



Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto - S.A.M.A.E.

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TIETÊ - SP

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA OBRAS CIVIS E INSTALAÇÕES ELETRO- MECÂNICAS

SETEMBRO/2014



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE SERVIÇOS

SETEMBRO/2014

ÍNDICE

1. IMPLANTAÇÃO DA OBRA E SERVIÇOS PRELIMINARES.....	004
1.1. SERVIÇOS DE APOIO TÉCNICO E TOPOGRÁFICOS.....	004
1.2. CANTEIRO DE OBRAS	004
1.3. TAPUMES	006
1.4. PLACAS DA OBRA.....	007
1.5. DESMATAMENTO E DESTOCAMENTO	007
2. SERVIÇOS TÉCNICOS.....	007
2.1. SUSTENTAÇÃO DE ESTRUTURAS	007
3. MOVIMENTO DE TERRA.....	008
3.1. ESCAVAÇÃO EM GERAL	008
3.2. VALAS E TUBULAÇÕES.....	010
3.3. CARGA, TRANSPORTE E DESCARGA - GERAL	015
3.4. COMPACTAÇÃO MECANIZADA DE ÁREAS	016
3.5. CONTROLE DE COMPACTAÇÃO	016
4. ESCORAMENTO E OBRAS DE CONTENÇÃO.....	017
4.1. ESCORAMENTO DE VALAS.....	017
5. ESGOTAMENTO E DRENAGEM.....	019
5.1. ESGOTAMENTO E DRENAGEM - GERAL.....	019
5.2. ESGOTAMENTO E DRENAGEM - VALAS	019
5.3. POÇOS DE BOMBEAMENTO POR INJETORAS.....	021
5.4. EJETORES.....	027
6. SONDAGENS E FUNDAÇÕES	031
6.1. FUNDAÇÕES	031
6.2. TUBULÃO	032
6.3. ESTACAS TIPO RAIZ.....	032
6.4. ESTACA PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO	034
6.5. LASTROS.....	035
6.6. SONDAGENS SUPLEMENTARES.....	036
7. CONCRETO	037
7.1. GENERALIDADES.....	037
7.2. MATERIAIS PARA COMPOSIÇÃO DO CONCRETO	037



7.3.	DOSAGENS.....	040
7.4.	TRAÇOS.....	040
7.5.	PRODUÇÃO DOS CONCRETOS.....	041
7.6.	FORMAS, ESCORAMENTO E DESFORMA.....	043
7.7.	ARMADURAS.....	044
7.8.	ARMADURA PARA PROTENSÃO.....	046
7.9.	ACABAMENTOS E REPAROS NO CONCRETO.....	052
7.10.	ELEMENTOS EMBUTIDOS NO CONCRETO.....	052
7.11.	CONTROLE DA PRODUÇÃO DO CONCRETO.....	053
7.12.	LIBERAÇÃO DE CONCRETAGENS.....	053
7.13.	ACEITAÇÃO DA ESTRUTURA.....	053
7.14.	CONCRETO EM CONTATO COM REATERRO LATERAL.....	053
7.15.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	054
8.	CONCRETO PROJETADO.....	056
8.1.	MATERIAIS.....	056
8.2.	DOSAGEM.....	058
8.3.	EQUIPAMENTOS.....	059
8.4.	EXECUÇÃO.....	063
8.5.	SEGURANÇA.....	066
8.6.	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO.....	071
8.7.	PROCEDIMENTO PARA APLICAÇÃO.....	071
9.	ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL.....	077
9.1.	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO.....	077
9.2.	COBERTURA EM TELHAS SOBRE ESTRUTURA DE MADEIRA.....	078
9.3.	REVESTIMENTO DE PAREDES.....	078
9.4.	REVESTIMENTO DE PISOS.....	079
9.5.	ESQUADRIAS DE MADEIRA.....	080
9.6.	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO.....	080
9.7.	ESQUADRIAS METÁLICAS.....	081
9.8.	FERRAGENS.....	081
9.9.	VIDROS.....	082
9.10.	PINTURAS.....	082
9.11.	IMPERMEABILIZAÇÃO E PROTEÇÃO TÉRMICA.....	083
10.	URBANIZAÇÃO.....	083
10.1.	PORTÕES.....	083
10.2.	CERCAS DE TELA TIPO ALAMBRADO.....	084
10.3.	PLANTIO DE GRAMAS EM PLACAS.....	084
10.4.	PLANTIO DE ARBUSTOS E ÁRVORES.....	084
11.	ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÃO.....	084
11.1.	MATERIAIS.....	084
11.2.	TRANSPORTE, MANUSEIO E ARMAZENAMENTO DE TUBOS E PEÇAS.....	085
11.3.	INSTALAÇÃO DA TUBULAÇÃO.....	085



11.4. PEÇAS ESPECIAIS	093
11.5. OBRAS ESPECIAIS.....	095
11.6. TESTE HIDROSTÁTICO	094
12. SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO	095
12.1. ARRANCAMENTO DE PAVIMENTAÇÃO	095
12.2. REPOSIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO.....	095
13. DISPOSITIVOS ESPECIAIS E ESTRUTURAS ACESSÓRIAS	097
13.1. MANUSEIO DE EQUIPAMENTOS	097
13.2. INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTOS	098
13.3. MONTAGEM DE VÁLVULAS	099
13.4. MISCELÂNEA	099
14. OBRAS SUBTERRÂNEAS POR MÉTODOS NÃO DESTRUTIVOS	101
14.1. MINI-SHIELD	101
14.2. TUBOS CRAVADOS	103
14.3. SISTEMA "N.A.T.M."	104
14.4. SISTEMA "TUNNEL LINER"	105
15. SERVIÇOS COMPLEMENTARES	107
15.1. DEMOLIÇÕES	107
15.2. REMOÇÕES	107
15.3. SERVIÇOS EM CONCRETO E ALVENARIA	107
15.4. LIMPEZA DA OBRA.....	107



1. IMPLANTAÇÃO DA OBRA E SERVIÇOS PRELIMINARES

1.1. Serviços de Apoio Técnico e Topográficos

Serviços topográficos e pesquisa de interferências.

1.1.1. Locação da Obra

A EMPREITEIRA receberá da CONTRATANTE, por intermédio da FISCALIZAÇÃO:

- plantas de locação da obra;
- marcos de referência planialtimétricos, localizados fora da área de escavação ou aterro, com uma planta de locação dos marcos.

A EMPREITEIRA deverá executar:

A - Locação das obras

A locação das obras deverá ser amarrada aos marcos existentes, indicados pela FISCALIZAÇÃO.

Todas as interferências encontradas e que não constem de desenhos fornecidos, deverão ser levantadas e cadastradas.

B - Cadastros

Os cadastros deverão ser apresentados através de:

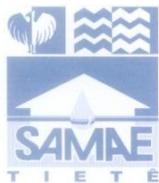
- cadernetas eletrônicas juntamente com croqui do elemento cadastrado e elementos e informações colhidos "in situ".
- desenhos (as built), em papel vegetal ou poliéster, similares aos desenhos do projeto, dos quais constem localização em plantas, perfis e cortes, das interferências encontradas, a serem remanejadas ou não.

Para a execução dos serviços de topografia, a EMPREITEIRA deverá manter, quando necessário, a critério da FISCALIZAÇÃO, durante o expediente da obra e no canteiro de trabalho, no mínimo, 1 (um) topógrafo, devidamente habilitado e 2 (dois) auxiliares e utilizar-se de equipamentos eletrônicos de recente tecnologia.

Deverão ser obedecidas as normas brasileiras vigentes (NBR 13.133).

1.2. Canteiro de Obras

A EMPREITEIRA deverá instalar o canteiro de obras de acordo com as presentes especificações, podendo, a seu critério, optar por construir canteiros independentes para cada frente de obra ou, então, construir um canteiro central contendo instalações completas recorrendo ao uso de canteiros auxiliares de apoio ou volantes em cada frente de serviço.



1.2.1. Projeto

A EMPREITEIRA, antes de iniciar qualquer trabalho com relação ao canteiro de obras, deverá apresentar, à CONTRATANTE, para aprovação, projeto simplificado, constando de:

A - Planta Geral de Localização, indicando:

- localização do terreno;
- acessos;
- redes de energia elétrica e água;
- localização das construções;
- localização dos pátios.

B - Desenhos das Construções, detalhando:

- plantas;
- cortes;
- especificações dos materiais a serem empregados nas construções.

Será de critério exclusivo da CONTRATANTE, a aceitação do projeto apresentado, ficando de seu pleno direito alterá-lo, quer quanto ao local, "layout" ou padrão de construção, se assim julgar necessário.

1.2.2. Localização

A área escolhida para construção do canteiro de obras deverá estar localizada próxima às frentes de trabalho.

1.2.3. Acessos

Será de responsabilidade da EMPREITEIRA a abertura e manutenção dos acessos à área do canteiro de obras.

1.2.4. Construções

Será de responsabilidade da EMPREITEIRA a construção das instalações mínimas do canteiro de obras.

Consideram-se como instalações mínimas, aquelas necessárias ao desenvolvimento dos serviços técnicos e administrativos da obra, assim como ao atendimento do pessoal empregado: escritório, almoxarifado, enfermaria para socorros de urgência, instalações sanitárias para pessoal do campo, pátio para estocagem e preparo de materiais, redes de distribuição de água e energia elétrica, sistema de ar comprimido, sistema de iluminação e comunicação.



O dimensionamento e o padrão das mesmas, assim como a construção de outras instalações, ficam a critério da EMPREITEIRA, em função do porte das obras. Será de responsabilidade da EMPREITEIRA a construção de um escritório com 100 m² de área para uso da FISCALIZAÇÃO, dotado de banheiros e demais instalações. Os padrões de construção deverão ser os mesmos observados para o escritório da EMPREITEIRA.

1.2.5. Água e Energia Elétrica

Será de responsabilidade da CONTRATANTE o abastecimento de água, industrial e potável e de energia elétrica para abastecimento do canteiro de obras. No caso de falta de suprimento pela rede pública, deverá a CONTRATANTE estar aparelhada para tal eventualidade, com produção de energia mediante geradores e abastecimento de água mediante caminhões pipas.

1.2.6. Manutenção, Higiene e Segurança

Será de responsabilidade da EMPREITEIRA, até o final da obra, a manutenção do canteiro de obras, quer sob o aspecto físico, como o de ordem interna e a observação dos cuidados higiênicos e de segurança pessoal.

Na execução dos trabalhos, deverá haver plena proteção contra o risco de acidentes com o pessoal da EMPREITEIRA e com terceiros, independente da transferência desse risco a companhias ou institutos seguradores.

Para isso, a EMPREITEIRA deverá cumprir fielmente o estabelecido na legislação nacional concernente à segurança e higiene do trabalho, bem como obedecer todas as normas próprias e específicas para a segurança de cada serviço.

Em caso de acidente no canteiro de obras, a EMPREITEIRA deverá:

- Prestar socorro imediato às vítimas.
- Paralisar imediatamente a obra, no local do acidente, a fim de não alterar as circunstâncias relacionadas com o mesmo.
- Solicitar imediatamente o comparecimento da FISCALIZAÇÃO ao local da ocorrência.

Será de responsabilidade da EMPREITEIRA a segurança, guarda e conservação de todos os materiais, equipamentos, ferramentas, utensílios e instalações da obra.

A EMPREITEIRA deverá manter livre o acesso aos extintores, registros de água, mangueiras e demais equipamentos situados no canteiro, a fim de poder combater eficientemente o fogo, na eventualidade de incêndio, ficando expressamente proibida a queima de qualquer espécie de material no local das obras.

A EMPREITEIRA deverá manter permanentemente, durante 24 horas, sistema de vigilância, efetuado por pessoal devidamente habilitado e uniformizado, munido de apitos e, eventualmente, de armas de fogo, com respectivo porte concedido pelas autoridades policiais.



1.3. Tapumes

Os tapumes devem ser utilizados para cercar o perímetro de todas as obras urbanas, com exceção das obras pequenas e de curta duração, nas quais se utilizam cercas portáteis. Podem ser empregadas chapas de madeira compensada, tábuas de madeira ou chapas de metal.

Em qualquer caso, devem ser obedecidas as dimensões adiante indicadas, de forma contínua, devendo estar dispostas verticalmente e encostadas no solo.

A sustentação vertical das chapas ou placas deve ser feita por elementos de madeira ou metal, fixadas numa base interna ao tapume, para garantir a estabilidade ao conjunto. As pranchas devem atingir a altura mínima de 1,10 m a partir do solo. No caso de obras de grande duração, deverão atingir, no mínimo, a altura de 2,00 m. Tanto as chapas de vedação, quanto os elementos de sustentação, devem, externamente, ser pintados de branco, podendo ser aplicada caiação. Tal medida objetiva facilitar a manutenção do tapume, de forma rápida e a baixo custo.

Deve ser provida contínua manutenção na parte externa do tapume, devendo o mesmo ser periodicamente pintado ou caiado, de forma a garantir sua permanente limpeza e visibilidade.

1.4. Placas da Obra

Deverão ser colocadas, nas dimensões e nos locais adequados, a serem indicados pela FISCALIZAÇÃO, as placas exigidas pela legislação vigente na região da obra, bem como os padrões adotados pela CONTRATANTE.

As placas deverão ter a face em chapa de aço galvanizado, nº 16 ou nº 17, com tratamento anti-oxidante, sem moldura e serem fixadas em estruturas de madeira, suficientemente resistentes para suportar a ação dos ventos.

1.5. Desmatamento e Destocamento

A EMPREITEIRA procederá ao desmatamento, destocamento e limpeza, para remoção de obstruções naturais, tais como, árvores, arbustos, tocos, raízes, entulhos e matações, porventura existentes nas áreas destinadas à implantação da obra e nas de empréstimos. Terminadas as operações de desmatamento e destocamento, a EMPREITEIRA procederá à raspagem da superfície do terreno.

A remoção ou derrubada de árvores deverá ser precedida da anuência dos órgãos competentes.

2. SERVIÇOS TÉCNICOS

2.1. Sustentação de Estruturas

A empresa contratada deverá escorar as estruturas interferentes e existentes no interior das valas, com perfis metálicos .



Eventualmente em casos especiais, o escoramento metálico poderá ficar perdido, se aprovado pela FISCALIZAÇÃO. Os serviços serão executados de forma que as interferências não sofram abalos.

3. MOVIMENTO DE TERRA

3.1. Escavação em Geral

A escavação compreende a remoção de qualquer material abaixo da superfície natural do terreno, até as linhas e cotas especificadas no projeto. A escavação poderá ser manual ou mecânica, em função das particularidades existentes, a critério da FISCALIZAÇÃO.

3.1.1. Escavação em Solo

Classifica-se como escavação em solo, aquela executada em terreno constituído de terra em geral, piçarra ou argila, areia, rochas em adiantado estado de decomposição (pouco compactas), seixos rolados ou não (diâmetro máximo de 15 cm), matacões (volume menor ou igual a 0,50 m³) e, em geral, todo o material passível de escavação, manual ou mecânica, qualquer que seja o teor de umidade.

3.1.2. Escavação em Rocha

Classifica-se como escavação em rocha, aquela executada em material altamente coesivo, constituído de todos os tipos de rocha sã, como granito, basalto, gnaiss, matacão de volume maior ou igual a 0,50 m³, etc.

A - Desmorte a Fogo:

O desmorte a fogo será executado em bancadas ou por altura total, com perfurações verticais ou inclinadas, de conformidade com a natureza da rocha e com todas as precauções de segurança. Os planos de fogo deverão ser obrigatoriamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Em cada plano de fogo, a EMPREITEIRA indicará as profundidades, espaçamentos e disposições dos furos para o desmorte, assim como as cargas e tipos de explosivos, ligações elétricas das espoletas, com cálculo da resistência total do circuito e método de detonação, especificando as características da fonte de energia ou ligações de cordel com retardadores, especificando tipo e método de ligação.

Antes ou durante a execução das escavações, poderá a FISCALIZAÇÃO requerer à EMPREITEIRA testes com explosivos, visando verificar planos de fogo. Tais testes deverão ser realizados dentro dos limites estabelecidos para a escavação. Medições sísmicas poderão ser analisadas pela FISCALIZAÇÃO, devendo a EMPREITEIRA colaborar para a execução das mesmas. Os resultados obtidos serão analisados pela FISCALIZAÇÃO, que, em função deles, poderá requerer à EMPREITEIRA a alteração dos planos de fogo propostos.

A aprovação pela FISCALIZAÇÃO de um plano de fogo não exime a EMPREITEIRA de suas responsabilidades.



Sempre que, de acordo com a indicação do desenho ou por determinação da FISCALIZAÇÃO, for necessário preservar a estabilidade e resistência inerentes aos parâmetros de taludes escavados em rocha, estes deverão ser conformados, utilizando-se: pré fissuramento (detonação controlada do perímetro, realizada antes da escavação), fogo cuidadoso - "cushion blatin" (escavação controlada a fogo, de perímetro, realizada simultaneamente com a escavação) ou perfuração em linha. O diâmetro dos furos e a técnica de detonação a ser utilizada ficarão subordinados à aprovação da FISCALIZAÇÃO.

O escoramento, no decorrer dos trabalhos de desmonte a fogo, deverá ser permanentemente inspecionado pela EMPREITEIRA e reparado logo após a ocorrência de qualquer dano.

A autorização do órgão competente para transporte e uso dos explosivos deverá ser encaminhada à FISCALIZAÇÃO, antes do início das detonações.

B - Desmonte a Frio:

Quando, pela proximidade de prédios e seus complementos, logradouros, serviços de utilidade pública ou por circunstâncias outras, a critério da FISCALIZAÇÃO, for inconveniente ou desaconselhável o emprego de explosivos para o desmonte a fogo, a escavação será feita a frio, empregando-se o processo mecânico (rompedor) ou pneumático (cunha metálica)

3.1.3. Exploração de Jazidas

No caso de haver necessidade de exploração de jazidas de solo, para aterro ou de jazidas de rocha, para enrocamentos, deverão ser observadas as prescrições que se seguem.

A - Escavação de Jazidas de Solo

A exploração de áreas de empréstimos deverá ser precedida de projeto completo, incluindo estradas de serviço e frentes de escavação. Os taludes das frentes de escavação deverão ter inclinação adequada para manterem-se estáveis, bem como as alturas das bancadas deverão obedecer a limite seguro.

Toda a superfície de escavação deverá ser a mais regular possível e ser provida de inclinações suficientes para se assegurar o escoamento de águas pluviais ou surgentes.

O plano de exploração deverá ser submetido à aprovação da FISCALIZAÇÃO.

B - Escavação de Jazidas de Rocha

Para a obtenção de material rochoso, a EMPREITEIRA, a seu critério, poderá utilizar materiais de pedreiras comerciais.

Caso a EMPREITEIRA venha a adquirir ou explorar jazida em operação própria, deverá seguir estritamente as normas e regulamentações do Ministério do Exército e demais requisitos de escavação a fogo, ficando sob sua inteira responsabilidade as necessárias providências administrativas cabíveis.

A EMPREITEIRA arcará com a responsabilidade civil por danos causados a terceiros, em decorrência dessa exploração.



O projeto de exploração, incluindo investigações e prospecções geotécnicas, planos de fogo, sistemas de estocagem e transporte dos materiais, também estará sob o encargo da EMPREITEIRA.

C - Recomposição das Áreas Exploradas para Empréstimo

Após terminado o trabalho e a menos que ordenado de outra forma pela FISCALIZAÇÃO, todas as áreas de trabalho e as áreas de empréstimo usadas pela EMPREITEIRA, devem ser aplainadas e regularizadas, de maneira a seguir a aparência natural da paisagem, de acordo com o disposto em projeto ou recomendado pela CONTRATANTE. As áreas onde haja ocorrido destruição, mutilação, danos ou desfigurações, como resultados das operações da EMPREITEIRA, devem ser reintegradas à paisagem local, sendo reparadas, replantadas e semeadas ou por qualquer outra forma corrigidas.

Deverão ser executados os serviços finais e permanentes de tratamento superficial, com plantio de vegetação rasteira e outros de porte e espécie variados, seguindo a tipificação local, a serem fornecidos pela EMPREITEIRA. Deverão também ser seguidas curvas de nível, para o plantio da vegetação de porte e para valetamento de controle de erosão.

3.2. Valas e Tubulações

3.2.1. Locação e Nivelamento

Para a instalação da tubulação, a partir da poligonal correspondente ao seu eixo, serão marcados os dois bordos das valas a serem abertas. As cotas dos fundos das valas deverão ser verificadas, de 20 em 20 metros, antes do assentamento da tubulação, para que sejam obedecidas as cotas de projeto.

As cotas da geratriz superior da tubulação deverão ser verificadas logo após o assentamento e, também, antes do reaterro das valas, para eventual correção de nivelamento.

3.2.2. Proteções

A - Trânsito

- Faixas de Segurança

Deverão ser providenciadas faixas de segurança para o livre trânsito de pedestres, especialmente junto a escolas, hospitais e outros pólos de concentração, em perfeitas condições de segurança, durante o dia e a noite.

- Passagens Temporárias

Deverão ser construídas passagens temporárias, nos cruzamentos de ruas e pontes de acesso para veículos, defronte a estacionamentos e garagens. Nas saídas e entradas de veículos em áreas de empréstimo, bota-fora ou frentes de serviços, deverá ser providenciada sinalização adequada, diuturna, especialmente nos casos de eventuais inversões de tráfego.

- Fechamento de Vias e Acessos



As vias de acesso fechadas ao trânsito deverão ser protegidas com barreiras e com a devida sinalização e indicação de desvio, devendo, durante a noite, serem iluminadas e, em casos especiais, deverão ser postados vigias ou sinaleiros, devidamente equipados.

Nos cruzamentos ou em outros locais onde não for possível utilizar desvios, o serviço deverá ser efetuado por etapas, de modo a não bloquear o trânsito.

Os serviços deverão ser executados sem interrupção, até a liberação da área, podendo ser programados para fins de semana ou para os horários de menor movimento.

B - Sinalização

A sinalização deverá obedecer às posturas municipais e exigências de outros órgãos públicos locais ou concessionárias de serviços. Neste caso, independente do que for exigido, a CONTRATANTE determinará, no mínimo, a sinalização preventiva, com cavaletes e placas de barragem, cones de borracha e iluminação ao longo da vala, quando esta se situar na zona urbana.

Serão providenciados, previamente, os passadiços e desvios necessários, que devem ser executados devidamente sinalizados e iluminados, conforme as exigências das autoridades competentes ou entidades concessionárias dos serviços de transporte.

C - Tapumes

As pranchas deverão ser colocadas em seqüência, em número suficiente para fechar completamente o local. Junto às intersecções, o tapume deverá ter altura máxima de 1,00 m, até 3,00 m do alinhamento da construção da via transversal, para permitir visibilidade aos veículos. Além disto, deverão contar com dispositivos luminosos de luz fixa.

D - Grades Portáteis

As grades portáteis deverão ser utilizadas nas obras rápidas e pequenas, ou seja, quando de serviços em poços de visita, no leito carroçável ou nas calçadas. Para tanto, as grades devem ser portáteis e dobráveis, a fim de cercar o local em obras, com flexibilidade.

Deverá ser procedida manutenção permanente, seja da estrutura, seja da pintura das grades, devendo ser reparadas ou substituídas quando apresentarem deterioração. As grades deverão ser colocadas em volta da área de trabalho, de modo a proteger os trabalhadores, pedestres e motoristas.

No caso de serviços no leito carroçável, deverão ser fixadas bandeirinhas na grade. Além disso, o local deverá ser devidamente sinalizado, com cones ou balizadores.

Para serviços noturnos, deve-se utilizar dispositivo luminoso de luz intermitente ou fixa, dependendo da periculosidade do local, bem como da duração dos trabalhos e facilidade de implantação dos mesmos dispositivos.



3.2.3. Escavação de Valas

Ao iniciar a escavação, a EMPREITEIRA deverá ter feito a pesquisa de interferências, para que não sejam danificados quaisquer tubos, caixas, cabos, postes ou outros elementos ou estruturas existentes, que estejam na área da escavação ou próxima dela.

Se a escavação interferir com galerias ou tubulações, a EMPREITEIRA executará o escoramento e a sustentação destas interferências. Em princípio, toda escavação deverá ser executada por processo mecânico, exceto nos seguintes casos, onde a escavação deverá ser manual:

- proximidades das interferências cadastradas ou detectadas;
- regularização de fundo de vala;
- cachimbos para execução de soldas;
- outros locais a critério da FISCALIZAÇÃO.

A EMPREITEIRA deverá manter livres as grelhas, tampões e bocas de lobo das redes dos serviços públicos, junto às valas, não devendo aqueles componentes serem danificados ou entupidos.

A - Regularização do Fundo da Vala

Quando a escavação em terreno de boa qualidade tiver atingido a cota indicada no projeto, será feita a regularização e a limpeza do fundo da vala. Caso ocorra a presença de água, a escavação deverá ser ampliada, para conter o lastro de brita.

Essas operações só poderão ser executadas com a vala seca ou com a água do lençol freático totalmente deslocada para drenos laterais, construídos em uma faixa de 40 cm de largura, junto ao escoramento.

B - Greide Final de Escavação

Quando o greide final da escavação estiver situado dentro de terreno cuja pressão admissível não for suficiente para servir como fundação direta, a escavação deve continuar, até a profundidade apta a comportar colchão de pedra britada nº 03, ou outro material granular, devidamente compactado em camadas de 20 cm de espessura, até a profundidade a ser indicada pela FISCALIZAÇÃO.

Neste caso, deverá ser evitada a transição brusca (em escada) do fundo da vala. Para tanto, uma vez estabelecidos os perfis de super-escavação, estes serão ajustados, com transições suaves. Estas transições serão escavadas nos trechos de menor super-escavação, com subida do fundo da vala numa rampa de, no máximo, 1:2,5.

Eventualmente, dependendo da espessura do colchão e a critério da FISCALIZAÇÃO, o enchimento da super-escavação poderá ser feito com areia compactada.



Se na cota e dentro da área de assentamento da estrutura, for encontrado, em parte ou toda sua extensão, terreno de rigidez variável, a fim de serem evitados recalques diferenciais, a escavação prosseguirá até a cota de assentamento da camada de concreto magro e será criada uma junta elástica na região de transição, local esse indicado pela FISCALIZAÇÃO, após análise das camadas do solo. Os mesmos cuidados serão adotados, quando, no greide final de escavação, existirem matacões rasantes ou emergentes.

C - Material Proveniente da Escavação

Quando o material escavado for, a critério da FISCALIZAÇÃO, apropriado para utilização no aterro, será, em princípio, depositado ao lado ou perto da vala, aguardando o reaproveitamento. Em qualquer caso, o material deverá ser depositado fora das bordas da vala, à distância equivalente a 60% da profundidade da vala. No caso dos materiais aproveitáveis serem de natureza diversa, deverão ser distribuídos em montes separados.

D - Excesso de Escavação

Qualquer excesso de escavação, por desmoronamento de material, ruptura hidráulica de fundo de cava, deficiência de escoramento ou ficha inadequada, será de responsabilidade da EMPREITEIRA.

3.2.4. Aterro de Valas

O aterro das valas será processado após a realização dos testes de estanqueidade e até o restabelecimento dos níveis anteriores das superfícies originais. Deverá ser executado de modo a oferecer condições de segurança às estruturas e tubulações e bom acabamento da superfície.

Só poderá ser iniciado o aterro, junto às estruturas, após decorrido o prazo necessário ao desenvolvimento da resistência do concreto estrutural e após a aprovação da estrutura no teste de estanqueidade. O aterro deverá, também, ser desenvolvido em paralelo com a remoção dos escoramentos.

A rotina de trabalho de compactação será fixada por instrução de campo, emitida oportunamente pela FISCALIZAÇÃO. No caso do material proveniente da escavação não se prestar para execução do aterro, deverá ser utilizado material adequado, importado do empréstimo.

Após a execução do aterro, todo o material proveniente da escavação, que não houver sido utilizado, deverá ser removido ao bota-fora. De qualquer forma, os serviços de aterro só poderão ser iniciados após autorização e de acordo com indicações da FISCALIZAÇÃO.

A - Valas sob o Passeio - Tubulações

O espaço compreendido entre a base de assentamento e a cota definida pela geratriz superior, acrescida de 20 cm, deverá ser preenchida com aterro isento de pedras e corpos estranhos, adensados com soquetes manuais, em camadas não superiores a 20 cm.

O restante do aterro deverá ser executado de maneira que resulte densidade aproximadamente igual à do solo que se apresente nas paredes das valas, utilizando-se, de preferência, o mesmo tipo de solo isento de corpos estranhos.



B - Valas sob o Leito Carroçável - Tubulações

Para tubulações assentadas sob o leito carroçável, o espaço compreendido entre a base de assentamento e a cota definida pela geratriz externa superior, acrescida de 20 cm, deve ser preenchido com aterro isento de pedras e corpos estranhos, adensado com soquetes manuais, em camadas não superiores a 20 cm e, para o restante do aterro, deverá ser feita compactação mecânica, a 95% do Proctor Normal.

A compactação mecânica a 95% do Proctor Normal (Método Brasileiro NBR-7182), deverá ser executada com equipamentos apropriados, devendo sua execução ser autorizada pela FISCALIZAÇÃO, que providenciará ensaios de laboratório para determinação do grau de compactação e desvio de umidade.

C - Estruturas de Concreto

Só poderá ser iniciado o aterro, junto às estruturas de concreto, após decorrido o prazo necessário ao desenvolvimento da resistência do concreto estrutural. O aterro deverá ser executado com o solo isento de pedras, madeira, detritos ou outros materiais que possam danificar as instalações, equipamentos ou qualquer outro elemento no interior da vala.

O material de aterro será proveniente da própria escavação ou importado, a critério da FISCALIZAÇÃO. Dois tipos de reaterros devem ser distinguidos: o primeiro, refere-se aos reaterros normais, ao lado das estruturas construídas; o segundo, refere-se aos reaterros de locais que servirão de apoio de estruturas, a serem construídas após a execução do reaterro.

D - Reaterros Normais:

Para este caso, os materiais dos reaterros poderão ser os materiais ocorrentes no local, provenientes das escavações e compactados devidamente, com equipamentos normais ou mecânicos, em camadas com um máximo de 30 cm de espessura. A umidade de compactação não deverá ultrapassar os 2,5%, tanto do lado seco, como do lado úmido. O grau de compactação mínimo será de 90%.

E - Reaterros Abaixo das Estruturas:

Neste caso, tanto os materiais, como o grau de compactação, deverão ser mais rigorosos que no caso anterior. Os materiais deverão ser selecionados e, quando compactados na energia normal, deverão apresentar um CBR $\geq 10\%$. O grau de compactação mínimo a ser observado é de 95% e deverão ser compactados com espessura de 15 cm. O desvio de umidade em relação à ótima de compactação, referido no método NBR-7182, da ABNT, deverá ser 1,5%.

F - Valas Sob Pavimentação

Nas ruas onde foi feito o levantamento da pavimentação em asfalto ou paralelepípedos, o preenchimento das valas será efetuado com apiloamento, em camadas nunca inferiores a 30 cm, até um metro abaixo da superfície inferior do pavimento. O restante, até completar o aterro da vala, será compactado com equipamento adequado, devendo ser atingido um grau de compactação igual a, no mínimo, 95% do Proctor Simples.



O material de aterro será proveniente da própria escavação ou importado, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Nas ruas onde foi feita a reposição da pavimentação, deverão ser efetuados ensaios, por firma especializada, sem ônus para a CONTRATANTE, distanciados no máximo 100 metros um do outro, de sorte a confirmar a compactação do aterro da vala e as espessuras e resistências das camadas de pavimentação.

Caso o resultado dos ensaios venha a apresentar valores inferiores aos especificados, os serviços deverão ser refeitos, sem ônus para a CONTRATANTE, devendo, da mesma forma, serem feitos os serviços de reposição de pavimentação, seja de paralelepípedo ou asfalto, tantas vezes quantas forem necessárias.

G - Controles e Ensaio

Os controles e ensaios de compactação serão feitos baseando-se nos critérios estabelecidos pelos métodos NBR-7182 e NBR-6508, da ABNT e conforme determinações da FISCALIZAÇÃO. Métodos expeditos poderão ser usados para o controle de umidade no campo, permitindo o avanço da obra.

A aceitação desses métodos ficará na dependência da confirmação por laboratório, sendo o serviço recusado, no caso em que se verifiquem discrepâncias maiores do que 2%.

3.3. Carga, Transporte e Descarga - Geral

A escolha do equipamento para carregamento, transporte e descarga dos materiais escavados, em bota-fora ou em outra área indicada pela FISCALIZAÇÃO, ficará a critério da EMPREITEIRA e terá sido definido no Plano de Escavação.

Durante a execução dos serviços, poderá a FISCALIZAÇÃO exigir a remoção e a substituição de qualquer equipamento que não corresponda aos valores de produção indicado no Plano de Escavação ou seja, por qualquer motivo, insatisfatório.

Os materiais obtidos das escavações serão empregados, sempre mediante a autorização da FISCALIZAÇÃO, para os seguintes fins, conforme sua classificação:

- solo vegetal superficial deverá ser removido para depósito previamente aprovado, para uso futuro no plantio de grama, na proteções de taludes em solo e na recuperação paisagística;
- solo comum, de característica predominantemente silte-arenoso marrom arroxado, constituir-se-á no material principal para a execução do aterro em solo, quer submerso como compactado;
- rocha, oriunda da escavação a fogo, poderá ser empregada na execução da proteção com empedrados (enrocamento e gabiões), função exclusiva da qualidade do material e de seu custo. Caso se observe o seu não aproveitamento, deverá ser lançado em bota-fora, a ser definido pela FISCALIZAÇÃO;



- areia, oriunda de antigos leitos de rios, limpa e com características exigidas para seu emprego, na envoltória da tubulação.

Na medida do possível, será sempre programado o uso do material resultante das escavações, imediatamente após sua remoção. Caso isto não seja possível, deverá a EMPREITEIRA preparar um local para estocá-los, conforme indicações da FISCALIZAÇÃO.

As pilhas de estoque deverão ser localizadas de maneira que necessitem um mínimo de transporte para os lugares onde os materiais serão aproveitados, sem interferir, porém, com o andamento da obra. O equipamento de transporte, os caminhos e distâncias de transporte e a forma de carregamento, devem ser estudados pela EMPREITEIRA e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

A acumulação nos estoques será feita por métodos que evitem a segregação de materiais ou na sua contaminação, a critério da FISCALIZAÇÃO. Somente quando aprovado pela FISCALIZAÇÃO, materiais escavados em áreas diferentes, que tenham características idênticas, a seu critério, poderão ser estocados na mesma pilha.

Na conclusão dos trabalhos, se ainda sobrar material nos estoques, a critério da FISCALIZAÇÃO, estes depósitos serão tratados como bota-fora, ou então as sobras serão levadas pela EMPREITEIRA para os bota-fora já existentes.

Os materiais resultantes das escavações, inadequados para uso nas obras, a critério da FISCALIZAÇÃO, serão depositados em bota-fora.



A EMPREITEIRA deverá apresentar, com a devida antecedência, para aprovação da FISCALIZAÇÃO, um plano delimitando as áreas, definindo os caminhos e distâncias de transporte, fixando taludes e volumes a serem depositados. Essas áreas serão escolhidas de maneira a não interferir com a construção e operação da obra e nem prejudicar sua aparência estética, se adaptando a forma e altura dos depósitos, tanto quanto possível, ao terreno adjacente.

A EMPREITEIRA tomará todas as precauções necessárias para que o material em bota-fora não venha a causar danos às áreas e às obras circunvizinhas, por deslizamentos, erosão etc. Para tanto, deverá a EMPREITEIRA manter as áreas convenientemente drenadas, a qualquer tempo, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Na conclusão dos trabalhos, as superfícies deverão apresentar bom aspecto, estar limpas, convenientemente drenadas e em boa ordem.

3.4. Compactação Mecanizada de Áreas

É um processo de adensamento de solos, através do índice de vazios, para melhorar seu comportamento relativo a capacidade de suporte, variação volumétrica e impermeabilidade.

A seqüência normal dos serviços deverá atender aos itens abaixo:

- Lançamento e espalhamento do material, procurando-se obter, aproximadamente, a espessura especificada para o tipo de equipamento;
- Regularização da camada, de modo que a sua espessura seja 20% a 25% maior do que a altura final da camada, após a compactação;
- Homogeneização da camada, pela remoção ou fragmentação de torrões secos, material conglomerado, blocos ou matacões de rocha alteradas, etc;
- Determinação expedita da umidade do solo, para definir a necessidade ou não de aeração ou umedecimento do solo;
- Compactação ou rolagem, utilizando-se equipamento adequado, com o mínimo de passadas, suficientes para se atingir, em toda a camada, o grau de compactação desejado.

Os materiais normalmente empregados serão os do próprio terreno, sendo que no caso de substituição ou adição de materiais, estes serão provenientes de jazidas previamente aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

As obras de porte, a critério da FISCALIZAÇÃO, deverão, necessariamente, ter o acompanhamento de controle tecnológico feito por empresa especializada.

3.5. Controle de Compactação

Os controles e ensaios de compactação serão feitos baseando-se nos critérios estabelecidos pelo método NBR-7122 e conforme determinação da FISCALIZAÇÃO.



Métodos expeditos poderão ser usados para o controle de umidade no campo, permitindo o avanço da obra. A aceitação destes métodos ficará sujeita a confirmação por laboratório.

4. ESCORAMENTO E OBRAS DE CONTENÇÃO

4.1. Escoramento de Valas

Toda vez que a escavação, em virtude da natureza do terreno, puder provocar desmoronamento, a EMPREITEIRA deverá providenciar o escoramento adequado. Será obrigatório o escoramento para valas de profundidade superior a 1,50 m (Portaria nº 46, do Ministério do Trabalho, de 09/02/1962).

Os tipo de escoramento a serem utilizados serão determinados pela FISCALIZAÇÃO.

4.1.1. Pontaleteamento

A superfície lateral da vala será contida por tábuas de peroba, de 0,027 x 0,16 m, espaçadas de 1,35 m, travadas horizontalmente com estroncas de eucalipto, de 0,20 m de diâmetro.

4.1.2. Escoramento Descontínuo

A superfície lateral da vala será contida por tábuas de peroba, de 0,027 x 0,16 m, espaçadas de 0,16 m, travadas horizontalmente por longarinas de peroba, de 0,06 x 0,16 m, em toda a sua extensão e estroncas de eucalipto, de diâmetro 0,20 m, cada 1,35 m, a menos das extremidades das longarinas, das quais as estroncas estarão a 0,40 m.

4.1.3. Escoramento Contínuo

A superfície lateral da vala será contida por tábuas de peroba, de 0,027 x 0,16 m, encostadas umas às outras, travadas horizontalmente por longarinas de peroba, de 0,06 x 0,16 m, em toda a sua extensão e estroncas de eucalipto, de diâmetro 0,20 m, espaçadas de 1,35 m, a menos das extremidades das longarinas, das quais as estroncas estarão a 0,40 m.

4.1.4. Escoramento Especial

A superfície lateral da vala será contida por pranchas de peroba, de 0,05 x 0,16 m, do tipo macho e fêmea, travadas horizontalmente por longarinas de peroba, de 0,08 x 0,18 m, em toda a sua extensão e estroncas de eucalipto, de diâmetro 0,20 m, espaçadas de 1,35 m, a menos das extremidades das longarinas, das quais as estroncas estarão a 0,40 m.

4.1.5. Escoramento Metálico-Madeira

Este tipo de escoramento é idêntico ao anterior, apenas substituindo-se as pranchas de peroba por perfis metálicos.

Na cravação dos perfis, não sendo encontrados matacões, rocha ou qualquer outro elemento impenetrável, a ficha será a do projeto. Havendo obstáculo e o perfil cravado não tendo ficha suficiente, é obrigatório o uso de estronca adicional, cuja cota deverá estar marcada no topo do



perfil, antes de ser iniciada a escavação. Se o solo apresentar camadas moles e rígidas, alternadamente, a montagem do escoramento poderá ser feita através de estroncas provisórias, para possibilitar a escarificação do material por equipamento interno à vala (tratores esteiras). A extensão de vala escorada com estroncas provisórias, não deverá ter mais que 40 m. A remoção das estroncas provisórias será feita imediatamente após a colocação das estroncas definitivas. Os trabalhos de substituição deverão ser contínuos.

O empranchamento deverá acompanhar a escavação, não podendo haver vãos sem pranchas entre os perfis, com altura superior a 0,50 m, em terreno mole e 1,00 m, em terreno rígido. O empranchamento deverá ser feito na mesma jornada de trabalho da escavação.

4.1.6. Cuidados Especiais

Todo cuidado deve ser tomado na colocação das estroncas, para que elas fiquem perpendiculares aos planos do escoramento. Para se evitar sobrecarga no escoramento, o material escavado será colocado a uma distância da vala, equivalente, no mínimo, à sua profundidade.

Para se evitar a percolação de água pluvial para dentro da vala, a EMPREITEIRA deverá:

- No aparecimento de trincas laterais à vala, providenciar as vedações das mesmas e a impermeabilização da área com asfalto.
- Vistoria junto às sarjetas para verificar se não está ocorrendo penetração de água. Em caso positivo, vedar com asfalto. Sempre que forem encontrados distribuidores de água no eixo da vala, estes deverão ser escorados com pontaltes junto às bolsas, no máximo de dois em dois metros, antes do aterro da vala.
- Vala de Prospecção

Após locada a tubulação, deverá ser aberta uma vala de prospecção, no alinhamento dos dois planos de escoramento (constituídos pelos pranchões), com 0,40 m de largura e 1,50 m de profundidade, com a finalidade de prospectar e confirmar as interferências locadas no projeto e as eventuais alterações havidas.

A vala de prospecção deverá facear a vala de escavação da tubulação e estar embutida nesta sem aumentar suas dimensões de projeto.

4.1.7. Alterações no Projeto

A CONTRATANTE se reserva o direito de proceder a alteração no projeto dos sistemas de escoramento, caso haja conveniência de ordem técnico-econômica.

4.1.8. Retirada do Escoramento

O plano de retirada das peças deverá ser objeto de programa previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO. A remoção da cortina de madeira deverá ser executada à medida que avance o aterro e a compactação, com a retirada progressiva das cunhas.



Atingido o nível inferior da última camada de estroncas, serão afrouxadas e removidas as peças de contraventamento (estroncas e longarinas), bem como os elementos auxiliares de fixação, tais como cunhas, consolos e travamentos; da mesma forma e sucessivamente, serão retiradas as demais camadas de contraventamento.

As estacas e elementos verticais de escoramento serão removidos com a utilização de dispositivos hidráulicos ou mecânicos, com ou sem vibração e retirados com o auxílio de guindastes, logo que o aterro atinja um nível suficiente, segundo estabelecido no plano de retirada. Os furos deixados no terreno, pela retirada de montantes, pontaletes ou estacas, deverão ser preenchidos com areia e compactados por vibração ou por percolação de água.

5. ESGOTAMENTO E DRENAGEM

5.1. Esgotamento e Drenagem - Geral

Sempre que se fizer necessário, deverá se proceder ao esgotamento de águas, a fim de permitir a execução dos trabalhos.

5.1.1. Esgotamento com Bombas

A EMPREITEIRA deverá dispor de equipamento suficiente para que o sistema de esgotamento permita a realização dos trabalhos a seco. As instalações de bombeamento deverão ser dimensionadas com suficiente margem de segurança e deverão ser previstos equipamentos de reserva, incluindo grupo motobomba diesel, para eventuais interrupções de fornecimento de energia elétrica.

A EMPREITEIRA deverá prever e evitar irregularidades das operações de esgotamento, controlando e inspecionando o equipamento continuamente. Eventuais anomalias deverão ser eliminadas imediatamente. A água retirada deverá ser encaminhada para local adequado, a fim de evitar a erosão das áreas vizinhas ao local de trabalho.

5.1.2. Rebaixamento do Lençol Freático

Nos locais em que se fizer necessário e, após a aprovação da FISCALIZAÇÃO, serão instalados sistemas de rebaixamento do lençol freático.

Todas as escavações deverão ser mantidas secas, através de sistema adequado de rebaixamento do lençol freático.

No caso de aplicação de rebaixamento do lençol freático por sistema de ponteiros a vácuo, a escavação abaixo do nível original do lençol só poderá ser executada após a comprovação do perfeito funcionamento e rendimento do sistema, através de indicadores de nível.

5.2. Esgotamento e Drenagem - Valas

Nas valas inundadas pelas enxurradas, findas as chuvas e esgotadas as valas, os tubos já assentados deverão ser limpos internamente e, aqueles cujas extremidades estiverem fechadas, serão convenientemente lastreados, de maneira que não flutuem quando inundadas as valas.



A proteção das valas contra a inundação das águas superficiais, se fará mediante a construção de muretas longitudinais nas bordas das escavações. O esgotamento da vala será feito por bombas superficiais ou por sistema de rebaixamento do lençol freático, tipo ponteiros a vácuo, a critério da FISCALIZAÇÃO.

A água retirada deverá ser conduzida para as galerias coletoras de água pluvial ou córregos próximos.

5.2.1. Bombas de Superfície

Nos casos em que a escavação for executada em argilas plásticas impermeáveis consistentes, poderá ser usado o sistema de bombeamento direto, desde que o nível estático da água não exceda em mais de 1,00 m o fundo da escavação.

Serão feitos drenos laterais, no fundo da vala, junto ao escoramento, fora da área de assentamento da tubulação, para que a água seja coletada pelas bombas em pontos adequados. Os crivos das bombas deverão ser colocados em pequenos poços internos a esses drenos e recobertos de brita, a fim de se evitar a erosão e o entupimento dos mesmos.

5.2.2. Rebaixamento do Lençol Freático

Se o nível estático de água situar-se a um cota superior em mais de 1,00 m ao fundo da escavação, será feito o rebaixamento parcial do nível da água, até cerca de 1,00 m acima do fundo da escavação, mantendo-se a vala seca também com o auxílio do bombeamento direto.

Nos casos em que a escavação for executada em solos arenosos ou siltosos, ou onde tais solos constituam o fundo da vala, somente será permitido o uso de rebaixamento do nível da água através de ponteiros ou poços filtrantes, com eventual uso de vácuo.

A adoção do sistema de rebaixamento do lençol freático, com instalação montada dentro da vala, somente será permitida se este não interferir com os trabalhos de montagem das tubulações, nem prejudicar os serviços de reenchimento da vala. Este sistema de rebaixamento deve ser executado de maneira a poder funcionar com total eficiência, até após a montagem dos tubos e reenchimento da vala acima da cota prevista.

As instalações de bombeamento para o rebaixamento do lençol, uma vez instaladas, funcionarão sem interrupção (24 horas por dia), até o término do serviço no respectivo trecho. Não será permitida a interrupção do funcionamento dos sistemas, sob nenhum motivo, nem nos períodos noturno ou feriado, mesmo que nos respectivos intervalos de tempo nenhum outro serviço seja executado na obra.

Para evitar o deslocamento dos tubos pela ação das águas subterrâneas, as instalações de rebaixamento de nível somente poderão ser desligadas após o aterro das valas atingir, no mínimo, o nível correspondente a sete décimos do diâmetro dos tubos, acima da geratriz superior.

Nos trechos onde a vala estiver sendo mantida seca através do bombeamento ou rebaixamento do lençol freático, após atendidas as condições acima, as operações de bombeamento cessarão gradativamente, de maneira que o nível piezométrico seja sempre mantido, pelo menos, meio metro abaixo da cota superior atingida pelo aterro.



A instalação da rede elétrica alimentadora, pontos de força, consumo de energia ou combustível, manutenção, operação e guarda dos equipamentos, será de responsabilidade da EMPREITEIRA.

5.3. Poços de Bombeamento por Injetoras

5.3.1. Perfuração

- Reconhecimento do Subsolo

Nos projetos em que foi previsto definir, na obra, a posição dos filtros, deverá ser executada previamente uma sondagem de reconhecimento do subsolo, antes de iniciar a perfuração.

- Poço de Prospecção - Escavação Manual

Em todos os locais selecionados para a execução de poços de bombeamento para o rebaixamento de nível d'água, deverá ser executada, antes da perfuração dos mesmos, uma escavação manual, com o objetivo de evitar possíveis interferências com redes de utilidade pública. Essa escavação deverá possuir, no mínimo, diâmetro de 80cm. e uma profundidade de 3,00m. Esta escavação poderá ser dispensada, nos casos em que estas utilidades já estiverem locadas "in situ" e/ou remanejadas. A locação dos poços deverá ser marcada na superfície, conforme projeto e qualquer deslocamento deverá ser autorizado pela FISCALIZAÇÃO.

A escavação de poços de prospecção que forem interrompidas por obstáculos intransponíveis, suspensas pela FISCALIZAÇÃO ou não utilizados por quaisquer motivos, deverão ser preenchidas por argila e compactadas manualmente.

O fechamento da superfície deverá ser de concreto, até a execução da reurbanização geral, quando deverá ser reconstituído o pavimento original ou o projetado.

- Revestimento Superficial

Antes do início de cada perfuração, deverá ser cravado ou instalado um tubo de revestimento na superfície, com o mínimo de 3 (três) metros de comprimento, a fim de evitar o desmoronamento das camadas superficiais, descalçar redes de utilidade pública ou as fundações dos edifícios próximos. Este tubo deverá manter-se firme, aterrando-se em volta com material impermeável e evitando-se infiltrações d'água durante a perfuração.

Os diâmetros destes tubos deverão ser compatíveis com os equipamentos e os diâmetros das perfurações previstos em projeto.

- Métodos de Perfuração

Os principais métodos de perfuração a serem utilizados são:

- rotativa com circulação direta, para diâmetros até 30cm.;
- rotativa com circulação reversa, para os demais diâmetros.



O emprego de qualquer outro método de perfuração somente poderá ser utilizado em casos extraordinários e dependerá de aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO.

Os diâmetros das perfurações deverão ser os que constam nos projetos e só poderão ser modificados mediante autorização da FISCALIZAÇÃO.

Nas perfurações rotativas executadas próximas a edifícios, ou a valas profundas já abertas, deverá ser instalado um tubo de revestimento, até pelo menos 0,5m. abaixo do primeiro nível d'água, a fim de evitar possível perda d'água nas perfurações das camadas mais superficiais do solo. Esse revestimento deverá ser aprofundado sempre que necessário, também, para impedir o colapso das paredes do poço. Durante a perfuração, o nível d'água dentro do tubo de revestimento deverá ser mantido constante e no nível necessário para manter o estado de equilíbrio das paredes do poço perfurado, mesmo que seja acima da superfície do terreno.

Para a contenção das paredes do poço em solos colapsíveis, só será permitida a utilização de aditivos especiais para a formação de lama, que sejam auto destrutíveis (tipo Revert, da Johnson ou similar) ou quando misturadas com argila ou bentonita, desde que haja um controle rígido, segundo as técnicas usuais para preparo e aplicação de lamas em perfurações, velocidades de perfurações e das condições geológicas locais. Neste caso, a empreiteira deverá apresentar as características dos materiais e as especificações de controle e dosagem, para aprovação da FISCALIZAÇÃO.

De qualquer maneira, não será permitida a utilização de lama de bentonita pura e sem controle nos processos de perfuração.

Em qualquer tipo de perfuração, dever ser garantido que o material escavado e a água de lavagem sejam adequadamente removidos, de modo a não causarem inconvenientes nas áreas de perfuração, tais como sujeiras, formação de lama, acúmulo de material escavado, etc., sob pena de sanções previstas por leis municipais e pelo Contrato.

Após atingida a profundidade de perfuração indicada, deverá ser executada a limpeza do furo, com a circulação ininterrupta da água limpa, até se eliminar o máximo de partículas de solo em suspensão na água de perfuração.

Mesmo durante a retirada de toda a composição de perfuração, a circulação d'água no furo deverá ser mantida, assim como durante toda a fase seguinte, que é de instalação do poço.

Nos casos em que o sistema de perfuração e as condições dos solos exijam perfurações mais profundas que as do projeto, será permitido perfurar a mais, até 10% , em solos arenosos, e até 5%, em argilas e siltes arenosos, desde que comprovada a necessidade e autorizada pela FISCALIZAÇÃO.

Os poços perfurados e não concluídos por obstáculos intransponíveis ou suspensos pela FISCALIZAÇÃO deverão ser preenchidos com solo-cimento, até a superfície e fechados com concreto, com o mesmo critério dos poços de prospecção não utilizados.

5.3.2. Instalação dos Poços

- Instalação de Tubos Lisos e Perfurados



Nas perfurações deverão ser instalados tubos lisos, não perfurados, ligados a tubo-filtro, perfurados do tipo NOLD (DIN-4922), ambos com diâmetros e espessuras de projeto. Os tubos-filtro deverão ter aberturas laterais de 5x22mm de dimensão máxima, protegidas por ressaltos, com aberturas de 1,0 a 1,5mm., ou o estipulado em projeto. Os tubos-filtro deverão ser envolvidos com uma tela de fibras sintéticas flexíveis (tipo nylon), com malha de 0,60mm., enroladas em espiral, presas com fio de nylon resistente e sobre a qual deverão ser colocadas braçadeiras, com fitas de aço grampeadas a cada 0,50m., de forma a não danificar a tela. Dependendo do tipo de solo e da composição granulométrica do material filtrante, a tela é desnecessária. Neste caso, o material filtrante deve ser bem uniforme e as aberturas dos ressaltos dos tubos-filtro menor. Por exemplo: na utilização de materiais filtrantes com granulação de 1 a 3mm., a abertura dos ressaltos deverá ser de $\cong 0,75\text{mm.}$) A retirada da tela implica numa execução cuidadosa da construção do poço, a fim de evitar carreamento de materiais e movimentação do solo.

Outro tipo de tubo-filtro que poderá ser utilizado, principalmente em poços com aplicação de vácuo, é o de espiral contínua (tipo Johnson, Prominas ou similar) e cujas aberturas deverão ser as previstas em projeto.

Não é permitida a utilização de tubos perfurados com abertura sem proteção (ressaltos) e perfurados com maçarico ou por qualquer outro processo que prejudique a resistência do tubo e também a característica de filtro, além de prejudicar a drenagem da água para dentro do mesmo, mesmo que envolto com telas.

Para fins de transporte e estocagem, os tubos deverão ser pintados somente com uma proteção oleosa fina, a fim de impedir a corrosão. Fica, entretanto, vetada a utilização de impermeabilizantes de alta viscosidade, que possam obturar as aberturas dos tubos-filtro. Esta proteção oleosa deverá ser removida completamente, por solvente ou gasolina e jatos de ar comprimido, quando os tubos forem preparados para a instalação e antes da eventual colocação da tela.

Os comprimentos dos trechos de tubos lisos (não perfurados) e dos tubos filtrantes deverão ser estipulados nos projetos, ou no próprio local do poço, após a execução da sondagem de reconhecimento.

Na extremidade inferior do conjunto, deve existir um tubo liso e fechado na base, com 1,50m. de comprimento, destinado a receber a bomba submersa ou 0,80m., para injetores e permitir que as partículas finas de solo que penetram dentro dos tubos, mesmo após a limpeza, sofram um processo de decantação.

Os tubos-filtro a serem utilizados deverão ter os trechos perfurados com comprimento de 1,0, 1,5, 2,0 e 3,0m., a fim de poderem ser utilizados conforme comprimentos previstos em projeto, evitando-se cortes nas zonas perfuradas, soldas desnecessárias e aberturas irregulares ou perdas de resistência dos mesmos.

Para os casos extremos de cortes em tubos perfurados, deverão ser colocados internamente ao tubo, algumas barras ou um pequeno anel de reforço soldado, a fim de não haver perda de resistência no local.

Os tubos a serem colocados dentro da perfuração deverão ter suas peças ou trechos soldados com solda contínua, nos poços com aplicação de vácuo, a fim de obter uma vedação absoluta. A



soldagem deverá ser cuidadosa, a fim de não causar problemas de alinhamento e verticalidade dos tubos ou pontos de menor resistência. Todo conjunto de tubos deverá ser dotado de alças espaçadoras, colocadas na base dos tubos e a cada 4 ou 5 metros, nos poços gravitacionais, e também, logo acima dos tubos perfurados nos poços com vácuo, a fim de manter sua centralização na perfuração e a perfeita verticalidade. A fixação destas alças no tubo deverá ser de maneira que não prejudique a tela protetora, assim como as aberturas dos tubos-filtro. Para tanto, deverá ser colocado uma proteção de borracha entre a tela e o anel que prende a alça espaçadora do tubo.

Os conjuntos dos tubos devem ser montados previamente na superfície e todos os materiais e equipamentos devem estar disponíveis junto ao poço, antes de se iniciar a sua instalação.

A descida do conjunto de tubos deve ser cuidadosa e pelo seu próprio peso. Não poderá ser utilizado nenhum esforço adicional para colocá-los nas cotas definitivas. Caso haja problemas de fechamento do fundo do poço, será necessário executar uma nova limpeza para retirar o material decantado, ou quando autorizado pela FISCALIZAÇÃO, aumentar a profundidade da perfuração.

A cota base do conjunto de tubos deverá ser exatamente a estipulada no projeto, mesmo que as perfurações tenham prosseguido além do normal e os espaços vazios deverão ser preenchidos com material filtrante, ou selos de vedação, dependendo do tipo de solo encontrado no fundo da perfuração.

- **Material Filtrante Granular**

Após a colocação dos tubos no furo, o espaço anelar entre estes e a parede de perfuração deverá ser preenchido com material filtrante natural (areia e pedregulho), com curva granulométrica de acordo com a faixa granulométrica das camadas de solo existentes no local, e obedecendo aos "critérios de filtro" de Terzaghi.

Este material deverá ser colocado no furo através de um tubo de 3" sem luvas e com injeção d'água contínua, do fundo do poço para a superfície, obedecendo as cotas estipuladas em projeto.

Toda remessa de material granular a ser utilizado deverá ser previamente aprovada pela FISCALIZAÇÃO, através da apresentação da curva granulométrica e colocada na obra devidamente protegida e limpa. Este material, durante sua colocação nos poços, não deve entrar em contato com o solo da superfície, ou ser acumulado na boca do poço, sem isolamento com o solo. Não poderá ser utilizado como material filtrante o proveniente de britagem (pedrisco). No caso de poços com vários trechos de tubos-filtro, alternados com tubos lisos e aplicação de vácuo, será necessário executar selos de vedação com bentonita, nas cotas estipuladas nos projetos.

5.3.3. Instalação do Sistema de Bombeamento por Bombas Injetoras

- **Instalação do Conjunto de Bombas e Injetores**

Os conjuntos de bombas injetoras deverão ser instalados na superfície, a fim de garantir a vazão e a pressão exigidas pelos injetores ligadas aos mesmos. Seu dimensionamento deverá ser o estipulado em projeto e, uma vez determinada a potência de um determinado conjunto de bombas



e escolhida a divisão desta potência em tantas bombas quantas necessárias, deverá ser feita a previsão também de bombas reserva, na proporção de uma reserva para até três em funcionamento.

Fazem parte de cada conjunto de bombas, o tanque de realimentação e todos os dispositivos hidráulicos e elétricos para funcionamento imediato da bomba reserva.

No fundo de cada poço, no nível da junção do tubo perfurado com o topo do tubo liso da base, deverá ser instalado o injetor, devidamente calibrado, conforme as exigências de projeto.

Os tubos de pressão de injeção e o de retorno dentro dos poços, poderão ser de PVC ou galvanizado, nos diâmetros estipulados no Projeto Padrão ou os determinados no Projeto. Junto à superfície, deverão ser instaladas todas as conexões, registros de controle e tampões perfeitamente ajustados, que impeçam a entrada de sujeiras ou objetos dentro dos tubos. Para áreas de tráfego, deverão ser instaladas caixas de proteção, com tampões idênticos aos descritos no item 5.3.4. Nas áreas onde não houver tráfego, os tubos poderão ficar no nível da superfície e protegidos por pequenas caixas de madeira, com identificação dos poços.

- Instalação de Tubos de Pressão e de Retorno

Os dois tubos deverão ser instalados na superfície, ligando o conjunto de bombas aos poços e deverão ser dimensionados em função do número de poços acoplados a cada conjunto e em função das pressões e vazões necessárias ao perfeito funcionamento do sistema.

Todos os tubos deverão possuir pontos de conexões, para o acoplamento dos poços e ser providos de registros em pontos estratégicos, que possibilitem a montagem parcial e manutenção do sistema e todas as juntas devem ser absolutamente estanques.

Somente após a conclusão da instalação completa dos tubos de pressão e de retorno é que se inicia o acoplamento dos poços com injetores aos mesmos.

- Reservatório de Alimentação

É o reservatório onde circulará a água de injeção sob pressão e a de retorno, juntamente com a água retirada do solo.

O reservatório deverá ser provido de um separador interno, para que os sólidos decantem e não haja turbilhonamento da água vinda pelo tubo de retorno, garantindo o bom rendimento das bombas.

No interior do reservatório deve ser montado ainda um sistema de controle do nível d'água, de forma que, se houver qualquer perda de água no sistema instalado, o reservatório não se esgote além do nível pré determinado. Ao atingir este nível crítico, este sistema de controle deve desligar as bombas e fazer soar um alarme.

Para as medidas de vazão da água retirada do solo, o reservatório deverá ser provido de um vertedor ou hidrômetro, por onde deve escoar este excesso d'água e que, posteriormente, deve ser canalizada para galeria de águas pluviais.



Todo o sistema de acoplagem das bombas com o reservatório e tubos de pressão e retorno devem ser feitos com as condições necessárias a um mínimo de perdas de carga e providos de manômetros e registros.

5.3.4. Caixa de Proteção e Tampão de Ferro Fundido

Na parte superior, junto à superfície, quando os poços se localizarem à margem das escavações com tráfego de obra ou em áreas com trânsito de rua, deverá ser executada uma caixa de proteção, com tampa de ferro fundido resistente. Neste caso, a parte superior dos tubos dos poços deverá estar situada abaixo da superfície do terreno e dentro de uma câmara que permita a proteção do mesmo, sua posterior manutenção e, ao mesmo tempo, permitir o tráfego na área.

As caixas para proteção dos poços a serem instalados junto à superfície do terreno nas áreas de tráfego deverão ser de anéis de concreto pré fabricados.

Suas dimensões mínimas deverão ser de 1,00m. de altura e 80cm. de diâmetro. O conjunto deverá se apoiar sobre uma camada de 0,20m. de concreto magro. Para a instalação dessas caixas, será necessária a execução de uma escavação manual de tamanho conveniente. A posição da extremidade superior do conjunto de tubos no interior da caixa de proteção deverá ficar descentralizada, a fim de permitir a inclusão do registro, hidrômetros, torneira, todas as tubulações, I.N.A., fios e demais materiais necessários ao funcionamento e controle do poço.

Essas câmaras deverão ser cobertas com tampas de ferro fundido, com capacidade de carga até 8t. e, no nível da superfície, sem causar elevações ou depressões, principalmente em áreas de tráfego externo (de rua). As tampas de ferro poderão ser do tipo que a PMSP utiliza para poços de inspeção de galerias subterrâneas, devendo, entretanto, serem diferenciadas, aplicando-se uma cobertura de argamassa sobre os vãos e letras existentes na tampa, gravando sobre a mesma o respectivo número do poço, que consta nos projetos. Esta tampa deverá ser facilmente removível para a leituras do N.A. e manutenção do poço.

A fim de não prejudicar a manutenção das bombas e as leituras, não deverão ser estocados materiais ou estacionar veículos sobre as tampas.

Em áreas sem tráfego ou de escavação, os poços deverão ter caixa de proteção de madeira, colocando-se os tubos cerca de 20 cm acima da superfície ou o suficiente para a ligação aos tubos coletores, dispensando-se os anéis de concreto pré fabricados e os tampões de ferro fundido.

5.3.5. Operação dos Poços com Bombas Injetoras

Para o início de operação, será obedecida a seqüência abaixo:

- a) Encher completamente o reservatório de alimentação, com todos os registros abertos.
- b) Remover todo o ar do sistema, mantendo o reservatório sempre completamente cheio.
- c) Dar partida na bomba de pressão, tomando-se o cuidado de manter o reservatório sempre cheio.



Uma vez iniciado o bombeamento, faz-se a verificação de todo o sistema, a fim de se eliminar todo e qualquer vazamento.

Durante a operação, caso haja qualquer problema de rompimento em partes do sistema, a bomba deve ser desligada imediatamente, para não haver perda de água. Tão logo seja reparado o dano, reinicia-se o bombeamento, evitando-se evidentemente, que o nível rebaixado sofra ascensão, que venha prejudicar o andamento da obra.

5.3.6. Manutenção

Durante o rebaixamento do nível d'água, deve ficar assegurado o conserto imediato de qualquer avaria que porventura surja na parte elétrica, hidráulica, ou mecânica, mesmo quando nos domingos ou feriados.

5.4. Ejetores

5.4.1. Descrição e Instalação dos Componentes

- Descrição dos Componentes

Os ejtores são constituídos dos seguintes elementos:

- a) Filtro: Está posicionado na extremidade inferior e tem as mesmas características de um filtro de ponteira filtrante (wellpoint). Seu comprimento e o diâmetro serão os estipulados em projeto.
- b) Alma do ejtor: Consiste em um bico injetor, um tubo Venturi, cujas dimensões deverão ser devidamente calculadas, a fim de se obter o melhor rendimento do sistema e um vácuo mínimo de 500 mmHg em teste de laboratório, simulando as condições de campo.
- c) Tubo interno e base de metal: Tanto o bico injetor, como o tubo Venturi, serão montados em uma base de metal fundido, cuja parte superior será rosqueada a um tubo de aço ou PVC, com comprimento suficiente para alcançar a superfície. Essa base levará em sua parte inferior, também rosqueada, uma válvula de retenção vertical de metal, com diâmetro compatível com o conjunto.
- d) Tubo externo: É o tubo que, na sua extremidade inferior, recebe soldada ou rosqueada o filtro (tipo wellpoint). No seu interior será instalado o ejtor e, na extremidade superior (superfície), montado o adaptador. Este tubo terá o diâmetro de projeto, podendo ser de PVC ou aço e deve ser dimensionado para suportar as pressões de injeção d'água.
- e) Adaptador: É a peça instalada na extremidade superior do tubo externo, que permite a entrada de água sob pressão no espaço anelar entre este e o tubo interno que contém o ejtor. Deve ser construído de material resistente, mantendo os dois tubos concêntricos e permitindo uma perfeita vedação.
- f) Tubo dreno conjugado: É um tubo de PVC perfurado, envolto em tela, cujo diâmetro e comprimento da área filtrante são dados pelo projeto. Será instalado, quando necessário, no



espaço anelar entre a parede do furo e o tubo externo, devendo ter , nas duas extremidades, tampas herméticas.

- Instalação dos Componentes

- a) Perfuração

Todos os cuidados para a perfuração dos poços de bombeamento, desde a prospecção inicial, à lâmina do furo, são válidos para os ejetores.

Em áreas críticas, muito próximas a edifícios ou quando previstos em projetos, à perfuração será feita com os seguintes cuidados:

- O método de perfuração para instalação dos ejetores será o rotativo, com circulação direta e revestimento, que será a própria haste da composição de perfuração. A água de injeção deverá ser limpa, sendo vetada a utilização de qualquer tipo de lama, mesmo que esta seja formada pelo próprio solo do local da perfuração.
- A perfuração rotativa deverá utilizar o próprio revestimento como haste de perfuração, cujo diâmetro externo mínimo deverá ser o adequado para se obter o diâmetro final da perfuração previsto em projeto. O revestimento deve existir ao longo de toda a perfuração.
- A bomba para injeção de água para a perfuração deverá Ter capacidade para manter a circulação e a pressão de água em níveis compatíveis com o tipo de solo que se for trabalhar, devendo, portanto, ser dotada de registros e manômetros para perfeito ajuste.
- Durante a fase de perfuração, deve-se cuidar para manter a pressão de circulação de água de tal maneira que, nos solos não coesivos, não se abram cavidades além do diâmetro estabelecido.
- Concluída a perfuração, desloca-se a máquina para o furo seguinte, mantendo-se o revestimento no furo executado. Em seguida, procede-se a lavagem interna do furo, até que se obtenha uma coluna de água perfeitamente limpa no seu interior, antes de iniciar a instalação dos ejetores.

- b) Instalação

Terminada a limpeza interna do furo, coloca-se no seu interior o tubo externo, já acoplado ao filtro tipo wellpoint, simultaneamente com o tubo conjugado.

Este conjunto deve ser dotado de espaçadores, a fim de centralizá-lo no furo e ter o comprimento de projeto. Em seguida, preenche-se o espaço anelar com o material de filtro especificado, concomitantemente com a retirada do revestimento, até a cota inferior do selo de vedação, conforme estipulado em projeto.

Iniciada a retirada do revestimento, deve-se tomar a precaução de evitar o deslocamento vertical do ejetor e do material filtrante, este deverá ser completado e não deve ir abaixo da cota determinada em projeto.



Concluída a instalação dos tubos e retirado o revestimento, executa-se o selo de vedação na cota estipulada no projeto. Este selo deverá ser impermeável, executado com bentonita em pelotas ou em pasta grossa.

Antes de instalar o tubo com a alma do ejetor, deverá ser feita uma limpeza no tubo externo, através da injeção de água limpa.

c) Instalação do Tubo de Pressão

É o tubo montado horizontalmente na superfície, que conduzirá a água sob pressão para os ejetores. Seu diâmetro deverá ser dimensionado adequadamente, em função da quantidade de ejetores a ele acoplados, a fim de permitir a manutenção da pressão e vazão necessárias à alimentação dos ejetores.

Os tubos de pressão devem ser resistentes à pressões e esforços mecânicos a que serão submetidos. Serão cuidadosamente alinhados, paralelamente à linha de ejetores e o mais próximo possível desta. Quando possível, recomenda-se um pequeno caimento na rede, no sentido da bomba para a extremidade.

Todas as juntas devem ser absolutamente estanques.

De acordo com o esquema de montagem, é aconselhável a colocação de registros em pontos estratégicos desta tubulação, a fim de garantir a possibilidade de montagem e operação parcial de uma rede, bem como permitir a manutenção e desmontagem.

d) Instalação do Tubo de Retorno

É o tubo montado horizontalmente e paralelo ao tubo de pressão e que faz o retorno da água dos ejetores até o reservatório de alimentação das bombas. Também o seu diâmetro deverá ser dimensionado em função da vazão e da pressão.

Todas as observações feitas para instalação dos tubos de pressão são válidas, excluindo-se aquela a respeito do caimento.

Tanto os tubos de pressão, quanto os tubos de retorno, deverão possuir pontos de conexão para acoplamento aos ejetores e que serão espaçados a distâncias fixas, de modo a atender aos diversos espaçamentos dos ejetores.

Para o acoplamento dos ejetores aos tubos de retorno e pressão, poderão ser utilizados mangotes flexíveis, de borracha ou plástico, resistentes, com diâmetro de 1 1/2", ligados aos ejetores através de adaptadores, luvas e tês de redução.

Estes engates devem ter um registro macho, para regulagem do fluxo de água, com diâmetro de 1 1/2". Somente após a conclusão da instalação completa dos tubos de pressão e de retorno, é que se inicia o acoplamento dos ejetores aos mesmos.

e) Instalação do Conjunto de Bombas

As bombas a serem utilizadas nestes conjuntos devem ser centrífugas e serem dimensionadas a fim de garantir a vazão e a pressão exigidas pelos ejetores ligados as mesmas.



O consumo de potência de cada ejetor não deve ser superior a 1,50 HP; desta forma, o conjunto de bombas em funcionamento não deverá ter potência superior ao produto entre o número de ejetores que se estão sendo acionados pelo conjunto e a potência máxima de um ejetor (1,50 HP). Uma vez determinada a potência de um determinado conjunto de bombas e escolhida a divisão desta potência, em tantas bombas quantas necessárias, deverá ser feita a previsão de bombas de reserva, na proporção de 1 (uma) bomba reserva, para até 3 (três) em funcionamento. Faz parte de cada conjunto de bombas, o tanque de alimentação.

f) Reservatório de Alimentação

A instalação do reservatório de alimentação é idêntica a dos poços com bombeamento por injetores, respeitando-se o dimensionamento adequado aos ejetores.

5.4.2. Operação do Sistema

É idêntico ao descrito para os poços com bombeamento por injetores.

5.4.3. Controle de Rebaixamento

a) Coleta de Informações

Em todo o projeto de rebaixamento, deverá ser prevista a instalação de medidores, tais como hidrômetros nos poços, de PZ e INA, vacuômetros e registros, para um controle de curva de rebaixamento nos diferentes tipos de solo de São Paulo.

Este controle visa verificar e analisar o funcionamento do sistema e devem ser observados rigorosamente pela FISCALIZAÇÃO da obra, uma vez que estas leituras mostram o comportamento dos poços e o abatimento das curvas de rebaixamento ao longo do tempo, dando assim informações para o avanço das escavações e para eventuais problemas que possam ocorrer durante as obras.

Todas as informações deverão ser anotadas em folhas padronizadas. Todas as anormalidades, paradas, troca de bombas, perfurações com água na vizinhança (tirantes), injeções, etc. também devem ser anotadas.

b) Leitura de Controle

As leituras devem ser realizadas por um técnico devidamente qualificado e orientado sobre os sistemas de rebaixamento, evitando assim os erros de leituras por desconhecimento do trabalho. Estas leituras servirão também como base para a medição de pagamento.

Nos casos de poços de bombeamento funcionando gravitacionalmente, deverá ser feita, também, leitura internamente aos tubos, a fim de verificar a posição real dos eletrodos e o funcionamento efetivo da bomba. Estas leituras são diárias, no início da operação dos poços e, sempre que houver troca de bomba ou deslocamento da posição dos eletrodos, podendo passar, posteriormente, para 1 a 3 vezes por semana, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Para os hidrômetros, devem ser feitos os cálculos de vazão diária por poço e a vazão média por hora.



As leituras dos PZ e INA, no início da operação do rebaixamento, deverão ser feitas de acordo com o projeto, várias vezes por dia, sempre nos mesmos horários, passando, posteriormente, para 1 leitura diária, também a critério da FISCALIZAÇÃO.

As observações deverão ser colocadas em gráficos, no próprio Canteiro de Obras, a fim de que a influência do rebaixamento na escavação possa ser observada, diariamente, pelos engenheiros fiscais. Tanto a FISCALIZAÇÃO como a EMPREITEIRA, devem acompanhar e analisar os dados.

Estes gráficos podem ser elaborados no início e após o desligamento para a observação do comportamento de descida e ascensão do NA. Durante a operação normal, não é necessário elaborar o gráfico, somente o acompanhamento das leituras pela tabela.

Os dados deverão ser devidamente registrados e arquivados nos Canteiros de Obras, por sub-trecho e/ou áreas de rebaixamento e organizados de maneira que seja de fácil e imediata verificação, quando necessário.

Em geral, deve-se prever, para a ligação dos poços, um prazo de algumas semanas antes das escavações, de acordo com as condições hidrogeológicas e, sempre que possível, deve-se tentar obter dados em “áreas-testes”, onde o projeto seria testado através da ligação e observação de 3 a 4 poços e dos INA e PZ instalados nessas áreas.

Esse teste poderá, inclusive, definir com maior exatidão o período necessário para a ligação prévia dos poços.

Quaisquer irregularidades deverão ser sempre anotadas e comunicadas à FISCALIZAÇÃO.

6. SONDAgens E FUNDAÇÕES

6.1. Fundações

A EMPREITEIRA deverá apresentar o projeto civil estrutural de cada unidade a ser construída à FISCALIZAÇÃO antes de serem iniciadas as obras civis, devendo nele estar especificado qual o tipo de fundação escolhida para cada uma das edificações.

As fundações deverão ser executadas conforme indicações da FISCALIZAÇÃO, respeitado o estabelecido pela norma ABNT NBR-6122.

A FISCALIZAÇÃO procederá ao exame das condições de suporte do terreno, na cota prevista pelo projeto e cuidará da obtenção das condições de infra-estrutura necessárias para o apoio das tubulações e das estruturas.

Normalmente, são previstas fundações diretas, para as estruturas e tubulações. Cuidar-ser-á para que as superfícies do terreno de apoio estejam adequadamente regularizadas e apiloadas, sem quaisquer materiais soltos.

O assentamento da tubulação deverá ser feito sempre sobre uma camada de 20 cm de envoltória, de areia ou de cimento e areia, a critério da FISCALIZAÇÃO.



Quando o solo natural, após a escavação, não apresentar condições adequadas de suporte, nas cotas previstas no projeto, a FISCALIZAÇÃO poderá autorizar uma sobrecavação, além da cota prevista, devendo o material ser totalmente removido e substituído por outro, que preencha as condições de resistência necessária.

A profundidade desta sobrecavação será estabelecida em projeto específico, ou determinada pela FISCALIZAÇÃO.

Quando indicado em projeto, serão executados tubulões de concreto, com as dimensões e características constantes dos desenhos. A execução dos tubulões obedecerá às especificações do item "Concreto", deste volume e às prescrições da NBR-6122, da ABNT.

6.2. Tubulão

Os tubulões terão as dimensões definidas em projeto, rigorosamente centrado e aprumado, sem emprego de ar comprimido, de acordo com as condições de impregnação e de permeabilidade do terreno.

As tolerância quanto a prumada, locação e deslocamento dos tubulões ficarão a critério da FISCALIZAÇÃO, que se orientará com base nas informações do projetista.

Atingida a camada de terreno prevista e constatada a qualidade de resistência especificada no projeto, a FISCALIZAÇÃO autorizará o alargamento da base do tubulão conforme dimensões indicadas no projeto.

A critério FISCALIZAÇÃO, a escavação deverá prosseguir, até ser encontrada camada de solo com a resistência adequada, ou a base será aumentada em relação ao diâmetro previsto. Caso a variação da cota de assentamento dos tubulões acarrete diferenças no comprimento do fuste maiores que 20%, a armação de projeto deverá ser confirmada pela FISCALIZAÇÃO.

Na cota de base definitiva, o terreno será nivelado, permitindo-se depressões máximas de 50 mm em relação ao plano horizontal teórico.

Antes da colocação das armaduras de alargamento, será feita, no fundo, uma camada de regularização, em concreto magro.

Com a base liberada, a mesma deverá ser executada em concretagem contínua, incluindo um trecho de fuste com 1,50 m de comprimento. As bases serão concretadas com concreto auto-adensável.

Na execução de bases de tubulões contíguos, situados a uma distância inferior a 2,00 m, entre as bordas mais próximas, deve-se proceder a abertura das bases, uma de cada vez. Somente após a concretagem de uma, é que será executada a escavação da base adjacente.

O enchimento do fuste será com concreto convencional, conforme indicado no projeto.

No caso de um fuste ser feito por partes, em aduelas (segmento de camisa), a altura mínima de cada uma delas não poderá ser inferior a 2,00 m, para céu aberto e 3,00 m para ar comprimido.



A - Tubulão a Céu Aberto

Os tubulões a céu aberto serão escavados sem revestimento, se o caso assim o permitir; se não, serão sempre revestidos com camisas-de-aço ou pré-moldadas em concreto.

Quando da colocação da ferragem do fuste, deverão ser tomados cuidados especiais para se evitar queda de solo sobre o concreto da base.

6.3. Estacas Tipo Raiz

6.3.1. Objetivo

Este documento visa estabelecer os procedimentos a serem observados na execução e controle das estacas tipo raiz.

6.3.2. Campo de Aplicação

Os procedimentos descritos a seguir, são aplicáveis às estacas executadas por meio de perfuração, através do emprego de rotação ou roto-percussão, mediante circulação de água, lama bentonítica ou ar comprimido, com revestimento integral do furo, na direção vertical ou inclinada, aplicando-se injeção posterior e ascensional de argamassa e pressão de ar comprimido no topo concomitantemente à retirada dos segmentos do revestimento.

6.3.3. Referências

- Norma NBR 6122 - projeto e execução de fundações - parágrafo 7.8.10
- Catálogos das empresas executoras

6.3.4. Equipamentos, Acessórios e Ferramentas

Para a execução das estacas em epígrafe, são empregados os seguintes tipos de equipamentos, escolhidos em função das características do maciço a perfurar, profundidade e diâmetro da estaca a executar:

- sondas rotativas
- perfuratrizes rotativas

Os equipamentos de perfuração são coadjuvados por bombas d'água tipo multi-estágios ou martelos Down The Hole.

Bomba de injeção de argamassa: ferramentas e acessórios, que compreendem misturadores de argamassa, compressores, extratores, tubos de perfuração e de lançamento de argamassa, equipamentos para execução de provas de carga (vigas de reação, extensômetros, macacos hidráulicos), ferramentas especiais (sistema ODEX, brocas), máquinas de cortar ferro, sarrilho, máquinas de solda, etc.



6.3.5. Procedimentos Executivos

a) perfuração

introdução no terreno até a profundidade estabelecida pelo projeto, através de um movimento rotativo ou roto-percussivo, de um revestimento metálico constituído por segmentos rosqueados estanques.

b) descida da armação

completada a perfuração, procede-se a colocação no interior do revestimento metálico da armadura longitudinal prevista pelo projeto.

c) argamassagem

com a utilização de um tubo de injeção que vai até o fundo da estaca procede-se à injeção submersa, ascensional da argamassa, de consistência plástica, até a mesma verter na boca do furo. É vedada a paralisação da argamassagem na cota de arrasamento da estaca. Depois de retirado o tubo de injeção, com o auxílio de macacos hidráulicos extratores, procede-se a recuperação, um a um, dos segmentos utilizados no revestimento metálico da perfuração. Nesta etapa, aplica-se pressão de ar comprimido (400 kpa) sobre o topo do revestimento metálico. Este ciclo se completa, pela reposição, por gravidade, do nível de argamassa no interior do tubo de perfuração.

6.3.6. Materiais

Os materiais a serem utilizados na confecção das estacas são os seguintes:

- cimento portland CP 320
- areia média lavada
- aço CA 50 A
- água limpa, analisada

o traço a ser empregado na argamassagem da estaca, para ser atingida a resistência $f_{ck}=20\text{Mpa}$, será composto basicamente por:

- cimento: 1 saco
- areia: 70 l
- água: 26 l

6.4. Estaca Pré-Moldada de Concreto

As estacas de concreto armado ou protendido terão suas formas e dimensões compatíveis com as capacidades nominais de projeto.



Sua fabricação será feita por lotes, em áreas protegidas das intempéries. Cada estaca deverá ser identificada pelo número do lote e data de concretagem. Todas as estacas de um lote deverão ser de um mesmo tipo.

A qualidade das estacas fornecidas será de inteira responsabilidade da Contratada. As estacas danificadas, a critério da fiscalização, serão substituídas, por conta da Contratada, por outras em perfeitas condições de utilização.

O manuseio e o transporte das estacas só poderão ser efetuados após o concreto ter atingido comprovadamente 80% da resistência prevista para os 28 dias. As estacas só poderão ser cravadas quando o concreto tiver atingido a resistência prevista aos 28 dias.

Toda estaca danificada nas operações de cravação, devido a defeitos internos ou de cravação, deslocamento de sua posição, com o topo abaixo da cota de arrasamento fixada no projeto ou pela Fiscalização, será corrigida as expensas da Contratada, que adotará, após aprovação pela Fiscalização, um dos seguintes procedimentos:

- a) a estaca será arrancada e cravada nova estaca no mesmo local;
- b) uma segunda estaca será cravada adjacente à estaca defeituosa;
- c) a estaca será emendada com uma extensão suficiente para atender ao objetivo.

O furo deixado por uma estaca arrancada deverá ser preenchido com areia, mesmo que uma nova estaca venha a ser cravada no mesmo local.

Uma estaca será considerada defeituosa quando tiver fissuras visíveis que se estendam por todo o perímetro da seção transversal, ou quando apresentar qualquer defeito que, a juízo da Fiscalização, afaste sua resistência ou vida útil.

As cabeças de todas as estacas deverão ser protegidas com capacete de tipo aprovado, de preferência provido de coxim, de corda ou de outro material adequado que se adapte ao capacete e se apoie, por sua vez, em um bloco de madeira.

Na cravação de todas as estacas, verticais e inclinadas, serão sempre empregadas guias ou uma estrutura adequada para suporte e colocação do martelo, salvo autorização da Fiscalização para emprego de outro procedimento.

As estacas de fundação, logo que concluídas suas cravações, serão arrasadas nas cotas indicadas no projeto ou determinadas pela Fiscalização, de maneira que fiquem embutidas pelo menos 50 mm no bloco de coroamento e sua armação seja mergulhada na massa do concreto, num comprimento no mínimo igual ao de ancoragem. O corte da estaca deverá ser sempre normal ao seu eixo. Quando por algum motivo o arrasamento de uma estaca ocorrer abaixo da cota de projeto, deverá ser executado o seu prolongamento, obedecendo-se aos seguintes preceitos:

- a) o concreto da extremidade da estaca deverá ser cortado no comprimento necessário à emenda das barras longitudinais da armadura por justaposição ;



- b) as superfícies de contato do concreto e a emenda de armação deverão ser tratadas como emendas de concreto armado;
- c) deverá ser assegurado o alinhamento entre as faces das estacas e as da parte prolongada;
- d) a armadura da parte prolongada será idêntica à da estaca, assim como o concreto a empregar;
- e) a concretagem, o adensamento do concreto, a remoção das formas, a cura e o acabamento das estacas serão feitos conforme o indicado no item 8.5.

As emendas das estacas pré moldadas de concreto deverão ser efetuadas através de luvas metálicas.

6.5. Lastros

Os lastros sob estrutura ou fundações diretas serão constituídos de duas camadas: a primeira, de pedra britada nº 2; a segunda, de concreto não-estrutural. A espessura das camadas será de, no mínimo, 50 mm cada, ou conforme projeto.

A camada de pedra britada, lançada sobre o terreno devidamente regularizado e apiloado, deverá ser compactada através de soquetes de madeira ou equipamento mecânico apropriado.

O lançamento do concreto não-estrutural deverá ser acompanhado de apiloamento com soquetes de madeira, com o cuidado de não ocasionar a segregação dos materiais. A superfície deverá ser regularizada e perfeitamente nivelada, através de régua de madeira.

Nos casos de fundações por estacas, os blocos deverão apoiar-se diretamente sobre estas. Os lastros, portanto, deverão ocupar a área dos blocos, sem interferir na união estaca-bloco.

Para o assentamento de tubulação diretamente sobre o solo, deve ser feito um rebaixo no fundo da vela, para alojar o tubo. Isto é possível em terreno seco, onde não haja rocha. Quando não for possível ser feito o rebaixo no terreno natural, ele deverá ser executado em colchão de material granular fino, normalmente areia ou pó de pedra, perfeitamente adensada, na espessura mínima, abaixo da geratriz externa inferior, de 0,10 m e de 0,20 m, no caso de o leito apresentar-se, respectivamente, em solo rocha.

A FISCALIZAÇÃO poderá ainda determinar os seguintes casos de fundação direta:

- a) lastro de brita

A tubulação é assentada sobre lastro de pedra britada nº 3 e nº 4 compactado manualmente.

- b) lastro, laje e berço

A tubulação é assentada sobre um berço de concreto apoiado em laje de concreto armado, executada sobre lastro de pedra britada nº 2 e nº 4.

Caso o solo não apresente características de suporte adequadas, este deverá ser substituído, ficando a critério da FISCALIZAÇÃO o enchimento da superescavação, o qual poderá ser feito



com areia compactada ou pelo aumento da espessura do lastro de brita, dependendo da espessura do enchimento.

Nos trechos onde a camada de solo, adequado para a sustentação da tubulação, estiver localizada a uma profundidade relativamente grande e que não torne aconselhável a substituição do terreno de fundação, serão utilizadas estacas, de modo a transmitir a carga da estrutura para a camada de solo de maior capacidade de carga.

6.6. Sondagens Suplementares

Toda vez que se encontrar material de características impróprias para fundação e que, a juízo da FISCALIZAÇÃO, possa dar lugar a futuras lesões a tubulação ou estrutura, a EMPREITEIRA deverá providenciar sondagens adicionais, para melhor avaliação das condições de suporte do subsolo. Estas sondagens deverão permitir o estudo e eventual projeto de soluções tecnicamente mais convenientes para cada trecho.

Neste caso, para que o prazo contratual seja respeitado, poderá a FISCALIZAÇÃO, mantendo em suspenso os trabalhos no trecho em análise, determinar o imediato prosseguimento da obra em outro trecho.

Este recurso poderá ainda ser adotado pela FISCALIZAÇÃO, na hipótese de ocorrer interferências da escavação com dutos ou outros obstáculos existentes, cuja remoção se revele ou venha a se revelar de solução ou execução prolongada.

7. CONCRETO

7.1. Generalidades

A presente especificação de concreto destina-se a estabelecer critérios e cuidados especiais a serem adotados para a perfeita execução das obras em concreto, ressaltando-se a obrigatoriedade e importância da obediência às normas e recomendações da ABNT e à boa técnica construtiva.

7.2. Materiais Para Composição do Concreto

Os materiais usados na composição do concreto deverão atender às especificações a seguir, ou, caso contrário, deverão ser retirados do canteiro de obras, no prazo de quarenta e oito horas.

7.2.1. Cimento

A - Tipo

O cimento a ser empregado deverá ser dos seguintes tipos, a seguir relacionados, em ordem preferencial, não sendo admitida a mistura de duas ou mais marcas na mesma peça estrutural.



Cimento Portland Pozolânico:

classe POZ 320;

Cimento Portland de Alto Forno:

classe AF 320;

Não será permitido o uso de outros cimentos, a não ser por autorização escrita da FISCALIZAÇÃO.

B - Recebimento

Durante o recebimento do cimento, deverá ser feita inspeção visual das embalagens, devendo ser rejeitados os sacos que se apresentarem rasgados, endurecidos, molhados ou com qualquer outra irregularidade.

Como controle de aceitação, será feita uma amostragem por cada lote de, no máximo, 30 t de cimento entregue. Cada amostragem será constituída de dois exemplares, com, aproximadamente, 50 kg cada um. Um será enviado a laboratório idôneo, para ensaios descritos nas especificações correspondentes da ABNT. O outro exemplar ficará guardado hermeticamente em lugar fresco, para eventual contraprova. Como critério de aceitação, admite-se que o cimento só poderá ser empregado após aprovado em todos os ensaios, com exceção do de resistência a 28 dias de idade. Caso não atenda a uma qualquer das exigências, os ensaios serão refeitos com material do segundo exemplar, que deverá atender integralmente a todas as exigências. Caso contrário, o lote será rejeitado.

C - Armazenamento

Os depósitos destinados ao armazenamento dos sacos de cimento deverão apresentar perfeita proteção contra umidade, águas de chuva ou infiltrações, assim como perfeita ventilação.

Os sacos deverão ser empilhados sobre estrados de madeira, em número máximo de dez (10) sacos por pilha e as pilhas deverão ser classificadas e colocadas separadamente, segundo a ordem de recebimento, tipos de cimento etc., de forma a sempre permitir o acesso e facilitar o seu emprego na ordem cronológica.

7.2.2. Agregados Graúdos

A - Qualidade

Deverão ser de pedregulho natural ou pedra britada, duros, resistentes e duráveis, isentos de substâncias nocivas e deverão atender à NBR-7211 da ABNT, efetuando-se ensaios de laboratório de acordo com os Métodos NBR-7216, NBR-7217, NBR-7218, NBR-7219 e NBR-7220 da ABNT. Quanto às dimensões dos agregados, deverão ter tamanho compatível com a armadura e a peça a concretar, de acordo com a NBR-6118.



B - Armazenamento

Os locais destinados aos agregados graúdos deverão ser divididos em compartimentos, para se evitar a mistura de vários tipos de brita, assim como a presença de materiais estranhos. O piso desses compartimentos deverá ser de concreto magro, a fim de evitar o contato com o solo.

7.2.3. Agregados miúdos

O agregado miúdo deverá ser constituído de areia natural quartzosa e isenta de substâncias nocivas como torrões de argila, colóides, gravetos, mica, grânulos tenros e friáveis, impurezas orgânicas, cloreto de sódio, outros sais deliqüescentes em proporções prejudiciais.

- Areia grossa é aquela que passa pela peneira ABNT 4,8 mm e fica retida na peneira ABNT 2,4 mm e tem dimensão nominal máxima de 4,8 mm.
- Areia média é aquela que passa pela peneira ABNT 2,4 mm e fica retida na peneira ABNT 0,6 mm e tem dimensão nominal máxima de 2,4 mm.
- Areia grossa é aquela que passa pela peneira ABNT 0,6 mm e fica retida na peneira ABNT 0,075 mm e tem dimensão nominal máxima de 0,6 mm.

7.2.4. Água de Amassamento

Deverá atender aos limites máximos de elementos estranhos, conforme estipulado pela ABNT NBR-6118, item 8.1.3.

7.2.5. Aditivos

A - Generalidades

Além das exigências técnicas a seguir descritas, a aceitação de qualquer aditivo estará condicionado à comprovação, por parte do fabricante ou fornecedor, de seu emprego satisfatório em projetos de natureza semelhante ao presente, por um período não inferior a três anos. Não poderão ser utilizados aditivos aceleradores ou retardadores de pega, salvo por autorização expressa da FISCALIZAÇÃO.

B - Ensaio Comparativos de Desempenho

Cada aditivo somente será utilizado mediante resultados considerados satisfatórios pela FISCALIZAÇÃO, em ensaios comparativos entre concretos da mesma consistência (NBR-7223), com e sem adição de aditivos, das seguintes propriedades:

- resistência à compressão (ABNT NBR-5738 e NBR-5739) para iguais consumos de cimento;
- consumo de cimento para iguais resistências à compressão;
- tempos de pega para iguais traços (ASTM C-403);



- além destas, que são obrigatórias, a comprovação da influência do aditivo em outras propriedades específicas para as quais este se destina.

Os ensaios comparativos acima só terão valor se realizados em concretos semelhantes, em materiais e proporções, ao concreto a ser empregado.

O Fabricante deverá atestar, por escrito, que o aditivo fornecido para uso na obra é idêntico em todos os aspectos essenciais, incluindo concentração, ao aditivo testado nas condições anteriormente citadas. Essa uniformidade poderá ser confirmada a qualquer instante, a critério da FISCALIZAÇÃO, que deverá guardar, para eventual comparação de propriedades físico-químicas, aproximadamente 500 ml da mesma amostra com a qual se realizaram os testes em concreto, devidamente rotulada, em recipiente plástico bem tampado, em ambiente fresco e seco.

C - Proporções e Cuidados

Os aditivos somente poderão ser empregados nas proporções expressamente indicadas pelo Fabricante. Quaisquer precauções indicadas pelo Fabricante para uso do aditivo, deverão ser seguidas rigorosamente.

D - Procedimentos Para Emprego de Aditivos

Medida:

Os aditivos poderão ser dosados em peso ou volume, utilizando-se dosadores fornecidos pelos próprios fabricantes, balanças ou provetas graduadas.

Quando a quantidade de aditivo for muito reduzida, a ponto de dificultar sua medida, dever-se-á trabalhar com o aditivo diluído em água, a uma proporção conhecida, podendo-se assim medir uma quantidade maior de solução, cuja água deverá ser descontada da água a adicionar ao concreto. Esta operação somente poderá ser feita por operador de confiança, com experiência comprovada pela FISCALIZAÇÃO.

Adição ao Concreto:

Antes de se adicionar o aditivo à água de amassamento, deverá proceder-se à homogeneização do produto, agitando-se vigorosamente, com a finalidade de evitar a separação de seus componentes, por efeito de decantação. O aditivo deverá ser sempre diluído prévia e completamente na água de amassamento.

Armazenamento:

O armazenamento do aditivo, além de obedecer às instruções específicas do Fabricante, deverá seguir ao seguinte: os recipientes contendo aditivo ficarão hermeticamente fechados em depósito, ao abrigo do sol, umidade e intempéries; não será permitido o armazenamento de aditivos em recipientes que não os fornecidos pelo Fabricante; os diferentes fornecimentos de aditivo serão perfeitamente identificados, através de etiquetas duráveis presas aos recipientes ou anotações sobre os mesmos, com tinta indelével.



7.3. Dosagens

As dosagens dos diversos concretos necessários para a execução das obras deverão ter início com antecedência em relação ao início das obras e serão racionais, não se admitindo dosagens empíricas.

Na determinação da qualidade de aglomerantes, deverá ser levada em consideração a prevenção contra as retrações decorrentes dos efeitos do calor de hidratação libertado durante o endurecimento de massas de concreto de grandes proporções. Para tanto, as relações água/cimento deverão ser especialmente estudadas. Estes fatores assumirão, no máximo, o valor de 0,52 para cimento POZ 320 e 0,50, para cimento AF 320, levando-se em conta o caráter hidráulico da obra.

Deverá, ainda, ser levado em conta, nas dosagens, as características das peças a serem executadas, dando ao concreto a trabalhabilidade compatível. A trabalhabilidade dos concretos poderá ser melhorada com adição de plastificantes com alto poder de redução da tensão superficial da água.

A consistência, medida pelo abatimento do tronco de cone ABNT NBR-7223 (71), deverá manter-se, para cada exemplar, entre ± 1 cm do valor fixado pela dosagem, anotando-se os valores obtidos. Não será aceito o concreto cujo exemplar não atender a estes limites ou quando não se apresentar nitidamente coeso.

7.4. Traços

Os traços serão adotados em função da estrutura, do transporte, do adensamento, das condições de cura etc., de maneira a atender aos requisitos de resistência e durabilidade previstas para o futuro funcionamento da obra. Os traços deverão atender às especificações contidas na NBR-6118, itens 8.3.1.1. e 8.3.1.2, da ABNT, sendo o desvio padrão determinado em ensaios ou especificado no item 8.3.1.2 da NBR-6118, com os consumos mínimo e máximo de cimento compatíveis com as resistências características especificadas. Está prevista a utilização dos seguintes tipos de concreto:

- Concreto fck = 25,0 MPa
- Concreto fck = 20,0 MPa
- Concreto fck = 7,5 a 11,2 MPa (magro)

Os traços deverão ser submetidos à apreciação e aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO.

7.5. Produção dos Concretos

Caso o concreto seja produzido em usina deverá cumprir as exigências da NBR-7212, devendo a liberação envolver a verificação da consistência e homogeneidade da mistura em cada caminhão e contar com a presença da FISCALIZAÇÃO.



7.5.1. Mistura

Sendo fundamental no concreto a característica de homogeneidade, deve-se prever a utilização de Central, que possibilite uma mistura adequada, com depósitos de materiais bem dimensionados, balanças devidamente instaladas e aferidas, betoneiras em perfeito estado de funcionamento e absolutamente limpas, antes de cada operação.

O tempo de mistura, contado a partir do momento em que todos os materiais são lançados na betoneira, dependerá do tipo de concreto a ser preparado. A ordem mais aconselhável de lançamento dos materiais na betoneira é a seguinte:

- 1- parte do agregado graúdo, mais parte de água;
- 2 - cimento, mais o restante da água e areia;
- 3 - o restante do agregado graúdo.

Deverão ser observadas, na mistura, as especificações da NBR-6118 da ABNT.

7.5.2. Transporte

Deverá ser feito do local da mistura, até o local de lançamento, dentro do menor espaço de tempo possível. O meio de transporte utilizado não deverá permitir a perda de homogeneidade, sua desagregação ou perda de nata.

A FISCALIZAÇÃO deverá exigir da EMPREITEIRA as providências necessárias para evitar quaisquer irregularidades no transporte. No caso do transporte por bombas, o diâmetro interno do tubo deverá ser de, no mínimo, três vezes o diâmetro máximo do agregado empregado, conforme estipulado na NBR-6118, item 13.1, da ABNT.

7.5.3. Lançamento

O lançamento deverá ser efetuado logo após o amassamento do concreto, de maneira a não ocasionar juntas de concretagem. A altura de queda não deverá ser superior a 2 (dois) metros, em queda livre.

Deverão ser apresentados à FISCALIZAÇÃO os planos de concretagem, indicando as peças a executar e a localização das juntas de concretagem.

Dependendo das características das peças a executar, deverão ser usadas trombas de concretagem, concretagem por janelas abertas na forma ou qualquer outro artifício que seja necessário ao perfeito lançamento.

Não poderá ser lançado concreto estrutural diretamente sobre a terra, devendo-se sempre aplicar antes uma camada, de 10 cm de espessura, de concreto magro, com consumo mínimo de 150 kg/m³.

No caso de concretagem sobre rochas, estas deverão ser completamente limpas, umedecidas e receber uma camada de regularização, com concreto do mesmo traço do concreto a ser usado posteriormente.



Nunca deverá ser aproveitado concreto que já tenha iniciado o processo de "pega".

Não deverá ser iniciada nenhuma concretagem sem a prévia vistoria e autorização da FISCALIZAÇÃO.

7.5.4. Adensamento

Será feito o adensamento por meio de vibradores de imersão ou de parede, conforme as características da peça a ser executada. Por meio de vibração o concreto deverá atingir todos os vazios da forma, evitando-se ninhos ou segregação dos materiais.

Quando forem usados vibradores de imersão, as camadas de lançamento não deverão ter espessuras superiores a 3/4 do comprimento da agulha. Não deverá ser aplicado vibrador na ferragem.

7.5.5. Temperatura

Não poderá ser amassado, nem lançado, concreto estrutural, quando a temperatura ambiente, medida através de termômetro de bulbo seco à sombra, seja superior a 30°C, salvo autorização expressa da FISCALIZAÇÃO.

7.5.6. Juntas de Concretagem

As juntas de concretagem deverão obedecer a um planejamento feito com antecedência e submetido à FISCALIZAÇÃO, não se admitindo interrupção do lançamento nos intervalos de refeição ou troca de turno de trabalho.

As superfícies de concreto endurecido deverão estar limpas, rugosas e ásperas, isentas de elementos estranhos e perfeitamente adensadas. Se necessário, serão deixadas barras de "ferro de espera", para garantir uma maior resistência aos esforços junto às juntas de concretagem.

Para a preparação das juntas, deve-se obedecer aos seguintes itens:

- corte frio com jato de ar e água;
- jato de areia;
- apiloamento manual ou mecânico.

Na retomada da concretagem, deverá ser lançada uma camada de argamassa, com espessura de 3 a 5 cm, com a mesma resistência do concreto ou uma camada de concreto, com 15 a 20 cm de espessura e um teor maior de argamassa. A localização das juntas de concretagem será nos pontos onde houver esforços mínimos de cisalhamento, preferivelmente em plano normal aos esforços de compressão.

7.5.7. Cura do Concreto

Deverão ser tomadas medidas prévias para evitar a perda prematura da água necessária à hidratação do concreto. Poderão ser usados os seguintes processos:



- irrigação contínua das superfícies expostas ao concreto;
- cobertura das superfícies expostas com panos ou papel de sacos de cimento, sacaria molhada, ou areia molhada, recobertos com uma camada de areia saturada;
- cura a vapor, somente com autorização expressa da FISCALIZAÇÃO;
- cobertura com produtos impermeáveis.

Qualquer dos processos a ser utilizado deverá receber a prévia autorização da FISCALIZAÇÃO. A cura deverá ser iniciada no máximo 2 (duas) horas após o lançamento do concreto, salvo por orientação expressa da FISCALIZAÇÃO e se estender durante 28 (vinte e oito) dias.

A cura do concreto deverá merecer especial atenção, por se tratar de estrutura destinada a uso hidráulico, face à inconveniência do aparecimento de fissuras, com perigo de possíveis escamações superficiais, das quais poderá resultar uma redução da durabilidade das peças.

7.6. Formas, Escoramento e Desforma

7.6.1. Requisitos

As formas deverão ser de madeira e deverão se adaptar às formas e dimensões do projeto, devendo seu cálculo, quando necessário, obedecer às especificações NBR-7190, da ABNT.

As peças que devem permanecer aparentes, deverão receber formas de chapas de compensado, com o mínimo de juntas e em bom estado de conservação. As formas deverão ter capacidade de suportar as cargas provenientes do lançamento do concreto e cargas e impactos eventuais, durante a concretagem. Deverão estar limpas e isentas de elementos estranhos, sendo aconselhável, para este fim, a lavagem com mangueiras de ar e água. Dependendo da peça, deverão abrir-se janelas de forma, para a retirada de detritos. As formas deverão ser saturadas de água, antes do início de qualquer concretagem.

A FISCALIZAÇÃO poderá exigir o cálculo estático das formas e escoramento das peças que julgar necessário.

7.6.2. Tirantes para Forma

As hastes metálicas usadas como tirante para fixação de um painel em relação a outro, ficarão parte perdidas, após a concretagem e as extremidades destas hastes deverão ficar a uma profundidade mínima igual ao recobrimento da face do concreto. Os tirantes de arame poderão ser utilizados, a critério da FISCALIZAÇÃO. Em ambos os casos, deverão ser tomados cuidados especiais no tapamento dos furos.

7.6.3. Aplicação de Desformantes

Poderão ser aplicados óleos ou produtos desformantes, para evitar a aderência do concreto às formas. O contato do óleo com as armações deverá ser evitado.



7.6.4. Remoção de Formas

As formas só poderão ser removidas quando o concreto tiver endurecido o suficiente para resistir ao seu peso próprio e a cargas provenientes da continuidade do trabalho, de maneira a não ocasionar deformações inaceitáveis.

A remoção das formas deverá obedecer aos seguintes prazos:

- faces inferiores, deixando pontaletes bem encunhados e convenientemente espaçados: 14 dias
- faces inferiores, sem pontaletes: 21 dias
- faces laterais: de acordo com o processo executivo (formas deslizantes, concreto com alta resistência inicial)

Os prazos indicados poderão ser alterados, a critério da FISCALIZAÇÃO.

7.6.5. Cimbramento

Os cimbramentos poderão ser metálicos tubulares, ou em madeira, ou mistos. A EMPREITEIRA deverá apresentar cálculos e desenhos inclusive com indicação das contra-flechas.

O descimbramento deverá se processar conforme indicações e etapas previstas no método construtivo.

7.7. Armaduras

7.7.1. Requisitos Gerais

Estas especificações referem-se ao fornecimento, operações de dobramento, posicionamento, fixação e cuidados especiais dedicados às barras das armaduras, durante as concretagens, conforme estipulado na NBR-7480 e NBR-6118, da ABNT.

7.7.2. Recebimento

Deverá ser inspecionada cada partida de material, ao chegar à obra. Para tanto, será feito um exame visual das barras, verificando-se a homogeneidade das características geométricas (bitola) e a ausência de defeitos prejudiciais, tais como bolhas, fissuras, esfoliações ou corrosão. Deverão ser recolhidas amostras do material, segundo os critérios estabelecidos na ABNT NBR-7480, as quais deverão ser ensaiadas para posterior rejeição ou aceitação do lote.

7.7.3. Armazenamento

As barras deverão ser armazenadas em locais apropriados, separadas por bitolas, de madeira a evitar que sejam danificadas por terra, óleos, graxas, cimento, tintas, empenamentos etc. Deverão ser estocadas sobre pontaletes deitados transversalmente.



7.7.4. Corte

Caberá a EMPREITEIRA verificar as principais medidas, assim como planejar o corte das barras, de modo a diminuir ao máximo a percentagem de perdas.

Os cortes deverão ser efetuados exatamente conforme indicado nos desenhos, seguindo-se o dobramento, que deverá acompanhar o projeto em todas as suas medidas, ganchos, comprimentos de ancoragem etc. No caso de substituição de bitolas, o fato deverá ser comunicado à FISCALIZAÇÃO, por escrito, constando as bitolas substituídas e a justificativa para a modificação.

Quaisquer alterações no posicionamento, devido à introdução de condutores, chumbadores etc., que obriguem um deslocamento superior a um diâmetro de barra, deverão ser comunicadas e submetidas à aprovação da FISCALIZAÇÃO. A amarração das ferragens entre si será executada com arame duplo, recozido, nº 18.

7.7.5. Recobrimento das Armaduras

Nas peças de concreto que fiquem em contato com água ou terra, o recobrimento deverá ser de 4 cm, conforme indicações do projeto. Para isso, deverá a EMPREITEIRA providenciar calços pré-fabricados, de forma tronco-cônica, possuindo dois arames embutidos, que servirão para amarrar os calços à ferragem. Os calços deverão ser feitos com argamassa de cimento e areia, de resistência compatível com a do concreto utilizado.

Nas peças de concreto que não fiquem em contato com água ou terra, os recobrimentos serão indicados no projeto.

7.7.6. Emendas

As emendas das barras deverão ser executadas de acordo com as indicações do projeto. As emendas que não constarem do projeto, poderão ser feitas obedecendo-se aos requisitos do item 6.3.5.4, da NBR-6118, da ABNT; sempre, porém, sendo submetidas a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

7.7.7. Dispositivos para Fixação da Armadura

A posição relativa da armadura será mantida por meio de amarração, por pontos de arame, espaçadores, garras e contraventamentos em geral. As solicitações da concretagem, representadas pelo choque da massa de concreto contra a armadura, vibrações ou quaisquer outras eventuais ações decorrentes do trabalho, não deverão exceder a capacidade dos fixadores.

7.8. Armadura para Protensão

As cordoalhas de protensão deverão atender às condições prescritas na NBR-7483.

7.8.1. Recebimento e estocagem dos aços

Deverão ser rejeitados os aços que apresentarem as seguintes irregularidades:



- serem fornecidos em rolos ou carretéis com diâmetros internos inferiores a 600 mm;
- as cordoalhas, que ao serem desenroladas e deixadas livremente sobre uma superfície plana e lisa, apresentarem curvatura permanente superior à correspondente a uma flecha de 100 mm, em um comprimento de 10 m;
- fios com vestígios de solda;
- aços em adiantado estado de oxidação;
- aço com desbitolagem ou ovalização acima das tolerâncias.

O aço deverá ser armazenado no canteiro, em local seco, ao abrigo das intempéries, para evitar oxidação.

Os rolos e as bobinas devem ser apoiados de forma a evitar moissas e dobramentos.

Os rolos das diferentes partidas de fornecimento deverão ser mantidos separadamente, pois não serão admitidos cabos com fios de partidas diversas, ainda que do mesmo fornecedor.

Deverão ser apresentadas à FISCALIZAÇÃO as características das diversas partidas e os cabos correspondentes. Essas características deverão ser apresentadas através de gráficos tensão-deformação com a indicação do módulo de elasticidade da amostra.

Os lotes de cordoalhas para protensão deverão ser amostrados e ensaiados, pela FISCALIZAÇÃO, de acordo com as NBR's 7482 e 7484.

Os fios do aço ou os cabos de protensão não deverão, em hipótese alguma, ser arrastados sobre superfície abrasiva, quer na fase de confecção, quer por ocasião da sua introdução na bainha.

Com a finalidade de proteger contra a oxidação, quando os cabos permanecerem estocados por períodos prolongados, pode ser usada lubrificação dos fios com óleo solúvel. Tal operação permite também reduzir o atrito durante a protensão.

Entretanto, devem ser tomadas as precauções, para que todo o óleo seja removido antes da injeção de nata de cimento.

Os tipos de óleos solúveis, tais como Donx-C ou Dromus-B da Shell ou produtos similares, normalmente satisfazem a este requisito.

7.8.2. Bainhas

As bainhas metálicas utilizadas para os cabos de protensão deverão ser absolutamente estanques, de forma a não permitir penetração da nata de cimento durante a concretagem; deverão ser, ainda, flexíveis e suficientemente resistentes para suportar o peso do concreto depositado sobre eles as solicitações de trações daí decorrentes.

No que se refere ao manuseio e estocagem as bainhas, deverão receber cuidados semelhantes aos prescritos para o aço de protensão.



Não será permitido o emprego de bainha não-flexível, que impossibilite a colocação dos cabos na disposição prevista em projeto.

O fornecimento da bainha deverá ser feito em rolos de diâmetro superior a 0,70 m, e do comprimento tão elevado quanto possível, permitindo a confecção de todo o cabo, sem emendas. Caso estas sejam necessárias, não poderão ser processadas com espaçamentos inferiores a 7,00 m. No caso de emenda nas bainhas, e entre a bainha e as trombetas, deverá ser garantida a sua absoluta estanqueidade, recomendando-se o duplo recobrimento das extremidades a serem emendadas, por meio de chapa fina de aço (0,2 a 0,3 mm), na largura de 150 mm. Admite-se a emenda por fitas adesivas, empregando-se, nesse caso, camadas na largura de 150-200 mm, apertadas por, mínimo, seis anéis de arame recozido.

Características especiais para bainhas serão prescritas e utilizadas de acordo com autorização específica da FISCALIZAÇÃO, e eventualmente adotados.

Cuidados especiais na vedação entre bainha e ancoragem devem ser tomados, considerando-se que esta é a situação mais vulnerável.

Antes da concretagem, será imprescindível a minuciosa verificação da completa estanqueidade das bainhas para evitar a penetração de nata ou argamassa, mormente em decorrência da vibração.

Durante a concretagem deverá ser feita uma lavagem com jato de água para expulsar a nata de cimento que eventualmente se tenha infiltrado nas bainhas.

7.8.3. Cabos de protensão

Não há necessidade de se cortarem as cordoalhas no comprimento exato, uma vez que os cabeçotes de ancoragem só poderão ser colocados no momento da protensão.

Nenhum comprimento de cordoalha poderá ser unido a outro comprimento por qualquer emenda.

As cordoalhas deverão ser agrupadas paralelamente, de acordo com número especificado no projeto para cada cabo, e enfiadas nas bainhas antes da concretagem.

Os fios ou cordoalhas que compõem o cabo deverão ser adequadamente dispostos em torno de mola central, de maneira a proporcionar o fácil acesso de pasta de injeção.

A amarração dos fios ou cordoalhas, para a constituição dos cabos, deverá ser feita por meio de fitas plásticas adesivas ou arame recozido, sendo necessários, quando o emprego deste último, cuidados especiais para impedir que o “nó” venha a romper a bainha.

Os cabos para a parede serão confeccionados com as cordoalhas justapostas em camada única, de modo a ter mínima espessura, do tipo usualmente empregado em lajes.

O corte dos fios far-se-ão sempre a frio. Só será permitido o corte das pontas excedentes, de maçarico, com a observância das seguintes disposições:

- depois do decorrido, no mínimo, quarenta e oito horas do término da injeção;



- execução antecipada da cobertura da ancoragem por meio de pano umedecido;
- a uma distância de ancoragem suficiente para dissipação do calor provocado pelo maçarico.

A inobservância dos itens anteriores poderá ocorrer com a aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO.

As extremidades dos fios com "botões", para uso de ancoragem passivas, deverão ser cortadas com tesoura dotada de faca vîdea e esmerilhadas para garantir a posição correta do botão.

As extremidades do cabo, na região das ancoragens, não deverão ter amarração, para evitar que, durante a protensão, estas penetrem na ancoragem, dificultando a introdução das bainhas. Também devem ser absolutamente limpas, isentas de respingos de cimento, argamassa ou eventual irregularidade de fios, além de garantir perfeito ajuste às cunhas do macaco de protensão e ajustagem posterior do cabeçote de ancoragem. Será removida, mediante lixamento, e eventual camada de ferrugem existente na região das ancoragens.

7.8.4. Sistema de protensão

O sistema de protensão a ser utilizado deverá ser submetido à aprovação da FISCALIZAÇÃO, obedecendo ao seguinte:

- as ancoragens compor-se-ão de placa e cabeçote de aço, além de cunhas especiais para ancoragem individual de cada cordoalha; em hipótese alguma os cabos ficarão em contato com concreto preparado com cimento de alto-forno (CP III);
- a trombeta de arremate de bainha, a espiral de fretagem e os tubos para injeção de nata de cimento ficarão embutidos no concreto;
- durante a protensão, todas as cordoalhas deverão ser puxadas simultaneamente pelo macaco; porém cada uma ficará ancorada individualmente mediante cunhas.

Os aparelhos de ancoragem dos cabos de protensão deverão obedecer às dimensões, características técnicas e disposição de acordo com o determinado no projeto.

Sua colocação deverá ser feita no sentido de garantir a imobilidade e a fixação da cabagem de protensão.

A Contratada deverá apresentar a aferição atualizada dos manômetros do equipamento. Não atendida esta exigência, não será autorizada a protensão.

7.8.5. Protensão

A estrutura somente poderá ser protendida, quando o concreto utilizado atingir os valores mínimos de resistência à compressão axial, especificados no projeto e compatíveis com a NBR-7197.

Outros ensaios deverão ser executados, se a FISCALIZAÇÃO julgar necessário, como o ensaio de Determinação do Módulo de Deformação Estética e Diagrama Tensão-Deformação (NBR-8522).



Eventuais falhas de concretagem deverão ser recuperadas antes da protensão.

Neste caso a protensão só será executada quando os reparos atingirem resistência igual ou superior à resistência do concreto.

Deverá ser respeitada, rigorosamente, a ordem de protensão dos cabos especificados em projeto.

A FISCALIZAÇÃO indicará a força de protensão a ser atingida e que deverá ser rigorosamente obedecida. Essa força de protensão e, conseqüentemente, a deformação do cabo, deverão ser controladas com toda a precisão.

Para isto, conta-se com duas referências: uma é a pressão manométrica que, para ser precisa, necessita de uma aferição periódica dos manômetros; e a medida do alongamento do aço.

Esse alongamento será calculado com base nos ensaios do aço, fornecidos por laboratório idôneo. Nos relatórios desses ensaios deverão constar o diagrama tensão-deformação e o módulo de elasticidade do aço a ser usado na peça.

O macaco deverá ser perfeitamente ajustado antes da marca de referência, para que não haja um erro na medida desse alongamento.

Se durante a protensão forem obtidos valores discrepantes em relação aos valores fornecidos na tabela, a FISCALIZAÇÃO deverá ser imediatamente informada e indicará as providências a serem tomadas.

7.8.6. Injeção nas bainhas dos cabos de protensão

Todas as bainhas serão injetadas após a protensão, a fim de proteger os cabos e garantir seu funcionamento como peça aderente. A injeção, entretanto, somente será iniciada após o exame dos resultados da protensão feita pela FISCALIZAÇÃO e pela Projetista.

Nos casos de cabos em que os fios foram lubrificados com óleo solúvel para proteção provisória contra a corrosão ou diminuição de atrito, deve-se proceder a uma primeira injeção de água para limpeza dos fios e do duto. A lavagem deverá prosseguir até que se verifique a total isenção do óleo lubrificante nos cabos. Depois a água deve ser retirada por meio de ar comprimido.

Para que a injeção seja perfeita, deverão ser verificadas as seguintes condições:

- conduto deverá estar livre de obstruções, por nata de cimento ou corpos estranhos;
- espaço interno deverá ser suficiente para a passagem fácil da pasta;
- percurso do cabo não deverá apresentar quebras bruscas, devido à má colocação;
- conduto deverá ter respiros espaçados de 15 m, no máximo.

As extremidades dos cabos deverão estar preparadas, para evitar a fuga da calda, durante e após a operação de injeção, e permitir uma aplicação firme e segura do aparelho de injeção, sem que o ar possa ser aspirado para dentro do duto.



É obrigatório, antes da injeção, a limpeza do duto com ar comprimido, para expulsão da água de hidratação do concreto e das águas da chuva ou da cura que infiltraram pelas extremidades dos cabos.

Nos casos de cabos colocados em furos deixados nas peças (caso da protensão transversal, por exemplo), em que as paredes do duto são o próprio concreto, é indispensável a lavagem do referido duto com água para umedecer as paredes antes da injeção. Caso contrário, as paredes absorveriam a água da argamassa, comprometendo a qualidade desta e dificultando a injeção pela diminuição de sua plasticidade.

Deve-se iniciar a injeção propriamente dita, introduzindo a lança da bomba de injeção na extremidade do cabo. A operação deve ser contínua.

Para isto, o alimentador da bomba de injeção deve estar suficientemente munido de calda para a operação.

A bomba hidráulica, acionada por motor elétrico ou motor a gasolina, deverá possuir um dispositivo automático para passar de baixa para alta pressão, o que assegura uma operação rápida e suave.

A velocidade de avanço da argamassa é de 6 a 12 m por minuto, para pressão em torno de dez atmosferas.

A bomba deve possuir um dispositivo de segurança, para não ultrapassar a pressão de 10 K/cm². O risco de exceder a este valor é o do comprometimento do concreto de cobertura da armadura.

Se o duto tiver purgadores em vários pontos, a medida que a argamassa for surgindo neles, estes devem ser obturados.

No caso de dutos com grandes dimensões, é necessário uma segunda injeção duas horas após a primeira, para corrigir as precipitações e retrações da injeção havidas na primeira fase.

Quando a calda aparecer na outra extremidade, deverá ser recolhida em recipiente e ensaiada, obturando-se o tubo somente quando a fluidez for igual à de entrada. Após essa última operação, será retirado o bocal do orifício da ancoragem.

Obtura-se então a extremidade de saída e retira-se lentamente a lança do aparelho na extremidade da entrada, obturando-se esta imediatamente para evitar o refluxo da injeção.

Após algumas horas, verificar se não houve decantação ou fuga da calda nas extremidades do cabo, fazendo-se uma sondagem com uma vareta. No caso de se confirmar este fato, completar a injeção com um aparelho de simples gravidade, sem necessidade da bomba de injeção.

Os cabos inclinados ou verticais devem ser injetados pela extremidade inferior para se evitar o aprisionamento de ar.

No caso de cabos verticais muito longos, a bomba de injeção deve ficar a meia altura para diminuir a pressão hidrostática no duto.



Antes de ser desligada a lança de injeção, deve-se obturar a extremidade do cabo, evitando a perda de injeção com sua fuga do duto injetado.

7.8.7. Calda de cimento para injeção

A dosagem da calda de injeção deverá ser apresentada pela Contratada e aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

A calda de injeção deverá atender aos requisitos a seguir e às especificações da NBR-7681:

- não conter produtos que ataquem a armadura;
- apresentar resistência característica compressão mínima de fck 25,0 MPa (aos vinte e oito dias);
- preencher totalmente os espaços livres, sem remanescentes de ar ou água; nesse sentido, não será permitida a injeção a ar comprimido;
- conter a menor quantidade de água possível;
- ser homogênea, o que se consegue por agitação mecânica;
- não apresentar segregação.

Essas condições são facilmente conseguidas utilizando-se somente cimento com menos de quinze dias de fabricação, peneirado em peneira ultrafina.

Será útil o emprego dos seguintes aditivos, a critério da FISCALIZAÇÃO:

- Plastificante;
- Aditivo expansor.

Os aditivos não poderão conter cloretos nem nitratos.

Empregando-se aditivo expansivo para contrabalançar a retração, este não poderá conter pé de alumínio, e a expansão total livre deverá ser menor ou igual a 10%.

O cimento deverá ser de média finura, não se tolerando, sob quaisquer pretexto, a presença de cloreto de cálcio; deverá, ainda, ter baixo teor de enxofre, verificado por meio de ensaios químicos realizados em laboratórios especializados. Observar os limites prescritos na NBR-7681.

É proibido o uso de cimento de alto-forno (CP III) para a confecção da calda de injeção.

A calda de cimento deverá ser preparada com equipamento de mistura capaz de torná-la homogênea e coloidal, não sendo permitida a mistura manual. O tempo de mistura dependerá do equipamento a ser utilizado, após a mistura, a pasta deverá ser mantida em movimento contínuo e isenta do “coágulos”.



Deverão ser feitos ensaios de fluidez antes da entrada da calda nas bainhas, para verificação das características de dosagem; e na sua saída, para verificação da homogeneidade da calda.

Deverão ser moldadas amostras de calda injetada com seis corpos de prova cilíndricos 50 x 100 mm. A quantidade de amostras será determinada pela FISCALIZAÇÃO, de acordo com o número de bainhas a serem injetadas.

7.9. Acabamentos e Reparos no Concreto

7.9.1. Generalidades

Os tipos de acabamento a serem executados nas estruturas de concreto deverão ser os constantes destas especificações ou dos desenhos do projeto.

7.9.2. Superfícies em Contato com Formas

Logo após a remoção das formas, proceder-se-á aos reparos, eliminando-se as irregularidades, por meio de desempenadeiras, esmeris etc., segundo o caso. A FISCALIZAÇÃO deverá examinar as irregularidades, considerando e indicando o grau de importância das mesmas e exigindo as devidas reparações, que deverão ser efetuadas dentro do prazo de vinte e quatro horas após a remoção das formas.

7.9.3. Reparo de Ninhos, Vazios, Vazamentos, Trincas ou Fissuras

Esses reparos serão executados de conformidade com a boa técnica e em comum acordo com a FISCALIZAÇÃO.

7.10. Elementos Embutidos no Concreto

Todos os elementos a serem embutidos no concreto, tais como caixas de passagem, condutores, caixas de controle, chumbadores etc., deverão estar isentos de óleos, graxas e outros materiais ou irregularidades, que possam vir a prejudicar a aderência dos elementos ao concreto ou contaminar o concreto.

No caso de chumbadores a serem colocados em ninhos deixados no concreto, a argamassa ou concreto utilizado deverá conter uma quantidade mínima de água e poderá conter aditivos que aumentem a trabalhabilidade do concreto ou da argamassa e permitam a perfeita e fácil colocação e fixação dos chumbadores, bem como reduzam a retração.

7.11. Controle da Produção do Concreto

O controle da produção do concreto deverá obedecer às condições impostas pela NBR-6118, da ABNT, devendo ser adotado o Controle Sistemático.

A FISCALIZAÇÃO poderá, a seu critério, exigir outros ensaios que julgar necessários, além dos estabelecidos acima. Durante as concretagens, as verificações da consistência das misturas deverão ser efetuadas normalmente e a critério da Fiscalização, devendo a EMPREITEIRA providenciar todas as facilidades para a equipe de controle.



Os concretos liberados na Central de Concreto deverão apresentar, quando lançados, as mesmas características.

À FISCALIZAÇÃO caberá proceder à sistematização dos ensaios, a fim de comprovar as qualidades especificadas para os mesmos, quando da fusão das peças. Todas as facilidades deverão ser postas à disposição da FISCALIZAÇÃO, pela EMPREITEIRA, para a efetivação de tais trabalhos nos locais de concretagem.

7.12. Liberação de Concretagens

Consistirá na autorização, assinada pela FISCALIZAÇÃO, do início dos trabalhos de concretagem. Antes da aprovação, todas as condições técnicas para a execução deverão ser constatadas. Dentro dos padrões já mencionados, deverão ser previamente verificadas e inspecionadas as formas, armações, peças embutidas, escoramentos etc., assim como todos os elementos destinados à produção do concreto, ou seja: materiais, central de concreto, equipamentos para ensaios, lançamento e adensamento da mistura, meios de transporte do concreto para o local do lançamento, funcionamento e capacidade da rede de luz e força, telefones etc.

7.13. Aceitação da Estrutura

A estrutura será considerada aceita, quando, além de terem sido atendidas todas as especificações anteriormente citadas, atenda também aos requisitos do item 16.1, da NBR-6118, da ABNT.

7.14. Concreto em Contato com Reaterro Lateral

As superfícies externas das estruturas de concreto, quando em contato com o solo, serão impermeabilizadas com pintura de emulsão asfáltica, estabilizada à base de betume, aplicada com escovão, em duas demãos. A aplicação da segunda demão será iniciada, no mínimo, 24 horas após o término da primeira demão.

A película resultante dessas pinturas asfálticas deverá apresentar, no mínimo, 95% (0,2 kg/m² aproximadamente) de betume, em sua composição.

7.15. Considerações Finais

Além de todas as condições gerais estabelecidas nestas Especificações e relacionadas à boa técnica de execução e ao atendimento das Normas Brasileiras, dever-se-á, também, obedecer às condições específicas enunciadas a seguir, relativas à execução de estruturas hidráulicas.

As estruturas hidráulicas, bem como, todas as estruturas auxiliares em contato permanente com a água ou meios agressivos como esgotos, deverão apresentar as seguintes características básicas:

- a) Absoluta estanqueidade



A Contratada deverá esmerar-se no que diz respeito à qualidade dos serviços e materiais empregados na obra, no sentido de construir uma estrutura de concreto impermeável que, independentemente da aplicação posterior de sistemas impermeabilizantes de qualquer natureza, se apresente sem vazamentos ou infiltrações de qualquer magnitude, como, por exemplo, através de:

- Porosidade ou segregações no concreto;
- Juntas de concretagem;
- Trincas;
- Interface entre o concreto e tubulações;
- Juntas de dilatação.

b) Resistência e estabilidade estruturais

Reservatórios são, em geral, estruturas esbeltas e sensíveis, principalmente a movimentações da fundação. O conseqüente aparecimento de trincas ou fissuras se reflete de imediato na perda da estanqueidade.

Uma criteriosa e cuidadosa execução das fundações e da estrutura, com a aplicação de materiais de qualidade e resistência comprovadas e a fiel obediência ao projeto e as Especificações, são requisitos indispensáveis para a construção de um reservatório estruturalmente resistente e estável.

c) Durabilidade

A resistência do concreto armado ou protendido a ambientes agressivos está intimamente ligada aos principais fatores:

- Cobrimento das armaduras, com especial atenção para a face inferior da laje de cobertura, onde as falhas de cobrimento ocorrem com grande freqüência;
- Fator água/cimento – quanto maior a quantidade de água, maior a porosidade do concreto;
- Tipo de cimento e consumo mínimo por m³;
- Qualidade dos agregados, sendo que os de origem cristalina são, em geral, os mais resistentes;
- Cura – uma cura bem feita evita o fissuramento do concreto;
- Qualidade da superfície e estanqueidade das formas – formas lisas e estanques resultam numa superfície menos porosa do concreto.



8. CONCRETO PROJETADO

O concreto ou argamassa projetados deverão ser constituídos de cimento, água e agregados. Os materiais a serem utilizados deverão atender às Especificações deste capítulo.

Poderão ser utilizados aditivos, em pó ou em líquidos, bem como pozolanas (inclusive micro-sílica), fibras etc. – desde que autorizado pela FISCALIZAÇÃO.

8.1. Materiais

- Cimento

O cimento a ser utilizado em argamassa ou em concreto projetados deverá ter seu tipo previamente definido, para cada obra.

Será vedada a mistura de cimentos de tipo, marca, procedência ou idade diferentes, sempre que não tiverem sido realizados ensaios prévios de controle de qualidade. Caso esteja prevista a utilização de aditivos acelerados de pega, na argamassa ou em concreto projetados, será obrigatória a realização de ensaios prévios entre os cimentos e os aditivos com a finalidade de verificar se ambos são compatíveis.

- Agregados

As características dos agregados miúdo e graúdo deverão obedecer às prescrições da NBR 7211 (Agregados para Concreto), exceto no que se refere à composição granulométrica.

Normalmente, a cada máquina de projeção corresponde uma composição granulométrica ótima, função das dimensões do mangote, do bico e das pressões de ar e água entre outros fatores. Caso não haja uma recomendação específica do fabricante da máquina de projeção para uma determinada aplicação, devem ser seguidas as curvas granulométricas especificadas pela NBR 7211.

Composições granulométricas diversas podem ser utilizadas desde que sua eficácia seja comprovada através de ensaios preliminares, no mínimo de resistência à compressão e de reflexão. Após definidas as composições granulométricas para uma certa obra, quaisquer alterações implicarão a exigência de novos ensaios de caracterização.

Periodicamente, deverão ser coletadas amostras representativas dos agregados e realizados os ensaios prescritos na Norma NBR 7211. O lote deverá ser definido para cada caso, não podendo porém ser menor que o previsto na NBR 7211.

A fixação da dimensão máxima de agregado a ser utilizado dependerá da finalidade a que se destina o material e da técnica de projeção a empregar. Todas as partículas de dimensão superiores à dimensão máxima fixada deverão ser removidas, por peneiramento, com a finalidade de se evitar entupimento do mangote ou do bico. A umidade relativa dos agregados deverá ser mantida a mais uniforme possível.

Para uma projeção satisfatória via seca, a máxima umidade relativa do agregado miúdo deverá ser igual a 6%. Usualmente valores entre 3% e 6% são os mais adequados.



- Água

A água para mistura e cura deverá ser limpa e isenta de teores prejudiciais, formadas por substâncias estranhas, tais como óleos, ácidos e matéria orgânica. Deverá obedecer aos requisitos da NBR 6118 e em caso de dúvida, deverá ser submetida ao teste de qualidade de água, seguindo-se as prescrições da NBR 7215 e utilizando-se os cimentos previstos para a obra. A resistência à compressão de corpos de prova preparados com a água de qualidade duvidosa deverá ser pelo menos 90% da resistência de corpos de prova preparados com água de qualidade comprovada. O tempo de início de pega não poderá diferir em mais de 30 min.

Na água destilada a argamassa ou concreto projetados a serem usados em peças protendidas ou que possuam embutidos de alumínio, o conteúdo máximo de íons cloro deverá ser tal que obedeça aos requisitos indicados no item Limitação de Haletos que apresentaremos adiante.

- Aditivos.

Será permitida a utilização de aditivos em argamassa ou concreto projetados com a finalidade de melhorar determinadas propriedades ou de solucionar problemas específicos.

Aqueles que conferem certas características à argamassa ou concreto projetados via úmida poderão não dar resultado ao serem aplicados via seca e vice-versa.

Mesmo havendo orientação do fabricante, quanto às quantidades a serem utilizadas, Será obrigatória a realização de ensaios comprobatórios prévios entre o aditivo em questão e os materiais a serem usados numa determinada obra. Os ensaios deverão ser repetidos sempre que houver alterações em quaisquer dos materiais, seja do tipo, marca, procedência seja quaisquer outras

Poderão ser utilizados em pó ou na forma líquida, devendo haver rigoroso controle das quantidades adicionadas. É recomendável a dissolução de aditivos solúveis, em água, antes de sua introdução na mistura.

Poderão ser utilizados aditivos aceleradores de pega, desde que seu uso obedeça às normas de segurança do trabalho e o produto não propicie corrosão de armaduras.

Quando forem utilizados aceleradores de pega, deverão ser realizados ensaios de compatibilidade - Verificação da compatibilidade dos materiais. Caso o tempo de início de pega seja superior a três minutos e o fim de pega superior a (20 n 5) minutos e os testes de resistência à compressão de argamassas preparadas com ou sem aditivo, indiquem diferença superior a 30% aos 28 dias, será facultativa a rejeição do aditivo ou do cimento.

Será proibida a utilização de cloreto de cálcio quando a argamassa ou o concreto projetado estiver em contato com armadura convencional, telas de aço, cordoalhas ou fios para protensão ou quando for envolver metais diferentes em contato entre si, tais como aço e alumínio. Será vedada também sua utilização em concreto exposto à água do mar ou a sulfatos. Cloreto de cálcio poderá apenas ser utilizado, na porcentagem necessária, para vedação de infiltrações e desde que não venha a ficar em contato com elementos metálicos.



- Pozolana

Poderão ser utilizadas pozolanas natural e artificial, cinzas volantes ou micro-sílica na argamassa ou no concreto projetado. A utilização de micro-sílica ficará condicionada a ensaios prévios que demonstrem a melhoria das características do concreto mediante sua introdução à mistura.

- Fibras

Poderão ser utilizadas fibras de aço, de vidro ou outro tipo de material, desde que, mediante testes prévios, comprovem melhorias nas características da argamassa ou do concreto projetados ou que permitam ao material atingir os requisitos de projeto.

Somente poderão ser usadas fibras de vidro, ou outro material que contenha sílica, caso ensaios prévios demonstrem que o material não reage, deletariamente, com os álcalis do cimento utilizado.

- Limitação de haletos

Para aplicação de argamassa ou concreto projetados em peças protendidas o total de íons cloro (CL-), de todas as fontes (água de mistura, cimento, aditivo e agregados), não poderá ser superior a 0,06 % do peso do cimento. Para concreto armado esse limite será de 0,10% do peso do cimento.

8.2. Dosagem

Deve-se enfatizar que as dosagens prévias de argamassa ou concreto projetados podem não refletir exatamente as situações a serem encontradas no campo.

Por essa razão os estudos de proporcionamento de materiais deverão ser conduzidos sob condições de campo, sempre que possível. Para isso deverá ser seguido o especificado no item 8.5 - Ensaio Prévios.

Deve ser escolhida a dimensão máxima do agregado a ser utilizado, levando-se primeiramente em consideração a capacidade dos equipamentos disponíveis. Recomenda-se que a relação entre diâmetro interno do mangote ou do bico e a dimensão máxima do agregado esteja entre 2,5 e 3,0. Em segundo lugar, deve-se considerada a espessura do revestimento a executar e o índice de reflexão obtido com cada dimensão máxima de agregado, bem como suas incidências sobre o custo.

- Processo de mistura seca

Após a escolha do agregado deve ser escolhido o consumo inicial de cimento. Normalmente os melhores resultados são obtidos utilizando-se as relações 1:4 a 1:5, em peso, entre cimento e agregado total, sendo o consumo de cimento em torno de 350 kg/m³ a 400 kg/m³, para concreto. No caso de argamassa os melhores resultados são obtidos para relação entre cimento e agregado miúdo entre 1:3 e 1:4, em peso, sendo o consumo de cimento da ordem de 400 kg/m³ a 500 kg/m³. O consumo de água deve ser adaptado no local, porém, via de regra a relação água-cimento fica próxima de 0,4.



- Processo de mistura úmida

O processo de dosagem é o mesmo utilizado para concretos convencionais, ou seja, a chamada dosagem racional. O consumo de água deve ser suficiente para conferir à mistura um abatimento de $40 +$ ou $- 10\text{mm}$ para equipamentos com transporte pneumático. Para equipamentos onde o transporte é efetuado pelo processo do deslocamento positivo, abatimento de $80 +$ ou $- 10\text{mm}$ mostram-se convenientes. No caso de argamassa, os melhores resultados são obtidos para relações entre cimento e agregado miúdo entre 1:2 e 1:4, em peso, sendo o consumo de cimento da ordem de 400 kg/m^3 a 500 kg/m^3 . No caso de projeção de concreto utilizam-se relações entre 1:2 e 1:5, em peso, entre cimento e agregado total, sendo o consumo de cimento em torno de 350 kg/m^3 a 500 kg/m^3 . O consumo de água deve ser adaptado no local, sendo normalmente os melhores resultados obtidos com relação água-cimento entre 0,4 e 0,6.

8.3. Equipamentos

- Proporcionamento e mistura

Os equipamentos de pesagem e mistura devem ser capazes de manter um fluxo adequado e contínuo de material homogêneo.

As partículas de agregado deverão ficar revestidas com material cimentício.

O proporcionamento dos materiais deve ser efetuado em peso. A água pode ser adicionada em peso ou em volume. Para serviços considerados pequenos poderá ser admitido proporcionalmente volumétrico, desde que sejam efetuadas verificações periódicas do peso dos ingredientes adicionados a cada quatro horas de projeção ou a cada 8 m^3 de material projetado.

Devem ser obedecidas as condições prescritas no item 12.2 da NBR 6118 no que se refere às tolerâncias de medidas dos materiais.

Em obras onde haja exigência de produções mínimas de $2 \text{ m}^3/\text{h}$ de argamassa ou concreto projetados o equipamento de mistura e a projetora deverão ser dimensionado de modo a garantir fornecimento contínuo por, no mínimo, 30 minutos.

- Via seca

Os aglomerados e os agregados deverão ser transportados, de preferência, separados ao local onde será efetuada a mistura. O fornecimento de aglomerantes e agregados previamente misturados e transportados para o local de aplicação por caminhões-betoneira ou outro meio qualquer dependerá de aprovação prévia.

O tempo mínimo de amassamento em misturadora deverá ser de dois minutos. Após a mistura dos componentes, a argamassa ou concreto deverão ser aplicados no prazo máximo de uma hora. A aceitação de prazos superiores dependerá de aprovação específica. A misturadora a ser usada deverá ser tal que possa descarregar todo o material misturado, sem que haja resíduos significativos de uma betoneira para outra. A misturadora deverá ser inspecionada e limpa, no mínimo, duas vezes por dia ou mais amiúde, se necessário, de modo a se evitar acumulação de resíduos e minimizar as paralisações não-planejadas.



- Via úmida

Os procedimentos de proporcionamento e mistura deverão seguir as recomendações das normas NBR 6118, NBR 5750 e NBR 7212.

A utilização de misturadoras de produção contínua poderá ser aceita, desde que sejam obedecidos os requisitos do item 12.4 da NBR 6118.

O abatimento e a uniformidade do concreto não devem variar entre betonadas, para que seja mantida uma produção adequada, especialmente no caso de projeções em paredes verticais e no sentido vertical ascendente.

- Máquina de projeção

Consideram-se como partes integrantes da máquina de projeção, as mangueiras separadas, que levam o material seco ou úmido, água ou ar até o bico; uma máquina adequada que, sob pressão, introduza os materiais no mangote e um bico de projeção que permita a ejeção dos materiais.

Qualquer equipamento que transporte o material, sob pressão, até o bico poderá ser utilizado, desde que consiga manter uma produção adequada às características da obra.

A máquina de projeção deverá permitir ejeção de material, pelo bico, sob velocidades que garantam um mínimo de reflexão e um máximo de aderência do concreto à superfície, bem como máxima compacidade.

O bico de projeção deverá ser dimensionado de modo a permitir a ejeção de um fluxo aproximadamente cônico de materiais.

A máquina de projeção deverá ser rigorosamente limpa ao fim de cada concretagem, em locais apropriados. No caso de obras urbanas, deverão ser tomadas providências para que o material de lavagem não venha a causar obstruções nas vias públicas.

- Via seca

A máquina de projeção deverá ter dimensões e capacidades adequadas para a aplicação. Poderá ser exigido que o equipamento idêntico já tenha sido usado para finalidades similares.

O equipamento deverá ser capaz de transportar a mistura de agregados, cimento e eventualmente aditivos através do mangote, até o bico de projeção, contínua e uniformemente, de modo a possibilitar projeções, sem interrupções.

A máquina de projeção deverá permitir o controle da pressão de ar que movimenta a mistura seca, bem como da pressão da água ao penetrar no bico de projeção.

- Via úmida

O equipamento deverá ser capaz de transportar a argamassa ou concreto através do mangote até o bico de projeção, contínua e uniformemente, de maneira a possibilitar projeções, sem interrupções.



O bico de projeções deverá ser dimensionado de modo a permitir injeção adicional de ar comprimido.

- Equipamentos auxiliares

a) Compressor

Deverá ser utilizado compressor de ar dimensionado para manter as operações de projeção dentro de padrões satisfatórios. O compressor deverá suprir ar limpo, seco, isento de óleo, capaz de manter velocidades adequadas para o material ejetado pelo bico enquanto, simultaneamente, fornece ar comprimido para outros equipamentos, bem como para a mangueira usada para limpeza da reflexão.

- Via seca

A tabela 1 fornece a capacidade usual dos compressores baseada no diâmetro do mangote e no diâmetro máximo de bico para funcionamento exclusivo de uma máquina projetora de via seca. A pressão do ar indicada na tabela e que deverá ser obtida durante a operação será aquela medida pelo manômetro situado próximo ao bico de saída do material da máquina. A tabela foi baseada em comprimento de mangote de 45 m com o bico locado no máximo a 8 m acima da projetora.

Geralmente as pressões de trabalho devem ser aumentadas de 0,035 MPa para cada 15 m adicionais de mangote ou para cada levantamento do bico de 8 m.

TABELA 1

CAPACIDADE DE COMPRESSORES PARA CONDIÇÕES NORMAIS DE OPERAÇÃO DE MÁQUINAS PROJETORAS VIA SECA

CAPACIDADE DO COMPRESSOR (m³/min)	DIÂMETRO INTERNO DO MANGOTE (mm)	DIÂMETRO INTERNO MÁXIMO DO BICO DE PROJEÇÃO (mm)	PRESSÃO DE AR DURANTE A OPERAÇÃO (MPa)
7	25	19	0.28
9	32	25	0,32
10	38	32	0.39
17	44	41	0,53
21	50	44	0.60

Dependendo das condições de umidade poderá ocorrer um carreamento de água na forma de vapor no fluxo do ar comprimido, afetando de maneira adversa as operações de projeção. Um filtro ou dispositivo que absorva essa água poderá ser instalado na mangueira que sai do compressor. Os manômetros para medição da pressão de ar deverão ser mantidos em condições satisfatórias.



- Via úmida

O compressor para via úmida deverá ser capaz de suprir, no mínimo, 2,5 m³/min de ar por bico e a pressão deverá ser mantida constante, sem oscilações. No entanto, tal valor depende da quantidade de argamassa ou de cloreto a ser projetada. Valores últimos costumam ser obtidos com o uso da relação $P = V/2$, sendo P o volume mínimo de ar no compressor e V o volume de argamassa ou de concreto a ser projetado, por hora. A capacidade do compressor, na via úmida, independe do diâmetro do mangote utilizado no bombeamento e da distância ou altura da bomba ao ejetor.

b) Suprimento de água

A pressão de água nos equipamentos de mistura seca deverá ser constante, sendo um fluxo de 0,045 m³/min de água (45 l/min) a uma pressão aproximada de 0,56 MPa (5,6 kgf/cm) normalmente suficiente. A pressão de água, no bico, deverá ser superior à do ar comprimido para assegurar que haverá mistura adequada ao restante.

Os manômetros para medição da pressão de água deverão ser permanentemente mantidos em condições satisfatórias. A válvula de controle do volume de água, no bico, deverá ser de fácil manuseio para permitir o controle da quantidade de água adicionada

Nos equipamentos de mistura úmida, a água deverá ser adicionada no misturador, respeitados os parâmetros definidos no item 8.2 - Processo de Mistura Úmida, conjuntamente com o aglomerante e os agregados.

c) Suprimento de aditivo

Para aplicação de argamassa ou de concreto projetado onde seja necessário o uso de aditivos aceleradores de pega, estes poderão ser empregados utilizando-se métodos ou dosadores que assegurem sua mistura homogênea no traço e que permitam a aplicação da argamassa ou do concreto dentro dos prazos compatíveis com o início da pega.

No caso de uso de processo via úmida certos aditivos tais como incorporadores de ar ou redutores de água, devem ser misturados aos outros ingredientes, durante as operações de proporcionamento e mistura, similarmente ao concreto convencional.

Os dosadores deverão ser dimensionados adequadamente e sofrer manutenção periódica, de modo a garantir que o erro máximo na adição seja de 5% (conforme NBR 6118) e que o material esteja disperso de maneira uniforme na mistura. Os aditivos acelerados de pega, em forma líquida, poderão ser lançados diretamente de uma bomba dosadora ao bico ou então ser diluídos na água que chega ao bico (processo via seca).

- Outros equipamentos

Ao se utilizarem fibras de aço na argamassa ou concreto projetado deverão ser tomadas precauções especiais para evitar a formação de “ninhos” ou grumos de fibras, tais como a utilização de peneiras vibratórias ou não, durante o processo de adição. Nesses casos os procedimentos deverão ser previamente aprovados.



Caso sejam utilizados bicos de controle remoto, ou robô, o equipamento deverá ser capaz de ajustar o bico em qualquer direção, de modo que o mangoteiro possa controlar, rapidamente, a direção e o ângulo de incidência do jato.

8.4. Execução

- Preparação da superfície

A superfície destinada à aplicação da argamassa ou concreto projetado deverá ser limpa, previamente. Para isso deverá sofrer tratamento consistindo de ação mecânica sobre esta que, dependendo da situação, poderá ser por meio de jateamento de água e ar sob elevada pressão, jateamento de areia, jateamento de água e ar com moderada pressão, jateamento com ar comprimido, aplicação ou simples raspagem com escovas de aço. Recomenda-se, caso a superfície seja de concreto ou aço, o uso, preferencialmente, de jato de areia.

- Solo

Em casos de aplicação em solo este deverá estar bem compactado e próximo dos alinhamentos definitivos antes do início da projeção. Deverão ser retiradas as matérias orgânicas existentes, os gravetos, material solto ou resíduos que possam prejudicar a aderência concreto-solo.

A superfície deverá ser umedecida antes da aplicação; porém não poderá apresentar infiltrações de água. Nesses casos, poderão ser usados drenos perfurados ou canalizações superficiais para captação da água.

- Concreto e alvenaria

Quando a argamassa ou o concreto projetado for aplicado em superfícies de concreto, todo o material deteriorado ou que possa prejudicar a aderência do material projetado deverá ser previamente removido. Qualquer área a ser reparada deve ser escarificada de maneira que sejam removidas partes que possam originar alterações abruptas na espessura, a menos que seja utilizada armação adequada para isso. No perímetro de cavidades deverão transformar-se as arestas em taludes de 45° de inclinação.

Nesses casos, deverá ser removido todo o material solto, bem como ser utilizado jateamento de areia para remover resíduos de tinta, óleo, graxa e outros produtos contaminantes de modo a proporcionar a formação de superfície rugosa que melhore a aderência da argamassa ou de concreto projetado.

As superfícies de argamassa ou de concreto projetado em juntas de construção deverão ser limpas mediante jateamento de areia ou de ar e água a elevada pressão. Será permitido o uso de escovas de aço para efetuar a limpeza desde que o material não tenha atingido o tempo de fim de pega. A superfície deverá ser umedecida, tipo saturada superfície seca, imediatamente antes da projeção.

- Rocha

Superfícies de rocha deverão estar isentas de materiais soltos, lama e outros materiais que possam prejudicar a aderência concreto-rocha.



- Armação

Deverão ser obedecidas as prescrições referentes a classe, categorias, limpeza, dobramento, emendas, montagem, proteção e tolerância dos capítulos 10 e 11 da NBR 6118.

Recomenda-se que não sejam utilizadas armaduras de diâmetro superior a 20 mm.

Deverão ser tomadas precauções especiais na colocação da armadura, seja na forma de barras ou de telas, para evitar a criação de áreas congestionadas. O projeto e a colocação da armadura deverão levar esse fator em conta para que seja evitada a formação de bolsões de material segregado das barras.

O cobrimento de armadura deverá ser o maior entre os valores prescritos pela NBR-6118 e os seguintes:

- para revestimentos, lajes e paredes: 20 mm no caso de argamassa projetada e 40 mm para concreto projetado:
- para vigas e pilares: 40 mm - deverá ser evitada a amarração de barras emendadas por traspasse. Caso essas venham a ser utilizadas, deverão ser colocadas de maneira a apresentar a menor área de obstrução à passagem do fluxo de material. Deve-se evitar que duas barras paralelas fiquem adjacentes.

O menor espaçamento admissível entre barras de armadura deverá ser o maior dos valores: 2 diâmetros ou 60 mm.

Só deverão ser empregadas telas que tiverem espaçamento igual ou superior a 50 mm x 50 mm. O traspasse de telas emendadas deverá ser, no mínimo, de 1,5 malhas.

Recomenda-se que a armadura horizontal seja posicionada a uma distância mínima de 300 mm do chão, principalmente se este for constituído de solo não compactado ou de areia.

Após a projeção deverá ser evitado qualquer movimento ou deslocamento da armadura para que não advenham defeitos na região concretada.

- Aplicação

Os procedimentos para aplicação do concreto projetado para os processos de mistura seca, semi-úmida e úmida deverão seguir as exigências da CE 18:03.15-001 - Procedimentos para Projeção. A mão de obra a ser empregada, além de obedecer aos requisitos da norma citada, deverá também satisfazer às exigências da CE 18:03.15-002 - Roteiro para Qualificação do Mangoteiro.

A reflexão é característica inerente ao processo de lançamento do concreto projetado.

A quantidade de material refletido varia com a posição de trabalho, pressão de ar, consumo de cimento, consumo de água, granulometria dos agregados, uso de aditivos, densidade de armadura e de embutidos, espessura da camada. experiência do mangoteiro, tipo de superfície e formato da peça.



Se a forma de pagamento do concreto projetado for por custo unitário ou por administração (“cost plus”) deverão ser especificadas, para cada obra, as reflexões máximas permitidas, levando-se em consideração os tipos de superfícies (rocha, madeira etc.) e de aplicação.

TABELA 2

VALORES DE REFLEXÃO

TIPO DE APLICAÇÃO	REFLEXÃO (% EM PESO)	
	VIA SECA	VIA ÚMIDA
Próximo da vertical descendente (lajes, chão)	5 a 15	Até 10
Próximo da horizontal (paredes, taludes)	15 a 30	5 a 20
Próximo da vertical ascendente (tetos, abóbodas)	25 a 50	10 a 40

Será proibido o reaproveitamento de argamassa ou de concreto projetado para uso em locais onde haja requisitos de resistência e durabilidade, devendo ser removido dos locais de aplicação caso interfira nas operações de projeção. Nas aplicações em locais onde haja embutidos (armadura, telas, cambotas, tubos, etc) recomenda-se a remoção do material refletido, concomitantemente à projeção, através do uso de jato de ar comprimido operado por um auxiliar de mangoteiro. Será permitida a utilização do material refletido, como agregado, em locais onde não haja requisitos de resistência e durabilidade (enchimentos, pisos etc.).

Nesses casos deve-se aguardar pelo menos quarenta e oito horas a fim de evitar que a pega do cimento existente no material refletido interfira na pega do novo traço.

A tabela 2 indica valores para percentuais de reflexão encontrados em aplicações pelos processos de vias seca e úmida e que servem de referência para acompanhamento de serviços comuns, à exceção de trabalhos como: recuperação de estruturas, pequenas espessuras etc.

- Juntas de construção

As juntas de construção deverão ser taludadas até uma lâmina numa largura de 250 a 500 mm. Caso o projeto exija formação de construção em ângulo reto deverão ser tomadas precauções especiais para evitar ou remover da junta o material refletido.

A superfície de argamassa ou de concreto projetado deve ser preparada de acordo com o especificado no item 8.4 - Concreto e Alvenaria antes do lançamento da argamassa ou do concreto sobre ela.

- Acabamento

O acabamento natural obtido através da projeção deverá ser mantido, exceto se houver exigência contrária em projeto.

Caso seja exigido outro tipo de acabamento os procedimentos deverão ser os indicados na CE - 18:03.15-001.



- Cura e proteção

Imediatamente após a projeção e acabamento a argamassa ou o concreto projetado deve ser curado por umedecimento durante vinte e quatro horas. Para isso poderão ser usados dispositivos que permitam cura por imersão, por aspersão, por vapor de água ou ainda pelo uso de material de cobertura mantido continuamente molhado. A cura deverá prosseguir por um período mínimo de sete dias ou até que seja obtida a resistência média especificada em projeto. A utilização de compostos de cura dependerá de entendimento prévios entre as partes.

Caso sejam utilizados em superfícies sobre as quais outro concreto vá ser lançado e onde haja necessidade de aderência, sua remoção deverá ser realizada por meio de jateamento de areia. Quando a umidade relativa do ar for superior a 85%, será permitida cura natural.

Superfícies que não venham a receber concreto deverão ser adequadamente protegidas tanto da água quanto da poeira e dos impactos causados pela argamassa ou pelo concreto projetado.

- Reparos de defeitos

Toda argamassa ou concreto projetado que apresentar segregação, bicheiras, laminações, início de deslocamento, bolsões de areia, vazios ou outros defeitos que prejudiquem sua durabilidade ou capacidade portante deverão ser removidos. O reparo poderá ser feito com argamassa ou com concreto projetado. Os buracos deixados após a extração de testemunhos não poderão ser preenchidos com argamassa ou com concreto projetado.

8.5. Segurança

As operações de projeção do concreto podem ser nocivas, para os operadores particularmente, se o trabalho estiver sendo realizado em áreas confinadas

Os principais perigos incluem ocorrências durante a projeção propriamente dita, reflexão, entupimentos, quebra de equipamentos, queimaduras causadas por materiais cáusticos, deslocamentos e, no caso de via seca, presença de partículas finas em suspensão. Além das Normas Brasileiras de Segurança ao Trabalho, as seguintes precauções deverão ser tomadas:

- o mangoteiro deverá manter controle permanente do jato de concreto ou de argamassa de modo a evitar que este possa atingir outras pessoas presentes;
- todos os operadores e pessoas que estiverem próximos da projetora e do bico, durante a operação de projeção, deverão utilizar equipamentos de projeção individual que incluam capacete, luvas compridas impermeáveis, botas impermeáveis e aventais ou capas de projeção. No caso de via seca, será obrigatório o uso de máscaras ou de filtros contra partículas finas em suspensão; na via úmida será obrigatório o uso de óculos de proteção. Todo o equipamento de proteção deverá ser lavado freqüentemente e trocado sempre que estiver desgastado;
- deverá ser providenciada a colocação do produto protetor (creme, loção) em áreas do corpo sujeitas a contato com materiais cáusticos:



- caso haja utilização de fibras de aço no concreto projetado, o mangoteiro e as pessoas próximas à área de operação deverão utilizar vestimentas apropriadas, resistentes à penetração das fibras;
- quando ocorrer entupimento no mangote, deverá ser paralisada a alimentação de material da projetora e cortado o suprimento de ar comprimido. No processo de via úmida
- deverá proceder-se a despressurização do mangote. Só então poderá ser providenciado o desentupimento;
- caso ocorra uma ruptura do mangote, a alimentação da projetora deverá cessar e o suprimento de ar comprimido será interrompido;
- para evitar rupturas dos acoplamentos, que poderão apresentar riscos de acidentes, as conexões deverão ser rigorosamente inspecionadas e; quando gastas, deverão ser substituídas. Correntes ou cabos de segurança poderão ser usados para evitar vergastadas do conduto caso ocorra uma quebra;
- os operadores que estiverem trabalhando em contato direto com aditivos deverão utilizar proteções apropriadas.
- Inspeção

Todas as operações envolvendo o concreto projetado, desde a preparação dos materiais e equipamentos até o controle de qualidade do produto final, deverão ser inspecionadas por pessoal qualificado.

- Controle de qualidade dos materiais constituintes

Os aglomerantes, agregados, água e aditivos deverão ser amostrados com a frequência preconizada nas normas brasileiras e submetidos aos ensaios nelas requeridos.

- Controle de qualidade do equipamento

Os equipamentos envolvidos na operação de projeção deverão ser previamente aprovados. Recomenda-se que todas as balanças sejam aferidas mensalmente e os manômetros de controle de pressão do ar e da água sejam aferidos trimestralmente ou sempre que for notado algum desvio de leitura.

- Ensaio prévios

Deverão ser realizados freqüentemente ensaios prévios comprobatórios de que o construtor tem capacidade para obter um concreto ou uma argamassa que, a partir da utilização dos materiais, equipamentos e mão-de-obra disponíveis, atenda aos requisitos exigidos em projeto.

Para obras de pequeno porte, tais ensaios poderão ser dispensados, desde que seja demonstrado que para obras similares com o equipamento, mão-de-obra disponíveis e materiais similares tenha sido obtido um produto de características semelhantes ao desejado.



Recomenda-se que os ensaios sejam realizados com a necessária antecedência, não devendo ser permitido início das operações de projeção, antes que os resultados dos testes sejam conhecidos.

Deverão ser preparados pelo menos dois painéis de teste de, no mínimo, 600 mm x 500 mm e espessura de projetado de 70 mm ou três vezes a dimensão máxima do agregado acrescida de 20 mm, prevalecendo o maior. Os painéis devem ser de madeira, convenientemente dimensionados de modo a resistir aos impactos e ao peso do concreto ou argamassa, bem como estar solidamente fixados, com uma inclinação de 45°, para a realização da projeção.

Após a projeção, um dos painéis deverá ser utilizado para determinação de massa específica do concreto fresco, tempo de pega, determinação da relação água-cimento (caso não sejam usados aditivos aceleradores de pega) ou outro teste (absorção, permeabilidade, resistividade elétrica etc.)

Com relação ao segundo painel e na seqüência de operações, os corpos de prova dele extraídos deverão ser submetidos à cura com água até que sejam completadas as idades de ensaio. Dos corpos de prova extraídos, no mínimo três deverão ser ensaiados à compressão axial aos vinte e oito dias de idade, de acordo com a NBR-5738. Os corpos de prova deverão ser cilíndricos, com diâmetro mínimo de 50 mm.

Para a extração deve ser despregada a faixa perimetral do painel, de aproximadamente 100 mm de largura, e obedecidas as prescrições da NBR 7680.

As resistências à compressão obtidas deverão ser corrigidas no caso de relações altura-diâmetro inferiores a dois, conforme a NBR 7680.

Em obras onde se prevê grande volume de concreto ou de argamassa a ser projetado recomenda-se que sejam efetuados testes, em painéis, locados em posições semelhantes àquelas a serem encontradas nas operações reais. Nesses casos, quando for prevista a utilização de armadura, recomenda-se que esta seja reproduzida em alguns dos painéis, de modo a possibilitar a verificação da qualidade do produto final.

- Controle de aplicação

Recomenda-se que a aplicação do concreto ou da argamassa projetado seja continuamente acompanhada, controlando-se os materiais, os equipamentos, a preparação da superfície, as formas, as armaduras instaladas, a aplicação propriamente dita, a cura e a proteção das superfícies. Além disso, recomenda-se que sejam verificadas e anotadas as ocorrências de segregação, reflexão, eventuais descontinuidades no fornecimento do material, pressões do ar e da água, uniformidade do concreto ou da argamassa e o estado final da superfície.

- Requisitos da mão-de-obra

Será necessário que o mangoteiro tenha experiência prévia, usando equipamento similar ao proposto para a obra em questão ou que tenha passado no exame de qualificação.

- Roteiro para Qualificação do Mangoteiro



A equipe a ser utilizada na obra deverá demonstrar, durante a execução dos ensaios prévios, proficiência na alimentação e controle da máquina de projeção.

- Controle de alinhamento e espessura

Deverá ser providenciado, pelo construtor, dispositivo que permita orientar o mangoteiro sobre a espessura de concreto a ser projetado bem como sobre seu alinhamento. Para isso recomenda-se a instalação de guias de madeira, fios horizontais e verticais adequadamente dispostos, para orientar a operação de projeção, ou então por meio de cavilhas de aço de aproximadamente 6 mm de diâmetro e comprimento igual à espessura da camada a ser projetada.

Tais cavilhas deverão ser rigidamente fixadas à superfície, de modo a resistir ao impacto do jato, e devem ter espaçamento de aproximadamente 1,20 m.

- Controle de qualidade do concreto ou argamassa

O controle de qualidade do concreto ou argamassa projetados deverá ser rotineiro e englobar os aspectos da mistura, concreto ou argamassa frescos, e concreto ou argamassa endurecidos.

- Mistura

Durante as operações deverá ser continuamente controlada, visualmente, a alimentação da projetora, bem como o material de saída do bico.

No caso de processo de mistura seca não poderá haver empelotamento e a mistura de cimento e agregados deverá ser uniforme. Deverá ser verificado se o proporcionamento dos materiais está correto, inclusive a dosagem dos aditivos, líquidos ou em pó. A frequência a ser utilizada para a verificação de proporcionamento deve ser fixada, para cada obra.

Recomenda-se, entretanto, que seja seguido o especificado no item 8.3 - Proporcionamento e Mistura. No caso de processo de mistura úmida deve ser controlada, pelo menos uma vez por jornada de trabalho, a consistência da mistura de entrada na projetora, bem como determinada sua densidade e o valor da relação água-cimento.

- Concreto fresco

Logo após o término da projeção deverá ser verificada a existência de áreas imprópriamente projetadas, onde possa haver vazios ou início de deslocamentos.

Para isso o concreto deverá ser submetido ao impacto de instrumento, tipo martelo, principalmente nos locais onde o controle efetuado durante a projeção tenha indicado possível segregação de materiais, descontinuidade no fornecimento ou onde houver umidade superficial em excesso. Caso haja suspeita de que tenha ocorrido formação de bolsões de areia ou de agregados, bem como o preenchimento incorreto de zonas próximas à armadura, deverá ser feita verificação, por meio de instrumentos de impacto ou de forma pontiaguda, bem como um relato. Caso o fato seja comprovado, deverá ser efetuada uma ação corretiva imediata, de reparo do concreto. Tais efeitos não poderão ser aceitos.



Durante todo o transcorrer das operações de projeção deverão ser realizadas determinações de densidade, tempo de pega e relação água-cimento no início dos trabalhos e, no mínimo, a cada 40 m de concreto projetado adicional. Para isso poderão ser moldados painéis de madeira, similares aos indicados no item 8.5 - Inspeção. Poderá ser exigido que essas verificações sejam feitas mais amiúde.

Caso os resultados do teste indiquem valores considerados inadmissíveis, a mistura deverá ser corrigida.

- Concreto endurecido

O controle de qualidade do concreto endurecido deverá ser efetuado principalmente através de ensaios do material projetado em painéis de madeira.

Em obras de maior porte, principalmente no caso de túneis, deverão ser executados ensaios em concreto endurecido extraído do revestimento.

Os painéis de madeira deverão ser preparados e jateados de acordo com o indicado no item 8.5 - Ensaios Prévios - e deverão ser curados em condições idênticas ao concreto aplicado na obra.

Deverão ser efetuados ensaios logo no início das operações de concretagem e, a seguir, a cada 40 m³ de concreto preparado. No caso de túneis a freqüência deverá ser o menor valor entre o acima indicado, 20 m lineares de revestimento ou trinta dias desde a última amostragem.

Deverão ser obtidos doze corpos de prova, cúbicos ou cilíndricos. dos painéis e submetidos a ensaio de resistência à compressão axial aos vinte e oito dias de idade. Os ensaios, bem como o procedimento para extração e preparo dos corpos de prova deverão ser realizados obedecendo à NBR 7680. Deverão ser moldados tantos painéis quantos forem necessários para a retirada dos corpos de prova. Em geral, para corpos de prova cúbicos, um painel será suficiente.

Quando a especificação, para uma determinada obra, impuser testes no concreto projetado da estrutura definitiva a freqüência de amostragens deve ser, no mínimo, idêntica à ora indicada.

Ficará a critério da FISCALIZAÇÃO, de uma determinada obra, a exigência de testes em idades diferentes a vinte e oito dias.

Como complementação das informações necessárias ao controle de qualidade do concreto endurecido, poderão ser exigidos ensaios adicionais, destrutivos ou não-destrutivos, tais como: arrancamento de pinos, esclerometria etc.

- Controle de quantidade

Recomenda-se que o Controle de Quantidade de concreto projetado seja efetuado das maneiras descritas a seguir:

- a) por volume unitário

Para a medição deverá ser determinada a quantidade de material sólido ejetada através do bico.



Recomenda-se que, para obras que usem esse tipo de medição, haja especificação particular limitando os índices de reflexão.

b) por comprimento, área ou volume total

Para a medição deverá ser determinada a quantidade de concreto projetado teórico, utilizando-se para tal os desenhos e as especificações do contrato.

8.6. Aceitação e Rejeição

O critério de aceitação e rejeição do concreto projetado deverá levar em consideração os resultados obtidos no controle de qualidade de mistura, do concreto fresco, do concreto endurecido, bem como os controles de alinhamento, espessura e aplicação.

A aceitação poderá ser total ou parcial. No caso de concreto projetado aplicado em peças estruturais, tais como vigas e pilares, caso seja verificada alguma irregularidade que possa comprometer o desempenho da peça, deverá haver rejeição total.

Em aplicações de concreto projetado em grandes superfícies, como, por exemplo, na proteção de taludes, revestimentos de canais etc., poderá haver aceitação parcial caso haja algum defeito construtivo em determinada região. Caso o defeito seja generalizado, a rejeição deverá ser total.

Para cada obra deverá ser especificado, à parte, o critério de aceitação e rejeição de modo a ser compatibilizado com a utilização do material. Desta forma, os seguintes parâmetros, a serem determinados em ensaios de laboratório, poderão ser usados no critério, entre outros:

- resistência à compressão axial de corpos de prova obtidos de painéis de teste ou extraídos da estrutura;
- densidade;
- resistência elétrica volumétrica;
- permeabilidade; absorção.

Caso seja utilizada a resistência à compressão recomenda-se que sejam obedecidas as disposições do capítulo 15 da NBR 6118, da ABNT.

8.7. Procedimento para Aplicação

a) Condições gerais

- Função do equipamento

A função básica do equipamento de projeção de argamassa e de concreto é fornecer os materiais, ar e água ao bico de projeção, nas proporções corretas e a uma pressão satisfatória. A função do bico de projeção é converter o material seco, que vem pelo mangote, em argamassa ou em concreto, que é projetada a uma velocidade suficiente para que seja dirigido com



segurança a um determinado ponto, a alguma distância, onde ele, por impacto, ficará aderido à superfície.

- Posicionamento do equipamento

O posicionamento do equipamento, no Canteiro de Obras, deverá obedecer às recomendações à seguir:

O limite de desnivelamento do compressor deverá ser de 15°, tanto no sentido longitudinal como no transversal.

- Recomenda-se que a distância entre o compressor e a máquina projetora seja tal que evite a poeira desenvolvida no processo (mínimo 12 m)
- O compressor deverá ser colocado, preferencialmente, à sombra, em lugar fresco e ventilado.
- O compressor não deverá trabalhar em ambientes fechados tais como garagens, subsolos etc.
- É sempre recomendável manter a máquina injetora o mais próximo possível do local de aplicação.
- O comprimento total do mangote de transporte de material, desde a máquina até o bico, deverá ser o mais curto possível, sem curvas desnecessárias

Nota: Este processo visa economia, rapidez, aumento de produção e maior facilidade de comunicação entre o mangoteiro e o operador da máquina, pois a cada 15 m adicionais, na horizontal, e a cada 8 m de desnível em relação a máquina projetora, a pressão de operação deverá ser aumentada em 0,035 MPa

- Bomba d'água

A bomba d'água utilizada deverá possibilitar que a pressão da água seja de, no mínimo, 0,1 MPa mais alta que a pressão do ar de projeção. O fluxo de água fornecido deverá ser contínuo e ter pressão estável.

Nota: Diferenças de pressão inferiores conduzirão a uma hidratação insuficiente.

- Equipamentos auxiliares

Andaimes, plataformas, proteções e demais acessórios de forma a permitir a aplicação do concreto ou a argamassa projetados deverão ter condições perfeitas de estabilidade e segurança.

- Equipe de operação

Será constituída por:

- encarregado, com experiência anterior como mangoteiro e operador de máquina;
- mangoteiro;



- auxiliar de mangoteiro;
- operador;
- encarregado de traço;
- serventes para manuseio dos materiais, carregamento de máquinas e recolhimento e transporte do material refletido;
- pedreiros e ajudantes, para execução dos serviços de acabamento, quando necessários.

Nota: Como a qualidade do material projetado dependerá muito da equipe de operação, será essencial que esta seja experiente, principalmente no que diz respeito aos operadores de máquina e mangoteiros.

- Funções do mangoteiro

Cabe ao mangoteiro as seguintes atribuições:

- certificar-se de que o bico de projeção está em perfeitas condições de funcionamento e que o revestimento de borracha está bem preso e sem desgaste excessivo
- certificar-se de que o anel d'água está íntegro e sem desgastes, tendo seus furos limpos e desentupidos;
- certificar-se de que os mangotes estão colocados apropriadamente e suas conexões apertadas;
- certificar-se de que a superfície que vai receber o material projetado está devidamente preparada e limpa, sem poeira, material solto etc.;
- certificar-se de que a mistura vem regularmente pelo mangote, com pressão uniforme e adequada;
- regular o registro de água para obter uma compactação adequada do material projetado. com baixa porcentagem de reflexão e sem escorrimento;
- segurar o bico de projeção de maneira que a aplicação seja tão perpendicular quanto possível, em relação à superfície a ser concretada;
- direcionar as camadas do material projetado numa seqüência tal que assegure aos cantos um perfeito enchimento;
- manter o bico de projeção em movimento, em forma de elipse, de modo que as camadas finas projetadas cresçam uniformemente, na área de trabalho;
- comandar o operador de máquina;
- remover, em tempo hábil, os bolsões de areia e empolamentos que se formarem;



- projetar o material até as dimensões requeridas.

Nota: No início da aplicação de argamassa ou de concreto projetados o mangote deverá passar pelo bico apenas um jato de ar comprimido com um pouco d'água. A chegada é precedida pela mudança de som e velocidade do ar, permitindo o ajuste do suprimento de água, a fim de se obter argamassa ou concreto corretamente hidratados.

- Funções do auxiliar do mangoteiro

Dar apoio ao mangoteiro, preocupando-se principalmente em:

- remover com bico auxiliar de limpeza refletido da área de aplicação;
- movimentar os mangotes;
- retirar os bolsões de areia e o material dispersor não compactado (dispersão "over-spray");
- vigiar constantemente e prevenir qualquer vazamento, entupimento ou afrouxamento de conexões;
- agir como sinaleiro ou mensageiro do mangoteiro.

d) Condições específicas

- Distância do bico de projeção

Na aplicação de argamassa ou de concreto projetados, a distância do bico é regulada pelo tipo de superfície onde se projeta, pela pressão de saída no bico e pela posição de aplicação.

- Movimentação do bico de projeção

Nas operações normais, o jato de concreto deverá ser perpendicular ao plano de aplicação. Mantendo o jato perpendicular à superfície, o bico deverá ser movimentado constantemente, de preferência com movimento elíptico, de modo a distribuir o material uniformemente.

Notas:

- O mangoteiro não deverá ficar estático, apenas movimentando o bico de projeção de um lado para outro, modificando substancialmente o ângulo de impacto, pois isto acarretará um aumento da reflexão e da dispersão, resultando assim em um produto de baixa qualidade e em superfícies irregulares.
 - Com equipamento adequado, materiais selecionados e uma equipe treinada, a projeção do material será constante e sem pulsações.
- Quantidade de água

Pouca água torna a superfície projetada arenosa, aumenta a reflexão e a tendência à formação de bolsões de areia; a superfície assim executada é de difícil acabamento. Já um pequeno



excesso de água faz com que o material escorra ("escorrimento"); principalmente quando aplicado na posição "sobre-cabeça" qualquer escorrimento do concreto deverá ser removido.

- Espessura

Inicialmente o mangoteiro deve aplicar rapidamente uma fina camada de concreto sobre toda a superfície limpa para agir como camada de aderência, pois dessa forma as eventuais reflexões ou dispersões do material não se tomarão contaminações da superfície.

Geralmente, a espessura desejada de argamassa ou de concreto projetados é seguida através de várias camadas formadas pelo movimento constante do bico de projeção sobre a área que está sendo trabalhada. A espessura adequada por camada vai para projeção horizontal ou vertical, ou projeção por "sobre-cabeça".

A projeção de material muito molhado e em espessura demasiada leva à tendência de criação de bolsões de areia e descolamento no interior da massa, que é importante evitar. Estas fazem com que o produto perca a aderência e tenha suas propriedades prejudicadas

Camadas finas e freqüentes passagens sobre a área previnem a acumulação de dispersão na superfície fresca.

- Término da operação

Ao terminar a projeção, os mangotes e a máquina deverão ser completamente esvaziados, deixando-se o ar fluir através deles antes de desligar o compressor.

- Projeção na vertical

Quando o ponto de aplicação do concreto ou da argamassa projetados estiver em posição mais elevada que a máquina, os mangotes deverão ser esvaziados antes de ser interrompida a projeção; é aconselhável trabalhar com duplicidade de mangotes, de modo a garantir a continuidade dos serviços, na eventualidade de entupimentos.

Em serviços abaixo do nível da máquina, é aconselhável fazer uma "volta" em "O" no mangote, a fim de evitar pulsações e melhorar o fluxo de mistura em suspensão.

- Perdas na projeção

Dispersão ocorre quando parte dos componentes projetados é carregada pelo ar e dispersada em toda a volta do ponto de aplicação.

Notas:

- Em virtude do conteúdo de aglomeração e água parcela do produto e a sua baixa velocidade de impacto, a "dispersão" aderirá em qualquer superfície. Formas, ferragens, tubos, parafusos de ancoragem e todos os tipos de inserção poderão ser rapidamente cobertos pelo material disperso, mesmo não estando diretamente na área de impacto do bico.

A dispersão e a reflexão, por apresentarem grande redução do conteúdo de aglomerante e por não estarem adensados pela adequada velocidade de impacto, constituem material poroso e de



baixa resistência. A aderência entre as suas partículas é muito pobre, tanto com a superfície sobre a qual repousam, quanto com qualquer material que se aplique sobre elas. Se o material proveniente da dispersão ou reflexão for envolvido por concreto ou argamassa projetados, tornar-se-á um bolsão de material frágil e pouco denso.

Para evitar dispersões e reflexões de material, deverão ser executadas, inicialmente, superfícies em que este tipo de material tende a se acumular, como cantos e protuberâncias da superfície. Dessa forma, o material disperso ou refletido é constantemente recuperado no fluxo do material projetado.

- Bolsões de areia

Quando o material proveniente de reflexão não sai livremente, possibilita a formação de bolsões nas regiões em torno da área de aplicação, que podem ser cobertos por concreto ou por argamassa projetados frescos. Esses bolsões, constituídos de material pouco adensado e com baixo teor de cimento, são altamente prejudiciais à qualidade do serviço e deverão ser cuidadosamente retirados.

- Aderência de argamassa e de concreto projetados

Camadas superpostas bem aderidas resultam num produto homogêneo e monolítico que, ensaiado, deve apresentar a ruptura fora das interfaces.

A preparação adequada da superfície é indispensável para uma boa aderência do concreto ou da argamassa projetados. Para propiciar uma boa aderência entre um concreto convencional já curado e uma camada projetada, deve-se remover a camada superficial do concreto curado, através de corte, seguido de limpeza com jatos de areia, ar e água, e, só então, com a superfície ainda úmida e saturada, aplicar o concreto projetado. Outros processos de limpeza de superfícies que apresentem resultados equivalentes poderão ser utilizados.

Nota: O tamanho da área de trabalho selecionada deverá ser tal que possa ser mantida sempre úmida e saturada, até o completo término do serviço.

Uma técnica de aplicação que propicia boa aderência consiste em mover rapidamente o bico de projeção assim que o material começar a ser lançado, dirigindo-o a toda a área selecionada do trabalho, fazendo uma camada fina, quase como um forro. Assim que essa primeira camada de aderência for aplicada, o mangoteiro deverá recomençar com uma segunda camada sobre ela e assim sucessivamente. A segunda poderá ser projetada mais lentamente, permitindo que sua espessura seja maior. Durante a segunda camada, e em todo o tempo de aplicação, o mangoteiro deverá vigiar constantemente em toda a área de trabalho, procurando possíveis acumulações de dispersão ou reflexão. Deverá dar atenção especial para quaisquer projeção que ocasionem vazios ou ocos no material, pois estes são pontos críticos para formação de bolsões de areia

Quando uma área de serviço limitada estiver totalmente acabada, o mangoteiro aplicará somente ar para remover a reflexão e a dispersão das áreas adjacentes, antes da pega do concreto. Neste trabalho, deverá ser ajudado pela equipe, com o bico auxiliar de limpeza, desempenadeiras, escovas, mangueiras d'água etc.

- Cantos e junções



Algumas áreas requerem modificação das técnicas de projeção descritas. Ao projetar uma área vertical, que se estenda até o solo, a aplicação da camada de aderência deverá ser iniciada diretamente no canto, entre o piso e as paredes, a 45°. O mangoteiro deverá movimentar-se rapidamente ao longo da junção piso/parede, aplicando a primeira camada para garantir a aderência nesse canto e minimizar o acúmulo de reflexão. A concretagem das junções piso/parede deverá ser interrompida antes de se atingir o outro canto externo. A concretagem deverá ser executada no sentido inverso a partir desse canto, propiciando junta fora do canto. Depois da camada de aderência, uma segunda camada será feita no canto, iniciando um recôncavo.

Novamente o mangoteiro deverá movimentar-se rapidamente, ao longo da junção, procurando suavizar a curva, subindo a parede, com a espessura final especificada. A curvatura da junção ajudará a impedir que a reflexão se acumule e propiciará aos pedreiros uma superfície favorável para o acabamento do concreto.

Assim que tais recôncavos estiverem executados, a aplicação poderá continuar para as áreas lisas; no entanto, o mangoteiro deverá evitar perda de umidade superficial destes recôncavos, cobrindo-os, quando necessário, com novas camadas de material. Se houver retenção de retorno no recôncavo, a equipe deverá fazer uma raspagem dessa reflexão e o mangoteiro, retocar o concreto fresco. Esta técnica é aplicada a todos os cantos e junções (como na intersecção de suas paredes, parede e teto etc.).

- Camadas múltiplas

A ocorrência do início de pega da camada anterior será indispensável para que se possa aplicar uma nova camada subsequente.

Compostos utilizados para a cura, que forem aplicados nas superfícies que vão receber outras camadas de concreto projetado, poderão prejudicar a aderência, devendo ser previamente removidos.

O uso com sucesso, do concreto projetado em seções estruturais mais largas requer camadas múltiplas e planejamento cuidadoso, formas apropriadas, habilidade e cuidado contínuo na aplicação. O diâmetro do bico de projeção deverá ser adequado, de modo a minimizar os efeitos da pane de projeção e produzir uma aplicação uniforme e densa, mesmo nos locais difíceis.

Peças estruturais ou paredes grossas são freqüentemente construídas em concreto projetado, numa só aplicação. Esta técnica requer uma armação bem amarrada para ajudar a suportar o peso do concreto fresco. O mangoteiro deverá começar na base da peça, num ângulo de aproximadamente 45°, da frente para o fundo. Com o bico mantido a 45° da superfície, o mangoteiro deverá continuar a projetar até a espessura total da seção e assim até a parte superior da parede. Água excessiva, nesta aplicação, causará o escorrimento do concreto, arruinando o trabalho. A mesma atenção dispensada aos efeitos da reflexão e da dispersão será necessária quanto à armação neste tipo de aplicação.

Não é aconselhável a aplicação de argamassa ou de concreto projetados em peças ou regiões estreitas e profundas.



9. ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Estas especificações destinam-se a orientar a construção de edificações previstas no escopo de fornecimento.

9.1. Alvenaria de Blocos de Concreto

Serão utilizados os blocos de concreto de 19 x 19 x 39 cm, tipo REAGO ou similar, nos locais indicados no projeto.

Os blocos deverão ser compactos, bem curados, homogêneos e uniformes, quanto às dimensões, textura e cor, sem defeitos de moldagem, tais como fendas, ondulações e cavidades. Suas características técnicas deverão se enquadrar no especificado pela NBR-7173.

As alvenarias de blocos de concreto serão executadas conforme as dimensões e alinhamentos determinados no projeto.

Antes do assentamento, os blocos serão molhados. O assentamento será executado com argamassa de cimento e areia, no traço 1:4, aplicada de forma a preencher todas as superfícies de contato.

9.2. Cobertura em Telhas Sobre Estrutura de Madeira

9.2.1. Materiais

Serão utilizadas telhas metálicas ou de fibrocimento, conforme indicado no projeto.

A madeira a ser utilizada para sustentação da cobertura, deverá ser de primeira qualidade e aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

Seja qual for o tipo de madeira, será isenta de quaisquer defeitos, tais como nós, trincas e outros.

As peças de madeira deverão ser armazenadas em pilhas, convenientemente distanciadas entre si, em local seco, drenado e protegido do contato com o solo.

Para a perfeita fixação das peças de madeira à estrutura de concreto, deverão ser deixadas, durante a concretagem, grapas de aço galvanizado, embutidas no concreto, equidistantemente colocadas, com comprimento suficiente para abranger a altura da peça de madeira. As pontas serão rosqueadas, para fixação por meio de porcas.

As telhas serão fixadas à estrutura de madeira com ferragens adequadas, garantindo os alinhamentos e recobrimentos necessários a tornar o telhado perfeitamente estanque.

A colocação das telhas deverá obedecer às especificações do Fabricante, tomando-se cuidados especiais com relação à fixação por pregos ou parafusos galvanizados, de modo que os furos nas telhas e a colocação das arruelas plásticas se façam conforme os dados de fábrica.

Serão colocadas todas as peças complementares, tais como rufos, tampão e apoios, onde e como indicado no projeto.



9.3. Revestimento de Paredes

Os materiais componentes dos revestimentos de mesclas (cimento, areia, cal, água) serão da melhor procedência, para garantir uma boa qualidade dos serviços.

O armazenamento dos materiais deverá ser feito em áreas reservadas para tal fim, em local seco e protegido.

9.3.1. Execução dos Serviços

Chapisco:

Toda a alvenaria a ser revestida será chapiscada, depois de convenientemente limpa. Os chapiscos serão executados com argamassa de cimento e areia, no traço 1:4. Após a aplicação, dever-se-á alisar grosseiramente a superfície, com a própria colher, de modo a que se apresente plana e áspera.

Serão chapiscadas também todas as superfícies lisas de concreto, tais como tetos, montantes, vergas e outros elementos da estrutura que ficarão em contato com a alvenaria, inclusive fundo de vigas.

Emboço (massa grossa):

O emboço de cada pano de parede só poderá ser iniciado depois de embutidas todas as canalizações projetadas, concluídas as coberturas e após a completa pega das argamassas de alvenaria e chapisco.

A argamassa a ser utilizada será de cimento e areia, no traço 1:3 ou de cimento, cal e areia, no traço 1:2:9.

Depois de sarrafeados, os emboços deverão apresentar-se regularizados e ásperos, para facilitar a aderência do reboco. A espessura máxima dos emboços será de 15 mm.

Reboco (massa fina):

A execução do reboco será iniciada após a completa pega do emboço, com a superfície limpa, com vassoura e suficientemente molhada, com brocha.

Antes do início do reboco, deverão ser verificados se os marcos e peitoris já se encontram colocados.

A argamassa a ser utilizada será de pasta de cal e areia fina, no traço 1:2.

Os rebocos, regularizados e desempenados, a régua e desempenadeira, deverão apresentar aspecto uniforme, com paramentos perfeitamente planos, não sendo tolerada qualquer ondulação ou desigualdade de alinhamento da superfície.

O acabamento final deverá ser executado com desempenadeira revestida com feltro, camurça ou borracha macia.



A espessura máxima do reboco será de 10 mm.

9.4. Revestimento de Pisos

9.4.1. Contra Pisos

A superfície do contra piso deverá ser plana, porém rugosa, nivelada ou em declive, conforme indicação de projeto.

Quando não houver indicação no projeto, deverá ser adotada espessura mínima de 60 mm, com consumo mínimo de cimento de 210 Kg/m³, adicionando-se impermeabilizante, conforme prescrição do fabricante e orientação da FISCALIZAÇÃO.

9.4.2. Piso Cimentado Liso

Deverá ser executado com espessura mínima de 20 mm e com cimento de fabricação recente.

A superfície deverá ser dividida em painéis, com juntas plásticas alinhadas, colocadas juntamente com a execução do revestimento e espaçadas conforme projeto arquitetônico. Deverá ser usado gabarito, para garantir a linearidade e o alinhamento das juntas.

A superfície final deverá ser desempenada e alisada a colher, após o polvilhamento com cimento, misturado ou não com corante, de acordo com indicação da FISCALIZAÇÃO.

9.4.3. Piso Cerâmico

Serão de primeira qualidade, com dimensões, tipo e cor definidos no projeto, ou, na inexistência deste, a critério da FISCALIZAÇÃO.

As juntas deverão ser perfeitamente alinhadas, com largura máxima de 1,2 mm, para ladrilhos de dimensões inferiores a 0,20 x 0,30 m e de 2 mm, para os de dimensões superiores. O rejuntamento será feito com aplicação de cimento, na cor determinada em projeto, no mínimo setenta e duas horas após o término do assentamento.

9.4.4. Piso Vinílico e Piso em Placas de Borracha

Serão assentados sobre camada de regularização, com emprego de cola ou massa adesiva recomendadas pelo Fabricante. A camada de regularização deverá estar limpa e seca.

As cores serão indicadas em projeto, ou conforme orientação da FISCALIZAÇÃO.

9.5. Esquadrias de Madeira

Será utilizado o compensado de cedro, encabeçado em madeira de lei, para as portas, conforme indicado no projeto. Os elementos de madeira deverão ser cuidadosamente armazenados em local seco e protegido.



O núcleo da porta e elementos afins deverão obedecer ao indicado no projeto. O batente, de 4,5 x 15 cm, será aparafusado no contra marco de madeira, de 12 x 1,5 cm, que, por sua vez, será fixado com chumbador.

9.6. Esquadrias de Alumínio

9.6.1. Materiais

Todo o material a ser empregado nas esquadrias de alumínio deverá obedecer ao indicado no projeto.

As esquadrias deverão ser fabricadas em rigorosa observância ao projeto. Após a sua fabricação e até a sua colocação, as esquadrias deverão ser recobertas com papel crepe, para proteção de suas superfícies, especialmente na fase de montagem.

A colocação das esquadrias obedecerá ao nivelamento, prumo e alinhamento indicados no projeto. Os caixilhos serão instalados por meio de contramarcos ou chumbadores de aço, rigidamente fixados na alvenaria e convenientemente isolados do contato direto com o alumínio.

Os contramarcos serão montados com as dimensões dos vãos correspondentes; a sua fixação na alvenaria será feita por dispositivos e processos que assegurem a rigidez e estabilidade. Cuidado especial deverá ser tomado para que as armações não sofram distorções, quando aparafusadas aos chumbadores ou marcos.

As juntas entre os quadros ou marcos e a alvenaria ou concreto deverão ser tomadas com calafetador que apresente plasticidade permanente. Após a colocação das esquadrias de alumínio, dever-se-á protegê-las com aplicação provisória de vaselina industrial ou óleo, que será removido no final da obra.

9.7. Esquadrias Metálicas

9.7.1. Portas em Chapa Dobrada

Todo o material a ser empregado deverá estar de acordo com os respectivos desenhos e detalhes do projeto, sem defeitos de fabricação.

As esquadrias deverão ser fabricadas em rigorosa observância ao projeto. O armazenamento deverá ser feito em local seco e protegido.

A colocação das portas deverá obedecer ao nivelamento, prumo e alinhamento indicados no projeto. Serão fixadas cantoneiras, através de chumbadores, na alvenaria ou concreto, para a instalação das portas, conforme indicado nos detalhes do projeto.

9.7.2. Portas de Enrolar

Serão utilizadas portas metálicas de enrolar, onde indicado no projeto.

A colocação das portas de enrolar far-se-á conforme indicado no projeto e obedecendo-se às recomendações do Fabricante, desde que aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.



9.7.3. Fechamentos com Tela Metálica

Será utilizada tela metálica quadrangular de 3", fio 14, da Pagé ou similar, onde e como indicado no projeto. A estrutura para fixação das telas será de ferro ou tubo de ferro galvanizado, conforme o caso. O armazenamento dos materiais componentes será feito em local seco e protegido.

9.8. Ferragens

Todas as ferragens deverão obedecer às indicações e especificações constantes do projeto, quanto ao tipo, função e qualidade. As ferragens deverão ser fornecidas acompanhadas dos acessórios, bem como de parafusos para fixação nas esquadrias.

Para evitar escorrimento ou respingos de tinta nas ferragens não destinadas à pintura, deve-se protegê-las com tiras de papel ou fita crepe.

9.9. Vidros

Serão utilizados vidros primeira qualidade, lisos, planos e transparentes ou tipo fantasia, com espessura de 4 mm. Deverão ser obedecidas as recomendações da NBR-11706, da ABNT.

9.10. Pinturas

9.10.1. Pintura Impermeabilizante à Base de Silicone

Será utilizada tinta impermeabilizante à base de silicone, incolor, nas superfícies de concreto aparente e nas alvenarias de tijolos aparentes, conforme indicado no projeto. Sobre a superfície, previamente limpa, será aplicada a primeira demão da tinta, à brocha, até a saturação da superfície. A segunda demão só será aplicada após a primeira estar completamente seca.

9.10.2. Pintura Látex, à Base de PVA

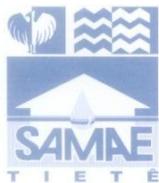
As alvenarias revestidas com massa fina receberão pintura com tinta látex à base de PVA, na cor branca, sobre primer indicado pelo Fabricante.

Manchas de óleo, graxas ou quaisquer outras deverão ser removidas da superfície. A tinta látex será então aplicada, em duas ou mais demãos, de modo a cobrir uniformemente toda a superfície.

9.10.3 Esmalte Acrílico

As telhas de fibrocimento receberão pintura com esmalte acrílico, conforme indicado no projeto. As superfícies, após a limpeza, serão preparadas com uma demão de tinta primária recomendada pelo Fabricante, conforme o tipo de material a ser pintado.

Após a completa secagem do primer, será aplicada a primeira demão do esmalte acrílico. A segunda, só será aplicada depois de completamente seca a primeira.



9.10.4 Tinta a Óleo

Em esquadrias de madeira:

As superfícies de madeira serão previamente lixadas e completamente limpas de quaisquer resíduos. Eventuais imperfeições serão corrigidas com massa. Em seguida, lixar com lixa nº 00 ou nº 000, antes da aplicação da pintura base.

Serão aplicadas uma demão de tinta de fundo para impermeabilização e uma demão de massa corrida à base de óleo. Em seguida, lixar a seco, com limpeza do pó. Depois serão aplicadas duas ou mais demãos de tinta de acabamento, com retoques de massa, antes da segunda demão.

Em esquadrias metálicas (ferro):

Serão removidas as ferrugens, rebarbas e escórias de solda, com escova, palha de aço, lixa ou outros meios. Deverão também ser removidas graxas e óleos, com ácido clorídrico diluído e depois com água de cal. Com as superfícies limpas e secas, será aplicada uma demão de primer anticorrosivo. Aí serão então aplicadas duas ou mais demãos de tinta de acabamento.

9.11. Impermeabilização e Proteção Térmica

Têm por objetivo a estanqueidade da obra, de forma a mantê-la protegida contra qualquer tipo de infiltração de água. A estanqueidade estará assegurada quando forem utilizados materiais impermeáveis adequados e de permanência definitiva.

A impermeabilização deverá ser aplicada apenas em superfícies resistentes, uniforme e perfeitamente secas, sendo obrigatório um mínimo de cinco dias de sol antes do início de seus serviços. Os tipos de impermeabilização são determinados em função da forma de penetração de água. Para efeito desta determinação, deverá ser considerada a penetração de água devido a pressão, percolação e umidade de solo; os tipos de impermeabilização decorrentes poderão ser de concretos e argamassas impermeáveis, membranas asfálticas ou poliméricas, revestimentos e pinturas impermeabilizantes.

A aplicação dos materiais impermeabilizantes, indicados no projeto, deverá seguir as recomendações dos fabricantes a ser feita por pessoal habilitado, tornando-se todas as precauções contra intoxicações e infiltração de gases.

Antes do início do trabalho de aplicação da impermeabilização, as superfícies deverão estar convenientemente tratada.

Todos os materiais a serem utilizados deverão ter prévia autorização da FISCALIZAÇÃO da obra.

10. URBANIZAÇÃO

Os serviços de urbanização serão executados conforme projeto e/ou determinação da FISCALIZAÇÃO, levando-se em conta a programação das fases de execução de outros serviços.



10.1. Portões

Os portões serão executados com tubos de ferro galvanizado e tela prensada de arame ou revestida de PVC, soldada, em quadro de ferro cantoneira.

Para fixação e suporte, deverá ser executado pilar de concreto ou tubo de aço galvanizado, enchido com argamassa de cimento e areia, apoiado sobre blocos, com dimensões tais que permitam a sustentação adequada do portão. Os pilares, que sustentarem portão de duas folhas (entrada de veículos), serão unidos por viga baldrame.

Os pilares deverão ser pintados com tinta latex para exterior. As peças componentes do portão deverão ser lixadas e limpas com solventes e receber uma demão de primer zarcão. A pintura de acabamento deverá ser com duas demãos de esmalte sintético.

As ferragens deverão ser fornecidas pela CONTRATADA, de acordo com orientação da FISCALIZAÇÃO.

10.2. Cercas de Tela Tipo Alambrado

Serão utilizados mourões de concreto, tipo alambrado, com espaçamento de no máximo 2,50 m, fixados através de blocos de concreto. A vedação será com tela de arame ou tela de arame revestido de PVC, com malha de, no máximo, 5 x 5 cm, do início da mureta até o início da deflexão do mourão, completada com fios de arame farpado.

A fixação da tela na parte inferior será chumbada, com grampos de arame galvanizado, na mureta, constituída de duas fileiras de blocos de concreto ou de tijolos comuns, na altura definida no projeto.

O revestimento na face superior e nas laterais da mureta será de argamassa.

Nos pontos de mudança de direção, interrupção e intermediários, de trechos longos, os mourões deverão ser escorados com escoras de concreto colocadas com inclinação de 45°, em vãos máximos de 25 m de extensão. A pintura de acabamento será com tinta latex.

10.3. Plantio de Gramas em Placas

Deve-se proceder à limpeza, regularização e preparo da superfície, com revolvimento do solo, para se obter uma camada, de até 0,20 m, com granulação homogênea. Deixar o solo descansar durante trinta dias; verificar o pH do solo e, caso necessário, fazer as correções devidas. Fazer plantação de grama isenta de vegetação parasitária; adubação orgânica, natural ou química; cobertura com terra vegetal peneirada. As placas deverão receber uma compactação dosada, para que as raízes da grama tenham contato mais íntimo com o solo. Fazer eventual cravação de piquetes em taludes; proteção; remoção do material excedente e manutenção por um prazo de sessenta dias; inclusive, a primeira poda da grama só deverá ser feita depois que o gramado tenha "fechado"; rega constante, até que as placas fiquem homoganeamente arraigadas ao terreno.



10.4. Plantio de Arbustos e Árvores

Preparo das covas (tamanho mínimo de 0,40 x 0,40 x 0,40 m); a terra do plantio deverá estar livre de ervas daninhas, apresentando boa estrutura granulométrica; deverá ser incorporado esterco de curral, bem curtido, ou similar, na proporção de 100 l/m³ de terra. Quando necessário, corrigir o pH do solo e, após quinze dias, aplicar uma adubação com NPK, de 10:10:10, na base de 500 g/m³ de terra. Após a colocação da muda no centro da cova, completar o vão formado com a terra adequada, compactando-a ao redor do torrão da planta. Fazer irrigação, logo após o plantio; todas as mudas isoladas deverão ser amparadas por meio de leitores, que não deverão injuriar as raízes; dar proteção e manutenção, até à pega final.

11. ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÃO

11.1. Materiais

Todos os materiais necessários à completa execução da obra serão fornecidos pela EMPREITEIRA.

11.2. Transporte, Manuseio e Armazenamento de Tubos e Peças

Os tubos deverão ser armazenados em depósitos dentro do canteiro de serviços ou, a critério da FISCALIZAÇÃO, dispostos ao longo do caminhamento das valas. A carga e descarga deverão ser efetuados com os cuidados necessários, evitando-se choques e rolamento.

Toda a operação que envolva o manuseio dos tubos e peças deverá ser realizada com auxílio de meios mecânicos.

A FISCALIZAÇÃO poderá impugnar os equipamentos que, a seu critério, forem inadequados às condições de operação. Somente em casos especiais poderão ser usados pórticos com talhas, paus de carga, tripés e outros acessórios deslocáveis manualmente.

11.3. Instalação da Tubulação

A execução de serviços em redes de água e esgotos, deverá atender os projetos e determinações da FISCALIZAÇÃO, levando-se em conta o cumprimento do cronograma e programação do trabalho preestabelecidos.

O tipo de tubo a ser utilizado será o definido em projeto. Na execução dos serviços deverão ser observadas, além destas Especificações, as instruções dos Fabricantes, normas da ABNT e outras aplicáveis.

Visto que a maioria destes serviços serão executados em áreas públicas, deverão ser observados os aspectos relativos à segurança dos transeuntes e veículos, bem como os locais de trabalho deverão ser sinalizados, de modo a preservar a integridade dos próprios operários e equipamentos utilizados.



Deverão ser definidos e mantidos acessos alternativos, evitando-se a total obstrução de passagem de pedestres e/ou de veículos.

O assentamento da tubulação deverá seguir paralelamente à abertura da vala. No caso de esgotos, deverá ser executado no sentido de jusante para montante, com a bolsa voltada para montante. Nas tubulações de água, a bolsa, preferencialmente, deverá ficar voltada contra o fluxo do líquido.

Sempre que o trabalho for interrompido, o último tubo assentado deverá ser tamponado, a fim de evitar a entrada de elementos estranhos.

A descida dos tubos na vala deverá ser feita cuidadosamente, manualmente ou com o auxílio de equipamentos mecânicos. Os tubos deverão estar limpos, desimpedidos internamente e sem defeitos. Cuidado especial deverá ser tomado com as partes de conexões (ponta, bolsa, flanges etc.), contra possíveis danos na utilização de cabos e/ou de tesouras

Na aplicação normal dos diferentes tipos de materiais, deverá ser observada a existência ou não de solos agressivos à tubulação e as dimensões mínimas e máximas de largura das valas e recobrimentos definidos pelo projeto e pela FISCALIZAÇÃO.

O fundo da vala, em terreno seco onde não haja rocha, deverá ser uniformizado e rebaixado, a fim de que a tubulação se assente em todo o seu comprimento.

Especial atenção será dada à necessidade de escoramento da vala, bem como sua drenagem.

Os tubos deverão ser assentados alinhados. No caso de deflexões verticais e horizontais no ponto de conexão dos tubos, deverão ser respeitadas as tolerâncias admitidas pelo Fabricante.

Nos itens a seguir estão descritos os procedimentos para execução dos diversos tipos de juntas, de acordo com o tipo de tubo. São instruções básicas que, a critério da FISCALIZAÇÃO, poderão sofrer pequenas modificações na forma de execução.

11.3.1 Tubo de Ferro Fundido com Junta Elástica

A junta elástica é constituída pelo conjunto formado pela ponta de um tubo, pela bolsa contígua na tubulação e pelo anel de borracha. Para sua montagem, observar os seguintes preceitos:

- a) limpar eficientemente o alojamento do anel de borracha existente no interior da bolsa do tubo montado anteriormente e a ponta do tubo a ser conectado. Utilizar escova de aço ou raspador, removendo, posteriormente, com auxílio de um pano ou estopa, todo o material estranho. Da mesma forma, com o auxílio de estopa, limpar o anel de borracha;
- b) colocar o anel de borracha em seu alojamento na bolsa do tubo. A face mais larga do anel, onde se localizam os furos, deve ficar voltada para o fundo da bolsa do tubo;
- c) descer o tubo para a vala, alinhando-o e nivelando-o;
- d) lubrificar o anel de borracha e cerca de 10 cm da ponta do tubo, utilizando o lubrificante recomendado pela fábrica, ou glicerina ou água de sabão de coco, nos pequenos e médios



- diâmetros, ou ainda, outro lubrificante aprovado pela FISCALIZAÇÃO. É vedado o uso de óleo mineral ou graxa;
- e) centrar convenientemente a ponta e introduzida na bolsa, até encostar no anel, mantendo o alinhamento e nivelamento do tubo;
 - f) introduzir a ponta, até que a sua extremidade fique distanciada de 10 mm do fundo da bolsa, para livre dilatação e mobilidade da junta. Nesta operação utilizar alavanca simples, para DN 50 a 100; uma talha tipo "tirfor" de 1.600 kgf, para DN 150 a 300, uma talha tipo "tirfor" de 3.500 kgf, para DN 350 a 600; duas talhas tipo "tirfor" de 3.500 kgf cada, para DN 700 a 1.200;
 - g) após o encaixe da ponta do tubo, verificar se o anel de borracha permaneceu no seu alojamento e escorar o tubo com material de reaterro.

11.3.2 Tubo de Ferro Fundido com Junta Flangeada

A junta de flanges é constituída por dois flanges, que comprimem uma arruela de borracha ou amianto grafitado (dependendo da classe), através de parafusos com porcas, em quantidade que depende do diâmetro nominal da tubulação e da pressão de serviço.

Os flanges, quando verticais, deverão ser posicionados de maneira que os dois furos consecutivos inferiores fiquem no mesmo plano horizontal.

Os flanges, quando aplicados a uma derivação vertical superior, deverão ser cuidadosamente horizontalizados. Neste caso, o plano vertical que contém o eixo do tubo-base deverá passar pelo centro do flange e a igual distância de dois furos consecutivos.

Para sua montagem, observar os seguintes preceitos:

- a) limpar as faces dos flanges, eliminando todos os resíduos;
- b) alinhar os tubos e dispor os furos dos flanges uns em frente aos outros, não sendo admitida deflexão de nenhuma ordem;
- c) introduzir a arruela de vedação entre os flanges e colocar os parafusos com as porcas;
- d) apertar gradual e sucessivamente os parafusos diametralmente opostos.

11.3.3 Tubo de PVC com Junta Elástica

Para sua montagem, observar os seguintes preceitos:

- a) limpar cuidadosamente, com estopa, o interior da bolsa e o exterior da ponta;
- b) introduzir o anel de borracha no sulco da bolsa;
- c) aplicar o lubrificante recomendado pela Fábrica, glicerina, água de sabão de coco, ou outro aprovado pela FISCALIZAÇÃO, no anel de borracha e na superfície externa da ponta. Não usar óleo mineral ou graxa;



- d) introduzir a ponta chanfrada do tubo até o fundo da bolsa; fazer uma marca no tubo e depois recuar 10 mm.

11.3.4 Tubo Cerâmico com Junta de Argamassa

Os tubos cerâmicos com junta de argamassa são destinados à condução de líquidos não-agressivos, sob pressão atmosférica. Este tipo de junta só será permitido com a autorização da FISCALIZAÇÃO e em locais onde não haja presença de lençol freático.

Para sua montagem, observar os seguintes preceitos:

- a) antes de baixar os tubos à vala, verificá-los cuidadosamente quanto à limpeza e aos defeitos;
- b) colocar juta ou estopa alcatroada na ponta do tubo, centrar e introduzir na bolsa de espera;
- c) com ferramenta apropriada (estopador), ajustar a juta no fundo da bolsa, de modo a proporcionar um espaço vazio de 5,0 cm, a contar da extremidade da bolsa;
- d) colocar argamassa de cimento e areia lavada, no traço 1 :3, em volume, na bolsa e centrar perfeitamente a ponta em relação à bolsa, avaliando o nivelamento da geratriz inferior interna dos tubos;
- e) respaldar externamente a argamassa, deixando uma inclinação de 45° em relação à superfície do tubo e a partir da aresta externa da extremidade da bolsa.

11.3.5 Tubo Cerâmico com Junta Asfáltica

Os tubos cerâmicos com junta asfáltica são destinados à condução de esgotos sanitários, sob pressão atmosférica.

Para sua montagem, observar os seguintes preceitos:

- a) antes de baixar os tubos à vala, verificá-los cuidadosamente quanto à limpeza e aos defeitos;
- b) colocar juta ou estopa alcatroada na ponta do tubo, centrar e introduzir na bolsa de espera;
- c) com ferramenta apropriada (estopador), ajustar a juta no fundo da bolsa, de modo a que proporcionar um espaço vazio de 5,0 cm, a contar da extremidade da bolsa;
- d) aplicar asfalto ou piche de alcatrão, misturado com areia fina e breu, convenientemente derretido. Para facilitar, colocação, deverá ser feita, com argila, uma espécie de anel (cachimbo) que impeça a extravasão do asfalto. O asfalto deverá ser lançado de uma só vez, com recipiente apropriado, somente em um dos lados do cachimbo, até a extravasão total do lado oposto, garantindo, assim, o perfeito enchimento;
- e) retirar o cachimbo das juntas para verificação do total enchimento;
- f) avaliar o nivelamento da geratriz inferior interna dos tubos.
- g) efetuar o teste de fumaça.



11.3.6 Tubo de Concreto com Junta de Argamassa

São os tubos de concreto simples ou armado, de seção circular, destinados à condução de águas pluviais e de líquidos não-agressivos, sob pressão atmosférica.

Para a sua montagem, no que couber, observar os preceitos do item 11.3.4.

No caso de assentamento, onde o subsolo contém água, as juntas deverão ser obrigatoriamente protegidas por um capeamento de argamassa de cimento e areia, no traço 1:1, em volume, contendo material impermeabilizante.

11.3.7. Tubo de Concreto com Junta Elástica

São os tubos de concreto simples ou armado, de seção circular, destinados à condução de esgotos sanitários, sob pressão atmosférica, de acordo com norma NBR 8890 da ABNT.

Para a sua montagem, no que couber, observar os preceitos do item 11.3.1.

11.3.8. Tubo de Aço

Os tubos e peças especiais deverão, antes de qualquer manuseio, ser reforçados em suas extremidades, com cruzetas de madeira firmemente colocadas, que somente serão removidas com autorização da FISCALIZAÇÃO.

Para sua montagem, observar os seguintes preceitos:

a) Disposições gerais

A Contratada deverá tomar todas as precauções para manter a tubulação livre de sujeira, resíduos, pedaços de solda ou qualquer outro corpo estranho, durante a execução das obras. A toda suspensão dos trabalhos, as extremidades da tubulação instalada deverão ser tamponadas.

O assentamento da tubulação deverá ser executado com a verificação das cotas do fundo da vala e das cotas da geratriz externa superior do tubo, a cada 20 m, de modo que respeitem as cotas do projeto e que os serviços possam desenvolver-se em várias frentes, sem a necessidade de correções de cotas nos encontros. A FISCALIZAÇÃO efetuará a verificação das cotas, antes do posicionamento final.

Os tubos, uma vez baixados às valas, somente poderão ser deslocados longitudinalmente quando suspensos por meios adequados, ou assentados sobre sacos de aniagem, rolos de borracha ou *dollies*.

A montagem prévia de elementos componentes da tubulação poderá ser efetuada fora da vala, desde que o conjunto não ultrapasse 15m de comprimento.

As curvas de ângulo inferior ou igual a vinte e dois graus e trinta minutos, poderão ser obtidos por cortes nas extremidades dos tubos contíguos. Para ângulos acima de vinte e dois graus e trinta minutos, serão utilizadas curvas pré-fabricadas, conforme Norma SABESP 0100-E119 a E123.

b) Soldagem



Os tubos e peças especiais a serem montados, serão fabricados com chapas de aço, de conformidade com a Norma ASTM-A.245, grau C, para chapas finas, e com a Norma ASTM-A.283, grau D, para chapas grossas.

As ligações entre os elementos constituintes da tubulação serão obtidas por soldagem elétrica, a arco protegido ou submerso, e serão executadas por processos e mão-de-obra qualificados, observadas as prescrições constantes do Guia de Soldagem 01-00, da Norma ABNT MB 262 e, nos casos omissos, da Norma AWWA C 206.

Antes do início das operações de soldagem, deverá ser apresentada à FISCALIZAÇÃO descrição pormenorizada dos processos de soldagem que serão adotados.

c) Qualificação dos soldadores

Todas as soldas efetuadas no campo deverão ser marcadas, a fim de se identificar o soldador ou operador de equipamento automático, com estampos de aço de 1 centímetro, em letras e números.

O procedimento para testes e qualificação de soldadores seguirá as exigências mínimas estabelecidas no " Guia de Soldagem", referência 01-02; podendo os soldadores serem qualificados segundo as Normas ABNT MB 262 ou ASME, Seção IX.

Os certificados de qualificação de soldador serão emitidos pela FISCALIZAÇÃO.

Cada soldador deverá ser qualificado para a função específica, não se considerando que o soldador manual esteja, implicitamente, qualificado como operador para soldagem automática e vice-versa.

A FISCALIZAÇÃO acompanhará a qualificação dos soldadores, que será feita com o emprego de material a ser efetivamente aplicado na obra, com eletrodo de maior diâmetro.

As mesmas exigências serão aplicadas quanto aos operadores de equipamentos automáticos.

Quando a junta for radiografada, esta informação deverá constar do laudo, sendo desqualificado o soldador que efetuar repetidas soldas defeituosas.

Todos os soldadores deverão ser adequadamente equipados, com máscaras de proteção, aventais, mangas e polainas de camurça e luvas de amianto ou couro macias e flexíveis

d) Eletrodos e equipamentos de solda

Os eletrodos para solda e os materiais de adição deverão obedecer às Normas ABNT EB 79, classificação 4210-0, ou 4211-0, equivalentes à classificação ASTM-A.223, classes E-6010 e E-6011, e "Guia de Soldagem" referência 01-03.

Os eletrodos deverão ter as dimensões recomendadas pelos Fabricantes dos tubos para cada passe ou conforme processos qualificados.

Os eletrodos deverão ser conservados em estufas próprias, com a capacidade mínima de 60kg.



Os eletrodos considerados imprestáveis, bem como os pedaços remanescentes, deverão ser recolhidos em recipientes adequados e removidos para fora dos locais de serviços.

O equipamento de solda deverá assegurar a corrente indicada para a solda, garantindo a estabilidade do arco. Deverá ser provido de painel de instrumentos, para leitura da corrente e tensão e chapas comutadoras de comando e controle. Tanto os cabos elétricos de alimentação do grupo motogerador, como os cabos alimentadores dos porta-eletrodos, deverão ser flexíveis e dimensionados para o trabalho ao ar livre. As respectivas bitolas deverão assegurar as quedas de tensão compatíveis com as Normas Técnicas da ABNT. Uma eficiente ligação à terra deverá ser implantada, quer para o sistema cabo porta-eletrodo, quer para o terminal terra do gerador-peça a ser soldada.

O cabo terra deverá ser do mesmo tipo do cabo alimentador do porta eletrodo.

e) Inspeção e testes não-destrutivos das soldas

Todas as soldas efetuadas no campo serão submetidas a inspeções e/ou testes, para obtenção de serviço de soldagem adequado e executado dentro de padrões uniformes. As soldas serão inspecionadas e testadas por processos radiográficos, ultra-sônicos e hidrostáticos.

e.1) Testes radiográficos

Por ocasião da inspeção serão assinalados nas tubulações soldadas os pontos defeituosos, bem como serão apresentados laudos por escrito à ação, que os encaminhara aos responsáveis para as providências cabíveis. Somente poderão ser revestidas as juntas que forem aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

As especificações referentes à qualidade radiográfica são as mencionadas no Código ASME, Seção VIII, UW-5152 e ASTM-E-142. O nível de qualidade radiográfica 2-2T. Quando for usado penetrômetro DIN 54109-62, pede-se BZ-10 a BZ-14 - Penetrômetro DIN 10/16 - categoria 2. As radiografias deverão apresentar uma densidade H.E.D. entre 1,5 e 2,5 sobre a imagem da solda.

As radiografias deverão ser reveladas em câmaras escuras instaladas no campo, imediatamente após as suas tomadas.

As técnicas de escolha da revelação, manuseio etc., do filme, serão as mencionadas em "Práticas Experimentais Recomendadas para o Teste Radiográfico", ASME-E-94-62-T.

As radiografias serão identificadas conforme normalização SABESP e deverão apresentar:

- identificação da obra e do local;
- identificação da junta, referindo-se aos números dos tubos unidos;
- posição da chapa na junta;
- número indicativo do soldador.



Obs.: A referência para a posição da chapa na junta será sempre a geratriz superior do tubo. Em relação a quem olha a tubulação de montante para jusante, a numeração da chapa se faz no sentido horário.

Para os processos de arcos submersos, gás ou eletrodos tubulares, serão adotados os princípios estabelecidos pela AWS-sR-1.

A qualificação dos processos de soldagem será feita por laboratórios especializados, indicados pela FISCALIZAÇÃO, através do exame de corpos de prova. Os testes deverão ser executados no campo, sob condições reais de trabalho.

Os corpos de prova serão fornecidos nas quantidades que forem necessárias, e executadas na presença da FISCALIZAÇÃO. As provas poderão ser repetidas em qualquer fase dos trabalhos, sempre que a FISCALIZAÇÃO julgar necessário.

A qualificação não impede que seja mudado o processo de soldagem, contanto que este seja submetido a nova aprovação.

Sendo comprovadamente deficiente o processo de soldagem empregado, a FISCALIZAÇÃO exigirá a adoção de novo processo.

e.2) Ajustes prévios

Os tubos e peças especiais a serem soldadas deverão ser posicionados e ponteados, para garantia de espaçamento uniforme em toda a circunferência, não sendo permitido completar a soldagem de um só lado, para em seguida executá-la do outro.

Para a solda de posição, os tubos poderão ser girados, a baixa velocidade, sobre rolos pneumáticos, apoiados nas faixas não revestidas de suas extremidades.

As peças especiais serão ajustadas no campo e os tubos deverão ser pré-selecionados, dentro das tolerâncias da Norma AWWA – C.206.

Para o alinhamento da tubulação não será permitida a soldagem ao tubo de dispositivos auxiliares, devendo-se utilizar alinhadores manuais. A FISCALIZAÇÃO poderá autorizar o uso de outros dispositivos projetados para essa finalidade.

As extremidades dos tubos serão biseladas, devendo a superfície do bisel que receber a solda ser limpa de toda a tinta, ferrugem ou corpos estranhos, e inspecionada quanto a amassamento ou outros fatores prejudiciais.

Após o alinhamento dos tubos e peças especiais, para a soldagem deverá ser mantido espaçamento uniforme e adequado no ombro do bisel, que deverá ser de 1/6", para solda vertical descendente e 1/8", para solda vertical ascendente. Somente então poderá ser dado o primeiro passe, que deverá respeitar os ponteamientos efetuados para o posicionamento.

e.3) Cortes na tubulação

Sendo necessário efetuar cortes nos tubos ou peças, deverão ser tomados cuidados para que não ocorram danos nos revestimentos internos ou externos, com a remoção de toda a escoria e a



confeção de novo bisel dentro dos padrões estabelecidos. A superfície acabada deve apresentar-se perfeitamente lisa.

Para os cortes oxi-acetilênicos deverá haver, no canteiro, conjunto adequado de maçarico de corte, sendo vedado o uso de gerador de gás.

e.4) Exigências

A fim de assegurar a imobilidade das peças durante as soldagens, deverão ser empregados blocos ou calços de madeira, revestidos de borracha, adequadamente posicionados.

A soldagem deverá ser executada de modo que a circunferência seja completada pelo trabalho simultâneo de dois soldadores, no mínimo, um em cada lado do tubo, para tubos acima de 500 mm.

Tornando-se como eixo a junta a ser soldada, o passe superficial deverá ser simétrico.

Nas juntas soldadas topo a topo, nenhuma superfície de acabamento na área de fusão deverá ficar abaixo da superfície do tubo (reentrante).

As juntas soldadas longitudinalmente deverão ficar defasadas em relação a duas seções adjacentes.

Qualquer cordão de solda interrompido, ao ser retomado, exigirá que o princípio do novo cordão derreta completamente o material do final do cordão anterior, a fim de se evitar a ocorrência de quaisquer descontinuidades. O tempo máximo entre dois passes consecutivos deverá ser de 50 horas.

As soldagens julgadas defeituosas deverão ser refeitas pela remoção ou fusão do material, além da penetração que tenha sortido pela soldagem defeituosa, sem atingir o metal-base.

Todo o material queimado deverá ser removido cuidadosamente e a área preparada de modo adequado para receber nova soldagem. Cada passe do metal de solda deverá estar isento de porosidade superficial, trincas, mordeduras e outros defeitos. Todas as escórias deverão ser removidas antes da aplicação do novo passe.

Deverá ser feito o martelamento cuidadoso dos passes com ferramenta apropriada, para alívio de tensões, com exceção do primeiro e último passes.

A FISCALIZAÇÃO examinará o acabamento das juntas antes da inspeção radiográfica, podendo exigir seu esmerilhamento total ou parcial e, para evitar má interpretação de qualidade, passe de soldas adicionais, ou parte dos passes.

Cada passe de solda, logo que concluído, deverá ser perfeitamente limpo das impurezas e corpos estranhos, a fim de ser inspecionado.

A FISCALIZAÇÃO poderá exigir o aquecimento prévio da superfície, em uma faixa mínima de 8 cm de cada lado da linha de solda, quando as condições de qualificação do processo assim o exigirem.



A aprovação da solda se vincula aos critérios previstos no código ASME-seção VIII.

Deverão ser observadas as regras de segurança, exigidas durante a inspeção, com relação ao pessoal na obra.

11.4. Peças Especiais

A instalação das peças especiais seguirá as mesmas disposições estabelecidas para a tubulação e deverá ser executada dentro das tolerâncias de projeto relativas às cotas, locação e nivelamento.

11.4.1. Poços de Visita (PV)

Os poços de visita deverão atender às normas NBR 9649 e 9814, podendo ser de alvenaria ou aduelas de concreto pré-moldado.

Os PVs compõem-se de:

- laje de fundo;
- câmara de trabalho ou balão;
- peça de transição (laje);
- câmara de acesso ou chaminé;
- tampão.

Os poços de visita em alvenaria poderão ser de blocos de concreto ou de tijolos maciços, com argamassa de assentamento de cimento e areia, traço 1:3 em volume. As faces interna e externa deverão ser revestidas com argamassa de cimento e areia fina, traço 1:3 em volume, sendo que internamente haverá impermeabilização com cimento cristalizante base acrílica, e externamente com impermeabilização betuminosa. Em poços com profundidade superior a 3,00m deverão ser previstas cintas de amarração.

Nos poços de visita em aduelas de concreto pré-moldado, os anéis e lajes pré-moldados de concreto armado deverão atender à C.E.2:09.69 da ABNT. As armaduras deverão ter recobrimento mínimo de 40 mm.

Os poços com profundidade a partir de 2,50m terão chaminé de entrada variável até o limite máximo de 1,00m de altura e a laje circular com abertura excêntrica ou não, será reforçada quando necessário.



11.5. Obras Especiais

11.5.1 Travessias

As travessias, nos cruzamentos com rodovias, linhas de alta tensão ou galerias e cursos de água (canais de drenagem), serão executadas obedecendo às normas específicas das Entidades permissionárias e demais órgãos eventualmente envolvidos.

Serão obedecidos os detalhes de projeto, incluindo as caixas de manobra, terminais, drenagem, tubulação protetora assentada em vala a céu aberto ou cravadas por processo pneumático, a critério da FISCALIZAÇÃO e eventuais berços de apoio.

A travessia deverá ser executada em toda extensão da faixa de domínio da permissionária, até as caixas terminais, que ficarão distanciadas com um mínimo de 1,50 m do limite das referidas faixas de domínio.

11.6. Teste Hidrostático

A pressão hidrostática para o teste será igual a 1,5 vezes a pressão máxima de trabalho na tubulação.

O teste deve ser executado:

- De junta a junta, sem recobrimento: pressupõe a utilização de equipamento especialmente projetado para esta finalidade;
- Por trecho de tubulação, sem recobrimento: pressupõe que a tubulação seja prévia e devidamente ancorada e que o teste seja realizado em lances definidos pela FISCALIZAÇÃO.

Em zonas não urbanizadas, onde a vala aberta não causa transtornos, o trecho poderá se estender até 400 m, sendo limitado pelo avanço do recobrimento sobre a abertura da vala.

O lance de tubulação a ser testado deverá ser previamente limpo e vedado nas extremidades e o seu enchimento com água será feito de modo a garantir completa expulsão do ar nos pontos mais elevados.

Em ambos os extremos da tubulação em teste, deverão ser instalados manômetros, com escala de precisão de 0,1 kgf/cm², com válvula de drenagem lateral e válvula de comunicação, que permite, inclusive, as leituras de "máxima e mínima", em cada extremo.

Completado o enchimento, será aplicada a pressão de teste, com bomba de pistão, operada manualmente, medindo-se o volume de água empregado.

Quando a pressão se estabilizar, será fechada a válvula de admissão de água. Permanecendo estática a pressão nos primeiros minutos, deverá ser registrada a temperatura ambiente e a pressão na tubulação, a cada 30 minutos. Não será permitida a adição posterior de água, após o fechamento da válvula.



Passando as pressões observadas, por valores idênticos, para as mesmas temperaturas ambientes, sem que sejam notados pingos de água ou vazamentos nas juntas, o trecho poderá ser aceito como estanque.

Não ocorrendo coincidência de leituras de pressão, nas mesmas temperaturas, sem que se observem vazamentos, os dados deverão ser cuidadosamente interpretados, antes de ser atribuído vazamento à linha.

Caso nos primeiros minutos de teste a pressão subir, o excesso deve ser descarregado pela válvula de enchimento.

O índice de vazamento não deverá ultrapassar 1,5 galão por polegadas de diâmetro, por milha de extensão da tubulação em teste, durante 24 horas, ou seja, aproximadamente 6 litros para cada 25 milímetros de diâmetro, para cada 1.600 metros de extensão da tubulação em teste, durante 24 horas.

12. SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

A pavimentação de ruas, vias e acessos, em seus vários tipos, deverá obedecer as prescrições das normas de entidades e órgãos especializados e regulamentadores do assunto, devendo ser respeitadas as especificações para pavimentação as normas de pavimentação da Secretaria de Vias Públicas da Prefeitura de São Paulo, assim como as estipuladas pela Prefeitura do Município de Sorocaba.

12.1. Arrancamento de Pavimentação

No caso da remoção da pavimentação, além das instruções peculiares a cada caso, a serem dadas oportunamente pela FISCALIZAÇÃO, deverá ser observado o seguinte:

- Nos casos de materiais aproveitáveis, estes serão retirados e arrumados em locais adequados.
- Quando houver necessidade de remoção de guias, a operação será realizada até o ponto de concordância com logradouros adjacentes. Antes de sua arrumação, deverão ser limpos da massa de rejuntamento aderente.
- O entulho e os materiais não sujeitos a reaproveitamento, de qualquer demolição ou remoção, serão transportados pela EMPREITEIRA e levados a bota-fora escolhido pela FISCALIZAÇÃO ou, no caso desta não se pronunciar, em locais a critério da EMPREITEIRA.

12.2. Reposição de Pavimentação

As vias de terra, após o fechamento da vala, deverão ter o seu leito regularizado com motoniveladora. Para as vias revestidas, deverão ser observadas as seguintes disposições:

12.2.1 Pavimentação em Asfalto

Em valas de largura inferior a 1,50 m, será lançada sub-base de brita nº 04 ou macadame hidráulico, na espessura de 10 cm, uma camada de 10 cm de base de macadame betuminoso e



uma camada de 10 cm de binder, após o que será feita a imprimação e uma nova capa de concreto asfáltico, com 5 cm de espessura.

Em valas de largura igual ou superior a 1,50 m, a reposição deverá ser feita conforme a existente anteriormente.

12.2.2. Fresagem de pavimento asfáltico

Toda reposição de pavimentação asfáltica em avenidas e vias de grande tráfego deverá ser precedida de fresagem do pavimento asfáltico.

O conceito básico do processo de fresagem de pavimento flexível visa o aproveitamento do material removido, rico em betume, em reciclagem para produção de novo pré misturado a quente ou como sub base.

No caso presente objetiva a recomposição do pavimento de vias em que se situam trechos de coletores ou interceptores, exigindo que a recomposição do pavimento compreenda a largura do leito carroçável visando a eliminação de imperfeições ou irregularidades da capa selante.

O processo de fresagem deverá ser executado por máquina fresadora autopropelida, provida de discos diamantados que giram no sentido inverso do deslocamento, em sistema de suspensão independente e que permite a regulagem da profundidade de fresagem.

Equipamentos de recente tecnologia dispõe de sistema eletrônico de controle de profundidade de fresagem.

Se eficiente, em uma única passada, a fresagem poderá ser feita até 5 cm, sendo adotadas passagens sucessivas para se atingir profundidades maiores, quando necessário.

O material fresado deverá ser transportado por sistema de “conveyor” e parafuso até a altura suficiente para descarregar em caçamba de caminhão basculante. Desta forma, a fresadora deverá se posicionar na pista na faixa onde será iniciado o trabalho e o caminhão basculante se posicionará ao lado ou atrás desta, dependendo do tipo de descarga.

A fresadora deverá se deslocar e o processo de fresagem se iniciará com a remoção da parte do pavimento que é lançada na caçamba do caminhão.

Após a conclusão de um trecho de extensão variável (50 a 150 m), a fresadora deverá se posicionar para executar uma Segunda passagem, lateral, com a mesma profundidade de corte ou na mesma faixa para aumentar a profundidade de fresagem.

A largura da fresagem poderá variar conforme o equipamento empregado de 0,80 a 1,50 m.

12.2.3. Pavimentação em paralelepípedo ou bloco

As peças deverão ser assentadas sobre lastro de areia com 5 cm de espessura para blocos articulados; 10 cm de espessura para blocos sextavados ou paralelepípedos, podendo ser necessária a execução de lastro de brita ou concreto magro para melhorar as condições de suporte do solo, a critério da FISCALIZAÇÃO.



Os paralelepípedos ou blocos deverão ser assentados das bordas da faixa para o centro e de baixo para cima quando em rampa.

O rejuntamento será com pedrisco seguido do preenchimento das juntas com asfalto.

12.2.4. Reposição de Passeio

Deverá ser feita como o existente anteriormente, considerando-se, fundamentalmente, dois tipos:

A - Acabamento Comum:

Será de concreto, com consumo de 210 kg de cimento por metro cúbico de concreto, na espessura mínima de 5 cm, com acabamento, de 2 cm de espessura, de argamassa de cimento e areia, 1:3.

B - Acabamento Superior:

Deverá obedecer às características dos materiais existentes, de forma a reconstruir as condições iniciais.

12.2.5. Reposição de Pavimentação em Paralelepípedos ou Blocos de Concreto

Deverão ser assentados sobre base de areia e rejuntados com areia ou asfalto, onde for necessário.

12.2.6. Reposição de Guias e Sarjetas

Para o assentamento de guias e construção de sarjetas, serão adotadas as normas e cuidados prescritos nas especificações da Prefeitura local.

13. DISPOSITIVOS ESPECIAIS E ESTRUTURAS ACESSÓRIAS

Este item complementa no que couber as especificações de fornecimento e Montagem de Equipamentos Mecânicos integrantes do conjunto de documentos do projeto.

13.1. Manuseio de Equipamentos

Aplicam-se aos equipamentos as mesmas exigências feitas para os tubos e peças especiais e as indicações próprias de manuseio fornecidas pelo fabricante. De forma geral, porém, é necessário observar os pontos mais sensíveis das peças, tais como os volantes, peças móveis e superfícies usinadas e evitar manuseá-las nestas partes.

13.1.1. Precauções

Deve-se evitar o contato direto de cabos de aço, cordas, garras ou correntes com o equipamento a ser manuseado e sempre utilizar manilhas, pinos, flanges falsos ou faixas flexíveis, para se conseguir uma boa suspensão para o manuseio e o transporte.



13.1.2. Estocagem

Os equipamentos e instrumentos devem ser estocados sempre de forma que a superfície de apoio seja a maior possível e coincidente à parte de maior resistência mecânica às deformações.

As partes não revestidas dos equipamentos não deverão entrar em contato com o solo, recomendando-se a construção de berços e outros dispositivos apropriados. Cuidados especiais deverão ser tomados para manter a integridade dos revestimentos, pinturas e elementos não metálicos das peças, sempre em consonância com as recomendações do fabricante e com efetiva proteção contra as intempéries.

Guardadas as diferenças cabíveis, os mesmos cuidados devem ser tomados para as estocagens temporárias, nos locais de instalação.

13.2. Instalação de Equipamentos

O pessoal a ser empregado deverá estar suficientemente familiarizado com os métodos e normas de montagem dos equipamentos, indicados em projeto.

Estas especificações complementam os métodos preconizados pelo fabricante do equipamento, ou pelas normas citadas. As dúvidas serão dirimidas pela FISCALIZAÇÃO.

As peças serão fixadas provisoriamente, quando houver risco de descolamento acidental até a instalação definitiva. Como regra geral, deverão ser removidas, após o acoplamento e fixação definitiva, todas as peças e dispositivos de fixação provisória, salvo menção expressa em contrário pela FISCALIZAÇÃO.

Se as peças não se adaptarem, por falta de alinhamento ou nivelamento, deverá ser feita cuidadosamente a sua ajustagem, mediante corte e desbaste em tubos ou outras peças especiais.

Não se permitirá a ajustagem por acréscimo de elementos metálicos (bacalhaus), ou por desbaste em superfícies usinadas, salvo expressa autorização pela FISCALIZAÇÃO. Em qualquer caso, a ajustagem deverá produzir as características originais da peça, conforme sua especificação de fabricação.

A re-usinagem, se necessária, poderá ser executada, mas apenas em oficina devidamente aparelhada para a operação específica.

Deve-se limar e esmerilhar cuidadosamente os chanfros da tubulação, para refaze-los com as medidas originais e não promover desalinhamentos que possam introduzir esforços complexos no conjunto.

Os pontos de solda, para fixação provisória, deverão ter a mesma qualidade da solda definitiva, porém, quer em espessura, quer em altura, deverão ser visivelmente menores que a solda acabada.



O posicionamento das peças aparafusadas deverá ser efetuado preliminarmente por meio de pinos de montagem. Somente após o assentamento, é que os pinos de montagem deverão ser substituídos, um a um, alternadamente, pelos parafusos de conexão.

O aperto final deverá ser, preferivelmente, dado com chave torquímetro, ou qualquer outro meio que assegure um aperto correto.

Os parafusos dos flanges deverão ser apertados em seqüência de dois de cada vez, diametralmente opostos, graduando o aperto em, pelo menos, dois ciclos completos.

Para montagem das juntas metálicas, necessárias à instalação dos equipamentos, aplica-se o anteriormente disposto.

13.3. Montagem de Válvulas

A montagem das válvulas será precedida de verificação do posicionamento correto dos flanges, de tal maneira que o plano de face do flange fixo esteja, forçosamente, perpendicular ao eixo da tubulação. O plano vertical que contiver o eixo do tubo, deverá passar pelo meio da distância que separa os dois furos superiores. Esta condição poderá ser verificada com adequado nível de bolha de ar, aplicado nos dois furos superiores.

As válvulas deverão ser montadas totalmente abertas, nas linhas de juntas soldadas e totalmente fechadas, nas demais; válvulas montadas abertas somente poderão ser acionadas após limpeza prévia.

Durante a montagem das válvulas, o operador deverá protegê-las contra eventuais danos e sujeiras. As válvulas, quando montadas em locais onde circulem veículos, deverão ser protegidas adequadamente.

As válvulas serão entregues montadas, ou em subconjuntos, próprios para seu manuseio. As válvulas serão instaladas nos locais indicados no projeto e de conformidade com a orientação da FISCALIZAÇÃO, assessorada por supervisor de montagem.

O alinhamento das válvulas com a tubulação, deverá ser feito unindo-se as suas aberturas ao conduto, por meio de flanges, de montante para jusante. Estando o conjunto da válvula completamente instalado, limpo e lubrificado e tendo sido verificado todo o seu mecanismo, a válvula deverá ser operada em todos o seu curso.

Feitas as ajustagens necessárias, deverá funcionar suavemente, de acordo com as características próprias do equipamento. Não deverão ser efetuadas modificações ou ajustagens de peças fixas e móveis, sem prévia autorização da FISCALIZAÇÃO.

13.4. Miscelânea

Por miscelânea, entende-se todas as peças de instalação permanentes que não possam ser identificadas como tubos, equipamentos ou peças especiais e que não tenham sido tratadas nos demais itens destas especificações.



Aplicam-se, à miscelânea, grande parte das exigências já feitas para os tubos e peças especiais. A miscelânea de pequeno porte deverá ser transportada em caixa de madeira ou nas embalagens originais dos fabricantes.

A miscelânea, quando constituída de peças soldadas com bifurcação ou flangeadas, deverá ser transportada e manuseada com cuidado, evitando-se deformações, danos e avarias no corpo e nos revestimentos. Deverá ser sempre instalada em abrigos e, para sua montagem, aplicam-se as especificações de equipamentos e de peças especiais, quando pertinentes.

13.4.1. Flanges

Os flanges, quando verticais, devem ser posicionados de maneira que os dois furos consecutivos inferiores fiquem no mesmo plano horizontal.

Os flanges, quando aplicados a uma derivação vertical superior, devem ser cuidadosamente horizontalizados. Neste caso, o plano vertical que contém o eixo do tubo-base, deve passar pelo centro do flange e a igual distância de dois furos consecutivos.

13.4.2. Parafusos

Os parafusos em flanges devem ser apertados com uniformidade de tensões. Os parafusos, quando inseridos, devem ser grafitados com composto apropriado. As porcas devem ficar completamente rosqueadas nos parafusos. As tensões de aperto devem estar dentro dos limites especificados. O aperto dos parafusos deve ser ajustado após a linha estar em serviço.

13.4.3. Juntas de Ponta e Bolsa

As juntas de ponta e bolsa, em tubos de ferro fundido, devem ser montadas conforme as recomendações da AWWA-C-600, da American Water Works Association.

13.4.4. Tubos Rosqueados

Os tubos rosqueados serão sempre montados no campo, devendo-se cuidar para que as peças sejam adequadamente rosqueadas e as roscas protegidas contra a corrosão. A montagem deverá ser sempre feita com utilização de vedantes, de acordo com a FISCALIZAÇÃO.

13.4.5. Tubos de Concreto

Os tubos de concreto e outros similares, que não pertençam à tubulação principal, são simples complementação da construção dos abrigos subterrâneos, como os poços de visita e devem ser considerados incluídos na execução das obras civis, com o acabamento e posicionamento indicados no projeto.

13.4.6. Tampões de Ferro Fundido

A instalação dos tampões de ferro fundido, em leito de rua, inclui-se nas disposições do item anterior.

Os tampões e respectivos complementos, devem ser perfeitamente ajustados às paredes dos abrigos e nivelados em relação ao leito da rua.



13.4.7. Chumbadores

Os chumbadores e peças embutidas no concreto, deverão ser instalados, de preferência, simultaneamente com a construção dos abrigos em concreto.

Se necessárias pequenas ajustagens de posição, estes chumbadores poderão ser instalados deixando-se um pequeno trecho livre de concreto, utilizando-se um dispositivo adequado de proteção durante a concretagem. Numa segunda etapa, a porção não completada será preenchida com argamassa de cimento e areia.

13.4.8. Anéis de Acoplamento

Os anéis de acoplamento e outras eventuais junções deslocáveis, para proporcionarem uma correta instalação, devem obedecer a um esquema de montagem racionalmente estudado, que considere a ordem da colocação, fixação e possibilidade de aperto. Por exemplo, numa seqüência tubo-válvula, tubo-junta-tubo, recomenda-se a colocação inicial da junta no último tubo fixo, deslocada de sua posição, para se garantir primeiro o posicionamento correto do conjunto válvula-tubo intermediário.

Após a fixação provisória deste conjunto, proceder-se-á à fixação, também provisória, da junta de acoplamento. Somente após uma nova verificação de posicionamento, é que se fará a fixação definitiva na ordem tubo-válvula, válvula-tubo e, finalmente, a junta de montagem.

Se o montador forçar o aperto dos esticadores, poderá danificar a junta ou a fixação da válvula.

13.4.9. Degraus de Ferro e de Tubo de Aço Galvanizado

Os degraus de ferro e aço galvanizado deverão ser instalados, de preferência, simultaneamente com a construção dos abrigos, a serem assentados com espaçamento vertical de 300 milímetros, salientes 150 milímetros de parede onde serão fixados. Deverá ser observado se as posições indicadas no projeto permitem a utilização fácil dos mesmos pelo operador e se não há interferência com alguma peça de instalação encerrada no abrigo, providenciando-se, quando necessário, as devidas correções.

14. OBRAS SUBTERRÂNEAS POR MÉTODOS NÃO DESTRUTIVOS

Poderão ser utilizados os processos tipo "Mini-shield", cravação de tubos, N.A.T.M., ou "Tunnel Liner".

14.1. Mini-shield

O processo consiste em executar túneis circulares, pelo assentamento de anéis de concreto com equipamento de avanço, constituído por um cilindro de aço, ou carcaça, dotado de macacos hidráulicos independentes. A escavação do solo, dentro do cilindro, é feita à medida que se faz a sua escavação.

À medida que a escavação prossegue, o túnel aberto deverá ser revestido. O revestimento é feito montando, dentro da carcaça, anéis de concreto justapostos, que formam o minitúnel. Cada anel



é constituído de segmentos dotados de orifícios, para possibilitar a injeção de preenchimento, após sua montagem, entre o solo e a face externa dos anéis, quando se tratar de anel não expansível.

No caso de equipamento de frente aberta, a injeção de preenchimento é feita utilizando-se pedrisco e posterior nata de cimento. Numa primeira injeção, o pedrisco posiciona o anel dentro da carcaça do "Mini-shield" e, numa segunda, após o avanço do equipamento, fixa o anel no solo.

No caso de equipamento de escavação automática com frente fechada, a injeção do pedrisco será suprimida, providenciando-se sua substituição por injeção de material aprovado por controle tecnológico.

A verificação de sua propriedade física e sua utilização deverão ser liberadas pela Fiscalização.

O atraso máximo na injeção de preenchimento deve ser compatível com o ciclo de avanço e com a velocidade de afrouxamento do solo, devendo ser estabelecido pela Fiscalização em função do tipo de solo, com prazo máximo de vinte e quatro horas.

O avanço do equipamento é feito pelo acionamento dos macacos, que se apoiam nos anéis assentados, não necessitando de outras ancoragens. A escavação pode ser manual ou mecânica e o material escavado é transportado até o poço de serviço por meio de vagonetas. As vagonetas também são utilizadas no transporte de pessoal e dos segmentos de concreto. Os segmentos e os anéis têm encaixes tipo macho-fêmea. Nesses encaixes são colocadas juntas de borracha SBR, conforme AST - D2000-2AA/615-A13-B13, para garantir a estanqueidade do minitúnel. Por fim, é feita injeção de nata de cimento, para consolidação do pedrisco entre o solo e a face externa do minitúnel. A extensão máxima do trecho que aguarda injeção de nata deverá ser estabelecida pela Fiscalização.

Os anéis deverão resistir aos esforços causados pelas cargas do solo, acrescidas das causadas pelo trânsito de veículos. Deverão ser impermeáveis a infiltrações, quando conduzir esgotos; terão de atender às normas técnicas de estruturas de concreto armado para condução de líquidos agressivos, tanto do ponto de vista de recobrimento de ferragem, como do de fissuração de concreto.

O concreto deverá atender aos itens correspondentes desta Especificação e seus sub-itens, que tratam dos materiais componentes do concreto, aço e formas de concreto.

Em cada segmento deverá ser marcado o dia de sua fabricação e nenhum deles deverá ser usado até que transcorram vinte e oito dias dessa data.

Os segmentos devem ser devidamente manuseados, desde sua chegada ao local e nenhum deve ser usado na construção, se danificado.

Os segmentos serão baixados no poço por meio do berço de suporte.

Em hipótese alguma devem ser suspensos, exceto quando carregados manualmente.

Os segmentos devem ser transportados no túnel, para o local de colocação, por vagonetas sobre trilhos. Se forem transportados sobre superfície revestida do túnel, deverão ter rodas pneumáticas.



A aplicação das juntas de borracha nos anéis deve ser empreendida a abrigo da chuva, de umidade excessiva ou de qualquer ação que possa interferir na perfeita colocação.

Será aplicado com adesivo, somente nas superfícies côncavas das folgas das juntas, ao longo de todo o comprimento delas. Qualquer dano causado ao material de conexão, durante o transporte ou montagem, deve ser reparado, antes da colocação definitiva do segmento.

A máquina só deve ser usada em boas condições mecânicas, com todos os pistões funcionando satisfatoriamente. Se ocorrer qualquer defeito ou falha em quaisquer dos pistões, as operações devem ser suspensas imediatamente, até que o defeito seja reparado.

Para a montagem dos segmentos, a superfície escavada do solo deverá ser completamente limpa de qualquer material solto.

A verificação do alinhamento do túnel deve ser feita periodicamente, à frequência de um ponto a não mais de 3m. de avanço. O desvio observado será então imediatamente corrigido, para repor o eixo do túnel escavado na posição do eixo teórico, com a tolerância especificada no projeto.

Se o projeto não indicar a tolerância, o eixo materializado do túnel escavado não poderá se distanciar, em qualquer ponto, de mais de 0,05 m., contados em qualquer direção, do eixo teórico de projeto.

Quando for preciso vedar juntas (longitudinais ou transversais), deverá o revestimento ser completamente limpo e retirada toda água estagnada.

As juntas a serem vedadas serão previamente limpas, com escova metálica e, então, preenchidas com mistura de areia e cimento, relação 1:3.

É essencial assegurar que os dormentes dos trilhos sejam apropriados ao diâmetro do túnel, para assegurar a distribuição adequada de cargas sobre o revestimento.

O uso de explosivos, para facilitar o avanço do túnel, só será permitido mediante autorização da Fiscalização.

Sempre que possível, o projeto localará os poços de serviço coincidentemente aos poços de visita (PV). Outros fatores, porém, devem ser considerados na sua localização, tais como: local livre de interferência em outros serviços e que não prejudique o acesso a prédios, etc. Esses poços têm dimensões que podem variar de acordo com o local e o tipo de equipamento.

O fundo do poço deve receber piso de concreto magro, perfeitamente nivelado, situado a 0,30 m. abaixo da geratriz interna inferior do revestimento.

Na parede oposta à da entrada do "shield" faz-se um nicho totalmente escorado, para abrigar o "laser".

14.2. Tubos Cravados

Os tubos deverão ser de concreto e, também, resistir aos esforços horizontais causados pelas cargas dos macacos de cravação.



Os tubos de concreto armado, nos diâmetros de 1,00 m e 1,20 m, deverão possuir, nas extremidades de cada seção, um anel de aço, para possibilitar a emenda, através de solda, entre as diversas seções. Os tubos de diâmetros maiores - 1,40 m, 1,60 m, 1,80 m, 2,00 m e 2,40 m - deverão ser emendados por meio de parafusos tensores, previamente preparados para isso.

Na primeira seção, deverá ser adaptada uma carcaça de aço "shield", com as finalidades de servir como câmara de trabalho, proteger o primeiro tubo e facilitar o corte do terreno na cravação.

O poço de serviço deverá ter dimensões internas mínimas compatíveis com o tipo de equipamento de cravação e profundidade da geratriz inferior externa do tubo cravado, acrescida de 0,30 m., para facilitar o esgotamento. O fundo do poço deverá ser regularizado com concreto magro, na espessura de 0,10 m., para permitir a construção de um berço de madeira nivelado, para posicionamento das seções dos tubos. Na parede do poço de cravação, oposta à direção na qual será cravado o tubo, deverá ser construído um quadro rígido, para a reação do macaco hidráulico, que poderá ser em madeira de peroba, ou em concreto ciclópico, quando a reação assim o exigir.

O primeiro tubo, juntamente com a carcaça de aço "shield", deverão ser posicionados no berço e escavados os primeiros 0,50 m, devendo-se empurrar imediatamente o conjunto, para que este ocupe o trecho escavado. Esta operação deverá ser repetida, de forma a que fiquem apenas 0,30 m sem ser cravados, para possibilitar a execução de emenda com a segunda seção, quando então será empurrado todo o conjunto.

No caso de solos de pouca resistência, o conjunto não deverá ser cravado mais do que 0,30 m, sem que tenha sido feita a escavação do material no interior do tubo.

A tubulação cravada deverá entrar justa no terreno, não podendo ficar folgas significativas externas, devendo, portanto, a tubulação ocupar totalmente a área escavada, não permitindo recalques no terreno, dispensando injeção de preenchimento com argamassa de cimento e areia ou outros materiais.

A verificação do alinhamento do túnel será feita periodicamente, à frequência de um ponto, a não mais de 3 m de avanço. O desvio observado deverá ser imediatamente corrigido, para repor o eixo do túnel escavado na posição do eixo teórico, com a tolerância especificada no projeto.

O revestimento interno da galeria deverá ser de concreto e resistir aos esforços causados pelas cargas de solos, acrescidas das causadas pelo trânsito de veículos. Deverá ser impermeável a infiltrações, sem colaboração de eventuais camisas-de-aço do tipo de envoltória, empregadas no método de construção. Terá de atender às normas técnicas de estruturas de concreto armado para condução de líquidos agressivos, tanto do ponto de vista de recobrimento de ferragem, como de fissuração de concreto (quando conduzir esgotos).

O concreto deverá atender aos itens correspondentes desta Especificação e seus sub-itens, que tratam dos materiais componentes do concreto, aço e formas de concreto.



14.3. Sistema "N.A.T.M."

A escavação de túnel, em solo ou rocha, pelo N.A.T.M. - New Austrian Tunnelling Method -, baseia-se na capacidade de auto-sustentação do material circundante à cavidade. A velocidade de avanço da frente de escavação, em função do tipo de solo encontrado, determina a eventual necessidade de escoramento. O acompanhamento sistemático das medidas de convergência das seções transversais, determina a utilização de escoramentos necessários à estabilização de deformações.

Durante a execução será assegurada a sustentação da cavidade, através da aplicação de concreto projetado sobre tela de aço e da aplicação, simultânea ou não, de cambotas de aço, chumbadores, tirantes e enfilagem.

A seqüência construtiva se resume na escavação de um segmento de túnel, compatível com a natureza e as características do solo ou rocha existente e no seu eventual escoramento, através da aplicação de elementos construtivos que assegurem a estabilidade da cavidade e a conseqüente escavação do segmento seguinte.

Dependendo das dimensões da seção transversal do túnel, será conveniente a divisão da frente de escavação em uma calota superior, de avanço mais rápido e uma bancada, com maior volume de material a ser desmontado. Para segurança na execução dos avanços programados, devem ser executadas sondagens na frente da escavação, através de furos sub-horizontais, para verificação de eventual existência de água.

A verificação do alinhamento do túnel será feita periodicamente, à freqüência de um ponto, a não mais de 3 m de avanço. O desvio observado deverá ser imediatamente corrigido, para repor o eixo do túnel escavado na posição de eixo teórico, com a tolerância especificada no projeto.

Em locais convenientemente escolhidos, será implantada a instrumentação da seção transversal do túnel, através da introdução e posterior fixação de pinos que possibilitem medição, com uso do medidor de convergência. Essas medições serão executadas diariamente.

O concreto deverá resistir aos esforços causados pelas cargas do solo, acrescidas das causadas pelo trânsito de veículos e ser impermeável às infiltrações.

Terá de atender às normas técnicas de estruturas de concreto armado para condução de líquidos agressivos, tanto do ponto de vista de recobrimento das armaduras, como do de fissuração de concreto (quando conduzir esgotos).

O concreto deverá atender aos itens correspondentes desta Especificação e seus sub-itens, que tratam dos materiais componentes do concreto, aço e formas de concreto.

Os poços de acesso serão localizados em pontos convenientes e terão dimensões que possibilitem o acesso dos equipamentos e tubulações que permitam o trabalho no túnel, de modo compatível com a sua programação de execução.

O túnel N.A.T.M. deverá ser executado de acordo com as Normas da ABNT, no que segue: qualificação de mangoteiro, execução de concreto projetado, especificação para concreto projetado.

14.4. Sistema "Tunnel Liner"

O túnel será implantado pela escavação e montagem simultânea do revestimento metálico do "Tunnel Liner". Esse revestimento metálico será constituído por anéis de chapas de aço corrugado e galvanizadas a fogo. Os anéis são solidarizados entre si, por parafusos e porcas galvanizadas, as bitolas convenientes e distribuídas ao longo das flanges laterais destes. As chapas que compõem cada anel serão também emendadas por traspasse de parafusos e porcas, da mesma medida que os anteriores.

A espessura das chapas será dimensionada para resistir aos esforços causados pelas cargas do solo e externas, no período da construção.

A escavação do solo deverá ser feita de modo a que a forma do túnel corresponda exatamente à do cilindro do "Tunnel Liner", a menos do espaço correspondente à corrugação das chapas de aço.

Durante a execução deverá ser assegurada, se necessário, a sustentação da abóbada da escavação, até que seja montado o revestimento metálico. Poderá também ser assegurado o escoramento do talude da frente de ataque, através de escudo frontal, que avançará concomitantemente com a escavação.

A verificação do alinhamento do túnel será feita periodicamente, à frequência de um ponto, a não mais de 3 m de avanço. O desvio observado deverá ser imediatamente corrigido, para repor o eixo do túnel escavado na posição do eixo teórico, com a tolerância especificada no projeto.

Os únicos vazios permitidos ao longo do túnel, serão os devidos à corrugação das chapas. Esses vazios serão preenchidos com solo-cimento, através de injeção com pressão de 5 kgf/cm².

O revestimento estrutural interno para túnel adutor deverá ser de concreto impermeável a infiltrações e resistir aos esforços causados pelo solo e trânsito de veículos, sem contar com os anéis metálicos. Deverá atender às normas técnicas de estruturas de concreto armado para condução de líquidos agressivos, tanto do ponto de vista de recobrimento das ferragens, como do de fissuração do concreto.

O concreto deverá atender aos itens correspondentes desta Especificação e seus sub-itens, que tratam dos materiais componentes do concreto, aço e formas de concreto.

No caso de assentamento de tubulação de grande diâmetro, internamente ao túnel, o espaço compreendido entre este e a chapa do "Tunnel-Liner", deverá ser preenchido com concreto ou argamassa de cimento e areia.

Para tubulação de pequeno diâmetro, o assentamento poderá ser apoiado ou suspenso, fixado e travado devidamente, não sendo necessário o preenchimento dos vazios

Os poços de acesso serão localizados em pontos convenientes e terão dimensões que possibilitem o acesso dos equipamentos e tubulações e que permitam o trabalho no túnel de modo compatível com sua programação de execução.



OBSERVAÇÃO

Independentemente do processo utilizado, sempre existirá a preocupação quanto aos recalques induzidos pela execução do túnel.

Assim sendo, deverá ser feito um controle de recalques, através de marcos de recalque superficial no eixo do túnel e em edificações próximas, para verificações periódicas. Tratando-se de obra subterrânea, o conhecimento do subsolo é de extrema importância, devendo este ser investigado através de sondagens de reconhecimento.

15. SERVIÇOS COMPLEMENTARES

15.1. Demolições

A EMPREITEIRA deverá efetuar as demolições e retiradas necessárias à desobstrução das áreas de trabalho, segundo as instruções da FISCALIZAÇÃO.

A demolição poderá ser parcial ou total e a EMPREITEIRA deverá tomar todas as medidas de proteção necessárias, com utilização de tapumes, andaimes e sinalização.

15.2. Remoções

A EMPREITEIRA deverá proceder às demolições e remoções de qualquer natureza que lhe forem indicadas pela FISCALIZAÇÃO, para permitir, adequadamente, a critério desta, a execução dos serviços da obra.

Nas demolições ou remoções, deverão ser observadas as precauções necessárias referentes aos materiais que a FISCALIZAÇÃO pretenda aproveitar na própria obra (ou em outras obras do CONTRATANTE).

15.3. Serviços em Concreto e Alvenaria

Os serviços complementares em concreto, deverão observar as prescrições gerais contidas no capítulo "Concreto".

A argamassa para execução dos serviços complementares em alvenaria, bem como o concreto, deverão ser feitos em masseira, sendo proibida a execução de argamassa de concreto sobre asfalto ou outro tipo de pavimento.

15.4. Limpeza da Obra

Após o aterro das valas, toda a área afetada pela execução da obra deverá ser limpa e varrida, removendo-se das vias públicas todos os detritos originados pelas obras.

João Carlos Bovi
Engenheiro Civil - CREA/SP 0600561840
Departamento de Obras e Engenharia



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE EQUIPAMENTOS MECÂNICOS

ÍNDICE

1. OBJETIVO.....	2
2. ESCOPO DO FORNECIMENTO	2
3. CONDIÇÕES TÉCNICAS GERAIS	2
3.1. DOCUMENTOS DE PROJETO	2
3.2. CONDIÇÕES DE PROJETO	3
3.3. NORMAS TÉCNICAS.....	3
3.4. FABRICAÇÃO E MONTAGEM.....	4
3.5. PROTEÇÃO ANTI-CORROSIVA.....	6
3.6. PRÉ-MONTAGEM	7
3.7. DISPOSITIVOS DE MONTAGEM E FERRAMENTAS ESPECIAIS.....	7
3.8. EMBALAGENS PARA TRANSPORTE.....	7
3.9. SUPERVISÃO DE MONTAGEM.....	7
3.10. ENSAIOS E INSPEÇÃO FINAL NA OBRA.....	7
4. MONTAGEM.....	8
4.1. OBJETIVO.....	8
4.2. ESCOPO DOS TRABALHOS.....	8
4.3. CARACTERÍSTICAS DA MONTAGEM	8
4.4. ENSAIOS DE RECEBIMENTO	9



1. OBJETIVO

Esta especificação tem por finalidade apresentar os requisitos técnicos básicos para o fornecimento e montagem dos equipamentos mecânicos do Sistema de Esgotamento Sanitário do Município de Tietê.

2. ESCOPO DO FORNECIMENTO

O fornecimento deverá ser completo, devendo abranger todos os equipamentos mecânicos e eletromecânicos, serviços e materiais necessários à operação satisfatória do sistema, dentro dos requisitos estabelecidos por esta Especificação Técnica e demais documentos de referência.

3. CONDIÇÕES TÉCNICAS GERAIS

3.1. Documentos de Projeto

Antes da fabricação, o Fornecedor deverá submeter à aprovação da Compradora todos os documentos de projeto relativos ao presente fornecimento. Deverá incluir a apresentação dos desenhos de conjunto e subconjuntos dos equipamentos, desenhos de detalhes, listas de material, memórias de cálculo, relatórios técnicos, catálogos, curvas de desempenho e outros dados que a Compradora julgar necessários.

Deverão ser apresentados, no mínimo, os seguintes documentos:

- Desenhos de arranjo geral, desenhos de conjunto e subconjunto dos equipamentos e listas de material;
- Memórias de cálculo, indicando as hipóteses de cálculo, cargas e tensões atuantes;
- Desenhos de montagem, incluindo todos os dados necessários à instalação dos equipamentos nos seus locais definitivos. Deverão estar claramente indicadas as tolerâncias finais de montagem e as pinturas anti-corrosiva e de acabamento, onde aplicáveis;
- Catálogos de equipamentos e de materiais padronizados;
- Curvas de desempenho;
- Lista de peças sobressalentes necessárias para operação dos equipamentos por um período mínimo de 5 (cinco) anos de operação contínua;
- Instruções de montagem, de operação e de manutenção.

Todos estes documentos deverão ser apresentados em 2 (duas) cópias para aprovação da FISCALIZAÇÃO. Após aprovação, deverá ser fornecida 1 (uma) cópia reproduzível ou arquivo magnético, com exceção dos catálogos e curvas de desempenho.



Deverá ser utilizado o Sistema Internacional de Unidades [SI]. Desenhos, Memórias de Cálculo ou quaisquer outros documentos com inscrições de valores em outras unidades, deverão indicar os valores correspondentes em unidades SI. Em qualquer caso, prevalecerão os valores indicados em unidades SI.

3.2. Condições de Projeto

Os materiais a serem empregados na fabricação dos equipamentos deste fornecimento deverão ser novos, livres de defeitos ou imperfeições e ter composição química e propriedades físicas que melhor se adaptem às finalidades previstas.

Todos os materiais utilizados deverão atender à última revisão das Normas da ABNT ou, onde estas forem omissas, da ASTM, AISI ou DIN.

Poderão ser admitidos materiais fornecidos de acordo com outras normas, desde que o Fornecedor apresente informações suficientes sobre tais materiais. Em todos os casos, as normas acima citadas servirão de referência.

Materiais, peças e componentes não fornecidos diretamente pelo Fornecedor, deverão ser adquiridos de fabricantes de boa reputação e previamente aprovados pela Fiscalização. A aprovação destes fabricantes não reduz ou exime o Fornecedor da responsabilidade do fornecimento.

Todos os parafusos e porcas sujeitos a ajustes, desmontagem, ambientes úmidos ou corrosivos, deverão ser fabricados em aço inoxidável ou outro material resistente à corrosão.

Os materiais, peças e seus conjuntos que forem incorporados ao fornecimento, deverão ser testados de acordo com a norma correspondente ou, na ausência desta, com o melhor método comercial aplicável.

Se o Fornecedor desejar empregar materiais de estoque não fabricados especificamente para o equipamento fornecido, deverá ser apresentada evidência satisfatória de que tais materiais estão em conformidade com as exigências aqui mencionadas, caso em que poderão ser dispensados os testes dos referidos materiais. Serão aceitos os relatórios ou certificados de testes de usina, das chapas e perfis.

3.3. Normas Técnicas

Os equipamentos e materiais deverão atender as últimas edições das seguintes Normas Técnicas, onde aplicáveis:

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- ISO - International Organization for Standardization



- AISC - American Institute of Steel Construction
- AISI - American Iron and Steel Construction
- AWS - American Welding Society
- ASME - American Society of Mechanical Engineers
- AGMA - American Gears Manufacturers Association
- AWWA - American Water Works Association
- NEMA - National Electrical Manufacturers Association
- IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers
- NEC - National Electrical Code
- NFC - National Fire Codes
- H&I - Hydraulic Institute Standards
- SIS - Swedish Industrial Standard
- SSPC - Steel Structures Painting Council
- ABNT NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão
- DIN - Deutsche Industrie Normen
- SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

3.4. Fabricação e Montagem

3.4.1. Generalidades

O padrão técnico da fabricação deverá ser da mais alta qualidade comercial e de acordo com a melhor prática de fabricação.

As peças semelhantes e as sobressalentes deverão ser, sempre que possível, intercambiáveis. A usinagem das peças substituíveis deverá ser precisa e respeitar as dimensões e tolerâncias especificadas, de modo que as peças de reposição feitas pelos desenhos possam ser facilmente instaladas.

3.4.2. Soldas

Para os equipamentos de construção soldada, sujeitos à pressão, a qualificação dos procedimentos de soldagem e dos soldadores deverá ser feita em conformidade com a Norma ABNT MB-262 - "Método para Qualificação dos Processos de Soldagem, de Soldadores e de



Operadores" que, em casos de omissão, será complementada pelos requisitos da Seção IX do "ASME - Boiler and Pressure Vessel Code".

Todos os custos e despesas inerentes aos trabalhos de qualificação dos processos e dos soldadores, serão de inteira responsabilidade do Fornecedor.

As peças a serem unidas por soldagem deverão ser cortadas nas dimensões adequadas, deverão ter as bordas chanfradas, de acordo com o tipo de junta a ser efetuada. Deverão estar isentas de ferrugem, escama, graxa e outras matérias estranhas, numa faixa de 50 mm, de cada lado, das bordas preparadas para soldagem.

Os eletrodos deverão ser de classe aprovada e de acordo com as especificações da última edição da Norma AWS.

Nas soldas de aço inoxidável com aço carbono deverão ser utilizados eletrodos de aço inoxidável.

Os eletrodos fornecidos para montagem na obra deverão ser embarcados em recipientes metálicos vedados à vácuo, devidamente marcados com o tipo e dimensão do eletrodo. No Manual de Montagem deverão ser indicados os eletrodos a utilizar em cada solda.

3.5. Proteção Anti-Corrosiva

Todas as superfícies dos equipamentos deverão receber os tratamentos relacionados a seguir:

- a) as superfícies a serem embutidas no concreto não receberão qualquer tratamento.
- b) as superfícies de aço resistente à corrosão e as não ferrosas não receberão qualquer tratamento.
- c) as superfícies usinadas deverão estar isentas de matérias estranhas e revestidas com proteção anti-corrosiva removível.
- d) as superfícies de contato acabadas deverão ser lavadas com um inibidor de corrosão e revestidas com um anticorrosivo adequado, antes do embarque e protegidas com madeira, se necessário.
- e) pinos e parafusos não montados deverão ser lubrificados e embalados com papel impermeável ou protegidos por outros meios.
- f) as superfícies que não serão pintadas deverão ser recobertas, ou de outro modo protegidas, durante a operação de limpeza e pintura das superfícies contíguas.
- g) as superfícies de aço carbono, sujeitas a exposição de agentes corrosivos do esgoto sanitário, deverão ser previamente tratadas e pintadas de acordo com as recomendações do Fornecedor.
- h) as tintas deverão ser adquiridas de Fabricante de comprovada idoneidade e deverão ser aplicadas de acordo com os métodos recomendados e submetidas à aprovação prévia.
- i) as cores das tintas de acabamento serão definidas posteriormente pela Compradora.



- j) a execução de retoques, após a montagem dos equipamentos na Obra, ficará a cargo do Fornecedor. Para estes retoques, deverão ser previstos 10% de cada tipo e cor de tinta utilizados, bem como os solventes e catalizadores necessários.

3.6. Pré-montagem

Equipamentos especiais e não padronizados deverão ser pré-montados na Fábrica. Durante a pré-montagem, as partes deverão ser indelevelmente marcadas, para facilitar e orientar a montagem final, na Obra.

O controle de qualidade dos equipamentos pré-montados deverá ser feito com auxílio de planilhas, previamente aprovadas, contendo as características e as tolerâncias dimensionais admissíveis.

3.7. Dispositivos de Montagem e Ferramentas Especiais

Deverão ser fornecidos para os equipamentos, todos os dispositivos necessários à sua completa montagem, incluindo olhais, braçadeiras, amarras e dispositivos especiais de levantamento.

Todas as ferramentas especiais, cálibres, chaves e gabaritos, necessários à montagem rápida e correta dos equipamentos e à sua futura manutenção, deverão estar incluídas no fornecimento.

3.8. Embalagens para transporte

O Fornecedor deverá prever e executar todas as embalagens e acondicionamentos necessários para o transporte dos equipamentos até a Obra, sem danos aos mesmos ou a sua pintura.

Todas as caixas ou embalagens de madeira deverão ser robustas e lacradas com fitas de aço. Deverão estar claramente identificadas e conter informações detalhadas sobre os equipamentos nelas acondicionados.

As partes usinadas, além da proteção contra corrosão, deverão ser cobertas com proteções de madeira. As peças insuficientemente rígidas deverão ser providas de nervuras provisórias.

Todas as peças com roscas, que serão utilizadas em montagens de campo, deverão ser impregnadas de graxa ou envernizadas.

3.9. Supervisão de Montagem

O Fornecedor deverá designar um Supervisor de Montagem, que permanecerá na Obra durante toda a fase de execução dos serviços e será responsável pela supervisão da instalação de todos os equipamentos fornecidos, bem como pela colocação dos mesmos em operação definitiva, assumindo inteira responsabilidade pela supervisão e verificação da precisão técnica, correção e qualidade dos trabalhos de montagem.

3.10. Ensaio e Inspeção Final na Obra

Todos os ensaios e inspeções na Obra serão executadas pela Compradora, com o acompanhamento dos Supervisor do Fornecedor.



O Supervisor de Montagem deverá acompanhar, pelo menos, os seguintes testes:

- a) verificação do posicionamento das peças, de acordo com as tolerâncias especificadas;
- b) verificação da correta montagem das peças dos equipamentos que foram removidas para transporte;
- c) verificação dos ajustes no campo que forem executadas por terceiros;
- d) verificação do correto funcionamento e estanqueidade dos equipamentos.

O Supervisor deverá notificar imediatamente a Compradora sempre que algum defeito for descoberto durante os testes. Se tal defeito for decorrência de erro no projeto ou fabricação do equipamento, deverá ser corrigido às expensas do Fornecedor.

4. MONTAGEM

4.1. Objetivo

A seguir apresentamos os requisitos necessários para a montagem dos equipamentos.

4.2. Escopo dos trabalhos

A Montadora será responsável pela montagem e colocação em serviço dos equipamentos relacionadas no item 4 desta Especificação.

Os serviços em questão serão realizados sob supervisão dos Fabricantes dos equipamentos, que deverão orientar todos os trabalhos de montagem.

4.3. Características da montagem

A Montadora será responsável pelos trabalhos de montagem, devendo colocar na Obra todo o pessoal especializado encarregado das montagens, incluindo soldadores e ajustadores qualificados.

Todos os equipamentos e materiais necessários à montagem deverão ser fornecidos pela Montadora, devendo retirá-los após o término das montagens e comissionamento dos equipamentos.

Os equipamentos deverão ser montados de acordo com as instruções de montagem dos Fabricantes, respeitando-se as folgas especificadas, tolerâncias nos alinhamentos, torques de aperto dos parafusos e demais dados requeridos pelo projeto.



Deverão ser respeitadas as tolerâncias das folgas, alinhamentos, paralelismo e perpendicularidade das peças, especificadas nas instruções de montagem dos Fabricantes.

Após o término das montagens os equipamentos deverão ser ensaiados nas condições reais. Não serão aceitas vibrações, ruídos e vazamentos fora dos limites a serem especificados no projeto executivo.

Após estes ensaios e constatado que os equipamentos atendem as condições especificadas, deverão ser efetuados os ajustes, retoques e pinturas de acabamento final, nas cores a serem especificadas pela Compradora.

4.4. Ensaios de recebimento

4.4.1. Recebimento provisório

Após a montagem de todos os equipamentos, os mesmos serão ensaiados nas condições reais de operação e, desde que comprovado que não existem anormalidades e que os equipamentos atendem às condições especificadas, deverá ser emitido, o certificado de Recebimento Provisório.

4.4.2. Recebimento definitivo

Transcorrido o período de 1(hum) ano após o recebimento provisório e, constatado que todos os equipamentos operam satisfatoriamente dentro do período de garantia e que não existe nenhuma pendência contratual, deverá ser emitido o certificado de Recebimento Definitivo.



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE ELETRICIDADE E AUTOMAÇÃO

SETEMBRO/2014

ÍNDICE

1. MEMORIAL DESCRITIVO	2
1.1. INSTALAÇÕES DE ELETRICIDADE	2
2. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS ELÉTRICOS	4
2.1. CONDUTORES ELÉTRICOS	4
2.2. ELETRODUTOS E ACESSÓRIOS	4
2.3. LUMINÁRIAS E ACESSÓRIOS.....	5
2.4. QUADROS E ACESSÓRIOS	5
2.5. ACESSÓRIOS DIVERSOS.....	6
2.6. SUPORTES, FIXAÇÕES E PERFIS	6
2.7. ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS	6
3. ESPECIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	10
3.1. MOTORES ELÉTRICOS.....	10
3.2. QUADROS ELÉTRICOS.....	10
4. TESTES E PRÉ OPERAÇÃO	11
4.1. LUZ.....	11
4.2. FORÇA	11
4.3. PRÉ OPERAÇÃO E TESTES DE ACEITAÇÃO	12



1. MEMORIAL DESCRITIVO

1.1. Instalações de Eletricidade

As instalações elétricas das estações de tratamento de esgotos a serem implantadas pelo SAMAE-Tietê deverão ser executadas rigorosamente de acordo com as Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, sendo que nos itens omissos deverão ser adotadas as Normas do International Electrotechnical Commission - IEC.

As instalações referentes ao fornecimento de energia elétrica deverão obedecer as Normas da EBE, respectivamente.

1.1.1. Escopo do Fornecimento

Integram o escopo do fornecimento todos os serviços, materiais e equipamentos necessários a perfeita instalação e operação das estações de tratamento. Os principais itens de fornecimento incluem:

- Entrada e medição de energia;
- Alimentação dos quadros gerais de baixa tensão;
- Alimentação dos CCM's (Centro de Controle dos Motores) e QL's (Quadros de Distribuição de Iluminação);
- Distribuição de energia para alimentação de todos os motores da estação;
- Comando e controle de todos os sistemas elétricos implantados;
- Iluminação interna e tomadas de uso geral e específico nas Casas de Operação, e nas Casas das Centrífugas;
- Iluminação externa;
- Testes e pré-operação do sistema.



1.1.2. Entrada e Medição de Energia

O ramal de entrada será derivado da rede aérea secundária de distribuição 220/127V-60Hz da EBE.

As caixas para alojamento dos equipamentos de medição serão embutidas em alvenaria com proteção contra chuva através de pingadeira de concreto. As dimensões das caixas estão de acordo com as normas da Concessionária.

A entrada de energia será aérea. Serão utilizadas duas caixas: uma tipo "M" para alojamento dos TC's de medição e do medidor de energia e outra tipo "T" para alojamento do dispositivo de proteção individual.

O dispositivo de proteção individual da ETE quintais será uma chave seccionadora NH de 250A com abertura sem carga com fusíveis de 150A.

1.1.3. Alimentação dos Quadros Gerais de Baixa Tensão (CCM)

Da entrada de energia sairá a alimentação para o quadro geral de baixa tensão diretamente com cabos, com isolamento de PVC para 750V acondicionados em eletrodutos de PVC rígido embutidos no piso.

1.1.4. Alimentação dos QL's

Do Quadro Geral de Baixa Tensão (CCM) sairá a alimentação , na tensão de 220/127V, para o Quadro de Luz (QL) alocado na Casa de Operação. O QL conterà os circuitos necessários para toda a Iluminação Interna e Externa, bem como circuitos para tomadas nas tensões 110 e 220 V.

1.1.5. Distribuição de Energia para Alimentação dos Motores

Todos os motores serão alimentados pelos respectivos CCM's por intermédio de cabos de energia com isolamento de PVC para 750 KV acondicionados em tubulações de PVC rígido na instalação embutida e de aço galvanizada a fogo na instalação aparente.

1.1.6. Comando e Controle dos Sistemas Elétricos

Na casa de operação e controle será instalado o painel de comando, supervisão e controle da estação, painel este que terá a função de receber informações dos equipamentos instalados no campo, bem como captar os sinais provenientes dos equipamentos de acionamento dos motores em cada CCM, processar essas informações e enviá-las aos respectivos painéis de comando para liberação da partida. O acionamento dos motores será manual ou automático.

Ficará a cargo do SAMAE-Tietê definir, de acordo com sua conveniência, se a lógica operacional dos CCM's será feita através de CLP ou lógica de relés. Esta definição deverá ser feita com a devida antecedência, preliminarmente à fabricação e montagem dos respectivos quadros.

No caso de escolhe pelo controle será via CLP, este deverá ser de última geração e programado para o supervisório requerido pelo sistema.

As chaves de nível das elevatórias deverão ser com dois contatos.



Os cabos de sinal provenientes de cada CCM utilizarão a mesma infraestrutura (tubulações e caixas de passagem) dos cabos de força. Nos pontos onde não há eletrodutos para os cabos de força deverá ser instalado eletroduto de 3/4" para os cabos de sinal.

A fiação deverá ser constituída por cabos flexíveis e anilhados conforme esquemas de comando de cada CCM.

1.1.7. Iluminação Interna e Tomadas em Edifícios

De acordo com os níveis de iluminamento determinados, para cada ambiente, pelas Normas Técnicas ABNT será executada a distribuição de luminárias no Edifício Administrativo e no Edifício da Desidratação. Toda a instalação de iluminação e tomadas será aparente. A tubulação será de aço carbono galvanizado eletroliticamente. A fiação será executada com fios de cobre com isolamento tipo Pirastic para 750V.

A iluminação será distribuída na tensão de 220V. As tomadas de uso geral serão alimentadas na tensão de 127V (1F + N). Todas as tomadas terão terra. Os circuitos de tomada deverão ser protegidos, nos QL's e QF, por disjuntores diferenciais.

1.1.8. Iluminação Externa

A iluminação externa será composta por luminárias com lâmpadas mista de 250W, instaladas em postes cônicos curvos. O comando será acionado a partir dos disjuntores do QL situado na casa de operação.

A distribuição dos circuitos será através de tubulações de PVC rígido e fiação de cobre com isolamento tipo Pirastic para 750V.

2. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS ELÉTRICOS

Todos os materiais a serem empregados deverão ser da melhor qualidade disponível e serão aprovados pela Fiscalização, devendo obedecer as normas e especificações da ABNT.

São as seguintes as especificações básicas dos materiais:

2.1. Condutores Elétricos

De cobre, têmpera mole, singelo, formação em fios encordoados, isolamento em borracha etilenopropileno (EPR) ou cloreto de polivinila PVC, capa de PVC, segundo NBR-6880, NBR-7288 e NBR-6148.

2.2. Eletrodutos e Acessórios

- De aço galvanizado: zincado a quente, interna e externamente, tipo pesado, em barras de 3 metros, pontas com rosca-gás e com uma luva por barra, luva e curva em aço galvanizado, pontas com rosca-gás.



- De PVC pesado: pontas com rosca-gás, com uma luva por barra, em barra de 3 metros, luvas, bucha, arruela e curva em PVC pesado, rosca-gás.
- Caixas de passagem externas: paredes de alvenaria revestidas e impermeabilizadas, tampa de concreto pré-moldado e fundo de pedra britada nº 2.
- Caixas de passagem internas para instalação aparente de liga de alumínio fundido, tampas aparafusadas, com juntas vedadoras de neoprene.
- Caixas de passagem internas para instalação embutida: caixas de chapa de ferro nº 14, estampada, com tampa aparafusada.
- Material para fixações: perfilados, braçadeiras chumbadores de ferro galvanizado.

2.3. Luminárias e Acessórios

- Luminárias para instalações internas: luminária para sobrepor, com corpo, tampa e grade de proteção, fundidos em liga de alumínio, à prova de tempo, gases, vapores e pós, globo, prismática de vidro, grade de proteção, porta – lâmpada reforçada de porcelana fixado ao corpo, soquete E-40 com lâmpada a vapor de mercúrio de 125W/220V, equipamento incorporado, caixa com entradas rosqueadas de 3/4" com refletor médio.
- Luminária para sobrepor, corpo e refletor em chapa de aço tratada e pintura eletrostática branca, alojamento para reator na cabeceira, controle de ofuscamento (plano transversal) Classe A/500lx para duas lâmpadas fluorescentes.
- Luminárias para instalações externas: luminária fechada, corpo, aro e pescoço em liga de alumínio fundido, encaixe para tubo diâm. 48 ou 60,3mm, refrator prismático em vidro borossilicato, refletor estampado em chapa de alumínio anodizado, soquete E-40, para utilização de lâmpadas mistas de 250W.
- Interruptores: unipolares simples e bipolares simples (tecla dupla) 10 A – 250V, montados em tampas de liga de alumínio fundido quando em instalações aparentes e tampas de plástico quando em instalações embutidas.
- Tomadas: de 10 A – 250V (universal) ou 15 A – 250V (2P + T), montadas em tampas de liga de alumínio fundido quando em instalações aparentes e tampas de plástico quando em instalações embutidas.

2.4. Quadros e Acessórios

- Quadros de luz: estrutura autoportante em chapas de aço nº 14 USG lisas, de espessura 2,5mm, amassadas e pintadas, dobradiças adequadas para garantir a rigidez do painel, tipo armário.



- Disjuntores tripolares: tipo a seco, montagem em caixas moldadas individuais, com desionização magnética (sopro magnético). Todos os disjuntores de baixa tensão deverão ser projetadas, construídos e ensaiados conforme as prescrições das Normas P-EB-185 e P-EB-303 da ABNT, operação equipados com disparadores com retardamento curto.
- Tensão: 600 V.
- Disjuntores termomagnéticos: tripolares, tipo seco, montados em caixas moldadas individuais, tensão 440V.
- Disjuntores termomagnéticos: tripolares, unipolares, tipo seco, montados em caixas moldadas individuais, tensão 440V.

2.5. Acessórios Diversos

- Eletroduto flexível em fita de aço doce, zincada a quente, com capa protetora de PVC extrudada, à prova de tempo.
- Terminal conector para eletroduto flexível, fêmea giratória em latão.
- Luva de redução para tubo em liga de alumínio, roscas internas tipo gás.
- Bucha de redução para tubo em alumínio fundido com roscas interna e externa, tipo gás.
- União rosqueável, para tubo macho-fêmea, rosca-gás
- Prensa-cabo com corpo e porca em liga de alumínio especial contra corrosão, Bucha de neoprene cônica, rosca-gás externa.

2.6. Suportes, Fixações e Perfis

- Perfilado de aço zincado a quente em chapa nº 14 MSG, de 1 1/2" x 1 1/2", tipo perfurado com furos ovais 10 x 12 mm, para corte na obra, em barras de 6 metros de comprimento.
- Braçadeira tipo D, em chapa de aço nº 18 MSG, zincada a quente para fixação de tubo, com furo central para parafuso Ø 1/4"
- Base tipo "I", para perfilado simples, com quatro furos para fixação, em aço zincado a fogo.

2.7. Especificações dos Materiais

2.7.1. Entrada de energia em baixa tensão



ITEM	MATERIAL	ESPECIFICAÇÃO	FABRICANTE
01	Caixa de medidores tipo "M"	Galvanizada a fogo	P.Thomeu/Golbras
02	Caixa tipo "T"	Galvanizada a fogo	P.Thomeu/Golbras
03	Eletrodutos, curvas e luvas para instalação embutida	Em PVC rígido, norma NBR-5473	Tigre/Brasilit
04	Buchas e arruelas	Em liga metálica	Wetzel
05	Isolador tipo roldana	Em porcelana	Lorenzetti
06	Suporte para isolador roldana	Galvanizado a fogo	P. Thome/Golbrás
07	Chave seccionadora fusível	Acionamento sem carga	Cebel/Siemens
08	Fusível NH	Retardados 100KVA	Siemens/Eletromar

2.7.2. Distribuição em baixa tensão

ITEM	MATERIAL	ESPECIFICAÇÃO	FABRICANTE
01	Eletrodutos, curvas e luvas para instalação embutida	Em PVC rígido, norma NBR-5473	Tigre/Brasilit
02	Eletrodutos, curvas e luvas para instalação aparente	Em ferro galvanizado interna e externamente, norma NBR-5473	Apolo/Burndy/P. Thomeu
03	Buchas e arruelas	Em liga metálica	Wetzel
04	Cabos	Isolação para 750Volts 70°C, tipo antichama, norma NBR-6880, NBR-6245, NBR-6148, NBR 6812	Pirelli/Ficap/Reiplás/ Condugel

2.7.3. Quadro de Comando (CCM)

ITEM	MATERIAL	ESPECIFICAÇÃO	FABRICANTE
01	Conjunto de proteção Diazed	Completo com base, anel de proteção, tampa e parafuso de ajuste	Siemens
02	Fusível Diazed	Retardado	Siemens
03	Contator	Tripolar, categoria AC3, com bobina LC1-D	Siemens/ Telemecanique
04	Relê de sobrecarga	Bimetálico de proteção, com regulagem conforme projeto, tipo LR1-D	Siemens/ Telemecanique
05	Botão de comando	Tipo BZ-3+E111	Blindex/Ace
06	Sinaleiro de comando	Tipo VZ-304+L001	Blindex/Ace
07	Canaleta	Plástica Heladuct, tipo HD9-P	Hellermann
08	Borne de conexão	Tipo SAK 2,5 KRG	Conexel
09	Trilho de fixação	Em aço tipo TS-32, em peças de 2 metros	Conexel
10	Bóia de nível automática	Com contato de mercúrio	
11	Plaquetas de identificação	Espessura de 3mm, escrito em baixo relevo, letras pretas, fundo branco	

2.7.4. Iluminação externa

ITEM	MATERIAL	ESPECIFICAÇÃO	FABRICANTE
01	Eletrodutos, curvas e luvas para instalação aparente	Em ferro galvanizado interna e	Apolo/Burndy/

		externamente, norma NBR-5473	P. Thomeu
02	Cabos	Isolação para 750Volts 70°C, tipo antichama, norma NBR-6880, NBR-6245, NBR-6148, NBR 6812	Pirelli/Ficap/ Reiplás/Condugel
03	Buchas e arruelas	Em liga metálica	Wetzel
04	Luminária p/ iluminação interna	Tipo fechada, corpo, aro e pescoço em liga de alumínio fundido, encaixe p/ tubo diâm. 48 ou 60,3mm, refrator prismático em vidro de boro silicato, refletor estampado – mod TP-274	Trópico
05	Poste telecônico curvo simples flangeado	Galvanizado a fogo – modelo LP-515-B/60	Trópico
06	Poste telecônico duplo flangeado	Galvanizado a fogo – modelo LP-525-B/60	Trópico
05	Lâmpada	Mista 250W/220V	Philips/Osram

2.7.5. Iluminação interna

ITEM	MATERIAL	ESPECIFICAÇÃO	FABRICANTE
01	Eletrodutos, curvas e luvas para instalação externa	Em PVC rígido, norma NBR-5473	Tigre/Brasilit
02	Conduites flexíveis corrugados para instalação interna	Em material plástico	Tigre/Brasilit
03	Cabos	Isolação para 750Volts 70°C, tipo antichama, norma NBR-6880, NBR-6245, NBR-6148,	Pirelli/Ficap Reiplás/Condugel



		NBR 6812	
04	Buchas e arruelas	Em liga metálica	Wetzel
05	Luminária p/ iluminação interna	Tipo prato Bad	Trópico
06	Lâmpada	Incandescente 150W / 220V	Philips/Osram
07	Interruptor	Linha silentoque	Pial/Siemens
08	Tomadas de uso geral	Linha silentoque	Pial/Siemens

2.8. Automação

ITEM	MATERIAL	ESPECIFICAÇÃO	FABRICANTE
01	Cabos	Isolação para 750Volts 70°C, tipo antichama, norma NBR-6880, NBR-6245, NBR-6148, NBR 6812	Pirelli/Ficap Reiplás/Condugel

A critério do SAMAE – Tietê, poderão ser aceitos componentes de marcas não discriminadas nas tabelas acima. Nesta situação, o SAMAE deverá ser previamente comunicado e solicitada sua autorização.

3. ESPECIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

3.1. Motores Elétricos

O acionamento dos equipamentos será feito por motores elétricos trifásicos, fabricados para serviço contínuo e intermitente. A alimentação será em sistema de 220+/-10% VCA, trifásico, 60Hz. Os motores serão do tipo com proteção adequada ao ambiente a ser instalado conforme normas NBR-6146, EB 582, MB 578. Os motores devem ser garantidos para, pelo menos, 80.000 horas de funcionamento.

O sistema de isolamento dos motores deverá ser classe F. O rendimento e o fator de potência mínimos devem estar, respectivamente nas faixas de 75% a 100% da carga e de 0,92.



Um representante da SAMAE deverá acompanhar os ensaios e testes a serem executados nos motores, na fábrica.

3.2. Quadros Elétricos

Os quadros elétricos, bem como seus componentes, devem ser projetados, fabricados e ensaiados de acordo com as últimas revisões das seguintes normas:

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas; IEC-International Electrotechnical Commission; NEMA-National Electrical Manufacturers Association; IEEE-Institute of Electrical and Electronic Engineers; ANSI-American National Standards Institute.

3.2.1. Proteção e pintura de chaparia e quadros elétricos para instalação

O sistema de proteção e pintura será aplicado a todas as superfícies, internas ou externas. As chapas de revestimento somente deverão ser fixadas a estrutura depois do revestimento e estrutura terem passado isoladamente pelo processo completo de proteção e pintura. Todas as espessuras indicadas referem-se às películas secas.

3.2.2. Quadros elétricos até 600V – Formas construtivas

Os quadros deverão ser do tipo “metal enclosed”, com conjuntos de partida e proteção de motores individualmente segregados por chapas de aço fixadas a estrutura por meio de parafusos e porcas. Serão aceitas também composições de caixas modulares padronizadas, desde que a configuração geométrica do conjunto seja a de um quadro convencional. Neste caso, cada caixa deverá conter uma só chave de partida e proteção de motores.

Os equipamentos componentes dos quadros elétricos deverão ter projeto, construção e ensaios de acordo com a norma ABNT NBR-6808 “Conjuntos de Manobra e Controle de Baixa Tensão”.

Os quadros devem ter as seguintes características: grau de proteção mínima IP54; estrutura autoportante em perfilados de aço, bitola mínima 12MSG reforçada com cantoneira de aço; chapa da estrutura com bitola mínima de 14MSG; acesso frontal com portas e fechaduras Yale; barramento de cobre eletrolítico com 99,99 de pureza; barramento pintado em cores de acordo com a ABNT; fiação com bitola mínima de 1,5 mm² para circuitos de comando e voltímetros; fiação com bitola mínima de 2,5 mm² para circuitos amperimétricos; fiação alojada em canaletas de plástico, em cores diferentes e identificados por anilhas de plástico.

A fabricação e entrega dos quadros deverá ser acompanhada por inspetores do SAMAE.

4. TESTES E PRÉ OPERAÇÃO

4.1. Luz

Deverão ser feitos alguns testes, antes da instalação ser entregue à operação normal verificando:

- a) se as ligações, nas caixas de derivação e nos pontos de luz, foram executadas de acordo com as normas;
- b) se há continuidade nos circuitos;



- c) o isolamento da instalação por meio de um "Megger";
- d) a existência de eventuais pontos quentes nas caixas de conexões (derivação), quando a instalação entrar em serviço.

4.2. Força

O objetivo destes testes é verificar a integridade física dos cabos e a correta execução dos terminais.

Os testes serão feitos sobre cabos já instalados na obra e com terminais instalados e dispostos para o serviço.

Os cabos deverão ser desligados dos equipamentos correspondentes e seus terminais, isolados da terra.

Para os cabos enterrados, os testes serão feitos uma vez instalados e antes de reaterrá-los.

O tipo de teste a ser executado dependerá da situação da instalação e da obra em geral. Poderá ser escolhido qualquer um dos três testes a seguir:

a) verificação da resistência de isolamento:

- as medidas de resistência de isolamento deverão ser tomadas entre fases e entre fase contra "terra" (incluindo eletrodutos e carcaças metálicas) e se destinam a verificar, além da resistência de isolamento, a eventual presença de pontos a terra ou em curto-circuito;
- para cabos de tensões iguais ou menores que 600 V, o valor mínimo permissível de resistência de isolamento será de 1 Megohm a ser verificada com megometro de 500 V;
- para cabos de tensões maiores que 600 V, o valor mínimo permissível de resistência de isolamento será de 1000 Ohm por Volt, a ser verificada com megometro de 5000 V.

b) prova de tensão contínua:

- a tensão de prova será três a cinco vezes a tensão nominal de isolamento entre um condutor isolado qualquer a terra, em KV eficazes e frequência industrial;
- a tensão se aplicará para cabos com condutores individualmente blindados, entre os três condutores em paralelo e as blindagens à terra; e para cabos com blindagem comum, entre cada condutor contra os outros dois à terra junto à blindagem;
- antes de se aplicar tensão, o cabo deverá ser testado por meio de um megometro;
- se possível, será preferível conectar o pólo positivo do aparelho de prova à terra, e o negativo ao condutor ou condutores em prova. A durabilidade da prova será de quinze minutos;
- será indispensável, após a prova, descarregar o condutor através de um seccionador para aterrar, eventualmente ligado no aparelho de prova.



c) prova de tensão alternada:

- a tensão de prova será duas vezes a tensão nominal;
- a tensão será aplicada para cabos condutores individualmente blindados, entre cada condutor e a respectiva blindagem à terra; e para cabos com blindagem comum, entre cada condutor e os outros dois à terra junto à blindagem;
- para esta prova será indispensável contar com aparelhos de prova com suficiente potência; a durabilidade da prova será de cinco minutos.

Os testes, e particularmente os itens "b" e "c", deverão ser feitos com previa comunicação por escrito à Fiscalização da obra, com as precauções de segurança do caso (aviso ao pessoal, cercado das áreas de teste, colocação de letreiros de perigo, afastamento do pessoal alheio aos testes).

Todas as provas feitas serão anotadas nos protocolos de provas.

4.3. Pré Operação e Testes de Aceitação

Caberá à Contratada fornecer os serviços de pré-operação e testes conforme a seguir:

4.3.1. Pré Operação

Esta fase inicia-se somente após a conclusão de todos o trabalhos de construção e montagem, inclusive pintura e compreenderá as operações de limpeza, testes preliminares dos equipamentos, ajustes e verificação dos sistemas de operação, calibração das seguranças e ajustes dos controles. Ela destina-se essencialmente à verificação e correção de montagens dos equipamentos e ao preparo destes para os testes de aceitação. A condição final desta será a unidade completamente acabada e em perfeitas condições para submeter-se aos testes de aceitação. Nesta fase os operadores do SAMAE apenas acompanharão os trabalhos que serão desenvolvidos pela Contratada e que deverão ser conduzidos por técnicos dos fabricantes de equipamentos.

4.3.2. Teste de Aceitação

Este teste será realizado com a finalidade de verificar o funcionamento dos vários elementos do sistema. Estes testes têm por objetivo a determinação da capacidade, eficiência, regulação e correção das demais condições operacionais dos vários equipamentos, e o confronto destes resultados com os valores e condições garantidos.

Durante o teste será feita inspeção visual com o objetivo de observar o comportamento operacional dos equipamentos e instrumentos. Os instrumentos necessários à execução dos testes serão de responsabilidade da Contratada.

Qualquer teste de equipamento ou procedimento que possa ter interferência nas instruções fora daqueles objetos das obras deverá ser acertado previamente entre a Fiscalização e a Contratada.



Se for considerado pela Fiscalização como "não-satisfatório" o resultado de um teste, ajuste, limpeza, lavagem etc., deverá a Contratada repeti-lo sem ônus para o SAMAE.

Os procedimentos de pré-operação e testes serão os especificados em seguida.

A - Serviços a Executar

a) Motores:

Todos os motores terão verificado seu sentido de rotação e medidas as correntes, garantindo-se que as correntes nominais não sejam ultrapassadas e que as fases sejam equilibradas. Deverão ser medidos os isolamentos de todos os motores, sendo submetidos a secagem os que acusarem baixo isolamento.

b) Circuitos de controle e comando:

- Da correta continuidade, dos circuitos de baixa tensão de controle e comando;
- Nas conexões em blocos terminais, fusíveis, botões liga-desliga (locais e no campo), chaves de comando, lâmpadas de sinalização, pressostatos, termostatos etc;
- Comprovação da correta operação dos intertravamentos existentes entre os diversos equipamentos;
- Da correta identificação das chaves de alimentação dos equipamentos.

c) Cabos de força e controle:

- Medição de isolamento de todos os cabos de força e de controle;
- Verificação dos terminais e conexões;
- Identificação de fases nos terminais dos cabos de força em acordo com as fases do sistema de alimentação.

d) Disjuntores:

- aberturas e fechamento em posição e de teste;
- inspeção dos contratos principais quanto a pressão, superfície de contato elétrico, isolamento elétrico entre pólos de uma mesma fase e entre fases;
- inspeção da câmara de extinção;
- medição de resistência dos contatos;
- para disjuntores com reles primários, testes dos reles verificando o ponto correto de operação;
- continuidade de todos os circuitos de ligamento e desligamento do disjuntor;



- outros testes e verificações recomendados pelo fabricante em acordo com o manual de instrução.
- e) Contatores de baixa tensão:
- abertura e fechamento em posição de operação e de teste;
 - inspeção das câmaras de extinção;
 - inspeção dos contatos principais, quanto a boa superfície de contato, pressão e conservação e isolamento elétrico entre contatos e terra;
 - verificação dos encaixe primários e secundários. Se removíveis verificar o bom encaixe dos terminais primários e secundários e boa movimentação dos carros;
 - exame da capacidade dos reles térmicos, fusíveis ou disjuntores quanto aos equipamentos protegidos;
 - determinação da tensão ou pressão mínima de fechamento dos contatores;
 - outros testes e verificações recomendados pelo fabricante em acordo com o manual de instrução;
 - lubrificação de todas as partes móveis.
- f) Circuitos e instrumentos de medição:
- Aferição dos amperímetros e voltímetros;
 - Outros testes ou verificações recomendados pelo fabricante em acordo com o manual de instrução.
- g) Reles:
- Isolamento entre contatos;
 - Isolamento entre bobinas e terra;
 - Teste de operação dos reles nos pontos indicados pelo fabricante;
 - Teste de correta operação dos reles nos pontos de calibração indicados pela Contratada;
 - Teste dos “circuitos indicadores de operação” dos reles;
 - Verificação do estado de conservação dos contatos;



- Teste de todos os reles térmicos de proteção dos motores de alta e baixa tensão, no ponto de operação indicado pela Contratante;
 - Teste de continuidade nos circuitos de desligamento;
 - Limpeza e condições das gaxetas de vedação das tampas;
 - Teste de ajuste zero;
 - Identificação dos reles quanto às fases que protegem;
 - Outros testes e verificação recomendados pelo fabricante em acordo com o manual de instrução.
- h) Circuito de iluminação e instrumentação:
- Medição de isolamento dos cabos principais;
 - Identificação clara dos circuitos de iluminação em acordo com os desenhos;
 - Identificação clara dos circuitos de alimentação dos instrumentos;
 - Inspeção nos quadros de alimentação de luz e de instrumentos quanto à correta conexão e ao bom contato;
 - Verificação da boa distribuição de cargas entre as fases e entre transformadores.