sendo a “saída” dos gases (e ar) dissolvidos, efetuada pelo outro compartimento, durante a operação normal do aparelho.

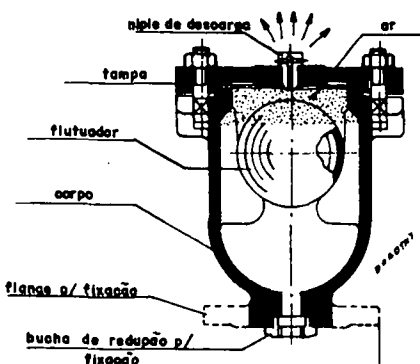


FIG. 10.11. VENTOSA SIMPLES (72 *)

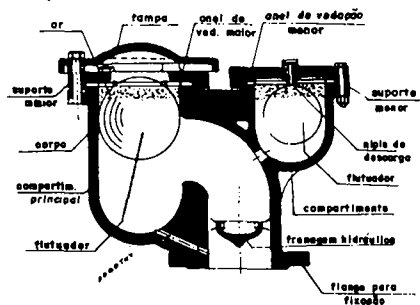


FIG. 10.12. VENTOSA COM DOIS COMPART. (72 *)

10.5.2 DECLIVIDADES

Na Fig. 10.13, suponhamos que o escoamento se dê no sentido indicado, que a tubulação tenha 300 mm de diâmetro e transporte a vazão de 80 l/s.

Para garantir o afluxo (deslocamento) de ar e dos gases para a ventosa “V”, os eixos longitudinais dos condutos deverão ter declividade adequadas,

“Segundo L. Conti, nos trechos em subida (1 – 2), em que o escoamento do ar e da água ocorrerem no mesmo sentido, a declividade do eixo da tubulação deve ser maior ou igual a 0,002 (2 metros por quilômetro), enquanto nos trechos em baixada (2 – 3), onde os referidos escoamentos são em sentido contrário, essa declividade deve ser maior que a declividade piezométrica da canalização” (10*).

No exemplo considerado, o trecho 1 – 2 deverá ter declividade superior a 2 metros por quilômetro, independentemente do regime de escoamento. O trecho 2 – 3 deverá ter declividade superior a 3,5 m/km (0,0035 m/m), já que esse é o valor da declividade piezométrica para as condições de diâmetro e vazão admitidas (Ver ábaco da Fig. 2.5).

Em outras palavras, “a ação desses aparelhos será tão mais eficaz quanto mais correto for o perfil da linha, sendo preferível efetuarem-se com pequenas declividades os trechos em subida e, ao contrário, com maiores declividades aqueles com descida; será também conveniente evitarem-se os trechos praticamente horizontais” (15*).

Entretanto, nas travessias de rios, quando as estruturas de apoio tornarem praticamente obrigatório o assentamento horizontal da linha, a localização mais correta da ventosa será no fim do trecho horizontal elevado, onde o ar se acumulará em maiores quantidades, empurrado pelo escoamento da água (Fig. 10.14). (Ver CASOS nºs 137, 161 e 164).

Entretanto, nas travessias de rios, quando as estruturas de apoio tornarem praticamente obrigatório o assentamento horizontal da linha, a localização mais correta da ventosa será no fim do trecho horizontal elevado, onde o ar se acumulará em maiores quantidades, empurrado pelo escoamento da água (Fig. 10.14). (Ver CASOS nºs 137, 161 e 164).

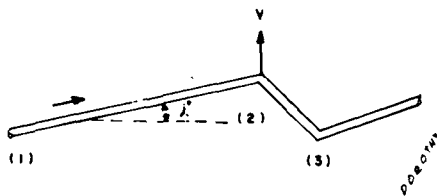


FIG. 10.13 - DECLIVIDADES DAS TUBULAÇÕES

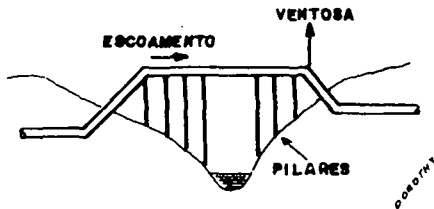


FIG. 10.14 - LOCALIZAÇÃO CORRETA DA VENTOSA EM TRECHO HORIZONTAL

10.5.3 FIXAÇÃO DOS APARELHOS

Para que as operações de limpeza e de manutenção na ventosa possam ser efetuadas com a linha “em carga” (sem o esvaziamento), deverá ser instalado um registro entre ela e a linha (Ver CASOS nºs 164 e 165).

Alguns tipos desses aparelhos já são construídos com o dispositivo de fechamento incorporado ao seu próprio corpo (Ver CASOS nºs 162 e 163).

Se a ventosa utilizada for do tipo “com rosca” (Ver CASOS nºs 161 e 165) será conveniente que a fixação do aparelho e registro na tubulação seja feita por meio de braçadeiras e tirantes de reforço. Além da estabilidade da peça, sujeita a esforços eventuais em sentido lateral, esse reforço previne acidentes graves durante a manutenção, se a corrosão provocar o enfraquecimento das roscas (roscas espanadas). A Fig. 10.20 do item 10.6.2 indica um tipo de caixa de proteção.

(*) Ver Cap. 16 – Referências.

10.5.4 CAPACIDADE DAS VENTOSAS

A capacidade de expulsão ou de admissão de ar através das ventosas dependerá da diferença de pressão entre o interior e o exterior da tubulação e, principalmente, dos diâmetros dos orifícios de descarga efetiva de ar (niple de descarga ou anel de vedação indicados nas Figs. 10.11 e 10.12).

O diâmetro nominal do aparelho definirá tão somente as condições de fixação à tubulação e as dimensões em que são fabricadas essas ventosas.

No gráfico da Fig. 10.15 são indicadas as capacidades de três ventosas, do tipo “tríplice função”, com diâmetros nominais de fabricação de 50, 100 e 200 mm (72*).

Nesse gráfico, verificamos que a tubulação ficará devidamente protegida

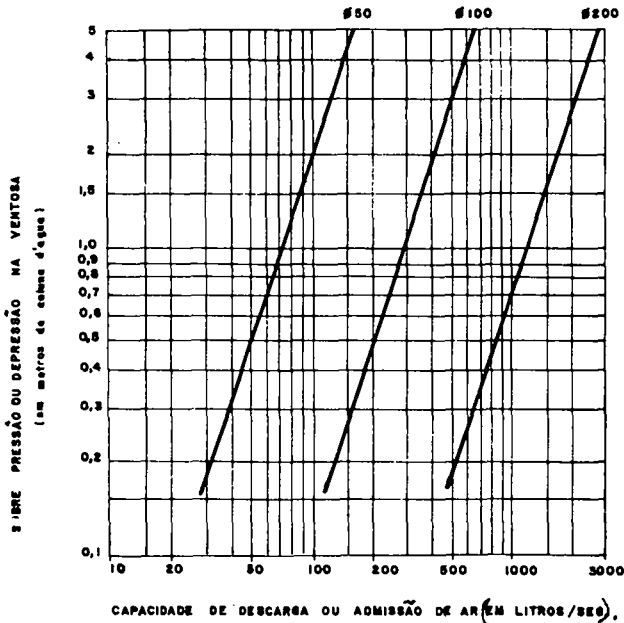


FIG. 10.15.- CAPACIDADE DE VENTOSAS DE DOIS COMPARTIMENTOS (72*)

por uma só ventosa de “tríplice função”, com 100 mm de diâmetro nominal, desde que possa suportar a depressão interna (em relação à pressão atmosférica) de até 1 m.c.a. (0,1 kg/cm²), com admissão de ar na vazão de até 300 l/s.

Evidentemente, sob depressões internas maiores, os mesmos orifícios de

admissão permitem vazões superiores de entrada de ar.

Assim, a escolha do tipo e dimensões das ventosas dependerá não só do regime de funcionamento da tubulação (admissão ou expulsão de maiores ou menores quantidades de ar), como também das condições estruturais dos próprios tubos (natureza do material de fabricação, diâmetro, etc.) (Ver CASO nº 161).

10.5.5 QUEBRA-VÁCUO

As tubulações de grande diâmetro executadas em aço, resistem à pressões internas relativamente elevadas. Essas mesmas tubulações, pela pequena espessura de suas paredes, podem não resistir aos esforços criados por depressões internas relativamente reduzidas, ficando sujeitas ao fenômeno de “colapso” ou “esmagamento” dos tubos.

Conquanto as ventosas (simples ou de compartimentos duplos) permitam também a entrada do ar exterior e consequente diminuição das depressões internas, em situações especiais de grandes vazões de admissão de ar, torna-se necessária a instalação de maior número de ventosas, ou a adaptação de um dispositivo especial que atenda à essa finalidade.

A Fig. 10.16 esquematiza uma instalação bastante interessante, com o emprego de uma válvula de retenção (44*).

Durante o funcionamento normal da linha, a pressão interna da água manterá fechada a válvula de retenção; o ar acumulado será extraído normalmente pela ventosa.

Por ocasião de um esvaziamento brusco, grande quantidade de ar será admitida principalmente pela válvula de retenção, que se abre automaticamente sempre que a pressão interna seja inferior à atmosférica.

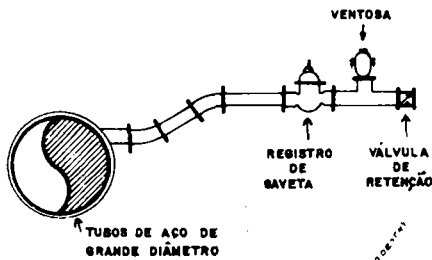


FIG. 10.16.- CONJUNTO VENTOSAS E QUEBRA-VÁCUO (44*)

10.6 CAIXAS DE PROTEÇÃO

Os aparelhos e peças especiais deverão ser instalados de tal maneira que possam ser manobrados facilmente e permitam, sempre que possível, as atividades de inspeção e de manutenção do próprio local.

10.6.1 REGISTROS

O número de registros numa rede de distribuição é relativamente grande.

(*) Ver Cap.16 – Referências.

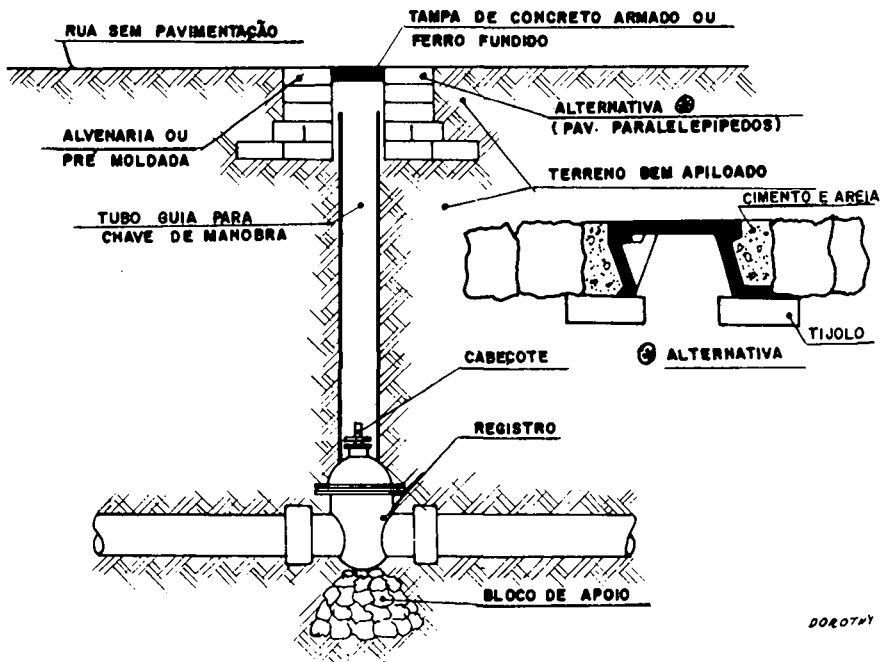
Por esse motivo, tendo em vista também o aspecto econômico da questão, deverão ser estudados os diversos fatores envolvidos na definição de um sistema de proteção dessas peças.

Na prática, raramente se chegará a um sistema único de proteção, válido para todo o sistema. Conforme as circunstâncias apontadas a seguir, poderá ser mais aconselhável a aplicação progressiva das soluções indicadas.

10.6.1.1 Em ruas sem Pavimentação

Nem sempre será a melhor solução o envolvimento total dos registros em caixas de alvenaria ou de concreto armado, com dimensões notáveis e enterradas nas ruas ainda não pavimentadas. A erosão do terreno acabará descobrindo parte dessas estruturas, que se transformam então em verdadeiros obstáculos ao trânsito.

Solução mais modesta, porém racional no caso, seria a esquematizada na Fig. 10.17. O registro devidamente apoiado num bloco de alvenaria, será manobrado



DOROTHY

FIG. 10.17:- ASSENTAMENTO DE REGISTRO EM RUAS NÃO ASFALTADAS

da superfície por meio de uma chave "Tê" que se encaixa no cabeçote (des. 6 da Fig. 8.70).

O guia de chave de manobra pode ser feito com um pedaço de tubo, tendo-se a preocupação de assegurar o melhor assentamento no castelo do registro (des. 5 e 7 da Fig. 8.70), a fim de que a terra não obstrua o cabeçote (15" e 19").

O peso dos veículos não será descarregado sobre o tubo guia (e consequentemente sobre o registro), pois a pequena caixa de alvenaria, com tampa de concreto armado ou de ferro fundido, transmitirá esse esforço apenas ao terreno que, para tal, deverá ser bem apiloado.

Para o conserto de vazamento, será aberta uma vala até o aparelho; essa solução não será tão onerosa já que a rua ainda não foi pavimentada.

Essa solução poderá ser ainda tolerada em ruas cuja pavimentação foi realizada com paralelepípedos, de reposição relativamente barata (Ver CASO nº 173).

10.6.1.2 Em ruas com Pavimentação Especial

Em ruas pavimentadas, principalmente nos casos de pavimentos especiais de reposição muito onerosa, a solução anterior não poderia ser indicada. Para esses casos, será mais prudente e econômica uma solução de custo inicial maior, desde que permita reduzir as despesas de manutenção com a reposição dos pavimentos (Ver CASO nº 172).

A Fig. 10.18 esquematiza uma solução possível.

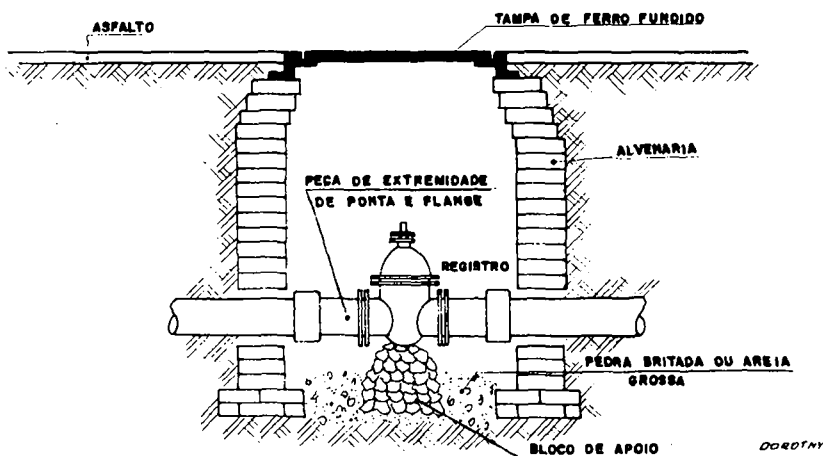


FIG. 10.18 - CAIXA DE PROTEÇÃO DE REGISTRO EM RUA PAVIMENTADA

O registro apoiado sobre um bloco de alvenaria de pedras, sempre que possível será do tipo com flanges. Nessas condições poderá ser retirado com maior facilidade (inclusive pela maior flexibilidade acrescentada pelas peças de extremidade).

Ainda com essa finalidade, caberá a inspeção, lubrificação ou aplicação periódica de tintas antiferruginosas nos parafusos dos flanges, ou o emprego de parafusos galvanizados (Ver CASO nº 36).

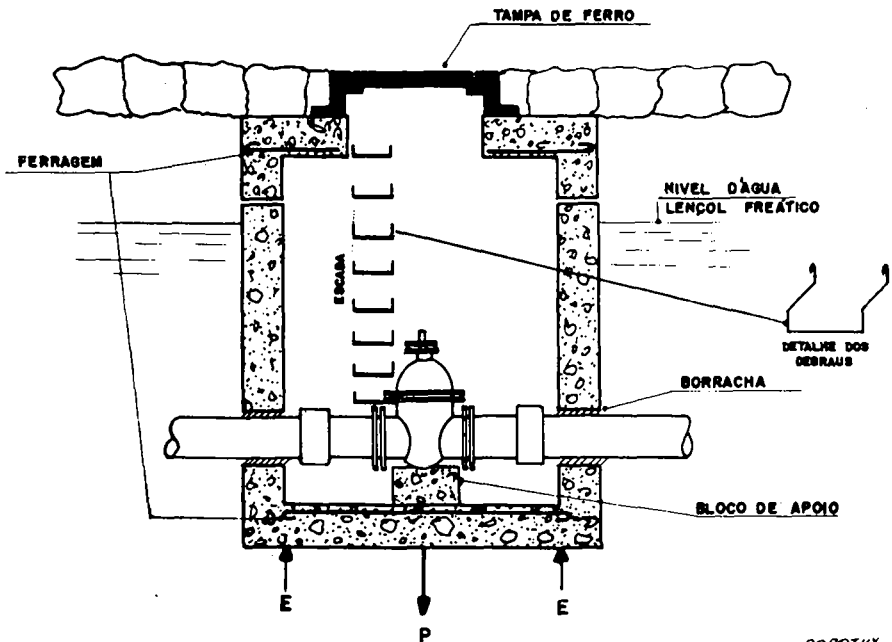
As dimensões de Caixa, geralmente de forma circular em planta, serão compatíveis com o tamanho do registro, podendo ter as paredes verticais até certa altura e depois inclinadas, para que a redução de secção atenda à padronização das tampas adotadas (Ver CASO nº 171).

Os tubos deverão atravessar as paredes laterais com certa folga, a fim de que a eles não se transmitam os esforços da superfície.

Sempre que o lençol freático esteja a profundidades maiores, o fundo dessas caixas não deverá ser concretado. Uma camada de pedra britada ou de areia grossa facilitará a drenagem das águas dos vazamentos do registro (Ver CASOS nºs 167 e 172).

10.6.1.3 Lençol Freático

Se o nível do lençol freático estiver acima das tubulações e registros, será



DOROTNY

FIG. 10.19:- CAIXA DE PROTEÇÃO DE REGISTRO, EM CONCRETO ARMADO

conveniente a execução de caixas em concreto armado, devidamente impermeabilizadas (Fig. 10.19).

Dificilmente essas caixas assegurarão estanqueidade absoluta. Entretanto, nos casos de manutenção, as águas provenientes dos vazamentos dos registros, das infiltrações pelas paredes e fundo de concreto, ou principalmente das interligações concreto x tubos, serão esgotadas com pequenas bombas manuais, permitindo condições satisfatórias de trabalho no interior da caixa.

Se as tubulações forem muito profundas (caso raro em redes de abastecimento d'água) e o nível do lençol muito raso (caso raro em ruas de zonas já habitadas e saneadas) para a execução dessas caixas deverá ser considerado o seu peso próprio equilibrando o empuxo provocado pela água externa (que tenderia a levá-las).

Nesses casos, se for possível assegurar a absoluta estanqueidade da estrutura, deverão ser previstos orifícios para eventuais entradas de água quando o lençol subterrâneo ultrapassar o nível que provoque um empuxo suficientemente grande e não equilibrado pelo peso próprio da caixa.

De qualquer maneira, sempre que for efetuado um esgotamento da água dessas caixas, serão colocados pesos adicionais na superfície para que as estruturas e tubulações não sejam deslocadas pelos empuxos.

10.6.2 VENTOSAS

As ventosas também deverão ficar encerradas em caixas suficientemente espaçosas para que as atividades de manutenção e limpeza sejam realizadas facilmente (Fig. 10.20).

Sempre que possível o fundo da caixa não será concretado, a fim de que as águas dos vazamentos infiltrem-se no terreno através de uma simples camada de areia ou pedra britada (Ver CASOS nºs 167 e 172).

As tampas poderão ser executadas com chapas finas de aço galvanizado e protegidas por tinta antiferrugínea, mas sempre fechadas convenientemente, para que os "consumidores clandestinos" ou simples curiosos não danifiquem os aparelhos.

Como dificilmente estão localizadas nos eixos de ruas poderão ter estruturas bem mais simples que as caixas de proteção de registros sujeitas a tráfego pesado.

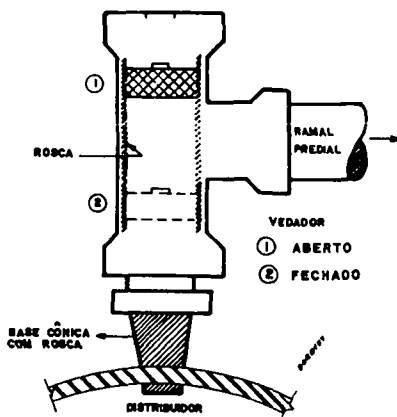


FIG. 10.20.- DESENHO ESQUEMÁTICO DE UM FERRULE (43°)

10.7 GOLPE DE ARIETE

10.7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Quando a velocidade de escoamento da água numa tubulação se altera por qualquer motivo (falta de energia nos conjuntos elevatórios, manobras indevidas de registros, ou outras circunstâncias acidentais), a pressão interna do líquido oscila em torno de um valor médio (pressão estática).

As ONDAS DE SOBRE-PRESSÃO (valores superiores à pressão estática) e de DEPRESSÃO (inferiores à pressão estática) percorrem a tubulação num e noutro sentido, com celeridade algumas vezes igual a de propagação do som na água, até o amortecimento total provocado principalmente pelos atritos com as paredes dos tubos.

A esse fenômeno dá-se o nome de GOLPE DE ARIETE.

Embora mais frequente em tubulações de recalque, o golpe de ariete também pode adquirir intensidades perigosas em linhas que funcionam por gravidade, quando, por exemplo, é fechado muito rapidamente o registro de sua extremidade final de saída.

O estudo teórico e detalhado do fenômeno envolve considerações hidráulicas relativamente complexas, sendo justificado principalmente em linhas de grande diâmetro e maior responsabilidade.

Para as tubulações menores, poderão ser feitas algumas avaliações preliminares e simplificadas, a partir de resultados teóricos já comprovados, que permitirão, ao menos, determinarem-se os valores limites das ondas de pressão.

Na fig. 10.21 encontra-se esquematizada uma situação bastante comum em

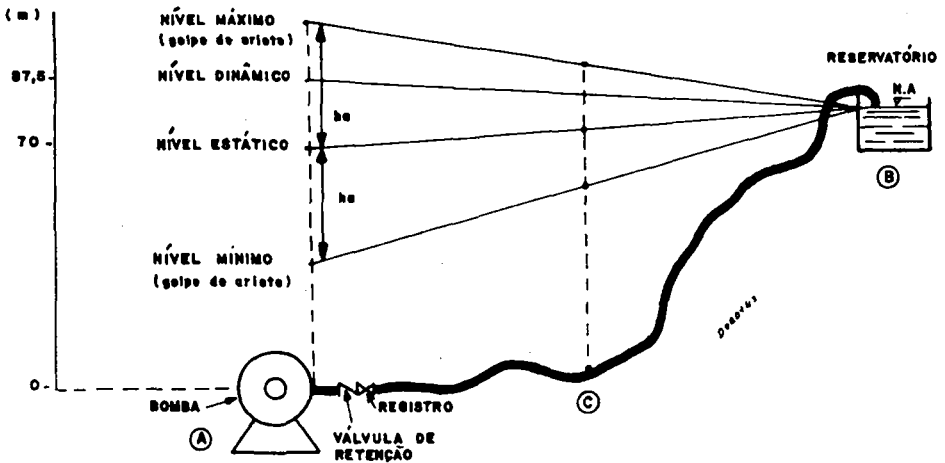


FIG. 10.21 - ESQUEMA DAS LINHAS DE PRESSÃO NO RECALQUE

linhas de recalque, onde a água é pressionada pela bomba (A) para chegar a um Reservatório (B) situado em ponto mais elevado.

Junto à bomba está instalada uma Válvula de Retenção (Ver Fig. 8.70) impedindo, durante as paralisações dos conjuntos elevatórios, que a água da tubulação de recalque (A.B.) retorne através das bombas. Elas passariam então a girar em sentido contrário e de forma muitas vezes prejudicial aos equipamentos. Reconhecida sua importância, essa válvula deverá ser mantida corretamente; para facilitar as operações de limpeza e conserto (manutenção) adiante da válvula será colocado um registro de parada (Ver CASOS nºs 156 e 174).

Suponhamos que a linha da Fig. 10.21 tenha extensão de 5 km, no diâmetro de 300 mm e transporte a vazão de 80 l/s em tubos de paredes bem lisas.

Se o desnível geométrico entre o ponto está instalada a bomba (A) e o reservatório (B) for de 70 metros, o conjunto elevatório deverá fornecer uma pressão suficiente à água para que ela vença aquele desnível e mais as perdas de carga (atrito) na linha (Ver item 2.7.1). Pelo ábaco da Fig. 2.5 vemos que a perda de carga será de: $3,5 \times 5 = 17,5$ m. Assim, a bomba deverá ter altura manométrica mínima de $70 + 17,5 = 87,5$ metros, para a vazão de 80 l/s. Nesse mesmo ábaco, vemos que a velocidade da água será de $V = 1,1$ m/s ($Q = 80$ l/s e $D = 300$ mm).

Se o bombeamento for interrompido instantaneamente, a coluna líquida continuará escoando no sentido de A para B por efeito da sua própria inércia. Como não existe alimentação d'água através da bomba, a coluna líquida se expande e descomprime (17^o). Assim, um pequeno trecho da tubulação, nas proximidades da bomba, ficará submetida inicialmente a uma pressão menor que aquela que vinha suportando normalmente (fase de *sub-pressão* ou de *depressão* do golpe de ariete).

Por ação da gravidade a coluna líquida sofrerá uma inversão do sentido de escoamento, caminhando agora de B para A.

O fechamento rápido e automático da Válvula de Retenção, criará condições para que a pressão da água em "A" eleve-se bastante, comprimida pela coluna restante, também animada de movimento no sentido de "B" para "A" (fase de *sobre-pressão* do golpe).

Pelas características elásticas da tubulação e da própria água, a pressão depois de atingir o valor máximo será reduzida até um mínimo. O fenômeno se repete, com ondas de sobre-pressão sucedendo-se às de depressão, cujos valores oscilam em torno do valor da pressão estática no ponto, até o amortecimento total pelo atrito.

O valor máximo dessa sobre-pressão (ou depressão), em relação à pressão estática, na proximidade da bomba, será dado pela fórmula (de Joukowsky):

$$h_a = \frac{V.C}{g} \dots \dots \dots (1)$$

onde:

h_a = sobre posição no ponto "A", em relação à pressão estática – em metros de coluna d'água (m.a.c.)

V = velocidade da água, nas condições normais de escoamento – em m/s.

g = aceleração da gravidade = $9,8$ m/s²

(*) Ver Cap. 16 – Referências.

C = velocidade (celeridade) de propagação das ondas, na água contida na tubulação – em m/s.

Como se vê, a sobre-pressão depende da velocidade de propagação da onda (celeridade). Por sua vez, esse valor depende da elasticidade da água e das características das paredes dos tubos.

Pode ser calculado por intermédio da seguinte fórmula simplificada (de Allievi):

$$C = \frac{9\,900}{\sqrt{48,3\,k\frac{D}{e}}} \dots\dots\dots(2)$$

onde:

C = celeridade (velocidade) de propagação da onda – em m/s

D = diâmetro da tubulação

e = espessura da parede dos tubos – na mesma unidade de D

k = coeficiente variável com a natureza do material de fabricação dos tubos.

Os valores de “k” (constante para cada tipo de material), podem ser adotados como:

k = 0,5 – para tubos de aço

k = 1,0 – para tubos de ferro fundido

k = 4,4 – para tubos de cimento-amianto

k = 5,0 – para tubos de concreto armado

k = 18,0 – para tubos de plástico

Na Tabela 10.2, são dados os valores aproximados da celeridade “C”, para avaliações rápidas e preliminares das sobre-pressões máximas devidas ao golpe de ariete,

TAB. 10.2 :- Valores da celeridade de propagação -- C -- (em m/s).

D/e	Ferro Fundido K= 1,0	cim. amianto K= 4,4	Plástico K= 18
30	1 120	735	410
20	1 200	850	495
10	1 300	1 030	660

especialmente para adutoras de diâmetros relativamente pequenos, executadas em ferro fundido, cimento-amianto ou plástico, em função de alguns valores da relação D/e com os quais esses tubos são executados mais frequentemente na prática.

Os valores das sobre-pressões máximas – ha – dados pela fórmula (1), verificam-se quando o “tempo de fechamento” do registro for menor que $2L/C$ (período de tubulação). Quanto maior o tempo de fechamento (manobras lentas), menor será o valor da sobre-pressão. Alguns autores recomendam, com bastante segurança: “para não provocar golpes de ariete, é necessário manobrar lentamente os registros; a duração da manobra, em minutos, deve ser igual ou maior que o comprimento do trecho, em quilômetros. Quando as manobras se fizerem manualmente, será interessante instruir convenientemente o pessoal encarregado da operação”. (15*).

O fechamento das válvulas de retenção usuais, não pode ser controlado na prática. Nessas condições, com tempo de fechamento muito curto (manobras rápidas), os valores das sobre-pressões são realmente elevados.

10.7.2 TUBULAÇÃO DE FERRO FUNDIDO

No exemplo considerado, se a tubulação (de 300 mm) for de ferro fundido, Classe LA, terá espessura de parede $e = 10,7$ mm, podendo trabalhar sob pressões de até 120 m.c.a. (Tab. 8.2).

Analisemos os efeitos durante o golpe de ariete.

Como a relação $D/e = 300/10,7$ tem valor muito próximo de 30, a celeridade “C” poderá ser obtida diretamente da Tab. 10.2 : $C = 1\ 120$ m/s.

O cálculo através da fórmula (2) daria para a celeridade, um valor numericamente mais preciso, que porém, pequena influência terá na determinação final da pressão máxima.

A sobre-pressão será calculada pela fórmula (1):

$$h_a = \frac{V.C}{g} = \frac{1.1 \times 1\ 120}{9,8} \approx 130 \text{ m.c.a.}$$

OBS a) Como se vê nesse exemplo, para tubulações de ferro fundido poderá ser dito (com razoável aproximação) que: “o valor máximo da sobre-pressão durante o golpe de ariete, em metros de coluna d’água, é 100 vezes superior ao valor da velocidade de escoamento da água, em metros por segundo”.

b) As sobre-pressões máximas ocorrerão sempre que o fechamento da válvula de retenção ou do registro for feito em tempo inferior a:

$$2L/C = 2 \times 5\ 000 / 1\ 120 = 9 \text{ segundos}$$

Nesse mesmo caso (linha de 5 km), o tempo de fechamento deverá ser

maior que 5 minutos, para que não ocorram os fenômenos de golpe de ariete (ou para que seus efeitos sejam desprezíveis), de acordo com as recomendações dos professores Cauvin e Didier (15*).

c) A máxima Pressão Total, nas proximidades da válvula de retenção, será de:

– pressão estática + $h_a = 70 + 130 = 200$ m.c.a., bastante superior portanto ao valor máximo recomendado como pressão de serviço desses tubos: 120 m.c.a. (Tab. 8.2).

Nessas condições, mesmo que a adutora apresente condições satisfatórias de trabalho durante o funcionamento normal, nos “poucos instantes” de sobre-pressão durante o golpe de ariete, poderão ser deslocados os anéis de borracha (ou chumbadas) das juntas, danificadas as ancoragens ou mesmo alguns tubos que tenham sofrido pequenas avarias durante a fase de transporte, armazenamento ou construção.

10.7.3 TUBULAÇÕES DE CIMENTO-AMIANTO

Ainda no mesmo exemplo considerado, sendo a tubulação de cimento-amianto e de classe 20, o valor da relação D/e , dada pelos catálogos dos fabricantes (ou medida nos próprios tubos), é de $300 \text{ mm}/30 \text{ mm} = 10$.

Pela Tabela 10.2 (com $D/e = 10$, para tubos de cimento-amianto), a celeridade de propagação da onda: $C = 1\,030$ m/s.

Analogamente ao caso anterior, a sobre-pressão “ h_a ” será de:

$$h_a = \frac{V.C}{g} = \frac{1,1 \times 1\,030}{9,8} = 115 \text{ m.c.a.}$$

OBS:

Também para as tubulações de cimento-amianto, será válido a estimativa preliminar e grosseira do valor da sobre-pressão feita na *Obs.* a do item anterior.

A máxima pressão total será:
 $70 + 115 = 185$ m.c.a.

Embora os tubos tenham sido ensaiados na fábrica com pressões de 200 m.c.a. (Ver item 8.1.2.2), não poderão ser submetidos a pressões tão elevadas (185 m.c.a.), mesmo que “eventualmente” e por “alguns instantes”, já que a recomendação de pressão de serviço é de apenas 100 m.c.a.

10.7.4 TUBULAÇÕES DE PLÁSTICO

Sendo a tubulação de PVC rígido, classe 20, terá espessura de parede de 21,4 mm (Tab. 8.9).

Como $D/e = \frac{300}{21,4} = 14$, será preferível a utilização da fórmula (2) para a determinação da celeridade:

$$C = \frac{9\,900}{\sqrt{48,3 + k \frac{D}{e}}} = \frac{9\,900}{\sqrt{48,3 + 18 \times 14}} = 570 \text{ m/s}$$

A sobre-pressão será:

$$h_a \cong \frac{V \cdot C}{g} = \frac{1,1 \times 570}{9,8} = 64 \text{ m.c.a. e a pressão máxima, nas proximidades da válvula :}$$

$$70 + 64 = 134 \text{ m.c.a.}$$

Esse valor também supera a máxima pressão do serviço recomendado para os tubos (100 m.c.a.).

10.7.5 VÁLVULA DE RETENÇÃO – ACIDENTES

Em todas as situações anteriores, os valores das sobre-pressões calculadas para as proximidades da válvula de retenção admitiram o seu perfeito funcionamento, isto é, o fechamento rápido (praticamente instantâneo) logo no início do retorno da coluna (líquida).

Se o fechamento dessa válvula fosse lento (mas contínuo), os valores do golpe de ariete poderiam ser reduzidos.

Muitas vezes, geralmente em decorrência de manutenção inadequada e insuficiente (sujeiras, avarias parciais, etc.), fica retardado o início de funcionamento das válvulas de retenção. A velocidade da água de retorno pode atingir valores bastante elevados. Se nesse momento ocorrer o fechamento instantâneo da válvula, o golpe de ariete para o novo regime de escoamento (e de velocidade da água) poderá atingir valores muito superiores àqueles previstos anteriormente.

Nessas condições, será de fundamental importância o perfeito funcionamento da válvula de retenção, razão porque sua manutenção sempre será facilitada pela manobra de um registro colocado à sua frente, isolando a coluna d'água da tubulação de recalque (Ver CASOS nºs 156 e 174).

10.7.6 SOBRE-PRESSÕES AO LONGO DA LINHA.

Como foi dito anteriormente, num mesmo ponto da tubulação (por exemplo, perto da casa de bombas), os valores das ondas de pressão devidas ao golpe de ariete variam durante o tempo, amortecendo-se lentamente por efeito do atrito.

Os valores calculados até aqui, representam os máximos das sobre-pressões ou depressões e verificam-se somente nas proximidades da válvula de retenção (ou da peça provocadora do golpe).

Afastando-se dessa região, no sentido do Reservatório por exemplo (Fig. 10.21), os valores das sobre-pressões máximas sofrerão uma redução proporcional à distância (aproximadamente).

Como exemplo, suponhamos que a tubulação seja de cimento-amianto (item 10.7.3) e que o ponto C esteja a 3 km de A (A B = 5 km).

Nesse ponto C, a sobre-pressão máxima devida ao golpe, será de:

$$115 \times \frac{3}{5} = 69 \text{ m.c.a.}$$

Se o ponto C estiver 30 metros abaixo do nível d'água no reservatório, a máxima pressão total a que ficará sujeito esse trecho será:

$$30 + 69 = 99 \text{ m.c.a.}$$

Assim, mesmo sob o efeito do golpe de ariete, a tubulação próxima ao ponto C ainda suportará normalmente as condições de pressão, bastante próxima mas ainda inferiores à pressão de serviço dos tubos de classe 20 (100 m.c.a.).

10.7.7 CLASSE DOS TUBOS

Muitas vezes o projeto de uma adutora especifica diferentes tipos de materiais a serem aplicados em trechos determinados da linha.

Suponhamos que o andamento altimétrico da adutora (acompanhando as variações das cotas do próprio terreno), seja aproximadamente aquele esquematizado na Fig. 10.21.

Pelo item anterior, vemos que a partir do ponto C até o reservatório, as pressões totais serão sempre inferiores a 100 m.c.a. Nessas condições, o trecho CB = 2 000 m pode ser executado, com bastante segurança, com tubos de cimento-amianto, classe 20.

Vimos também (itens 10.2, 10.3 e 10.4) que o trecho AC não deverá ser executado com nenhum dos materiais considerados. Pela Tabela 8.2, verificamos que o ferro fundido TD (tubo dútil), no diâmetro de 300 mm, resiste à pressão interna de 250 m.c.a. Assim, o trecho AC executado com tubos de ferro fundido — TD —, também resistirá, com bastante segurança, aos esforços provocados pelo golpe de ariete.

A construção da adutora com os dois materiais indicados (ou outros em condições de resistirem às mesmas pressões), dispensará o emprego de aparelhos especiais para a proteção da linha contra os efeitos dos golpes de ariete (Ver item seguinte).

Normalmente a escolha da melhor solução é feita com base em critérios econômicos, comparando-se o custo de tubulações menos resistentes acrescido de dispositivos de proteção, com o custo de tubulações mais fortes que dispensam qualquer outra proteção.

Sob o aspecto rigorosamente teórico de projeto, principalmente o trecho CB dessa adutora poderia ser dividido em outros trechos, onde seriam aplicados materiais menos resistentes (e mais baratos), porém satisfazendo ainda as pressões de trabalho recomendadas para as respectivas classes. Entretanto, a redução dos custos dos materiais nem sempre terá maior significado em relação ao custo total, incluindo o de assentamento. Além disso, a solução “teoricamente” correta seria totalmente desaconselhada na “prática”, já que exigiria cuidados especiais durante a construção, para que se aplicassem os materiais de cada classe nos trechos indicados, além de aumentar a quantidade de tubos e conexões semelhantes a serem mantidos em depósitos, para as necessidades futuras de manutenção.

10.7.8 VÁLVULA ANTI-GOLPE DE ARIETE

Sempre que os valores das sobre-pressões devidas a golpes de ariete provoquem pressões totais superiores àquelas recomendadas pela classe dos tubos (mesmo que eventualmente e por curtos espaços de tempo), será necessária a instalação de aparelhos especiais destinados a reduzirem automaticamente esses efeitos, até limites bem definidos e inferiores às pressões de serviço das tubulações (Ver CASOS nºs 174 à 179).

Nos aparelhos do tipo “Bondelet” (Fig. 10.22), quando a pressão interna do líquido contido na tubulação (e na própria válvula) ultrapassar determinado limite, abre-se automaticamente um pequeno orifício em sua parte inferior. O pequeno jato d’água pressionada pelo ar comprimido na câmara superior, alivia a sobre-pressão da adutora (Ver Fig. 10.22).

Quando possível, esses aparelhos serão instalados nas proximidades das válvulas de retenção ou registros causadores dos golpes, mas não necessariamente junto a eles, já que a transmissão das pressões na massa líquida é feita quase instantaneamente, ao menos para os efeitos práticos e em distâncias relativamente pequenas (Ver CASO nº 174).

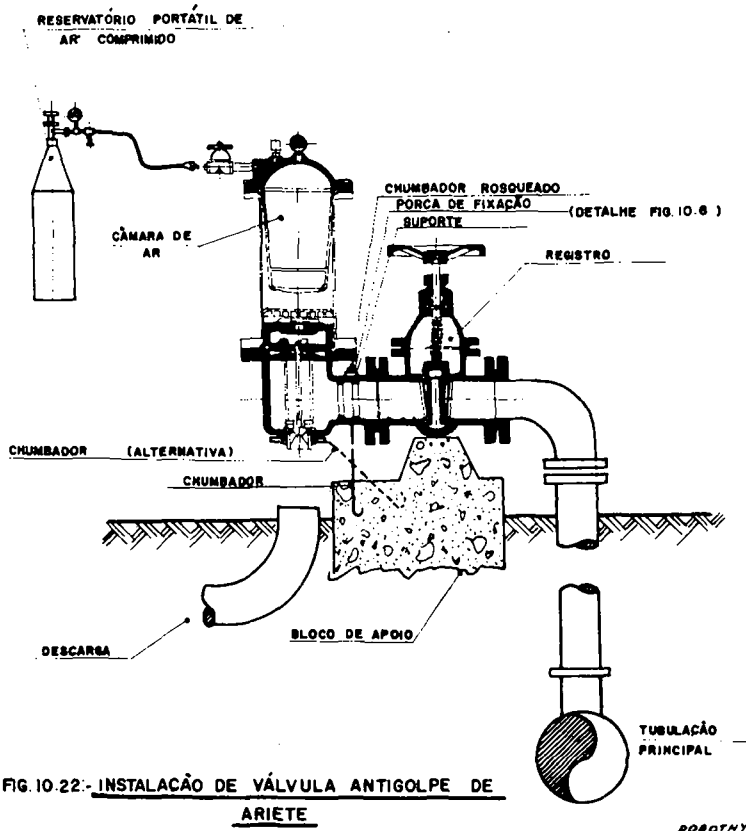
Embora trabalhem sob pressões internas bastante elevadas, os esforços mecânicos a que ficarão sujeitas, mesmo durante o golpe, não serão muito elevados. Esses esforços que tenderiam a elevar o aparelho, correspondem, unicamente, à reação da saída do jato pelo pequeno orifício. Os demais esforços (de grande intensidade), anulam-se mutuamente no interior do próprio aparelho.

Algumas válvulas, têm dispositivos apropriados para a fixação (99^o); em outras isso poderá ser feito através de um bloco de apoio ao qual serão fixados chumbadores providos de roscas e porcas, para que a retirada dos aparelhos não danifique a estrutura de ancoragem (Ver CASOS nºs 175 e 176).

Os tubos e conexões que ligam as válvulas à linha, também deverão ser bem ancorados, a fim de que os esforços mecânicos durante o golpe não se transmitam aos aparelhos.

O jato d’água deverá descarregar livremente na atmosfera. Para tal, o tubo ou canaleta de esgotamento para locais convenientes será assentado a uma certa distância do orifício de saída (Ver CASO nº 179).

O número de válvulas necessárias para garantir um alívio de pressão dentro de limites estabelecidos, dependerá da vazão escoada normalmente (velocidade da água), da pressão de recalque (altura manométrica das bombas) e, evidentemente, das



características de fabricação dos aparelhos.

A Fig. 10.23 apenas indica um exemplo gráfico para a determinação prática do número de aparelhos necessários (19³³). Escolhido o tipo de válvula a ser

instalada, a sua capacidade efetiva e dimensões principais serão obtidas nos catálogos específicos dos respectivos fabricantes.

Outros detalhes sobre instalação, ajustagem para colocação em serviço e manutenção deverão ser fornecidos juntamente com os aparelhos, sendo válidos para aquela linha de fabricação.

10.8 RAMAIS PREDIAIS

10.8.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O ramal predial ou ligação domiciliária num sistema de abastecimento d'água é constituído por tubos, conexões e peças especiais que permitem a comunicação da rede de distribuição com a instalação hidráulica interna do prédio (61*).

Muitas vezes, aproveitando os conceitos de direito de propriedade, o limite do ramal fica estabelecido na divisa do terreno particular com a via pública. Outras vezes, esse limite é deslocado para o local de instalação do hidrômetro (medidor d'água), independentemente de sua localização no interior da propriedade particular.

O diâmetro do ramal deverá ser definido pela pressão disponível na rede e pelo consumo de água no prédio.

No ábaco da Fig. 10.24 (segundo a fórmula da Fair-Wipple – Hsiao para tubos de paredes lisas de cobre ou latão), são relacionados os valores de vazões, perdas de carga, velocidades e diâmetros, para aplicação prática com tubos finos, geralmente entre 1/2" e 1 1/2" (13 mm e 38 mm).

Analogamente aos comentários feitos no item 2.7.1 sobre a aplicação do ábaco da Fig. 2.5 (para diâmetros maiores e segundo a fórmula de Williams -- Hazen), esses valores dependerão da rugosidade das paredes das tubulações, podendo ser bastante modificados pelos fenômenos de incrustações ou corrosões nos canos e conexões das ligações (CASO nº 193).

Na faixa comum de aplicação dos dois ábacos (Fig. 2.5 e Fig. 10.24), entre os diâmetros de 50 à 100,mm, pode-se verificar que ambos se referem a tubos com paredes lisas (de rugosidades aproximadamente iguais).

Para exemplificar a utilização do ábaco da Fig. 10.24, suponhamos um ramal qualquer alimentando diversas torneiras, das quais apenas duas estejam sendo utilizadas simultaneamente, com vazões de 0,2 l/s (ou seja 1 litro em 5 segundos). A razão total no ramal será de

$$2 \times 0,2 = 0,4 \text{ l/s.}$$

Suponhamos ainda que a distância aproximada entre as torneiras e o distribuidor na rua, seja de 30 m (incluindo, para efeito desse exemplo, os comprimentos equivalentes de conexões e outras peças especiais (Ver item 2.7.2).

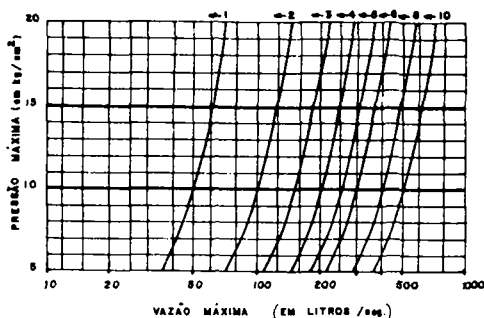


FIG. 10.23 - NÚMERO DE VÁLVULAS DE DETERMINADO TIPO E FABRICAÇÃO (72 *)

(*) Ver Cap. 16 - Referências.

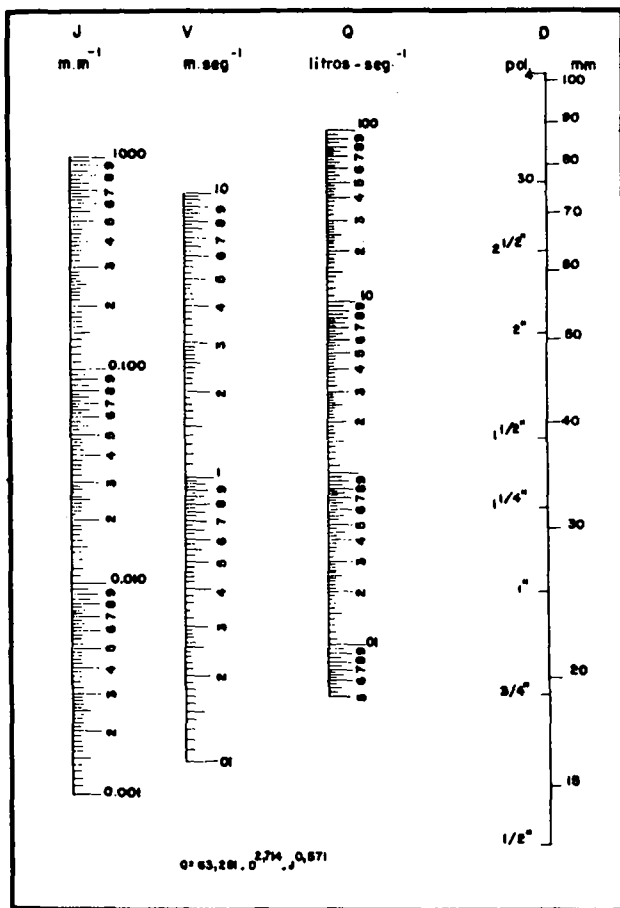


FIG. 10.24 -- ÁBACO PARA CÁLCULO DE TUBULAÇÕES C/ PAREDES
LIBAS (diâmetro entre 13 e 100 mm) (26*)

Para essas condições de funcionamento, se o ramal for executado com tubos de 3/4" (cerca de 20 mm de diâmetro) e paredes internas relativamente lisas, a perda de carga será de 0,09 m/m (9 cm de perda de pressão em cada metro de tubulação) e a velocidade de 1,2 m/s (Fig. 10.24).

A perda de carga total nos 30 m, será de $30 \times 0,09 = 2,7$ m.c.a. Em outras palavras, a água no distribuidor da rua deverá ter pressão superior a 2,7 m.c.a para que as duas torneiras sejam alimentadas com aquela vazão.

Como a mínima pressão usualmente admitida em redes de distribuição é de 10 m.c.a., verifica-se que o ramal abastecerá perfeitamente bem os dois pontos de utilização.

Se essa mesma ligação for executada com tubos de 1/2", para $Q = 0,4$ l/s e $D = 1/2$ ", teremos: $V = 3$ m/s e $j = 0,7$ m/m. Assim, a perda de carga total atingirá 21 m.c.a. ($30 \times 0,7$).

Se no ponto considerado a rede de distribuição tiver somente 10 m.c.a de pressão, poderá ser calculada a máxima vazão possível em cada torneira.

Sendo $H =$ carga total disponível = 10 m.c.a. e

$$J = \text{perda de carga admissível} = \frac{H}{L} = \frac{10}{30} \approx 0,3 \text{ m/m,}$$

a vazão possível, no ramal = 0,24 l/s (ábaco da Fig. 10.24) e em cada torneira = 0,12 l/s.

No exemplo considerado, para que uma torneira forneça 0,2 l/s, a outra deverá ser fechada, ao menos parcialmente. Se as duas torneiras estiverem em igualdade de condições em relação ao ramal (mesma distância, etc.), a abertura simultânea das duas, provocará igual redução de vazão em ambas (0,12 l/s).

Principalmente em cidades onde o fornecimento d'água é feito de maneira irregular (pelos motivos mais diversos, mas nem sempre justificáveis), os consumidores associam as "faltas d'água" com os diâmetros dos seus ramais domiciliares.

No exemplo anterior, vimos que esse "conceito" nem sempre corresponde à verdade pois, se a rede de distribuição realmente tiver água com pressão suficiente, ela chegará às torneiras dos usuários, mesmo que os diâmetros dos ramais sejam reduzidos.

O estabelecimento de diâmetros mínimos para os ramais prediais dependerá da natureza do material empregado (aço galvanizado, plástico, etc.) e principalmente dos hábitos de consumos característicos de cada cidade, devendo ser estabelecido pelo serviço encarregado da operação do sistema, e não pela vontade do consumidor.

10.8.2 MATERIAIS

Os materiais frequentemente utilizados nas ligações prediais são:

 aço galvanizado e
 plástico (P.V.C. rígido)

Raramente ainda são lembrados o cobre e o chumbo; o primeiro por razões econômicas, dificilmente justificáveis para utilização generalizada em toda a cidade; o

segundo porque pode provocar a intoxicação (saturnismo), devida à ingestão prolongada do metal dissolvido n'água (9*).

Os tubos de aço galvanizado (ferro galvanizado), nos diâmetros nominais de 1/2", 3/4", 1", 1 1/4" e 1 1/2", têm as extremidades rosqueadas nas conexões necessárias (conforme Fig. 8.60). São classificados em tubos "leves", "médios" e "pesados", segundo a espessura das paredes que deverá propiciar às tubulações, resistência satisfatória mesmo nas regiões enfraquecidas pelas roscas. Ficam sujeitos à incrustações e corrosões por deficiência do tratamento da água distribuída. Os tubérculos típicos de algumas águas mais agressivas, reduzem a seção de escoamento (Ver CASO nº 193). Muitas vezes, e inadequadamente, esses tubos de aço são usados como "fio terra" de instalações elétricas, ficando então, também sujeitos a outros tipos de corrosões (corrosão eletrolítica) (29* e 32*).

Os tubos de plástico (P.V.C. rígido) foram empregados inicialmente com o mesmo sistema de juntas rosqueadas (Fig. 8.60), aproveitando a habilidade dos encanadores já acostumados á execução desse tipo de junta (Ver item 8.1.3.4). Atualmente, com a redução de espessura de paredes (e de custos) permitida pela "junta soldada" e com o treinamento adequado dos encanadores, esse tipo de material vem sendo aplicado em escala crescente (Ver item 8.1.3.3).

De qualquer maneira, a experiência acumulada durante os últimos anos em algumas cidades do nordeste do Brasil, já sugere a indicação desse material para a maioria dos casos.

10.8.3 DISPOSITIVOS DE TOMADA

10.8.3.1 Direta

Quando o tubo da rede de distribuição for de ferro fundido, tiver grande espessura (classe LA, A e B) e o trecho onde se fará a ligação estiver vazio, costuma-se iniciar o ramal por uma curva rosqueada diretamente no distribuidor. O furo e a rosca podem ser feitos simultaneamente com máquina apropriada.

As espessuras menores de algumas classes de tubos (Q e R – item 8.1.1.1 – c), nem sempre garantirão a perfeita estanqueidade das rocas (abertas em apenas alguns poucos milímetros da parede), principalmente se considerados os efeitos posteriores das corrosões nos metais. Já esse fato desaconselha o uso indiscriminado desse tipo de ligação.

Se todas as condições citadas não forem atendidos simultaneamente, deverão ser utilizados alguns dispositivos complementares (colares de tomada, ferrules, etc.).

10.8.3.2 Colar de Tomada

Os colares de tomada (geralmente de ferro fundido para tubos de cimento-

amianto e ferro fundido, ou de plástico para tubos de P.V.C) são instalados nos tubos da rede de tal maneira que os canos do ramal, ou as conexões e peças eventualmente necessárias, sejam ligados a eles de maneira mais apropriada. (Fig. 10.25).

Esses desenhos mostram apenas 2 dos diversos tipos de colares de tomada, usados conforme a natureza do material de fabricação dos tubos da rede, seus diâmetros, e indicação dos fabricantes.

Depois de apertado o colar de tomada (braçadeira) contra o tubo da rede, a estanqueidade ficará assegurada pela arruela de borracha interposta entre os dois (Ver CASO nº 182).

Independentemente do material do distribuidor (ferro fundido, cimento-amianto ou plástico), a furação do tubo NUNCA será feita por percussão, mas SEMPRE por meio de broca de diâmetro compatível com o do ramal. (Ver CASOS nºs 32 e 183).

10.8.3.3 Ferrule

Algumas vezes, entre o colar de tomada (ou o tubo da rede) e o ramal propriamente dito, é colocada uma peça especial denominada "ferrule" (Fig. 10.26) e (CASO nº 180).

Atarraxado na rosca do colar (ou do tubo), permitirá o fechamento da água da rede logo após sua furação, enquanto é executado o restante do ramal predial.

Outros modelos mais recentes (já fabricados em P.V.C. e de custos menores que os de bronze), permitem a furação através do seu registro aberto (93°). Fechado o registro imediatamente após a furação, menores serão as perdas d'água (Ver CASO nº 182).

Difícilmente esses aparelhos serão utilizados alguma outra vez, durante a operação normal do sistema, principalmente se o distribuidor estiver assentado no eixo da rua, quando então um novo registro será instalado já sob a calçada, permitindo o fechamento mais cômodo da água do prédio.

Nessas condições, a maior "comodidade" oferecida pelo ferrule para a execução do ramal somente se justificará, economicamente, em algumas regiões do país onde a roupa do encanador, parcialmente molhada durante o trabalho, tiver secagem muito dificultada por insolação deficiente.

Quando aplicados criteriosamente, alguns ferrules ainda poderão ser recomendados em situações especiais. Entre tanto, justificá-los genericamente pelas faci-

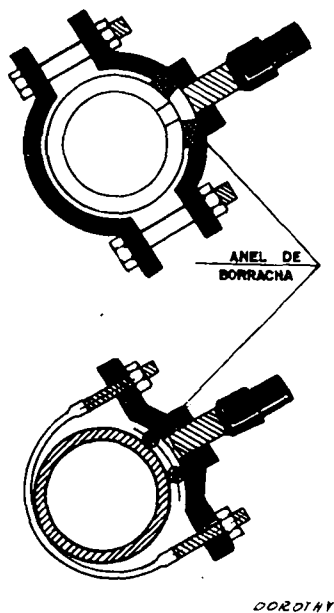


FIG.10.25. TIPOS DE COLARES DE TOMADA (87*)

(*) Ver Cap.16 – Referências.

dades que oferecem nas substituições, desobstruções ou consertos de vazamentos dos ramais, pressupõe admitir a péssima qualidade da água tratada e distribuída.

“O ferrule tem a desvantagem de ter preço relativamente elevado, em consequência das múltiplas operações de usinagem necessárias para a fabricação e, ainda, de necessitar um aparelho enorme e pesado para a sua colocação.” (29*). Ver CASO nº 181).

10.8.3.4 Execução dos Ramais

A furação vertical dos tubos somente será aconselhável nos poucos pontos altos da rede, para que a eliminação de pequenas quantidades de ar eventualmente aí acumulado seja extraído pelo próprio ramal, ou quando condições especiais de trabalho dificultarem a furação inclinada. (Ver item 10.5.1).

A “economia” de escavação permitida pela alternativa da Fig. 10.30, nem sempre é compatível com a segurança recomendável para a ligação. (Ver CASO nº 184).

Como os tubos dos ramais ficarão sujeitos às mesmas ações externas que os da rede de distribuição, um afloramento maior para reduzir as escavações das ligações, se já não era uma recomendação para o assentamento da rede, dificilmente o será para a instalação dos seus ramais.

Os efeitos das cargas externas costumam manifestar-se justamente na parte mais rígida do ramal, em sua ligação ao colar de tomada. As trepidações provocadas por essas cargas pesadas, transmitem-se às roscas (já enfraquecidas por fenômenos de corrosão), originando aí os vazamentos mais frequentes nas ligações prediais (Ver Figs. 10.25 e 10.26).

O furo do colar colocado em posição inclinada, obrigará ao assentamento do ramal em profundidades maiores, pelo menos nas regiões sujeitas a tráfego intenso. (Ver Fig. 10.30).

Para evitar a aplicação generalizada de ferrules (peças de utilização incômoda e pouco frequente) nos ramais prediais, as ligações poderão ser feitas mais economicamente, com técnicas apropriadas e orientadas segundo uma sequência lógica de procedimentos válidos para a grande maioria dos casos.

Assim, por exemplo, numa ligação a um distribuidor de diâmetro relativamente pequeno, antes de ser feito o furo na rede, poderá ser executado todo o ramal, inclusive sua ligação ao colar, cuja posição sobre o distribuidor será assinalada por uma marca bem visível (de giz).

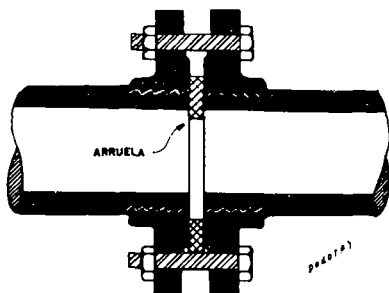


FIG. 9.26 - ARRUELA COM DIÂMETRO EXTERNO PEQUENO

Com os parafusos de fixação afrouxados, a vala ainda não reaterrada e a flexibilidade dos canos do ramal, será possível efetuar um pequeno deslocamento do colar, no sentido longitudinal do tubo da rede. Feito o furo, desloca-se rapidamente o colar para a posição inicial (já marcada com giz), apertando-se então os seus parafusos de fixação.

Na ausência de ferrule, o isolamento do ramal com a rede em carga (especialmente para a manutenção no trecho do ramal compreendido entre o distribuidor e o registro na calçada – Figs. 10.30 e 10.31) poderá ser feito segundo os mesmos procedimentos utilizados nos casos de vazamentos que ocorreriam nas roscas dos próprios ferrules: tamponamento através de plug rosqueado no colar de tomada.

10.8.4 LIMITADORES DE CONSUMO

Quando a entidade encarregada da operação de um Serviço de Abastecimento não apresenta condições de restringir à limites razoáveis os desperdícios exagerados d'água nos domicílios, através de aparelhos apropriados para a determinação dos volumes realmente fornecidos (hidrômetros) e cobrança racional da água, algumas vezes lança mão dos "limitadores de consumo".

Esses nada mais são que pequenos discos perfurados, inseridos na ligação predial com a finalidade de provocar uma perda de carga tão mais intensa quanto maior a vazão escoada no ramal. Nessas condições, eles limitam apenas as vazões instantâneas de grande valor. Os desperdícios provocados por vazamentos relativamente pequenos, não serão limitados.

Se a finalidade principal de um sistema de abastecimento d'água é fornecê-la ao consumidor também em quantidade suficientes, somente em situações especiais poderá ser compatibilizada essa finalidade com o emprego de limitadores de consumo. Além disso, já existem aparelhos adequados (hidrômetros), que permitem limitar tão somente os desperdícios, de maneira muito mais eficiente e lógica, através de um plano tarifário racional e objetivo. (4*).

10.8.5 RESERVATÓRIOS DOMICILIÁRIOS

Quando a entidade encarregada da operação de um Serviço de Abastecimento não apresenta condições de fornecer água de acordo com as demandas instantâneas do consumo, usualmente preconiza a utilização de reservatórios domiciliários.

Esses, alimentados continuamente através de um registro comandado automaticamente por bóia, permitem uma redução dos valores das vazões instantâneas da rede de distribuição, nas horas de máximo consumo. Nessas condições, satisfazem plenamente aos requisitos extritamente hidráulicos de funcionamento da rede.

Além disso, aliviam a necessidade de aumentar a capacidade de armazenamento d'água nos reservatórios públicos, já que se fará isso também em cada prédio consumidor da cidade.

As duas maiores desvantagens desses reservatórios domiciliários são:

(*) Ver Cap. 16 -- Referências.

a) somados os custos individuais, apresentam solução muito mais cara que uma estrutura única (de volume menor que a soma dos domiciliários) e atendendo igualmente àquela finalidade (desvantagem econômica).

b) nem sempre preservam a qualidade bacteriológica da água, usualmente entregue para o consumo em condições satisfatórias, já que são instalados em pontos de difícil acesso do prédio e sujeitos à contaminações várias por insetos, poeiras, etc. (desvantagem higiênica e de saúde pública). “Os depósitos domiciliários, não sendo periódica e efetivamente lavados, tornam-se focos de poluição, contaminação ou deterioração do líquido que deve ser fornecido puro, e puro deve ser utilizado” (8*).

10.8.6 HIDRÔMETROS

As “campanhas educativas e de esclarecimento público” dirigidas com a finalidade de coibir os desperdícios d’água, geralmente não produzem os efeitos desejados, pois cada consumidor espera, veementemente, que o seu vizinho atenda à campanha, mas não conserta os vazamentos em sua própria casa.

Por outro lado, a insuficiência sistemática da capacidade de fornecimento d’água nos sistemas com distribuição predial não medida, permite avaliar a importância dessa rotina operacional de medição num serviço público de abastecimento. Já dizia, em 1917, o eng^o Saturnino de Brito: “Não precisamos repetir aqui o que tem dito os mais competentes autores relativamente ao uso indispensável dos hidrômetros; as poucas opiniões divergentes, atualmente, representam argumentos idealistas de pessoas que não reconhecem as responsabilidades da administração dos serviços de distribuição d’água” (42*).

Dividindo-se o volume total da água fornecida à cidade num dia qualquer, pelo número de pessoas atendidas (5 vezes o número de ligações, aproximadamente), chegar-se-á a valores altíssimos das quotas “per capita” de consumo diário, quando os ramais prediais não têm hidrômetros.

Um serviço razoavelmente administrado sempre saberá, ao menos aproximadamente, quantos ramais estão ligados à sua rede. O que nem sempre sabe: o volume de água diariamente distribuída. Entretanto, isso poderá ser feito de maneira bastante simples na grande maioria das vezes, se for desprezado o rigor da minúcia:

Fechando-se o registro de saída do reservatório durante um tempo razoável, pode ser medida a elevação do nível d’água no seu interior e, conseqüentemente, a vazão de entrada. (Não será descuidada a verificação preliminar de estanqueidade do registro de saída, pela estabilização do nível d’água no reservatório quando interrompida também a entrada).

Aberto o registro de saída, mede-se periodicamente (de hora em hora) o nível da água reservada, calculando-se assim a variação do volume armazenado (área conhecida do reservatório) e conseqüentemente o volume d’água fornecida realmente à cidade.

O resultado dessa avaliação preliminar justificará, por si só na maioria dos casos, a necessidade de medição individual dos consumos, sem o que dificilmente será

conseguído o controle dos desperdícios e a operação racional do sistema dentro de padrões razoáveis.

Os hidrômetros domiciliários são classificados em dois tipos principais:

a) de turbina ou de velocidade e

b) de êmbolo ou de volume,

de acordo com o princípio de funcionamento.

Os medidores volumétricos (êmbolo), embora apresentem maior sensibilidade de medição, são mais caros e exigem águas de melhores qualidades para o perfeito funcionamento.

Os medidores de velocidade (turbina), frequentemente usados no país, adaptam-se melhor às condições atuais dos seus sistemas de abastecimento, já que a menor sensibilidade às medições é compensada pela menor sensibilidade também às obstruções provocadas por "eventuais" impurezas sólidas (ou encrustantes) transportadas pela água. (Ver CASO nº 193).

Normalmente os hidrômetros são fabricados com diversas capacidades, sendo identificados comercialmente (2,3,5,7,10 e 20 m³) por sua "vazão característica" que é a vazão horária para a qual a perda de pressão é de 10 metros de coluna d'água (em m³/hora).

Sobre as máximas vazões permitidas, diz-nos o eng^o Omar de Paula Assis em seu trabalho sobre Escolha e Instalação de Medidores: "Na escolha de hidrômetros é preciso que sejam estabelecidas as vazões máximas permitidas para cada tipo de medidor, não só para que eles possam trabalhar nas melhores condições de eficiência, como também para que suas qualidades de medida permaneçam satisfatórias, durante o maior período de serviço. É evidente que, ultrapassadas essas vazões, podem ocorrer avarias ou desgastes prematuros de seus órgãos móveis, e até mesmo sua ruptura, principalmente no caso de peças que trabalhem submetidas à sobrecargas ou solicitações relativamente grandes" (6^o).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) recomenda os valores indicados na Tab. 10.3 (65* e 22*).

TAB. 10.3 :- Vazões máximas permissíveis.

Capacidade (m ³)	2	3	5	7	10	20
Vazões máximas permissíveis						
- por mês (m ³)	60	90	150	210	300	600
- por dia (m ³)	4	6	10	14	20	40
- instantânea (l/s)	0,55	0,8	1,4	1,9	2,8	5,5
(m ³ /hora)	2	3	5	7	10	20

Assim, um hidrômetro com 3 m^3 de capacidade, somente deverá estar instalado num ramal cujo consumo seja inferior a 90 m^3 por mês. Evidentemente, essa mesma ligação, apenas em alguns dias do mês, poderá consumir até 6 m^3 de água, e somente durante alguns instantes do dia fornecerá $0,8 \text{ l/s}$ aos pontos de utilização.

Se o consumo de água na ligação for de cerca de $60 \text{ m}^3/\text{mês}$, por exemplo, a instalação de um medidor de 5 m^3 de capacidade, poderá não ser a escolha mais acertada, já que o aparelho terá custo mais elevado e menor sensibilidade às pequenas vazões instantâneas.

“Poucos são os serviços que cuidam da imprescindível revisão sistemática de todos os seus hidrômetros, dentro de períodos variáveis de 2 a 4 anos, segundo condições locais relacionadas, em particular, com a natureza da água e a limpeza interna da rede distribuidora. Muitos, ingenuamente se vangloriam de que seus hidrômetros ficam na rede durante 5 – 10 – 15 anos e – não dão o mínimo trabalho – (naturalmente porque 80 a 90% deles estão paralisados, e o precário funcionamento dos restantes se verifica com os maiores erros de marcação” (6*).

Nessas condições, não menos importante que a instalação dos medidores, será a preocupação de mantê-los em condições normais de funcionamento através da implantação de boa oficina de reparo e manutenção.

Como exemplo, a Fig. 10.27 indica as Curvas Características (de erros e de perdas de pressão) para hidrômetros de velocidade de 3 m^3 , que deverão ser verificadas

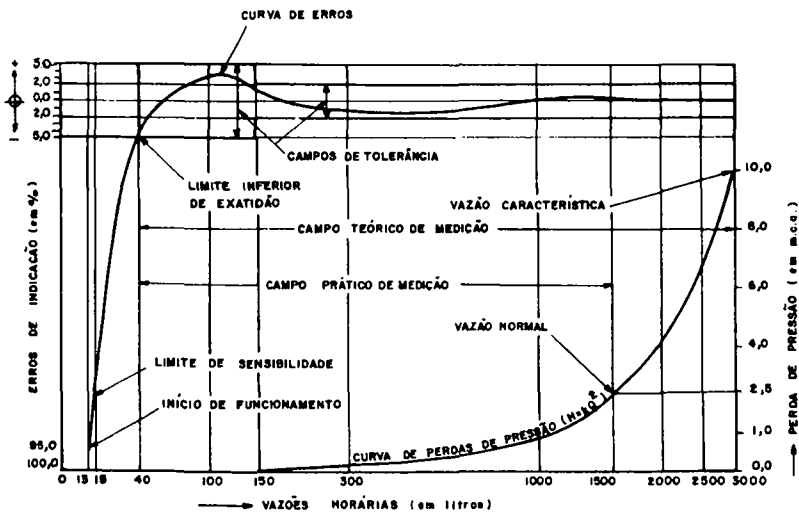


FIG. 10.27 CURVAS CARACTERÍSTICAS DE HIDRÔMETROS DE VELOCIDADE - 3 m^3

também nas oficinas do Serviço, antes do assentamento do medidor na rede ou após qualquer operação de reparo e manutenção.

Para a instalação do medidor, a boa técnica recomenda: "O local escolhido para sua colocação deve ser o ponto mais baixo da canalização domiciliária, de maneira a não ser possível a acumulação de ar em sua câmara de medição, o que viria a impedir o seu perfeito funcionamento (6*).

Ainda no mesmo trabalho Escolha e Instalação de Hidrômetros, diz o eng^o Omar de Paula Assis: "A Figura (aqui Fig. 10.28) mostra o tipo normal de ligação em que o hidrômetro se acha protegido contra intervenções estranhas, choques, exposição direta aos raios solares e intempéries, abrigado numa caixa de concreto, munida de tampa metálica com chave.

"Nela também está indicado o pequeno cano de substituição ao contador. "O registro existente antes do hidrômetro, de uso privativo do serviço de água, deve ficar dentro do abrigo, jamais podendo ser usado pelo consumidor. "De resto, esse tipo de abrigo permite, em determinados casos, que a instalação do medidor seja feita mesmo ao nível do passeio, fora do domicílio" (6*).

Muitas vezes, dependendo geralmente de condições locais específicas e de outros critérios adotados pela administração dos Serviços de Água, os hidrômetros têm sido instalados em "cavaletes" protegidos por estruturas de alvenaria e concreto armado, conforme indicado na Fig. 10.29.

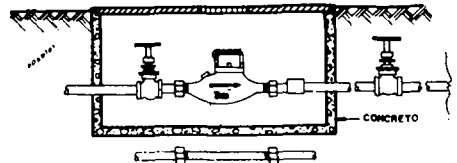


FIG. 10.28 CAIXA PARA PROTEÇÃO DE HIDRÔMETRO DOMICILIÁRIO (6*)

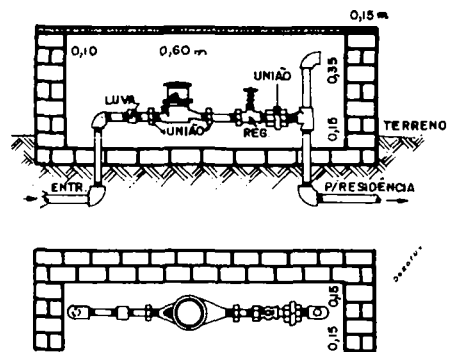


FIG. 10.29 ABRIGO PARA PROTEÇÃO DE CAVALETE DE HIDRÔMETRO DOMICILIÁRIO (42*)

(*) Ver Cap. 16 - Referências.

10.8.7 ESQUEMAS DE RAMAIS

As Figs. 10.30 e 10.31 indicam 2 tipos de ramais prediais empregados com maior frequência em diferentes regiões do país:

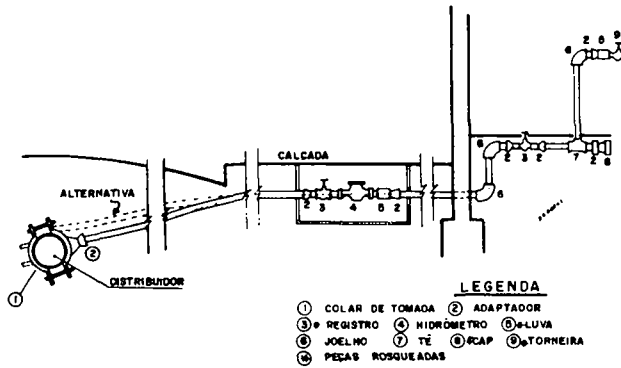


FIG. 10.30 ESQUEMA DE RAMAL PREDIAL (P/ TUBOS DE PLÁSTICO SOLDÁVEL)
(140)

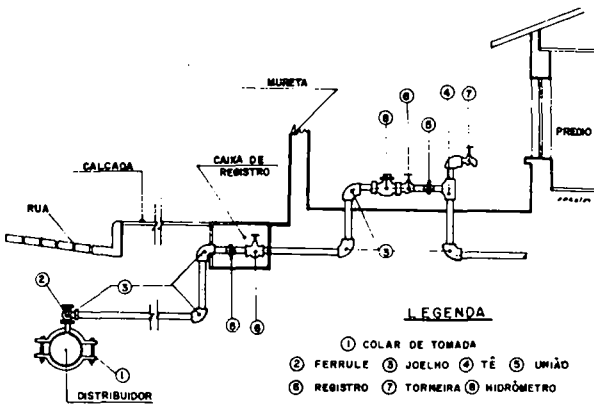


FIG. 10.31 ESQUEMA DE RAMAL PREDIAL (P/ TUBOS DE AÇO GALVANIZADO)
(141)

10.9 SOLUÇÕES ALTERNATIVAS

A exemplo da adaptação mostrada pela Fig. 10.16, onde uma válvula de retenção é empregada para suplementar a capacidade de ventosas (item 10.5.5), algumas outras improvisações deverão ser feitas, principalmente durante o andamento da obra.

De qualquer maneira, tratando-se de “improvisações” ainda não testadas na prática, preliminarmente deverá ser feita uma “experiência piloto”, que assegure o seu funcionamento de acordo com as previsões.

Muitas vezes, são indicadas algumas conexões especiais de aquisição muito demorada (quando possível) ou cara. Salvo recomendações especiais, feitas no texto do projeto (Memória Descritiva, etc. – itens 2.1 a 2.4) ou no próprio desenho em questão, geralmente são possíveis algumas adaptações feitas criteriosamente.

A utilização de conexões especiais implica em maior custo de fabricação além de tempo adicional de produção e entrega.

A Fig. 10.32 ilustra alguns exemplos de conexões especiais que deverão ser evitadas na maioria dos casos práticos, desenhadas ao lado de soluções alternativas possíveis com as peças de fabricação normal.

CONEXÕES

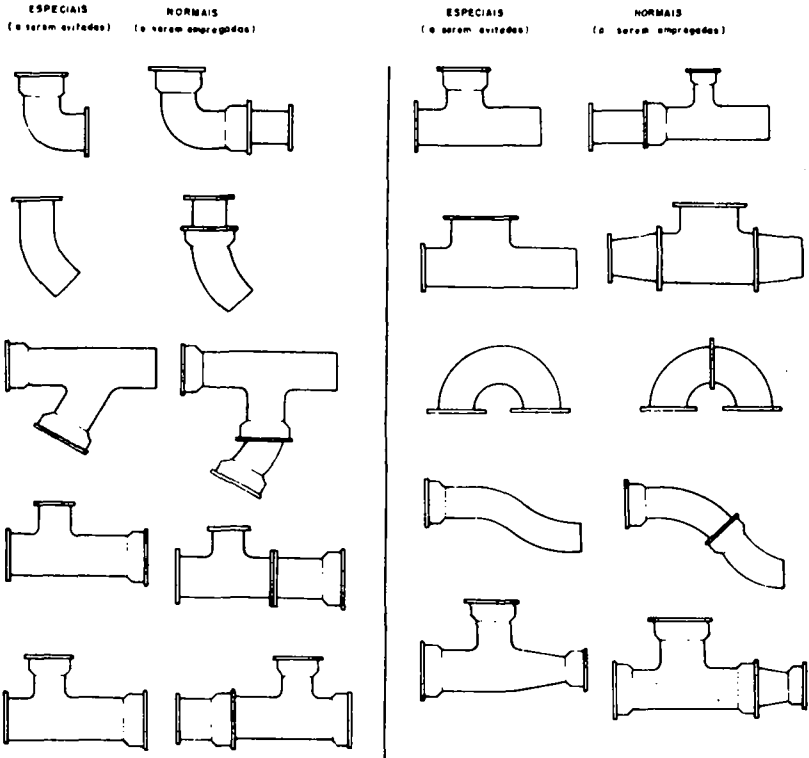


FIG 10 32

SOLUÇÕES ALTERNATIVAS PARA CONEXÕES (19° e 83°)

11.1 GENERALIDADES

O cadastro de uma rede de distribuição consiste na sua representação gráfica, através de desenhos adequados (mantidos no escritório), que permitem a localização física dos tubos, conexões e peças especiais, de maneira simples e rápida (no campo). Alguns sistemas, preocupados com seus Reservatórios, Estações de Tratamento, ou Casas de Bombas, possuem desenhos atualizados representando fielmente essas estruturas, da maneira como realmente foram construídas. Essa preocupação mostra-se de grande utilidade toda vez que forem necessários serviços de ampliações, adaptações ou mesmo de manutenção.

Infelizmente, poucos serviços cuidaram de fazer o mesmo trabalho de cadastramento em suas redes de distribuição.

Essa atitude assemelha-se bastante com a de um suposto milionário que contrôle através de fiscalização minuciosa, detalhada e sempre atualizada, todos os registros de uma só de suas contas bancárias, e, justamente, aquela aonde tem o menor capital e efetua pequena movimentação de dinheiro. Evidentemente, esse controle é necessário, porém não será suficiente. Nessas condições, e com toda certeza, o nosso milionário não continuará a sê-lo por muito tempo...

Notando-se que o custo da rede de distribuição representa cerca de 60 a 80% do investimento total efetuado no sistema, a falta de um cadastramento indicando "o que" foi executado realmente, seria uma falha tão grande quanto a do pirata próspero que se descuidasse (imaginariamente) de realizar o seu célebre "mapa do tesouro".

Tendo-se em vista que o serviço de cadastramento da rede tem por objetivo principal, transportar para o papel aquelas informações que o "Homem - Cadastro" mantém guardadas "cuidadosamente" apenas na sua cabeça, os desenhos deverão ser feitos de maneira simples, clara e objetiva. Em caso contrário, se o sistema adotado for muito complexo, estará sendo transferida essa função "Homem-Cadastro" do encanador (no campo) para o arquivista (no escritório).

11.2 FINALIDADE

Um cadastramento perfeito permitirá que qualquer interessado tenha

acesso lógico às informações, ao menos após um pequeno período de treinamento no serviço. Somente nessas condições o Homem-Cadastro (de campo ou de escritório) poderá sair para umas férias merecidas, sempre que desejar ou for necessário.

Essa providência, que poderá ser feita de maneira simples, eliminará o “homem-chave”, indispensável e insubstituível no serviço.

Como o sistema de distribuição d'água é tão mais dinâmico quanto maior for o crescimento da cidade que atende, periodicamente serão necessárias obras de ampliações de rede. A rigor elas somente deverão ser executadas após verificações e análises do comportamento real das partes existentes, que precisam ser, ao menos, localizadas no campo pelo projetista cuidadoso.

Mais frequentes, são os pedidos de novas ligações. A inexistência de um cadastramento, obriga ao recebimento desses pedidos, que somente serão “indeferidos” (por ausência de rede distribuidora) após a competente consulta ao “homem-cadastro”. Enquanto isso, o consumidor potencial e necessitado da água, fica aguardando a “tramitação do seu requerimento pelos canais competentes” (não muito, no caso) em lugar de tomar outras providências e resolver individualmente o seu problema.

Outras vezes, é o próprio serviço que se ressentido, e de maneira mais direta, da falta de cadastro. Um rompimento de tubulação da rede, pode exigir o isolamento imediato do trecho afetado (Ver item 2.6 e CASOS nºs 117 e 190). Se a localização dos registros que deveriam ser manobrados, depender da localização preliminar do “homem-cadastro”, as perdas d'água e as inundações decorrentes serão tanto maiores quanto mais graves os rompimentos e a “capacidade de se esconder, justamente nas horas mais necessárias, desse cadastro ambulante . . .”

Quando a operação da rede de distribuição pretender atingir níveis técnicos mais elevados, necessitará efetuar algumas pesquisas de vazamentos para localizar as “perdas invisíveis” que não afloraram na superfície. Muitas vezes, essa água infiltra-se no terreno, sendo drenada pelas redes de esgoto ou de águas pluviais mais próximas.

Como “pretensão e água-benta não fazem mal a ninguém”, alguns Administradores bem intencionados poderão tentar estudos dessa natureza, mesmo antes de terem organizado um razoável serviço de cadastro.

11.3 DESENHOS

A implantação de um serviço de cadastro sempre deverá ser feita partindo do “geral” para atingir o “particular”

Somente após a definição da situação global do sistema de distribuição, será feito o seu detalhamento até o nível desejado e necessário.

Muitos desses serviços tem origem na pretensão do perfeccionismo inicial e absoluto sendo, por esses motivos, abandonados no meio do caminho, bem antes de terem conseguido algo de maior valor prático e efetivo, já que pequena será a diferença entre um cadastro incompleto e o inexistente.

11.3.1 PLANTA GERAL

Os próprios desenhos da rede de distribuição do projeto, poderão ser o passo inicial do trabalho de cadastramento.

Entretanto, quem pretender simplesmente “adotar” esse material, sem “adaptá-lo” convenientemente, demonstrará profundo desconhecimento da realidade executiva das obras e da impossibilidade, ao menos econômica, de se levar o projeto até o grau de detalhamento e precisão que dispensasse as modificações frequentemente necessárias durante a construção.

O órgão encarregado da contratação do projeto e preocupado com a operação do sistema, poderá solicitar do projetista também uma planta da cidade em escala conveniente (1:500⁰, por exemplo), sem o desenho da rede (ver item 2.5.2). Esse seria completado, à medida que a tubulação fosse assentada, mostrando, sem maiores detalhes, os diâmetros, as extensões e as ruas já abastecidas (Fig. 11.1).

Isso seria um bom começo. Bem melhor que apenas a “boa intenção” de localizar *todos* os parafusos do sistema, mantendo-se porém, e efetivamente, na “santa-ignorância” sobre as ruas ainda não abastecidas. Costuma dizer ainda o povo — “de gente bem intencionada o inferno já está lotado . . .”

Nessa Planta Geral serão feitas apenas as indicações mais importantes, abreviadamente, segundo uma codificação pré-estabelecida na “Legenda” e auxiliadas eventualmente pela aplicação de cores diferentes no desenho.

No exemplo da Fig. 11.1 poderemos ter:

- a) fo fo 300 = tubulação de ferro fundido, com 300 mm de diâmetro;
- b) c.a 150 = tubulação de cimento-amianto, com 150 mm de diâmetro;
- c) PVC 50 = tubulação de plástico, com 50 mm de diâmetro;
- d) os números inferiores indicando as extensões dos trechos;
- e) disposição dos registros, usados no isolamento dos setores de distribuição.

A introdução de outras informações complementares nesse mesmo desenho, poderia torná-lo ilegível ou dificultar a sua compreensão.

Efetuada essa etapa preliminar do trabalho, e asseguradas as condições para a sua permanente atualização (item 11.4), poderá ser dado o passo seguinte, no sentido do maior detalhamento.

Alguns serviços preparam um desenho especial (geralmente na mesma escala da Planta Geral), destacando a posição dos registros da rede e as áreas de influências das manobras neles efetuadas. Esse “detalhe” mostra-se de grande valor prático para a equipe de manutenção.

Se a cidade não dispuser de alguma planta onde passa ser atualizada a rede de distribuição existente e ninguém souber onde foi enterrada a tubulação (situação algumas vezes encontrada na prática), então muita coisa terá que ser feita antes de se pensar no cadastramento . . .

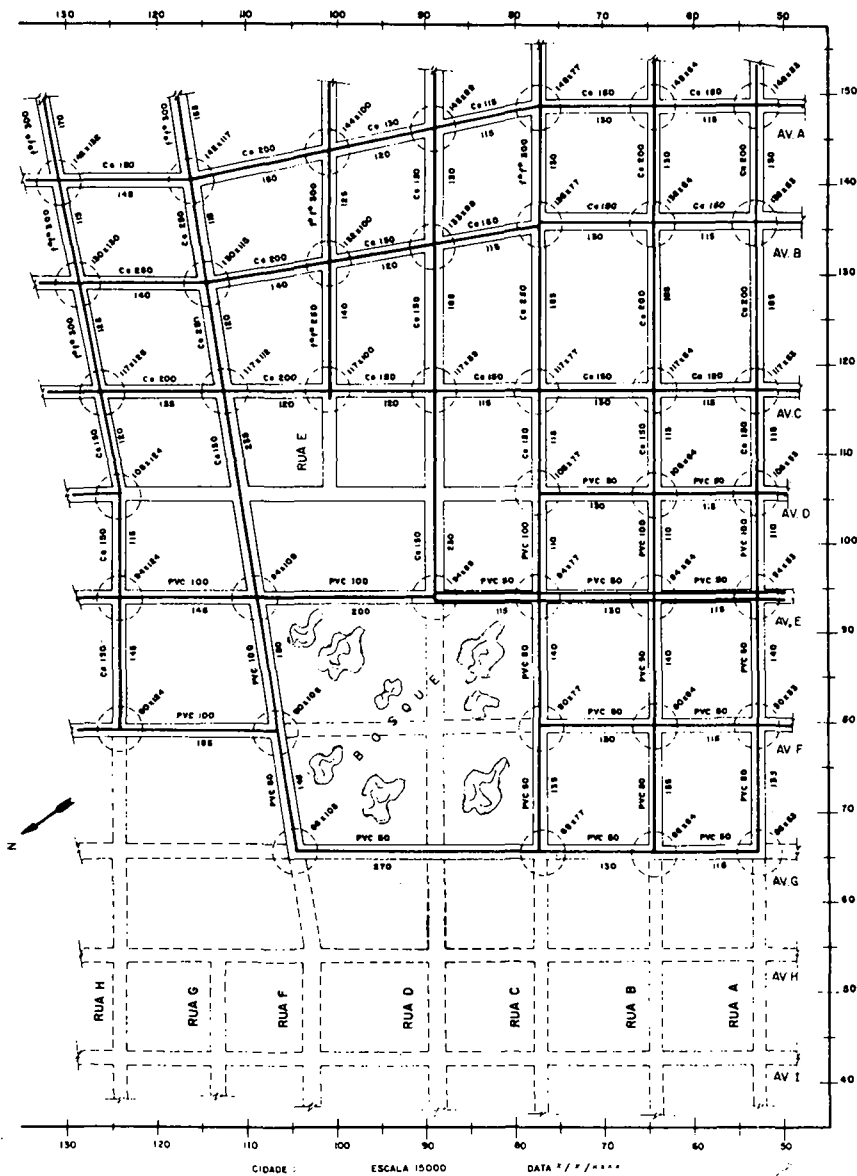


FIG. III-1 PLANTA GERAL CADASTRO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO D'ÁGUA

11.3.2 PLANTAS PARCIAIS

Pelas informações contidas na Planta Geral (Fig. 11.1), sabendo qual a extensão total da rede do sistema, quais os materiais aplicados, os diâmetros utilizados e as áreas já atendidas (ou não), o administrador terá em mãos os elementos fundamentais para o seu trabalho (sem essas informações mínimas, ele estaria “administrando” uma incógnita).

Entretanto, essas informações nem sempre serão suficientes para a equipe de manutenção.

A abertura de uma vala deverá ser precedida de indicações seguras de que naquele local, a uma profundidade aproximada, será encontrada a tubulação (ou peça) desejada. Se assim não for, a pesquisa desordenada, no campo, baseada unicamente na “boa memória” do homem-cadastro, poderá representar despesas razoáveis com a reposição desnecessária de pavimentos caros.

Por outro lado, o “recapeamento” de algumas ruas, poderá ser feito sobre as tampas das caixas de registros, “apagando” qualquer sinal visível da sua existência, sendo o fato percebido, infelizmente, — “justamente quando mais se precisam deles”.

Para que essas informações possam ser prestadas com maior clareza, tornam-se necessários desenhos elaborados em escala mais conveniente, permitindo as anotações adequadas.

A Fig. 11.2 exemplifica as informações complementares permitidas por uma Planta Parcial de Cadastro, elaborada segundo as diretrizes básicas apontadas nos sub-itens seguintes (tamanhos e arquivamento).

Será interessante que as informações gráficas sejam completadas pelas anotações convenientes na coluna da esquerda do impresso.

Assim, para maior clareza do desenho, as “distâncias horizontais”, “profundidades”, “legenda”, e outras “observações”, serão anotadas separadamente.

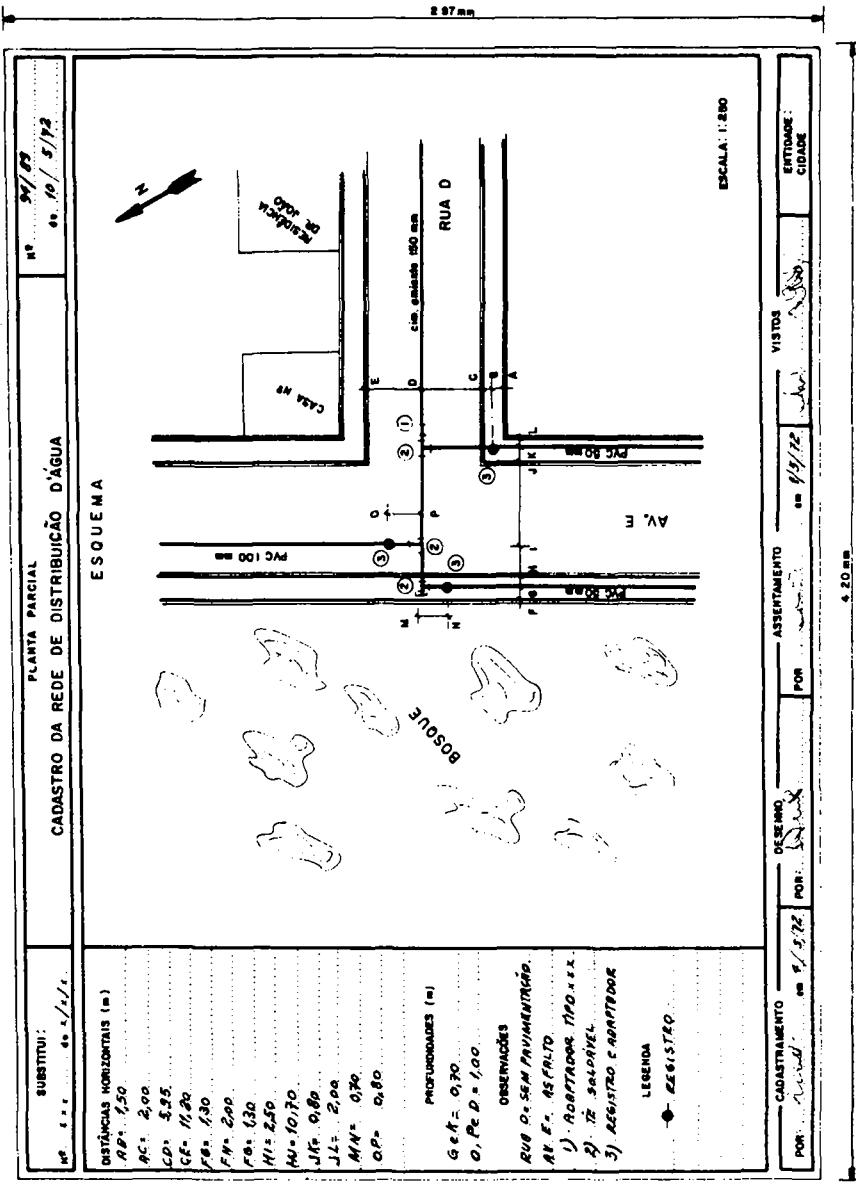
As datas e autorias das informações colhidas no campo (cadastramento), da elaboração do desenho, da firma responsável pelos trabalhos de assentamento dos tubos e peças, e da revisão final desse serviço de cadastramento, são dadas na parte inferior do impresso.

Permitindo o mais perfeito correlacionamento com a Planta Geral (Fig. 11.1), da qual nada mais é que um “detalhe” em escala conveniente, e facilitando a orientação do desenho, será indicada a direção (ao menos aproximada) do Norte Magnético.

A escala utilizada para a elaboração do desenho (ao menos aproximada), também será fornecida no “Esquema”.

11.3.2.1 Tamanhos dos Desenhos

O número necessário de desenhos, dependerá do tamanho da cidade, da escala escolhida para representar com suficiente clareza os detalhes desejados, e dos “pontos singulares” que não sejam perfeitamente esclarecidos pela análise da Planta



PLANTA PARCIAL		Nº 54/83	
CADASTRO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO D'ÁGUA		em 10/5/12	
SUBSTITUI:		VISTOS	
Nº 44/12		em 14/12	
CADASTRAMENTO		ASSENTAMENTO	
em 1/5/12		POR	
DESENHO		POR	
em 1/5/12		POR	
ENTIDADE:		CIDADE:	

FIG. 112 - PLANTA PARCIAL - CADASTRO DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO D'ÁGUA

Geral (Fig. 11.1) complementadas pelos detalhes dos pontos próximos e devidamente cadastrados (Fig. 11.2).

Para os objetivos pretendidos, a escala 1:250 permitirá desenhos bastante claros e suficientemente detalhados. Assim, uma rua de 15 metros de largura, será representada, graficamente, com 6 cm.

Será muito importante que TODOS os desenhos tenham o mesmo tamanho, facilitando (ou mesmo possibilitando) os trabalhos subsequentes de arquivamento. Um arquivista (encarregado da disposição conveniente do material em pastas ou em arquivos adequados), dirá que esse “detalhe” poderá ser fundamental na organização do serviço.

No formato A₃, preconizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT (largura 420 mm e altura 297 mm) (52*), poderão ser representadas distâncias de até 80 metros, se respeitadas as disposições do impresso sugeridas na Fig. 11.2 e utilizada a mesma escala 1:250.

11.3.2.2 Arquivamento

Se o processo de arquivamento não permitir que as plantas sejam localizadas rapidamente, segundo algum critério racional, lógico e simples, de pequeno valor serão a qualidade artística e a precisão técnica eventualmente empregadas na elaboração dos desenhos, já que as informações devem ser imediatas, além de seguras.

Dentre os vários critérios possíveis (zoneamento segundo os bairros da cidade ou as características hidráulicas da distribuição: anéis, zonas de pressões, etc.), aqui será destacado aquele que se baseia num sistema cartesiano de referências, estabelecido na Planta Geral. A origem dos eixos graduados deverá estar suficientemente deslocada, atendendo às futuras ampliações da cidade (Fig. 11.1).

A gradação das duas escalas (horizontal = abscissas e vertical = ordenadas) permitirá que a localização de qualquer ponto da Planta Geral seja feita através de dois números. Assim, o cruzamento da Rua D com a Avenida E, será identificado, resumidamente, como: 94 x 89 (ou seja: abscissa x ordenada).

Abaixo desse número, e também no canto superior direito do impresso, será anotada a *data* de elaboração do *desenho*.

Para o arquivamento, as plantas serão dispostas em sequência, segundo a ordem crescente, primeiramente das abscissas, e a seguir das ordenadas. O exemplo seguinte mostra a sequência de arquivamento de algumas das Plantas Parciais indicadas na Planta Geral da Fig. 11.1:....., 106 x 77, 106 x 124,....., 117 x 53, 117 x 64, 117 x 77....., 117 x 126, 130 x 115, 130 x 130, 132 x 100, 133 x 89, 136 x 53, 136 x 64, 136 x 77, 142 x 117, etc.

Ainda no mesmo exemplo da Fig. 11.1, quando forem executadas as obras planejadas (em linhas tracejadas), o Serviço de Cadastro tomará as seguintes providências:

a) atualizará a Planta Geral, anotando (em linhas cheias) as obras executadas, que poderão incluir, eventualmente, a eliminação do Bosque pelo prolongamento da Rua D e Avenida D.

b) se tal ocorrer, deverá preparar uma “Planta Parcial” detalhando aquele cruzamento. Essa planta de nº 80 x 89, será arquivada entre as 80 x 77 e 80 x 106.

c) analogamente, arquivará a nova Planta nº 66 x 89, entre as 66 x 77 e 66 x 105.

d) anotarà na Planta Geral, com círculos tracejados, a existência das respectivas Plantas Parciais.

e) substituirá as Plantas Parciais de nº s. 80 x 77, 80 x 106 e 94 x 89 por outras de mesmos números, mas com as modificações correspondentes às obras executadas. Deverá manter ainda, arquivadas em outro lugar (Arquivo Morto), as plantas substituídas, para os eventuais esclarecimentos de dúvidas referentes às situações anteriores.

11.4 FLUXO DE INFORMAÇÕES

Depois de esclarecer “o que” e “como” fazer, será muito importante definir também a maneira de manter atualizado o Serviço de Cadastro.

Se ele for inoperante, “aguardando” que as informações “cheguem oportunamente”, à medida que as obras novas ou os remanejamentos necessários forem executados, fatalmente se desatualizará, passando então a utilizar as clássicas expressões: “ao que nos consta...”, “provavelmente a situação seria esta...”, etc.

Ao contrário, se o serviço for “altamente eficiente”, pretendendo que toda e qualquer obra nova seja-lhe comunicada com “antecedência razoável”, (colocando-se imaginariamente na posição de um “serviço fim” da entidade, esquecendo-se pois da sua finalidade principal que é fornecer água potável), então, e provavelmente, começará a “emperrar” a execução dos trabalhos de campo.

Nessas condições, o fluxo de informações para o cadastro deverá ser bem estudado em função da estrutura da entidade e de tal maneira que o Serviço adquira certa “autonomia” funcional, sem atingir a completa “independência” operacional.

Para que se esclareçam todos os detalhes executivos das atividades, deverá ser implantado, simultaneamente, o respectivo Manual de Instruções, onde fica estabelecida a uniformização pretendida conforme as diretrizes básicas adotadas e garantida a continuidade dos trabalhos, segundo os padrões pré-estabelecidos (independentemente da opinião pessoal do Encarregado do Serviço de Cadastro.

12.1 GENERALIDADES

Após a conclusão dos serviços de assentamento, serão testados os trabalhos de montagem e as condições dos materiais já instalados. Usualmente distinguem-se dois tipos de ensaios chamados: “de estabilidade” (pressão) e “de vazamento”. Ambos são realizados com elevação de pressão interna da água.

O *ensaio de estabilidade* (de pressão) tem por finalidade descobrir a existência de defeitos de montagem e principalmente detectar possíveis avarias nos materiais aplicados, decorrentes das atividades de transporte, armazenamento ou do próprio assentamento.

“O *ensaio de vazamento* permite a verificação da qualidade de construção, especialmente das juntas” (21 *)

Ainda é bastante controvertida a execução de ensaios de assentamento de redes de abastecimento d’água e de adutoras no Brasil.

Poucos contestam a sua conveniência e mesmo necessidade.

Reduzido é o número de sistemas que já se preocupou com esse problema.

Menor ainda é o número de tubulações realmente ensaiadas.

Todas as consciências têm sido perfeitamente apaziguadas com o argumento do crescente processo de urbanização do país, explicando a enorme carência de tubulações de água e a necessidade de maiores eficiências e velocidades de assentamento. Enfatizando esse argumento, qualquer perda de tempo seria prejudicial, inclusive aquele “desperdiçado” com os ensaios hidrostáticos, efetuados sob pressão, para a descoberta dos vazamentos decorrentes, inclusive, de imperfeições no assentamento.

Evidentemente, essa argumentação explica a omissão dos ensaios, mas nem sempre pode justificá-la.

Se a entidade pública preocupa-se com as diretrizes básicas dos projetos (a fim de que os custos operacionais dos seus sistemas não se onerem desnecessariamente), encarrega-se do tratamento da água – (até que ela atinja qualidade satisfatória dentro de padrões rígidos) e exige a mais alta qualidade dos materiais empregados (para que não se percam aqueles cuidados preliminares) não se justificará qualquer omissão referente aos ensaios dos trabalhos de assentamento, desde que reconhecida a grande quantidade de água que realmente se perde nos vazamentos.

O eng^o Omar de Paula Assis cita o estudo do eng^o Cláudio Jacoponi num dos setores de distribuição de São Paulo em 1958:– “com base nos consumos mínimos

verificados e com base nas leituras dos hidrômetros domiciliários, acreditamos que as perdas no setor estejam compreendidas entre 30 e 40%" (7 *).

O eng^o Carlos Alberto Sátiro, estudando os consumos d'água numa cidade média do nordeste brasileiro, observa que "os vazamentos (de redes e ligações sem hidrômetros) são inferiores à 30% do volume distribuído" (34 *).

De qualquer maneira, esses volumes são grandes, e tanto maiores quanto mais extensas as redes de distribuição ou adutoras.

Se a entidade pública exige o ensaio individual dos materiais fabricados, onde o controle da qualidade do produto final é exercido por meio de controles parciais sobre a matéria-prima empregada, processo de fabricação, etc., com muito maior razão exigirá também os ensaios de assentamento, onde aqueles controles parciais seriam mais difíceis, pois atuariam sobre variáveis mais amplas como: habilidade e boa intensão de encanadores, etc.

Como não são aplicados os conceitos estatísticos para a verificação de qualidade de fabricação de tubos (onde as variáveis são bem mais limitadas e controláveis), também não serão admitidas hipóteses análogas para os ensaios de assentamento.

Considerações dessa natureza poderiam gerar discussões teóricas tão mais profundas e intermináveis quanto menor a real intenção de se efetuarem os ensaios.

Diríamos então que todo e qualquer assentamento precisa ser ensaiado, independentemente do diâmetro, importância hidráulica do trecho, natureza da junta, qualidade da equipe de encanadores e da fiscalização, já que a água, desconhecendo esses detalhes de classificação, tem apresentado enorme tendência a se perder em inúmeros vazamentos reais, antes de chegar às torneiras dos consumidores.

Quando os ratos da fábula reconheceram o perigo da presença de um gato na vizinhança, ficaram sem definir os detalhes: "quem" e "como" se prenderia um sino no pescoço do felino. Em 12.3, veremos alguns detalhes executivos.

12.2 RESPONSABILIDADE

Nos processos industriais, o "controle de qualidade" é efetuado por uma seção independente daquela encarregada da "produção", que dificilmente teria "auto-crítica" suficiente para avaliar o seu próprio trabalho, corrigindo os erros e defeitos eventuais.

Nessas condições, caberá à própria entidade pública encarregada da contratação da obra, e por ela responsável, a tarefa de realizar os ensaios adequados.

Qualquer outra solução intermediária, teria o valor correspondente.

12.3 PROCEDIMENTOS

12.3.1 COMPRIMENTO ÓTIMO

O comprimento de tubulação a ser ensaiada dependerá do seu perfil longi-

tudinal, das interligações com outros trechos (nos casos de redes de distribuição), das condições locais de trânsito, etc.

Sempre que possível serão consideradas razoáveis extensões superiores a 500 m para a realização de um ensaio.

Mesmo em adutoras, essa indicação nem sempre será tomada com extremo rigor.

Assim, alguns trechos deverão ser subdivididos em função dos “pontos altos”, onde a presença de ar, não extraído por uma série de dificuldades locais, poderia dificultar ou mesmo impedir a elevação da pressão interna da água até os valores desejados.

Outras vezes, as conexões com outras tubulações da rede de distribuição, poderão estabelecer outras extensões maiores e mais convenientes, sob o aspecto prático de execução do ensaio (Ver item 12.4).

Por outro lado, as ruas centrais da cidade com tráfego intenso de veículos, deverão ser liberadas o mais rapidamente possível. Para isso, serão assentados e imediatamente ensaiados trechos de menores comprimentos, a fim de que o reaterro total das valas e reposições dos pavimentos se faça com a urgência requerida nesses trechos parciais e prioritários.

12.3.2 REATERRO PARCIAL

Imediatamente após o assentamento, as tubulações ainda não têm suficiente rigidez transversal e longitudinal exigidas pelo ensaio. Em outras palavras, o simples enchimento da tubulação com água, já provocaria alguns deslocamentos de tubos no sentido lateral da vala; a elevação de pressão interna (geralmente através de bombas manuais), ocasionaria outros deslocamentos, muitas vezes em sentido vertical também, “levantando” alguns tubos.

Para que tal não ocorra, a vala será parcialmente reaterrada, conforme as indicações do item 9.1.1, melhorando-se a qualidade do serviço, quando necessário, através de compactação mecânica ou de controle da umidade do material de aterro (item 9.2 e 9.3).

Também serão verificadas todas as ancoragens de conexões, reforçando-as, se necessário, para as condições de pressão máxima dos ensaios.

Como os ensaios hidrostáticos têm por finalidade principal a determinação dos vazamentos prováveis, e sabendo que eles ocorrem com maior frequência nas juntas (dos tipos usuais), elas deverão permanecer aparentes durante os testes.

Assim, o reaterro da vala além de feito parcialmente em sua altura, também o será no sentido longitudinal, apresentando descontinuidades a fim de que as juntas fiquem aparentes e facilmente inspecionáveis (Fig. 12.1).

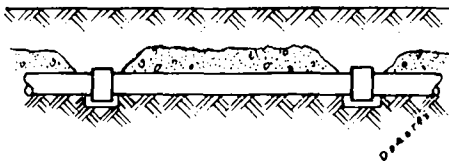


FIG. 12.1. REATERRO PARCIAL DA VALA

12.3.3 TAMPONAMENTO DAS EXTREMIDADES

Eventualmente poderão ser utilizados os próprios registros da tubulação para o fechamento de suas extremidades. Entretanto, essas coincidências dificilmente serão conseguidas na prática, já que a localização dessas peças especiais não levou em consideração a situação específica de ensaios.

Além disso, "se for inevitável o ensaio com os registros, deverão ser tomados cuidados especiais para que eles assegurem perfeita estanqueidade quando a pressão máxima for aplicada somente numa de suas faces, para o que deverão ter sido ensaiados na fábrica" (11 *)

Nessas condições a equipe de ensaios deverá dispor de uma série de peças especiais, para os diversos diâmetros e tipos de materiais das tubulações empregadas, a fim de que as obstruções das extremidades se façam rapidamente.

Os caps ou plugs apropriados para tubos de cimento-amianto ou de ferro fundido (Fig. 8.69 – des. 11 a 14) não são muito usados na prática porque seriam de difícil remoção após a realização dos ensaios.

Em seu lugar são recomendadas as peças de extremidade com flange e ponta ou bolsa (Fig 8.69 – des. 3 e 4) apropriadas para cada tipo de tubulação. Um flange cego colocado nessa peça, fará a obstrução de sua extremidade.

Os desenhos da Fig. 12.2 indicam dois tipos de tampões de extremidade recomendados (70*), conforme os tubos assentados terminem em ponta ou em bolsa. Esses dispositivos poderão também ser adaptados nas tubulações de cimento-amianto com luvas.

De qualquer maneira, o tampão da extremidade mais alta do trecho ensaiado, terá um pequeno registro de gaveta colocado em sua parte superior, destinado a retirar o ar da tubulação; o tampão da extremidade mais baixa também terá um registro de gaveta, colocado na parte inferior ou central do flange, destinado a permitir o enchimento e esvaziamento do trecho e aplicação da bomba (geralmente manual) para a elevação de pressão.

"Às vezes é conveniente reforçarem-se os flanges cegos por meio de perfis metálicos soldados, aumentando a sua rigidez e facilitando o seu apoio" (15*).

Alguns fabricantes estrangeiros, induzidos pela prática sistemática de ensaios de tubulação, fornecem peças apropriadas para cada tipo de tubo de utilização mais frequente e de sua linha de fabricação normal (Fig. 12.3).

Na falta desses, as equipes encarregadas dos ensaios poderão construir tampões adequados, adaptando e preparando inteligentemente algumas peças convenientes (Fig. 12.4 e CASO nº 186).

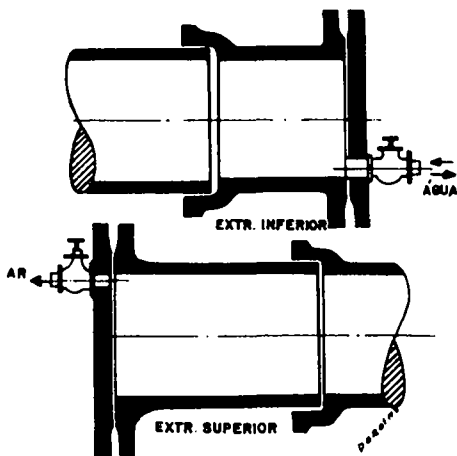


FIG. 12.2.- TAMPÕES DE EXTREMIDADES (70 #)

Como no Brasil ainda não são fabricados tampões apropriados para testes, as extremidades deverão ser removidas com os seguintes procedimentos:

a) afrouxando o escoramento que mantém a peça no lugar durante o ensaio (item 12.3.4);

b) empregando talha ou tirfor (Figs. 8.8 à 8.12);

c) queimando a borracha ou derretendo o chumbo da junta (como último recurso), para aplicação em tubulações de cimento-amiante ou ferro fundido (38*).

As extremidades das tubulações de PVC com juntas soldadas (item 8.1.3.3) poderão ser tamponadas com caps ou plugs; após os testes, eles serão cortados facilmente e inutilizados.

Nas tubulações de grande diâmetro, com tubos de aço ou de concreto armado, deverão ser estudadas e definidas as peças necessárias, que serão fabricadas especialmente segundo a natureza do material da tubulação e as condições de pressão do teste.

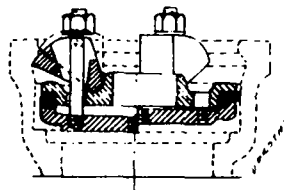


FIG. 12.3.- TAMPÃO PARA BOLSA, PATENTEADO (83*)

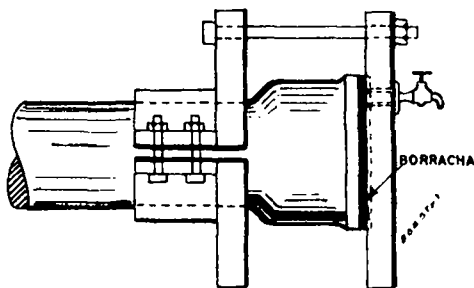


FIG. 12.4.- TAMPÃO PARA BOLSA, ADAPTADO (19*)

1 2.3.4 Ancoragem das extremidades

Os esforços criados nas peças de extremidades nunca deverão ser transmitidos às tubulações já assentadas e ensaiadas.

Para as tubulações de pequenos diâmetros, a ancoragem poderá ser efetuada simplesmente por meio de algumas estacas cravadas no fundo da vala, que transmitirão ao solo os esforços recebidos, através de cunhas também de madeira.

Para as tubulações de maiores diâmetros, submetidas à pressões internas elevadas, serão tomadas precauções especiais já que os esforços poderão ser de grande intensidade.

Assim, apenas para mostrar a ordem de grandeza dos esforços, suponhamos a ancoragem de um tampão de extremidade colocado numa tubulação de 400 mm, submetida à pressão interna de ensaio de 10 kg/cm^2 (100 m.c.a).

Pelo ábaco da Fig. 10.2, respeitadas as considerações feitas no item 10.1, o valor do esforço sobre a peça será de:

$$10 \times 1.800 = 18.000 \text{ kg (18 toneladas).}$$

Evidentemente, a transmissão de esforços dessa ordem ao terreno exigirá precauções especiais, procurando sempre criar superfícies de apoio com áreas suficientemente grandes, para que sua "taxa de trabalho" se reduza aos valores compatíveis com suas características (item 10.1).

(*) Ver Cap. 16 - Referências.

Com a elevação progressiva da pressão interna da água, os esforços sobre a extremidade tamponada poderão provocar certo recalque (acomodação) no solo adjacente.

As cunhas de madeiras poderiam ser deslocadas de suas posições, faltando então o apoio necessário à transmissão de esforços ao terreno. Os macacos hidráulicos sugeridos na Fig. 12.5 (70 *) permitirão que as ajustagens sejam feitas com maior segurança e precisão.

A mesma figura, indica também a ancoragem lateral muitas vezes necessária para assegurar a estabilidade transversal da extremidade.

Para os grandes empuxos, em terrenos de natureza precária “nós paramos a escavação das valas a uma distância de cerca de um metro da extremidade da tubulação ou então deixamos “damas”, prosseguindo a abertura da vala após as mesmas” (38 *).

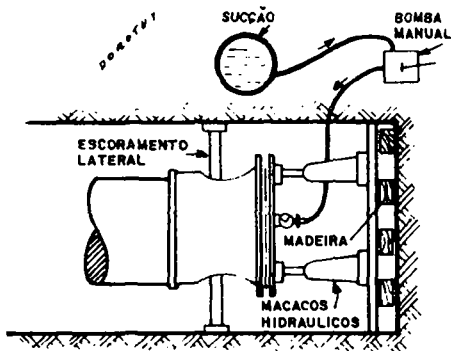


FIG. 12.5:- ESCORAMENTO DE TAMPÃO DE EXTREMIDADE DE GRANDE DIÂMETRO (70*)

1.2.3.5 Enchimento com água extração de ar

Dependendo do material das tubulações ou de suas juntas, o enchimento do trecho deverá ser feito algum tempo antes do ensaio propriamente dito. Assim, as tubulações de cimento-amianto permanecerão cheias d'água 24 horas antes da elevação da pressão interna (57 *), para que, nesse intervalo de tempo, sofram todas as acomodações provocadas pela absorção de água. Para tubos de concreto armado, algumas especificações recomendam o enchimento com 72 horas de antecedência (39 *).

Evidentemente, se o trecho ensaiado contiver peças ancoradas, a elevação da pressão interna somente se fará depois que essas estruturas estejam perfeitamente consolidadas (57 *).

A água para o enchimento da tubulação deve ser introduzida pela extremidade mais baixa do trecho, “empurrando” lentamente o ar para a torneira de saída, instalada no tampão superior.

Como a tubulação será desinfetada antes de entrar em serviço normal de distribuição de água potável, mesmo nos casos de rede de distribuição não terá maior

importância a qualidade da água utilizada no ensaio, respeitados, evidentemente, alguns limites razoáveis.

Se a construção for programada levando em consideração também a necessidade de ensaios, poderá haver um aproveitamento da água utilizada nos testes dos trechos mais elevados, para o enchimento dos trechos inferiores. Nessas circunstâncias, o enchimento se fará pela extremidade mais alta do trecho, sendo então conveniente que a admissão da água seja feita com vazão bastante reduzida a fim de que o ar seja eliminado por mais uma torneira, também instalada no flange cego superior.

Não será desprezada nessa programação a existência de uma rede de distribuição já construída nas proximidades.

Na maioria dos casos, o enchimento será feito pela extremidade inferior utilizando caminhão pipa e mangotes flexíveis, através de bombas centrífugas comuns acionadas por motor à explosão. Nessas condições, a água será "forçada" a ocupar os pontos elevados, empurrando à sua frente o ar do interior da tubulação.

Nos casos de enchimento de adutoras, onde não foi possível ou conveniente a limitação dos trechos nos seus "pontos altos", as ventosas aí instaladas deverão ser retiradas para que o ar seja expelido mais facilmente.

Quando a água eliminada por esses pontos já não mais arrastar grandes quantidades de ar, será reinstalada a ventosa e aberto o registro correspondente (Ver item nº 10.5.3).

Em situações análogas de redes de distribuição, deverão ser abertas as saídas dos ramais prediais executados principalmente nos pontos altos, por onde será eliminado o ar presente na tubulação (Ver item 10.8.3.4). A instalação dos ramais prediais simultaneamente com o assentamento das tubulações de distribuição, além de permitir que também eles sejam ensaiados nessa ocasião (vantagem principal), facilitará a extração de ar para a realização dos testes.

1 2.3.6 Pressões dos ensaios

Nos "ensaios de estabilidade" (de pressão), usualmente tem sido adotada para o ensaio, uma pressão 1,5 (uma vez e meia) superior à máxima "pressão de trabalho" no trecho. Esse ensaio, com duração mínima de uma hora, pode ser considerado suficientemente seguro para a verificação das falhas eventuais: trincas de tubos, deslocamentos de ancoragens, etc. (21*, 56* e 57*).

Nos "ensaios de vazamento" tem sido adotada uma pressão igual à máxima "pressão de trabalho" no trecho (21*, 56* e 57*).

A duração desses ensaios dependerá do diâmetro dos tubos e da extensão do trecho (número de juntas), a fim de que o volume de água utilizada no teste seja determinado com precisão suficiente (Tab. 12.1).

Façamos alguns comentários sobre o seguinte exemplo, a fim de que se esclareçam melhor alguns termos citados anteriormente: trecho de tubulação de classe 20 (ou equivalente), sujeito à pressão máxima de $8 \text{ kg/cm}^2 = 80 \text{ m.c.a.}$ (pressão de trabalho do trecho), quando em operação normal. Evidentemente, nesse valor da pres-

são de trabalho estarão incluídas as sobrepressões, mesmo que eventuais (golpes de ariete, etc).

Embora os tubos tenham sido ensaiados na fábrica com pressão interna de 20 kg/cm^2 (pressão de ensaio na fábrica), não se recomenda a sua aplicação além da "pressão de serviço" de $10 \text{ kg/cm}^2 = 100 \text{ m.c.a.}$ (Ver item 8.1.2.2).

Nesse exemplo, os tubos ficarão sujeitos à máxima "pressão de trabalho" de 8 kg/cm^2 . Tendo em vista que essa tubulação não seria submetida normalmente à esforços maiores que os provocados por sua pressão máxima de trabalho (8 kg/cm^2), é bem provável que todas as proteções por ventura existentes no trecho (ancoragens, atirantamentos, compactações especiais do aterro, etc) tenham sido dimensionadas apenas para os esforços normais.

O ensaio da linha com pressões muito maiores que as suas pressões de trabalho normal, implicaria na necessidade de reforços de ancoragens, etc, resultando tão somente na satisfação de saber que a tubulação RESISTIRIA à esforços bem superiores embora, INFELIZMENTE, ela trabalhe realmente sob pressões bem mais modestas.

As "margens de segurança" muito elevadas dos ensaios seriam válidas, se tanto, para os materiais de utilização ainda insuficientemente comprovada na prática. Mesmo nessas condições, caberá a preocupação de saber se o sistema de juntas não estaria trabalhando em piores condições de estanqueidade quando submetido à pressões reduzidas

Os anéis de borracha (quando for o caso) poderiam sofrer determinadas acomodações por efeito da pressão elevada, garantindo a estanqueidade da junta. Sob pressão reduzida, tal fato poderia ocorrer em menor intensidade, propiciando condições favoráveis à vazamentos razoáveis.

No exemplo analisado, a pressão de 12 kg/cm^2 (50% superior à máxima pressão de trabalho no trecho) já forneceria suficiente "margem de segurança" para assegurar o perfeito funcionamento sob as condições reais de operação daquela tubulação (8 kg/cm^2). Esse teste de estabilidade (pressão) apressará o aparecimento dos pequenos defeitos eventuais que, sob as pressões normais de trabalho, poderiam surgir e se ampliar somente com o decorrer do tempo (trincas, etc). Entretanto, caberão cuidados especiais para preservar (e eventualmente reforçar) os dispositivos de proteção adotados, se eles não foram dimensionados no projeto, já prevendo a "eventualidade" do ensaio.

O ensaio realizado com 15 kg/cm^2 (50% superior à "pressão de serviço" dos tubos) testaria mais a afirmação dos catálogos dos fabricantes, que asseguram perfeita resistência do material mesmo sob essas pressões, do que propriamente o funcionamento normal da linha em suas condições efetivas de trabalho.

Vejamos agora uma outra situação bastante comum em redes de distribuição de água. Suponhamos que o trecho a ser ensaiado ficará sujeito, nas condições normais de trabalho, à pressão de $1 \text{ kg/cm}^2 = 10 \text{ m.c.a.}$ Admitamos ainda que todo o material dessa obra seja de classe 15 (ou equivalente), podendo pois ser aplicado onde a pressão atinja até $7,5 \text{ kg/cm}^2 = 75 \text{ m.c.a.}$

O comportamento provável desse trecho quando submetido às condições normais de funcionamento (10 m.c.a), poderá ser verificado através de um ensaio de

estabilidade com pressão interna de 15 m.c.a. \approx 1,5 kg/cm² e outro, de vazamento, com pressão interna de 10 m.c.a. \approx 1,0 kg/cm².

A aplicação de maiores pressões nos ensaios, poderá atender à outras finalidades eventuais, já que os vazamentos, se possíveis, ocorrerão sob pressões mais reduzidas nesse trecho.

Em resumo, os ensaios deverão refletir, ao menos aproximadamente, as condições reais à que ficarão submetidos os materiais nas situações normais de trabalho.

Se assim não for, de pequena utilidade prática serão os resultados obtidos.

12.3.6.1 Bombas para os ensaios

Depois do enchimento do trecho e eliminação total do ar (item 12.3.5), a pressão interna da água será elevada até o valor recomendado por meio de uma bomba, manual sempre que possível, para que os acréscimos de pressão sejam feitos gradativamente (Ver CASO nº 188).

À cada aumento parcial de pressão serão verificadas, principalmente, as condições das ancoragens dos tampões das extremidades, ajustando as cunhas de madeira ou os macacos hidráulicos dos apoios, quando necessário.

Essa bomba poderá ser alimentada por um pequeno depósito de água (tambor de gasolina, caixa de cimento-amianto, etc.) colocado nas proximidades, já que normalmente serão necessários reduzidos volumes de água para se atingirem as pressões necessárias. além de serem também relativamente pequenos os vazamentos máximos tolerados (Tab. 12.3).

12.3.6.2 Manômetros

O controle das pressões dos ensaios de estabilidade (de pressão) ou de vazamentos deverá ser feito através de manômetro, geralmente instalado nas proximidades da bomba. A fim de que a sensibilidade do aparelho não seja prejudicada pelos choques normais ocasionados pelo funcionamento do pistão da bomba, será sempre interessante a colocação de torneiras de fechamento rápido ou de outro dispositivo mais adequado (98 *) entre o manômetro e a linha de pressão.

O manômetro escolhido deverá ter diâmetro de mostrador suficientemente grande para facilitar as leituras, além de permitir que a pressão de ensaio se localize aproximadamente no meio da escala do mostrador (região de maior sensibilidade do aparelho).

De qualquer forma, as indicações do manômetro "de campo" deverão ser aferidas periodicamente com as de outro, de utilização menos freqüente.

Alguns autores recomendam a instalação de dois manômetros: um deles (mais robusto) permanecerá sempre ligado à linha; o outro (mais sensível) somente indicará as pressões quando a bomba estiver parada (38 *).

(*) Ver Cap. 16 - Referências.

12.3.7 RESULTADOS

Durante a realização dos “ensaios de estabilidade” (pressão) serão inspeccionadas todas as peças especiais e juntas do trecho, individualmente, com a linha em carga.

Os defeitos porventura existentes (trincas, ancoragens deficientes, etc.) serão reparados e repetido o ensaio no trecho.

Os trabalhos de assentamento serão considerados satisfatórios se os vazamentos eventualmente existentes e verificados durante o “ensaio de vazamento”, forem inferiores a determinados limites.

Algumas normas americanas (50*) estabelecem os limites máximos (em função do número e tipo de juntas no trecho, diâmetro e material da tubulação, pressão de ensaio), dados pela fórmula:

$$Q = \frac{N.D. \sqrt{P}}{3292} \quad (21^*)$$

onde:

Q = vazamento máximo tolerado no trecho, em litros por hora

N = número de juntas

D = diâmetro da tubulação, em milímetros

P = pressão de ensaio, em quilograma por centímetro quadrado

A Tab. 12.1 fornece os valores máximos dos vazamentos tolerados, calculados pela fórmula anterior, para um trecho com 100 (cem) juntas, nos diâmetros e pressões de ensaio mais freqüentemente utilizados.

TAB. 12 1:--Vazamentos Máximos tolerados por cem juntas em litro / hora

Pressão do ensaio (kg/cm ²)	Diâmetro dos tubos (mm)											
	50	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
10,0	4,8	7,2	9,6	14,4	19,2	24,0	28,8	33,6	38,5	43,2	48,1	57,8
7,5	4,2	6,3	8,4	12,5	16,7	20,1	25,0	29,1	33,4	37,5	41,6	50,0
5,0	3,4	5,1	6,8	10,2	13,6	17,0	20,5	23,8	27,2	30,6	34,0	40,8
3,0	2,7	4,0	5,3	7,9	10,6	13,2	15,9	18,5	21,2	23,8	26,5	31,8

No campo, esses vazamentos poderão ser medidos pelas vazões (volume, no tempo) de água de alimentação da bomba de ensaio, para que a pressão nos trechos permaneça com valores aproximadamente constantes.

Outras normas recomendam limites mais rigorosos (menores vazamentos

permissíveis), algumas vezes independentemente do tipo de junta, do material de fabricação e dos diâmetros empregados. (11 * 24 *, 57*).

De qualquer forma, a verificação dos valores da Tab. 12.1 já será um primeiro passo . . .

exemplo:

12.4 EXEMPLO:

A Fig. 2.4 do Capítulo 2 (Interpretação do Projeto) representa uma parte da rede de distribuição de água de uma cidade.

Se a construção da rede foi programada levando em consideração a realização dos ensaios, os tubos poderão ter sido assentados nas ruas: C, D, E e F, efetuando-se o reaterro apenas parcial das valas (item 9.1.1).

Como vimos no item 2.6, os quatro trechos 59 x 83, 83 x 61, 83 x 84, 61 x 84, poderão ser isolados pelo fechamento de 5 registros. De qualquer maneira, as extremidades desses registros (externas aos trechos) deverão ficar abertas para que suas eventuais falhas de estanqueidade sejam detectadas rapidamente. Em outras palavras, não deverão ser completados os nós 59 e 61, nem as saídas dos nós 83 e 84.

Evidentemente essa situação somente poderá ser conseguida se as ruas atingidas permitirem a interrupção (ao menos parcial) do trânsito, durante o tempo necessário para a execução dos quatro trechos e seu ensaio simultâneo.

Em caso contrário, cada trecho deverá ser assentado e ensaiado separadamente.

12.4.1 VOLUME DE ÁGUA PARA O ENCHIMENTO DA LINHA

A Tabela 12.2 fornece os volumes internos das tubulações a serem ensaiadas, calculados com as indicações da Fig. 2.4, feitas as aproximações de volumes permitidas pelo caso.

Por melhores que sejam as técnicas usadas e os cuidados tomados durante as operações de enchimento da linha, dificilmente serão gastos apenas 3 metros cúbicos de água nessas atividades iniciais.

TAB. 12.2:- Volumes internos dos trechos indicados no exemplo.

Trecho	Diâmetro (em mm)	Área da Secção (em cm ²)	Comprimento do trecho (em m)	Volume (em litro)
59 x 83	50	20	100	200
61 x 84	50	20	165	330
61 x 83	75	44	192	850
83 x 84	100	80	191	1.550
TOTAL	XX	XX	XX	2.930

12.4.2 ENCHIMENTO DA LINHA

A água do enchimento deverá ser introduzida pela extremidade mais baixa do trecho ensaiado: nó 84 (entre as cotas 101 e 102). Para tal, logo após o registro poderá ser instalado um tampão adequado (Fig. 12.2), ou utilizada uma ligação domiciliar já executada nas proximidades. O ar será eliminado pelas extremidades (tampões ou registros dos nós 61, 59 e 83) além das ligações prediais executadas antecipadamente nos trechos.

Como o desnível entre os pontos extremos (nós 84 e 59) é de cerca de 5 metros, a bomba utilizada no enchimento não precisará fornecer grande pressão. A admissão da água deverá ser feita de maneira lenta, assegurando condições para o escape de ar. Isso poderá ser controlado pelo fechamento parcial do registro instalado no tampão (e na linha de recalque da bomba).

12.4.3 PRESSÕES DOS ENSAIOS

Admitamos que o nível da água no reservatório de distribuição que alimentará essa linha esteja na cota 130. Nessas condições, nas horas de menor consumo (madrugada) as pressões estáticas na região estudada, serão pouco menores que 30 m.c.a.

Assim, o ensaio de estabilidade (de pressão) deverá ser efetuado com pressão de $1,5 \times 30 = 45$ m.c.a. = $4,5 \text{ kg/cm}^2$. Com essa pressão, aplicada através de pequena bomba manual, serão inspecionadas todas as juntas e conexões instaladas e corrigidos os defeitos verificados. Esse ensaio terá duração mínima de uma hora.

Para o ensaio de vazamento, a pressão será reduzida a 30 m.c.a. = $3,0 \text{ kg/cm}^2$, com a abertura de qualquer torneira de saída de ar, por exemplo. Essa pressão será mantida durante o tempo de realização desse outro ensaio.

12.4.4 VAZAMENTOS TOLERADOS

Adotando os limites máximos de vazamentos da Tab. 12.1 para a pressão

TAB. 12.3 : Vazamentos máximos tolerados nos trechos do exemplo

Trecho	Comprim. (m)	nº aprox. de juntas	D (mm)	Vazamentos tolerados (1/hora) em 100 juntas	
				(Tab. 13.1)	(no trecho)
59 x 83	100	25	50	2,7	0,68
61 x 84	165	45	50	2,7	1,22
61 x 83	192	50	75	4,0	2,00
83 x 84	191	50	100	5,3	2,70
TOTAIS	648	170	XX	XX	6,6

de ensaio de 3 kg/cm^2 e supondo que os tubos tenham 4 m de comprimento, poderá

ser preparada a Tab. 12.3

Se as tubulações tiverem alguns vazamentos, a pressão de ensaio de 3 kg/cm^2 será mantida através de bomba manual alimentada, por exemplo, por um tambor que tenha 60 cm de diâmetro.

Como a área do tanque de sucção (tambor desse exemplo) é de cerca de 2.800 cm^2 (Fig. 14.1), um rebaixamento de 2,4 cm no nível d'água já representará os 6,6 litros limitados pelo ensaio (Tab. 12.3), após 1 hora.

Se o rebaixamento do nível d'água no tambor for menor que 2,4 cm, o assentamento das tubulações nos trechos ensaiados poderá ser considerado satisfatório.

12.5 SIGNIFICADO DOS VAZAMENTOS TOLERADOS

Para se ter uma idéia do significado dos limites máximos de vazamentos tolerados pela Tab. 12.1, suponhamos que a rede total da cidade tenha cerca de 50 km de extensão e que a distribuição dos diâmetros empregados possa ser representada proporcionalmente pela mesma situação indicada na Fig. 2.4. Assim, digamos que dos 50 km totais, cerca de 20 km sejam constituídos por tubos de 50 mm e os 30 km restantes divididos igualmente entre os diâmetros de 75 mm e 100 mm.

Assim, de acordo com os valores "totais" da Tab. 12.3, se em 648 m de rede o vazamento máximo é de 6,6 l/hora, nos 50.000 m deverá ser esperada uma perda d'água de:

$$\frac{6,6 \times 50.000}{648} = 510 \text{ l/hora, ou seja, de cerca de } 12\text{m}^3/\text{dia.}$$

Se essa rede de 50 km abastecer 30.000 habitantes, o volume de água por ela distribuído diariamente poderá ser de $30.000 \times 0,2 = 6.000 \text{ m}^3$ (considerando a quota de consumo médio na cidade = 200 l/hab. dia.).

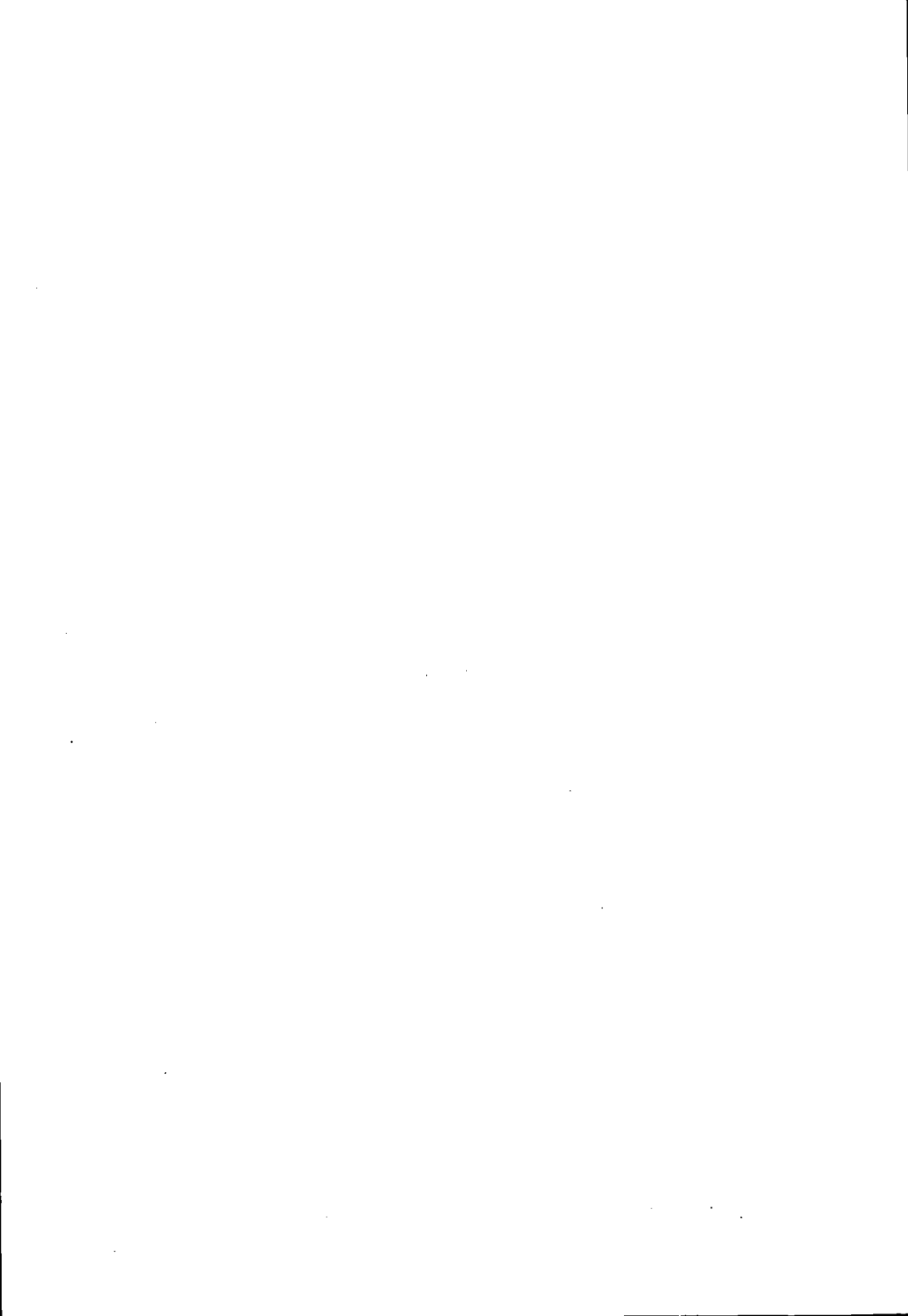
Assim, a perda máxima tolerada por vazamento na rede representaria 0,2% do volume total de água distribuída.

Por outro lado, o vazamento máximo tolerado durante um ensaio que tenha 2 horas de duração: $2 \times 6,7 \approx 14$ litros de água, representaria cerca de 0,5% do volume total da água de enchimento: 2 970 l (conforme Tab. 12.2).

NOTA

1) Evidentemente, uma rede de distribuição desse porte, já teria alguns trechos com diâmetros maiores. Entretanto os comprimentos reduzidos desses trechos em relação aos de menores diâmetros, não invalidam o caráter ilustrativo desse item, já que os acréscimos de vazamentos não terão significado maior sobre o resultado geral.

2) Algumas outras normas apresentam limites ainda mais reduzidos para os vazamentos tolerados. Com os recursos atualmente disponíveis, essas exigências mais rigorosas serviriam, se tanto, para reforçar os conceitos bastante difundidos de "impraticabilidade dos ensaios".



13.1 GENERALIDADES

A desinfecção da linha será feita depois dos resultados satisfatórios dos ensaios de estabilidade e vazamento (Cap. 12).

Tão importante quanto a desinfecção das tubulações após a construção, será a preservação de uma cloração permanente da água, durante a operação do sistema.

Terá pequeno valor prático a preocupação de concluir o assentamento com uma desinfecção rigorosa dos materiais aplicados, se a água distribuída não for desinfetada continuamente, assegurando a melhor qualidade bacteriológica nos pontos de consumos reais: *torneiras dos usuários*.

Nesses casos, a desinfecção das tubulações seria uma perda de tempo e de dinheiro. Corresponderia à preocupação de armazenar água suja em recipientes rigorosamente limpos, ou de desinfetar muito bem os tubos de uma adutora destinada a transportar água bruta e ainda sujeita à qualquer processo de tratamento e desinfecção.

Os teores de cloro presentes na água distribuída, normalmente são bastante reduzidos. Esse cloro disponível (cloro residual ou combinado – cloraminas), será apenas suficientes para combater e controlar pequenas contaminações que ocorram eventualmente, em alguns pontos ou trechos isolados da rede de distribuição.

Em algumas regiões do país, como medida operacional de rotina, são estabelecidos teores de 0,3 ppm de cloro (0,3 Partes de cloro Por Milhão de partes de água), *sem discriminar a natureza desse residual (livre ou combinado), nem relacioná-lo com outros fatores muito importantes para a fixação das dosagens mais convenientes e realmente seguras: pH da água, períodos de contato, etc. (66*)*.

Nessas condições a contaminação maciça durante a construção somente seria eliminada depois de algum tempo. O teor de cloro residual (com ação sobre os germes = bactericina) é muito reduzido para que exerça qualquer efeito desinfetante mais eficiente e rápido, durante o espaço de tempo relativamente curto em que ficará em contato com a matéria orgânica poluidora (36*).

Como medida de proteção complementar, mesmo após a desinfecção do material assentado, será uma recomendação operacional de segurança, a aplicação inicial (durante alguns dias, ao menos) de dosagens de cloro mais elevadas qua as estabelecidas para a operação normal do sistema.

Alguns autores sugerem um residual de 0,4 ppm, mantido durante os 20 ou

(*) Ver Cap. 16 – Referências.

30 dias iniciais da operação, sem outras considerações referentes aos fatores que influenciam o poder desinfetante do cloro (37*).

Por vezes, e corretamente, prefere-se procurar uma relação entre os teores de cloro residual (livre ou combinado) com o pH da água por exemplo, em lugar da fixação de um único valor numérico, nem sempre absolutamente seguro em situações especiais. As características de algumas águas (com pH elevado), poderão exigir teores residuais superiores a 0,8 ppm ou 2,0 ppm, conforme o cloro se apresente sob a forma "livre" ou "combinada" (cloraminas), para que exerça, eficientemente, sua função desinfetante (23*e 36*).

Principalmente nas redes novas, essa medida poderá ser adotada sem que ocorram maiores "reclamações" dos consumidores, ainda não habituados à "ausência completa de gosto e cheiro da água", muitas vezes sinônimo de água perigosa porque poluída.

Como será visto no item 13.7, embora as quantidades de produtos químicos utilizados na desinfecção não apresentem custos significativos, os demais cuidados e atividades necessárias à realização do trabalho nem sempre serão desprezíveis.

Nessas condições, quando a entidade pública encarregada da operação do sistema desejar as suas tubulações realmente desinfetadas, deverá equipar-se adequadamente para efetuar os serviços, ou então especificar claramente no contrato de execução as exigências e preços compatíveis com os trabalhos.

13.2 LIMPEZA PRELIMINAR

Sempre que possível, e quando necessário, a tubulação deverá ser lavada internamente, antes de ser desinfetada.

Grande parte das impurezas aí introduzidas (voluntária ou involuntariamente, mas sempre por descuidos) durante a construção, não só dificultaria o escoamento das águas no funcionamento normal da linha, como também reagiria com o produto químico aplicado para a desinfecção (Ver CASOS nºs 72 à 74).

O cloro reagiria principalmente com a matéria orgânica (vegetais, insetos, etc.) das impurezas, formando compostos sem efeitos germicidas (mortais aos germes).

Essa "oxidação" da matéria orgânica, consumiria tanto mais cloro quanto maiores as suas quantidades no trecho desinfetado.

Assim, a quantidade de cloro residual livre ou combinado na água, isto é, de cloro disponível e ainda com ação sobre as bactérias (também matéria orgânica), dependerá da limpeza da tubulação.

Por essas razões, usualmente são recomendadas velocidades superiores a 0,75 m/s para a água de lavagem (55*), embora se reconheçam que, algumas vezes, essas velocidades dificilmente serão conseguidas na prática (55*).

De qualquer maneira, além dos problemas locais referentes às disponibilidades de volumes de água necessários para se conseguirem vazões compatíveis com velocidades requeridas, caberá também uma análise das condições estruturais da obra quando submetida àquelas condições de vazão e pressão. Além disso, serão analisadas a natureza e condições dos materiais que constituem as "sujeiras", para saber se elas realmente serão removidas, mesmo quando submetidas às elevadas velocidades de lavagem.

Independentemente do valor adotado para a velocidade da água, será sempre importante definir, antes da lavagem, os locais mais apropriados para o esgotamento.

13.3 CUIDADOS DURANTE A CONSTRUÇÃO

A importância e mesmo necessidade da lavagem poderá ser bastante reduzida desde que tenham sido tomadas algumas precauções lógicas, elementares e baratas, durante a fase de montagem das tubulações (item 8.3.1).

Seriam sempre mais econômicas as precauções durante a montagem, tais como:

a) fechamento das extremidades (item 8.3.3),

b) limpeza dos locais de trabalho e depósitos provisórios dos tubos ao longo das valas (item 7.6.2),

c) ausência de crianças nos locais das obras (item 7.6.4), etc.

do que as correções através de lavagens, muitas vezes em situações difíceis e desfavoráveis, ou aplicações excessivas de cloro para a oxidação preliminar da matéria orgânica, indevidamente introduzida na tubulação (Ver CASOS nºs 72 à 74).

13.4 FONTES DE CLORO

Embora a desinfecção possa ser realizada por diversos processos: — raios ultra-violeta, ozônio, íons de prata, bromo, iodo, etc. (14a*, 36*), obtenção comercial desses produtos ou dos equipamentos necessários à sua aplicação, não os tornam recomendáveis para as operações de desinfecção de tubulações com as técnicas atualmente disponíveis no Brasil.

Apresentando diversas outras vantagens sob os demais desinfetantes, o cloro tem sido amplamente utilizado sob a forma quase pura (cloro líquido) ou de um dos seus compostos químicos, obtidos, alguns deles, como subprodutos da fabricação da soda cáustica (14b*).

13.4.1 CLORO LÍQUIDO

Acondicionado em cilindros de aço com diversas capacidades (40,500 e 1000kg) quando utilizado nessas atividades de desinfecção de obras, são empregados os recipientes menores, com cerca de 30, 40 ou 70 kg.

Dentro do cilindro, o cloro sempre se apresentará, e simultaneamente, sob duas formas (fases): líquida e gasosa.

A pressão interna no cilindro será dada pela “tensão de vapor” do cloro, que depende apenas da temperatura no interior do cilindro e não do volume da fase líquida.

Em outras palavras, a pressão interna do gás dentro do cilindro sempre será de $6,6 \text{ kg/cm}^2 \approx 66 \text{ m.c.a}$ à 20°C ou de $8,6 \text{ kg/cm}^2 \approx 86 \text{ m.c.a}$ à 30°C , independentemente da quantidade do líquido ainda presente.

Quando combinado com a água, acima de determinadas concentrações,

apresenta-se bastante corrosivo à maioria dos metais; quando puro, sob forma de gás, tem efeito altamente irritante para as vias respiratórias humanas.

Por essas razões, somente deverá ser aplicado sob supervisão de pessoas que tenham suficiente experiência no assunto.

13.4.2 HIPODORITO DE SÓDIO

Também obtido usualmente como subproduto na fabricação da soda cáustica, apresenta-se comercialmente sob forma de solução contendo cerca de 10% de cloro disponível.

13.4.3 HIPODORITO DE CÁLCIO

Comercialmente apresenta-se sob forma granulada ou em pó, com cerca de 70% de cloro disponível.

13.4.4 CLORETO DE CAL (CAL CLORADA)

Sob a forma de pó, com cerca de 25% de cloro disponível.

13.4.5 CORROSÃO

Mesmo quando o cloro é aplicado sob a forma de um dos seus compostos, com reduzidos efeitos prejudiciais às vias respiratórias, serão empregados alimentadores e dosadores de materiais resistentes aos efeitos corrosivos das soluções preparadas.

13.5 TEORES DE CLORO

Tendo em vista que a quantidade de matéria orgânica no interior das tubulações depende muito dos cuidados tomados durante a montagem, será também variável o teor de cloro realmente necessário para oxidá-la e permanecer ainda em concentrações suficientemente elevadas para garantir a ação sobre os germes patogênicos (causadores de doenças) eventualmente presentes no interior dos tubos e peças instaladas.

Em lugar de se procurar estabelecer um valor rígido, dogmático e indiscutível para a dosagem de aplicação do cloro, será mais lógico definir um limite mínimo de cloro residual, depois de certo tempo de contato.

Assim, “a dosagem de aplicação de cloro deve ser tal que assegure um residual mínimo de 10 ppm (10 partes por milhão = 10 mg/litro) na extremidade mais afastada do trecho desinfetado, após um tempo de contato de 24 horas. Isso pode ser esperado com a aplicação de 25 ppm de cloro, embora em algumas situações essa dosagem deva ser aumentada” (1*).

13.6 MÉTODOS DE APLICAÇÃO

A quantidade de cloro a ser aplicada, dependerá de alguns fatores facilmente determinados na prática (comprimento do trecho a ser desinfetado, diâmetro dos tubos, volume de água, etc.) e de muitos outros que poderão ser, se tanto, apenas avaliados (quantidades de matéria orgânica, pH da água, etc.).

Nessas condições, o estabelecimento prévio de teores fixos e consagrados de aplicação de cloro, seria uma medida de rigor tão ilusória e inconsequente, quanto a preocupação de efetuá-la através de aparelhos de mais alta precisão e sensibilidade, usados normalmente para a cloração das águas durante a rotina operacional do sistema.

Os resultados obtidos nos primeiros trechos desinfetados (cloro residual de cerca de 10 ppm, após 24 horas) indicarão o teor da aplicação mais recomendável e compatível com os cuidados tomados durante a execução daquela obra específica. De posse desse valor, a equipe de desinfecção saberá utilizá-lo criteriosamente a fim de obter o resultado final satisfatório: desinfecção efetiva do trecho construído, sem desperdícios exagerados de produtos químicos.

Se os volumes dos trechos forem relativamente pequenos, poderão ser utilizados os compostos de cloro facilmente encontrados no comércio: hipoclorito de sódio ou de cálcio, cloreto de cal, etc., já que as quantidades necessárias às dosagens aplicadas também não serão grandes. Outra vantagem desses compostos, será a baixa toxidez que apresentam e simplicidade nos processos de aplicação.

As soluções serão preparadas por agitação manual, em tanques adequados, colocados nas proximidades dos pontos de aplicação. As caixas de cimento-amianto, normalmente utilizadas como reservatórios domiciliares, resistem bem aos efeitos corrosivos desses produtos químicos.

Serão tomadas precauções especiais para a eliminação das impurezas que fluam na solução ou se depositam no fundo da caixa, principalmente quando utilizado o hipoclorito de cálcio. Como essas impurezas não têm qualquer efeito germicida, seria uma "economia" aparente a preocupação de aproveitá-las como desinfetante. Ao contrário, esses resíduos insolúveis poderão trazer problemas à operação normal do sistema, obstruindo hidrômetros, etc.

Se a retirada da solução do tanque for efetuada por meio de sifão, sua extremidade não succionará os depósitos sedimentados no fundo. Se a saída for feita por tubos rígidos, esses serão instalados a uma certa distância do fundo, pelas mesmas razões; o registro utilizado nesse caso, será de PVC ou outro material resistente à corrosão. Interligando o tanque de solução e a tubulação a ser desinfetada, serão utilizados materiais também resistentes ao ácido clorídrico, tais como mangueiras flexíveis de látex (14b *).

Se forem grandes os volumes dos trechos desinfetados, os compostos químicos que contêm cloro seriam aplicados em quantidades elevadas, exigindo razoáveis volumes de tanques para a preparação de soluções. Nesses casos, será mais interessante e econômica a aplicação de cloro gasoso.

Na falta de injetores portáteis apropriados, o cloro será injetado direta e simultaneamente com a água do enchimento da linha, processando-se a mistura homogênea da solução desinfetante.

Esse método somente deverá ser aplicado por pessoal já com alguma experiência na utilização de cloro gasoso pois, se aplicado indevidamente, poderá apresentar

(*) Ver Cap. 16 - Referências.

resultados eventualmente desastrosos.

Assim, a reação do cloro com a água desprende razoáveis quantidades de calor (reação exotérmica). Se, por qualquer motivo, houver introdução de água no cilindro de cloro, este poderá “explodir” não só pela elevação de temperatura como, e principalmente, pela formação do ácido clorídrico altamente corrosivo ao aço do recipiente.

No item 13.4.1 vimos que a pressão interna do cloro no interior do cilindro depende da sua temperatura, sendo geralmente superior à 5 kg/cm^2 nos ambientes normais.

Nas condições normais de aplicação, somente haverá perigo de entrada de água nos cilindros, em lugar da saída normal de cloro, quando a pressão interna de água na tubulação a ser desinfetada subir além da tensão de vapor do cloro.

Por outro lado, a saída rápida de cloro com a abertura total do registro da “garrafa”, provocará um resfriamento brusco do cilindro e conseqüente diminuição do valor da tensão de vapor do gás. Nessas condições, a água mesmo sob pressões reduzidas, poderá entrar no cilindro.

Esses perigos serão reduzidos se o cloro for aplicado por pessoal com experiência no assunto, que controlará principalmente a pressão da água no interior da tubulação. À qualquer aquecimento sensível do cilindro, antes do abandono imediato do local, deverá ser fechado o registro de saída de cloro (e entrada d’água, no caso), já que a qualidade de ácido clorídrico formado poderá ter sido suficiente para provocar a corrosão e ruptura do recipiente.

Com maior precaução, o cloro poderá ser aplicado com uma mangueira flexível (possivelmente de látex), que se introduzirá profundamente na tubulação, através de um orifício de maior diâmetro (Fig. 13.1).

A admissão simultânea da água de enchimento provocará, além de homogeneização da mistura, um escape bastante reduzido de gás. Geralmente torna-se desnecessário o tamponamento PRECÁRIO para evitar esse escape. Quando o trecho estiver cheio, a pressão interna não se elevará além de certos limites, pois a água será eliminada pelo espaço no orifício de admissão do cloro, às vezes precariamente tamponado.

A desinfecção deverá ser feita pouco antes da colocação do trecho em operação normal, já que este ficaria sujeito à recontaminação, principalmente por infiltrações de águas externas poluídas, na ausência de pressões internas mais elevadas.

Em alguns casos, quando a linha for colocada em carga logo depois da construção, poderá ser aproveitada a água dos ensaios de estabilidade (pressão) e vazamento, geralmente com a aplicação do cloro em mais de um ponto, para que se tenha uma distribuição razoável do produto químico em toda a extensão do trecho.

Nos casos de construção total de novas redes (e não apenas ampliações), a desinfecção (ao menos de grandes extensões) poderá ser feita através do pró-

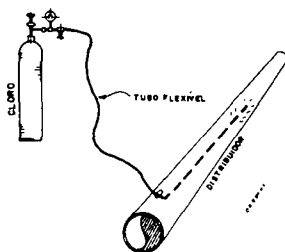


FIG. 13.1 - APLICAÇÃO DE CLORO GASOSO

prio reservatório de distribuição.

Antes da utilização da linha na distribuição de água potável, será feito o esgotamento total daquela água com elevados teores de cloro. Se estabelecido um programa de desinfecção, a água dos trechos mais elevados poderá ser utilizada nas tubulações contíguas e mais baixas, eventualmente através de uma cloração complementar de reforço.

13.7 EXEMPLO DE DESINFECÇÃO

Aproveitando uma vez mais a mesma Fig. 2.4 do Cap. 2, suponhamos agora a desinfecção dos mesmos trechos das ruas C, D, E e F, já devidamente ensaiados conforme descrito no ítem 12.4.

Na Tab. 12.2 (ítem 12.4.1) vimos que o volume para o enchimento total dos quatro trechos é de cerca de 3 m^3 ($2,93 \text{ m}^3$) de água.

Suponhamos que tenha sido escolhido o hipoclorito de cálcio como produto desinfetante. No ítem 13.4.3 vimos que esse composto apresenta-se na forma granulada ou em pó, contendo cerca de 70% de cloro disponível.

Admitamos também que os resultados em outros trechos já desinfetados nessa mesma obra, indiquem um teor de aplicação de 25 p.p.m de cloro para que seja obtido um residual de cerca de 10 p.p.m após 24 horas (ítem 13.5).

Esses valores indicarão os cuidados tomados pela equipe de encanadores durante os trabalhos de assentamento.

A determinação da quantidade de hipoclorito de cálcio realmente necessária para essas condições, poderá ser feita conforme o raciocínio seguinte:

Se o produto químico utilizado contivesse apenas cloro e se fôsse necessário apenas 1 (um) metro cúbico de solução (1 tonelada = 1.000 kg = 1 000 000 gramas), para as 25 p.p.m (25 Partes de cloro Por Milhão de partes de solução) seriam aplicados 25 g de cloro. Nos 3 m^3 desejados, deveriam ser aplicados então: $3 \times 25 = 75$ g de cloro puro. Como o produto químico utilizado contém apenas 70% de cloro disponível, serão empregados $75/0,7 = 107$ g de hipoclorito de cálcio, para que na solução final permaneçam as 75 g de cloro livre desejadas.

Se em lugar do hipoclorito de cálcio, fôsse utilizado o hipoclorito de sódio que se apresenta comercialmente sob forma de solução contendo cerca de 10% de cloro disponível (ítem 13.4.2), a determinação da quantidade necessária desse produto também seria bastante simples. Assim, como são necessários 75 g de cloro puro, e o composto utilizado apresenta somente 10% desse elemento, deverão ser aplicados cerca de 750 g de solução de hipoclorito (aproximadamente 3/4 de litro).

Em qualquer um dos dois casos exemplificados (hipoclorito de cálcio ou sódio) para que a concentração final do cloro no interior da tubulação apresente certa uniformidade em toda a extensão, deverá ser preparada uma solução relativamente concentrada antes da aplicação na tubulação.

No exemplo analisado, poderá ser utilizada uma caixa de cimento-amianto onde será preparada a solução preliminar com a quantidade do composto químico escolhido, por meio de agitação manual. Quando necessário, o líquido ficará em repouso por algum tempo, até a sedimentação da maior parte das impurezas insolúveis.

Se o enchimento do trecho se fizer pela extremidade mais alta (nó 59, no caso), aproveitando apenas a ação de gravidade no escoamento, serão tomados cuidados especiais para a eliminação do ar do interior da tubulação, afim de que não fique algum trecho sem ser atingido pelo desinfetante (Ver ítem 12.4.2). Essa operação será efetuada muito lentamente. A solução desinfetante será aplicada simultaneamente com a água do enchimento para que se consiga uma mistura homogênea.

Se, facilitando a extração do ar, o enchimento se fizer pela extremidade inferior (nó 84, no caso), a solução desinfetante também deverá ser bombeada para o interior da tubulação. No exemplo considerado, as pequenas vazões requeridas, sugerem a aplicação de uma bomba manual simples.

Após 24 horas de contato, serão retiradas amostras da solução desinfetante e realizadas as determinações de cloro residual, utilizando possivelmente um indicador específico (ortotolidina) e um disco apropriado para as comparações de cores (23^o).

De qualquer maneira, as determinações de cloro residual, embora simples, deverão ser realizados por pessoal com experiência em desinfecção, já que em casos especiais serão empregados métodos específicos (ortotolidina x arsenito – amido – iodeto de potássio, etc.) apresentando resultados realmente seguros e que dispensem os exames bacteriológicos complementares.

Diz o eng^o Luiz Pereira da Silva:—

— “A prova final da eficiência da desinfecção, num sistema de abastecimento d’água, é dada pelos resultados das análises bacteriológicas”.

Reconhece entretanto que: . . . “sendo as análises bacteriológicas demoradas, não podendo seus resultados ser conhecidos antes de decorridas 48 horas após a colheita das amostras, não servem como meio de controle imediato de desinfecção . . . ” (36^o).

14.1 ANOTAÇÕES DE NÚMEROS

Facilitando as anotações e os trabalhos com os números, muitas vezes eles são escritos conforme:

as indicações: $10^1, 10^2, 10^3$, etc, significando 10, 100, 1000, etc, respectivamente, ou
 as indicações: $10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}$, etc, significando 0,1, 0,01, 0,001, etc, respectivamente

Assim,

O número 5 732 000 pode ser escrito como $5,732 \times 10^6$ ou 5732×10^3
 O número 5732 pode ser escrito como $5,732 \times 10^2$ ou 5732×10^{-1}
 O número 0,5732 pode ser escrito como $5,732 \times 10^{-1}$ ou 5732×10^{-4}
 O número 0,005732 pode ser escrito como $5,732 \times 10^{-3}$ ou 5732×10^{-6}

14.2 COMPRIMENTO

Metro = m; centímetro = cm; milímetro = mm; quilômetro = km;
 Polegada (inch) = " = in = pol.

1 m = 100 cm = 10^2 cm = 1000 mm = 10^3 mm
 1 Polegada = 1" = 2,54 cm = 25,4 mm
 1 centímetro = 0,3937"

14.3 ÁREA

1 m² = 1 m x 1 m = 10^2 cm x 10^2 cm = 10^4 cm² = 10 000 cm² = 10^6 mm²
 1 cm² = 0,3937" x 0,3937" \cong 0,155 polegada quadrada
 1 polegada quadrada = 2,54 cm x 2,54 cm \cong 6,54 cm²
 área do círculo = $\pi R^2 = \frac{\pi D^2}{4}$ 1

onde π = constante \cong 3,14
 R = raio do círculo
 D = diâmetro do círculo.

Exemplo: D = 10 cm = 100 mm

$$\text{Area} = \frac{\pi D^2}{4} \cong \frac{3,14 \times 10^2}{4} \cong 78,5 \text{ cm}^2$$

Tab. 14.1 – ÁREAS DE CÍRCULOS

Diâm. (mm)	50	75	100	150	200	250	300	350	400	500	600
Área (cm ²)	19,6	44,2	78,5	176,7	314,2	490,9	706,9	962,1	1256,6	1963,5	2827,4

14.4 VOLUME

$$1 \text{ m}^3 = 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 100 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} = 1000000 \text{ cm}^3 = 10^6 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ litros} = 10^3 \text{ L}$$

$$1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ cc} = 0,001 \text{ m}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{Volume do cilindro} = \text{Área da base} \times \text{Altura}$$

$$(\text{Volume de um tubo} = \text{Área da secção} \times \text{Comprimento})$$

Exemplo:

tubo de 100 mm (de diâmetro) e 6 m de comprimento

$$\text{volume} = 78,5 \text{ cm}^2 \times 600 \text{ cm} = 47\,100 \text{ cm}^3 = 47,1 \text{ L} = 47,1 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 0,0471 \text{ m}^3$$

14.5 VAZÃO

$$\text{Vazão} = \text{Volume/Tempo} = Q = V/T$$

$$1 \text{ m}^3/\text{h} = 1000 \text{ l}/\text{h} \cong 16,7 \text{ l}/\text{min} \cong 0,278 \text{ l}/\text{s} \cong 278 \times 10^{-3} \text{ l}/\text{s}$$

$$1 \text{ l}/\text{min.} = 60 \text{ l}/\text{h} = 1440 \text{ l}/\text{dia} \cong 0,0167 \text{ l}/\text{s} \cong 16,7 \times 10^{-3} \text{ l}/\text{s}$$

$$1 \text{ l}/\text{s} = 60 \text{ l}/\text{min} = 3600 \text{ l}/\text{h} = 86400 \text{ l}/\text{dia} = 3,6 \text{ m}^3/\text{h} = 86,4 \text{ m}^3/\text{dia}$$

OBS: Algumas vezes, é pretendida a utilização da “polegada” (ver item 14.2) como unidade de medida de vazão, definindo, por exemplo:— “bomba de 6 polegadas de capacidade”. O “bom entendedor”, esforçado, compreenderá tratar-se de uma bomba que recalque água por um tubo de 6”. Entretanto, mesmo “sabendo” tratar-se de um tubo “cheio”, ao consultar a Fig. 2.5 (se necessário), verá que por esse diâmetro podem passar diversas quantidades de água (volume) na unidade de tempo, conforme a velocidade de escoamento.

14.6 PRESSÃO

$$\text{Pressão} = \text{Força}/\text{Área} = P = F/A$$

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 10000 \text{ kg/m}^2 = 10^4 \text{ kg/m}^2 = 10 \text{ t/m}^2 \cong 14,2 \text{ psi}$$

$$1 \text{ kg/cm}^2 \cong 1 \text{ atmosfera} \cong 10 \text{ metros de coluna d'água} \cong 1 \text{ atm} \cong 10 \text{ m.c.a.}$$

$$1 \text{ psi} = 1 \text{ libra por polegada quadrada} \cong 0,07 \text{ kg/cm}^2 \cong 0,7 \text{ m.c.a.}$$

OBS: A relação $1 \text{ kg/cm}^2 \cong 10 \text{ m.c.a.}$ significa, fisicamente: se a água estiver contida num recipiente qualquer sob pressão de 1 kg/cm^2 , poderá elevar-se no interior de um tubo, até 10 metros acima desse ponto.

14.7 ÂBACO

A relação entre diâmetros de círculos e suas respectivas áreas, pode ser estabelecida de diversas maneiras diferentes.

Uma delas consiste na definição da expressão matemática (também chamada “fórmula” ou “equação”), que estabeleça a relação pretendida (ver item 14.3).

Outra maneira de representar o “fenômeno” (no caso: relação das áreas com os diâmetros), é calcular alguns valores, com base na equação dada, ordenando-os convenientemente numa tabela (Tab. 14.1).

Algumas vezes, ao contrário desse exemplo, a equação matemática que relaciona as variáveis é muito complexa, exigindo cálculos bastante difíceis e operações aritméticas extremamente laboriosas.

As utilizações dessas tabelas limitam-se pois aos valores já calculados e à precisão numérica apresentada. Assim, poderá ser dito que a área de um círculo de diâmetro de 200 mm, aproxima-se mais de $314,16 \text{ cm}^2$, que do valor apresentado na tabela 14.1 ($314,2 \text{ cm}^2$). Por outro lado, a área de um círculo de 450 mm de diâmetro seria obtida através dos cálculos indicados pela equação (1) do item 14.3, já que esse valor não se encontra na Tab. 14.1

Quando tornar-se dispensável a grande precisão numérica (e a realização “das contas” indicadas não se mostrar muito convidativa) poderá ser “tentada” uma primeira aproximação do valor da área através da Tab. 14.1. Para tal, conhecidas as áreas correspondentes aos diâmetros 400 e 500 mm, poderá ser “interpolado” (“estimado”) o valor de cerca de 1700 cm^2 como o correspondente ao diâmetro de 450 mm.

Sendo frequente a necessidade de “interpolações” aos valores já tabelados, torna-se aconselhável a elaboração de um “ábaco”.

A curva da Fig. 14.1, traçada segundo os valores da Tab. 14.1 relaciona, de maneira cômoda, as áreas com os diâmetros dos círculos. Por essa figura, fica-se sabendo, com maior precisão (e confiança), que a área do círculo de 450 mm de diâmetro é

de cerca de 1600 cm², sem recorrer-se à tarefa (nem sempre agradável) de “fazer as contas” indicadas pela equação (1) de 14.3.

Nessas condições, poderá ser dito que:— “a área de superfície circular com o exato diâmetro de 450 mm *calculada* com base no *ábaco* da Fig. 14.1, é de, aproximadamente, 1594 cm².”

A mesma coisa (e talvez mais objetivamente para aqueles não familiarizados com a linguagem dos “eleitos” por elevada sabedoria matemática) será compreendida da seguinte maneira:— “a área de uma roda” com 45 centímetros é de 1600 centímetros quadrados, *mais ou menos*, como se vê na *curva* da Fig. 14.1.

Evidentemente, essas considerações basearam-se num exemplo simples sobre a determinação de áreas de círculos. Alguns fenômenos não poderão ser definidos de maneira tão elementar (ver itens 2.7, 10.1, 10.7 e 10.8.1); entretanto, não exigirão, necessariamente, ser compreendidos de maneira mais complicada.

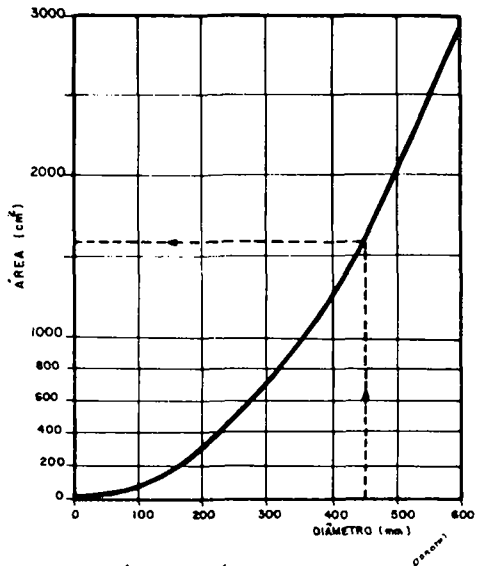


FIG. 14.1 - ÁREAS DE CÍRCULOS.

14.8 - ESFORÇOS DEVIDOS À PRESSÕES

No item 14.6, vimos que Pressão = Força/Área; conseqüentemente: Força = Pressão x Área

Na Fig. 14.2, admitamos que:

- a pressão externa (do ar) seja de 1 atm \cong 1 kg/cm² (ver item 14.6)
- a pressão interna (de gases, por exemplo) seja de 5 atm \cong 5 kg/cm² \cong 50 m.c.a.
- o orifício seja circular, com diâmetro de 15 cm
- a tampa inferior (hachurada), tenha peso de 1 kg

Nessas condições:

- a área do orifício \cong 175 cm² (Tab. 14.1 ou Fig. 14.1).
- Força externa sobre a tampa = pressão externa x área = 1 kg/cm² x 175 cm² = F (ext) = 175 kg (atuando verticalmente, de cima para baixo).

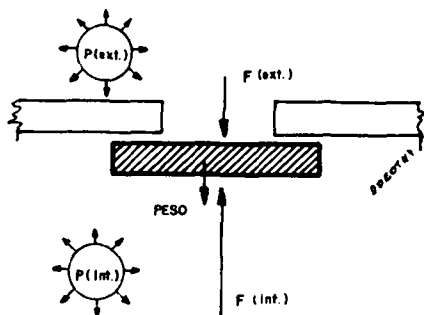


FIG. 14 2:- ESFORÇOS DEVIDOS À PRESSÕES

c) Força interna sobre a tampa = Pressão interna x Área = $5 \text{ kg/cm}^2 \times 175 \text{ cm}^2 = F(\text{int}) = 875 \text{ kg}$ (atuando verticalmente, de baixo para cima).

Assim, por efeito de diferença de pressões sobre a área do orifício, a tampa permanecerá fechada apesar de ter 1 kg de peso; ela somente se abriria (cairia) se o seu peso fosse maior que $875 - 175 = 700 \text{ kg}$.

OBS: Se a área do orifício fosse menor, a tampa “cairia” já com um peso inferior aos 700 kg (ver item 10.5.1).

14.9 - UNIDADES

O símbolo de qualquer unidade de medida deve vir desacompanhado de ponto ou da letra “s”.

Os símbolos das unidades devem ser escritos na mesma linha horizontal (mesmo alinhamento) em que vier escrito o número de unidades e não sob forma de expoente.

Outras Unidades Legais mais empregadas:

tempo	segundo	s
	minuto	min
	hora	h
massa	grama	g
	quilograma	kg
	tonelada	t
temperatura	Gráu Célsius	°C
intensidade de corrente elétrica	ampére	A
tensão elétrica	volt	V
potências	watt	W
	cavalo vapor	cv



CAPÍTULO 15

COMENTÁRIOS SOBRE CASOS REAIS

As fotografias seguintes procuram destacar alguns erros e acertos surpreendidos em obras de diversas regiões do país.

As soluções erradas, ou ao menos inconvenientes em alguns CASOS, estão sendo mostradas porque: “só os tolos aprendem errando”. Será muito mais simples, fácil e prático observar os erros dos outros, para não cometê-los também.

Para cada “CASO” selecionado é feita uma descrição sucinta da “SITUAÇÃO REAL” mostrada por fotografias, procurando-se relacionar os respectivos “COMENTÁRIOS” com os Itens e Figuras da 1ª Parte (teórica) deste Manual.

CASO 1

Situação real

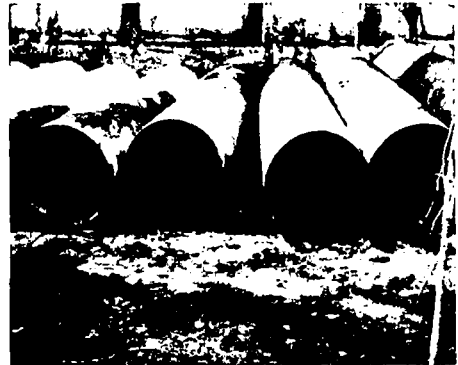
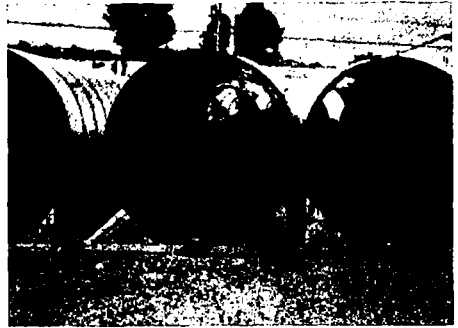
- Dois depósitos de tubos de aço.
- Revestimento asfáltico, interna e externamente.

Comentários

a) Numa das fotografias, nota-se que:

- Os calços dos tubos estão localizados nas extremidades, pois nessa região, eles não são revestidos para facilitar posteriormente a execução de solda no campo (ver item 8.1.5.6).
- Os tubos são mantidos convenientemente separados afim de que não se danifiquem os revestimentos externos (ver item 8.1.5.3).
- A região do depósito está absolutamente limpa e isenta de vegetação (ver item 3.1.2.3).

b) Na outra fotografia, a “vegetação rasteira” incendiou-se. Os demais cuidados, se é que foram tomados, de nada valem . . .



CASO 2

Situação Real

- Tubo de aço, em transporte rodoviário.
- Diâmetro de 1.500 mm.
- Revestimento asfáltico, interna e externamente.



Comentários

a) Entre o calço de madeira e o tubo é colocado um lençol de borracha destinado a melhor distribuir as pressões sobre o revestimento betuminoso externo (ver itens 4.2 e 8.1.5.3)



CASO 3

Situação Real

- Depósito de tubos de aço, revestidos interna e externamente.
- Camada simples, diâmetro de 1.000 mm.
- Camada dupla: diâmetro de 800 mm.



Comentários

a) A pequena espessura das paredes, não aconselhou a disposição em camada dupla dos tubos de maior diâmetro, já que a sua pequena rigidez poderia ocasionar a “Ovalização” dos tubos inferiores, dificultando as operações posteriores de soldagem no campo (ver item 8.1.5.6).

b) Os tubos de menor diâmetro (maior rigidez) foram dispostos em camada dupla, notando-se o cuidado de separá-los por calços de madeira para que os revestimentos externos não se danifiquem. Nota-se que houve a mesma preocupação com relação à camada inferior e o solo (cimentado).

c) O revestimento externo com papel

forte (kraft) de cor branca, tem por finalidade reduzir a absorção de calor dos raios solares que seria muito grande na cor preta (ver item 8.1.5.3).

d) Essa preocupação de fabricação atende principalmente a situação temporária dos tubos em depósito, já que, depois de assentados, excepcionalmente ficarão expostos às intempéries.

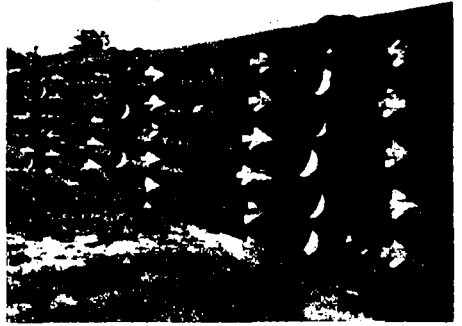
CASO 4

Situação Real

- Pilha de tubos de ferro fundido, com ponta e bolsa, cimentados internamente, de 300 mm.
- Posição alternada das pontas e das bolsas.
- Pilhas com 6 camadas, separadas por sarrafos de madeira, devidamente calçados nas extremidades.

Comentários

a) A altura da pilha foi limitada às 6 camadas, não tanto pelas condições de resistência dos tubos inferiores, mas principalmente para permitir a mais fácil movimentação do material superior (ver item 3.1.3.1).



b) A vegetação rasteira embora não constitua ainda um perigo, poderia ter sido controlada por meio de um leito de pedra britada. (ver item 3.1.3.1).

CASO 5

Situação Real

- movimentação de tubos de aço, revestidos.

Comentários

a) os equipamentos apropriados, ou adaptados, não permitirão que os tubos sejam arrastados, para que se conservem inalterados os revestimentos.



b) a sustentação sempre será feita por meio de ganchos, colocados nas extremidades não revestidas (Ver Fig. 4.4).

c) os berços de apoio, tanto no caminhão como no local do depósito, terão forma adequada aos tubos, devendo ainda apoiá-los apenas pelas extremidades não revestidas (Ver CASOS nºs. 2, 7 e 9).



CASO 6

Situação Real

– Transporte rodoviário de tubos de grande diâmetro de ferro fundido.

Comentários

a) Os tubos transportados em “jamanta”, formam pilhas de 3 camadas separadas por sarrafos de madeira.

b) As pontas ocupam posições alternadas com as bolsas.

c) As pilhas são amarradas com cabos de



aço, sem qualquer outra proteção suplementar (ver CASO nº 11 e item 4.2).

CASO 7

Situação Real

- Tubo de aço, em depósito.
- Diâmetro de 1.500 mm.
- Revestimento asfáltico, interna e externamente.

Comentários

- Pequenos sacos de areia são colocados entre os tubos e o chão a fim de melhor protegerem o revestimento externo.
- Essa proteção teria sido mais eficaz, se deslocada para a extremidade não revestida do tubo.
- Nota-se que a caiação externa foi removida, e o próprio revestimento um pouco danificado, provavelmente durante a colocação do tubo sobre a proteção.
- A pequena rigidez de grandes tubos de



aço, com reduzida espessura de parede, indica o contraventamento interno com madeira, durante as operações de transporte e armazenamento.

CASO 8

Situação Real

- transporte rodoviário de tubos de grande diâmetro, de ferro fundido.

Comentários

- Idem CASO nº 10...



CASO 9

Situação Real

– apoio de tubos de aço, revestidos.

Comentários

a) os breços de apoio poderão ser recortados na madeira, ou realizados, de maneira mais simples, por cunhas convenientes(Ver Fig. 4.4).

b) a finalidade principal será sempre evitar o contato direto com o revestimento, principalmente nas horas de maior calor do dia.

c) a posição do caminhão ao lado da pilha, além da prancha de madeira intermediária, mostram a intenção, não muito recomendável no caso, “de rolar” os tubos para o descarregamento (Ver Fig. 4.10).

d) evidentemente “serão tomadas todas as precauções necessárias” (compatíveis com a falta de equipamentos adequados), mas nem porisso o processo deixará de ser desaconselhável e os revestimentos provavelmente danificados.



CASO 10

Situação Real

— Transporte ferroviário de tubos de grande diâmetro, de ferro fundido.

Comentários

— As instalações apropriadas para a movimentação dos tubos (ponte rolante, etc.) facilitam bastante as operações de carga na fábrica. (Ver item 4.2).



CASO 11

Situação Real

— transporte por caminhão de tubos de aço revestidos.

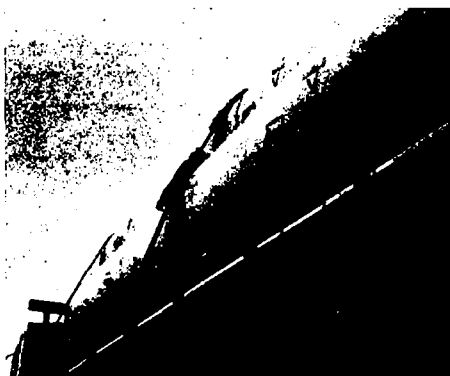
Comentários

a) a carga é amarrada à carroceria do caminhão, por meio de cordas ou cabos finos de aço.

b) nos trechos centrais, em contato com o revestimento, são colocados panos ou correias adequadas de lona (ver item 4.2).

c) tais preocupações tornam-se desnecessárias nas extremidades não revestidas dos tubos.

b) a população, com seus problemas cotidianos e particulares, fica indiferente às preocupações e detalhes do transporte de tubos; quando se detem para observar a passagem FESTIVA da CARAVANA, pensará:— “até que enfim, vão resolver o problema da falta de água na cidade, ao que parece...!”



CASO 12

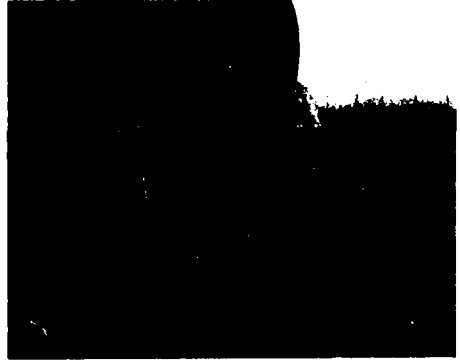
Situação Real

- Deposito de tubos de ferro fundido, com ponta e bolsa, de 400 mm.
- Erosão do terreno por águas pluviais.
- posição alternada das pontas e das bolsas.

Comentários

a) Antes do recebimento dos materiais, o terreno do depósito sofreu um serviço de terraplanagem.

b) Uma das pilhas de tubos de ferro fundido de grande diâmetro (e peso) foi colocada sobre um dos aterros da regularização.



c) A erosão indicada na Foto, obrigou à remoção (bastante trabalhosa), da pilha, para terreno mais firme (ver item 3.1.2.1).

CASO 13

Situação Real

- Deposito de tubos de ferro fundido, com ponta e bolsa, de 400 mm.
- Canaleta de desvio de águas pluviais

Comentários

– A erosão ocorrida sob outra pilha de tubos do mesmo material (CASO nº 12), indicou essa proteção complementar de desvio das águas pluviais.



CASO 14

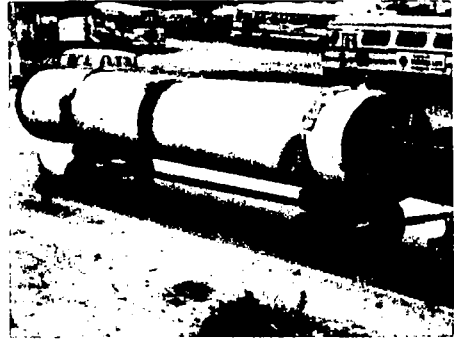
Situação Real

– Transporte de tubos de aço de 1.500 mm do depósito para a vala, já soldados.

Comentários

a) A fim de se reduzirem as difíceis operações de solda dentro de vala, foram soldados dois tubos no depósito e assim transportados em carreta apropriada e improvisada.

b) Nota-se a preocupação de proteger com panos os contatos entre os cabos de



amarração e o revestimento externo (Ver CASOS nºs. 2, 9 e 11).

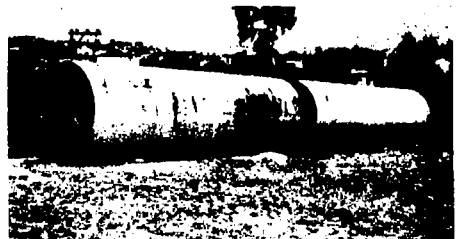
CASO 15

Situação Real

– Dois tubos de aço (1.500 mm) soldados num canteiro de serviços.

Comentários

à) Depois de soldados, com auxílio dos dispositivos mostrados no CASO nº 95 os tubos são depositados novamente no canteiro de serviços, com os mesmos cuidados recomendados na estocagem normal,



enquanto aguardam o transporte para a vala (ver CASO nº 7).

CASO 16

Situação Real

- Pilha de tubos de ferro fundido, cimentados internamente, com ponta e bolsa, de 600 mm.
- Posição alternada das pontas e das bolsas

Comentários

a) A colocação de mais uma camada, dificultaria muito a movimentação desses tubos de grande diâmetro e peso, dispostos em alturas consideráveis. (Ver item 3.1.3.1).



b) As duas camadas estão separadas entre si, e do contato direto com solo, através de sarrafos de madeira.

CASO 17

Situação Real

- Tubos de concreto armado, para emissário de esgotos
- Junta elástica, com anel de borracha.

Comentários

a) Ver item 8.1.4.



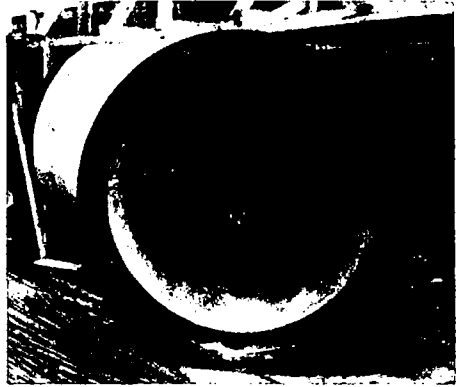
CASO 18

Situação Real

- Curva executada em chapas de aço, revestidas de concreto.
- Junta com anéis de borracha, para a mesma tubulação de emissário de esgotos do CASO nº 17.

Comentários

- a) Por uma tubulação desse porte, pode passar muita coisa (até uma bicicleta . . .).



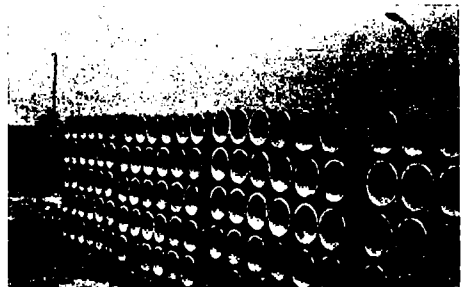
CASO 19

Situação Real

- Depósito de tubos de cimento-amianto de 300 mm.

Comentários

- a) A iluminação, mesmo quando remota, já auxiliará bastante a eventual movimentação noturna dos materiais (ver item 3.1.2.6.
- b) Evidentemente, a retirada dos mate-



riais das pilhas, se feita à noite, exigirá uma iluminação complementar através de lanternas portáteis.

CASO 20

Situação Real

– Transporte de tubos, utilizando equipamento especial de levantamento instalado em caminhão.

Comentários

– Uma simples corda, com resistência suficiente para suportar o peso (não muito grande) dos tubos de cimento-amianto, permite que a carga (ou descarga) do ca-



minhão, seja feita por uma só pessoa (ver item 4.2).

CASO 21

Situação Real

– Pilha de tubos de 200 mm.
– Material de fabricação: cimento-amianto.

Comentários

– A proteção externa com tinta betuminosa, não muito frequente para tubos de cimento-amianto, foi adotada para evitar danos eventuais provocados pela maior agressividade do solo na região do assentamento.
– A separação das camadas através de



sarrafos de madeira, com calços nas extremidades, permite a rápida contagem do material em estoque, além de, no caso, melhor proteger o revestimento externo.

CASO 22

Situação Real

– Deposito de conexões ao ar livre e de registro em ambiente coberto.

Comentários

a) Nota-se a preocupação do perfeito agrupamento de conexões iguais e dos espaços livre para o acesso e transporte de peças (Ver CASO nº 24).

b) Foi aproveitada, mas não necessaria-



mente, a área coberta existente para o depósito dos registros (Ver CASO nº 23).

CASO 23

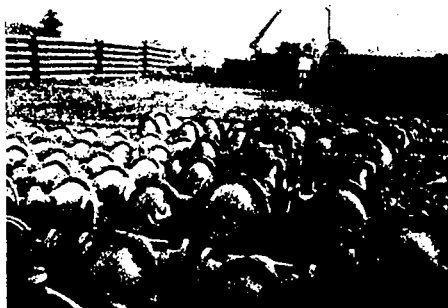
Situação Real

– Deposito de tubos, conexões e registros com e sem “by-pass”.

Comentários

a) Os espaços livres nem sempre poderão ser considerados como “desperdícios” de terreno, já que permitem a entrada de caminhões equipados com guincho para a descarga de peças pesadas (Ver item 3.1.2.1).

b) Os registros pintados externamente com tintas antiferruginosas, não precisam



ser depositados em locais cobertos, mesmo porque nas condições reais de trabalho, serão submetidos à situações bem mais desfavoráveis.

CASO 24

Situação Real

— “Amontoamento” de conexões de diversos diâmetros.

Comentários

— Se, por uma circunstância qualquer, a frente de serviço necessitar inicialmente da cruzeta localizada não só no centro de fotografia como das demais peças, a retirada daquela conexão exigirá um traba-



lho preliminar razoável... (ver item 3.2.5.2).

CASO 25

Situação Real

— Deposito de conexões de grande diâmetros.

Comentários

a) As “Fichas de Prateleira” foram convenientemente pintadas, de maneira bem legível, na parede. Esse “detalhe”, facilitará enormemente a procura de determinadas peças, evitando também a movimentação, por engano, de conexões semelhantes (ver item 3.2.3 e 7.6.3).

b) Ao que tudo indica, nessa obra não estão sendo utilizados materiais diferentes (cimento-amianto, ferro fundido, etc.) num mesmo diâmetro, pois essa distinção



não foi feita nas “Fichas de Prateleira”. Se tal ocorresse, seria também conveniente a indicação do tipo de tubo (ou fabricante) ao qual se adapta cada conexão.

c) Foi deixado um corredor na frente das peças, permitindo o acesso, e facilitando as operações de transporte (ver item 3.2.5.3).

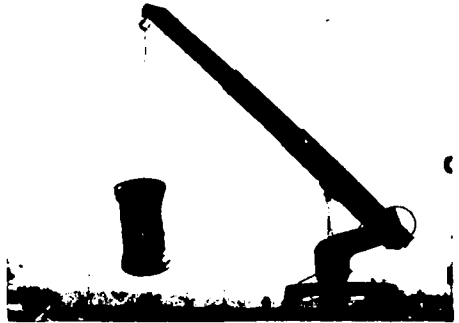
CASO 26

Situação Real

– Retirada de peça de ferro fundido, de grande diâmetro e peso, da carroceria de caminhão.

Comentários

– A elevação da cruzeta de ferro fundido, esta sendo feita através de cabo de aço bastante fino e devidamente fixado



na derivação posterior da conexão (ver item 4.2)

CASO 27

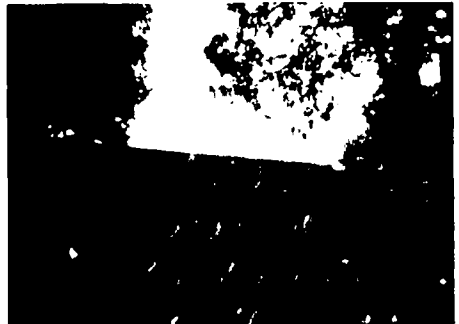
Situação Real

- Deposito de tubos plásticos, com aproveitamento de sombreamento natural de árvores.
- Sistema de empilhamento cruzado.

Comentários

a) A existência de árvores de grande porte poderá ser um dos fatores principais para a escolha de local de depósitos, se a quantidade de tubos de P.V.C. for relativamente grande (Ver item 3.1.2.3 e CASOS nºs. 28 e 29).

b) O empilhamento dos tubos cruzados, permite reduzir a estrutura de apoio lateral (Ver Fig. 4.7).



c) Os anéis de borracha estariam melhor protegidos em depósito fechado e escuro, que se aplicados em cada tubo como no caso da Fotografia (Ver itens 3.1.3.3 e 3.2.5.5).

CASO 28

Situação Real

- Pilha de tubos de P.V.C, de 75 mm.
- Cobertura com telhas plásticas.
- Construção de estrutura de madeira para apoio e suporte lateral dos tubos.



Comentários

- a) O sistema de empilhamento adotado, dispensou o emprego de ripas de separação de camadas, mesmo porque os tubos não são revestidos externamente (Ver Fig. 4.3 e 4.7).
- b) O madeiramento horizontal evitará o apoio direto dos tubos no solo, dispensando sua maior regularização; o vertical, à

ele fixado, permitirá o escoramento da pilha, de maneira simples e segura (Ver CASO nº 27).

- c) A cobertura formada por telhas leves de plástico foi colocada sobre pequena estrutura de madeira, apoiada diretamente e sobre os tubos. (Ver item 3.1.3.2 e Fig. 4.6).

CASO 29

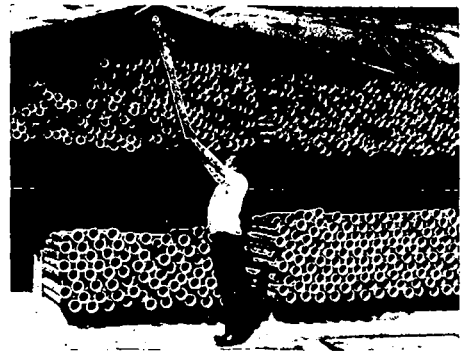
Situação Real

- Tubos plásticos, de ponta e bolsa, de 75 mm.
- Cobertura com lona para proteção, contra os raios solares.

Comentários

- a) Esse sistema de cobertura, geralmente bem mais precário que o apresentado no caso anterior, poderá ser empregado com vantagem quando o material for mantido em depósito apenas por pouco tempo.

- b) Nota-se na fotografia, a preocupação de dividir o material em duas pilhas verticais, para que os tubos inferiores não fiquem submetidos a uma carga externa



muito elevada.

- c) O fechamento vertical da pilha com lona, prejudicará a ventilação que poderia reduzir a temperatura do ambiente (Ver item 3.1.3.2).

CASO 30

Situação Real

- Tubo de poliéster, fibra de vidro e areia, com diâmetro de 600 mm.
- Classe 150.

Comentários

- O tubo de fabricação nacional, com lançamento recente no mercado brasileiro, dispensa qualquer tipo de revestimento (tanto interno, como externo). (item 8.1.6.2).
- As paredes, de espessura reduzida, são



bastante lisas internamente.

- O tubo da fotografia é do tipo ponta e bolsa, com junta elástica através de anel de borracha adequado.

CASO 31

Situação Real

- “Deposito” de tubos de concreto simples.
- “Deposito” de tubos de ferro fundido.

Comentários

- Nem sempre alguns cuidados são tomados na prática, por serem considerados excessivos e teóricos. (Ver item 3.1.3.1).
- Os “detalhes” nos tubos de concreto permitem avaliar, financeiramente, os resultados; a disposição geral do material de ferro sugere o mesmo desperdício.
- Todos os cuidados tomados durante a fabricação são desperdiçados dessa maneira.



CASO 32

Situação Real

– Depósito de tubos de cimento-amianto.

Comentários

a) Os cuidados tomados com as pontas, nem sempre serão exagerados... (Ver item 4.4.)



CASO 33

Situação Real

– Edificação provisória para localização da administração e de outros serviços de apoio à construção de rede de distribuição de água.

Comentários

a) Nem sempre, por serem provisórios, os “barracões” do canteiro deverão ser, necessariamente, mal acabados (Ver item 3.1.4).

b) Na Fotografia, as estruturas de madei-



ra (inclusive de suporte da caixa d'água), poderão ser facilmente desmontadas e utilizadas em outro local.

CASO 34

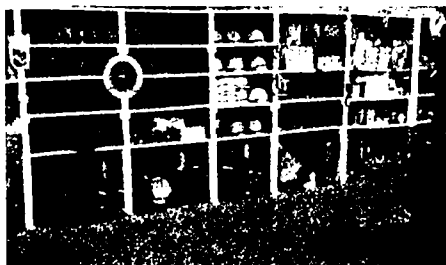
Situação Real

– Deposito de um canteiro de obras

Comentários

a) Os materiais e equipamentos de porte menor utilizados numa obra, tais como: capacetes de operários, lonas, roldanas para guinchos, ferramentas para soldas, válvula de pé para bomba de esgotamento, esmeril, etc., não precisam ser, necessariamente, jogados num “quartinho sujo e escuro” (Ver itens 3.1.3.3 e 3.2.5.6)).

b) Os cuidados mostrados na fotografia



são recompensados, fartamente, pela economia de tempo em procuras desordenadas do material depositado “em algum canto, debaixo de não me lembro bem o que”.

CASO 35

Situação Real

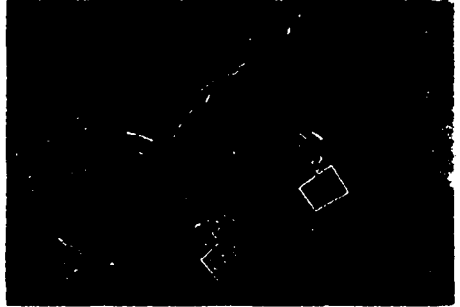
– Serra circular num canteiro de obra

Comentários

a) Atendendo à construção de um escoramento de vala, a frente de serviço foi equipada com uma serra circular em instalação precária, mas de atendimento imediato (Ver item 3.1.4.2)



CASO 36



Situação Real

- Anéis de borracha para tubos de cimento-amianto, formando grupos de 6 e de 50.
- Parafusos para flanges, amarrados em grupos de 4.

Comentários

Essa preocupação de formar grupos de materiais idênticos e em grande quantidade nos depósitos, facilitará não só o serviço de conferência de estoque, como também permitirá que as entregas sejam feitas rapidamente (Ver item 3.2.5.5).

CASO 37

Situação Real

- Pilhas de manilhas – ponta e bolsa (material cerâmico).
- Empilhamento sem sarrafos de separação entre camadas.

Comentários

a) Esse material, somente usado em sistema de abastecimento d'água para obras complementares (drenos, encaminhamento de águas de descargas, etc . . .), normalmente é armazenado conforme a Fotografia.

b) A separação das camadas por meio de



sarrafos de madeira, não trariam qualquer outro benefício aos tubos (que não contêm revestimento externo), senão o de facilitar a contagem do estoque.

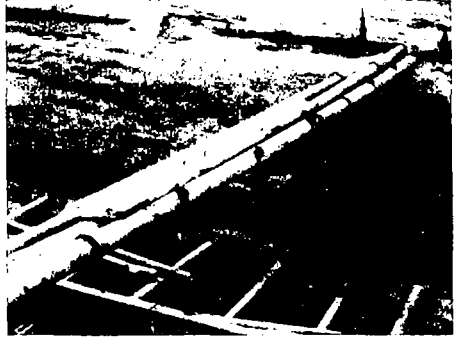
CASO 38

Situação Real

- Escavação de vala
- Tubulações ligando as baterias de ponteiros à bomba.

Comentários

- a) A tábua com pregos, colocada sobre as tubulações, convence melhor e mais rapidamente, que duas placas (uma em cada extremidade) com os dizeres convencionais: **PASSAGEM PROIBIDA**.



CASO 39

Situação Real

- Trecho danificado de via pública, revestida com paralelepípedos.
- “placa” de advertência.

Comentários

- a) No item 3.3.34 referente à “Sinalização Complementar”, são transcritas algumas recomendações do Código Nacional de Trânsito.
- b) A “Sinalização de Advertência” é tão



necessária quanto aquela destinada à orientação e desvio do tráfego (placas de barragem) (Ver itens 3.3.1 e 3.3.2).

CASO 40

Situação Real

– sinalização preventiva– tabuleta indicativa de “Homens Trabalhando” (Fig. 3.7).

Comentários

a) A colocação desta tabuleta muito próxima à obra servirá, se tanto, para surpreender o motorista com um obstáculo imediato (Ver item 3.3.4).

b) Contrariando a indicação, nenhum homem esta trabalhando, ao menos nas proximidades da placa.



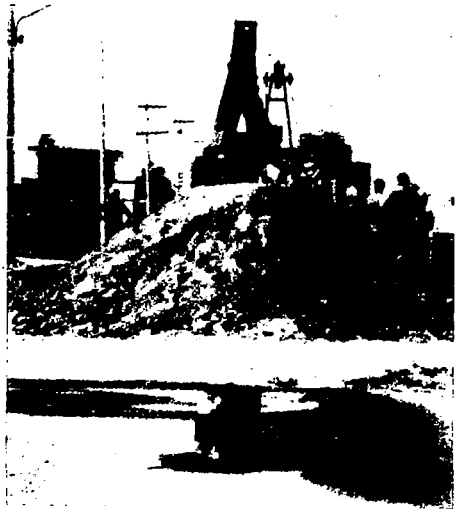
CASO 41

Situação Real

– Latas para iluminação de advertência noturna.

Comentários

a) Embora bastante rústica, independentemente do tamanho ou colocação das



latas, a boa intenção é louvável.

b) Os resultados também são satisfatórios, já que nenhum motorista deixará de enxergar o fogo à frente do seu veículo e poucos transeuntes sentirão qualquer atração para a apropriação indébita desses “equipamentos” (Ver item 3.3.3 e CASOS nº s 43 e 44).



CASO 42

Situação Real

– Sinalização diurna e noturna para o trânsito.

Comentários

a) O “Cone de Sinalização” e a placa de velocidade máxima (20 km/h), orientam o trânsito diurno (Ver Fig. 3.8 do item 3.3.4).

b) As lampadas vermelhas colocadas à noite no tapume de madeira, por precau-



ção contra os “amigos do alheio”, são retiradas durante o dia (Ver CASO nº 43).

CASO 43

Situação Real

– Lampada vermelha para sinalização noturna.

Comentários

a) Talvez pela cor, essa lampada tenha menor “mercado consumidor” podendo inclusive ser “esquecida” durante o dia na via pública, sem o perigo de ser levada pelos “amigos do alheio” (Ver item 3.3.3).



CASO 44

Situação Real

– Bocais para lampadas de iluminação e sinalização noturna.

Comentários

a) O pessoal da obra também sabe que as lampadas não são necessárias durante o dia ...

b) Ver CASO nº 43 e item 3.3.3.



CASO 45

Situação Real

- Sinalização em via pública.
- Placa de advertência.

Comentários

a) Se o motorista descuidado não avistar a placa em tempo, ao menos sentirá o obstáculo . . . (Ver item 3.3.2 e CASO nº 39).



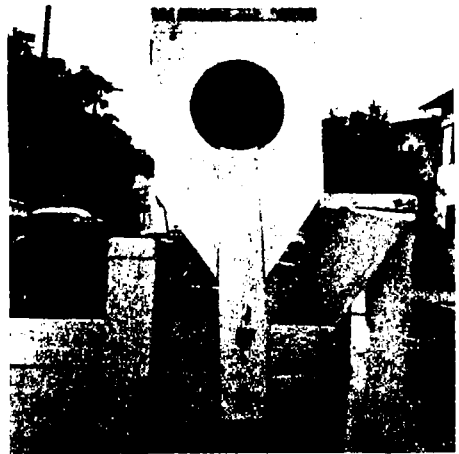
CASO 46

Situação Real

- Sinalização noturna.
- Energia elétrica próxima.

Comentários

a) Menos rústica que os “equipamentos” mostrados no CASO nº 41 e de execução mais simples que o da Fig. 3.5, a caixa de madeira encerra uma lampada branca comum, alimentada por um fio (parte superior esquerda).



b) Os orifícios circulares são revestidos com material translúcido vermelho, pro-

duzindo ótimos resultados como advertência noturna (Ver item 3.3.3).

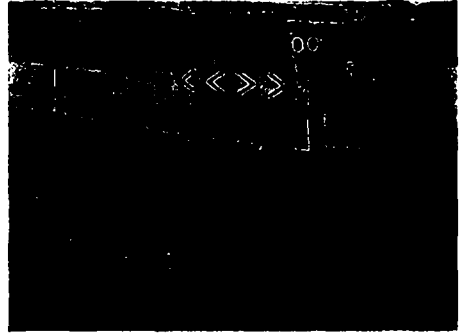
CASO 47

Situação Real

- Escavação de vala em via pública.
- Placa de barragem para bloqueio parcial.
- Sinalização noturna.

Comentários

- a) A sinalização dessa obra mereceu os cuidados necessários à boa sinalização.
- b) Conquanto a “placa de barragem para bloqueio parcial” não tenha as dimensões exatas indicadas no “Código Nacional de Trânsito”, destaca a informação dos sentidos possíveis aos veículos (Ver Fig. 3.4



do item 3.3.2).

- c) À noite, a obra será também percebida pelos motoristas que facilmente avistam a iluminação da caixa apropriada (Ver CASO nº 46 e item nº 3.3.3).

CASO 48

Situação Real

- sinalização em via pública.
- placa de barragem.

Comentários

- a) Embora fora de padronização, essas placas servem para alguma coisa (Ver Fig. 3.4).



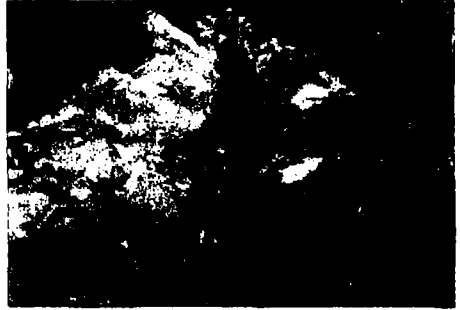
CASO 49

Situação Real

- Escavação em terreno com muita rocha.
- Vala para tubulação de cimento-amianto, de 150 mm.

Comentários

- Após a remoção da rocha, nota-se que o fundo da vala foi perfeitamente regularizada com material isento de pedras, formando uma perfeita base de assentamento para a tubulação de cimento-amianto (Ver 6.2.6).
- As pequenas curvaturas da vala, poderão ser acompanhadas pelas deflexões nas juntas dos tubos (Ver item 8.3.2 e Tab. 8.7 do item 8.1.2.9).



CASO 50

Situação Real

- idem CASO nº 49

Comentários

- A escavação encontra-se em fase intermediária de execução, tendo sido retirado manualmente, o material mais facilmente desagregável.
- Com o emprego de explosivos, será retirada a parte restante (Ver item 6.2.8).



CASO 51

Situação Real

— idem CASO nº 49.

Comentários

- a) As duas rochas que afloram de cada lado da vala, apresentaram uma falha providencial (no centro e à altura exata, da base de assentamento).
- b) Essa falha será muito bem aproveitada para a passagem “conveniente” da tubulação.
- c) A base de assentamento apresenta-se



perfeitamente regularizada, apesar do “terreno” de péssima qualidade.

CASO 52

Situação Real

- Escavação de vala para interceptor de esgotos em areia de praia.
- Rebaixamento do lençol freático por meio de ponteiras.

Comentários

- a) As ponteiras cravadas com espaçamento de cerca de 2 metros e ligadas à bomba assentada ao nível do terreno, permitem o rebaixamento do lençol d’água até profundidades superiores à 6 metros (Ver item 6.3.3).
- b) Nessas condições, a escavação foi realizada sem qualquer proteção lateral dos taludes (escoramentos). A inclinação dos taludes adotada inicialmente, era de 60° ; progressivamente foi aumentada, nos trechos subsequentes, até ângulos superiores a 75° .
- c) Na locação de obra desse tipo (esgoto funcionando por ação da gravidade), em terreno nítidamente plano, é de funda-



mental importância o nivelamento de precisão (Ver item 5.1).

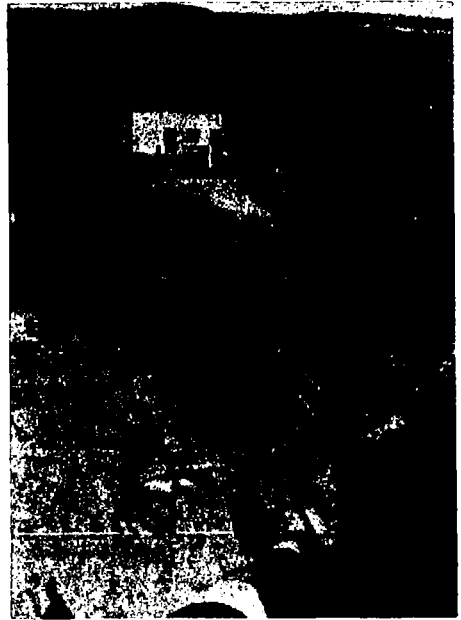
CASO 53

Situação Real

- Adutora por recalque, de cimento-amianto, com diâmetro de 200 mm.
- Fase de construção.

Comentários

- O trecho inclinado (1º plano da fotografia), foi escavado em rocha decomposta.
- No trecho horizontal (próximo à casa de bombas), a escavação e o esgotamento foram interrompidos, aguardando o esgotamento das águas do lençol freático, que é fartamente alimentado pela barragem (à esquerda da fotografia). O fato poderia ter sido previsto antes mesmo do início da escavação, e providenciado o equipamento necessário para o esgotamento.



CASO 54

Situação Real

- Abertura de valas nos dois lados da via pública.

Comentários

- o “bate-estacas” (lado direito da fotografia, crava os perfís metálicos do escoramento da vala, à ser escavada posteriormente (Ver CASOS nºs 70 e 71).
- a proteção de madeira do lado esquer-



do impede, ao menos em parte; que a terra da escavação bloqueie totalmente a rua.

CASO 55

Situação Real

- abertura de vala com profundidade superior à 2 metros.
- ausência de escoramento.
- locação: aproximadamente no terço médio da rua.

Comentários

- a) Não escorando uma vala dessa profundidade, a equipe encarregada da escavação confia demais na qualidade do terreno e na boa sorte do pessoal da montagem.
- b) Felizmente, o escorregamento do terreno lateral direito antecedeu a fase de assentamento da tubulação, mostrando que a equipe de montagem, realmente



tem boa sorte.

- c) Essas desobstruções são lentas porque devem ser feitas manualmente; a volta da pesada retro-escavadeira ao local mostra-se perigosa para a estabilidade da obra e do próprio equipamento (Ver item 6.3.1).

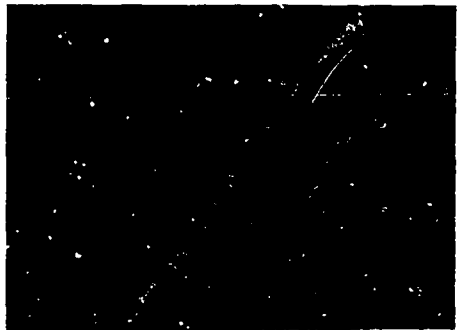
CASO 56

Situação Real

- “Boca de lobo” de galerias de águas pluviais.
- Terra de escavação de vala.

Comentários

- a) Qualquer construtor de redes, medianamente instruído sobre problemas de obstrução, sabe que a terra proveniente das escavações não deveria apresentar a possibilidade de ser carregada pelas águas das chuvas para as galerias de águas pluviais.



- b) Sabe, mas nem sempre aplica seus conhecimentos, mesmo porque, os problemas futuros já não serão seus... (Ver item 6.2.7).

CASO 57

Situação Real

- Vala aberta no terço médio da rua.
- Tubulação de rede antiga de abastecimento d'água.

Comentários

a) A locação dos tubos da rede de água num dos terços da rua, reserva o outro terço para as tubulações de esgoto sanitário, mantendo entre elas uma distância razoável (Ver Fig. 5.2 do item 5.2).

b) Essa disposição permite ainda a colocação das galerias de águas pluviais nas proximidades da sarjeta.

c) A ausência (ou imperfeição de anotações) de um cadastro da rede existente, dificulta os trabalhos de assentamento de novas tubulações (Ver item 11.2).

d) Durante os trabalhos de escavação mecânica da vala, foi notado (com surpresa) que por ali já passava uma tubulação (á



pequena profundidade)

e) Como o fornecimento d'água não poderia ser interrompido por muito tempo, foi improvisada a adaptação conveniente (Ver item 6.3.4).

f) O material da escavação está depositado nos dois lados da vala (Ver item 6.2.7 e CASOS nºs 62, 72, 73 e 74).

g) Durante o reaterro, a fiscalização tomará precauções especiais, para que as pedras de maiores dimensões não sejam lançadas ao menos nas primeiras camadas próximas aos tubos (Ver item nº 9).

CASO 58

Situação Real

- Escavação de vala em rua pavimentada.
- Deposição do material escavado de um só lado da vala.

Comentários

a) Deposição correta de terra escavada sempre no mesmo lado da vala, deixando



livre o outro para as operações de assentamento.

b) A mistura das placas de asfalto e pedra britada com a terra de escavação, exigirá

cuidados especiais no reaterro, para que esses materiais sólidos de grandes dimensões não sejam lançados, ao menos nas camadas mais profundas e próximas aos tubos (Ver itens 6.2.7 e 9.1.1).

CASO 59

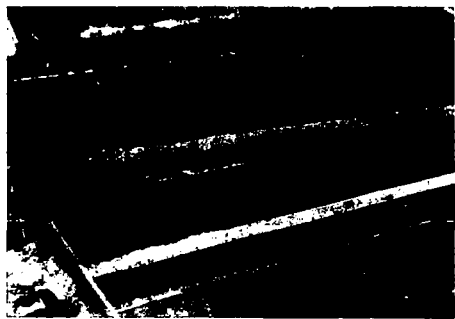
Situação Real

- Concretagem de grande interceptor de esgotos.
- Escoramento da vala.
- Tubulação da rede de distribuição de água potável, situada transversalmente à vala.

Comentários

a) Durante a escavação “apesar dos cuidados tomados”, a escavadeira mecânica, quase rompeu o tubo da rede, amassando-o na região próxima à junta.

b) Em situações semelhantes, conquanto sejam tomadas “todas as precauções”, será sempre interessante adotarem-se algumas medidas preventivas eventualmente



necessárias (Ver item 6.3.4).

c) O escoramento contínuo da vala, realizado com tábuas horizontais (Fig. 6.13), utiliza longarinas (longitudinalmente) e estroncas (transversalmente) metálicas.

d) O esgotamento foi interrompido por um momento, notando-se a rápida inundação do fundo da vala.

CASO 60

Situação Real

- Abertura de vala para construção de grande interceptor de esgoto.
- Interferência na execução da obra (transversalmente à vala) de:
 - 1) grande tubulação de ferro fundido, de 500 m, para distribuição de água.
 - 2) aproximadamente no mesmo sentido, tubulação de ferro fundido, mas de menor diâmetro, até o poço de visita na fotografia.
 - 3) tubulação de concreto, com cerca de 1,00 m de diâmetro, até o poço de visita na fotografia.
 - 4) tubulação idêntica e paralela, sem passar pelo poço.

Comentários

- a) Abaixo dessas cinco estruturas, está



sendo concretado um grande interceptor de esgotos.

- b) A situação especial não pode ser evitada nesse trecho, principalmente pela existência das duas tubulações de concreto, utilizadas no escoamento das águas de um pequeno riacho alí canalizado (Ver item 6.3.4).

CASO 61

Situação Real

- Escavação manual de trecho de vala de rede de distribuição d'água.
- Galeria de água pluvial, transversalmente à vala.

Comentários

- a) Para a rede de distribuição dessa cidade, foi adotado o valor de 1,00 m para o recobrimento mínimo dos tubos (Ver item 6.2.3).
- b) Alguns trechos deverão ser aprofundados para a transposição inferior dos obstáculos (Ver item 6.3.4 e CASO nº 63).



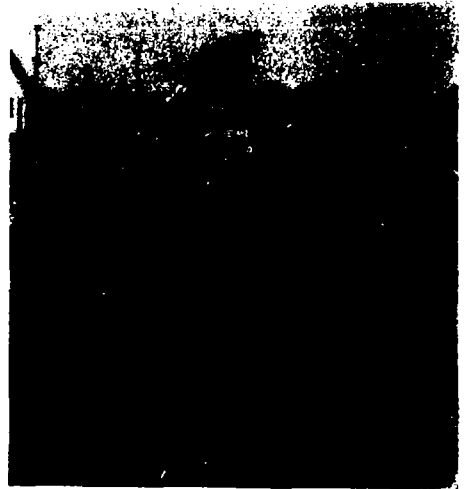
CASO 62

Situação Real

- Escavação mecânica da vala, com retro-escavadeira.
- Profundidade da vala: 1,00 m.
- Tubos de cimento-amianto, com 150 mm de diâmetro.

Comentários

- A qualidade do solo facilmente desagregável, permite a vantajosa utilização da escavação mecanizada (Ver item 6.2.1).
- Os tubos colocados provisoriamente na sarjeta, ficam menos sujeitos a eventuais danos causados pela retro-escavadeira, que pelas crianças dos arredores ou



pelas águas servidas escoadas superficialmente (Ver item 7.6.2).

CASO 63

Situação Real

- Idem caso anterior.
- Complementação da escavação por processo manual.

Comentários

- A regularização do fundo da vala ou eventuais obstáculos como galerias de águas pluviais, muitas vezes exigem processos manuais de escavação.



CASO 64

Situação Real

- Escavação de vala com escavadeira mecânica.
- Largura e profundidade da vala: cerca de 5 metros.
- Construção de grande interceptor de esgotos.



Comentários

- a) Idem comentário “a” do CASO nº 62.

CASO 65

Situação Real

- escavação mecânica de vala.
- adutora.

Comentários

- a) Também para adutoras, em terrenos de consistência adequada e em locais de acesso razoável, são utilizados os equipamentos apropriados nos pesados serviços de escavação de valas.



- b) nessas condições, os altos rendimentos

conseguimos, tornam muito econômica a aplicação dos equipamentos especiais.

CASO 66

Situação Real

- abertura de vala para assentamento de coletor de esgoto.
- escoramento vertical descontínuo.
- profundidade: cerca de 2 metros.

Comentários

- A profundidade relativamente reduzida da escavação e a consistência natural do terreno, permitiram o escoramento descontínuo da vala.
- Embora a largura da vala não defina a necessidade de escoramento, permitirá a utilização de estroncas também de madeira.



- Ver item 6.3.1 e CASOS nºs: 68 e 121.

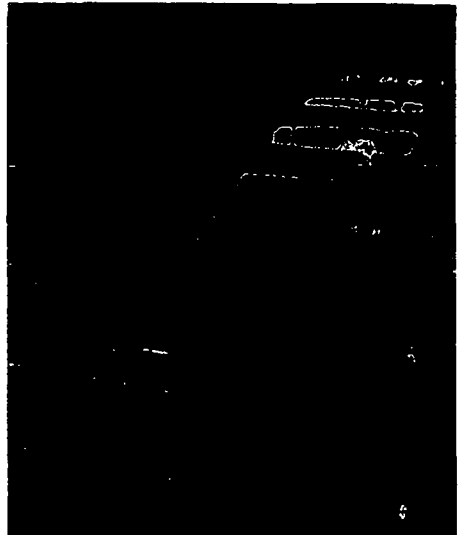
CASO 67

Situação Real

- Escavação de vala.
- Escoramento vertical contínuo com pranchão de madeira: longarinas e estroncas também de madeira.

Comentários

- Nesse escoramento, não foram utilizados perfis metálicos (Ver Figs. 10.10 e 10.11).
- A interrupção da obra (e do esgotamento) ocasionou a inundação pela água do lençol freático (Ver item 6.3.3).



CASO 68

Situação Real

- Escavação de vala.
- Escoramento vertical contínuo com perfis metálicos; longarinas e estroncas de madeira.

Comentários

a) A largura relativamente reduzida da vala, permitiu a utilização de estroncas de madeira (Ver des. 6.10 e 6.11 do item 6.3.1).



CASO 69

Situação Real

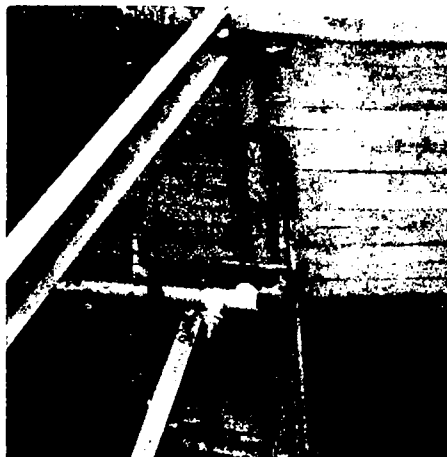
- Escavação da vala para interceptor de esgoto.
- Escoramento horizontal contínuo.
- Esgotamento da água do lençol freático através de “ponteiras”.

Comentários

a) Idem comentário “c” do CASO nº 59.

b) Percebe-se nitidamente na fotografia o nível d’água do lençol freático umedecendo o madeiramento.

c) O esgotamento dessa água esta sendo efetuado por ponteiras, constituídas por tubos verticais (cerca de 1”), cravados com filtros no fundo da vala, e ligados por mangotes flexíveis à uma única tubu-



lação horizontal, de maior diâmetro, que vai à uma bomba centrífuga comum (fora da fotografia). (Ver CASO nº 52 e item 6.3.3).

CASO 70

Situação Real

- Início de escavação da vala para interceptor de esgotos.
- Escoramento vertical contínuo com perfis metálicos (1º plano à direita).
- Escoramento horizontal contínuo com tábuas (2º plano, à direita).

Comentários

- Nesse trecho de obra, estão sendo utilizados os dois materiais de escoramento: perfis metálicos e tábuas (Ver Fig. 6.11 e 6.13).
- A água do lençol freático, alimentado



por um riacho que corre à direita da fotografia, atravessa facilmente o escoramento, inundando a vala (Ver item 6.3.3).

CASO 71

Situação Real

- Escavação de vala para interceptor de esgotos.
- Escoramento horizontal contínuo com madeira; longarinas e estroncas metálicas.

Comentários

- Observa-se nessa obra que as estroncas (peças transversais) são colocadas após a escavação ter atingido certa profundidade, limitada pelas condições de auto-sustentação de cada parede vertical e, evidentemente, do próprio terreno (Ver Fig. 6.13).
- As estroncas, além de dificultarem o processo mecânico de escavação e retirada de terra, não poderão ser colocadas nas



partes mais baixas da vala (justamente onde as ações do terreno serão maiores), pois impediriam também a concretagem do interceptor.

- As partes enterradas dos perfis metálicos verticais, resistirão aos esforços provocados pelos empuxos do terreno.

CASO 72

Situação Real

- Tubos de cimento-amianto.
- vala escavada.

Comentários

a) Os tubos foram "revestidos" externamente com uma pintura asfáltica, prevenindo qualquer efeito agressivo do solo local (Ver CASO nº 21).

b) As tábuas transversais asseguram (embora em caráter precário) o acesso às casas (Ver item 7.4).

c) O material da escavação foi depositado



nos dois lados da vala, não prevenindo um local relativamente limpo para o depósito dos tubos antes do lançamento (Ver itens 6.2.7 e 7.6.2 e CASOS nºs 62,68,73 e 82).

CASO 73

Situação Real

- Disposição dos materiais ao longo da vala, antes do assentamento.
- Tubos e luva de cimento-amianto.

Comentários

a) O tubo colocado na sargeta poderá ser contaminado por águas não muito puras (Ver item 7.6.2).

b) Os outros tubos e luvas, necessitarão uma inspeção e, eventualmente, limpeza, antes do assentamento.

c) Como se vê a inspeção final antes do assentamento e a desinfecção da rede de distribuição d'água, nem sempre são exi-



gências apenas teóricas. (Ver item 13.1, 13.2 e 13.3).

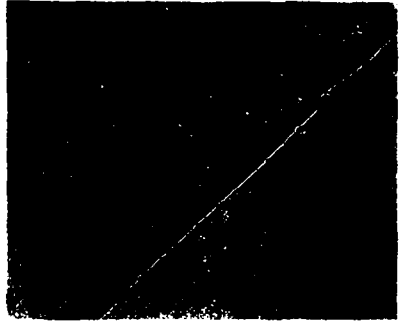
CASO 74

Situação Real

— Colocação dos tubos e luvas de cimento-amianto na sarjeta, ao lado da vala.

Comentários

a) A colocação dos tubos e luvas sobre a calçada teria sido uma solução mais recomendável (Ver item 7.6.2 e CASOS nºs 62, 72 e 73).



CASO 75

Situação Real

— Demonstração de execução de uma junta de chumbo, em tubos de ferro fundido.
— Cachimbo especial (Fig. 8.24).

Comentários

a) Na prática, nem sempre será conseguida uma argila com as características de plasticidade, resistência e aderência necessárias à confecção de cachimbo indicado na Fig. 8.18. do item 8.1.1.3.

b) A execução do cachimbo segundo as indicações e cuidados apontados na Fig. 8.24 do item 8.1.1.3, pode ser facilitada:
1) umedecendo com argila a corda formadora do canal de escoamento;
2) retirando essa corda cuidadosamente, para formar um “funil” na parte superior;



3) vertendo nesse “funil” o chumbo derretido.



CASO 76

Situação Real

– ferramentas utilizadas para a confecção de uma junta de chumbo.

Comentários

a) além da “concha” (Fig. 8.21) e “estopedor” (Fig. 8.17), são indicados diversos tipos de rebatedores e talhadeiras (Fig. 8.20) usados na execução de junta de chumbo’



CASO 77

Situação Real

– falha na junta de chumbo.

Comentários

a) a chumbação feita segundo os procedimentos indicados no CASO nº 75, foi precedida de um umedecimento artificial com água e introdução de óleo no canal de escoamento do chumbo.

b) a quantidade excessivamente grande de água colocada na junta, mesmo quando misturada com óleo, impediu que o chumbo derretido atingisse a parte inferior da bolsa (Fig. 8.24 – item 8.1.1.3)



c) menores quantidades de água igualmente misturada com óleo, permitiram resultados satisfatórios, com o chumbo atingindo toda a periferia da junta.

CASO 78

Situação Real

- Tubulação de grande diâmetro (cerca de 800 mm), de ferro fundido.
- Tubos de ponta e bolsa.
- Junta de chumbo (8.1.1.3).

Comentários

a) O pequeno vazamento (junta “chorando”) já ocorreu, ao menos uma vez, no mesmo local, como indicam as irregularidades da parte úmida da chumbada, produzidas pelo rebatedor.

b) A preocupação de um acabamento excessivamente perfeito (na parte seca), com o desbaste de todo excesso de



chumbo existente na primeira chumbada, torna obrigatório e relativamente mais difícil, o “afundamento” do material existente no fundo da bolsa, quando necessário rebater novamente a junta (Ver item 8.1.1.3 e Fig. 8.19).

CASO 79

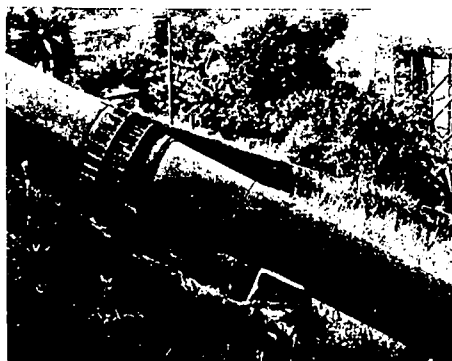
Situação Real

- Tubulações de aço.
- assentamento aéreo, sobre pilares.
- trecho inclinado.
- junta de dilatação (expansão).

Comentários

a) o assentamento aéreo da tubulação (do primeiro plano da fotografia), permitiu a utilização de um tipo simples de revestimento externo à base de pintura apropriada (Ver CASO nº 81); a mesma simplificação não foi aproveitada na outra tubulação também de aço (do 2º plano da foto), com revestimento betuminoso.

b) embora assentada num plano bastante inclinado, a tubulação não está atirantada



ao pilar de apoio (Ver Figs. 10.5 e 10.10).

c) os efeitos das dilatações provocadas por variação de temperatura, são absorvidos por juntas apropriadas (Ver CASOS nºs 80 e 81).

CASO 80

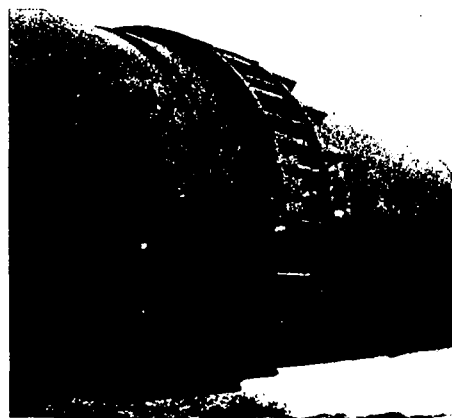
Situação Real

- junta de dilatação (expansão) para tubulação de aço (cerca de 800 mm).
- pintura protetora, à base de Epoxy.

Comentários

a) Ao contrário da junta mostrada no CASO nº 81, esta aparenta rigidez bem maior, sendo inclusive reforçada por perfis longitudinais.

b) A pintura de tubulação com tinta apropriada, além de assegurar igual proteção contra os efeitos da corrosão, tem aplicação muito mais simples que o revestimento betuminoso (Ver item nº 8.1.5.3).



c) os serviços de manutenção e conservação (inclusive do proprio revestimento) também são facilitados nessas tubulações aéreas.

CASO 81

Situação Real

- junta de dilatação (expansão) para tubulação de aço (cerca de 800 mm).
- revestimento betuminoso espesso.

Comentários

a) embora os parafusos da junta dessa fotografia não fiquem sujeitos à grandes esforços longitudinais, não permitem a mesma rigidez do conjunto mostrado no CASO nº 80.

b) o revestimento betuminoso de grande espessura (nem sempre o mais recomendável para tubulações não enterradas), deve ter sido aplicado com o asfalto relativamente frio (Ver item 8.1.5.3).



CASO 82

Situação Real

- junta Gibault, para tubos de ferro fundido, de cerca de 500 mm.

Comentários

a) A tubulação de ferro fundido, exposta à variações razoáveis de temperatura provocadas principalmente pelo calor do sol, sofre, consequentemente, dilatações apreciáveis (item 8.1.1.1.d).

b) Se essas dilatações forem impedidas, os esforços criados são elevadíssimos; por esse motivo prefere-se não tentar impedir



as movimentações, mas apenas controlar os efeitos indesejáveis (vazamentos), através de juntas apropriadas, (Ver Fig. 8.38).

CASO 83

Situação Real

– junta especial de dilatação para tubulação de ferro fundido, com cerca de 500 mm.

Comentários

a) A tubulação de recalque, assentada num aterro recentemente construído e que sofria abatimento progressivo, deslocava-se constantemente na direção das bombas, prejudicando o seu funcionamento e mesmo alinhamento.

b) A ancoragem da tubulação mostrava-se difícil, já que o material de aterro, ainda em processo de acomodação, não oferecia condições apropriadas de resistência necessária.

c) Na junta improvisada, os dois flanges externos são soldados aos dois ramos da tubulação seccionada na região central.

d) Os dois flanges menores e internos, limitam um toco também de ferro fundido,



com diâmetro superior ao da tubulação, envolvendo a corda alcatroada responsável pela estanqueidade da junta.

e) O flange menor e da direita, pode ser comprimido contra o toco por meio de parafusos, tendo a função de “preme-gaxeta”.

CASO 84

Situação Real

– solda em tubos de aço, com 800 mm de diâmetro, revestidos externa e internamente.

– sistema de acoplamento e de apoio.

Comentários

a) analogamente ao detalhe mostrado no CASO nº 80, os tubos são mantidos na posição conveniente de soldagem, por meio de talha, corrente e larga correia de lona, suportados por uma estrutura simples e facilmente deslocável (cavalete ou “tripé”).



b) os trechos concluídos (2º plano da fotografia) já foram descidos para o fundo da vala.

c) evidentemente, o cavalete não foi utilizado nessa operação de "descida suave" para o fundo da vala, mesmo porque sua

estrutura é insuficiente para suportar o peso total da tubulação; muito mais cômodo, porém prejudicial ao revestimento, terá sido o "corte" das extremidades dos "estais" (Ver item 8.1.5.6 e CASOS nºs 90 e 91).

CASO 85

Situação Real

– Execução de solda em tubos de aço, colocados fora da vala.

Comentários

a) Sempre que possível, dependendo dos diâmetros e de outras condições locais do terreno, dois ou mais tubos são soldados entre si fora da vala, sendo o conjunto descido depois para a posição definitiva de assentamento (Ver CASO nº 86).



CASO 86

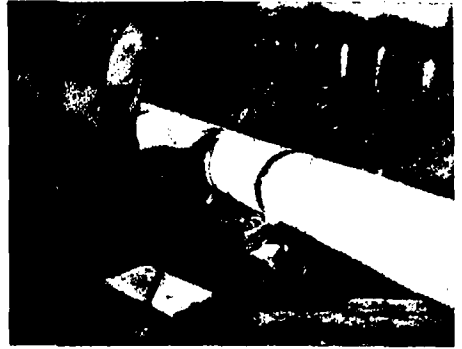
Situação Real

— execução de solda em tubos de aço, colocados acima da vala.

Comentários

a) O conjunto de três tubos já soldados entre si fora da vala (Ver CASOS nºs 87, 88, 85) é colocado sobre apoios transversais de madeira, e em sequência à tubulação igualmente apoiada.

b) nessas condições, a solda na parte inferior do tubo pode ser executada num es-



paço razoável para o soldador no interior da vala (Ver CASOS nºs. 89 e 95).

CASO 87

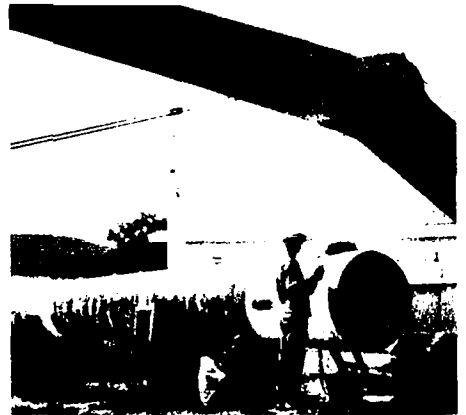
Situação Real

— Solda de um Tê em tubulação de aço de grande diâmetro.

Comentários

a) o ajudante do soldador remove as escórias depositadas sobre o cordão de solda, com martelo e talhadeira (Ver item 8.1.5.6).

b) essa operação, de grande importância para a constatação das falhas mais grosseiras, deveria ser executada pelo próprio soldador.



c) as estruturas de madeira permitem o apoio razoável da tubulação.

CASO 88

Situação Real

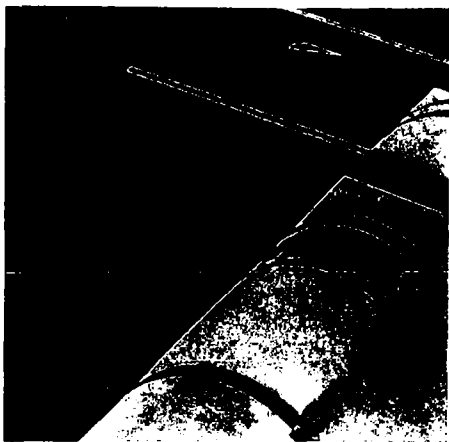
– Dispositivos de apoio de tubos de aço para soldagem num canteiro de serviço.

Comentários

a) Um dos tubos é imobilizado no apoio fixo (1º plano); o outro apoia-se nos “carinhos”, podendo também sofrer pequenos deslocamentos verticais para ajustagens, através da estrutura de madeira (2º plano) (Ver item 8.1.5.6).



CASO 89



Situação Real

– Vala para tubulação de aço de 1.500 mm.
– “Cachimbo” ou “nicho” para execução das soldas.



Comentários

a) Não só lateralmente, como também no fundo da vala, são deixados espaços “suficientes” para a movimentação do soldador (Ver Fig. 6.9 do item 6.2.6; e item 8.1.5.6 e CASO nº 86).

CASO 90

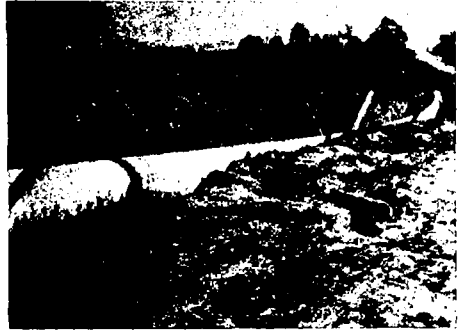
Situação Real

- tubulação de aço, com 800 mm.
- revestimento externo.
- descida para o fundo de vala.

Comentários

a) os seis “estais” de madeira que apoiavam a tubulação acima da vala, para as operações de solda, tiveram suas extremidades cortadas para a “descida suave” do material (Ver item 8.1.5.6).

b) esses apoios de madeira, surpreendidos em posição inclinada, ainda entre a tubulação e as paredes verticais da vala, indicam a nítida indiferença com o revestimento externo dos tubos.



c) se não forem refeitos os revestimentos danificados pelos “estais” inadequadamente retidados, terão sido incoerentes os cuidados de proteção das regiões das soldas (Ver item 8.1.5.8).

CASO 91

Situação Real

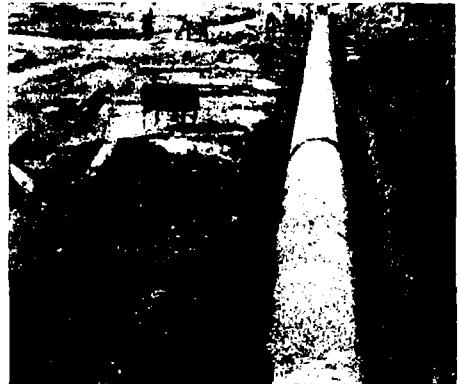
- assentamento de tubulação de aço, 800 mm.
- revestimento interno e externo.
- fogão para aquecimento do revestimento asfáltico das juntas (soldas).

Comentários

a) as operações de soldas são facilitadas pela colocação dos tubos acima da vala, apoiados em “estais” de madeira (2º plano da fotografia).

b) os trechos com soldas já revestidas, são descidos para o fundo da vala (1º plano da fotografia).

c) o fogão para o aquecimento do mate-



rial asfáltico nas regiões das soldas, se utilizado muito próximo aos tubos, poderá aquecer, inconvenientemente, o revestimento de fábrica.

CASO 92

Situação Real

- revestimento betuminoso.
- junta soldada em tubos de aço.

Comentários

a) após a conclusão da solda, a região não revestida (tanto interna, como externamente) receberá a mesma proteção das partes restantes da tubulação (Ver item 8.1.5.8).

b) o asfalto será aplicado “à quente”, em temperatura suficiente para que atinja a parte inferior, em estado ainda fluido (Ver CASOS nºs. 81 e 93).



CASO 93

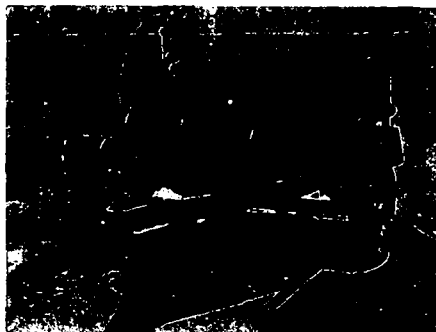
Situação Real

- Equipamento para preparação do revestimento betuminoso.

Comentários

a) Após a soldagem dos tubos de aço, as regiões das soldas deverão ser revestidas, tanto interna como externamente (Ver item 8.1.5.8).

b) O equipamento indicado destina-se a manter aquecido o material do revesti-



mento, dando-lhe a fluidez necessária para aplicação (Ver CASOS nºs. 81 e 92).

CASO 94

Situação Real

- Tubulação de aço de 1.500 mm, revestida externa e internamente.
- Escada para descida ao fundo da vala.

Comentários

- Os pés da escada, embora tenham sido adaptados, aparentemente não tem área suficiente para melhor distribuírem os pesos ao revestimento, sem danificá-lo.
- Se isso ocorrer, terão sido inúteis os cuidados tomados no trecho mostrado indicado no CASO nº 95, já que a agressão (corrosão) externa ao material dos tubos,



romperá a adutora na região aqui apontada.

CASO 95

Situação Real

- Assentamento de tubos de aço com 1.500 mm de diâmetro, revestidos externa e internamente.
- Sistemas de acoplamento dos tubos.

Comentários

- O tubo é levado à posição correta para soldagem, através de talhas com correntes, apoiado em larga correia de lona aplicada na extremidade não revestida.
- A pequena “ovalização” durante o transporte, armazenamento (ou mesmo fabricação), é corrigida no campo por meio de braçadeira metálica, até que as duas faces se ajustem suficientemente para a soldagem (Ver item 8.1.5.6).



c) Oportunamente, a escada apoia-se numa estronca do escoramente, para não danificar o revestimento dos tubos (Ver item 8.1.5.3, CASO nº 94 e Fig. 6.10).

CASO 96

Situação Real

- Adutora de aço, 1.500 mm.
- Locação de curva em rua asfaltada.

Comentários

a) Um erro topográfico de locação obrigou à execução de mais uma solda para a correção da deflexão real.

b) A consistência natural do terreno, permitiu a utilização do escoramento vertical descontínuo (Ver Fig. 6.12 do item 6.3.1 e CASO nº 121).

c) Nessa obra, a espessura das paredes dos tubos foi determinada contando com a resistência do material do reaterro. Este será feito hidráulicamente, com areia devidamente adensada, sob controle rigoroso (Ver item 9.3).

d) Nota-se a preocupação de limpeza ab-



soluta nas regiões laterais da vala (Ver item 7.6.2).

CASO 97

Situação Real

- assentamento de tubos de cimento-amianto, 150 mm.
- preparação de “nicho” ou “cachimbo”, no fundo da vala.

Comentários

a) Depois de escavada a vala e regularizada a sua base, a fim de que as ondulações ou pedras não constituem pontos de apoio da tubulação, provocando esforços concentrados nesses pontos, são preparados os “cachimbos” para as luvas (Ver Fig. 6.8 e 6.9).

b) Essa preocupação acertada é satisfeita,



facilmente nos casos de tubulações de pequeno diâmetro, por um simples rebaixamento executado com pá, e que evita a

concentração dos esforços nas luvas, se apoiadas diretamente sobre o fundo da vala (Ver CASO nº 89).

CASO 98

Situação Real

— assentamento de tubulação de grande diâmetro.

Comentários

a) Algumas vezes o tubo já assentado precisa sofrer pequenos deslocamentos para que se coloque em posição favorável à montagem de uma conexão, por exemplo.

b) esses deslocamentos são auxiliados por cordas e apoios de madeira, colocados transversalmente sobre as bordas da vala.

c) essas atividades impedem que a montagem seja feita em condições de “absoluta limpeza”, muito importante sobre os as-



pectos sanitários e de desinfecção da linha (Ver itens 12.2 e 12.3), mas impraticável em circunstâncias especiais.

CASO 99

Situação Real

— tubo de cimento-amianto com 400 mm de diâmetro.
— corte com serra manual.

Comentários

a) Durante as operações de montagem, os tubos de cimento-amianto podem ser cortados facilmente com serras manuais comuns.



CASO 100

Situação Real

- descida de tubo de ferro fundido para o fundo da vala.
- utilização de retro-escavadeira para a operação.

Comentários

- a) a aplicação de um cabo de aço ao braço movel da retroescavadeira, permite sua utilização bastante oportuna também nessas atividades.
- b) inocente ou temerariamente, o operá-



rio dentro da vala expõe-se a um risco tão remoto quanto inútil.

CASO 101

Situação Real

- assentamento no terço médio da rua.
- tubulação com cerca de 400 mm.
- vala sem escoramento.

Comentários

- a) a vala, com cerca de 1,40 m de profundidade, permite um recobrimento de 1,00 m (Ver Fig. 6.3 do item 6.2.3).
- b) a forma retangular da Secção transversal da vala e a ausência de escoramento, indicam a boa qualidade do terreno natural (Ver Fig. 6.4 do item 6.2.5).
- c) a regularidade perfeita da base de as-



sentamento e a largura necessária apenas às atividades de montagem, indicam a ótima qualidade da equipe encarregada dos serviços (Ver itens 6.2.4 e 6.2.6).

CASO 102

Situação Real

- tubulação de ferro fundido, com cimentação interna, 300 mm.
- assentamento sob a calçada.

Comentários

a) Embora sob a calçada, o recobrimento da tubulação poderá ser insuficiente se, por exemplo, o portão de entrada for alargado no futuro, dando passagem a veículo de grande tonelage (item 6.2.3).

b) No início dos trabalhos do dia o tubo já assentado, apresenta razoável quantidade de terra no interior da bolsa (ao menos visivelmente na fotografia, apenas nessa parte).

c) Supõe-se que a equipe de assentamento do dia dê-se ao trabalho de limpar a bolsa, em lugar de lastimar a falta de tamponamento permitido pela equipe anterior ou pretender que a lavagem de desinfecção futuras removam os detritos,



oportunamente (itens 7.6.2; 8.3.3; 13.2 e 13.3).

CASO 103

Situação Real

- escavação de vala.
- obstáculo transversal constituído por tubulação de ferro fundido, de grande diâmetro.

Comentários

a) independentemente da qualidade do material da tubulação, o recobrimento de apenas 15 ou 20 cm acima da geratriz superior é considerado temerário, ao menos



para assegurar a estanqueidade das juntas (Ver Fig. 6.3 do item 6.2.3).

b) Infelizmente os órgãos públicos não costumam registrar (e guardar) os nomes dos responsáveis por suas obras.

c) Mesmo que o fizesse, todas as conciências poderão ser convenientemente apasiguadas, pelo argumento dos “frequentes serviços de terraplenagem nas ruas não pavimentadas” (Ver item 9.4).

CASO 104

Situação Real

– corte de tubo de ferro fundido com equipamento apropriado.

Comentários

a) O corte propriamente dito (Cizalhamento), é feito pela “corrente” especial com discos de metal duro (item 8.1.1.1.f)

b) essa corrente é “esticada” ao redor do tubo por meio de um macaco hidráulico



(1º plano), acionado por pequena bomba manual (2º plano).

CASO 105

Situação Real

– Escavação de vala para interceptor de esgotos.

– Obstáculo constituído por tubulação de rede de água.

Comentários

a) A “improvisação” permitiu a continuidade dos serviços de escavação, sem interromper o fornecimento d’água (Ver itens 8.3.4 e 8.1.1.1.



CASO 106

Situação Real

- Tubulação de ferro fundido 150 mm.
- Junta de chumbo.

Comentários

Ao menos um pilar no tubo da direita, permitiria um apoio satisfatório, evitando a “deflexão” na junta provocada pela acomodação natural do material submetido à condições de trabalho bastante precárias



(Ver itens 8.1.1.1 e 10.3 e CASO nº 107).

CASO 107

Situação Real

- Tubos de ferro fundido, de 250 mm.
- Junta de chumbo.

Comentários

a) Podem ser efetuadas deflexões nas juntas de chumbo de tubos de ferro fundido; são consideradas normais aquelas que atingem, no máximo, os valores indicados na Tab. 8.3 do item 8.1.1.1 e.

b) A fotografia ilustra, por si só, que aqueles valores nem sempre são adotados na prática, como máximos toleráveis.



c) Ressalta-se também o inconveniente:—“as deflexões podem ser feitas de acordo com as possibilidades de serem executadas, sem forçar os tubos” (Ver Tab. 8.3).

CASO 108

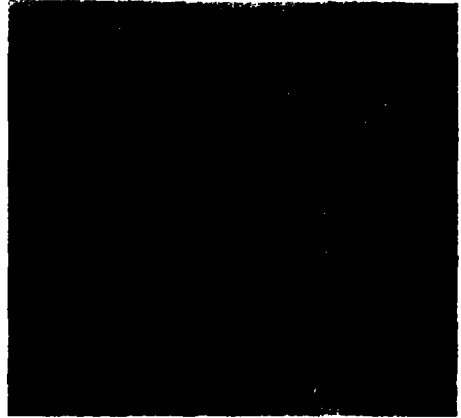
Situação Real

- pilares baixos apoiando a tubulação.
- tubos de cimento-amianto, de 200 mm.
- tubulação assentada em curva, aproveitando as deflexões toleradas para as juntas desse tipo de material.

Comentários

- a) Colocação correta dos pilares, deixando as juntas livres.
- b) Ver comentário “d” – CASO nº 131.

c) Ver itens 8.1.2.9 e 10.3.



CASO 109

Situação Real

- Tubulações de 250 mm.
- adutora: só em cimento-amianto (à esquerda da foto).
- rede de distribuição: tubo plástico (em 1º plano) e cimento-amianto (tubo e luva).
- Ligação (provisória) do tubo plástico (PVC rígido) ao tubo (e luva) de cimento-amianto.
- Material utilizado na junta: chumbo (Ver CASOS nºs. 75, 76, 77 e 78).

Comentários

- a) Na “emergência” focalizada, a falta de peças especiais que permitiriam uma adaptação conveniente (Ver Fig. 8.73),



foi “improvisada” a ligação dos dois tipos de materiais diferentes (tubo de plástico e luva de cimento-amianto), por meio de um terceiro material (chumbo) não recomendado para confecção de juntas em nenhum deles.

b) Esse tipo de junta é totalmente desaconselhado, pois além de difícil execução, não oferece a segurança conveniente sob pressões internas mais elevadas.

c) Com o chumbo fundido, são preparados “cordões” apropriados de “chumbo em ramas”, fora do local da junta, para que não provoque o derretimento do plás-

tico.

d) Nessas condições, e já frio, o chumbo é introduzido no interior da luva, entre ela e o tubo, e depois rebatido com a perneira e os cuidados compatíveis com os serviços de relojoaria, para que os golpes necessários a esse rebatimento não provoquem a ruptura da luva de cimento-amianto (Ver item 8.1.1.3).

e) Com a aquisição da peça especial (adaptador) mais recomendada para o caso, quando os vazamentos se manifestarem com frequência, evidentemente essa junta será refeita, e dessa vez: corretamente (Ver item 8.2.3).

CASO 110

Situação Real

- confecção de uma bolsa para junta soldada em tubo de PVC rígido.
- demonstração de procedimentos necessários no campo.

Comentários

a) o aquecimento da ponta do tubo de PVC deve ser feito progressivamente, rolando-o lentamente, para que a chama do maçarico não permaneça muito tempo numa mesma região.

b) após o “amolecimento” do material nessa região, ele será introduzido num outro tubo não aquecido.

c) com o resfriamento, em alguns minutos, a bolsa manterá a forma desejada (Ver Fig. 8.5.3 do item 8.1.3.3).



d) o pequeno pedaço de tubo usado na demonstração, tem uma bolsa para junta elástica (2º plano da fotografia) já preparada na fábrica; esse tipo de bolsa não deverá ser executada no campo (Ver Fig. 8.52 do item 8.1.3.2).

CASO 111

Situação Real

– tubulação flangeada e engastada em parede de concreto.

Comentários

a) As juntas com flanges foram concretadas na parede.

b) Alguém pensou nos problemas futuros de vazamentos nessas juntas e mandou quebrar o que exemplificaria o “como não se fazer” (Ver Fig. 8.29 do item 8.1.1.4).



CASO 112

Situação Real

– Galeria de tubulações em Estação de Tratamento d'água de grande porte.

– Hastes para comando mecânico e tubulações finas para Comando Hidráulico dos equipamentos.

Comentários

a) As tubulações para água filtrada, entrada e saída de água de lavagem, etc. exigem mudanças frequentes de direções em espaços relativamente reduzidos, razão porque são usadas as juntas flangeadas (item 8.1.1.4)

b) Ao lado do Tê, foi instalada uma válvula tipo borboleta com acionamento hidráulico, em lugar dos registros de gaveta de aplicação mais frequente (Ver Fig. 8.70).



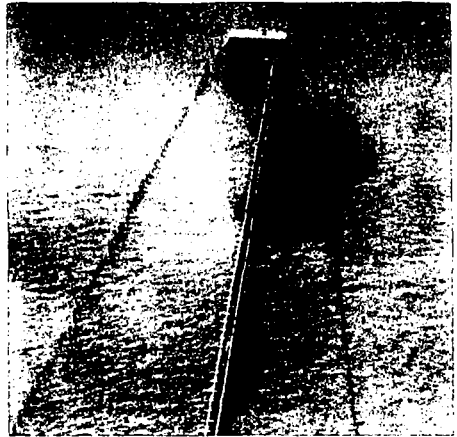
CASO 113

Situação Real

- tomada d'água no leito de rio.
- grande variação do nível d'água.
- estrutura fixa de concreto armado para a Casa das Bombas e apoio da tubulação (Ver CASO nº 189).

Comentários

- A tubulação de recalque apoia-se em pilares de concreto armado, mantendo-se aparente para facilitar eventuais serviços de manutenção (Ver CASO nº 116).
- As estacas cravadas lateralmente impedem que os materiais flutuantes de grande porte (troncos de árvores, etc.) car-



regados durante as cheias, danifiquem a estrutura de apoio.

CASO 114

Situação Real

- travessia sub-aquática de tubulação de pequeno diâmetro.
- trabalhos de assentamento.

Comentários

- As técnicas e cuidados para o assentamento em travessias de pequena extensão, podem ser bastante simplificadas (em relação ao CASO nº 115).
- os trabalhos de manutenção nem sempre serão tão simples; a equipe encarrega-



da de executá-los poderá discordar da “conveniência econômica” da solução adotada. (Ver CASO nº 116).

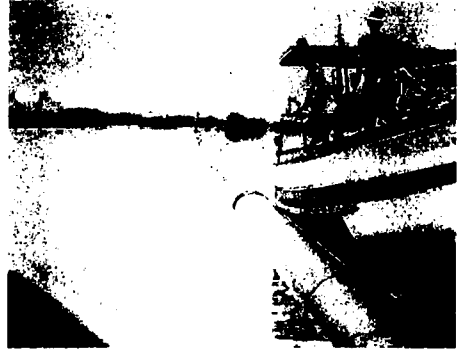
CASO 115

Situação Real

- travessia sub-aquática de tubulação de grande diâmetro.
- trabalhos de assentamento.

Comentários

- A medida que a tubulação vai sendo montada numa das margens, em local seco, é colocada vazia dentro da água, com a extremidade tamponada.
- Flutuando perfeitamente, é arrastada para os locais convenientes e desejados por meio de barcos.
- permitida a entrada d'água na tubulação, essa afundará por ação do peso próprio.
- a “escavação” e “reaterro” da vala são



feitos por meio do jato da água de uma mangueira flexível, alimentada por bomba centrífuga comum instalada num barco.

- como se vê, os procedimentos necessários em situações especiais divergem bastante das recomendações feitas nos itens 6 e 9.

CASO 116

Situação Real

- travessia sub-aquática.
- vazamento da adutora.

Comentários

- Algumas vezes, os custos do assentamento sub-aquático da tubulação são bem menores que os necessários para a construção de estruturas complexas de apoios sobre pilares (Ver CASOS n^{os} 136, 145, 150).

- entretanto essa solução nem sempre



será a mais aconselhável principalmente pela equipe encarregada da manutenção.

CASO 117

Situação Real

— vazamento em tubulação em rede de distribuição d'água.

Comentários

a) durante os trabalhos de construção de redes de distribuição, principalmente nas zonas centrais de cidades de maior porte, as escavações são dificultadas pela existência de outras obras no local.

b) algumas vezes, mesmo em bairros periféricos, não são tomadas as precauções necessárias para protegê-las.

c) os transtornos decorrentes dos conser-



tos muitas vezes urgentes, e as paralizações da obra por algum tempo, nem sempre terão custos desprezíveis.

CASO 118

Situação Real

— Soquete manual, de madeira

Comentários

a) Para o adensamento das camadas inferiores da vala, e próximas às tubulações assentadas, deverão ser empregados equipamentos manuais (Ver item 9.1).

b) Evidentemente os “operadores” desses equipamentos deverão ter capacidade física compatível com a natureza do trabalho.



CASO 119

Situação Real

– adensamento manual das camadas inferiores do reaterro.

Comentários

a) a fotografia indica uma obra muito bem programada em execução na via pública.

b) à poucos metros da escavação mecânica da vala, já a equipe de reaterro acelera os seus trabalhos, desobstruindo rapidamente a rua (itens 6.2, 7.2 e 7.5).

c) o homem fora da vala escolhe o material isento de pedras, enquanto os outros



dois efetuam manualmente o adensamento dessas camadas inferiores e próximas aos tubos já assentados (Ver item 9.1.1).

CASO 120

Situação Real

– Pequeno rôlo compressor vibratório, mecanizado.

Comentários

– Esse equipamento torna-se bastante útil no adensamento da camada superior do reaterro das valas (Ver item 9.2)



Situação Real

- Fechamento da extremidade de tubulação de aço, durante a paralização da obra.
- Escoramento vertical descontínuo.

Comentários

a) o fechamento provisório da extremidade livre de tubulação, mostrar-se-á de grande importância durante os serviços posteriores de limpeza e desinfecção da linha (item 13.3).

b) o tampão de madeira, embora rústico, atenderá à sua finalidade principal, evitando a entrada de “corpos estranhos”, ao menos de dimensões notáveis ou em quantidades apreciáveis (ratos, gatos, terra, etc), que poderiam também causar problemas à operação normal do sistema (item 8.3.3).

c) a “descontinuidade” do escoramento adotado, com espaços muito grandes de superfícies laterais não protegidas, quando muito servirá para ressaltar a boa consistência e estabilidade do solo natural (Ver Fig. 6.12 do item 6.3.1).

d) Entretanto, já que não se confiou na



qualidade do terreno (pois foi realizado o escoramento), a descontinuidade permitida servirá, se tanto, para a seguinte argumentação, em caso desagradável de desabamento:— “ a obra estava protegida, o escoramento é que não suportou; como ninguém teve culpa no “acidente” (inclusive os operários soterrados) todos poderão, ainda, entrar no reino do céu” . . .



Situação Real

- linha de recalque, cimento-amianto, 150 mm.
- curva 45°, com bolsas.

Comentários

a) No enchimento da linha, durante a fase inicial de ensaios (Ver item 12.32), os esforços "teóricos", que tenderiam a deslocar a curva (Ver item 10.1), verificaram-se realmente na prática, deslocando a conexão e depois a luva mais próxima.

b) Após a constatação "prática" dos efeitos "teóricos", foi feita a ancoragem não só de curva, real causadora dos deslocamentos, como também das luvas, tubos e o que mais pudesse se movimentar nas proximidades.

c) A curva de ferro-fundido, mas com bolsas, deve ter sido aproveitada de algum estoque antigo de peças, já que as conexões para tubos de cimento-amianto são executadas com pontas, atualmente (Ver item 8.2.2).



Situação Real

- Tubos de cimento-amianto; diâmetro 150 mm.
- Curva 90°, de ferro fundido para cimento-amianto, com bolsas (Ver item 8.2.2).
- Bloco de ancoragem de concreto.

Comentários

a) No item 8.2.2:– “conexões para tubos de cimento-amianto”, foi visto que atualmente essas peças são fabricadas com pontas, sendo então as juntas realizadas com as luvas de cimento-amianto. Entretanto, os estoques antigos são aproveitados também . . .

b) Conquanto o bloco não tenha a forma mais recomendada por razões puramente estéticas, esse detalhe será totalmente desprezível sendo ele enterrado.

c) A fotografia mostra a preocupação



correta de envolver parcialmente a peça pelo bloco (Ver Fig. 10.4 do item 10.1) e que parte dos esforços serão resistidos pela parede vertical da vala (terreno natural).

d) No reaterro, deverá ser tomada precaução especial para que o apiloamento seja bem feito na região, em contato com o bloco.

CASO 124

Situação Real

- Tubos e curva 90° de plástico, com juntas soldáveis.
- Diâmetro: 150 mm.
- Adutora por recalque.

Comentários

- Embora a junta soldada possa absorver algum esforço de tração, foram tomadas precauções especiais.
- A própria natureza do material utilizado no escoramento (madeira), indica o seu caráter provisório.
- As condições naturais do terreno e a



estrutura de concreto próxima, indicam a conveniência de ancoragem definitiva por meio de tirantes (Ver item 10.2 e CASOS nºs. 125, 126 e 127).

CASO 125

Situação Real

- curva 45°, ferro fundido, diâmetro 500 mm.
- adutora.
- junta de chumbo.

Comentários

- A posição vertical da conexão, abrigaria a construção de um bloco de ancoragem de grandes dimensões para conseguir o mesmo resultado que os tirantes oferecem, de maneira muito mais simples e econômica (Ver item 10.2).
- A fotografia sugere tão somente um aprimoramento:— sempre que possível deve ser deixado maior espaço livre nas



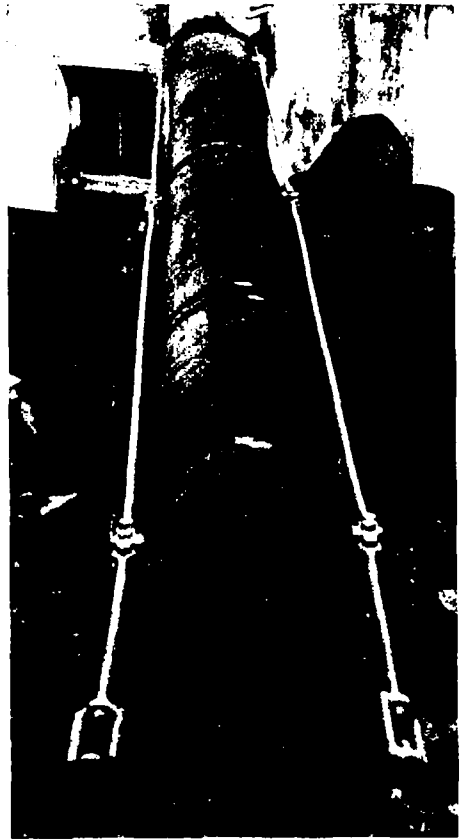
bolsas, para os trabalhos de rebatimento do chumbo das juntas (Ver item 8.1.1.3).

Situação Real

- Tubos de aço com revestimento externo.
- Curva no interior da edificação, (não aparece na fotografia).
- Atirantamento ao ponto fixo mais próximo.

Comentários

- O atirantamento propicia condições cômodas para que o escoramento se faça aproveitando pontos fixos bastante afastados.
- Os esforços decorrentes das mudanças de direção da tubulação no interior da casa de bombas, são transmitidos ao solo (1º plano da fotografia), através dos dois cabos de aço paralelos aos tubos (Ver item 10.2 e CASOS n.ºs. 125 e 127).



CASO 127

Situação Real

- Curva 90°, com bolsas para tubos de ferro fundido, com juntas de chumbo.
- Travessia sobre ponte.
- Atirantamento nas duas direções (horizontal e vertical).

Comentários

a) Apesar da ancoragem mais conveniente através de tirantes, e do amplo espaço livre nas bolsas (Ver CASOSnºs. 78, 125), a junta inferior apresenta pequeno vazamento que poderia ser eliminado pela operação muito simples de rebater o seu chumbo (Ver item 8.1.1.3).



b) A ligação do tirante à peça poderá ser efetuada através de braçadeiras e de tal maneira que o aperto da porca na sua extremidade, permita “estica-lo” convenientemente (Ver item 10.2).

CASO 128

Situação Real

- atirantamento para sustentação.
- tubulações flangeadas.
- interior de casa de bombas.

Comentários

a) Nem sempre será possível, ou mesmo conveniente, a construção de pilares de apoio das tubulações aéreas no interior da casa de bombas, estação de tratamento, etc.

b) Os espaços disponíveis poderão ser melhor aproveitados com a suspensão das tubulações em cabos de aço presos no teto das edificações (Ver itens 10.2 e 8.1.1.4).



c) As canalizações de pequeno diâmetro, apoiam-se igualmente nas maiores, por meio de braçadeiras apropriadas.

CASO 129

Situação Real

- adutora de grande diâmetro (D= 600mm).
- Travessia de riacho, com tubos de concreto armado.
- Estrutura de apoio: arco de concreto armado.

Comentários

a) tratando-se de tubulação de grande diâmetro, essa travessia mereceu consideração especial da engenharia estrutural, tendo sido feita em arco de concreto



armado e com visível preocupação de emprego racional daquele material (Ver CASO nº 130).

CASO 130

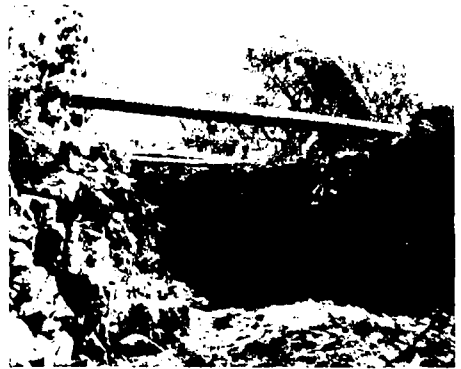
Situação Real

- adutora de pequeno diâmetro (D = 150mm).
- travessia de riacho intermitente, com tubo de ferro fundido.
- estrutura de apoio: pilares engastados nas margens.

Comentários

a) Tratando-se de tubulação de pequeno diâmetro, essa travessia mereceu consideração especial do bom senso do construtor, tendo sido feita com o melhor aproveitamento das condições estruturais do tubo de ferro fundido.

b) A colocação dos pilares no leito de escoamento do riacho, que apesar de intermitente, apresenta regime torrencial por ocasião das chuvas, poderia acarretar pro-



blemas de estabilidade da obra.

c) No lado direito da fotografia, aparece uma parte do pilar de apoio, muito bem localizado e devidamente protegido dos efeitos da erosão, pela própria terra natural das paredes do canal de escoamento (Ver CASO nº 129).

Situação Real

- entrada d'água em reservatório apoiado.
- tubulação: cimento-amianto; D = 150 mm.
- terreno com rocha aparente e abundante.
- tubulação aérea, apoiada em pilares.

Comentários

- a) O assentamento aéreo da adutora, apoiada sobre pilares, evitou a escavação difícil em rocha.
- b) Cada pilar tem seção muito grande, não só em relação a própria altura como ao diâmetro da tubulação que suporta, onerando desnecessariamente a construção.
- c) As luvas estão totalmente envolvidas pelos pilares, dificultando as eventuais operações de manutenção dos seus anéis de borracha (item 10.3).
- d) A linha de cimento-amianto, muito



exposta às ações externas provocadas por choques ocasionais (ou propositais) diretamente sobre os tubos, poderá apresentar sérios problemas de manutenção.

- e) A adutora atravessa região bastante seca e carente d'água, o que inegavelmente mais atrairá "consumidores" eventuais e clandestinos.

CASO 132

Situação Real

- Tubulações de cimento-amianto, com diâmetros de 150 e 300 mm.
- Apoios sobre pilares baixos.
- Terreno natural sem rochas, de consistência razoável.

Comentários

a) Aparentemente, as condições naturais do terreno permitiriam o enterramento normal das tubulações, oferecendo-lhes maior proteção.

b) Embora as luvas sejam os pontos onde mais frequentemente ocorram vazamentos, nem sempre são os mais aconselhados alguns dos “cuidados especiais” tomados para sua “proteção”. No caso da Fotografia, o aprisionamento de luvas pelos pilares mostra-se totalmente desacon-



selhado para as eventuais atividades de manutenção (Ver CASO nº 131).

CASO 133

Situação Real

- Aqueduto construído por volta de 1650, na Cidade de São Miguel, no Estado de Santa Catarina – Brasil.

Comentários

Ver CASO nº 134.



CASO 134

Situação Real

- adutora de recalque, em trecho próximo à casa de Bombas.
- material: cimento-amianto; D= 300 mm.
- travessia aérea de riacho (indicado por seta).

Comentários

a) tratando-se de uma linha de recalque, com suficiente pressão disponível, a tubulação poderia ter sido mergulhada no terreno, imediatamente antes e após a travessia aérea assinalada, facilitando a execução, sem prejudicar o funcionamento.

b) A preocupação exagerada, de manter a adutora em perfeito alinhamento vertical, levou à construção desnecessária de extenso trecho sobre elevados pilares.

c) Os conceitos adotados, sem as devidas



adaptações, basearam-se provavelmente, no funcionamento dos antigos arquedutos romanos ou atuais coletores de esgoto, onde atua apenas a gravidade.

d) Como se vê, entre os CASOS nº 133 e nº 134 há uma defasagem conceitual de cerca de 2.000 anos.

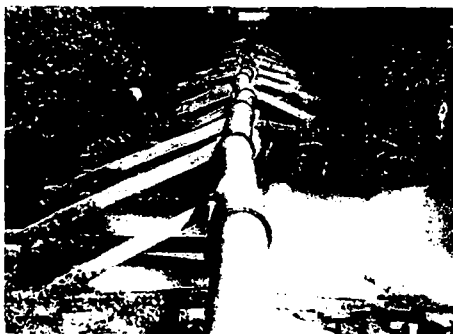
CASO 135

Situação Real

- Assentamento de tubulação de ferro fundido, com 400 mm, em berço de apoio sobre uma só estaca (Fig. 10.8), posteriormente contra-ventada lateralmente.
- terreno de pouca consistência argila orgânica mole (de mangue).

Comentários

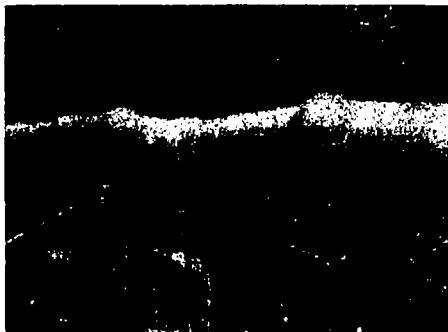
a) Conquanto a tubulação fosse “teórica-



mente”, retilínea, as pequenas deflexões reais causaram o tombamento de 4 ou 5 tubos e pilares (Ver item 10.3).

b) A estabilidade da obra foi conseguida pelo contraventamento lateral dos pilares, também em concreto armado, e muito oneroso.

c) Somente após estabilização dos recalques (que só ocorrerá com o passar do tempo e acomodação total do terreno), poderá ser tentado o alinhamento da tubulação (de maneira bem mais complexa que no CASO nº 136).



CASO 136

Situação Real

- Assentamento de tubulação de ferro fundido, com 500 mm, em berço de apoio sobre 2 estacas.
- Terreno de pouca consistência: argila orgânica mole (de mangue).

Comentários

a) A pequena consistência do solo, torna difícil não só a construção dos apoios da tubulação sobre os pilares pré moldados e cravados no mangue, como também complica bastante as atividades de transporte, armazenamento e assentamento de tubos pesados.

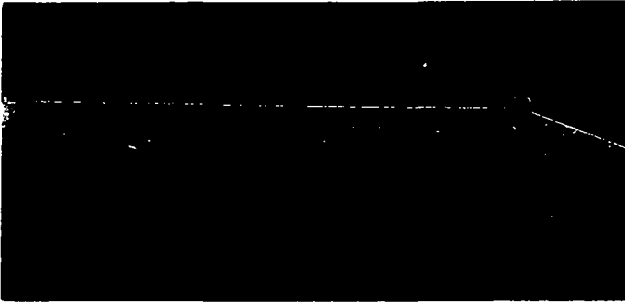
b) Conquanto a tubulação seja retilínea, não ficando, “teoricamente”, sujeita à esforços transversais, foram cravados 2



pilares (separados entre si de cerca de 1 metro) para cada berço de apoio (Ver item 10.3).

c) Essa solução permitirá que as falhas de alinhamento provocado por recalques diferentes dos pilares (recalques diferenciais), sejam corrigidas mais facilmente, por meio de calços colocados entre os tubos e os berços de apoio (Ver CASO nº 135).

CASO 137



Situação Real

- Travessia de riacho.
- Tubos de ferro fundido apoiados sobre viga T de concreto armado (Tubulação inferior).
- Tubos de aço, apoiados provisoriamente sobre escoramento de madeira.

Comentários

- Ao contrario do que aconteceu no CASO nº 138, neste a enchente máxima foi subestimada. A elevação do nível d'água acima da cota prevista, danificou a viga T de apoio, obrigando o deslocamento da tubulação para cota suficientemente mais elevada e segura (em construção).
- Conquanto a tubulação estivesse muito bem apoiada sobre os berços da viga T, a grande área oposta ao escoamento do riacho abalou a estrutura de concreto armado.
- Note-se que na deflexão vertical da nova tubulação (ponto alto), foi assentada uma ventosa para eliminação das prováveis "bolsas de ar" (Ver Fig. 10.13 do item 10.5.2).

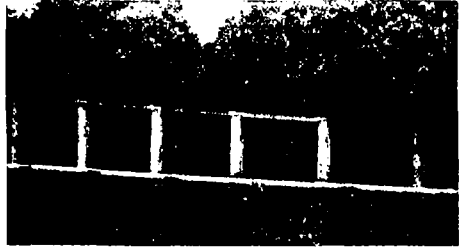
CASO 138

Situação Real

- duas adutoras de água tratada.
- região sujeita à inundações.

Comentários

a) Adutora antiga e mais elevada foi construída em altura “suficiente” para fugir às inundações no trecho; a “nova” também funciona perfeitamente bem, sem ficar totalmente inundada.



b) Como se vê, muitas vezes as previsões de “enchentes” são bastante exageradas.

CASO 139

Situação Real

- Pontilhão de estrada de ferro (superior).
- Tubulação apoiada em pilares (nas extremidades).
- Tubulação de ferro fundido, apoiada em viga “H”, de aço.

Comentários

- a) A tubulação inferior esta apoiada sobre um perfil “H” de aço.
- b) A outra tubulação apoia-se sobre dois pilares constituídos por tubos de 250 mm, cheios de concreto.
- c) Embora a vegetação existente nas mar-



gens, além da própria estabilidade da adutora inferior indiquem enchentes não muito violentas, a inexistência de pedras de menores dimensões no leito de escoamento, além dos detritos enroscados na viga “H”, mostram que na realidade o riacho tem regime torrencial (Ver CASO nº 130).

CASO 140

Situação Real

– Concretagem local de pilares e berço de apoio para tubulações de aço.

Comentários

a) Depois de alguns dias, com a resistência necessária do concreto, serão retiradas as formas de madeira e apoiados os tubos na estrutura.

b) Para a concretagem das “sapatas” de apoio, geralmente deverá ser feito o desvio do curso d’água por meio de ensecadeiras (pequenas barragens de proteção) e o esgotamento da água do interior da escavação, com bombas acionadas por motores à explosão (Fig. 10.8 e item 6.3.3).



CASO 141

Situação Real

– Tubulação de ferro fundido, de ponta e bolsa, com 300 mm, juntas de chumbo.
– Canal revestido.

Comentários

a) O perfeito engastamento dos tubos das extremidades, dispensou a utilização de pilares prejudiciais ao escoamento d’água no canal (Ver CASOS nºs. 106, 130, 142, 146 e 154).



CASO 142

Situação Real

- tubulação de ferro fundido com cerca de 200 mm.
- travessia de pequeno riacho, paralelamente à linha de estrada de ferro.

Comentários

- Talvez por força de regulamentos específicos da administração da estrada, ou porque as juntas adotadas para os tubos (chumbo) não trabalham bem sob vibrações periódicas (passagens de trens), não foi aproveitada a estrutura da estrada para sustentação dos tubos.
- os dois tubos das extremidades estão



bem engastados em blocos de apoio; o tubo central apoia-se somente neles dois (Ver CASO nº 141).

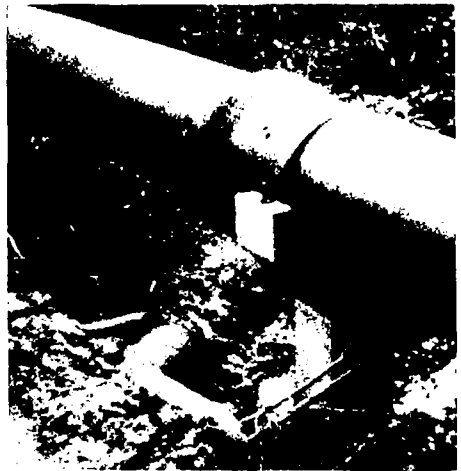
CASO 143

Situação Real

- adutora de ferro fundido com cerca de 300 mm.
- apoio sobre pilares.

Comentários

- Para essa tubulação de ferro fundido está sendo utilizado apenas um pilar para cada tubo, colocado nas proximidades da bolsa (Ver item 10.3).
- O berço de apoio tem secção bastante reduzida, mostrando que os esforços laterais são pequenos. (Fig. 10.8).
- O sistema de fixação dos tubos aos pilares através de braçadeiras parafusadas em chumbadores engastados no concreto,



permite que o tubo seja retirado sem danificar o berço de apoio (Fig. 10.6 e 10.10).

CASO 144

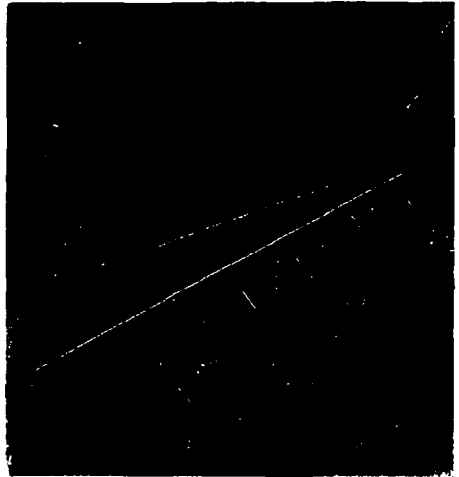
Situação Real

- travessia de pequeno rio.
- tubulação de aço.
- berço contínuo apoiado sobre pilares de concreto armado.

Comentários

a) Em alguns pontos foi deixada a ferragem aparente para a complementação dos berços de apoio lateral da tubulação (Ver Fig. 10.7).

b) A execução dessas obras deve ser feita com bastante antecedência em relação ao assentamento propriamente dito, para que as tubulações não fiquem depositadas ao lado da vala, em condições precárias, durante muito tempo (Ver item 7.1).



CASO 145

Situação Real

- Viaduto de concreto armado para suporte de tubulação de aço com 1000 mm de diâmetro.
- Fundo de vale densamente habitado.

Comentários

a) Conquanto os custos das desapropriações necessárias não fossem muito elevadas (região de habitações modestas), foi adotada a travessia aérea, em grande altura e de maior preço, por outros fatores dentre os quais, destacam-se:

- 1) melhorar o funcionamento hidráulico da linha, com a eliminação de muitas curvas e outras peças especiais;
- 2) evitar escavação em terreno íngreme e instável;
- 3) suavizar o difícil controle de invasão e



ocupação da faixa desapropriada, em região densamente habitada.

b) Nota-se que a solução adotada, embora exija desapropriações menores, impõe uma limitação à utilização das propriedades (edificações com alturas reduzidas, etc).

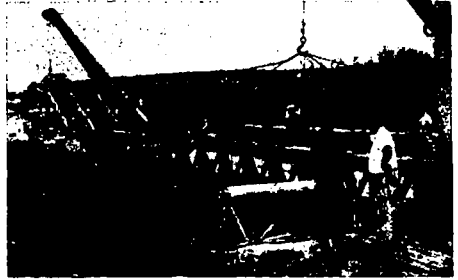
CASO 146

Situação Real

- Ponte rodoviária existente.
- Travessia de tubulação de ferro fundido.
- Treliças metálicas para apoio dos tubos.

Comentários

A estrutura da ponte existente não apresentou condições satisfatórias para apoiar também a tubulação, dentro dos limites



de segurança exigidos. Nessas condições, foi executada a treliça metálica de reforço para apoio dos tubos.

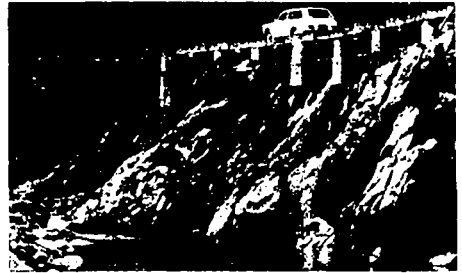
CASO 147

Situação Real

- Adutora.
- Pilares de apoio simultâneo de adutora e rodovia.

Comentários

a) A natureza muito acidentada do terreno rochoso e a passagem lateral de um rio, levaram ao apoio da tubulação na estrutura de sustentação de rodovia existente.



CASO 148

Situação Real

- Duas adutoras de grande diâmetro (1000 mm), de aço.
- Apoios previstos na parte inferior de grande ponte rodoviária, durante sua construção.

Comentários

a) Idem CASO nº 150.



CASO 149

Situação Real

- Estrutura metálica construída inicialmente para ponte ferroviária.
- Aproveitamento da estrutura como passagem rodoviária.
- Aproveitamento da estrutura como passagem de adutora de ferro fundido.

Comentários

a) Para a realização de travessias aéreas, sempre que possível, a montagem das tubulações deverá aproveitar estruturas existentes (Ver item 10.3).

b) Evitando choques eventuais provocados por veículos ou pedestres, quando a estrutura assim o permitir, será preferível a colocação dos tubos, mesmo que de ferro



fundido, fora da faixa de rolamento ou de passeio. Nota-se que, ao menos a braçadeira no trecho central, encontra-se danificada.

CASO 150

Situação Real

- Ponte-pensil construída com as finalidades de servir como passagem rodoviária, de pedestres e de tubulações de ferro fundido.

Comentários

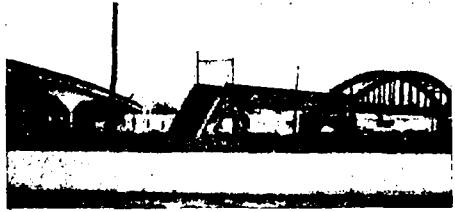
O bom planejamento, conduz à solução mais econômica de aproveitamento múltiplo das estruturas necessárias.



CASO 151

Situação Real

- Estrutura de concreto armado, em arco, para passagem de grande adutoras sobre rio.
- Ponte rodoviária de concreto armado (ao lado e próxima).



Comentários

Nem sempre a previsão do caso anterior

será possível, obrigando à construção de uma grande estrutura, ao lado de outra de menor porte mas igualmente onerosa.

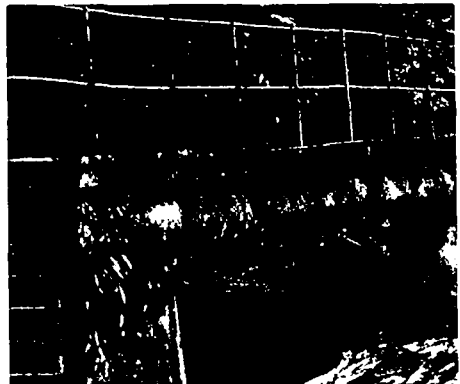
CASO 152

Situação Real

- Adutora de aço construída sobre pilares.
- Aproveitamento de adutora, para passagem de pedestres.

Comentários

Desde que satisfeitas as condições estruturais da tubulação para resistir a esses esforços externos, a solução indicada apresenta a grande vantagem de não expor os tubos aos choques eventuais que uma travessia não prevista e desordenada poderia provocar (Ver CASOS n.ºs. 149 e 150).



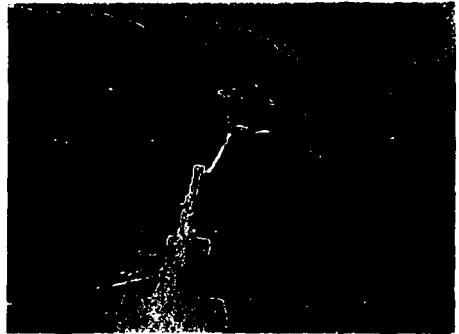
CASO 153

Situação Real

- Tubulação de aço, com cerca de 500 mm.
- Terreno rochoso.

Comentários

- A presença de algumas rochas aflorantes, levou ao assentamento aéreo da tubulação.
- Além de evitar os trabalhos de escavação em rocha (em alguns trechos ao menos) o assentamento da tubulação sobre pilares facilita os serviços de solda e de descida dos tubos para o fundo da vala (Fig. 10.7 e item 8.1.5.6).
- Nessas condições a tubulação de aço fica sujeita à dilatações consideráveis por efeito de variações da temperatura, absor-



vidas convenientemente por juntas especiais de dilatação (não aparecem na foto) (Ver CASOS n^{os} 80 e 81).

- A pintura de tubulação na cor branca, mostra menos uma preocupação estética que a de reduzir os efeitos de dilatação, permitindo que a luz solar seja mais “refletida” que “absorvida” (item 8.1.5.3).

CASO 154

Situação Real

- travessia de tubulação de aço, com cerca de 400 mm, para oleoduto.
- rio de largura e vazão razoáveis.
- estrutura de apoio: cabos de aço.

Comentários

- A travessia executada, apoiando a tubulação em cabos aéreos de aço fixados em duas torres metálicas nas margens do rio, não cria obstáculos no leito de escoamento de água.
- Por razões específicas e talvez de segurança, não foi aproveitada uma grande ponte rodoviária nas proximidades (de onde foi tirada a fotografia) para a traves-



sia do oleoduto.

- Os perfis metálicos dispostos sob a tubulação, aumentam a sua rigidez transversal, sendo igualmente ligados aos cabos superiores por meio de tirantes também de aço.

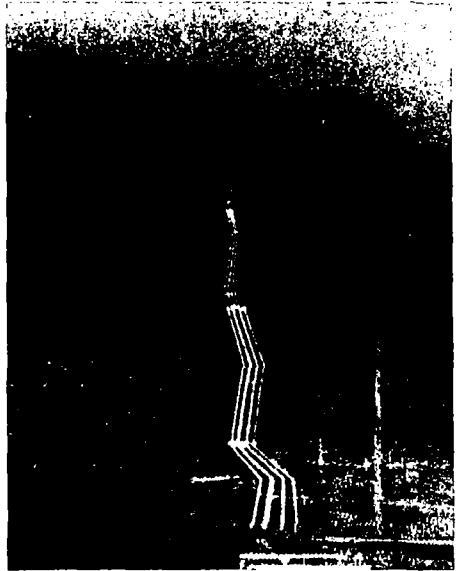
CASO 155

Situação Real

- Tubulações de aço, para oleoduto.
- Pintura externa, anti-ferruginosa (Ver item 8.1.3.5).
- Forte declividade, em descida de serra (Ver Fig. 10.5).

Comentários

- a) O assentamento aéreo foi executado sobre berços de apoio, em terreno desmatado (Ver item 10.3).
- b) Conquanto o enterramento das tubulações diminuisse os problemas de dilatação térmica, a ocorrência de qualquer vazamento será constatada rapidamente sendo elas aparentes em toda extensão.



CASO 156

Situação Real

- linha de recalque, 250 mm.
- válvula de retenção e registro.
- parede da casa de bombas (a esquerda da foto).

Comentários

- a) A posição trocada da válvula de retenção em relação ao registro, dificultará as medidas de manutenção na válvula, quando a linha estiver em carga (Ver Fig. 10.21 do item 10.7.1).
- b) O pilar de apoio da válvula de retenção tem forma e dimensões satisfatórias



para funcionar também como bloco de ancoragem da linha, durante as ações dos golpes de ariete decorrentes das interrupções do recalque.

c) Seria conveniente um maior engastamento da válvula no pilar, por meio de braçadeiras convenientemente chumbadas no concreto (Ver Fig. 10.6).

d) O pilar menor apresenta o inconveniente de envolver o flange da peça de extremidade (Des. 4 da Fig. 8.69) dificultando qualquer substituição da junta, por exemplo (Ver Fig. 10.10).

e) O degráu na base do pilar maior, facilita a manobra do volante do registro oval (Des. 3 e 9 da Fig. 8.70), oportunamente assentado em posição inclinada.

CASO 157

Situação Real

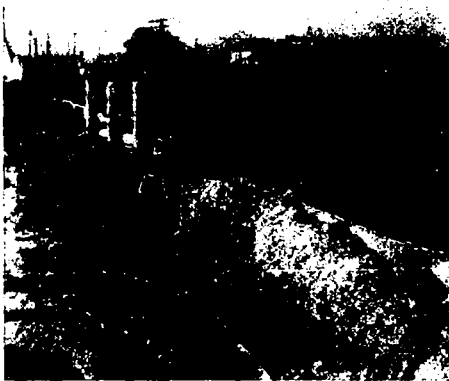
– Tubulação de aço, com 200 mm de diâmetro.

– Transporte de água bruta, captada em rio altamente poluído, para uma instalação industrial.

Comentários

a) Dificilmente poderia ser justificada, em termos econômicos, a utilização de tubos de aço nesses pequenos diâmetros, para as condições normais de pressão de recalque em extensão relativamente longa. Nessas condições, muito mais barata seria a aplicação de tubos de ferro fundido, cimento-amianto ou plástico.

b) Por certo, a péssima qualidade da água bruta, brevemente se fará sentir sobre a integridade do material dos tubos, já que o



revestimento interno betuminoso não poderá ser refeito, ao menos nas zonas das soldas (Ver itens 8.1.5.3 e 8.1.5.8).

c) Como se vê, nem sempre a aplicação inadequada de materiais será um privilégio exclusivo das entidades públicas. ...

Situação Real

- Ferrovia.
- Tubulação interna de ferro fundido com 400 mm.
- Tubulação externa (encamizamento) de aço, com cerca de 800 mm.

Comentários

- a) O "encamizamento" (por meio de tubos de aço de maior diâmetro) da tubulação enterrada sob a estrada de ferro, visa principalmente a proteção do leito da ferrovia (Ver item 10.4).
- b) Qualquer vazamento será encaminhado às extremidades, sem danificar a base da estrada.
- c) Essa solução será sempre conveniente, quando não se puder interromper o tráfego, ao menos por algumas horas do dia.
- d) Outras soluções igualmente seguras poderão ser permitidas pelo pessoal encarregado da administração da estrada (Ver CASO nº 160).



CASO 159

Situação Real

- passagem de adutora por baixo de rodovia.
- encamizamento com tubos corrugados de aço, de 2 m de diâmetro.
- diâmetro da adutora = 1 metro.

Comentários

- O encamizamento permitiu a travessia subterrânea, sem interrupção do tráfego na rodovia (Ver item 10.4).
- A estrutura de concreto armado (no canto inferior esquerdo da fotografia)



tem função de bloco de ancoragem da tubulação interna e de acesso ao interior do encamizamento.

CASO 160

Situação Real

- Passagem de adutora e rede de distribuição sob leito de estrada de ferro (Ver item 10.4).
- Tubos: cimento-amianto, 250 mm.
- Fase de construção.

Comentários

- As paredes laterais de alvenaria apoiam a estrutura da estrada (trilhos, dormentes), sem que os esforços sejam transmitidos às duas tubulações.
- Os tubos estão sendo enterrados para que não fiquem expostos à choques externos, ocasionais ou proposítas.
- A solução mais aconselhada nesse trecho seria o emprêgo de tubos de ferro



fundido. Entretanto, as condições reais de disponibilidades de materiais e peças especiais no canteiro da obra, nem sempre oferecem essa alternativa . . .

Situação Real

- travessia de adutoras, apoiadas em estrutura de concreto armado (Ver CASO nº 151).
- ventosa.

Comentários

- a) a adutora da esquerda deve ter funcionamento diferente das outras duas, já que somente ela esta equipada com uma ventosa.
- b) nem sempre o ponto central será o mais conveniente para a instalação da ventosa em trecho alto horizontal (Ver Fig. 10.14 do item 10.5.2).
- c) de qualquer maneira, a quantidade de ar acumulado na grande adutora da esquerda, não deve ser muito grande, pois foi instalado apenas um aparelho (Ver Fig. 10.15 do item 10.5.4).
- d) a ausência de um maior atirantamento das tubulações à estrutura de apoio,



- sugerem que as pressões não são muito elevadas (isto também confirma a hipótese de serem pequenas as quantidades de ar eliminado—mesma Fig. 10.15).
- e) se as pressões fossem mais elevadas, melhor seria a instalação de ventosa com flange e registro, em lugar da ventosa simples com rosca (Ver item 10.5.3).
 - f) a grade de ferro ao final da estrutura evita a passagem de pedestres; um planejamento mais adequado, previria tal “eventualidade”, sem onerar muito os custos de construção (Ver CASOS nºs. 149 à 152).

CASO 162

Situação Real

- ventosa com dois compartimentos.
- dispositivo de fechamento incorporado ao próprio corpo.
- fixação por meio de flange.

Comentários

a) A fixação do aparelho à linha é feita por meio de flange, tornando mais rígida a instalação (Ver item nº 10.5.3).

b) Qualquer manutenção interna da ventosa (substituição ou limpeza de flutuadores, etc.), poderá ser feita com a linha em carga, pela manobra (parte central e superior) do dispositivo de fechamento (Ver item 10.5.1).



CASO 163

Situação Real

- ventosa com dois compartimentos diferentes.
- dispositivo de fechamento incorporado ao próprio corpo.
- fixação por meio de flanges (Ver item 10.5.1).

Comentários

a) a fixação do aparelho à linha é feita por seu flange aplicado diretamente ao flange cego do Tê (Ver CASOS nºos. 162, 164 e 165).



b) A aba côncava na parte inferior tem por finalidade impedir que as águas dos vazamentos eventuais fiquem depositadas sobre a tubulação de aço.

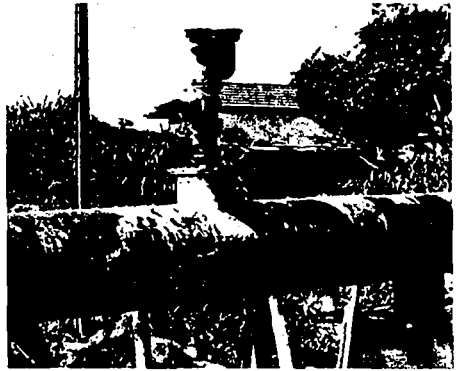
c) nota-se que, além do revestimento para evitar a corrosão, são tomadas precauções complementares em linhas conscientemente instaladas.

Situação Real

- Ventosa com dois compartimentos, e flange de fixação.
- Fase final de montagem.

Comentários

- a) o isolamento da ventosa é feito por meio de registro (oval, com flanges des. 3 da Fig. 8.70).
- b) O Tê de grande diâmetro da tubulação de aço, está tamponado por um flange cego plano, ao qual foi adaptado uma peça de extremidade de ponta e flange (Ver o des. 4 da Fig. 8.69).
- c) Como o diâmetro dessa peça é inferior ao do registro, abaixo dele foi instalada uma redução com flanges (des. 6 da Fig. 8.69).
- d) Aparentemente, o conjunto formado apresenta boa rigidez, podendo entretanto ter sido instalado de maneira mais



simples, se a “peça de extremidade” tivesse o mesmo diâmetro do registro (e ventosa).

e) O Tê com derivação orientada para baixo (à direita da fotografia), poderá ter sido previsto como ponto de descarga da linha; a sua localização num “ponto alto”, talvez não seja mais apropriada para o esvaziamento (embora justamente “em cima” do riacho).



Situação Real

- ventosa automática com pino.
- instalação no "ponto alto" da adutora (enterrada no terreno).

Comentários

a) O ar eventualmente despreendido da água, tende a se acumular no "ponto alto" da tubulação, isto é, onde ela deixa de "subir" para começar a "descer". Por esse motivo, recomenda-se a instalação da ventosa exatamente nesse ponto (Ver item 10.5.2).

b) Algumas vezes a recomendação é tomada ao pé da letra. Outras, até exagerada . . . (Ver item 10.6.2).

CASO 166

Situação Real

- Registros de grande diâmetro (superior a 1000 mm) acionados, manualmente: através de caixas de redução, ou mecanicamente: através do motor elétrico (19 plano).
- Pintura com tinta anti-ferruginosa, à base de alumínio.

Comentários

- a) O acionamento de registros desse porte será feito através de caixas de redução apropriadas, munidas de engrenagens.
- b) O envolvimento de ao menos um flange no piso concretado, poderá dificultar as operações de manutenção.
- c) Entretanto, nota-se o cuidado de



deixarem-se livres as porcas dos parafusos para que o castelo do registro possa ser removido mais facilmente (ver Fig. 8.29).

CASO 167

Situação Real

- vazamento em registro de grande diâmetro (cerca de 1000 mm)

Comentários

- a) Embora os vazamentos mais frequentes em registros de gaveta, ocorram na “gaxeta” da parte superior do castelo, algumas vezes a “junta de vedação” também apresenta problemas (ver des. 5 da Fig. 8.70).
- b) Dificilmente a colocação de cunhas de madeira, ou introdução de uma lâmina de faca, conseguirá posicionar corretamente o anel de borracha da junta de vedação.



c) nos itens “b” e “c” do CASO Nº 166, ressaltam-se os inconvenientes do envolvimento dos registros em concreto.

d) a escada provisória de madeira preparada para essa “eventualidade”, mostra que os “detalhes” indicados nas Figs. 10.19 e 10.20 e CASOS Nº 169 e 178, nem sempre serão totalmente desnecessários.

CASO 168

Situação Real

- flange cego para tamponamento de derivação de conexão Tê de grande diâmetro (cerca de 800 mm).
- escoramento.

Comentários

- a) aparentemente o flange cego preparado com uma chapa de aço, não tem espessura suficiente nem forma adequada ao diâmetro e esforços à que esta submetido (Ver desenhos 15 e 16 da Fig. 8.69).
- b) O grande número de parafusos de fixação, já permite uma avaliação do diâmetro da peça (Ver Tab. 8.5 do item 8.1.1.4).
- c) O escoramento improvisado com peda-



ços de madeira apoiados na parede lateral da caixa de concreto armado, permite avaliar a insuficiência estrutural da peça empregada.

CASO 169

Situação Real

- Caixa de proteção à aparelho enterrado.
- “escada de marinheiro”, engastada na parede vertical.

Comentários

- a) Algumas vezes o “detalhe” da colocação de uma escada de acesso é “esquecido” pela equipe construtora (Figs. 10.19 e 10.20).
- b) Nesses casos, a operação e manutenção são feitas através de verdadeiras “ginásticas” ou, e o que infelizmente é mais



frequente: “deixadas para ocasião mais oportuna”.

c) Sempre será interessante e aplicação de tinta antiferruginosa também nos degraus.

d) A execução segundo o detalhe da fig. 10.19, propicia uma utilização muito mais cômoda (locais limpos para as mãos) e segura (escorregamentos laterais dos pés).

CASO 170

Situação Real

– Tubulação de cimento-amianto, com junta elástica de 100 mm, usada na distribuição de água convenientemente tratada e potável.

– Poço de visita de rede coletora de esgotos sanitários.

Comentários

a) Embora se saiba (ou se possa imaginar) que “teoricamente” devem ser evitados pontos de contaminação provável na rede de distribuição, já que uma eventual diminuição de sua pressão interna poderia criar condições para a entrada de líquidos externos e poluídos, nem sempre essa preocupação é levada a sério. . .

b) A “Norma para Instalações Prediais de água Fria” (61 *), diz em seu Artigo 6.8: “Os encanamentos não poderão passar dentro de fossas, poços absorventes,



poços de visita, caixas de inspeção ou valas”.

Em sua preocupação para evitar as interconexões, prevê ainda cuidados especiais como a recomendação do Art. 4.17:

“Peças de utilização: A abertura de descarga das torneiras ou canalizações de alimentação deve ficar acima da borda do aparelho sanitário correspondente. A distância mínima entre ambas deve ser duas vezes o diâmetro da abertura da descarga e nunca inferior a 2,5 cm”

c) No caso mostrado pela fotografia acima, esses cuidados terão um valor muito restrito, pois a água já chega contaminada nas peças de utilização. . .

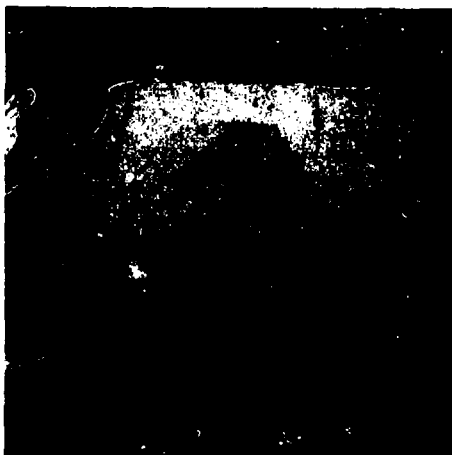
CASO 171

Situação Real

- Tampa de concreto armado para caixa de registro.
- Sobre-tampa de ferro fundido (removida na fotografia) para passagem de chave Tê de manobras.

Comentários

- As caixas de proteção com dimensões maiores, que permitam o acesso para manutenção dos registros, poderão ter tampa de concreto armado, de grande peso, e removidas por ocasião das atividades dos consertos.
- A pequena sobre tampa, de ferro-fun-



dido, simplificará as operações de manobras, dispensando a remoção incômoda da tampa maior (Figs: 10.18; 10.19 e 10.28).

CASO 172

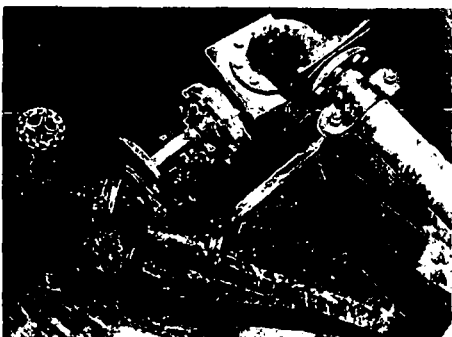
Situação Real

- caixa para registros
- tubulações flangeadas

Comentários

- muitas vezes, as atividades de manutenção de registros são dificultadas pelas dimensões das caixas de proteção; esse argumento não seria aplicável ao caso (Ver itens: 10.6.1.1; 2 e 3).

- no caso apresentado, é indiscutível a péssima qualidade dos serviços de manutenção e conservação dos equipamentos;



daí avalia-se a capacidade de equipe encarregada desse setor.

- as dimensões externas das arruelas “improvisadas” para a curva superior, in-

dicam a preocupação com que devem ter sido determinados também os seus diâmetros internos (Ver Fig. 8.26 do item 8.1.1.4)

d) a braçadeira perto da mesma curva tem a finalidade de “escorar” o suposto apoio da tubulação, pretendido com o pedaço de madeira inclinada.

e) a tubulação mais fina e escura, também está “devidamente escorada”

f) o fundo da caixa retém bastante água, além de sujeira.

g) no caso, uma caixa maior serviria, se tanto, para encerrar um número bem mais elevado de incorreções, folgadoamente.

CASO 173

Situação Real

– caixa de concreto armado, pré-moldada, para manobras em registro colocado na via pública.

– pequena tampa (aberta) de ferro fundido, para dar passagem à chave Tê (inclinada) de manobras (Ver des. 6 Fig. 8.70).

Comentários

a) a caixa tem apenas a função de “tubo guia” da chave Tê de manobras (Fig. 10.17).

b) na instalação, são tomados cuidados especiais para que a parte inferior da caixa, não se apoie sobre a tubulação (ou registro).

c) nos casos de vazamentos no aparelho (principalmente de gaxeta), essa solução também obrigará ao rompimento da pavimentação, para os serviços de manuten-



ção (10.6.1.1)

d) essa solução, bem mais cara que a conseguida com simples tubos guias, não apresentará outras vantagens mais concretas.

Situação Real

— colocação provisória de válvula Anti-golpe de Ariete e demais conexões e peças especiais.

— Grande proximidade da Casa de Bombas, com piso interno bastante rebaixado.

Comentários

a) posicionamento concreto das peças, notando-se que a válvula de retenção (mais clara e com by-pass) poderá ser isolada, quando necessário, pelo registro maior, mesmo com a tubulação de recalque (interrompida) em carga. (item 10.7.5).

b) a falta de detalhamento do projeto abrigou o construtor a meditar sobre a maneira mais conveniente de ancorar a válvula de retenção, sem transmitir os esforços (nem sempre desprezíveis durante o golpe de Ariete) à parede vertical da casa,



ou à carcaça das bombas. (item 10.1 e 10.7).

c) esse “pequeno detalhe” foi resolvido por meio de um Bloco de Ancoragem Vertical de grande peso, que atua também por efeito de atrito com o solo (Ver final do item 10.1).

d) o atirantamento do conjunto (item 10.2 e Casos nºs 125 à 127), mostrou-se problemático pela construção futura da caixa para a Válvula Anti-golpe.

CASO 175

Situação Real

– bateria de válvulas Antigolpe de Ariete (duas no primeiro plano de fotografia), instaladas em ambiente fechado.

Comentários

- a) as válvulas desse tipo tem ressaltos apropriados para a fixação, na parte inferior.
- b) nesse caso, as águas das descargas são encaminhadas para o exterior do abrigo pelas canaletas, em cujas paredes são presos os aparelhos.
- c) os registros de grande diâmetro (na



parte esquerda da fotografia), são acionadas eletricamente (Ver CASO nº 166).

CASO 176

Situação Real

– assentamento definitivo de Válvula Antigolpe de Ariete.

Comentários

- a) a válvula propriamente dita está “em balanço”, fixada somente ao registro por meio dos flanges.
- b) A concretagem de parte do registro (inclusive de sua flange ligada à curva), dificultará sua remoção para manutenção, bem como da tubulação fina lateral.
- c) o esgotamento das águas das descargas



é feito por uma tubulação de cerca de 200 mm, colocada no fundo da caixa.

d) embora esses aparelhos, devidamente pintados com tintas antiferruginosas, possam ficar expostos às intempéries, seria uma solução complementar de proteção,

a cobertura simples apoiada em 4 pilares e uma mureta dificultando o acesso de “pessoas curiosas” aos manômetros.

e) nessa pequena estrutura poderia ficar guardado também o reservatório portátil de ar comprimido (Fig. 10.22).

CASO 177

Situação Real

- Válvulas Antigolpe de Ariete, instalada no interior da Casa de Bombas.
- Compressor.

Comentários

a) O piso removível de chapas de aço, facilitará o acesso para a manutenção do aparelho, permitindo também o melhor aproveitamento do espaço para circulação no interior da Casa de Bombas.

b) O compressor deverá estar ligado à outros equipamentos. Em caso contrário, seria mais econômica, e simples, a alimentação (periódica) da válvula, por meio de reservatórios de ar comprimido (Fig. 10.22).



CASO 178

Situação Real

- bateria de 4 Válvulas Antigolpe de Ariete.
- instalação no interior da caixa enterada, de concreto armado, sem cobertura.

Comentários

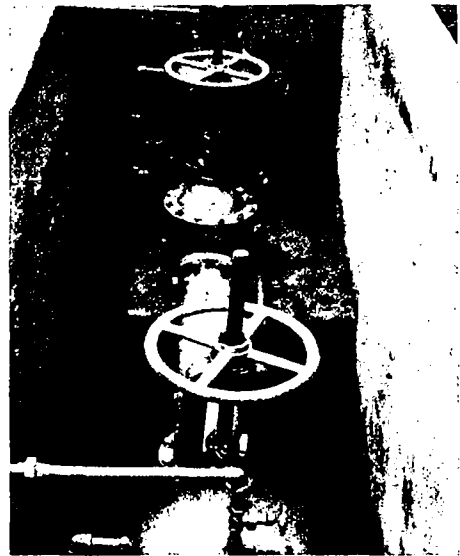
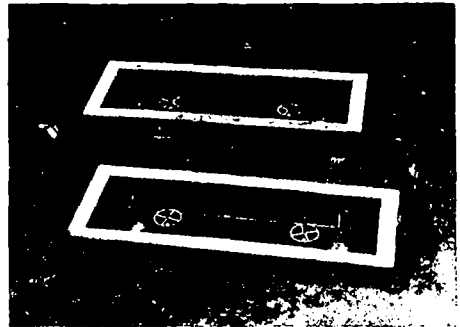
a) O número mínimo de Válvulas realmente necessário para a proteção da linha, dependerá da vazão aduzida e de pressão no ponto considerado, podendo ser determinado através de gráficos adequados ao tipo de aparelho à ser empregado (Ver Fig. 10.23).

b) A realimentação periódica dos aparelhos com ar comprimido (atividade normal de operação) é feita, no caso, através de tubulações finas ligadas à um compressor de ar comprimido (instalado em outro local).

c) As bordas das paredes laterais das 2 caixas estão um pouco acima do nível do terreno, não permitindo a entrada das águas de enxurradas.

d) Sabiamente, o construtor previu a necessidade de entrada de pessoas no interior da estrutura, colocando uma escada muito oportuna para a manutenção.

e) Os registros do “tipo oval” para o isolamento das válvulas indicam que as pressões são elevadas (item 8.2.1).



f) O esgotamento das águas das descargas é feito pela parte inferior da caixa (não visível nas fotografias).

CASO 179

Situação Real

- dispositivos especiais para proteção contra golpe de Ariete.
- Casa de Bombas de eixo vertical.

Comentários

a) A vazão relativamente elevada (2 ou 3 m³/s) aduzida pela adutora de grande diâmetro, exigiria um número muito grande de Válvulas, fabricadas usualmente com dimensões reduzidas para o funcionamento com ar comprimido (casos anteriores), além de dificultar a instalação e manutenção dos equipamentos.

b) Quase todas as válvulas Antigolpe instaladas no local (peças escuras na fotografia), funcionam sob comando elétrico



acoplado às bombas, permitindo o escape de água nas quantidades necessárias às limitações das sobre-pressões (Ver item 10.7).

c) A bateria de tubos horizontais ligados às Válvulas têm a função de descarregar essa água no interior da represa.

CASO 180

Situação Real

- Ferrule atarrachado diretamente na parede de tubo de ferro fundido.

Comentários

a) Usualmente a saída de ferrule nessas tomadas diretas (item 10.8.3.1) é feita paralelamente ao distribuidor (conforme fotografia); a direção perpendicular do ramal predial, será dada por uma curva (joeiho) de 90^o. (Fig. 10.31 - item 10.8.7).

b) esse artifício tem por finalidade diminuir a rigidez de tomada nas proximidades do distribuidor, responsabilizada exclusivamente pelos vazamentos aí verificados. Poucas vezes tem sido lembrado



também, o enfraquecimento da região das roscas pelos fenômenos de corrosão (10.8.3.4).

e) de qualquer maneira, as "tomadas diretas" somente poderão ser executadas em tubos de ferro fundido com paredes mais espessas, propiciando um comprimento mínimo de rosca (Ver item 10.8.3.1 e Tab. 8.2 do item 8.1.1.1 c).

CASO 181

Situação Real

- demonstração de colocação de ferrule em tubos de ferro fundido, por meio de equipamento especial.
- máquina para furar o tubo e aplicação simultânea da base cônica com rosca (Fig. 10.26), com a rede em carga.

Comentários

- a) As operações para furar o tubo e instalar o ferrule, com a preocupação de evitar as “perdas” d’água da rede em carga, são feitas através da máquina especial incadada na fotografia (Ver item 10.8.3.3).



CASO 182

Situação Real

- Colar de tomada e registro macho de PVC e Nylon, para aplicação à tubulação de PVC.

Comentários

- a) Os ramais prediais executados em distribuidores de PVC deverão ser feitos com os colares de tomada adequados, geralmente também de PVC (item 10.8.3.2).
- b) O registro de macho dificilmente será manobrado, mesmo quando necessário o “corte” da ligação respectiva, já que esta-



rá assentado nas proximidades do distribuidor, e nem sempre em locais de tráfego, reduzido (Ver itens 10.8.3.3; 10.8.3.4 e 10.8.7).

CASO 183

Situação Real

- tubo de ferro fundido, 150 mm, com cimentação interna (item 8.1.1.1.b).
- furos para verificação de resistência e aderência de cimentação.

Comentários

a) os dois pequenos furos na parede do tubo foram feitos com perfuratriz manual elétrica, com finalidade demonstrativa para verificação da aderência do revestimento interno na execução do ramal predial, (item 10.8.3).

b) O furo mais próximo à extremidade do tubo danificou um pouco mais o reves-



timento interno, talvez já abalado pela operação de corte realizado anteriormente, com o equipamento mostrado no CASO nº 104.

CASO 184

Situação Real

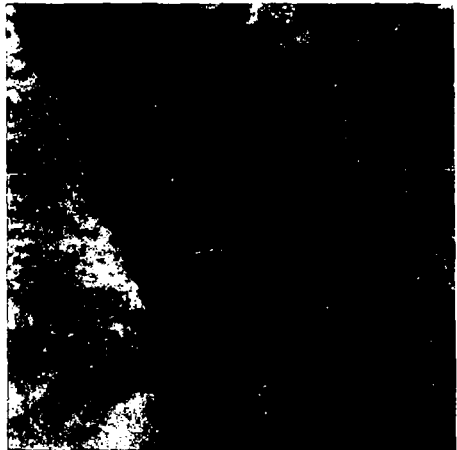
- ramal predial – tubo de aço galvanizado.
- abertura de vala para assentamento de nova tubulação de rede.

Comentários

a) os vazamentos mais frequentes em redes de distribuição d'água, ocorrem nos ramais prediais.

b) muitas vezes, é lembrada como “causa provável” a insuficiência de profundidade de assentamento, para a “economia de escavação”.

c) a fotografia mostra que nem sempre



essa causa será apenas “provável” (Ver item 10.8.3.4).

CASO 185

Situação Real

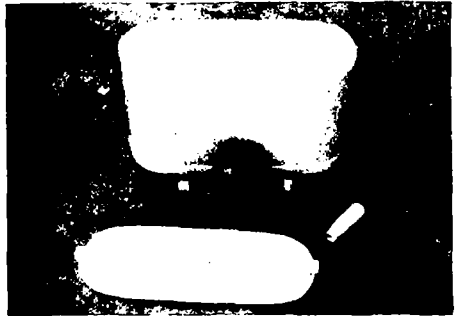
– Protótipo de caixa plástica para proteção de hidrômetros domiciliares.

Comentários

a) Quando os hidrômetros não forem colocados em “cavaletes”, evitando os pontos altos de acúmulo de ar prejudicial ao funcionamento dos aparelhos, serão instalados em caixas enterradas no solo (Ver Fig. 10.28 e 10.29 do item 10.8.6).

b) O protótipo apresentado, conquanto tenha comprimento suficiente para abrigar o hidrômetro, não apresenta largura conveniente para a instalação do aparelho (que deverá girar em torno de seu eixo longitudinal).

c) A tampa, bem como o mecanismo (cremalheira) para fechamento, são executados também em PVC.



d) O fundo da caixa, se estritamente necessário por questões estruturais, deverá ser perfurado para permitir o escoamento das águas dos eventuais vazamentos.

e) A tampa, ao menos, deverá ser suficientemente reforçada para resistir aos esforços externos (peso de transeuntes, veículos, etc), principalmente quando a resistência do material estiver reduzida pelas altas temperaturas nos dias quentes (Ver item nº 8.1.3.1.c).

CASO 186

Situação Real

– Cap de ferro fundido para tamponamento das extremidades de trechos submetidos à ensaios, em cidade brasileira (item 12.1).

Comentários

a) os caps simples (ou adaptados à tocos de tubos e reduções) utilizados nos ensaios hidrostáticos (Ver item 12), são



perfurados para aí receberem registros de extração de ar e admissão da água.

b) os furos destinados à extração de ar, são feitos na periferia da peça (Fig. 12.2 do item 12.3.3).



CASO 187

Situação Real

- tubo de concreto armado e grande diâmetro.
- ensaio de estanqueidade do tubo, realizado na fábrica.

Comentários

- a) esse tubo será empregado numa linha de recalque de emissário de esgoto, ficando sujeito à alguma pressão interna (Ver item 8.1.4).
- b) por esse motivo está sendo ensaiado na fábrica, sob pressão interna.
- c) para os trechos de coletores ou interceptores que funcionam por ação de gravidade e sem pressão interna, não teria maior significado prático esse tipo de ensaio.



d) os tampões das extremidades, reforçados com perfis de aço, são mantidos na posição conveniente, por meio de tirantes aparafusados.

Situação Real

– bombas manuais para os ensaios hidrostáticos de assentamento de tubulações.

Comentários

a) solução bastante interessante, indica a instalação da bomba num pequeno carrinho.

b) o reservatório para a sucção da bomba (Fig. 12.5), também incorporado ao carrinho, apresenta volume reduzido para o armazenamento de água (Ver itens 12.3.6.1 e 12.4.4).

c) na mesma fotografia, nota-se ainda o manômetro utilizado para indicar as pressões dos ensaios (Ver item 12.3.6.2).



Situação Real

- tomada d'água em açude, através de bombas comuns (de eixo horizontal).
- estrutura do flutuador: concreto armado.
- acesso à margem e apoio da tubulação: treliça metálica.

Comentários

- a) O terreno rochoso no local da captação, não aconselhou uma estrutura semelhante ao CASO nº 113, com estacas pré-moldadas, de execução difícil ou mesmo duvidosa no caso.
- b) A alternativa engenhosa, simples e econômica, através de uma caixa de concreto armado com cerca de 3x4x2 metros (para funcionar com água apenas do lado de fora, ao contrário de um reservatório), ofereceu um empuxo suficiente para resistir ao seu peso próprio, de parte da treliça, dos conjuntos elevatórios, das tubulações e das pessoas da operação e manutenção.



- c) A tubulação de recalque (ferro fundido flangeado – item 8.1.1.4), está atirantada por braçadeiras na parte externa da treliça (Ver CASOS nºs. 128 e 143).
- d) as duas articulações (no flutuador e na margem) são feitas com mangotes flexíveis para alta pressão: cerca de 15 kg/cm² (100 *)
- e) os deslocamentos horizontais são evitados pelos tirantes (cabos de aço) presos à margem.

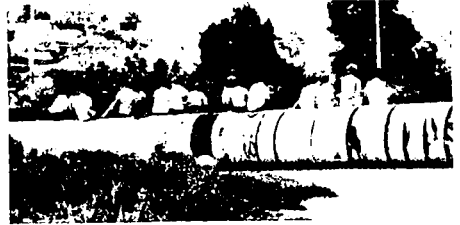
CASO 190

Situação Real

- Assentamento de tubulações em vias públicas.
- crianças.

Comentários

- a) ver item 7.6.4.



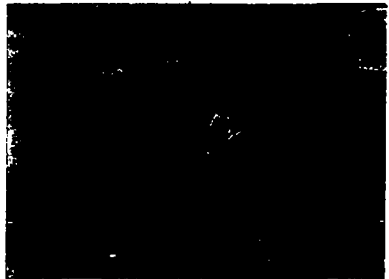
CASO 191

Situação Real

- escavação de vala em via pública.
- crianças (Ver item 7.6.4).

Comentários

- a) escolha de uma boa pedra.
- b) pontaria certa sobre a tubulação ainda não recoberta.
- c) retirada estratégica . . .



CASO 192

Situação Real

– Folhetos entregues nas residências.

Nossas desculpas pelos incômodos que estamos causando com as obras que desta data em diante passam a ser executadas; recomendamos aos moradores da rua, especial cuidado com as crianças, não as deixando próximas das máquinas e valetas.

Os serviços do S.A.A.E serão concluídos brevemente.

Atenciosamente

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E
ESGOTO.

Prezado(a) Senhor(a) – Dependemos de você.

Você que mora nessa rua, poderá ser o maior colaborador da obra que iniciaremos. Cuidado especial com as CRIANÇAS elas não devem correr o menor risco de vida; não as deixe próximas das valetas, pois poderá haver um desmoronamento com conseqüências graves. Desculpe essa poeira, esses buracos ou o barro. Breve concluiremos os serviços e VOCE se tornará mais importante, pois, além de ser mais um beneficiado com nossa obra, poderá tranquilamente dizer:

“Colaborei com o S.A.A.E. e com o nosso Município”

Atenciosamente

Serviço de Comunicações

Comentários

- a) Antes do início das obras na via pública, algumas vezes são tomadas certas precauções que permitirão o andamento menos acidentada da construção.
- b) Os folhetos destacam o “cuidado especial com as CRIANÇAS” e a possibilidade de “desmoronamento com conseqüências graves”, talvez insinuando quais as causadoras mais prováveis dos acidentes e os prejuízos decorrentes.

CASO 193

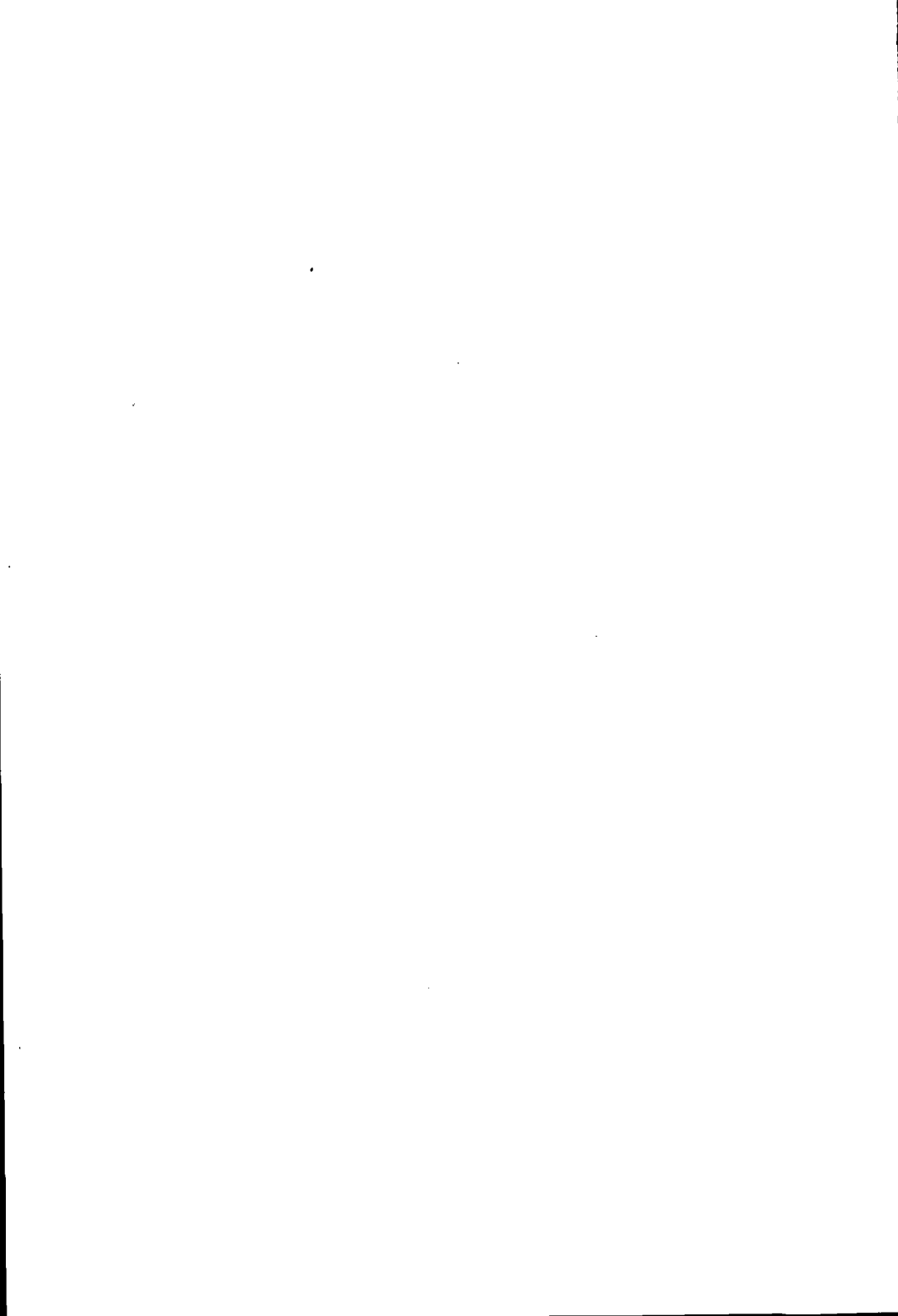
Situação Real (Lamentável)

- Incrustação formada pela deposição de materiais calcários em tubo de rede de distribuição de água tratada (foto maior).
- Incrustação denominada “tuberculização”, formada inclusive por ações de bactérias, em tubos de ferro fundido de rede de distribuição de água, também tratada (2 fotos menores) (27*).

Comentários (Quase dispensáveis)

- a) Com o passar do tempo (e da água inadequadamente tratada) essas incrustações vão reduzindo cada vez mais a seção útil de escoamento, chegando mesmo a obstruir totalmente a tubulação.
- b) As fotografias sugerem:
- insuficiência do controle do tratamento das águas em questão,
 - valor relativo de todos os cuidados eventualmente tomados durante a execução da obra (inclusive daqueles apontados nessê manual).





(citada no item)

- 1* – AMERICAN Water Works Association—AWWA.M 8 –
Distribution Manual
CURSO DE TREINAMENTO PARA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA
(Atraining Course in Water Distribution) (13.5)
- 2* – ANDRADE, Engs. Dalvo de Paulo; José Flávio Fialho e Baldassar e Mattana
PRODUÇÃO DE TUBOS DE FERRO NODULAR NA CIA. DE FERRO BRA-
SILEIRO
Separata da Metalurgia – ABM – nº 134 – Vol. 25 (8.1.1.1.a)
- 3* – ANDRADE, Eng^o Ruben Duffles
Eng^o da Sociedade Industrial Tetracap Ltda
MÉTODO DE ASSENTAMENTO DE TUBOS DE CONCRETO – 1ª parte
Boletins do DER – S. Paulo – 1947 (8.1.4)
- 4* – ASSIS, Eng^o Omar de Paula
ABASTECIMENTO CONTÍNUO DE ÁGUA (10.8.4)
- 5* – ASSIS, Eng^o Omar de Paula
DESPERDÍCIO DE ÁGUA
Extrato de Publ. S.A.T.H. IV – $\frac{06 - 04}{2}$ (10.8.6)
- 6* – ASSIS, Eng^o Omar de Paula
ESCOLHA E INSTALAÇÃO DE HIDRÔMETROS
dez. 1945 (10.8.6)
- 7* – ASSIS, Eng^o Omar de Paula
POR QUE HIDRÔMETROS?
set. 1960 (12.1)
- 8* – ASSIS, Eng^o Omar de Paula
SERVIÇO DE HIDRÔMETROS EM MARÍLIA
abril 1952 (10.8.5)
- 9* – AZEDO, Dr. Raul – 1906
ÁGUAS POTÁVEIS E ENCANAMENTOS DE CHUMBO
(Memória histórica de saturnismo do Recife) (10.8.2)

(citada no item)

- 10* – BANDINI, Eng^o Alfredo
Esc. Engenharia de São Carlos
CONSTRUÇÕES HIDRÁULICAS – OBRAS DE SANEAMENTO, Vol. I (10.5.2)
- 11* – BRITISH WATER ENGINEERING PRACTICE,
Manual OF. 3ª edição – 1961 (12.3.3 e 12.3.7)
- 12* – BRITO, Eng^o F. Saturnino Rodrigues de
SANEAMENTO DE RECIFE – DESCRIÇÃO E RELATÓRIOS
1917 (10.8.6)
- 13* – BROTERO, *Frederico A. e Fernando Larrabure*
Eng^{os}. do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo
TUBOS DE ADUELAS DE MADEIRA – DADOS PARA O CÁLCULO E EXECUÇÃO
Boletim de Inspeção de Serviços Públicos - nº6–1941 (8.1.6.1)
- 14* – CETESB, Fac. de Saúde Pública – SP, OPS, OMS – 1970
DESINFECÇÃO DE ÁGUAS
a. Cap. IV – Prof. José M. de Azevedo Netto (13.4)
b. Cap. V – Eng^o Luciano Sighieri (13.4)
c. Cap. XI – Eng^o Carlos Celso do Amaral e Silva (13.6)
- 15* – DIDIER, Georges e André Cauvin – Prof. da Escola
Especial de Trabalhos Públicos – França
DISTRIBUCIÓN DE ÁGUA EN LAS AGLOMERACIONES
Trad. Eng^o Amado Juan Sala – Edit. Reverte S.A – 1964 (8.1.1.3,
. 8.1.5.4, 8.1.5.5, 8.1.5.7, 10.5.2, 10.6.1.1, 10.7.1, 10.7.2 e 12.3.3)
- 16* – ESCOREL, Eng^o F.J.
TUBOS DE CONCRETO
Revista Acrópole nº 209 – março 1956 (8.1.4)
- 17* – LIMA, Prof. Antonio Figueiredo
ENCANAMENTOS DE RECALQUE
Apost. Escola de Engenharia de Pernambuco–1963 (10.7.1)
- 18* – LINCONLN – Eletrodos – ARMCO
MANUAL DO SOLDADOR (8.1.5.6)

(citada no item)

- “19* – MARTIN, Jules – Prof. del Inst. Politécnico de Lieja
MANUAL PRACTICO PARA LA INSTALACION Y CONSERVACION
DE UNA DISTRIBUCION DE ÁGUA
Trad. Adolfo Martinez Aznar – Edit. Urno – España – 1966 ... (8.1.1.3,
8.1.2.1, 10.6.1.1, 10.9, 12.3.3)
- 20* – MARTINS, Eng^o Joaquim – S.B.S. – Santos–SP
OBRAS DE ARTE E DISPOSITIVOS COMPLEMENTARES
Apostila Curso Fiscalização e Construção de
Canalização – CETESB – 1971 (10.3, 10.4)
- 21* – MARTINS, Prof. José Augusto
CANALIZAÇÕES DE ÁGUA: Materiais, Condições hidráulicas e
Sanitárias – Construção e Proteção
Curso por correspondência sobre técnicas de Abastecimento
de água – Cap. XI (12.1, 12.3.6, 12.3.7)
- 22* – MENDONÇA, Eng^o Sergio Rolim
MANUAL DO REPARADOR DE MEDIDORES D'ÁGUA
CAERN–Cia. de Águas e Esgotos do Rio G. do Norte–1970 (10.8.6)
- 23* – MERIGHE, Prof. Levy
LIMPEZA E DESINFECÇÃO DE REDE E RESERVATÓRIOS DE DISTRI-
BUIÇÃO
Apost. Curso Operadores de ETA – CETESB–1971 (13.1, 13.7)
- 24* – REGULAMENTO GERAL DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA
DA PROVÍNCIA DE MOÇAMBIQUE – 1961 (12.3.7)
- 25* – NETTO, Eng^o Edmundo A. Dias
ADUTORAS DE AÇO – TECNOLOGIA DE SOLDAS
Apostila Curso ARMCO (8.1.5.6)
- 26* – NETTO, Prof. J.M. de Azevedo e Swami M. Villela
MANUAL DE HIDRÁULICA (2.7.2, 10.8.1)
- 27* – NETTO, Prof. J.M. de Azevedo
TRATAMENTO DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO (cap. 15; caso nº 193)
- 28* – NINA, Eng^o Eduardo Della
CONSTRUÇÃO DE REDES URBANAS E ESGOTOS
USAID X SURSAN – 1966 (6.1, 6.2.8, 6.3.3)

(citada no item)

- 29* – NOGAMI, Eng^o Paulo S.
LIGAÇÕES PREDIAIS E MEDIDORES
Curso por Correspondência sobre Técnica de Abastecimento e Tratamento
d'água – Cap. XIX (10.8.2, 10.8.3.3)
- 30* – OLIVEIRA, Eng^o Francisco Maia
DRENAGEM DE ESTRADAS
Bol. Técnico n^o 5 da Associação Rodov. do Brasil (10.4)
- 31* – PIVETA, Eng^o Henrique – Div. Ensaios e Normalização do CETESB
RECEBIMENTO E ACEITAÇÃO DOS MATERIAIS
Apostila Curso Fiscalização e Construção de Canalizações – CETESB – 1971 (4)
- 32* – REIS, Eng^o Eduardo Gomes dos
PROTEÇÃO CATÓDICA DAS INSTALAÇÕES PREDIAIS
Rev. DAE – S.P. – n^o 83 – dezembro – 1971 (10.8.2)
- 33* – REIS, Eng^o Eduardo Gomes dos
TUBULAÇÕES DE CONCRETO PROTENDIDO
1^o Simpósio Eng. Sanitária–S. Paulo – 1966 (8.1.4)
- 34* – SÁTIRO, Eng^o Carlos Alberto
VARIAÇÃO HORÁRIA DE CONSUMOS D'ÁGUA EM GUARABIRA–
PARAIBA
Cia. de Água e Esgotos da Paraiba – CAGEPA (12.1)
- 35* – SCHOKLITSCH, Dr. Armin
ARQUITETURA HIDRÁULICA
Prof. da Escola Técnica Superior de Brunn (8.1.1.3)
- 36* – SILVA, Eng^o Luiz Pereira da–Consultor da OPS/OMS
CLORAÇÃO DA ÁGUA
Publicação para Curso na Esc. de Engenharia da Univ. Federal da Paraiba –
Campina Grande–PB–1968 (13.1, 13.4, 13.7)
- 37* – SYMONS, Ph. D. George E.
PIPES AND PIPING – WATER SYSTEMS
(Manual Prático n^o 2:– Tubulações para água)
Rev. Water and Waste Engineering – may–1967 (13.1)

(citada no item)

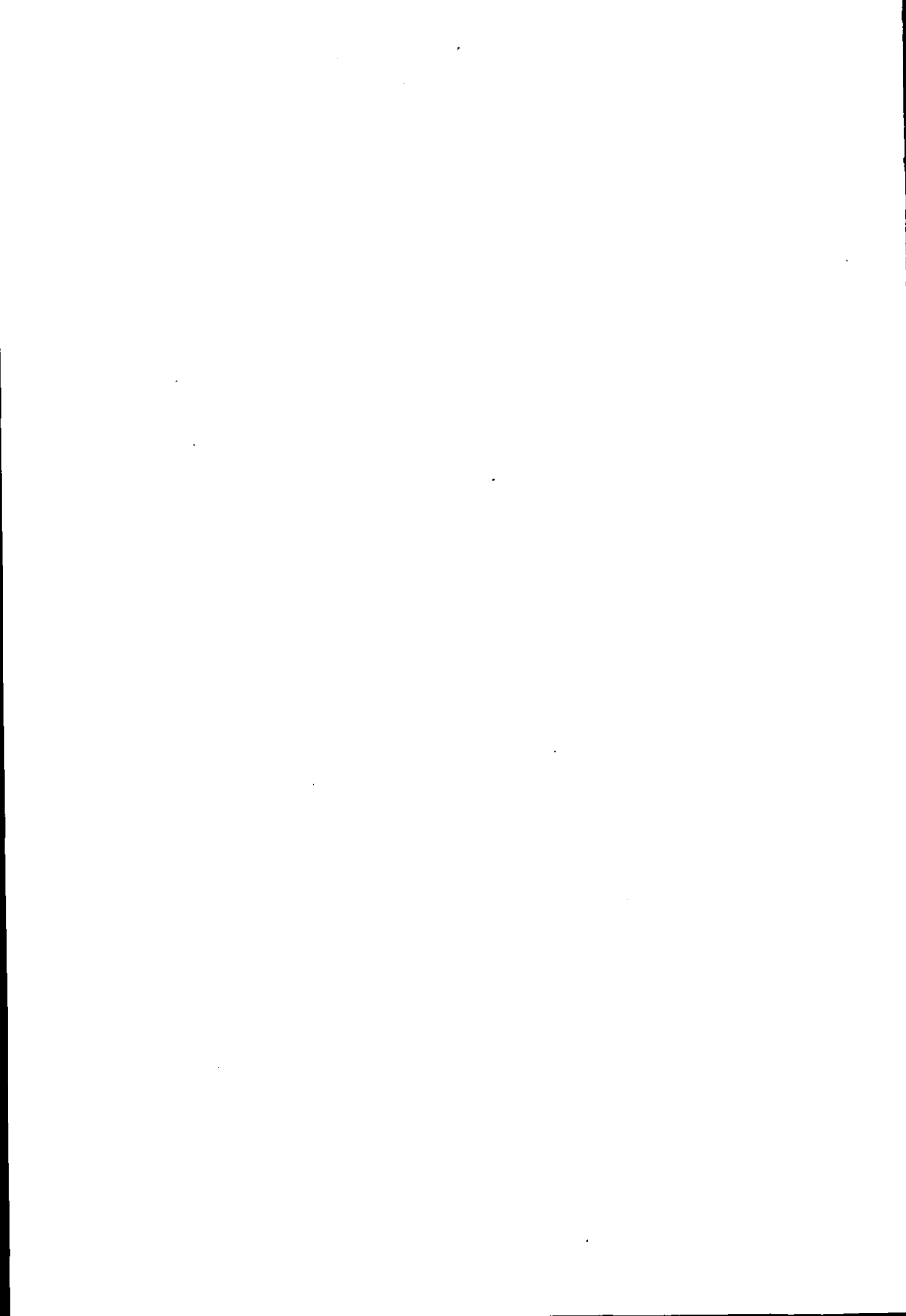
- 38* – VIANNA, Eng^o Newton dos Santos – DEMA E - Belo Horizonte - MG
TESTES HIDRÁULICOS EM TUBULAÇÕES EMPREGADOS EM
SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
Apost. Curso Fiscalização e Construção de
Canalizações – CETESB – 1971 (12.3.3, 12.3.4, 12.3.6.8)
- 39* – PRUEBA DE RECEPCION EN ZANJA
Uruguai – Montevideo – Obras Sanitárias del Estado
4^o tuberia de Bombeo, Apuntes Tecnicos
Eng^o Alberto Salveraglio – nov. 1963 (12.3.5)
- 40* – DESENHO: ESQUEMA DE LIGAÇÃO PREDIAL
tubos de plástico soldável – CAGEPA – Cia. de Água e Esgotos da Paraíba
(Arq. V2.8.17.1/1) (10.8.7)
- 41* – DESENHO: PEÇAS E CUSTO PARA LIGAÇÕES DE ÁGUA – De 1 1/4”
DAE – CAMPINAS – (índice 10, arq. 3, 7/8/70) (10.8.7)
- 42* – DESENHO: CAIXA PARA HIDRÔMETRO de 3/4” e 1”
DAE – CAMPINAS – (índice 10, arq. 3, 12/8/70) (10.8.6)
- 43* – DESENHO: FERRULE 3/4”
Metalúrgica IPÊ Ltda – São Paulo (10.8.3.3)
- 44* – DESENHO: CONJUNTOS DE VENTOSAS E QUEBRA-VÁCUO TÍPICOS
COMASP-SERETE – (n^o 9170 – 066 - B5 – 1971) (10.5.5)
- 45* – DESENHO: REDE DE DISTRIBUIÇÃO
Proj. de Jardim – Ce. Des. Reinaldo Santos
CAENE – Cia. de Águas e Esgotos do Nord. – Recife – 1964 (2.5.3)
- 46* – TUBULAÇÕES INDUSTRIAIS
Telles, Eng^o Pedro Carlos da Silva (8.1.1.4 e 10.3)
- 50* – NORMA PARA ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO DE PROJETOS
DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA
SUDENE, DNOCS, FSESP, DNERU, CVSF
Aprovada no II Congresso Brasileiro de Engenharia
Sanitária – Porto Alegre R.G. Sul, 1963 (2)

(citada no item)

- 51* – NORMAS E ESPECIFICAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
Engº José Meiches – DAE – São Paulo (2.6)
- 52* – NORMA GERAL DE DESENHO TÉCNICO – NB-8
ABNT–Associação Brasileira de Normas Técnicas (2.5.1, 11.3.2.1)
- 53* – COLETÂNEA DE NORMAS PARA SINALIZAÇÃO DE OBRAS EM VIAS PÚBLICAS URBANAS
Departamento de Águas e Esgotos de S. Paulo – 1969 (3.3.3, 3.3.4)
- 54* – RESOLUÇÃO Nº 402/68 DO CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (3.3.1, 3.3.2, 3.3.3 e 3.3.4)
- 55* – NORMA PARA DESINFECÇÃO DE TUBULAÇÕES DE ÁGUA
(Standard for Disinfecting Water Mains)
American Water Works Association – AWWA – C-601-68 (13.2)
- 56* – NORMA PARA ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÕES DE FERRO FUNDIDO PARA ÁGUA
(Standard for Installation of Cast-Iron Water Mains)
American Water Works Association – AWWA – C-600-64 (12.3.6, 12.3.7)
- 57* – NORMA PARA ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÕES DE CIMENTO-AMIANTO PARA ÁGUA
(Standard for Installation of Asbestos Cement Water Pipe)
American Water Works Association – AWWA – C – 603 – 65 (12.3.5, 12.3.6 e 12.3.7)
- 58* – SUGESTÃO do Engº Eugênio João Guilhem
Brasilit – São Paulo (8.1.2.6.b e 10.3)
- 59* – NORMA PARA PROJETO E EXECUÇÃO DE TUBULAÇÕES DE PRESSÃO DE CIMENTO-AMIANTO
ABNT – P-NB-77R (8.1.2.9)
- 60* – PROJETO E EXECUÇÃO DE TUBULAÇÕES DE FERRO FUNDIDO CENTRIFUGADO, DE PONTA E BOLSA, PARA CONDUZIR ÁGUA FRIA, SOB PRESSÃO
ABNT – P – NB – 126 (1964) (8.1.1.1.e)
- 61* – NORMAS PARA INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA
ABNT – NB – 92 (10.8.1)

(citada no item)

- 62* – CONEXÕES PARA TUBOS DE FERRO FUNDIDO CENTRIFUGADO
ABNT – PB – 15 (1954) (8.1.1.4)
- 63* – PROJETO DE ESPECIFICAÇÃO DE TUBOS DE PRESSÃO DE CIMENTO-
AMIANTO
ABNT – EB – 109 R (8.1.2.3)
- 64* – PROJETO DE ESPECIFICAÇÃO DE TUBOS DE PVC – RÍGIDO
ABNT – EB – 183 (8.1.3.1.d)
- 65* – HIDRÔMETROS PARA ÁGUA FRIA – ESPECIFICAÇÃO
ABNT – P.E.B. – 147 (10.8.6)
- 66* – PADRÕES DE POTABILIDADE DO ESTADO DE SÃO PAULO
Decreto nº 33 047 de 04 de julho de 1958 (13.1)
- 67* – IMPRESSO: METROLOGIA – DO INSTITUTO DE PESOS E MEDIDAS DO
ESTADO DA PARAIBA (Órgão delegado do INPM) (14.8)
- 68* – Sugestão do Sr. Levy Merighe
Div. de treinamento e Assistência do CETESB (4.4)



CATÁLOGOS

- 70* – Pont – A – Mousson, Societé des Fonderies
Catálogo Geral – 1969 (4.2, 4.4, 12.3.3, 12.3.4)
- 71* – Barbará, Companhia Metalúrgica
Catálogo: Tubos, Conexões e Registros—1970 (8.1.1.1.a, 8.1.1.3,
8.1.1.4, 8.1.1.5, 8.2.1, 10.7.8)
- 72* – Idem: Aparelhos para Proteção das Instalações Hidráulicas (8.2.1, 10.5.1, 10.5.4)
- 73* – Idem: Dúctil (8.1.1.1.a)
- 74* – Idem: Tubos cimentados de ferro fundido (8.1.1.1.a)
- 75* – Idem: Acessórios para Registros e Aparelhos (8.2.1)
- 76* – Idem: Tubos e conexões Ferroflex
instrução de montagem (8.1.1.2)
- 77* – Idem: Tubos dúctil e Conexões com junta mecânica (8.1.1.5)
- 78* – Ferro Brasileiro, Companhia:— Catálogo Geral (8.2.1)
- 79* – Idem: Ferro dúctil (8.1.1.1.a, 8.1.1.4)
- 80* – Difasa – Macacos hidráulicos e Máquinas para cortar tubos (8.1.1.1.f)
- 81* – Wheeler Manuf.— Macacos hidráulicos e Máquinas para cortar tubos (8.1.1.1.f)
- 82* – Toledo – Beaver – Macacos hidráulicos e Máquinas para cortar tubos (8.1.1.1.f)
- 83* – J.B. Clow, Inc –Pipe Economy – nº 56 (8.1.1.3, 10.9 e 12.3.3)
- 84* – Eternit – Tubos de pressão – 20.3 (8.1.2.1, 8.1.2.4, 8.1.2.5,
8.1.2.6.a, 8.1.2.7, 8.2.3 e 10.1)
- 85* – Eternit – Tubos de pressão (8.1.2.2)
- 86* – Eternit – Construção de Canalizações de pressão – 22.1 (8.1.2.5, 8.1.2.6.a, 10.3)
- 87* – Brasilit S.A Tubos:— Tubos de pressão de cimento-amianto (2.7.1, 8.1.2.3, 8.1.2.
5, 8.2.3, 8.1.2.6.b, e 10.8.3.2)

(citada no item)

- 88* – Idem: Tubos de Concreto Protendido (8.1.4)
- 89* – Idem: Tubos de PVC rígido (8.1.3.1.c, 8.1.3.3 e 8.2.3)
- 90* – Ferro Brasileiro, Cia.— Noticiário Técnico Informativo – Ano 2 – nº 6 – março 1961. (8.1.1.2)
- 91* – Tigre, Cia Hanzen Industrial – Catálogo: PBA–PBS–F tubos e conexões para adução e distribuição de água potável – PVC Rígido (8.1.3.1.a e b, 8.1.3.3, 8.1.3.5, 8.2.3)
- 92* – Tigre, Cia Hanzen Industrial – Tubos de PVC rígido revestidos com fibra de vidro (Filament Winding) (8.1.3.5)
- 93* – Idem: Derivação do ramal à seco, com registro de macho em PVC e Nylon. (10.8.3.3)
- 94* – Trivellato S/A:TRITUBO (Catálogo Tubos de Aço) (8.1.5.2)
- 95* – ARMCO Industrial e Comercial S/A: TUBOS DE AÇO SOLDADO . (8.1.5.6, 8.1.5.9)
- 96* – POLYARM – Brasil – Tubos de resina poliester armada com fibras de vidro e areia (8.1.6.2)
- 97* – UNITED TECHNOLOGY CENTER (Div. Of United Aircraft Corporation) Califórnia USA:–THECNICAL INFORMATION – TIS – 700 (8.1.6.2)
- 98* – DOX – Cia. Importadora e Industrial Catálogo nº 1 – 1968 (12.3.6.2)
- 99* – ARAMFARPA – Ind. e Com. Ltda. Válvula Anti-Golpe de Ariete – Catálogo Técnico (10.7.8)
- 100* – GOODYEAR DO BRASIL – Mangueiras para gasolina e óleos(cap. 15 e CASO nº 189)
- 101* – Tigre – Cia Hanzen Industrial:– Tubos e conexões para instalações hidráulicas (8.1.3.4)
- 102* – Idem: Tubos de ponta e bolsa com anel de borracha (8.1.3.2)

Aos engenheiros: Hugo Laloni (do Fomento Estadual de Saneamento Básico – FESB), Thiery Celso de Resende e Júlio Cerqueira Cesar (da Consultoria e Planejamento de Hidráulica e Saneamento Ltda – COPLASA), Antônio José da Silva e Adhemar Della Nina (da Superintendência de Urbanização e Saneamento – SURSAN), Henrique Piveta e Levy Merighe (do Centro Tecnológico de Saneamento Básico – CETESB), Carlos Pedro Jens (do Escritório Técnico de Engenharia Sanitária e Construção – ETESCO S.A), Joaquim Martins e Waldyr Ferrauche (da Companhia de Saneamento da Baixada Santista – SBS), Arízio Ribeiro da Silva (do Departamento de Água e Esgotos de Campinas – SP), Alcindo Cícero Camano (da Companhia Metropolitana de Saneamento de São Paulo – SANESP), e Newton dos Santos Vianna (do Departamento Municipal de Águas e Esgotos de Belo Horizonte – DEMA), que prepararam o material didático (apostilas, fotografias, etc) de um curso para pessoal de nível médio de instrução, realizado no CETESB em janeiro de 1972, cujas aulas foram dispostas aproximadamente segundo a ordem dos capítulos anteriores.

Com base nesse material, foi preparado o presente Manual.

No capítulo 4 (Recebimento e Aceitação dos Materiais), foi transcrita a respectiva apostila do curso, tendo o seu autor: Eng^o Henrique Piveta, efetuado pequenas eliminações de alguns assuntos abordados também em outros capítulos.

Aos Srs. Diogenes Rodrigues de Souza, Geraldo Sales e Mário Alves pelas experiências que realizaram no CETESB, sobre juntas de chumbo em tubos de ferro fundido, permitindo o melhor desenvolvimento do item (8.1.1.3) e CASOS nºs 75, 76 e 77 do Cap. 15 deste manual.

Agradecemos igualmente aos engenheiros Joaquim Martins e Carlos Pedro Jens, cujas apostilas para o curso foram de grande utilidade na preparação, respectivamente, dos capítulos 8 e 10 deste Manual, além das várias fotografias que forneceram para os CASOS do capítulo 15.

Aos engenheiros Carlos Kupper, Eugênio João Guilhem, Mário Bandeira, Walter Russo e José Fernando T. Osório, respectivamente da ETERNIT do Brasil cimento-amianto S.A., Sociedade Anônima Tubos Brasilit, Cia Metalúrgica Barbará Polyarm S.A. Industria e Comércio e Cia. Hanzen Industrial pela revisão e diversas sugestões sobre as considerações feitas no capítulo 8, bem como autorização para o emprego das figuras que ilustram aquela parte do trabalho.

Aos engenheiros Tárzio Papa, José Carlos Moreira Rosa, José da Silva Quirino, Plínio Tomaz, Luiz Nelson Peppe, Nilson de Brito Feitosa, Faustino José da Costa Filho e Sr. Nelson Hojo, pelo acompanhamento e orientação às visitas efetuadas em obras, a organização de seus serviços de almoxarifado, bem como sobre diversas considerações à respeito de ligações domiciliares, instalação de hidrômetros e implantação de serviço de cadastro, nos serviços de Abastecimento d'água de Osasco e Guarulhos em São Paulo, e do Estado da Paraíba – CAGEPA.

Destacamos também nosso agradecimento ao Eng^o Abrahão Fainzilber, que sugeriu o sistema cartesiano de referência no serviço de cadastramento de rede de distribuição, sobre o qual fundamentaram-se as demais considerações feitas no Capítulo 11.

Ao prof. Levy Merighe pela revisão e diversas simplificações que introduziu no Capítulo 13, referente à Desinfecção, além da reprodução de diversas fotografias que ilustram o Capítulo 15.

Aos engenheiros Marcial Gil Latou e Waldo Lima Vidal pela revisão do Capítulo 12 (ensaios).

Aos engenheiros Benedito E. Barbosa e Manoel Dantas Vilar Filho pelas ponderações sobre alguns comentários de CASOS do capítulo 15 e sugestão para apresentação de um capítulo especial sobre Conceitos Básicos (capítulo 14).

Aos Engenheiros Nicolau L. Obladen pelas diversas fotografias de obras realizadas no Estado do Paraná, aproveitadas nas ilustrações do capítulo 15.

Ao engenheiro Cláudio Manfrini por diversas considerações e sugestões principalmente sobre a localização de registros na rede de distribuição.

Aos Srs. Ronaldo Pinto de Azeredo e Wilfredo Tolentino pelo auxílio prestado durante os trabalhos preliminares de diagramação e várias fotografias de obras próximas à São Paulo.

Às Sr.^{tas} Dorothy Lopes Belliard por sua capacidade de associar à sensibilidade artística de comunicação com a precisão técnica dos desenhos que ilustram este Manual, e Maria Nar Kosseto, pela revisão gramatical de todo o texto do trabalho.

Às Sr.^{tas} Ana Maria Forte, Jorgina Mello Barbosa, Maria Luiza de A. Moura, Débora Soares Marins e Nadijamará Gomes Ramia pelos serviços de datilografia.

Ao Sr. Machado Bittencourt e à Diretoria da Cia. de Águas e Esgotos da Paraíba – CAGEPA –, pela fotografia utilizada na capa desta publicação.

Aos Profs. Antonio Figueiredo Lima e J.M. de Azevedo Netto que indicaram conceituação mais objetiva e precisa, em alguns itens insuficientemente esclarecidos.

Finalmente, destacamos nosso especial agradecimento ao Eng^o Omar de Paula Assis que, ao ler o item Ramais Prediais, indagou sobre a classificação desse trabalho, parodiando os dizeres da propaganda do conhecimento fortificante:— “como era, como sou e como gostaria de ser”.

Reconhecemos ser mais correto o enquadramento naquela fase intermediária, já que sempre procurou mostrar o “como sou” (como as coisas são feitas atualmente), algumas vezes à luz do “como era” (limitados pelos recursos tecnológicos disponíveis na época), mas sempre sugerindo o “como serei” (induzindo a evolução tecnológica). Ao leitor foi deixada a escolha da alternativa que preferir.



O Centro Tecnológico de Saneamento Básico – CETESB –, não se responsabiliza, como um todo, pelas opiniões emitidas em qualquer parte deste trabalho.

Não deverá ser entendido que todos os procedimentos recomendáveis estejam sugeridos aqui; circunstâncias diferentes poderão exigir outros procedimentos específicos mais recomendáveis.

Este manual não deve ser considerado como uma “Norma” prática, mas sim como um “Guia” prático a ser aplicado criteriosamente e com as devidas atenções para as novas técnicas que ocorram. As sugestões feitas, não devem ser confundidas com qualquer recomendação de caráter estadual ou federal.

O CETESB não autoriza a reprodução de material retirado de outras fontes e assinaladas nesta publicação.

Nas demais transcrições permitidas, o CETESB solicita que sejam indicados o nome completo do trabalho, nome do(s) auto(es) e data da publicação ou número da edição.

A Divisão de Treinamento e Assistência do CETESB apenas solicita ser informada das transcrições julgadas convenientes, a fim de que possa comunicar ao interessado qual - quer correção eventualmente existente nesta edição. As informações poderão ser endereçadas para:

CENTRO TECNOLÓGICO DE SANEAMENTO BÁSICO – CETESB

Divisão de Treinamento e Assistência
Av. Prof. Frederico Hermann Júnior, 465
Alto de Pinheiros
(C.E.P. 05459) São Paulo – SP