

# MEMORIAL DESCRITIVO DE DRENAGEM

Requerente:  
PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELA DO ALTO  
CNPJ: 46.634.077./0001-14

Município: Capela do Alto – SP  
Avenida Francisca Salas Sanches

Micro Bacia Hidrográfica: Médio Tietê Superior  
Sorocaba Médio Tietê - UGRHI 10

Responsável Técnico:  
Eng. Paulo Boulos Filho  
Crea: 5069756887

JAN / 2022  
CAPELA DO ALTO - SP

## 1 INTRODUÇÃO

Objetivo:

O presente projeto refere-se às instalações de um sistema de drenagem no município de Capela do Alto, Estado de São Paulo e compreende o escoamento superficial, captação, encaminhamento e lançamento das águas superficiais.

Topografia:

O projeto de Drenagem foi desenvolvido sobre a fotografia aérea e levantamento, na escala 1:1.000.

Classificação:

O referido foi projetado para captação da água escoada pelas microbacias locais. A área total de escoamento tem 3,98 ha.

Área a ser atendida:

O projeto da rede de drenagem abrange as áreas citadas em planta. Devido às características topográficas do terreno, será previsto o escoamento superficial as águas pluviais coletadas e serão encaminhadas por uma rede de galerias até 4 pontos de lançamento. Citados no projeto de Rede de Drenagem.

Área de drenagem de 3,98 ha.

Critério do projeto:

A coleta, afastamento e lançamento das águas pluviais da área em estudo serão feitos levando-se em conta: a topografia da área; o tipo de urbanização das ruas a implantar; a proteção aos pavimentos; a redução do alagamento; a eliminação de ponto baixo de acumulação de água; a diminuição de inundações.

A filosofia do sistema pluvial é exatamente oposta à filosofia da rede de esgoto. Assim, a rede pluvial só deverá existir em locais indispensáveis, devendo ser a menor possível. Também deverá captar parte das águas de chuva e a dispor o mais próximo possível, sem preocupação de ordem sanitária, só com preocupações hidráulicas.

## 2 DISPOSITIVOS

O sistema de drenagem, ou de micro drenagem de águas pluviais será composto dos seguintes dispositivos:

**Sarjetas:** Canais longitudinais, triangulares, situados entre a guia e a pista de rolamento, destinado a coletar e conduzir as águas de escoamento superficial até os pontos de coleta.

**Pavimentação:** como o local referido é uma estrada rural, a pavimentação será feita com uma sub-base de brita granulada e superficialmente uma camada de concreto betuminoso usinado quente.

**Bocas de Lobo (BL):** Também denominadas de bocas coletoras, são estruturas destinadas à captação das águas superficiais transportadas pelas sarjetas.

**Ligações Boca-Boca:** Tubo de ligação ou tubo conector que conduz a água captada em bocas de lobo até outras bocas de lobo, evitando a utilização de poços visitáveis, simplificando a obra e reduzindo os custos de implantação. Terão diâmetro de 600mm e declividade mínima de 1%.

**Galerias Coletoras:** São condutos destinados ao transporte das águas captadas nas bocas coletoras até os pontos de lançamento; tecnicamente denominada de galerias.

**Muro de ala:** Estrutura cuja função é o lançamento das águas, no final dessa estrutura há um trecho enrocamento, onde ocorre a dissipação da energia da água coletada para o lançamento.

**Poços de visita:** São caixas de alvenaria utilizadas em mudanças de direção das linhas de tubos, e também para limpar a rede. As dimensões dos poços de visitas devem seguir as especificações do projeto.

## 3 DRENAGEM

### 3.1 Escavação e Escoramento de Valas

#### 3.1.1 Objetivo

3.1.1.1 Esta especificação fixa as condições de execução e controle de escavação de material constituinte do terreno natural, para a implantação do sistema de drenagem, mediante abertura de valas e cavas de fundação em conformidade com as dimensões indicadas no projeto e/ou cumprir as exigências.

3.1.1.2 Materiais considerados inadequados, tais como argilas orgânicas, areias fofas, argilas muito plásticas e solos micáceos, devem ser removidos na largura e profundidade indicadas no projeto e transportados para local indicado pela FISCALIZAÇÃO, fora do sítio aeroportuário.

3.1.1.3 Nos locais escavados, onde a estabilidade das paredes laterais for insuficiente à permanência estável da seção escavada, deverá ser executado escoramento de valas.

#### 3.1.2 Normas Técnicas

- DER/PR ES – T 02/05 – Terraplenagem> Cortes;
- DNIT – IPR 736/2013 - Álbum de Projetos – Tipos de Dispositivos de Drenagem;
- NBR 12266/1992 – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana;
- NBR 15645/2009 – Execução de Obras de Esgoto Sanitário e Drenagem de águas Pluviais utilizando-se Tubos e Aduelas de Concreto;
- NBR 9061 – Segurança de Escavação a Céu Aberto;
- Portaria do Ministério do Trabalho n° 17, de 07/07/83.

#### 3.1.3 Materiais

- Solos

Compreendem os materiais terrosos, em geral, e as alterações de rocha que ocorrem em depósitos sedimentares, podendo conter pedras e matacões, e cujo desmonte se faz com equipamentos adequados sem o emprego de explosivos.

- Escoramento

Devem ser empregadas madeiras duras, resistentes à umidade (peroba, maçaranduba, angelim, canafístula, etc).

#### 3.1.4 Equipamento

A escavação deverá ser executada mediante a utilização racional de equipamentos adequados, que possibilitem a execução dos serviços de acordo com as condições especificadas e a produtividade requerida.

A seleção dos equipamentos obedecerá às seguintes indicações:

- a) Materiais de 1ª categoria
  - escavadeiras hidráulicas com esteiras;
  - caminhões basculantes;
  - motoniveladoras.
- b) Materiais para 2ª categoria
  - escavadeiras hidráulicas com esteiras;

- caminhões basculantes;
  - motoniveladoras;
  - compressores de ar;
  - martelotes pneumáticos.
- c) Materiais para 3ª categoria
- escavadeiras hidráulicas com esteiras;
  - compressores de ar;
  - martelotes pneumáticos;
  - perfuratrizes sobre esteiras;
  - caminhões basculantes para rocha.

### 3.1.5 Execução

#### 3.1.5.1 Escavação

- a) A escavação deverá ser precedida da execução dos serviços de limpeza do terreno, e deve ser executada de acordo com os elementos técnicos, fornecidos à CONTRATADA, do projeto;
- b) A escavação da obra deverá ser iniciada após o mapeamento adequado do terreno, e implantação de estacas de amarração e RNs, realizada sem escoramento e com talude de inclinação indicada em projeto ou no mínimo 1,5H:1V, até a altura de 2 metros e sem a presença de água, sendo as demais valas com utilização de escoramento e bombeamento.
- c) Na escavação deverá ser utilizado processo mecânico, admitindo-se serviços manuais para fins de regularização das valas;
- d) As dimensões da vala deverão obedecer às cotas do projeto;
- e) A escavação deverá ser executada de acordo com a previsão da utilização adequada ou da rejeição dos materiais extraídos;
- f) O preparo do fundo da vala pode ser: acerto do solo natural; substituição de solo; lastro de material granular; laje de concreto simples ou armado e estanqueamento.
- g) Atingida a cota de implantação, a fundação deverá ser convenientemente preparada, após aprovação da FISCALIZAÇÃO.
- h) A escavação das cavas deverá ser feita em profundidade que comporte a execução do berço, observando-se que a largura da cava deverá ser superior à do berço em, pelo menos, 30 (trinta) centímetros para cada lado, de modo a garantir o manuseio para implantação das formas.
- i) Deverão ser aproveitados na construção dos reaterros, os materiais das escavações, desde que sejam compatíveis com as especificações constantes do projeto;
- j) Constatada a conveniência técnica e econômica de reserva de materiais escavados para a confecção de reaterros, deverá ser procedido o depósito dos referidos materiais, para sua oportuna utilização;
- k) O material excedente, que não se destinar ao fim indicado no parágrafo anterior deverá ser removido para local de bota-fora, fora do sítio aeroportuário, ficando a CONTRATADA responsável pela definição do local de bota-fora e respectivo licenciamento ambiental;
- l) No caso de presença de solo de expansão superior a 2%, de baixa capacidade de suporte ou de solos orgânicos, este rebaixamento deverá ser da ordem de 1,0 m e, em seguida, proceder-se-á à execução de novas camadas, as quais deverão ser objeto de definição no projeto.

- m) As galerias deverão ser locadas com estacas, de 10 em 10 m, com base nos elementos do projeto (posição, esconsidade, comprimento, cotas). Nenhuma alteração poderá ser introduzida sem ordem da FISCALIZAÇÃO.
- n) As escavações com profundidades máximas de 1,25 m podem ser construídas com paredes verticais sem medidas de proteção especiais se a inclinação da parede do solo adjacente for: a) menor que 1:10 em solos não coesivos e b) 1:2 em solos coesivos.
- o) Nos locais escavados, onde o nível do lençol freático dificultar a trabalhabilidade e execução dos serviços necessários à implantação da rede deverá ser executado esgotamento de valas através de bombeamento eletromecânico, utilizando bombas submersas.
- p) Quando a escavação atingir o lençol de água, fato que poderá criar obstáculos à perfeita execução da obra dever-se-á ter o cuidado de manter o fundo da vala ou cava permanentemente drenado, impedindo-se que a água se acumule no interior da mesma. O bombeamento deverá prolongar-se até que seja reaterrada a vala e/ou se conclua a obra.
- q) Deverão ser feitas no fundo da vala, valetas laterais fora da área de assentamento dos tubos para que a água seja coletada pelas bombas em pontos adequados.
- r) Os crivos das bombas deverão ser colocados em pequenos poços dentro das referidas valetas. Para evitar erosão, recobrir-se-ão os crivos com brita. A critério da FISCALIZAÇÃO poderão ser substituídas as valetas por drenos de tubos perfurados.
- s) A água retirada deverá ser encaminhada para a galeria de águas pluviais ou valas mais próximas, por meio de calhas ou condutores, a fim de evitar o alagamento das superfícies vizinhas ao local de trabalho.
- t) A Contratada deverá ter por obrigação prever e evitar irregularidades das operações de esgotamento, controlando e inspecionando o equipamento continuamente. Eventuais anomalias deverão ser eliminadas imediatamente.
- u) A quantidade e potência das bombas deverão ser definidas no momento de execução do serviço e aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

#### 3.1.5.2 Escoramento

- a) Pontaleteamento: tábuas de 0,027 x 0,30 m, espaçadas de 1,35 m, travadas horizontalmente com estroncas de eucalipto de diâmetro de 0,20 m, espaçadas verticalmente de 1,00 m;
- b) Escoramento descontínuo: tábuas de 0,027 x 0,30 m, espaçadas de 0,30 m, travadas horizontalmente com longarinas de 0,06 m x 0,16 m em toda sua extensão, espaçadas verticalmente de 1,00 m com estroncas de diâmetro de 0,20 m, espaçadas de 1,35 m, sendo que a primeira estronca está colocada a 0,40 m de extremidade da longarina;
- c) Escoramento contínuo: tábuas de 0,027 x 0,30 m, de modo a cobrir toda a superfície lateral da vala, travadas umas às outras horizontalmente por longarinas de 0,06 m x 0,16 m em toda sua extensão, espaçadas verticalmente de 1,00 m com estroncas de diâmetro de 0,20 m, espaçadas de 1,35 m a menos das extremidades das longarinas, de onde as estroncas devem estar a 0,40 m;
- d) Escoramento especial: tábuas de 0,06 x 0,16 m, do tipo macho e fêmea, travadas horizontalmente por longarinas de diâmetro de 0,08 m x 0,18 m em toda sua extensão, com estroncas de diâmetro de 0,20 m, espaçadas de 1,35 m a menos das extremidades das longarinas, de onde as estroncas devem estar a 0,40 m. As longarinas devem ser espaçadas verticalmente de 1,00 m.

### 3.1.6 Controle de Qualidade

O acabamento da escavação deve ser executado mecanicamente, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitidas as seguintes tolerâncias:

- variação de altura máxima de  $\pm 0,05$  m para o eixo, bordas e alinhamentos paralelos;
- variação máxima da dimensão horizontal, em qualquer direção e sentido, de 0,20 m, não se admitindo variação para menos.

### 3.1.7 Critérios de Aceitação

Os serviços serão considerados aceitos se atenderem aos critérios geométricos descritos acima (item 8.1.6).

## 3.2 Reaterro

### 3.2.1 Objetivo

Esta Especificação fixa as condições de execução e controle de reaterros, que são parte dos serviços de drenagem, cuja implantação requer o depósito de materiais, quer provenientes de cortes, quer de empréstimo, nos limites das seções após o assentamento do elemento de drenagem (tubos, caixas, valas, canais, galerias, etc.).

Precauções específicas deverão ser tomadas objetivando evitar mudanças bruscas na capacidade de suporte do solo ao substituir partes rochosas que venham a ocorrer nas cavas por material de reaterro. A cava deverá ser reaterrada com o material indicado no projeto, compactado a 95% da massa específica aparente máxima, obtida pelo ensaio de Proctor Modificado.

### 3.2.2 Normas Técnicas

- DER/PR ES – T 02/05 – Terraplenagem > Cortes;
- DNIT – 108/2009 – ES – Terraplenagem – Especificação de Serviço;
- DNIT – IPR 736/2013 - Álbum de Projetos – Tipos de Dispositivos de Drenagem;
- NBR 12266/1992 – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana;
- NBR 15645/2009 – Execução de Obras de Esgoto Sanitário e Drenagem de águas Pluviais Utilizando-se Tubos e Aduelas de Concreto.

### 3.2.3 Materiais

Os materiais para aterro devem provir da própria escavação ou de empréstimos. A substituição desses materiais por outros de qualidade nunca inferior, quer por necessidade de serviço, quer por interesse da CONTRATADA, somente deve ser processada após prévia autorização da FISCALIZAÇÃO.

Os solos para os reaterros devem ser isentos de matérias orgânicas, micácea e diatomácea. Turfas e argilas orgânicas não devem ser utilizadas em reaterros.

Na execução do corpo dos reaterros não deve ser permitido o emprego de solos de baixa capacidade de suporte e de expansão superior a 2%.

Onde houver ocorrência predominante de areia, deve ser admitido seu uso na execução de aterros. O projeto de engenharia deve definir a espessura e demais características das camadas de areia e de material terroso subsequente. Ambas as camadas devem ser convenientemente compactadas. A camada de material terroso deve receber leivas de gramíneas, para sua proteção.

Em regiões em que forem escassos materiais mais adequados, poderá ser admitido, a critério da FISCALIZAÇÃO, o emprego de materiais rochosos.

### 3.2.4 Equipamentos

A execução dos reaterros deverá prever a utilização racional de equipamentos apropriados, desde que atendidas às condições locais e a produtividade exigida.

### 3.2.5 Execução

#### 3.2.5.1 Reaterro Parcial

- Deverão ser testadas todas as tubulações enterradas antes de se iniciar o reaterro, de forma a permitir facilmente a correção de eventuais vazamentos nas juntas, ou qualquer dano porventura existente;
- Deverá haver cuidado especial com cada camada de reaterro colocado, tomando-se precaução e certificando-se que o material depositado ocupe sempre a parte inferior, podendo para isso utilizar a movimentação de pá ou o aterro hidráulico, saturando o material com água.

#### 3.2.5.2 Reaterro Total

- O reaterro total deverá ser feito após a execução da correção de possíveis danificações porventura existentes;
- A execução do reaterro deverá, sempre que possível, utilizar material próprio de escavação, evitando, porém, pedras com dimensões superiores a 5 cm. As camadas deverão ser de 20 a 30 cm, adensadas até que se obtenha compactação e densidade próximas à do terreno natural adjacente. Nas áreas sob a pavimentação, o material deverá ser compactado a 95% PM.

#### 3.2.5.3 Preservação Ambiental

Deverão ser adotadas as recomendações de manejo ambiental previstas no Caderno de Encargos de Terraplenagem / Aterros.

### 3.2.6 Controle de Qualidade

#### 3.2.6.1 Controle tecnológico (em áreas sob o pavimento)

Devem ser procedidos:

- um ensaio de compactação (NBR 7182 ou DNIT 164/2013-ME), com a energia Modificada, para determinação da massa específica aparente seca máxima, para cada 500m<sup>3</sup> de um mesmo material do corpo do reaterro;
- um ensaio para determinação da massa específica aparente seca, in situ, após compactação, pelo método DNER-ME 092/64 e NBR 129/94, para cada 500 m<sup>3</sup> de material compactado do reaterro, nos locais onde forem coletadas amostras para os ensaios referido na alínea a.

#### 3.2.6.2 Controle da Execução

O número de ensaios de massa específica aparente “in situ”, para o controle da execução, deverá ser definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela CONTRATADA, conforme tabela a seguir:

**Tabela 1: Amostragem Variável**

n	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,5 5	1,4 1	1,3 6	1,3 1	1,2 5	1,2 1	1,1 9	1,1 6	1,1 3	1,1 1	1,1 0	1,0 8	1,0 6	1,0 4	1,0 1
$\alpha$	0,4 5	0,3 5	0,3 0	0,2 5	0,1 9	0,1 5	0,1 3	0,1 0	0,0 8	0,0 6	0,0 5	0,0 4	0,0 3	0,0 2	0,0 1
n = n° de amostras					K = coeficiente multidisciplinar					$\alpha$ = risco da contratada					

As determinações do grau de compactação (GC) deverão ser realizadas utilizando-se os valores da massa específica aparente seca, de laboratório, e da massa específica aparente "in situ", obtida no campo.

Deverão ser obedecidos os seguintes limites:

- Corpo do Reaterro - GC  $\geq$  95%;
- Camadas Finais - GC  $\geq$  100%.

### 3.2.6.3 Controle Geométrico

O acabamento do reaterro deverá ser procedido, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, através da verificação topográfica de cotas e alinhamentos.

### 3.2.7 Critérios de Aceitação

A expansão determinada no ensaio de Índice de Suporte Califórnia - CBR, deverá sempre apresentar o seguinte resultado:

$$\text{CBR} \geq 2\% \text{ e expansão} \leq 2\%$$

Deverão ser controlados os valores mínimos para o Índice de Suporte Califórnia - CBR e para o grau de compactação (GC), com valores de k obtidos na Tabela de Amostragem Variável, admitindo-se os seguintes procedimentos:

Para CBR e GC, têm-se:

$$X_{med} - kS < \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço.}$$

$$X_{med} - kS \geq \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço.}$$

Para a expansão, têm-se:

$$X_{med} + kS > \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço.}$$

$$X_{med} + kS \leq \text{Valor mínimo de projeto} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço.}$$

$$X_{máx} = X_{med} + S/n \times t_{(n-1)(1-\alpha)}$$

$$\text{onde } S^2 = \frac{\sum (X - X_{med})^2}{n - 1}$$

$$X_{min} = X_{med} + \frac{S}{n} \times t_{(n-1)(1-\alpha)}$$

$$3.2.8 \quad X_{med} = \sum X / n$$

Sendo:

X - Valores individuais.

Xmed - Média da amostra.

S - Desvio Padrão da amostra.

k - Coeficiente tabelado em função do número de determinações.

n - Número de determinações.

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Os resultados do controle estatístico da execução deverão ser registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

### **3.3 Bueiros Tubulares de Concreto**

#### **3.3.1 Objetivo**

Esta Especificação se aplica aos bueiros tubulares de concreto armado que são obras de arte destinadas a conduzir os cursos d'água, perenes ou intermitentes, sobre o pavimento e grama até os pontos de lançamento, e permitir a passagem da água de um lado para o outro da plataforma.

Os bueiros, como parte integrante do Projeto de Drenagem, foram estudados de forma a não só resistir à ação das cargas que sobre eles atuam, mas também a aterros e eventual pressão da água, como permitir um perfeito escoamento das águas que conduzirá.

#### **Considerações Gerais**

O dimensionamento hidráulico deverá considerar o desempenho do bueiro com escoamento seguro e satisfatório, evitando ocorrência de velocidades erosivas, tanto na plataforma como na própria tubulação e acessórios, além de apresentar a seção de escoamento atendendo às descargas de projeto para períodos de recorrência pré-estabelecidos.

A locação e nivelamento das tubulações deverão ser feitos de acordo com o projeto executivo, a partir de marcos de apoio, com elementos topográficos calculados a partir das coordenadas dos vértices do projeto. A precisão da locação deverá garantir um desvio máximo do ponto locado de 1:3000 da poligonal de locação, sendo as cotas do fundo das valas verificadas de 20 em 20 m, antes do assentamento da tubulação e as cotas da geratriz superior verificada logo após o assentamento da tubulação e também antes do reaterro das valas, para correção do nivelamento. Em todos os nivelamentos não deverão ser permitidas visadas superiores a 60 m e a tolerância ou erro máximo de nivelamentos permitido em mm é de  $t = 10 \text{ raiz quadrada de } k$ , onde k é a distância em quilômetros do percurso a nivelar, computado em um só sentido. Os erros, dentro da tolerância podem compensados. O nivelamento e contranivelamento devem ser utilizados como pontos de mudança do nivelamento e contranivelamento.

O leito de fundação deverá ser preparado em conformidade com o projeto.

Os bueiros a serem construídos em áreas próximas à plataforma de terraplenagem deverão ser executados de modo a impedir a formação de película de água na superfície das pistas, a fim de diminuir os riscos de degradação precoce do pavimento.

Os bueiros celulares de concreto (galerias coletoras) deverão ser locados de acordo com os elementos especificados no projeto e, por se tratarem de estruturas relativamente importantes, demandam projetos específicos. Na ausência de projetos específicos deverão

ser utilizados os dispositivos padronizados pelo DNER que constam do Álbum de Projetos - Tipo de Drenagem, de 1988.

### 3.3.2 Normas Técnicas

As normas relacionadas a seguir fixam condições exigíveis para o projeto e execução das valas:

- DNIT – IPR 736/2013 - Álbum de Projetos – Tipos de Dispositivos de Drenagem;
- DNIT 023/2004 – ES - Drenagem – Bueiros Tubulares de Concreto – Especificação de Serviço;
- NBR 12266/1992: Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana;
- NBR 12655/2015: Concreto de cimento Portland, controle, recebimento e aceitação - Procedimento;
- NBR 15645/2008: Execução de obras de esgoto sanitário e drenagem de águas pluviais utilizando-se tubos e aduelas de concreto;
- NBR 15645/2009: Execução de obras de esgoto sanitário e drenagem de águas pluviais utilizando-se tubos e aduelas de concreto;
- NBR 8890/2007: Tubo de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários – Requisitos e métodos de ensaios.

### 3.3.3 Materiais

#### 3.3.3.1 Corpo (Tubos de Concreto)

Os tubos de concreto armado deverão ser de tipo, classe e dimensões indicados no projeto; deverão ser de encaixe, tipo ponta e bolsa e deverão obedecer as exigências e prescrições da EB-6 e EB-102.03.09 da ABNT, quando ensaiados segundo os métodos ABNT-MB-227 (NBR 6586/87) e ABNT-MB-228 (NBR 9796/87), consolidadas pela ABNT-NBR-9794/87, para tubos de concreto armado ou pela ABNT-NBR-9793/87, no caso de tubos de concreto simples.

Os bueiros podem ser classificados:

- Quanto aos materiais de construção: de alvenaria de pedra, concreto simples, concreto armado, ou de chapas metálicas;
- Quanto à forma de seção transversal: circulares, elípticos, retangulares ou especiais;
- Quanto à rigidez, segundo o grau de deformação: rígidos, quando não admitem deformações superiores a 0,1%, semirrígidos, quando as deformações podem atingir a 3%, e flexíveis, quando suportam deformações acima de 3%.

O rejuntamento a ser empregado deverá ser argamassa de cimento e areia no traço 1:4 e deverá atingir toda a circunferência da tubulação a fim de garantir sua estanqueidade.

O concreto usado para a fabricação dos tubos deverá ser confeccionado de acordo com as normas ABNT NBR-6118/80 e ABNT NBR-7187/87 e dosado experimentalmente para a resistência à compressão ( $f_{ck}$  min), aos 28 dias, de 15 MPa.

Por ocasião da entrega dos tubos a fiscalização deve estar presente na obra para verificar o material e supervisionar sua descarga e estocagem, sendo que os tubos e acessórios devem ser entregues, preferencialmente acompanhados dos relatórios de inspeção. Os tubos que através de verificação visual, apresentarem danos além dos limites estabelecidos pela NBR 8890, em função do processo de carga no fabricante, transporte e descarga na obra, não devem ser aplicados, devendo ser devolvidos ao fabricante para substituição.

Para os bueiros simples e duplos deverão ser executados berços de 1ª classe, de acordo com as dimensões indicadas em projeto, devendo o concreto ser dosado para uma resistência à compressão maior ou igual a 10 MPa.

### 3.3.4 Equipamentos

A natureza, capacidade e quantidade do equipamento a ser utilizado dependerão do tipo e dimensões do serviço a executar e o prazo para execução da obra.

No mínimo, deverão ser utilizados caminhões basculantes e de carroceria, betoneiras ou caminhões betoneiras, motoniveladoras, pás carregadeiras, rolos compactadores metálicos, retroescavadeiras valetadeiras ou valetadeiras, guinchos ou caminhões grua ou Munck, serras elétricas para formas e vibradores de placa ou de imersão.

### 3.3.5 Execução

Antes da execução de um bueiro o terreno deve ser preparado mediante conformação do subleito de acordo com as cotas de projeto.

Após a regularização do terreno a obra deverá ser locada com a instalação de régua e gabaritos, obedecendo ao alinhamento, profundidade e declividade estabelecidos no projeto. As régua deverão estar espaçadas de, no máximo, 5 m.

No caso de deslocamento do eixo do bueiro do leito natural recomenda-se, antes da locação da obra, executar o preenchimento da vala com pedra-de-mão ou "rachão", a fim de proporcionar o fluxo das águas de infiltração ou remanescentes da canalização do talvegue.

Os tubos deverão ser assentados de modo que a bolsa de cada unidade esteja sempre na posição de montante, em relação ao escoamento das águas, e a declividade longitudinal do bueiro deverá

Após atingir o grau de ser sempre contínua, salvo em condições excepcionais sob a aprovação da FISCALIZAÇÃO. compactação adequado para o fundo da cava, instalar formas laterais para o berço de concreto e executar a porção inferior do berço com concreto de resistência a compressão aos 28 dias fck mín.  $\geq 10$  MPa, com a espessura de 10 cm.

Para execução dos berços dos bueiros deverão ser utilizados gabaritos e régua para melhor orientação das profundidades e declividades da canalização, e o assentamento deverá ser feito através de cruzetas.

Somente após a concretagem, o acabamento e a cura do berço deverão ser feitos a colocação, o assentamento e o rejuntamento dos tubos, com argamassa de cimento e areia no traço 1:3. A seguir deverá ser executada a complementação do berço envolvendo o tubo com o mesmo tipo de concreto até a altura prevista no projeto, para posterior reaterro com recobrimento mínimo de 15 cm acima da geratriz superior da canalização.

O reaterro do bueiro deverá ser executado cuidadosamente, com material granular, compactado a 95% da massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio do Proctor Modificado, em camadas de 20 cm, de modo a garantir apoio lateral uniforme em toda a altura do tubo, sem danificá-lo.

A distância entre dois tubos paralelos deve ser no mínimo, igual à metade do diâmetro do tubo.

O assentamento dos tubos de concreto armado deve ser executado com o máximo cuidado, sobre berços de concreto com fck  $\geq 10$  MPa, para os bueiros simples e duplos.

Preservação Ambiental

No decorrer das operações destinadas à execução dos dispositivos de drenagem superficial e profunda deverão ser observados cuidados visando à preservação do meio-ambiente, tais que:

Quando houver excesso de material de escavação ou sobras, deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, de modo a não provocar o seu entupimento, sendo conduzido para bota-fora, fora do sítio aeroportuário, ficando a CONTRATADA responsável pela definição do local de bota-fora e respectivo licenciamento ambiental.

Nos pontos de deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção de forma a evitar a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água.

Em todos os locais onde ocorrerem escavações ou aterros necessários à implantação da obra deverá ser feito revestimento vegetal dos bota-foras, a fim de proporcionar a manutenção das condições locais e incorporá-los à paisagem local.

O trânsito dos equipamentos e veículos de serviço desnecessários deverá ser evitado, tanto quanto possível, para não causar desfiguração, principalmente onde houver alguma área com relevante interesse paisagístico ou ecológico.

Nas áreas de bota-fora ou empréstimos necessários à realização das valas de saída que se instalam nas vertentes, deverão ser evitados os lançamentos de materiais de escavação que possam afetar o sistema de drenagem superficial.

### 3.3.6 Recepção

Por ocasião da entrega dos tubos a fiscalização deve estar presente para verificar o material e supervisionar sua descarga e estocagem, sendo que os tubos e acessórios devem ser entregues, preferencialmente acompanhados dos relatórios de inspeção.

### 3.3.7 Descarga

A descarga deve ser feita adotando-se todos os cuidados necessários à segurança dos operários e de modo a evitar danos aos tubos e acessórios, devendo-se observar o seguinte:

- O construtor deve providenciar em tempo hábil os dispositivos e equipamentos eventualmente necessários para descarga e empilhamento dos tubos;
- A descarga deve ser feita pelas laterais do caminhão, com os equipamentos adequados em função do diâmetro e peso dos tubos e, preferencialmente, o mais próximo possível do local de aplicação, de maneira a evitarem-se sucessivas manipulações que venham a provocar danos mecânicos e dimensionais por choque. Recomendam-se equipamentos, tais como, cabo de aço, fita de nylon, tesouras, ganchos, etc. Em nenhuma hipótese deve-se laçar os tubos pelo diâmetro interno. Quando da utilização dos meios mecânicos na descarga dos tubos, deve-se tomar os devidos cuidados e providências para que os cabos não danifiquem os mesmos;
- Os tubos não devem ser rolados do caminhão em direção ao solo, utilizando-se pranchas de madeira e não devem ser arrastados, a fim de que os mesmos não sejam danificados;
- Estando os tubos suspensos devem ser tomados todos os cuidados necessários para evitar golpes entre tubos ou contra o terreno;
- Os anéis de borracha devem ser descarregados em suas embalagens originais.

### 3.3.8 Estocagem

- A fiscalização deve designar locais planos limpos e livres de pedras ou objetos salientes, apropriado para a estocagem dos tubos;

- Os tubos não devem ser estocados por um longo período de tempo em condições expostas. Caso não seja possível, os tubos devem ser protegidos principalmente do contato com o solo e sol;
- Todos os materiais devem ser estocados de maneira a serem mantidos limpos e de forma que seja evitada a contaminação ou desagregação dos mesmos, principalmente dos anéis de borracha, que devem ser estocados protegidos do calor, raios solares, óleo e graxas;
- Os tubos devem ser estocados preferencialmente na posição vertical. Quando houver necessidade de estocagem na posição horizontal os tubos devem ser apoiados sobre pontos isolados da ponta e bolsa obedecendo-se as recomendações do fabricante;
- Quando os tubos forem estocados de forma empilhada, os mesmos devem ser obrigatoriamente calçados, por motivo de segurança e o fabricante deve informar a altura máxima permitida para empilhamento dos mesmos, em função do diâmetro, de maneira que seja evitado o dano por sobrecarga dos tubos posicionados na parte inferior da pilha. Recomenda-se, de maneira geral, que os tubos não sejam empilhados próximo ao local de abertura das valas e que a altura de empilhamento não exceda os valores indicados abaixo:

**Tabela 2: Altura Máxima de Empilhamento**

DIÂMETRO NOMINAL (mm)	NÚMERO DE PILHAS DE TUBOS
300-400	4
500-600	3
700-1000	2
>1000	1

- No caso dos tubos serem descarregados alinhados ao longo da lateral da vala, deve-se ter atenção para que os mesmos sejam colocados no lado oposto ao local adequado para colocação do material oriundo da escavação e de forma que não prejudique a movimentação do equipamento de escavação.

### 3.3.9 Locação

A locação e nivelamento das tubulações deverão ser feitas de acordo com o projeto executivo, a partir de marcos de apoio, com elementos topográficos calculados a partir das coordenadas dos vértices de marcos de apoio, com elementos topográficos calculados a partir das coordenadas dos vértices do projeto. A precisão da locação deverá garantir um desvio máximo do ponto locado de 1:3000 da poligonal de locação, sendo as cotas da geratriz superior verificada logo após o assentamento da tubulação e também antes do reaterro das valas, para correção do nivelamento. Em todos os nivelamentos não deverão ser permitidas visadas superiores a 60m e a tolerância ou erro máximo de nivelamentos permitido em mm é de  $t=10$  raiz quadrada de K, onde K é a distância em quilômetros do percurso a nivelar, computado em um só sentido. Os erros, dentro da tolerância podem ser compensados. O nivelamento e contranivelamento devem ser efetuados sobre o centro dos tampões, os quais não deverão ser utilizados como pontos de mudança do nivelamento e contranivelamento.

Em complemento às providências anteriores, o construtor tendo em mãos o projeto deve visitar o local das obras e reconhecer o local de implantação da mesma, providenciando o seguinte:

- Implantação de no mínimo um RN secundário por quadra e PSs (pontos de segurança) em pontos notáveis da via pública não sujeitos as interferências da obra, pelo menos nos cruzamentos. Recomenda-se locar os PSs sobre o passeio, preferencialmente à distância de até 0,30 m do alinhamento predial, numerados sequencialmente e materializados em campo;
- Restabelecer a locação primeira reconstituindo os piquetes do eixo da vala e do centro dos PVs (poços de visita);

- Demarcar no terreno as canalizações, dutos, caixas, etc, subterrâneos que interferem com a execução da obra. Existindo serviços públicos situados nos limites das áreas de delimitação das valas, ficará sob a responsabilidade do construtor a não interrupção daqueles serviços, até que os remanejamentos sejam autorizados;
- O construtor deve providenciar os remanejamentos de instalações que interferem nos serviços a serem executados. Os remanejamentos devem ser programados pelo construtor com a devida antecedência e de comum acordo com a fiscalização, proprietários e/ou concessionárias dos serviços cujas instalações precisem ser remanejadas;
- Os danos que porventura sejam causados do construtor, que deverá obter todas as informações a respeito das instalações a remanejar.

### 3.3.10 Sinalização

Para obras localizadas em perímetro urbano, devem ser obedecidas as posturas municipais e exigências dos órgãos públicos locais ou concessionárias de serviços. Neste caso, independente das exigências, a execução das obras deve ser protegida e sinalizada contra riscos de acidentes. Com este fim, deve-se:

- Proteger e sinalizar a área através do uso de cavaletes e tapumes para cercar o local de trabalho e fazer a contenção do material escavado;
- Rever dispositivos de sinalização em obediência às leis e posturas municipais;
- Deixar passagem livre e protegida para pedestres;
- Manter livre o escoamento superficial das águas pluviais, e;
- Prever sistema de vigilância efetuado por pessoal devidamente habilitado e uniformizado.

Independente das exigências acima, sempre deve ser utilizada sinalização preventiva com placas indicativas, cones de sinalização (borracha), cavaletes, dispositivos de sinalização refletiva e iluminação de segurança ao longo da vala.

Os tapumes a serem utilizados para cerca o perímetro e todas as obras urbanas podem ser do tipo de placas laterais, chapas de madeira compensada, tábuas de madeira ou chapas de metal. Deve ser provida a permanente manutenção na parte externa do tapume, devendo ser periodicamente pintado ou caiado, de forma a garantir sua permanente limpeza e visibilidade.

### 3.3.11 Posicionamento da vala

O posicionamento da vala deve ser feito de acordo com o projeto. Quando o posicionamento não estiver bem definido ou for inexecutável, deve ser observado o seguinte:

- a) As valas devem ser localizadas no leito carroçável quando:
  - Os passeios laterais não tiverem a largura mínima necessária ou existirem interferências de difícil remoção;
  - Resultar em vantagem técnica ou econômica;
  - A vala no passeio oferecer risco às edificações adjacentes;
  - Os regulamentos oficiais impedirem sua execução no passeio;
- b) As valas devem ser localizadas no passeio quando:
  - O projeto previr rede dupla;
  - Os passeios tiverem espaço disponível;
  - Houver vantagem técnica e econômica;
  - A rua for de tráfego intenso e pesado;

c) Regulamentos municipais impedirem sua execução no leito carroçável da rua;

d) Para valas localizadas no leito carroçável da rua devem ser cumpridas as seguintes condições:

- O eixo das tubulações deve ser localizado a uma distância mínima de 0,80 m de alinhamento dos lotes;
- A distância mínima entre as tubulações de água e tubulações de esgoto ou águas pluviais deve ser no mínimo 0,60 m e a tubulação de água deve ficar, no mínimo, 0,20 m acima das outras.

### 3.3.12 Escavação

A escavação compreende na remoção dos diferentes tipos de solo, a superfície natural do terreno até a cota especificada no projeto. Poderá ser manual ou mecânica, em função das particularidades existentes.

Para os serviços de movimento de terra deverão ser considerados os seguintes aspectos:

- A abertura das valas e travessias em vias e logradouros públicos só poderá ser iniciada após a comunicação e aprovação do órgão municipal;
- As escavações sob ferrovias, rodovias ou faixa de domínio de concessionárias de serviços públicos só poderão ser iniciadas depois de cumpridas as exigências estabelecidas pelas mesmas;
- Ao iniciar a escavação, deverá ser feita a pesquisa de interferências, para que não sejam danificados quaisquer tubos, caixas, cabos, postes ou outros elementos e estruturas existentes próximas a área de escavação. Caso a escavação venha a interferir com galerias ou tubulações, as mesmas deverão ser remanejadas ou escoradas e sustentadas. Deverão ser mantidas livres as grelhas, tampões e bocas de lobo das redes dos serviços públicos, juntos as valas, não devendo estes componentes ser danificados ou entupidos;
- AS valas deverão ser abertas no sentido de jusante para montante, a partir dos pontos de lançamento;
- Os equipamentos a serem utilizados deverão ser adequados aos tipos de escavação, sendo que, para valas de profundidade de até 4,00 m, com escavação mecânica, recomenda-se utilizar retroescavadeiras, podendo ser utilizada escavação manual no acerto final da vala. Para escavação mecânica de valas com profundidade além de 4,00 m, recomenda-se o uso de escavadeira hidráulica. Caso a empresa não disponha de escavadeira hidráulica poderá ser utilizada retroescavadeira, desde que seja feito o rebaixamento do terreno para se atingir a profundidade desejada;
- No caso de escavação em terreno de boa qualidade, ao se atingir a cota indicada no projeto, deverão ser feitas a regularização e limpeza do fundo da vala. Caso ocorra a presença de água a escavação deverá ser ampliada para conter o lastro. As operações somente poderão ser executadas com a vala seca ou com a água do lençol freático totalmente desviado para drenos laterais, junto ao escoramento, quando houver;
- Quando o greide final da escavação estiver situado em terreno cuja capacidade suporte do terreno não for suficiente para servir como fundação direta, o fundo da vala deverá ser rebaixado para comportar um colchão de bica corrida, pedra britada e pedra de mão compactada em camadas, com acabamento em brita tipo 1 (um). Havendo necessidade ou previsão em projeto poderá ser usado lastro, laje e berço.
- Se o material escavado for apropriado para utilização no aterro, em princípio, deverá ser depositado ao lado ou perto da vala, em distância superior a 1,00 m, sendo que,

caso seja possível, recomenda-se que esta distância seja ampliada para uma distância igual a profundidade da vala;

- Se o fundo da vala estiver situado em cota onde haja a presença de rocha ou material indeformável, será necessário aprofundar a vala e executar embasamento com material desagregado, de boa qualidade, normalmente areia ou terra, em camadas de espessura não inferior a 0,15 m;
- Qualquer excesso de escavação ou depressão no fundo da vala deve ser preenchido com material granular fino compactado;
- As cavas para os poços de visita terão dimensão interna livre, no mínimo igual à medida externa da câmara de trabalho ou balão, acrescida de 0,60 m;
- Somente serão permitidas valas sem escoramento para profundidades até 1,25 m, sendo que a largura da vala deve ser no mínimo, igual ao diâmetro do coletor mais 0,50 m para tubos até 500 mm de diâmetro e 0,60m para tubos de diâmetros iguais ou superiores a 500 mm. Como orientação, em função do tipo de escoramento, poderá ser utilizada a tabela abaixo:

**Tabela 3: Largura da Vala em Função do Tipo de Escoramento e Profundidade**

DIÂMETRO (m)	PROFUNDIDADE (m)	LARGURA DA VALA EM FUNÇÃO DO TIPO DE ESCORAMENTO E PROFUNDIDADE (m)			
		S/ ESCORAMENTO E PONTALETEAMENTO	DESCONTÍNIO E CONTÍNIO	ESPECIAL	METÁLICO-MADEIRA
300	0-2	0,80	0,80	0,90	-
	2-4	0,90	1,00	1,20	1,85
	4-6	1,00	1,20	1,50	2,00
	6-8	1,10	1,40	1,80	2,15
400	0-2	0,90	1,10	1,20	-
	2-4	1,00	1,30	1,50	2,15
	4-6	1,10	1,50	1,80	2,30
	6-8	1,20	1,70	2,10	2,45
500	0-2	1,10	1,30	1,40	-
	2-4	1,20	1,50	1,70	2,35
	4-6	1,30	1,70	2,00	2,50
	6-8	1,40	1,90	2,30	2,65
600	0-2	1,20	1,40	1,50	-
	2-4	1,30	1,60	1,80	2,45
	4-6	1,40	1,80	2,10	2,60
	6-8	1,50	2,00	2,40	2,75
700	0-2	1,30	1,50	1,60	-
	2-4	1,40	1,70	1,90	2,55
	4-6	1,50	1,90	2,20	2,70
	6-8	1,60	2,10	2,50	2,85
800	0-2	1,40	1,60	1,70	-

DIÂMETRO (m)	PROFUNDIDADE (m)	LARGURA DA VALA EM FUNÇÃO DO TIPO DE ESCORAMENTO E PROFUNDIDADE (m)			
		S/ ESCORAMENTO E PONTALETEAMENTO	DESCONTÍNIO E CONTÍNIO	ESPECIAL	METÁLICO-MADEIRA
	2-4	1,50	1,80	2,00	2,65
	4-6	1,60	2,00	2,30	2,80
	6-8	1,70	2,20	2,60	2,90
900	0-2	1,50	1,70	1,80	-
	2-4	1,60	1,90	2,10	2,75
	4-6	1,70	2,10	2,40	2,90
	6-8	1,80	2,30	2,70	3,05
1000	0-2	1,60	1,80	1,90	-
	2-4	1,70	2,00	2,10	2,85
	4-6	1,80	2,20	2,50	3,00
	6-8	8	2,40	2,80	8

### 3.3.13 Escoramento

Deverá ser utilizado escoramento sempre que as paredes laterais da vala, poços e cavas forem constituídas de solo possível de desmoronamento, bem como nos casos em que, devido aos serviços de escavação, seja constatada a possibilidade de alteração da estabilidade do que estiver próximo à região dos serviços.

Conforme portaria nº18, do Ministério do Trabalho (item 18.6.5), é obrigatório o escoramento para valas de profundidades superiores a 1,25 m.

Na execução do escoramento, devem ser utilizadas madeiras duras como peroba, canafistula, sucupira, etc., sendo as estroncas de eucalipto, com diâmetro não inferior a 0,20 m, colocadas perpendicularmente ao plano do escoramento. Se por algum motivo o escoramento tiver de ser deixado definitivamente na vala, deverá ser retirada da cortina de escoramento uma faixa de aproximadamente 0,90 m de do nível do pavimento ou da superfície do terreno.

Para se evitar a sobrecarga do escoramento, o material escavado deverá ser colocado numa distância mínima da lateral da vala, conforme explicitada no item "Escavação", e deverão sempre ser realizadas vistorias para evitar a penetração de água na vala.

Quando a vala for aberta em solos saturados as fendas entre tábuas e pranchas do escoramento devem ser calafetadas a fim de impedir que o material do solo seja carregado para dentro da vala, evitando-se o solapamento desta e o abatimento da via pública.

As especificações mínimas das peças e os espaçamentos máximos usuais dos escoramentos, quando não especificados em projeto, devem ser:

- Pontaleteamento: Normalmente este tipo de escoramento é utilizado em terrenos argilosos de boa qualidade com profundidades até 2,00 m. Consiste em escorar utilizando-se tábuas de madeira de 2,7 cm x 30 cm, espaçadas de 1,35 m, travadas transversalmente por estroncas de eucalipto de diâmetro igual a 20 cm, espaçadas verticalmente de 1,00 m.

- Escoramento descontínuo: Normalmente este tipo de escoramento é utilizado em terrenos firmes, sem a presença de lençol freático, com profundidades até 3,00 m. Consiste em escorar utilizando-se tábuas de madeira de 2,7 cm até 30 cm, espaçadas a cada 30 cm e travadas horizontalmente por longarinas de 6 cm por 16 cm em toda extensão, espaçadas verticalmente de 1,00 m. O travamento transversal é garantido por estroncas de eucalipto de diâmetro igual a 20 cm, espaçadas a cada 1,35 m. As estroncas não devem coincidir com o final das longarinas devendo ficar sempre a uma distância mínima de 40 cm das extremidades da longarina;
- Escoramento contínuo: Normalmente este tipo de escoramento é utilizado em qualquer tipo de solo, com exceção dos arenosos, na presença de lençol freático, com profundidades de vala de até 4,00 m. Consiste em escorar utilizando-se pranchas de madeira de 2,7 cm x 30 cm, encostadas uma na outra e travadas horizontalmente por longarinas de 6 cm por 16 cm em toda extensão, espaçadas verticalmente de 1,00 m. O travamento transversal é garantido por estroncas de eucalipto de diâmetro igual a 20 cm, espaçadas a cada 1,35 m. As estroncas não devem coincidir com o final das longarinas devendo ficar sempre a uma distância mínima de 40 cm das extremidades da longarina.
- Escoramento especial: Normalmente esse tipo de escoramento é utilizado em qualquer tipo de solo e principalmente nos arenosos na presença de lençol freático, onde as pranchas macho-fêmeas não permitem a passagem do solo junto com a água. Pode ser utilizado para substituir o escoramento contínuo nas valas com profundidades acima de 4,00 m. Consiste em escorar utilizando-se pranchas de peroba de 6 cm x 16 cm do tipo macho-fêmea, encostadas uma na outra e travadas horizontalmente por longarinas de 8 cm por 18 cm em toda extensão, espaçadas verticalmente de 1,00 m. O travamento transversal é garantido por estroncas de eucalipto de diâmetro igual a 20 cm, espaçadas a cada 1,35 m. As estroncas não devem coincidir com o final das longarinas devendo ficar sempre a uma distância mínima de 40 cm das extremidades da longarina.
- Escoramento metálico-madeira: a contenção do solo lateral é feita através de vigas de peroba de 6 cm x 16 cm, encaixadas em perfis metálicos duplo T, com dimensões variando de 25 a 30 cm (10" a 12"), cravados no terreno e espaçados de 2,00 m um do outro. Os perfis são contidos por longarinas metálicas duplo T de 30 cm (12") e travadas por estroncas metálicas duplo T de 30 cm (12") espaçadas a cada 3,00 m. Para valas com profundidades até 6,00 m no geral, basta um quadro de estroncas-longarinas. Para valas com profundidade entre 6,00 m e 7,50 m haverá necessidade de um quadro adicional e para profundidades maiores o escoramento deverá ser calculado. A cravação do perfil metálico poderá ser feita bate-estacas (queda livre), martelo vibratório ou pré-furo. Detalhe do escoramento pode ser visualizador.
- Caso na localidade em que será executada a obra, as bitolas comerciais de tábuas, pranchas e vigas não coincidam com as indicadas, devem ser utilizadas peças com o módulo de resistência equivalente ou com dimensões imediatamente superiores.
- Dependendo dos tipos de solos e profundidades das valas podem ser usados outros tipos de contenção lateral, tais como estacas pranchas metálicas de encaixe, caixões deslizantes, etc. As estacas-prancha e tábuas podem ser cravadas por bate-estacas ou por marreta, sendo que o topo da peça a cravar deve ser protegido para evitar lascamento.
- A ficha do escoramento deve ser pelo menos 7/10 da largura da vala, com um mínimo de 0,50 m.
- O escoramento não deve ser retirado antes de o reenchimento atingir 0,60 m acima da tubulação ou 1,50 m abaixo da superfície natural do terreno, desde que seja de boa qualidade. Caso contrário o escoramento somente deve ser retirado quando a vala estiver totalmente reaterrada. Nos escoramentos metálico-madeira o contraventamento de longarinos deve ser retirado quando o aterro atingir o nível dos

quadros e as estavas metálicas devem ser retiradas quando a vala estiver totalmente reaterrada. O vazio deixado pelo arranchamento dos perfis e estacas metálicas deve ser preenchido com areia compactada por vibração ou por percolação de água.

### 3.3.14 Esgotamento

Quando a escavação atingir o lençol d'água, deve-se manter o terreno permanentemente drenado. O esgotamento deve ser obtido por meio de bombas, executando-se no fundo da vala drenos junto ao escoramento, fora da faixa de assentamento da tubulação, para que a água seja coletada pelas bombas em poços de sucção, protegidos por cascalho de pedra britada, a fim de evitar erosão por carreamento do solo.

Em casos excepcionais, o rebaixamento do lençol deve ser por meio de ponteiros filtrantes, poços profundos ou injetores.

O construtor e a fiscalização devem estar atentos quanto a possibilidade de abatimento das faixas laterais à vala, que pode provocar danos em tubulações, galerias e dutos diversos, ou ainda recalque das fundações nos prédios vizinhos, para que possam adotar em tempo hábil as medidas necessárias de proteção.

Não havendo especificação no projeto deve ser dada preferência às bombas para esgotamento do tipo autoescorvante ou submersa.

As instalações de bombeamento deverão ser dimensionadas com suficiente margem de segurança e deverão ser previstos equipamentos de reserva, incluindo grupo moto-bombas diesel, para eventuais interrupções de energia elétrica.

### 3.3.15 Assentamento

O assentamento da tubulação deverá seguir paralelamente à abertura da vala, de jusante para montante, com a bolsa voltada para montante. Sempre que o trabalho for interrompido, o último tubo assentado deverá ser tamponado, a fim de evitar a entrada de elementos estranhos. Nas valas inundadas pelas enxurradas, findas as chuvas e esgotadas as valas, os tubos já assentados deverão ser limpos internamente.

A descida dos tubos na vala deverá ser feita cuidadosamente, manualmente ou com o auxílio de equipamentos mecânicos. Os tubos devem estar limpos internamente e sem defeitos, não podendo ser assentadas as peças trincadas. Cuidado especial deve ser tomado principalmente com as bolsas e pontas dos tubos, contra possíveis danos na utilização de cabos e/ou tesouras.

À medida que for sendo concluída a escavação e o escoramento da vala, deve ser feita a regularização e o preparo do fundo da vala. O greide do coletor poderá ser obtido por meio de réguas niveladas com a declividade do projeto (visores) que devem ser colocadas na vertical do centro dos PVs e em pontos intermediários do trecho.

Quando a declividade for menor que 0,001 m/m, ou quando se desejar maior precisão no assentamento, o greide deve ser determinado por meio de instrumento topográfico, ou aparelho emissor de raio laser, desde que o levantamento topográfico inicial tenha sido feito com precisão igual ou maior. A utilização de raio laser é indicada para travessias subterrâneas de ruas com tráfego intenso, ferrovias e rodovias, casos em que os serviços não podem ser feitos a céu aberto, exigindo o emprego de métodos não destrutivos, tais como, tubos cravados, minitúnel (minishield), etc.

Durante o assentamento das tubulações, as mudanças de direção, diâmetro ou declividades devem ser obrigatoriamente feitas nos poços de visita. No caso de mudança de diâmetro o assentamento das tubulações deve ser feito de tal forma que as geratrizes superiores externas sejam coincidentes.

### 3.3.16 Preparo do fundo de vala

O fundo da vala deve ser regular e uniforme, obedecendo à declividade prevista em projeto e isento de saliências e reentrâncias. As eventuais reentrâncias devem ser preenchidas com material adequado, convenientemente compactado, de modo a se obter as mesmas condições de suporte do fundo da vala normal.

- a) Em terrenos firmes e secos, com capacidade de suporte satisfatória, o apoio do tubo pode ser feito diretamente sobre o solo (apoio direto);
- b) Em terrenos firmes, com capacidade de suporte satisfatória, porém situado abaixo do nível do lençol freático, após o necessário rebaixamento do fundo da vala, deve ser preparado um lastro de brita 3 ou 4 ou cascalho grosso com a espessura variando de 10 cm a 15 cm, com uma camada adicional de 5 cm de material granular fino;
  - Lastro de brita 3 e 4, ou cascalho grosso com espessura mínima de 15 cm;
  - Embasamento de pedra de mão, com espessura máxima de 1,00 m;
  - Estacas com diâmetro mínimo de 0,20 m e comprimento mínimo de 2,00 m.

Nos casos a e b, uma vez concluído o nivelamento e o adensamento do material, deve-se preparar uma cava para o alojamento da bolsa do tubo, abrangendo no mínimo um setor de 90° da seção transversal.

- c) Em terrenos compressíveis e instáveis (por exemplo, argila saturada ou lodo), sem condições mecânicas mínimas para o assentamento dos tubos, o apoio da tubulação é feito sobre laje de concreto simples ou armado, executada sobre um dos tipos de fundação. Para o perfeito apoio dos tubos sobre a laje, deve ser executado um berço contínuo de concreto com altura de 1/3 a 1/2 diâmetro do tubo;
- d) Em terrenos rochosos a escavação que foi aprofundada, de pelo menos 15 cm, deve ser reenchida com material granular fino para garantir um perfeito apoio à tubulação.

### 3.3.17 Juntas

Antes da execução das juntas, deve ser verificado se as extremidades dos tubos estão perfeitamente limpas.

#### a) Juntas elásticas:

A execução das juntas elásticas deve obedecer a seguinte sequencia:

- Verificar se os anéis correspondem ao especificado pela NBR 8890 e se estão em bom estado e livre de sujeiras, principalmente óleos e graxas;
- Limpar as faces externas das pontas dos tubos e as internas das bolsas e, principalmente, a região de encaixe do anel. Verificar se o chanfro da ponta do tubo não foi danificado;
- Colocar o anel no chanfro situado na ponta do tubo, observando-se que no mesmo não deve sofrer movimento de torção, durante o seu posicionamento;
- Posicionar a ponta do tubo junto à bolsa do tubo já assentado, proceder ao alinhamento da tubulação e realizar o encaixe, empurrando-o manualmente (alavancas) ou através de equipamentos (tirfor). Tomar o devido cuidado para não danificar o tubo na operação de encaixe e não provocar esforços no anel, tais como, tração, torção, ou compressão;
- Verificar se o anel de borracha permaneceu no seu alojamento. Não utilizar, em hipótese alguma, lubrificante nos anéis, que possam afetar as características da borracha, tais como graxas ou óleos minerais.

#### b) Juntas Elásticas incorporadas

A execução das juntas elásticas deve obedecer a seguinte sequencia:

- Verificar se o anel incorporado corresponde ao especificado e se está em bom estado e livre de sujeiras, principalmente óleos e graxas;

- Limpar as faces externas das pontas dos tubos e as externas das bolsas e, principalmente, a região do anel. Verificar se o chanfro da ponta do tubo não foi danificado;
  - Posicionar a ponta do tubo junto à bolsa do tubo já assentado, proceder com o alinhamento da tubulação e realizar o encaixe, empurrando-o manualmente (alavancas) ou através de equipamentos (tirfor). Tomar o devido cuidado para não danificar o tubo na operação de encaixe e não provocar esforços no anel, tais como, tração, torção, ou compressão;
  - Verificar se o anel de borracha não foi danificado. Não utilizar, em hipótese alguma, lubrificante nos anéis, que possam afetar as características da borracha, tais como graxas ou óleos minerais.
- c) Juntas Rígidas
- A execução das juntas rígidas deve obedecer a seguinte sequencia:
- Limpar as faces externas das pontas dos tubos e as internas das bolsas e verificar se o tubo não foi danificado;
  - Após o correto posicionamento da ponta do tubo junto à bolsa do tubo já assentado, proceder ao alinhamento da tubulação e realizar o encaixe. Tomar o devido cuidado para não danificar o tubo na operação de encaixe.
  - Executar a junta com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, respaldadas com uma inclinação de 45° sobre a superfície do tubo;
  - Verificar se a argamassa foi colocada em todo o perímetro do tubo, principalmente na base da geratriz inferior do tubo.
- Esse tipo de junta não deve ser executada em redes de esgoto, pelo fato de permitir infiltração e vazamento, m decorrência do deslocamento por efeito de retração e deterioração da argamassa pelo ataque do esgoto.
- d) Conexão no posto de visita
- Conexão da execução do tubo ao poço de visita deve ser realizada por métodos que garantam a perfeita estanqueidade, principalmente nas redes de esgotos, de forma a evitar infiltrações no PV.

### 3.3.18 Controle de Qualidade

O controle deverá ser realizado através da elaboração de ensaios dos materiais empregados, testes, diâmetro dos tubos, compactação do reaterro e verificação topográfica de cotas, alinhamentos, dimensões e locação.

#### 3.3.18.1 Controle dos Materiais

Os tubos de concreto armado deverão ser controlados através dos ensaios preconizados na ABNT NBR-9794/87 e os tubos de concreto simples através da ABNT NBR 9793/87.

Cada lote para amostragem deverá ser formado por grupo de 100 a 200 unidades de tubos não rejeitados na inspeção.

Deverão ser retirados quatro tubos de cada lote para serem ensaiados, sendo dois tubos submetidos a ensaio de permeabilidade de acordo com a ABNT MB-288 (NBR 9796/87) e dois tubos ensaiados à compressão diametral de acordo com a ABNT MB 113 (NBR-9795/87) e submetidos ao ensaio de absorção de acordo com a ABNT MB 227 (NBR-6586/87).

Sempre que houver alteração no teor de umidade dos agregados deverá ser feito o ensaio de consistência do concreto de acordo com a ABNT NBR NM 67:1998 ou

ABNT NBR 9606/92, quando da execução da primeira emassada do dia, ao reinício dos trabalhos após interrupção de mais de duas horas e cada vez que forem moldados corpos de prova.

### 3.3.18.2 Controle da Execução

Para ensaios de resistência à compressão, ou à flexão, deverá ser feita uma amostragem mínima do concreto, dividindo-se o trabalho em lotes, de acordo com a tabela abaixo, adaptada da ABNT NBR 12655/2015.

O concreto empregado deverá ser controlado tecnologicamente através do rompimento de corpos-de-prova à compressão simples, aos sete dias, de acordo com as normas DNER-ES 330/97 e ABNT NBR 6118/80.

No controle de qualidade do concreto através dos ensaios de resistência à compressão, ou à flexão, o número de determinações deverá ser definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela CONTRATADA, conforme tabela seguinte:

**Tabela 4: Amostragem Variável**

n	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15
K	1,32	1,26	1,36	1,15	1,14	1,05	1,03	0,99	0,95	0,92
$\alpha$	0,30	0,25	0,16	0,15	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01

n = nº de amostras; k = coeficiente multiplicador;  $\alpha$  = risco da CONTRATADA

### 3.3.18.3 Controle Geométrico e Verificação Final da Qualidade

O controle geométrico da execução deverá ser verificado através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios.

O acompanhamento da execução, bem como das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas deverá ser feito através das Notas de Serviço, onde deverão ser estabelecidos os elementos geométricos característicos.

O controle final da qualidade dos dispositivos deverá ser feito de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas. Caso seja conveniente, a FISCALIZAÇÃO deverá solicitar, a seu critério, outros processos de controle a fim de garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização.

### 3.3.19 Critérios de Aceitação

Deverá ser adotado o seguinte procedimento para controle do valor mínimo da resistência à compressão, ou à flexão, do concreto:

Com os valores do coeficiente  $\underline{k}$  obtidos na Tabela de Amostragem Variável, teremos:

$X_{med} - kS < \text{Valor mínimo admitido} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço.}$

$X_{med} - kS \geq \text{Valor mínimo admitido} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço.}$

$$\text{onde } S^2 = \frac{\sum (X - X_{med})^2}{n - 1}$$

$$X_{med} = \sum X / n$$

Sendo:

X - Valores individuais;

Xmed - Média da amostra;

S - Desvio Padrão da amostra;

k - Coeficiente tabelado em função do número de determinações;

n - Número de determinações.

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Os resultados do controle estatístico da execução deverão ser registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

### 3.4 Alas de deságue

#### 3.4.1 Objetivo

Esta especificação fixa as condições gerais para execução de caixas da rede de drenagem superficial, que são receptáculos, convenientemente dispostos ao longo das redes de águas pluviais, com a finalidade de reduzir-lhes a velocidade, provocando a decantação de materiais arenosos, e/ou permitir a observação, o funcionamento e a limpeza das tubulações coletoras.

#### 3.4.2 Normas Técnicas

As normas relacionadas a seguir fixam condições exigíveis para o projeto e execução dos dispositivos:

- DNIT – IPR 736/2013 - Álbum de Projetos – Tipos de Dispositivos de Drenagem;
- DNIT 023/2004-ES: drenagem – bueiros tubulares de concreto. Rio de Janeiro: IPR, 2004;
- DNIT 025/2004-ES: drenagem – bueiros celulares de concreto. Rio de Janeiro: IPR, 2004;
- NBR 12266/1992 – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana;
- NBR 12655/2015: Concreto de Cimento Portland, Controle, Recebimento e Aceitação - Procedimento;
- NBR 15645/2009 – Execução de Obras de Esgoto Sanitário e Drenagem de águas Pluviais Utilizando-se Tubos e Aduelas de Concreto;
- NBR 15696/2009: Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto – projeto, dimensionamento e procedimentos executivos;
- NBR 5739 – Concreto: ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994;
- NBR 9793: tubo de concreto simples de seção circular para águas pluviais: especificação. Rio de Janeiro, 1987;

- NBR 9794: tubos de concreto armado de seção circular para águas pluviais: especificação. Rio de Janeiro, 1987.

### 3.4.3 Materiais

As caixas da rede de drenagem acima referidas poderão ser construídas em concreto armado, pré-moldado ou alvenaria, atendendo à resistência à compressão aos 28 dias (fck) indicada no detalhe do projeto.

#### a) Fôrmas

As fôrmas poderão ser de madeira ou metálicas.

#### b) Aço para Armaduras

O aço a ser utilizado deverá ser o CA50. A fiscalização deverá atuar para garantir o uso do material.

#### c) Concreto

O concreto deverá atender às seguintes resistências à compressão aos 28 dias (fck):

- Caixas de Passagem e Caixa de Junção da rede de Drenagem -  $fck \geq 25$  Mpa;
- Alas de Deságue da rede de Drenagem -  $fck \geq 25$  Mpa;
- Lastro de concreto magro –  $fck \geq 10$  Mpa.

#### d) Tampões e Grelhas

As Caixas de Passagem da rede de Drenagem Superficial levarão tampão em concreto estrutural na resistência a compressão (fck) característica da caixa sobre a qual deverá ser assente, nas dimensões indicadas no detalhe do projeto.

As Caixas com Grelha terão fechamento em grelha de ferro fundido, de fabricação “SORINCO” ou equivalente, tipo para canaletas, nas dimensões indicadas no detalhe do projeto.

### 3.4.4 Equipamentos

A natureza, quantidade e capacidade dos equipamentos a serem utilizados dependerão do tipo e dimensões do serviço a executar. Assim, a CONTRATADA apresentará a relação detalhada dos equipamentos a ser empregado em cada obra ou em um conjunto de obras. Recomendam-se, como mínimo os seguintes equipamentos: caminhão basculante, caminhão de carroceria fixa, betoneira ou caminhão betoneira; motoniveladora, pá-carregadeira, rolo compactador metálico, retroescavadeira ou valetadeira, guincho ou caminhão com grua ou Munck, serra elétrica para fôrmas, compactadores manuais, vibradores para concreto.

### 3.4.5 Execução

Após a locação destes dispositivos, far-se-á a escavação necessária à implantação das caixas, tendo por base as cotas e dimensões de cada caixa, indicadas no projeto. O fundo da cava deverá ser convenientemente compactado até obter-se boa condição de fundação, conforme abaixo:

- Escavação das cavas para assentamento do dispositivo, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto;
- Regularização do fundo escavado com compactação com emprego de compactador com emprego de compactador e com controle de umidade a fim de garantir o suporte necessário para caixa, boca ou ala, em geral de considerável peso próprio;
- Lançamento de concreto magro com utilização de concreto de cimento amassado em betoneira ou produzido em usina e transportado para o local em caminhão

betoneira, sendo o concreto dosado experimentalmente para resistência característica à compressão ( $f_{ck}$  mín.), aos 28 dias de 11 MPa;

- Instalação das fôrmas laterais e das paredes de dispositivos acessórios, com adequado cimbramento, limitando-se os segmentos a serem concretados em cada etapa, adotando-se as juntas de dilatação estabelecidas no projeto;
- No caso de dispositivos para os quais convergem canalizações circulares as paredes somente poderão ser iniciadas após a colocação e amarração dos tubos, assegurando-se ainda da execução de reforço no perímetro da tubulação;
- Colocação e amarração das armaduras definidas pelo projeto, no caso de utilização de estrutura de concreto armado;
- Lançamento e vibração do concreto tomando-se as precauções anteriormente mencionadas;
- Retirada das guias e as fôrmas que somente poderá ser feita após a cura do concreto, somente iniciando o reaterro lateral após a total desforma;
- Os dispositivos deverão ser protegidos para que não haja a queda de materiais soltos para o seu interior, o que poderia causar sua obstrução;
- Recomposição do terreno lateral às paredes, com colocação e compactação de material escolhido do excedente da escavação, com a estrutura que possam dificultar a compactação;
- Sendo o material local de baixa resistência, deverá ser feita substituição por areia ou pó-de-pedra, fazendo-se o preenchimento dos vazios com adensamento com adequada umidade;
- No caso de utilização de concreto ciclópico, deverão ser feitos o lançamento e arrumação cuidadosa da pedra de mão, evitando-se a contaminação com torrões de argila ou lama;
- No caso de utilização de dispositivos que utilizem berço de pedra argamassada as pedras serão colocadas sobre camada de concreto previamente lançado, antes de se iniciar a sua cura;
- Para a execução do dispositivo com alvenaria de cimento ou pedra deverão ser adotadas juntas desencontradas, com controle destas juntas com o uso de prumos e níveis, de modo a assegurar-se da estabilidade das paredes;
- Quando forem utilizadas grelhas ou tampas somente será permitida a sua colocação e chumbamento após a total limpeza do dispositivo;
- No caso de utilização de grelha ou tampa metálica será exigido o seu tratamento antioxidante.

#### Manejo Ambiental

Durante a construção das obras deverão ser preservadas as condições ambientais exigindo-se, entre outros os seguintes procedimentos:

- Todo o material excedente de escavação ou sobras deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, evitando provocar o seu entupimento.
- O material excedente removido será transportado para o local pré-definido em conjunto com a Fiscalização cuidando-se ainda que este material não seja conduzido para os cursos d'água, de modo a não causar assoreamento;
- Nos pontos de deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção, para impedir a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água;
- Durante o desenrolar das obras deverá ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais, de modo a evitar a sua desfiguração;
- Caberá à Fiscalização definir, caso não previsto em projeto, ou alterar no projeto, o tipo de revestimento a adotar nos dispositivos implantados em função das condições locais.

#### Fundação

As caixas terão fundação assente sobre o terreno previamente compactado.

#### Acabamento

Deverá ser fixada à parede interna da caixa uma escada de marinheiro para acesso e limpeza futura e o tampão ou grelha deverão ter dimensões tais que permitam este acesso.

O terreno, em volta da caixa, deverá ser apiloado para evitar infiltração externa.

Após a execução das caixas deverá ser realizado o reaterro em camadas de 15 cm, compactado conforme descrito anteriormente.

#### 3.4.6 Controle de Qualidade

- Controle de Insumos: O controle tecnológico de concreto empregado será realizado de acordo com a norma NBR 12655/2015. O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores.
- Controle de Produção: Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.
- Controle Geométrico: o controle geométrico da execução das obras será feito através de levantamentos topográfico, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios. Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em Notas de Serviço com as quais será feito o acompanhamento da execução. As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados. Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de + 10% em relação à espessura de projeto.
- Controle de Acabamento: O controle qualitativo dos dispositivos será feito de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização. Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.

#### 3.4.7 Critério de Aceitação

Todos os ensaios de controles e verificações dos insumos, da produção e do produto serão realizados de acordo com o Plano de Qualidade, devendo atender às condições gerais e específicas. Será controlado o valor característico mínimo da resistência à compressão ( $f_{ck}$  mín) do concreto aos 28 dias, adotando-se as seguintes condições:

$f_{ck, est} < f_{ck}$  = não conformidade

$f_{ck, est} > \text{ou} = f_{ck}$  = conformidade

Onde:

$f_{ck, est}$  = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão

$f_{ck}$  = valor da resistência característica do concreto à compressão

Os resultados do controle estatístico são analisados e registrados em relatórios periódicos de acompanhamento de acordo com a norma DNIT 011/2004-PRO, a qual estabelece os procedimentos para o tratamento das não conformidades dos insumos, da produção e do produto.

### 3.5 Poço de Visita

Poços de visita são caixas de alvenaria utilizadas em mudanças de direção das linhas de tubos, e também para limpar a rede. As dimensões dos poços de visitas devem seguir as especificações do projeto.

#### 3.5.1 Objetivo

Esta especificação tem como objetivo estabelecer os procedimentos que devem ser seguidos para a construção de dispositivos de drenagem pluvial, envolvendo poços de visita, destinados à coleta de águas superficiais e condução subterrânea para locais de descarga mais favorável. São caixas utilizadas em mudanças de direção das linhas de tubos, e também para limpar a rede.

#### 3.5.2 Normas Técnicas

- NBR 12654: Controle tecnológico de materiais componentes do concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 1992;
- NBR 12655: Concreto – preparo, controle e recebimento: procedimento. Rio de Janeiro, 1996;
- NBR 15645/2009 – Execução de Obras de Esgoto Sanitário e Drenagem de águas Pluviais Utilizando-se Tubos e Aduelas de Concreto;
- NBR 5739: Concreto – ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994;
- NBR 9794: Tubo de concreto simples de seção circular para águas pluviais: especificação. Rio de Janeiro, 1987;
- NBR 9795: Tubo de concreto armado – determinação da resistência à compressão diametral: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1987;
- NBR 9796: Tubo de concreto – verificação da permeabilidade: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1996;
- NBR NM 67: Concreto – determinação da consistência pelo abatimento do tronco e cone. Rio de Janeiro.

#### 3.5.3 Materiais

Os materiais a serem empregados na construção das caixas, berços e demais dispositivos de captação e transferências de deflúvios deverão atender às prescrições e exigências previstas pelas normas ABNT e DNIT.

#### 3.5.4 Equipamentos

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras referidas, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares. Recomenda-se no mínimo, os seguintes equipamentos:

- Caminhão basculante;
- Caminhão de carroceira fixa;
- Betoneira ou caminhão betoneira;
- Motoniveladora;
- Pá-carregadeira;
- Rolo compactador metálico;
- Retroescavadeira ou valetadeira;
- Guincho ou caminhão com grua ou “Munck”;
- Serra elétrica para fôrmas;
- Vibradores de placa ou de imersão.

Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não poderá ser autorizada sua utilização.

### 3.5.5 Execução

A escavação deverá ser efetuada com 0,50 m, a mais do que as medias externas do poço de visita.

As lajes de fundo dos poços de visita terão espessura de 0,15 m, dimensões horizontais, excedendo em 0,05 m as dimensões externas do poço de visita, executadas com concreto fck = 15,0 MPa, contido lateralmente por forma de madeira.

Deverão ter pequena declividade para o centro, a fim de que o escoamento se faça pelo eixo da linha tronco.

As paredes do poço de visita deverão ser executadas em alvenaria de 1 tijolo, revestidas com 0,02 m de espessura, internamente, com argamassa de cimento e areia traço 1:3.

As lajes de cobertura dos poços de visita deverão ter as medidas internas dos mesmos, mais as espessuras das paredes revestidas, ou seja, 1,84 x 1,84 x 0,20 m. A sua espessura deverá ter ferragem adequada às solicitações e dimensões.

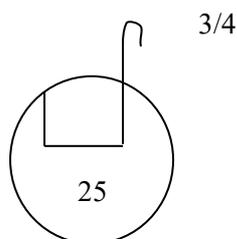
Na laje de cobertura deverá haver um espaço de seção circular, de diâmetro igual a 0,70 m, para permitir, através de chaminé que deverá ser construída no perímetro desse círculo, acesso ao poço de visita para que se efetue a limpeza dos mesmos.

Os materiais e técnicas correspondentes a cada item contido na caixa seguirão os procedimentos correspondentes a eles para sua execução.

Sobre a laje superior, tangenciando o espaço deixado para permitir o acesso ao interior do poço de visita, deverá ser construída a chaminé em alvenaria de 0,20 m e com diâmetro de 0,60 m ou 0,90 m acabado.

Nas paredes da chaminé deverão ser construídos degraus com erro redondo de  $\emptyset$  de  $\frac{3}{4}$ " dobrados na forma retangular com as seguintes dimensões:

- No lado paralelo a uma corda do círculo = 0,25 m;
- Nos lados perpendiculares a essa corda = 0,10 m;
- Dos 0,10 m dos lados perpendiculares à corda, 0,05 m deverá ser utilizada para fazer a grapa e efetuar o chumbamento na parede da chaminé. Deverão ser colocados a cada 0,19 m.



### 3.5.6 Controle de Qualidade

O controle deverá ser realizado através da elaboração de ensaios dos materiais empregados, testes, diâmetro dos tubos, compactação do reaterro e verificação topográfica de cotas, alinhamentos, dimensões e locação.

### 3.5.7 Critérios de Aceitação

Os serviços conforme serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- Os dispositivos de drenagem pluvial serão medidos de acordo com os critérios definidos nas especificações respectivas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução.

## 3.6 Bocas de lobo em alvenaria simples ou dupla

São caixas de alvenaria utilizadas para captar água de superfície, que escoam por sobre a sarjeta com a utilização de uma abertura na sarjeta denominada chapéu (padrão DNIT).

### 3.6.1 Objetivo

Esta especificação tem como objetivo estabelecer os procedimentos que devem ser seguidos para a construção de dispositivos de drenagem pluvial, envolvendo bocas de lobo, destinadas à coleta de águas superficiais e condução subterrânea para locais de descarga mais favorável. São caixas utilizadas em mudanças de direção das linhas de tubos, e também para limpar a rede.

### 3.6.2 Normas Técnicas

- NBR 12266/1992: Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana;
- NBR 12655/2015: Concreto de cimento Portland, controle, recebimento e aceitação - Procedimento;
- NBR 15645/2009: Execução de obras de esgoto sanitário e drenagem de águas pluviais utilizando-se tubos e aduelas de concreto;
- NBR 8890/2007: Tubo de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários – Requisitos e métodos de ensaios.

### 3.6.3 Materiais

Construção de caixas em alvenaria, incluindo execução de lastro e lajes em concreto armado, execução de alvenaria com revestimento, cintas de amarração e assentamento do quadro e sua boca chapéu padrão "DNIT".

A guia chapéu para boca de lobo, em concreto armado, tipo DNIT, com resistência do concreto à compressão mínima de 30 Mpa, com corpo de prova d 28 dias de idade atendendo às normas ABNT-NB-1-78.

Os materiais e técnicas correspondentes a cada item contido na caixa seguirão os procedimentos correspondentes a eles para sua execução.

As lajes de fundo dos poços de visita terão espessura de 0,15 m, dimensões horizontais excedendo em 0,05 m as dimensões externas do poço de visita, executadas com concreto fck = 15,0 MPa, contido lateralmente por forma de madeira.

As paredes do poço de visita deverão ser executadas em alvenaria de 1 tijolo, revestidas com 0,02 m de espessura, internamente, com argamassa de cimento e areia traço 1:3.

#### 3.6.4 Equipamentos

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras referidas, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares. Recomenda-se no mínimo, os seguintes equipamentos:

- Retroescavadeira, escavadeira ou equivalente;
- Carreta;
- Usina dosadora de concreto de cimento Portland;
- Caminhão betoneira.

#### 3.6.5 Execução

E escavação deverá ser efetuada com 0,50, a mais do que as medias externas do poço de visita.

As lajes deverão ter pequena declividade para o centro, a fim de que o escoamento se faça pelo eixo da linha tronco.

As lajes de cobertura dos poços de visita deverão ter as medidas internas dos mesmos, mais as espessuras das paredes revestidas, seguindo sempre as dimensões do projeto. A sua espessura deverá ter ferragem adequada às solicitações e dimensões.

Na laje de cobertura deverá haver um espaço de seção circular, de diâmetro igual a 0,70 m, para permitir, através de chaminé que deverá ser construída no perímetro deste círculo, acesso ao poço de visita para que se efetue a limpeza dos mesmos.

Os materiais e técnicas correspondentes a cada item contido na caixa seguirão os procedimentos correspondentes a eles para sua execução.

#### 3.6.6 Critério de Aceitação

Os serviços conforme serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- Os dispositivos de drenagem pluvial serão medidos de acordo com os critérios definidos nas especificações respectivas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução.

### **3.7 Fornecimento e Aplicação de Guias de Concreto Pré-Moldado**

#### 3.7.1 Objetivo

O objetivo deste item é especificar as exigências para fornecimento e colocação de guias de concreto pré-moldado.

A principal característica das guias de concreto é a de constituir um obstáculo ou uma separação entre o tráfego de veículos na faixa de rolamento e o trânsito de pedestres nos passeios.

A guia tem ainda por função delimitar a faixa de rolamento da via pública e os passeios laterais ou refúgios centrais, protegendo-os e mantendo-lhes os bordos alinhados. Além disso, constitui uma ótima referência para o tráfego de veículos, pois orienta os seus

condutores indicando-lhes as linhas extremas de faixa onde ele é permitido; é assim, também, um elemento indispensável à segurança dos transeuntes, nos passeios e nos refúgios centrais.

### 3.7.2 Normas Técnicas

- DNIT 020/2006 – ES – Drenagem – Meios Fios e Guias – Especificação de Serviço;
- NBR 12655/15 – Concreto de Cimento Portland – Preparo, Controle, Recebimento e Aceitação - Procedimento;
- NBR 6118/14 – Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento;
- NBR NM 67/98 – Concreto – Determinação da Consistência pelo Abatimento do Tronco de Cone.

### 3.7.3 Materiais

#### 3.7.3.1 Cimento

O cimento deverá satisfazer às exigências, conforme normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, não sendo admissível o emprego de cimentos já comprometidos pela hidratação que, na maioria dos casos, é causada pelas condições inadequadas de armazenamento.

Para a boa estocagem do cimento, é aconselhável adotar as precauções enumeradas no Boletim Informativo da Associação Brasileira de Cimento Portland, intitulado "Armazenamento de Cimento Ensacado".

#### 3.7.3.2 Agregados

As características exigidas para os agregados deverão obedecer a NBR 7211/83, da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Como agregados para o concreto destinado à confecção de meios-fios, usam-se a areia e o pedregulho ou pedra britada de diâmetros compreendidos entre 4,8 mm e 25 mm (Britas nos 1 e 2). De um modo geral, os agregados devem ser constituídos de grãos resistentes, estáveis, densos, de preferência pouco absorventes, quimicamente inertes em relação ao cimento e não conter quantidades excessivas de pó ou impurezas como óleo e materiais orgânicos.

#### 3.7.3.3 Água

Deverá ser limpa o bastante para ser potável. Deverão ser feitos de laboratório para se comprovar se uma água pode ser utilizada no preparo do concreto.

#### 3.7.3.4 Concreto

O concreto, para a confecção de meios-fios, deverá ser rico em cimento, para não comprometer o aspecto e a durabilidade das peças, que estarão sujeitos à ação do tempo e ao choque dos veículos.

Uma mistura cuidadosamente dosada, de acordo com os princípios expostos nas publicações da Associação Brasileira de Cimento Portland (intituladas "Como se prepara um bom concreto" e "Misturas experimentais para fixar o traço do concreto"), permitirá obter

um concreto plástico e trabalhável, como é necessário no caso de adensamento manual, para conseguir um bom acabamento superficial.

Quando, no adensamento, for adotado o processo vibratório, o concreto poderá ser menos plástico, com a redução da quantidade de água, mantendo o mesmo fator A/C, o que facilita obter concreto da mesma resistência, com menor consumo de cimento.

### 3.7.3.5 Dosagem

O concreto para a confecção de meios-fios e sarjetas deverá ser dosado com um mínimo de 300 kg de cimento por metro cúbico (exposição severa), e fator água/cimento que permita obter, no fim de 28 dias, uma resistência à compressão nunca inferior a 20 MPa.

### 3.7.3.6 Traço do Concreto

Um bom concreto, que atenda a todos os requisitos enumerados para a confecção de meios-fios, pode ser obtido com os seguintes traços:

Para adensamento manual:

a) Em peso:

- cimento PC-250 → 325Kg
- areia → 720Kg
- pedra nº 1 → 292Kg
- pedra nº 2 → 883Kg
- água → 180 l

b) Em volume:

- cimento → 325Kg = 0,229m<sup>3</sup> = 6,5 sacos
- areia → 0,576m<sup>3</sup>
- pedra nº 1 → 0,210m<sup>3</sup>
- pedra nº 2 → 0,640m<sup>3</sup>
- água → 180 l

E para adensamento vibratório:

c) Em peso:

- cimento PC-250 → 300Kg
- areia → 745Kg
- pedra nº 1 → 304Kg
- pedra nº 2 → 912Kg
- água → 165 litros

d) Em volume:

- cimento → 300Kg = 0,211m<sup>3</sup> = 6 sacos
- areia → 0,596m<sup>3</sup>
- pedra nº 1 → 0,220m<sup>3</sup>
- pedra nº 2 → 0,660m<sup>3</sup>
- água → 165 litros

As quantidades de materiais necessárias para o traço com um saco de cimento de 50 kg são as seguintes:

Adensamento manual:

- cimento → 1 saco
- areia 78 litros → 89 litros
- pedra nº 1 → 32 litros
- pedra nº 2 → 98 litros
- água → 27,5 litros

Adensamento vibratório:

- cimento → 1 saco
- areia → 99 litros
- pedra nº 1 → 36,7 litros
- pedra nº 2 → 110 litros
- água → 27,5 litros

A areia, em todos os traços sugeridos, foi considerada seca. No caso de apresentar umidade (4%, por exemplo, como é geralmente encontrada nos depósitos dos canteiros de obras), deverão ser consideradas as alterações provocadas por esse teor de umidade, o que obriga à correção na quantidade de água de amassamento, e ao reajustamento das quantidades desse material nos traços, quer medidas em peso, quer em volume, uma vez que, neste último caso, as medidas são alteradas por efeito do inchamento do material (consultar o Boletim "Misturas experimentais para fixar o traço do concreto").

#### 3.7.3.7 *Preparo do Concreto*

Quando misturado mecanicamente, o tempo da mistura deverá ser, no mínimo, de um minuto depois de todos os materiais colocados no tambor da betoneira, sendo aconselhável obedecer à seguinte ordem na colocação: inicialmente, parte da água de amassamento; o agregado graúdo; depois o cimento, seguido do restante da água e, por último, a areia.

Quando preparada manualmente, a mistura deverá ser realizada sobre um estrado ou superfície plana, impermeável e resistente, misturando-se de início, a seco, a areia e o cimento até obter-se uma coloração uniforme. A seguir, é adicionado e misturado o agregado graúdo e, finalmente, a água de amassamento. A mistura deverá continuar de modo enérgico, até que o concreto adquira homogeneidade.

#### 3.7.3.8 *Formas*

As formas empregadas na fabricação dos meios-fios de concreto deverão ser de madeira ou chapa de aço, suficientemente reforçadas, de modo a resistirem aos esforços provenientes do adensamento por vibração, quer em mesas vibratórias, quer com o emprego de vibradores de imersão.

#### 3.7.3.9 *Lançamento e Adensamento*

Logo após a mistura, o concreto deverá ser lançado, preferencialmente em formas metálicas. Deverão ser bem untadas, internamente, com óleo, sabão ou graxa. No caso de formas de madeira, deverão ser caiadas a fim de facilitar a desmoldagem. Para enchimento, as formas são colocadas com a face ou espelho para baixo e o concreto, quando adensado manualmente, deverá ser compactado de modo a não deixar vazios. Quando usada a

vibração, esta deverá cessar, tão logo apareça na superfície do concreto, uma tênue película de água.

#### 3.7.3.10 Cura e Sazonamento

Os meios-fios, após a desmoldagem, deverão ser transportados para local abrigado do sol e de correntes de ar, onde devem permanecer durante 7 dias, sujeitos a molhagens frequentes. Terminado esse período de cura, os meios-fios poderão ser transportados para outros locais ao ar livre, para secagem e endurecimento.

Não é aconselhável a utilização dos meios-fios antes de decorrido o prazo de 28 dias contados da moldagem das peças, a menos que apresentem, antes disso, a resistência mínima exigida, comprovada por ensaios de laboratório, o que é possível obter, se forem usado processos rigorosos de cura artificial ou cimento de alta resistência inicial.

#### 3.7.4 Execução

Para as guias pré-fabricadas o concreto utilizado na fabricação deverá ser controlado na própria fábrica, desde os materiais que o compõem, até o acabamento e a resistência, e que servirá de base ao recebimento.

A altura da guia acima da superfície de rolamento dos veículos deve ser tal que ofereça proteção suficiente aos pedestres, nos passeios ou abrigos centrais das ruas, sem constituir, entretanto, um inconveniente ao movimento dos veículos e ao seu estacionamento junto aos passeios.

Normalmente, os Cadernos de Encargos, Códigos de Obras ou de Posturas das Municipalidades fixam essa altura; todavia, onde não houver disposições nesse sentido, uma altura de 15 cm satisfaz àqueles requisitos.

Nas guias, é sempre conveniente que o canto superior externo seja arredondado e, ainda que a face externa seja ligeiramente inclinada, a fim de não danificar os pneumáticos dos automóveis ou os aros das rodas e seus acessórios. Esses detalhes facilitarão aos veículos colocarem-se, quando estacionados, bem junto dos passeios, deixando assim, largura suficiente na faixa de trânsito.

Deverá ser utilizada guia de concreto com 30cm de altura assente sobre concreto, com comprimento de 1,00m.

Com o emprego do granito ou gnaisse como agregado, ter-se-á para peças de 1,00m de comprimento o peso aproximado de 96Kg.

Para curvas de pequeno raio, deverá ser preciso moldar as guias no próprio local, ou fazer, em cada caso, as necessárias formas para fabricação em canteiro. A não ser nos casos excepcionais, de curvas que devam ser moldadas no próprio local de assentamento, é de toda a conveniência que as guias sejam pré-moldadas em usina, para assegurar uma fabricação mais cuidadosa e perfeita.

Bons resultados são obtidos com o emprego de formas metálicas. Diversos fabricantes produzem formas de aço dentro dos padrões normalmente adotados.

### 3.7.4.1 Recebimento

O recebimento deverá ser efetivado através de amostragem, colhendo-se, ao acaso, uma peça para cada 100 (cem), que deverá ser submetida a exame e ensaios.

Quando os ensaios demonstrarem uniformidade, através de vários lotes, a critério da fiscalização, a amostragem poderá ser reduzida para uma peça em cada lote de 500 (quinhentas).

Os ensaios, para fins de aceitação ou rejeição, podem ser classificados em três tipos principais:

- Quanto às dimensões;
- Quanto ao acabamento;
- Quanto à resistência.

Quanto às dimensões, as tolerâncias são:

**Tabela 5: Classificação dos Ensaios**

REFERÊNCIA	MEDIDA em cm	
	Nominal	Erro Tolerado
Comprimento	100	± 2
Altura	30	± 1
Base	15	± 0,5
Topo	13	± 0,5

No caso de meios-fios curvos, a seção transversal deverá ser mantida uniforme e o raio de curvatura de acordo com o projeto da obra, guardadas as mesmas tolerâncias especificadas para os meios-fios retos.

O paramento inclinado (espelho) deve ser feito nos 15 cm superiores do meio-fio, isto é, em sua face aparente.

A concordância entre o topo e a face inclinada deverá ser feita por meio de curva circular, de 3 cm de raio.

Quanto ao acabamento:

A principal exigência se refere à textura da superfície aparente, topo e espelho, que deverá ser lisa, isenta de fendilhamentos, fissuras e bolhas.

As arestas devem ser vivas e o topo, plano, de forma que uma régua apoiada em toda a extensão dos meios-fios, não apresente flechas superiores a 3 mm.

Quanto à resistência:

Deverá ser verificada, optativamente, por processo não destrutivo (esclerometria), nas peças componentes da amostragem ou por ensaios destrutivos, pela moldagem de corpos de prova, durante a fabricação, segundo os métodos MB-2 e MB-3 da ABNT, cuidando-se, neste caso, da identificação de cada partida fabricada, referida ao controle tecnológico.

A avaliação da qualidade do concreto deverá ser feita estatisticamente. A resistência mínima de aceitação deve ser limitada a 20 MPa.

### 3.7.4.2 Assentamento-base

Para assentamento do meio-fio, é necessário, normalmente, abrir a cava de fundação com a largura da ordem de 35 cm a 40 cm e profundidade compatível com a cota do tipo do meio-fio.

O preparo do terreno sobre o qual o meio-fio assentará é de máxima importância, para êxito do serviço e sua durabilidade.

A base deverá ser drenada e bem compactada de modo a constituir uma superfície firme, de resistência uniforme, sobre a qual deverá ser distribuída uma camada de areia de 5cm de espessura, aproximadamente.

A guia deverá ser assentado sobre uma base constituída de uma camada de 5cm de concreto magro, com 5 a 10 cm de largura a mais do que a base do mesmo.

A estabilidade, no sentido vertical, é mantida pela colocação de uma porção de concreto na parte interna de cada junta, (traço 1:3:5, de cimento, areia e pedra britada), com volume aproximado de 5 litros por junta.

### 3.7.5 Controle de Qualidade

#### 3.7.5.1 Controle de Execução

O controle de execução de um trecho de meio-fio é feito, normalmente, com a passagem de uma régua de 3 m sobre o topo dos meios-fios, apoiada metade sobre os meios-fios colocados e metade avançando sobre os meios-fios em assentamento. A cada 10 ou 15 meios-fios, deverá ser verificado o nivelamento do conjunto, esticando-se uma linha sobre os meios-fios assentados, não devendo ocorrer diferenças de nível superiores a 3 mm, em qualquer ponto.

#### 3.7.5.2 Controle Tecnológico

O controle tecnológico do concreto empregado deverá ser realizado pelo rompimento de corpos-de-prova à compressão simples, aos 7 dias, com base no que dispõe a norma NBR-5739/94 da ABNT.

O ensaio de consistência do concreto deverá ser feito de acordo com a NBR-7223/92 ou NBR-9606/92 da ABNT, sempre que houver alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia após o reinício dos trabalhos, desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas e cada vez que forem moldados corpos-de-prova.

Deverá ser previamente estabelecido o plano de retirada dos corpos-de-prova do concreto e das amostras de aço estrutural, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações referidas.

No controle de qualidade do concreto através dos ensaios de resistência à compressão, o número de determinações deverá ser definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela CONTRATADA, conforme a tabela a seguir:

**Tabela 6: Amostragem Variável**

N	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15
K	1,32	1,26	1,15	1,14	1,05	1,03	0,99	0,97	0,95	0,92
$\infty$	0,30	0,25	0,16	0,15	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01
n = nº de amostras; k = coeficiente multiplicador; $\infty$ = risco da CONTRATADA.										

O número mínimo de ensaios ou determinações por jornada de oito horas de trabalho é de 5.

### 3.7.5.3 Controle Geométrico

O meio-fio deverá ser aceito quando:

As dimensões das seções transversais avaliadas não diferirem das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados;

Todas as medidas de espessuras efetuadas situarem no intervalo de  $\pm 10\%$  em relação à espessura de projeto.

### 3.7.6 Critérios de Aceitação

Os resultados de todos os ensaios deverão atender às especificações.

Deverá ser controlado o valor mínimo de resistência à compressão, com valores de k obtidos na Tabela de Amostragem Variável, adotando-se o procedimento seguinte:

Os valores mínimos admitidos para a taxa de aplicação (T) deverão ser analisados estatisticamente e aceitos nas condições seguintes:

Se,

$X_{med} - kS < \text{Valor mínimo admitido} \Rightarrow \text{Rejeita-se o serviço.}$

$X_{med} - kS \geq \text{Valor mínimo admitido} \Rightarrow \text{Aceita-se o serviço.}$

$$\text{onde } S^2 = \frac{\sum (X - X_{med})^2}{n - 1}$$

$$X_{med} = \sum X / n$$

Sendo:

X - Valores individuais.

$X_{med}$  - Média da amostra.

S - Desvio Padrão da amostra.

k - Coeficiente tabelado em função do número de determinações.

n - Número de determinações.

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Os resultados do controle estatístico deverão ser registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

### **3.8 Sarjetões**

#### **3.8.1 Objetivo**

Em conjunto com a guia, a sarjeta funciona como um canal, conduzindo a água de superfície às bocas- de-lobo, efetuando assim a drenagem superficial.

#### **3.8.2 Normas Técnicas**

- DNER-ES 330/97 – Obras de Arte Especiais – Concretos e Argamassas;
- DNIT 018/2006-ES – Drenagem – Sarjetas e Valetas – Especificação de Serviço;
- NBR 12655/15 – Concreto de Cimento Portland – Preparo, Controle, Recebimento e Aceitação - Procedimento;
- NBR 6118/14 – Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento;
- NBR NM 67/98 – Concreto – Determinação da Consistência pelo Abatimento do Tronco de Cone.

#### **3.8.3 Materiais**

##### **3.8.3.1 Concreto de Cimento**

O concreto deve ser dosado racionalmente e experimentalmente, para resistência característica à compressão mínima ( $f_{ck}$  mín.), aos 28 dias, de 15 Mpa.

O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito na Norma NBR 6018/03, além de atender ao que dispõem as especificações do DNER-ES 330/97.

#### **3.8.4 Equipamentos**

- Usina dosadora de concreto de cimento Portland;
- Caminhão betoneira.

#### **3.8.5 Execução**

Caso a sarjeta seja executada concomitantemente com as guias, a base deverá ser de concreto  $f_{ck} = 15$  Mpa, na espessura de 0,15 cm e na largura de 0,90 cm de sarjeta. O concreto deverá ser contido lateralmente por meio de forma de madeira, assentada em conformidade com os alinhamentos e perfis de projeto.

O terreno de fundação, depois de umedecido ligeiramente, receberá o concreto que deverá ser apiloado de modo a não deixar vazios.

Caso não sejam executadas concomitantemente a sarjeta e a guia, a base deverá ser de brita nº 2, na espessura de 0,05m e na largura da sarjeta. O concreto deverá ser contido lateralmente por meio de forma de madeira, assentada em conformidade com os alinhamentos e perfis de projeto. O terreno de fundação, depois de umedecido ligeiramente receberá a brita que deverá ser apiloada com soquetes manuais, com peso mínimo de 10 quilos e seção não superior a 0,20 x 0,20 m.

As formas, para fazer aos esforços laterais, deverá ser feitas com pranchas de 0,0254 m (1") e 3,0 m de comprimento. Nos trechos de curva, essa espessura poderá ser reduzida. A fixação deverá ser firme e travada de forma a impedir a sua movimentação. As pranchas deverão ser assentadas em cotas que assegurem à superfície da sarjeta um caimento de 10%.

O concreto utilizado para a sarjeta ou sarjetão deverá apresentar uma resistência mínima de 250kgf/cm<sup>2</sup> no ensaio de compressão simples, a 28 dias de idade. Deverá ter plasticidade e umidade tais que possam ser facilmente lançados nas formas, onde convenientemente apiloado e alisado, deverá constituir uma massa compacta, sem buracos e ninhos.

A mistura deverá ser efetuada por processos mecânicos.

Antes do lançamento do concreto deverão ser umedecidos a base e a forma.

Junto à parede das fomas, deverá ser usada uma ferramenta do tipo de uma colher de pedreiro com cabo longo, que ao mesmo tempo em que se apiloa, afastam-se de junto das paredes as pedras maiores, produzindo superfícies uniformes e lisas. Após adensamento a superfície da sarjeta deverá ser moldada com gabaritos e acabada com auxílio de desempenadeiras de madeira, até apresentar uma superfície lisa e uniforme.

Quando o pavimento for asfáltico, a aresta da sarjeta deverá ser chanfrada num plano formando um ângulo de 45 graus com a superfície.

As juntas deverão ser do tipo "seção enfraquecida", com espaçamento de 4 a 6 m.

A altura das juntas deverá estar compreendida entre 1/3 e 1/4 da espessura da sarjeta e sua largura não deverá exceder de 0,01m.

Durante a concretagem, deverão ser moldados, de acordo com as especificações anteriores, dois corpos de prova para cada 200 m de sarjeta e ensaios de acordo com norma específica de concreto.

### 3.8.6 Controle de Qualidade

#### 3.8.6.1 Concreto de Cimento

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com as Normas NBR 12654/92, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97.

O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NBR NM 68/98, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos de prova e na troca de operadores.

#### 3.8.6.2 Controle da Execução

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos de prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

O concreto ciclópico, quando utilizado, deverá ser submetido ao controle fixado pelos procedimentos da Norma DNER-ES 330/97.

### 3.8.6.3 Verificação

#### Controle Geométrico

O controle geométrico da execução das obras será feito por meio de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios.

Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em notas de serviço, com as quais será feito o acompanhamento da execução.

As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, pontos isolados.

Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de  $\pm 10\%$  em relação à espessura de projeto.

#### Controle de Acabamento

Será feito o controle qualitativo dos dispositivos, de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização.

Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.

### 3.8.7 Critérios de Aceitação

Será controlado o valor característico da resistência à compressão do concreto aos 28 dias, adotando-se as seguintes condições:

$F_{ck, est} < f_{ck}$  = não conformidade;

$F_{ck, est} \geq f_{ck}$  = conformidade.

Onde:

$F_{ck, est}$  = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão.

$f_{ck}$  = valor da resistência característica do concreto à compressão.

Os resultados do controle estatístico serão analisados e registrados em relatórios periódicos de acompanhamento de acordo com a Norma DNIT 011/2004-PRO, a qual estabelece os procedimentos para o tratamento das não conformidades dos insumos, da produção e do produto.

## 3.9 Passeio em Concreto

### 3.9.1 Objetivo

Esta especificação fixa as condições de execução e controle de qualidade de passeio de concreto e de seus materiais constituintes.

A principal característica dos passeios em concreto cimento é a de constituir uma faixa pavimentada para o trânsito de pedestres.

Os passeios projetados terão largura de 1,50 m e juntas secas a cada 1,50 m. Os passeios terão uma espessura de 7 cm e deverão ser executados em concreto com  $f_{ck} \geq 20$  MPa, sobre uma base em concreto magro de 5 cm. Obedecerão aos caimentos previstos em projeto e terão acabamento desempenado e camurçado.

### 3.9.2 Normas Técnicas

Não foram encontradas referências normativas dos passeios de concreto nos órgãos oficiais.

### 3.9.3 Materiais

#### 3.9.3.1 Cimento Portland

O cimento deverá satisfazer às exigências da NBR 5732 da ABNT, não sendo admissível o emprego de cimentos já comprometidos pela hidratação que, na maioria dos casos, é causada pelas condições inadequadas de armazenamento.

Para boa estocagem do cimento, é aconselhável adotar as precauções enumeradas no Boletim Informativo da Associação Brasileira de Cimento Portland, intitulado “Armazenamento de Cimento Ensacado”.

#### 3.9.3.2 Água

Deverá ser isenta de teores nocivos de sais, ácido, álcalis ou matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais às relações de hidratação do cimento.

#### 3.9.3.3 Agregados

Os agregados para confecção do concreto deverão ser materiais sãos e resistentes. De um modo geral, os mesmos devem ser constituídos de grãos resistentes, estáveis, densos, de preferência pouco absorventes, quimicamente inertes em relação ao cimento e não conter quantidades excessivas de pó ou impurezas como óleo e material orgânicos.

#### 3.9.3.4 Concreto

O concreto deverá ser composto de cimento Portland, agregados graúdos e miúdos e água, numa mistura cuidadosamente dosada, de acordo com os princípios expostos nas publicações da Associação Brasileira de Cimento Portland (intituladas “Como se prepara um bom concreto” e “Misturas experimentais para fixar o traço do concreto”), permitirá obter um bom concreto plástico e trabalhável, como é necessário no caso de adensamento manual, para conseguir um bom acabamento superficial.

Quando, no adensamento, for adotado o processo vibratório, o concreto poderá ser menos plástico, com a redução da quantidade de água, mantendo o mesmo fator A/C, o que faculta obter concreto da mesma resistência, com menor consumo de cimento.

O concreto para a confecção dos passeios de concreto cimento deverá ter um fator água/cimento que permita obter, no fim de 28 dias, uma resistência à compressão nunca inferior a 20 Mpa e utiliza-se o traço 1:3:5.

### 3.9.3.5 Juntas

A madeira para enchimento das juntas não deverá apresentar nós e partes duras.

### 3.9.4 Execução

O concreto estrutural ( $f_{ck} \geq 20$  MPa) deverá ser lançado sobre solo regularizado e compactado, formando painéis com dimensões básicas em torno de 1,50 x 1,50 m e riscadas à colher.

O acabamento deverá ser obtido pelo sarrafeamento, desempenho e moderado alisamento do concreto quando este estiver plástico, de modo a se obter um acabamento final camurçado.

O acabamento deverá ser submetido à cura durante 28 (vinte e oito) dias, protegido por papel tipo KRAFT ou sacos de anagem constantemente umedecidos.

As juntas deverão ser coincidentes, sem espaços aparentes ou ressaltos, tanto horizontais como verticais, entre placas consecutivas. O resultado deverá ser uma superfície homogênea, perfeitamente nivelada, absolutamente plana, sem ondulações.

### 3.9.5 Controle de Qualidade

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com as Normas NBR 12654/92, NBR 12655/96 e DNER-ES 330/97.

### 3.9.6 Critérios de Aceitação

Será controlado o valor característico da resistência à compressão do concreto aos 28 dias, adotando-se as seguintes condições:

$F_{ck, est} < f_{ck}$  = não conformidade;

$F_{ck, est} \geq f_{ck}$  = conformidade.

Onde:

$F_{ck, est}$  = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão.

$f_{ck}$  = valor da resistência característica do concreto à compressão.

Os resultados do controle estatístico serão analisados e registrados em relatórios periódicos de acompanhamento de acordo com a Norma DNIT 011/2004-PRO, a qual estabelece os procedimentos para o tratamento das não conformidades dos insumos, da produção e do produto.

## 4 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

### 4.1 Critérios de Medição

O período de medição dos serviços será mensal e dividido por etapa de serviço efetivamente concluído, conforme definido no cronograma e estrutura analítica do projeto a ser entregue pela Contratada no início das obras.

Somente as etapas de serviço concluídas e aprovadas pela Fiscalização poderão ser incluídas na medição. Quando a Fiscalização recusar algum serviço, a Contratada deverá refazê-lo às suas expensas.

Não haverá medição para as tarefas imprescindíveis à execução das medições.

O Boletim de Medição deverá ser apresentado à Fiscalização depois de encerrado o período de medição, para verificação e aceitação preliminar.

A Fiscalização verificará o Boletim de Medição e informará à Contratada a aceitação ou as correções que deverão ser realizadas, com as correspondentes justificativas.

A Contratada deverá proceder às correções apontadas pela Fiscalização no Boletim de Medição e, então, reapresentá-lo juntamente com o documento de cobrança.

No caso de não incorporarem as correções exigidas pela Fiscalização, o Boletim de Medição e os documentos de cobrança serão restituídos à Contratada.

Ao longo do período subsequente, a Fiscalização deverá realizar a verificação definitiva do Boletim de Medição.

Os serviços serão medidos de acordo com os seguintes critérios da Tabela :

**Tabela 7: Critérios de Medição**

Itens	Código Orçamentário	Nome	Critério de Medição
3.3	1.9 ao 1.12	Bueiro Tubular – PA-2 / Bueiro – Berço – Fornecimento, Escavação e Instalação	Serão medidos pelo seu comprimento determinado em metros, acompanhando as declividades executadas, incluindo o fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução. Estará incluso na medição o volume de concreto utilizado na execução do berço e escoramento da vala.
3.4	1.18	Boca de bueiro tubular	Serão medidas por unidade construída, de acordo com o projeto, acompanhando-se as dimensões executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução.

**Tabela 8: Critérios de Medição**

<b>Itens</b>	<b>Código Orçamentário</b>	<b>Nome</b>	<b>Critério de Medição</b>
3.5	1.14 ao 1.16	Poço de visita – Tipo PVI e CPV	Serão medidos por unidade construída, de acordo com o projeto, acompanhando-se as dimensões executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução.
3.6	1.13	Boca de lobo	Serão medidas por unidade construída, de acordo com o projeto, acompanhando-se as dimensões executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução.
3.7 e 3.8	1.17	Meio fio de concreto	Serão medidos por comprimento linear de dispositivo executado, medidos em metros estabelecendo-se custos unitários de execução com a quantificação de volumes e áreas das unidades executivas, de acordo com o projeto, acompanhando as espessuras e formas executadas, incluindo o fornecimento e colocação de materiais bem como a mão-de-obra e respectivos encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução.
3.9	1.17	Passeio de concreto	Será medido em metros quadrados de calçada acabada. Não será motivo de medição: mão de obra, materiais, equipamentos, transporte e encargos.




---

**Responsável Técnico:**  
 Paulo Boulos Filho  
 CREA-SP: 5069756887  
 ART PROJETO: 28027230220099274