



**PROJETO EXECUTIVO DE READEQUAÇÃO DE DRENAGEM DA FAIXA 1-2 NORTE –
DRENAR-DF – RA X – BRASÍLIA – DF.**

**ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E CONSTRUTIVAS PARA EXECUÇÃO DE TÚNEIS PELO
PROCESSO NÃO DESTRUTIVO “SISTEMA TUNNEL LINER EPOXY”**

BRASÍLIA/DF

10/2020

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL

COMPANHIA IMOBILIÁRIA DE BRASÍLIA – TERRACAP

IZIDIO SANTOS JUNIOR – PRESIDENTE

DIRETORIA TÉCNICA E DE FISCALIZAÇÃO – DITEC

HAMILTON LOURENÇO FILHO

GERÊNCIA DE ENGENHARIA – GEREN

CARLOS AUGUSTO RIBEIRO SILVA

EXECUÇÃO DO PROJETO – GEREN/DITEC

FRANKS ALVES FONSECA

ÍNDICE

1	DEFINIÇÃO	5
2	MATERIAIS	6
3	CÁLCULO ESTRUTURAL	7
4	PROCESSO EXECUTIVO PARA AS SITUAÇÕES COMUNS	8
4.1	Locação	8
4.2	Poço de Ataque	8
4.3	Implantação	8
4.3.1	Escudo Frontal	9
4.3.2	Túnel Piloto	9
4.4	Emendas Aparafusadas	10
4.5	Injeção de Solo/Cimento	11
4.6	Rebaixamento do Lençol Freático	11
4.7	Consolidação do solo	12
4.8	Acompanhamento Topográfico	12
4.9	Revestimento de Concreto	12
4.10	Ventilação	13
4.11	Controle Geométrico e de Acabamento	13
4.12	Controle Tecnológico	13
4.13	Aceitação	13
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – SEÇÃO TRANSVERSAL DO TL PROJETADO COM REVESTIMENTO INTERNO EM CONCRETO 360°..... 5

1 DEFINIÇÃO

O objetivo desta especificação é orientar a montagem do Tunnel Liner para execução de túneis pelo processo não destrutivo. Estes túneis, executados por escavação e montagem de chapas de aço corrugado, têm o seu revestimento epoxy em função da agressividade do meio, e revestimento interno em concreto de 360°.

A seção tipo do Tunnel Liner projetado para a Faixa 1 e 2 Norte é detalhado abaixo:

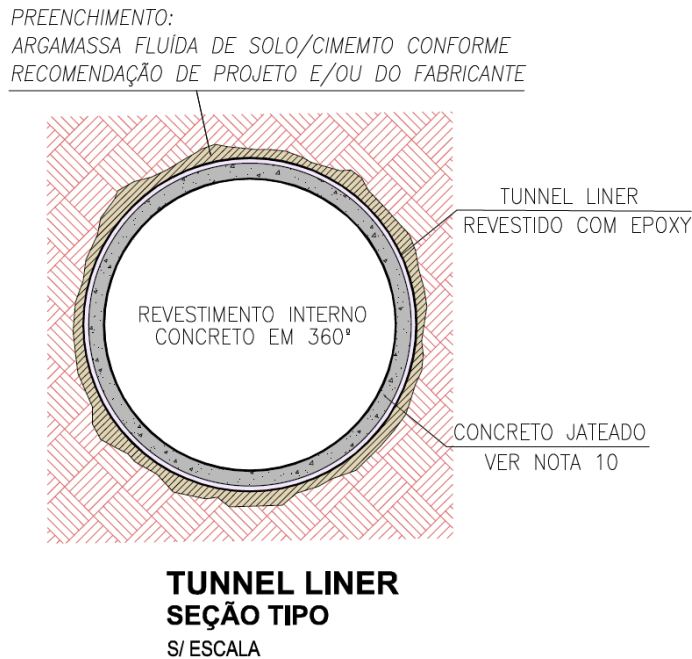


Figura 1 – Seção Transversal do TL projetado com Revestimento interno em concreto 360°.

Fonte: TERRACAP, 2020.

2 MATERIAIS

O Todos os materiais utilizados deverão atender integralmente as seguintes especificações adotadas pela ABNT, a saber:

- Cimento: EB-1 (NBR 5732) e EB-2 (NBR 5733).
- Agregados para concreto: EB-4 (NBR 7211).
- Concreto: NB-1 (NBR 6118).
- Ferragem: EB-3 (NBR 7480).
- ABNT NBR 16091:2012 – Estruturas flexíveis em chapas múltiplas de aço corrugadas para obras executadas pelo método não destrutivo — Tunnel Liner.

Os materiais abaixo relacionados, na falta de normas brasileiras, deverão seguir as seguintes normas norte-americanas:

- AASHTO - American Association Of State Highway And Transportation Officials - 17th Edition – 2002 - Section 15 - “Steel Tunnel liner plates”
- ASTM A123/A123M-2001 – “Zinc (hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products”;
- ASTM A761/A761M-02 – “Corrugated Steel Structural Plate, Zinc-Coated, for Field-Bolted Pipe, Pipe-Arches, and Arches”;
- ASTM A760/A760M-01a – “Corrugated Steel Pipe, Metallic-Coated for Sewers and Drains”;
- ASTM B-6 – “Standard Specification for Zinc”;
- Parafusos:
 - ASTM A449 - " Quenched And Tempered Steel Bolts And Studs”;
 - ASTM A307-00 – “Carbon Steel Bolts and Studs, 60.000 PSI Tensile Strength”;
 - ASTM A563-00 – “Carbon And Alloy Steel Nuts”;
 - ASTM A-153/A-153M-04 – “Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron And Steel Hardware”.

3 CÁLCULO ESTRUTURAL

A determinação da espessura da chapa a ser utilizada na estrutura, em função do tipo de solo a ser escavado e do diâmetro do túnel, obedece ao procedimento de cálculo descrito na seção 15, Da 17a edição/2002, do "Standard Specification for Highway Bridges" da AASHTO.

4 PROCESSO EXECUTIVO PARA AS SITUAÇÕES COMUNS

As etapas executivas a serem atendidas na montagem do Tunnel Liner são as seguintes:

4.1 LOCAÇÃO

A execução dos túneis deverá ser precedida da locação da obra, de acordo com os elementos de projeto.

A locação será efetuada mediante a implantação de piquetes no alinhamento da linha de centro das chapas de fundo e no nivelamento das mesmas, obedecendo a declividade do projeto.

No caso de haver mais de uma linha de Tunnel Liner deverá ser respeitado o afastamento mínimo entre as tubulações definido pelo fabricante, para permitir uma distribuição uniforme de cargas no perímetro do tubo.

Os elementos de projeto, tais como estaca, esconsidade, comprimentos e cotas poderão sofrer pequenos ajustes nesta fase.

A declividade da obra deverá ser contínua, salvo indicação específica no projeto.

4.2 POÇO DE ATAQUE

O início da execução do túnel deve ser feito por meio de poços de ataque de seção circular, escorados com as mesmas chapas metálicas e diâmetro imediatamente superior ao utilizado no túnel, conforme detalhado em projeto.

4.3 IMPLANTAÇÃO

Tendo sido locado o eixo da obra, e dado o início da escavação manual da frente de ataque, a escavação deve ser feita dentro de um perímetro o mais justo possível à circunferência externa do TUNNEL LINER e com avanço aproximado de 0,46m.

Imediatamente após esta etapa, executa-se a montagem do primeiro anel.

Depois de montado o primeiro anel do TUNNEL LINER, nova série de operação permitirá a montagem do anel seguinte e assim sucessivamente.

Deverá ser adotado, ainda, o seguinte procedimento para situações com desmoronamento na frente de escavação:

4.3.1 Escudo Frontal

A frente escavada com risco de desmoronamento deve ter seu talude escorado por um escudo frontal, constituído de chapas metálicas trapezoidais com espessura de 1/4". Estas cobrirão toda a superfície do talude frontal. As chapas devem ser escoradas com pressão, sobre o terreno, por estroncas metálicas extensíveis à custa de dispositivo telescópico de rosca. As estroncas são apoiadas nos flanges do trecho já montado de TUNNEL LINER para permitir a escavação da frente. Nas chapas do escudo, as estroncas também se apoiam sobre reforços do tipo cantoneira em aço. As chapas metálicas que constituem o escudo frontal são removidas uma de cada vez.

Após a escavação do solo de um comprimento correspondente a um novo anel, serão montadas as chapas superiores do TUNNEL LINER, que ficarão suportados pela emenda flangeada com o anel anterior e pelo uso de escoras inclinadas apoiadas no fundo do túnel. Depois que todas as chapas do escudo frontal forem transferidas para frente, o espaço escavado permitirá o complemento do novo anel de TUNNEL LINER. A câmara de trabalho estará com a frente escorada pelo escudo frontal e o teto da escavação sustentado pelas chapas do túnel.

Depois de montado o anel do TUNNEL LINER novas séries de operações permitirão a montagem dos anéis seguintes e assim sucessivamente.

4.3.2 Túnel Piloto

Para um túnel principal com área superior a 7,00m² ($\varnothing \geq 3,00\text{m}$) de forma circular ou não circular recomenda-se que seja realizado um túnel piloto antecedendo a execução do Túnel Principal, devido às importantes funções que cumprirá, conforme segue:

- Minimizar os riscos da exposição de uma área de solo maior, através da parcialização da seção a ser escavada;
- Minimizar o alívio de tensões do solo a ser escavado;
- Melhorar a estabilidade tanto da abobada quanto da frente de escavação do Túnel Principal, através do efeito viga;
- Prospectar a existência de interferências não cadastradas;
- Enfim, permitir a avaliação, em ambiente mais seguro, sobre o comportamento do solo a ser escavado.

Em função da seção do Túnel Principal deverá ser definida a seção do Túnel Piloto, que deverá ocupar cerca de 15 a 30% da área do Túnel Principal, sendo usualmente utilizada a forma circular com diâmetro variando entre 1,60 e 2,40m (Ver Tabela 48 do Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes Volume 10 – Conteúdo 05).

O comprimento do Túnel Piloto deverá ser sempre mantido em extensão superior ao plano de deslizamento da frente escavada para a futura implantação do Túnel Principal.

O Túnel Piloto deverá ser implantado junto à abobada da futura execução do Túnel Principal, cerca de 0,30 a 0,50m abaixo, e deverá ser desmontado com a evolução da escavação para a implantação do Túnel Principal.

O emprego do Túnel Piloto nos casos específicos (de grandes diâmetros), substituiu os procedimentos executivos que o antecederam, quando a abobada e a frente da escavação do “TUNNEL LINER” eram protegidas, quando necessário, por:

- Aba Metálica utilizada na abobada;
- Escudo Frontal utilizado na frente da escavação.

O Túnel Piloto quando comparado ao emprego do conjunto Aba / Escudo, além de melhorar a eficiência da contenção e estabilização dos solos menos estáveis da câmara de trabalho, devido ao efeito viga proporcionado, apresenta outras vantagens:

- Reduzir o tempo necessário para operar esses dois equipamentos;
- Aumentar a velocidade de montagem do escoramento definitivo, ou seja, do Túnel Principal.

A forma da estrutura do Túnel Principal deverá ser controlada por intermédio de:

- Eixo vertical da seção geométrica;
- Estronca metálica, extensível por intermédio de dispositivo telescópico;
- Eixo horizontal da seção geométrica;]
- Tirante extensível, i.e., cabo de aço provido de esticador.

A contenção provisória da frente de serviço, se necessária, poderá ser executada de forma simples e prática, ou seja, por intermédio da colocação de sacaria preenchida com areia, na altura e espessura suficiente para trabalhar como muro de peso, tal qual rip-rap.

4.4 EMENDAS APARAFUSADAS

Os anéis são solidarizados nos anéis adjacentes por parafusos e porcas de 5/8 x 1 1/2", que devem ser distribuídos ao longo das flanges laterais dos anéis. As chapas de cada anel são emendadas por transpasse através de parafusos e porcas das mesmas dimensões, porém com o pescoço quadrado e providos de arruelas de pressão.

Este sistema mantém o parafuso no furo, também quadrado da chapa, para permitir que a porca seja apertada pelo lado interno.

Nota: Torque mínimo aceitável de 27 kgm ou 265 Nm.

4.5 INJEÇÃO DE SOLO/CIMENTO

Os espaços vazios formados entre a face externa do revestimento do túnel e o terreno escavado, devem ser preenchidos a fim de se evitar recalques. Para isso, deve ser usado material de preenchimento flexível e de boa resistência à compressão.

Para isso, deve ser usado um material de preenchimento flexível e de boa resistência à compressão ou algum outro aglomerado, dependendo das condições locais e do método a ser aplicado:

- a) Manual - Após a montagem do anel, o mesmo deve ter sua face externa preenchida, com a utilização de soquetes, com emprego de material argiloso.
- b) Mecânico - Em anéis alternados, ou em todos os anéis para os diâmetros maiores que 1,60m, deverá ser feito o preenchimento com argamassa fluida. Este preenchimento deverá ser feito através de furos existentes nas chapas, apropriados para a colocação de bico de injeção.

A argamassa terá o seu traço dosado e deverá ser misturada em equipamentos elétrico ou mecânico. O material de preenchimento deverá ter as seguintes características: fluidez, ligeiramente expansível e de razoável resistência à compressão. A bomba deverá injetar o material a uma pressão em torno de 2,0 kgf/cm². Durante o preenchimento, deverão ser checados os anéis através da procura de "som oco", que evidencie a existência de vazios. Caso seja constatada a existência de vazios, deverá ser executada uma nova injeção neste local.

Havendo necessidade de se aumentar a estanqueidade do TUNNEL LINER, para evitar a fuga de argamassa, pode-se introduzir nas emendas entre as chapas uma tira de feltro ou espuma.

4.6 REBAIXAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO

Dependendo da altura do lençol d'água e da permeabilidade do solo, pode haver a necessidade de se proceder o rebaixamento do lençol freático, que pode ser em duas modalidades: poços profundos ou ponteiras filtrantes. A determinação do método a ser aplicado será em função das condições do local da obra.

4.7 CONSOLIDAÇÃO DO SOLO

No caso de ocorrência de solos com baixa capacidade de suporte, que afetem desde a geratriz inferior do túnel até a superfície, e em função de outros complicadores, deve ser adotado procedimento de consolidação com injeções de solo e cimento, através de ponteira penetrantes.

O traço e a fluidez da argamassa devem ser determinados experimentalmente, de modo que a mistura consolidada não venha a se tornar um obstáculo à escavação. Esta consolidação deve obedecer ao especificado em projeto.

4.8 ACOMPANHAMENTO TOPOGRÁFICO

A declividade e alinhamento definidos em projeto serão controlados através de teodolito ótico ou eletrônico a cada três anéis montados.

Devem ser ainda verificados topograficamente, os pontos definidos ao longo da seção transversal do túnel, para controle das deformações no plano da frente de escavação. A forma circular dos segmentos é garantida passo a passo através deste controle, e de estroncas e tirantes extensíveis telescópicos que ajustam a fôrma dos segmentos.

Quando definido em projeto a superfície deve ser instrumentada, para acompanhamento de recalques.

4.9 REVESTIMENTO DE CONCRETO

As chapas do túnel a serem revestidas com concreto, se especificado no projeto, podem possuir revestimento total ou parcial.

No caso de revestimento parcial, as chapas podem ter o revestimento epoxídico ou galvanizado.

No caso do revestimento epoxídico, o concreto tem a função de proteção mecânica da pintura.

As telas devem ser instaladas com espaçadores de argamassa, e possuir recobrimento mínimo de 4,00 cm em relação à estrutura metálica do túnel.

O trecho do suporte metálico que permanece em contato com a chapa do túnel deve ser galvanizado à fogo para impedir o caminhamento de eventual corrosão para parte inferior do revestimento de concreto.

4.10 VENTILAÇÃO

Deverá ser utilizado sistemas de ventilação e de iluminação provisórios com o auxílio de um grupo gerador (ventilação forçada), conforme preconiza o Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes – Volume 10 – Conteúdo 5.

Esta ventilação pode ser feita através de compressor injetado ar fresco, por meio de uma tubulação de $\varphi = 25 \text{ mm}$ (1”).

4.11 CONTROLE GEOMÉTRICO E DE ACABAMENTO

O controle geométrico consistirá na conferência por métodos topográficos correntes, do alinhamento, esconsidades, declividades, dimensões internas, comprimentos e cotas dos túneis executados e respectivas bocas. As condições de acabamento serão apreciadas, pela Fiscalização em bases visuais. Além disso, deverá ser verificada atentamente se existem espaços vazios no aterro batendo-se suavemente alguma ferramenta nas chapas, procurando captar pelo timbre e duração do ruído (som ôco ou não) a presença de vazios entre a estrutura e o aterro.

4.12 CONTROLE TECNOLÓGICO

O controle tecnológico do concreto empregado nas obras de acabamento dos emboques será realizado pelo rompimento de corpos de prova a compressão simples, aos 7 dias de idade, de acordo com o prescrito na NBR 6118 da ABNT para controle sistemático. Para tal, deverá ser estabelecida, previamente, a relação experimental entre as resistências a compressão simples aos 28 e aos 7 dias. As posições e bitolas das armaduras dos emboques deverão ser conferidas antes da concretagem.

4.13 ACEITAÇÃO

O serviço será considerado aceito desde que atendidas as seguintes condições:

- 1º.) O acabamento seja julgado satisfatório;
- 2º.) As características geométricas previstas tenham sido obedecidas, não sendo admitidas variações em qualquer dimensão superiores a 5%, para pontos isolados;
- 3º.) A resistência a compressão simples estimada (f_{ck})est. do concreto utilizado, definida na NBR 6118 da ABNT para controle sistemático, seja superior a resistência característica especificada;
- 4º.) Todos os parafusos deverão estar apertados satisfatoriamente.
- 5º.) Não existência de vazios entre as chapas e o aterro.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMCO, Orientação de Montagem para Execução de Túneis pelo Processo Não Destrutivo “Sistema Tunnel Liner Plate- Armco Staco”, Rio de Janeiro, 2015.

DER-SP, Especificação Técnica Para Execução de Bueiro de Tubo de Aço Corrugado, ET-DE-H00/017, São Paulo, 2006.

DNIT, Drenagem – Bueiros Metálicos sem Interrupção do Tráfego – Especificação de Serviço, Norma 024/2004 – ES, Rio de Janeiro, 2004.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

**ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO DE GALERIA
EM TÚNEL PELO MÉTODO NÃO-
DESTRUTIVO**



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

INTRODUÇÃO

Esta especificação define os critérios que orientam a execução de galerias em túnel pelo método não destrutivo, sob a jurisdição da NOVACAP/DU.

1 - LOCAÇÃO

- a - A NOVACAP fornecerá à firma contratada o projeto executivo de GALERIA EM TÚNEL PELO MÉTODO NÃO-DESTRUTIVO. Caberá à Contratada, a responsabilidade pelos eventuais erros decorrentes pela não execução das recomendações contidas nos projetos.
- b - A Fiscalização da NOVACAP acompanhará a execução dos trabalhos e verificará se ela está de acordo com o previsto em projeto, bem como com todas as recomendações acerca das medidas necessárias a segurança da obra.
- c - Sempre que, pelas condições do terreno ou pela ocorrência de elementos de interferência não previstos nos projetos, surgir a conveniência de alterações de projeto, a Contratada deverá levar o assunto ao conhecimento da Fiscalização para análise e pronunciamento superior. Quaisquer comunicações nesse sentido serão formalizadas inicialmente no Diário de Obras, assim como as deliberações posteriores. Quaisquer alterações serão comunicadas pela Fiscalização, por escrito, ao Departamento de Infraestrutura Urbana (DEINFRA/DU), para proceder a análise e aprovação, e posterior modificações nos cadastros.

2 - CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA

- a - Essa galeria tem por característica a execução pelo processo não destrutivo, sem interferência com a superfície do terreno que se estiver atravessando. Neste processo são utilizadas chapas de aço corrugado.

3 - IMPLANTAÇÃO

A obra poderá ser dividida em trechos, abrindo-se frentes de modo a atender o cronograma das obras. Toda escavação deverá ser executada de jusante para montante, de modo a garantir o escoamento natural das águas.

As fases executivas estão assim distribuídas:



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

3.1- SERVIÇOS PRELIMINARES, ESCAVAÇÃO E MONTAGEM DE CHAPAS

SERVIÇOS PRELIMINARES

Deverão ser tomados cuidados no sentido de garantir a estabilidade do talude de emboque, tais como: abatimento do talude, grampeamento do solo e projeção de concreto sobre a face do mesmo, assim como qualquer solução que vise estabilizar a face do emboque. Nesta região deverá ser intensificada a instrumentação do maciço.

Caso, durante a escavação, seja constatada presença de nível d'água até $0,5D$ (D =diâmetro do túnel) abaixo do limite inferior do túnel, deverá ser executado previamente um rebaixamento do lençol freático até esse nível. Não deverão ser iniciados, em hipótese alguma, os serviços de escavação sem que o rebaixamento tenha sido efetivamente instalado.

O projeto de rebaixamento deverá garantir a drenagem do maciço em relação à frente de escavação, de $4D$ à frente e de $4D$ para trás do referido ponto, e posicionado lateralmente a $1D$ do eixo do túnel para cada lado.

Marcos superficiais deverão ser instalados previamente ao início das obras de escavação, com o objetivo de medir a bacia de recalque superficial. Esses instrumentos deverão ser posicionados de modo a não interferir com o tráfego e outros elementos próximo ao túnel. A intensificação dos marcos deverá ser feita nos locais em que ocorram interferências que exijam ser acompanhadas com maior cuidado.

Todas as interferências deverão ser previamente locadas tanto em planta quanto em profundidade (perfil), de modo a auxiliar na execução da escavação e posicionamento dos instrumentos.

As águas superficiais deverão ser direcionadas para fora da área de trabalho de modo a não interferir na execução dos serviços de escavação.

METODOLOGIA

A implantação será executada pelo processo não-destrutivo, sem causar interferência de qualquer espécie com a superfície do terreno que se estiver atravessando. Neste método executivo são utilizadas chapas corrugadas de aço.

Cada uma das chapas deve ter dois flanges com furações, um em cada extremidade circunferencial, que permitam, por meio de parafusos, dar uma



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

continuidade da montagem no sentido longitudinal da estrutura, unindo-se por justaposição uma chapa a outra. Para completar, no sentido circunferencial, um anel da estrutura, em uma das extremidades de cada chapa deverá existir um rebaixo que facilite o encaixe na chapa seguinte, na ordem de montagem. Este rebaixo dá uma continuidade da corrugação, não prejudicando assim, a resistência estrutural.

As dimensões e pesos das chapas deverão permitir o manuseio com muita facilidade, não oferecendo qualquer dificuldade durante o processo de escavação. Ocorre, no caso da escavação, que a mesma não precisa ser feita de uma só vez em toda a extensão em que vai ser montado o segmento, devendo a retirada de terra ter lugar somente nos espaços onde vão ser colocadas as chapas que ficam à esquerda ou à direita desta e, assim prosseguindo, até fechar-se a seção.

3.2 - PROCESSO EXECUTIVO

SONDAGEM

A sondagem deve ser realizada ao longo do eixo da galeria e deve indicar o nível do lençol d'água e os resultados de SPT (Standard Penetration Test). Estes dados permitem prever o tipo de solo que será encontrado na execução da GALERIA EM TÚNEL PELO MÉTODO NÃO-DESTRUTIVO e servem de orientação para a escolha do tipo de escoramento, interno ao túnel, que deverá ser adotado em cada trecho respectivo. Além da sondagem, deverá ser conhecido o cadastro das interferências para que sejam adotadas providências durante a execução da GALERIA, quando a implantação se desenvolver junto a essas interferências.

ESGOTAMENTO CONTÍNUO

Para favorecer o escoamento da água de infiltração, a GALERIA EM TÚNEL PELO MÉTODO NÃO-DESTRUTIVO deverá ser sempre executada no sentido de jusante para montante, de modo que toda a água de infiltração que eventualmente ocorra entre as paredes da galeria possa fluir para uma cota mais baixa.

IMPLANTAÇÃO

Após a locação correta do eixo da obra conforme o projeto, deverá ser iniciado a escavação manual da frente de avanço da galeria, a escavação deverá ser feita dentro de um perímetro o mais justo possível à circunferência externa da



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

GALERIA EM TÚNEL PELO MÉTODO NÃO-DESTRUTIVO e com o avanço aproximadamente igual a largura da chapa. Imediatamente após esta etapa, deverá ser executado a montagem do primeiro anel. Após a montagem do primeiro anel da GALERIA EM TÚNEL PELO MÉTODO NÃO-DESTRUTIVO, novas séries de operações se repetirão, permitindo a montagem dos anéis seguintes, e assim sucessivamente. Sempre que houver interrupção dos serviços de escavação, a frente da mesma deverá ser adequadamente protegida de forma a garantir a segurança da obra.

Se as características do terreno exigirem maiores cuidados, poderá ser adotada medidas complementares para segurança da obra de escavação, após a aprovação pela fiscalização. Tais medidas poderão ser do tipo intensificação do escoramento interno do túnel, estabilização da frente de escavação, intensificação do rebaixamento, desvio de tráfego na região da obra, entre outras medidas.

GRAUTEAMENTO

Os espaços vazios que venham a existir entre a face externa da GALERIA EM TÚNEL PELO MÉTODO NÃO-DESTRUTIVO e o terreno natural, devem ser preenchidos (Grouted) a fim de se evitar recalques posteriores.

Para isso, deverá ser usado o material de preenchimento flexível e de boa resistência a compressão ou algum outro aglomerante a ser usado na ocasião pelo fabricante, dependendo das condições locais:

a - Manual

Após montagem do anel, o mesmo deve ter sua face externa preenchida, com a utilização de soquetes.

b - Mecânico

Em anéis alternados, deverá ser feita a perfuração da chapa com broca tipo copo de diâmetro de 1 e 1/2". Estas chapas já vêm furadas de fábrica e estes furos deverão estar dispostos no terço superior do anel, por onde deverá ser iniciada a injeção do solo aglutinante. Para a injeção deverá ser usada uma bomba apropriada, de deslocamento positivo, tipo MHONE ou similar. A bomba deve recalcar a massa com pressão 8 Kg/cm², sendo assim preenchidos todos os vazios eventualmente existentes entre a superfície externa do revestimento metálico e o maciço terroso, particularmente os vazios naturais devido a corrugação da chapa.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

RESISTÊNCIA A CARGAS

O processo GALERIA EM TÚNEL PELO MÉTODO NÃO-DESTRUTIVO, em sua execução não deverá interferir com o movimento normal da superfície. O dimensionamento da espessura da chapa a ser utilizada deverá ser compatível com a carga móvel atuante na superfície.

REBAIXAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO

Na dependência do nível do lençol aquífero e da permeabilidade do solo, pode haver a necessidade de se proceder o rebaixamento do lençol freático, que pode ser em duas modalidades:

- a - Poços Profundos
- b - Ponteiros Filtrantes
- c - Galerias Filtrantes

A determinação do método a ser aplicado ficará na dependência das condições do lençol freático observado na obra durante a execução das sondagens.

CONSOLIDAÇÃO DO SOLO

Na dependência do tipo de solo que ocorrer na faixa de implantação da GALERIA EM TÚNEL PELO MÉTODO NÃO-DESTRUTIVO e por ocasião da escavação para esta implantação, deve ser observado se o solo é de baixa consistência e, caso positivo, medida de precaução deve ser adotada para a sua consolidação, que poderá ser executada através de injeções aglutinantes.

O tipo e a quantidade de aglutinantes a serem utilizados serão determinados através da análise de sondagem, bem como das condições “in loco”.



NOVACAP
COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICAS PARA EXECUÇÃO DE OBRAS EM GABIÕES



INTRODUÇÃO

Esta especificação técnica define os critérios que orientam a execução de gabiões em obras sob a jurisdição da NOVACAP.

1 - GABIÕES

Os gabiões a serem utilizados na obra serão do tipo caixa e do tipo colchão.

Os gabiões devem ser flexíveis fabricados em tela de arame, com zincagem pesada, nos tipos acima identificados e nas e dimensões especificados pelo projeto.

Cada gabião caixa deve ser dividido por diafragmas em celas, cujo comprimento não deve ser superior a uma vez e meia a largura do gabião. Para o gabião colchão, a base, as paredes laterais, os diafragmas e as duas extremidades, devem ser fabricadas em uma única peça, devendo os diafragmas formarem bolsos que dividam o colchão de metro em metro e a tampa ser uma peça única.

O arame utilizado na fabricação dos gabiões e nas operações de amarração e atirantamento durante a construção deverá ser de aço doce recozido zincado, com uma tensão de ruptura média de 38 a 50 kg/mm².

A aderência do revestimento do zinco no arame de aço deve ser tal que, depois do arame ter sido enrolado 6 vezes ao redor de um mandril, com diâmetro igual a 4 vezes o do arame, não se descasque ou quebre de maneira que o zinco possa ser removido com o passar do dedo.

A tela deve ser de malha hexagonal, de dupla torção, obtida por entrelaçamento dos arames por três voltas e meia. Para o gabião caixa será de 8 x 10 e para o gabião colchão de 6 x 8.



DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

Para o gabião caixa o diâmetro do arame utilizado na fabricação da malha deverá ser de 2,7 mm e de 3,4 mm para as borda e laterais, e para o gabião colchão 2,2 mm e 2,7 mm respectivamente.

Todas as bordas livres do gabião, inclusive o lado superior dos diafragmas, devem ser enrolados mecanicamente de maneira tal que as malhas não se desfaçam e adquiram maior resistência.

Com os gabiões deve ser fornecida uma quantidade suficiente de arame de amarração e atirantamento para a construção na obra, com diâmetro de 2,2 mm. Para os gabiões caixa a quantidade estimada deste arame é de 8% para os gabiões de 1,00 m de altura e de 6% para os de 0,50 m, em relação ao peso dos gabiões fornecidos. Para os gabiões colchão esta quantidade é de 5% em relação ao peso dos colchões fornecidos.

Para facilitar o manuseio, carregamento e transporte, os gabiões caixa e colchões são fornecidos dobrados e acondicionados em fardos.

Montagem

Os fardos devem ser abertos e as caixas e colchões desdobrados. Os lados, as extremidades e os diafragmas devem ser erguidos na posição vertical. Para os gabiões caixa costure as quatro arestas em contato e os diafragmas com as laterais. Para os colchões, dobre os prolongamentos das paredes das extremidades, sobrepondo as paredes laterais. Estas devem ser costuradas às paredes de extremidades e aos diafragmas erguidos.

Colocação

Costure cuidadosamente cada gabião (caixa e ou colchão), ao longo das arestas em contato, tanto horizontais como verticais, antes do enchimento. A costura deverá ser executada como o arame enviado junto com os gabiões e deve ser feita de forma contínua passando por todas as malhas, alternativamente com volta simples e dupla. No caso dos gabiões caixa para se obter um melhor alinhamento e acabamento, os mesmos podem ser tracionados antes de serem preenchidos, ou como alternativa pode-se utilizar



um gabarito de madeira, na face externa; onde permitido pela largura da seção transversal, os gabiões podem ser colocados verso contra verso, ou frente contra frente para facilitar o fechamento das tampas.

Enchimento

O enchimento pode ser feito manualmente ou com auxílio de equipamento. Deverá ser usada pedra limpa, não friável e de bom peso específico. O tamanho deve ser na medida do possível regular e tal que as dimensões estejam compreendidas entre a medida maior da malha e o dobro. Pode ser aceitável 5% de pedras com dimensões superiores às indicadas. O enchimento deve permitir a máxima deformabilidade da estrutura, obtendo a mínima porcentagem de vazio, assegurando assim o maior peso específico. Para isso pode ser necessário uma acomodação manual das pedras.

Atirantamento

Para os gabiões caixa, durante o enchimento, devem ser colocados tirantes de arame, do seguinte modo:

- Encher cada célula do gabião de 1,00 m de altura até um terço da sua capacidade. Após isto coloque dois tirantes normalmente unindo paredes opostas, com as extremidades amarradas ao redor e duas malhas. Repita esta operação quando estiver cheio até dois terços. Em casos particulares os tirantes podem unir paredes adjacentes.
- Para gabiões de 0,50 m de altura, coloque os tirantes apenas em um nível, quando as caixas estiverem preenchidas até a metade.

No caso dos colchões coloque os eventuais tirantes unindo a base à tampa. Os mesmos podem eventualmente unir arestas superiores dos diafragmas com o pano de base, no caso de superfícies inclinadas. Usa-se normalmente um tirante por metro quadrado.



Fechamento

Para os gabiões caixa, a tampa deve ser dobrada e para os colchões as tampas devem ser colocadas sobre as bases. Nos dois casos a tampa deve ser costura nas bordas superiores das bases e dos diafragmas.

Os gabiões caixa colocados encima de uma camada já executada devem ser costurados ao longo das arestas em contato com a camada dos gabiões já enchidos.

2 - MANTA GEOTEXTIL

Deverá ser colocada obrigatoriamente na interfase solo-gabião, com objetivo de retenção do fino do solo, impedindo sua passagem para o interior do gabião e ao mesmo tempo proporcionando a passagem de água, funcionando como um filtro no alívio da sub-pressão hidráulica e na proteção contra o efeito de solapamento da estrutura em gabião.

A manta de geotextil não-tecido, fabricada a partir de filamentos contínuos 100% poliéster, interligados mecanicamente por agulhagem, deverá ter elevada resistência à tração, ao estouro, ao puncionamento, com permeabilidade normal, permeabilidade transversal e capacidade de retenção de partículas, para que desempenhe na obra as funções de filtração, separação, drenagem transversal, proteção e reforço.

Deverá ter as seguintes características principais:

- Espessura > 5 mm
- Densidade Superficial $\geq 500 \text{ g/m}^2$
- Porosidade > 90 %
- Resistência à tração (carga concentrada) $\geq 2,1 \text{ KN}$
- Alongamento de ruptura $\geq 70\%$
- Resistência ao estouro $\geq 5,0 \text{ MPa}$



- Resistência ao rasgo $\geq 2,4$ KN
- Resistência ao puncionamento $\geq 3,4$ KN

Estocagem

No canteiro de obras é importante manter o geotextil estocado dentro da sua embalagem original.

Via de regra, todos os polímeros sintéticos, mesmo os mais resistentes e aditivados, quando expostos aos raios ultravioleta apresentam variações de suas propriedades mecânicas, desta forma o geotextil deve ser convenientemente estocado, se a obra for de curta duração deve ser protegido com material opaco e impermeável (plástico preto) e se for de longa duração deve ser estocado em local coberto e protegido da luz solar.

Com a retirada do envelope plástico protetor deve-se estocar o geotextil em local protegido de modo a evitar que a chuva e água em geral provoquem seu encharcamento, o que poderá dificultar o manuseio e instalação, pois o peso do geotextil pode aumentar de 5 a 8 vezes.

Manuseio

A largura dos rolos do geotextil pode não se adaptar exatamente às necessidades da obra exigindo que este seja cortado ou emendado.

O corte pode ser feito de acordo com as necessidades da obra utilizando-se tesouras, facas, estiletes etc. No rolo o geotextil pode ser cortado com filamentos aquecidos por eletricidade.

Quando ocasionalmente, durante a instalação ou manuseio do geotextil surjam rasgos ou furos, quando este não atuar como reforço, para a correção basta recobrir a porção danificada com um pedaço de manta (manchão) com dimensões 30 cm maiores que as do rasgo ou furo, devendo suas bordas serem coladas ou costuradas manualmente.

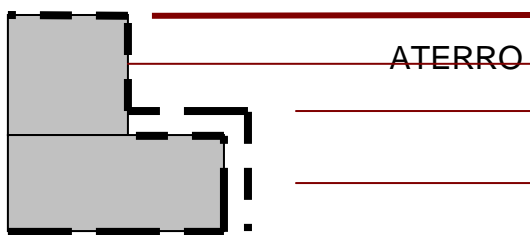
Quando a dimensão da manta for insuficiente para recobrir toda a superfície pretendida, torna-se necessário fazer emendas. Havendo a necessidade de



DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

transmissão de esforços entre mantas, ou instalação sobre solos de baixa capacidade de suporte, a união por costura é preferível.

No caso específico de obras flexíveis onde o geotêxtil deva ser instalado sobre cantos vivos (tardoz de muros de gabião em degraus) a união das mantas deve ser feita por superposição, para evitar perfurações por ocasião do lançamento e compactação do material de aterro. É prudente que o aterro seja feito com equipamento manual/portátil em uma faixa de aproximadamente 1,00 metro, evitando-se os rolos compactadores pesados. Nos cantos vivos deve-se evitar um excesso de compactação (principalmente por soquetes manuais) e protegê-los com a colocação de uma faixa adicional de geotêxtil ou criando nesses locais uma superposição (Ver Figura)





NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

**ESPECIFICAÇÕES E ENCARGOS GERAIS
PARA EXECUÇÃO DE REDES PÚBLICAS DE
ÁGUAS PLUVIAIS NO DISTRITO FEDERAL**



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

INTRODUÇÃO

Esta especificação define os critérios que orientam a execução de redes públicas de águas pluviais, sob a jurisdição da NOVACAP/DU (aprovado na 2.971ª Reunião da Diretoria Colegiada, em 19.10.1995, e alterado na 3.008 Reunião de Diretoria Colegiada, em 30.04.96).

1 – LOCAÇÃO

- a - Toda locação deverá seguir rigorosamente o projeto, salvo nos casos em que outra rede de infraestrutura já tenha sido executada no local.
- b - Nesta locação deverão ser cadastradas todas as possíveis interferências, quer sejam de redes de infraestrutura ou qualquer outro obstáculo, com o objetivo de serem procedidos estudos para novo caminhamento, se for o caso.
- c - Após a locação a Contratada deverá calcular as Notas de Serviço obedecendo todos os dados do projeto, no que diz respeito a diâmetros, declividades e profundidades.
- d - Somente após a liberação das Notas de Serviço pelo **DEAP/DU**, poderão ser iniciados os trabalhos de escavação de valas.
- e - Antes de iniciar qualquer frente de serviço a Contratada deverá solicitar às outras concessionárias os cadastros de suas redes, para que sejam eliminadas eventuais divergências entre estes e o cadastramento feito quando da locação. Qualquer dano causado às redes das outras concessionárias será de inteira responsabilidade da Contratada.

2 - ESCAVAÇÃO

- a - Toda escavação deverá ser iniciada no ponto de lançamento da galeria, seja em córregos, lagos ou em galeria já existente. Caso a Contratada solicite autorização para abertura de outras frentes de escavações será de sua inteira responsabilidade qualquer problema de encontro entre os trechos executados, bem como qualquer problema de surgimento de águas subterrâneas, que exija bombeamento, ou outro serviço, para retirada da água.
- b - A escavação de valas deverá obedecer rigorosamente às cotas das Notas de Serviço, e deve ter um perfeito alinhamento entre dois poços de visita.

**NOVACAP**

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

2.1 - PROCESSO MECÂNICO

Toda escavação, em princípio, será executada por processo mecânico. A escavação manual somente poderá ser executada nos trechos onde for impossível o emprego de máquinas, ou seja, nos casos de interferências com outras redes de infraestrutura, de rede muito próxima de postes ou ainda quando, por outros motivos, não houver condições de ser executada a escavação mecânica. Nestes casos será exigida a devida autorização do Engenheiro Fiscal no Diário de Obra.

2.2 - CLASSIFICAÇÃO DE MATERIAL

Previamente à escavação da vala de drenagem, a contratada deverá executar a investigação do subsolo ao longo do eixo do sistema de drenagem através de investigação do subleito para caracterizar a geologia local. Essas sondagens deverão fornecer dados para a elaboração de um perfil geológico-geotécnico, que contemple desde a superfície do terreno até a base da vala a ser escavada ou até o limite que o tipo de sondagem permitir. Tais investigações servirão como instrumentos para subsidiar a comissão de classificação de material, de modo a elucidar eventuais dúvidas que ocorram sobre o horizonte escavado e sobre o percentual de material de cada categoria. Para orientação na classificação dos materiais escavados durante a execução da obra deverá ser observada a seguinte tabela:

TABELA 1 - MÉTODOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE MATERIAIS

CLASSIFICAÇÃO	MÉTODO		MATERIAL
	ESCAVAÇÃO	PERFURAÇÃO	
SOLO RESIDUAL	LÂMINA DE AÇO "SCRAIPER", ENXADÃO, FACA	À PERCUSSÃO COM TRADO OU LAVAGEM LIMITE IMPENETRÁVEL A PERCUSSÃO	1º CATEGORIA
ROCHA ALTERADA MOLE	ESCARIFICADOR (PICARETA)	À PERCUSSÃO COM LAVAGEM LIMITE IMPENETRÁVEL A LAVAGEM POR TEMPO	2º CATEGORIA
ROCHA ALTERADA DURA E ROCHA SÃ	EXPLOSIVO	ROTATIVA	3º CATEGORIA



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

a) PRIMEIRA CATEGORIA:

Compreende o solo residual, o material escavável por lâmina de aço, ou seja, escavável pela lâmina do trator ou do “scaiper”, ou por enxadão, faca e canivete. A base do solo residual corresponde ao limite da perfuração ao trado manual ou ao limite para execução dos ensaios de penetração (SPT) nas sondagens à percussão (menos de 5 cm de cravação do barrilete com 10 golpes consecutivos ou 50 golpes num mesmo ensaio). Quando a perfuração à trado for suspensa devido a outros fatores, por exemplo, pela presença de nível d’água, o limite será fixado apenas pelo impenetrável ao SPT. Entretanto, o limite para execução do ensaio de penetração pode não corresponder à base do solo residual, uma vez que veios de quartzo e crostas limoníticas, entre outras feições presentes nos solos, podem ser suficientes para interromper o ensaio SPT. A passagem entre o horizonte de solo para rocha, geralmente é gradual, sendo que seixos (rolados ou não), fragmentos de minerais com diâmetro máximo inferior de 0,15 metros podem ocorrer dentro do solo residual.

b) SEGUNDA CATEGORIA:

Compreende a rocha alterada mole, o material que somente pode ser escavado, manualmente, com picareta e com o bico do martelo de geólogo, ou então mecanicamente, com escarificador. O material de 2º categoria nos contratos de escavação corresponde nas sondagens à percussão ao material perfurado pelo processo de lavagem. A base da rocha alterada mole corresponde ao limite do impenetrável à lavagem por tempo das sondagens à percussão (três ciclos consecutivos de 10 minutos com penetração inferior a 5 cm em cada um). Esse último critério não poderá ser aplicado, isoladamente, para definir o topo da rocha, o material que somente pode ser escavado com emprego de explosivo. O impenetrável à ferramenta de lavagem das sondagens à percussão pode ser representado, por exemplo, por uma matacão de rocha (volume inferior a $2,00 \text{ m}^3$), ou pedras de diâmetro médio compreendido entre 0,15 e 1,0 metro, que podem ocorrer, até mesmo no horizonte de solo residual. Dessa forma, para determinação do topo da rocha alterada dura ou rocha sã podem ser necessários outros métodos de investigação tais como sondagens rotativas e sísmicas.

c) TERCEIRA CATEGORIA:

Compreende a rocha alterada dura ou rocha sã, o material que somente pode ser escavado por processo com uso de explosivo, e perfurado através de sondagens rotativa. Em contratos de escavação constituem o material de 3º categoria. Esse horizonte apresenta os minerais sãos ou praticamente sãos, com suas cores e resistências originais ou pouco afetadas. Compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente a rocha não



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

alterada e blocos de rocha com diâmetro médio superior a 1,00 metro, ou de volume igual ou superior a 2,00 m³.

2.3 - TALUDES DAS VALAS

- a - Todo serviço de escavação de valas deverá ser executado em talude 1:3 e alargamento de 1,00 m em cada lado da vala, para cada 3,00 m de profundidade.
- b - Caso as condições do terreno evidenciem a necessidade de uso de outra inclinação a Fiscalização deverá autorizar, previamente, no Diário de Obras.
- c - Para efeito de medição será considerado o volume real escavado, levando-se em conta o talude em que foi executada a escavação.
- d - Nos casos de escavação para galeria moldada "in loco", o talude deverá ser de 1:2.

2.4 - LARGURA DO FUNDO DE VALA

- a - A largura da boca da escavação deverá ser igual à largura do fundo de vala acrescida de 2 (duas) vezes o talude de escavação.
- b - Os fundos de vala deverão ter as larguras determinadas em função do diâmetro da tubulação ou das seções das galerias moldadas "IN LOCO", conforme a seguinte Tabela:

**NOVACAP**

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

TABELA 2 - LARGURA DE FUNDO DE VALA EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO

DIÂMETRO DO TUBO OU SEÇÃO DA GALERIA MOLDADA (m)	LARGURA DO FUNDO (m)
0,30	0,80
0,40	1,00
0,50	1,20
0,60	1,40
0,80	1,70
1,00	2,00
1,20	2,20
1,50	2,60
1,65 x 1,65	3,00
1,80 x 1,80	3,20
2,00 x 2,00	3,40
2,20 x 2,20	3,60
2,40 x 2,40	3,80
2,60 x 2,60	4,00
3,00 x 3,00	4,40

2.5 - ESCORAMENTO

- a -Todas as valas escavadas para execução de redes, além da escavação em talude 1:3, deverão ser escoradas. Nas valas escavadas para execução de galeria em concreto armado moldada no local, devido às suas dimensões avantajadas, poderá ser dispensado o emprego do escoramento, desde que as mesmas sejam escavadas com o talude natural (o ângulo de inclinação do talude deve ser inferior ao ângulo do talude natural).
- b- A Contratada é responsável pela elaboração dos projetos de escoramento e da sua aplicação, ou da determinação do talude natural do terreno quando necessário. De comum acordo com o Engenheiro Fiscal e com o Engenheiro Chefe do Departamento da NOVACAP responsável pela obra, a firma deverá contratar um calculista de renome, especialista no assunto, para elaboração dos projetos. Na elaboração dos projetos o calculista deverá, em princípio, levar em conta que serão conjuntos de escoramentos para valas com talude 1:3, aplicados separadamente um do outro, de dois em dois metros, e considerar estronca perdida no fundo da vala. Caberá ao Engenheiro Fiscal a aprovação dos projetos de escoramentos e a fiscalização da sua execução. A Fiscalização só deverá pagar o serviço de escoramento de vala, num determinado trecho entre dois poços de visita, se o mesmo for executado conforme o projeto aprovado em toda a extensão do trecho em consideração.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

- c - À proporção que a vala vai sendo escavada, o serviço de escoramento deverá vir acompanhando a escavação, devendo portanto ser executado antes do preparo do fundo da vala. Durante a execução do escoramento é proibido qualquer operário entrar no interior da vala, com exceção dos que estiverem trabalhando na sua execução. Caso a Firma não disponha de material para executar o escoramento, a Fiscalização não permitirá o início do serviço de escavação da vala, e anotará no Diário de Obra que somente permitirá a liberação do serviço de escavação após a chegada e inspeção na obra do material necessário.

- d - O escoramento de uma vala deverá permanecer no seu local até que o aterro compactado tenha sido executado até alcançar a metade da seção do tubo.

3 - ESGOTAMENTO E BOMBEAMENTO

Os serviços de escavação deverão incluir eventuais obras de proteção contra infiltração de águas superficiais procedentes de chuva. O esgotamento de água através de moto-bombas só será pago no caso de obras executadas em terrenos encharcados devido a filtração de águas naturais, mesmo assim, somente quando não for possível iniciar as escavações da rede a partir de seu lançamento final até o início.

4 - PREPARO DO LEITO

- a - Terminada a escavação proceder-se-á à limpeza do fundo da vala e a regularização do "greide". Todo o trecho do leito escavado a mais e que levar reaterro, deverá ser compactado. Após a regularização do "greide" deverá ser executada uma base de cascalho compactado, cuja espessura por diâmetro de rede deverá obedecer a Tabela abaixo:

**NOVACAP**

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

TABELA 3 - ESPESSURA DA BASE DE VALA EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO OU DA SEÇÃO DE CANAL OU GALERIA

DIÂMETRO DO TUBO OU SEÇÃO DA GALERIA MOLDADA (m)	ESPESSURA DA BASE (m)
400 mm	0,05
500 mm	0,05
600 mm	0,10
800 mm	0,10
1000 mm	0,15
1200 mm	0,15
1500 mm	0,20
1,65 x 1,65	0,20
1,80 x 1,80	0,20
2,00 x 2,00	0,20
2,20 x 2,20	0,20
2,40 x 2,40	0,20

- b - Toda compactação deverá ser executada por meio mecânico, salvo em locais onde, à critério da Fiscalização, seja impróprio o uso de compactadores mecânicos. O terreno ou cascalho deverá ser umedecido até a umidade ótima determinada para o tipo de solo existente, e compactado com grau nunca inferior à 100% do Próctor Normal, para o caso de redes em tubo, e 100% do Próctor Intermediário, para as redes em galeria moldada no local. Em caso de terreno muito úmido deverá ser executada drenagem ou lastro de brita, à critério da Fiscalização e com a devida autorização no Diário de Obra.
- c - Após a compactação proceder-se-á ao nivelamento do fundo das valas com aparelho de precisão topográfica. O perfil deverá ser resultante da utilização das cotas do projeto diminuídas da espessura do tubo somada à espessura da bolsa, para as redes em tubo, ou da espessura da laje inferior a do lastro de concreto magro, para o caso de redes em galeria de concreto armado moldado no local.
- d - No caso do lastro de pedra britada, quando a quantidade de água subterrânea chegar a altura superior ao "greide" da vala, deverá ser executada uma canaleta no centro da vala, abaixo do "greide", e colocadas manilhas drenantes, de diâmetro compatível com o volume de água. Após isto deverá ser executado o lastro de pedra devidamente compactado e nivelado.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

5 - TUBOS DE CONCRETO

- a - Todos os tubos de concreto, simples ou armado, serão do tipo ponta e bolsa. Deverão ser executados de conformidade com as Normas e Especificações Técnicas vigentes no País (NBR 6118/82, NBR 7481/82, etc) e ter resistência à compressão diametral de acordo com as EB-6 e EB-103, conforme Lei N^o 4150 de 21/11/62, que são parte integrante das presentes especificações . À critério da Fiscalização poderão ser aceitos tubos do tipo macho e fêmea, mas, para o seu assentamento, será exigido o emprego de macaco TIFOR para permitir melhor junção entre os mesmos. O pagamento se dará pelos preços constantes da Tabela de Preços Unitários de Serviços da NOVACAP, para esses serviços. Os tubos deverão apresentar na sua parte externa o nome da Firma, a data de fabricação, o código do lote, e a especificação da sua classe.

5.1 - TUBOS DE CONCRETO SIMPLES

Na fabricação dos tubos de concreto simples deverá ser empregado concreto cuja resistência a 28 dias seja igual a 25,0 M.Pa (Fc 28 dias = 25,0 M.Pa.).

5.2 - TUBOS DE CONCRETO ARMADO

- a - Na fabricação dos tubos de concreto armado deverá ser empregado concreto cuja resistência aos 28 dias seja igual a 30,0 M.Pa. (Fc 28 dias = 30,0 M.Pa.) e, para a armadura, serão utilizadas telas de aço CA-60 soldadas. A tela para armadura simples deve ser posicionada próxima ao centro da espessura da parede, a uma distância correspondente a 42% dessa espessura a partir da face interna, e com as pontas justapondo-se em 35 cm (trinta e cinco centímetros).
- b - As telas para os tubos de armadura dupla devem ser posicionadas de tal maneira que uma delas ficará a 2,5 cm (dois vírgula cinco centímetros) da parte externa do tubo e a outra à mesma distância mas da parte interna, e tendo as pontas das telas justapondo-se também em 35 cm (trinta e cinco centímetros). Se houver necessidade de empregar-se uma tela dobrada em uma das armaduras dos tubos com armadura dupla, deverá ser utilizada internamente uma tela enrolada sobre si mesma duas vezes e ter as pontas justapondo-se também em 35 cm (trinta e cinco centímetros). Para que se tenha a garantia de que a tela, ou as telas, ficarão bem posicionadas e que não sairão da posição aqui determinada, durante a concretagem deverão ser empregadas pastilhas de concreto amarradas às armaduras.
- c - As designações das telas de aço CA-60 soldadas, a serem empregadas na fabricação dos tubos, estão relacionadas no quadro a seguir, em que são

**NOVACAP**

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

apresentadas por diâmetro e por classe dos tubos. Neste quadro há também a indicação da espessura da parede que o tubo precisa ter para atingir a classe pretendida.

TABELA 4 - ESPECIFICAÇÃO DE TELAS PARA FABRICAÇÃO DE TUBOS ARMADOS COM ARMADURA CIRCULAR

DIÂMETRO DOS TUBOS (m)	ESPESSURA DAS PAREDES (cm)	CLASSE DOS TUBOS	DESIGNAÇÃO DA TELA - AÇO CA-60
600	6	CA-1	PB-159
800	8	CA-1	PB-246
1000	10	CA-1	PB-283
1200	12	CA-1	PB-113 PB-246
1500	15	CA-1	PB-159 PB-283
600	6	CA-2	PB-196
800	8	CA-2	PB-283
1000	12	CA-2	PB-332
1200	13	CA-2	PB-196 PB-332
1500	15	CA-2	PB-283 2x PB-246
600	8	CA-3	PB-332
800	10	CA-3	PB-169 PB-283
1000	12	CA-3	PB-196 PB-332
1200	15	CA-3	PB-246 2x PB-246
1500	15	CA-3	PB-396 2x PB-396

a - Durante a fabricação dos tubos pela Contratada a Fiscalização deverá exigir o Controle Tecnológico do concreto empregado, por intermédio da Divisão de Tecnologia - DITE/DEURB/DU/NOVACAP, e verificar se as telas indicadas estão sendo empregadas corretamente.

b- Recomenda-se o emprego de tubos por Classe, em função do aterro sobre os mesmos, conforme o Quadro a seguir:

**NOVACAP**

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

TABELA 5 - CLASSIFICAÇÃO DE TUBOS DE CONCRETO EM FUNÇÃO DA ESPESSURA DE ATERROS

CONCRETO SIMPLES	CLASSE
Aterro sobre o tubo com espessura $\leq 1,75$ m	C-1
Aterro sobre o tubo com espessura $> 1,75$ m e $\leq 3,00$ m	C-2

CONCRETO ARMADO	CLASSE
Aterro sobre o tubo com espessura $\leq 3,00$ m	CA-1
Aterro sobre o tubo com espessura $> 3,00$ m e $\leq 6,00$ m	CA-2
Aterro sobre o tubo com espessura $> 6,00$ m e $\leq 9,00$ m	CA-3

5.3 - ASSENTAMENTO E REJUNTAMENTO DOS TUBOS

- a - A Contratada, antes de transportar os tubos para a obra, deve selecioná-los, retirando do lote todos os tubos que apresentarem defeitos aparentes. Para serem aceitos, os tubos devem estar isentos de fraturas, fissuras largas ou profundas, de asperezas na superfície interna e de excentricidade. Para serem transportados, os tubos devem estar devidamente curados.
- b- O assentamento de cada lote de tubos só poderá ter início após o exame do lote e da escolha pelo Engenheiro Fiscal dos tubos para testes, com os devidos registros e autorização por escrito no Diário de Obra. Lotes de tubos assentados sem a devida autorização e sem terem sido submetidos aos ensaios de compressão diametral, serão de inteira responsabilidade da Contratada. Caso os mesmos sejam recusados por apresentarem defeitos aparentes ou por ocasião dos ensaios, as substituições dos lotes serão executadas sem qualquer ônus para a NOVACAP.
- c- A junta interna entre dois tubos (a ponta e a bolsa) não poderá ser superior à 05 (cinco) milímetros, e os tubos deverão ser rejuntados com argamassa de cimento e areia no traço 1:4. As juntas na parte interna serão rejuntadas cuidadosamente, alisando-se a argamassa de modo a se evitar, tanto quanto possível, rebarbas e rugosidades que possam alterar o regime de escoamento das águas, sendo que, para tubos de diâmetro igual ou superior à 800 mm o rejuntamento interno deverá ser em toda sua seção circular. Na parte externa, além de tomadas as juntas, serão as bolsas completadas por um colar de seção triangular isósceles, da mesma argamassa. Não poderão ser assentados tubos trincados ou danificados durante a descida na vala, ou que apresentarem quaisquer defeitos construtivos que tiverem passado despercebidos pela inspeção da Fiscalização.
- d - Após o assentamento dos tubos a Fiscalização deverá conferir o seu alinhamento e verificar se as juntas não apresentam espaçamento superior à



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

5 mm (cinco milímetros). Para esta conferência deverá ser medido o comprimento do trecho e verificado o número de tubos assentados. Do comprimento medido subtrai-se a soma dos comprimentos dos tubos. O resultado desta subtração deverá ser dividido pelo número de tubos e o novo resultado será o espaçamento médio de cada junta.

- e- Nas redes executadas com tubos de diâmetro igual ou maior do que 800 mm a Fiscalização deverá conferir também o rejuntamento interno dos tubos.

6 - POÇOS DE VISITA E CAIXAS DE PASSAGEM

- a - Poços de visita e caixas de passagem com tubos de saída de diâmetro menor ou igual a 800 mm, serão executados de acordo com os desenhos N^{os} 30 e 31/48, em alvenaria de blocos de concreto, sendo em concreto armado pré-moldado as lajes do fundo e da tampa. Para diâmetros maiores, as caixas e os poços de visita serão executados em concreto armado de acordo com os desenhos N^{os} 32, 33, 34, 35, 36, 37/48, para aterro menor ou igual à 3,00 (três) metros sobre a laje da tampa.
- b- Os poços de visita e as caixas de passagem apoiar-se-ão sobre camada de concreto magro de 0,05 m de espessura, executada sobre base de cascalho compactado de 0,20 m de espessura. As paredes internas, quando em alvenaria, serão revestidas com argamassa de cimento/areia no traço 1:3. A concretagem das paredes em concreto armado deverá ser executada com todo o cuidado necessário para obter-se faces isentas de defeitos. Em princípio é dispensado o revestimento destas paredes, mas, caso o concreto apresente falhas ou brocas, devido à adensamento mecânico mal executado, a Fiscalização poderá recusar o serviço ou exigir que os trechos com defeitos sejam devidamente escarificados e concretados novamente, com o emprego de fôrma, e o seu respectivo revestimento.
- c - As visitas dos poços serão executadas com aduelas de concreto vibrado, de 0,40 m de comprimento útil e 600 mm de diâmetro interno, rejuntadas com argamassa de cimento/areia no traço 1:4. Nas visitas e no corpo da caixa do poço deverão ser colocados estribos de ferro fundido, espaçados de 0,40 m um do outro. As visitas dos poços localizados em área verde ou sob calçada terão um tampão de concreto armado conforme detalhe no projeto. Quando localizados sob vias de tráfego os poços de visita terão tampões de ferro fundido, sendo do tipo T.105 para as vias de pouco tráfego e do tipo T.137 para as de tráfego intenso.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

7 - ATERROS

a - O aterro das valas para as redes que utilizam tubos será executado em duas etapas:

1 - Na primeira etapa o aterro, até a metade da altura dos tubos, será compactado em camadas não superiores a 20 cm (vinte centímetros). Sempre que possível deverá ser usado o mesmo material da escavação, devidamente umedecido, descartando-se, no entanto, a parte que contenha matéria orgânica. A compactação das camadas, nas redes com diâmetros iguais ou menores que 600 mm e nas camadas iniciais das redes com diâmetros iguais ou maiores que 800 mm, deverá ser realizada com soquetes manuais de 15 Kg (quinze quilogramas) de peso e 100 mm (cem milímetros) de diâmetro. As últimas camadas dos aterros compactados até a metade da altura do diâmetro dos tubos, para as redes com diâmetros iguais ou maiores que 800 mm, serão compactadas por meio de compactadores mecânicos.

2 - De modo geral a segunda etapa dos aterros das valas será executada sem compactação, deixando a sobra estocada acima do nível natural do terreno, para eventual utilização na recomposição de abatimentos do aterro. À critério da Fiscalização, e de acordo com suas instruções, a sobra poderá também ser espalhada ao redor da vala.

b - Quando da execução de redes ao longo ou em travessia de vias, existentes ou projetadas com programação para implantação imediata, o aterro acima da metade do diâmetro dos tubos deverá ser compactado, por meios mecânicos, até o nível do terreno em toda a extensão da via, sendo que nas travessias a extensão será determinada pela aplicação da fórmula: $(L/2)+h$, a partir do eixo de cruzamento, e para cada um dos lados da via, sendo L igual ao comprimento do trecho da rede compreendido entre os dois pontos de cruzamento com os bordos da pista, e H a profundidade da vala em correspondência ao eixo da pista.

c - A Contratada é totalmente responsável por eventuais abatimentos que vierem a ocorrer no pavimento asfáltico, onde a mesma tenha executado aterro de valas. Ocorrendo o abatimento a Firma será obrigada a refazer o aterro e recompor o pavimento sem ônus para a NOVACAP.

8 - GALERIA MOLDADA EM CONCRETO ARMADO

a - As galerias em concreto armado moldadas no local serão assentadas diretamente sobre base de cascalho compactado de 0,20 m de espessura, revestida por lastro de concreto magro de 0,05 m de espessura.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

- b - Havendo dúvidas quanto à capacidade de suporte do terreno em determinado trecho, a Contratada ficará responsável pela execução de sondagem em tantos furos quantos forem necessários à perfeita identificação do terreno no caminhamento do trecho em questão. Caso seja necessário a Contratada providenciará um novo Projeto de Fundações para ser submetido à apreciação da Fiscalização.
- c - Na execução da estrutura em concreto armado a Contratada deverá seguir os Projetos Estruturais e atender às exigências construtivas das Normas Brasileiras pertinentes ao assunto.

8.1 - ARMADURAS

- a - As armaduras da estrutura deverão ter, em toda a sua extensão, um recobrimento mínimo de 3 cm (três centímetros), conforme determinam os projetos. Para que esta exigência seja atendida a Contratada deverá empregar pastilhas de concreto de 3 cm (três centímetros) de espessura, afim de manter a armadura suspensa ou afastada da fôrma no ato da concretagem. A Fiscalização, na conferência da quantidade e do posicionamento dos ferros, deverá verificar também se foram colocadas as pastilhas de concreto na espessura correta e em número suficiente para garantir o recobrimento exigido, já que, em caso contrário, não poderá liberar sequer o prosseguimento da execução das fôrmas.

8.2 - FÔRMAS

- a - Após a execução das fôrmas a Fiscalização deverá conferir todas as medidas para verificar se as dimensões de projeto estão sendo obedecidas rigorosamente, se as fôrmas estão alinhadas, no esquadro e aprumadas, e se estão devidamente escoradas e bem amarradas. Considerando satisfatórias essas condições a autorização para execução da concretagem deverá ser dada por escrito no Diário de Obra.

8.3 - REAPROVEITAMENTO DE FÔRMAS PARA CONCRETO

- a - Galerias moldadas e canais à céu aberto: as fôrmas com escoramentos deverão ter 05 (cinco) reaproveitamentos.
- b - Poços de visita: as fôrmas com escoramentos deverão ter 03 (três) reaproveitamentos.
- c - Canaletas: as fôrmas sem escoramento deverão ter 03 (três) reaproveitamentos.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

- d - Canais de lançamento final com ou sem dissipadores: as fôrmas com escoramento deverão ter 02 (dois) reaproveitamentos.
- e - Bocas de lobo: as fôrmas sem escoramento deverão ter 02 (dois) reaproveitamentos.

8.4 - CONCRETO

- a- O concreto deverá ser preparado em betoneira e ser adensado por meio de vibradores mecânicos apropriados, para não apresentar falhas ou brocas. O preparo do concreto e os serviços de concretagem deverão ser executados com pessoal experiente e cuidadoso. No caso de apresentar defeitos depois de pronto a Fiscalização poderá recusar o serviço ou exigir que os trechos com defeito sejam devidamente escarificados por meio do emprego de um ponteiro, para remover a camada do concreto de pouca resistência, para, em seguida, ser novamente concretado com o emprego de fôrma. A laje inferior de uma galeria moldada deverá ter uma concavidade voltada para o centro, conforme projeto. Esta concavidade deverá ser obtida com o próprio concreto usado por ocasião da concretagem da laje.

8.5 - CONTROLE TECNOLÓGICO

- a - O Controle Tecnológico do concreto será feito através da Divisão de Tecnologia - DITE//DEURB/DU/NOVACAP. Vinte e quatro horas antes do início de qualquer concretagem deverá ser solicitado o comparecimento à obra da equipe do Laboratório da NOVACAP para acompanhar a concretagem e fazer as coletas dos corpos de prova e a determinação do "slump" do concreto. Durante a concretagem a Fiscalização deve exigir que o concreto empregado esteja com "slump" igual a 4 (quatro) e que as fôrmas estejam de fato limpas e devidamente umedecidas.
- b - A aceitação do concreto ficará condicionada aos resultados obtidos nos ensaios de rompimento dos corpos de prova, em função da resistência exigida em projeto. Para os resultados que ficarem abaixo da resistência de projeto, serão considerados toleráveis os resultados que atingirem entre 90 e 97% da resistência exigida. Para resultados entre 80 e 89% dos valores exigidos deverá ser consultado o autor do projeto para ser verificada a possibilidade de sua aceitação. Já para os resultados de resistência inferiores à 80%, o trecho onde foi feita a coleta do material do corpo de prova deverá ser demolido e reconstruído com um concreto de melhor qualidade. Para efeito de pagamento dos concretos de resistência abaixo da resistência exigida, mas que tenham sido considerados aceitáveis, será adotado o primeiro preço da Tabela de Preços e Serviços - TPS, da Diretoria de Urbanização da NOVACAP.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

9 - REATERROS

a - De modo geral o reaterro dos lados externos de uma galeria moldada é executado sem compactação, amontoando-se o material excedente sobre o leito aterrado. Entretanto, quando se tratar de galerias moldadas executadas sob pavimento, será exigido o reaterro compactado mecanicamente, em camadas de 20 cm (vinte centímetros), até o nível da superfície. Em qualquer galeria será exigida compactação mecânica em camadas de 20 cm nos trechos onde houver mudança de direção, até o nível superior da galeria pelo lado externo da deflexão, numa extensão de 10 m (dez metros). O reaterro compactado deverá ter controle de umidade e ser acompanhado pela Divisão de Tecnologia - DITE/DEURB/DU/NOVACAP.

10 - DESVIO DE TRÁFEGO E SINALIZAÇÃO

a - Quando houver necessidade de desviar o tráfego, o desvio deverá ser aberto pela Firma, com largura de 7,00 m, executando-se o devido encascalhamento, afim de permitir o tráfego permanente de veículos. O desvio do tráfego só será feito depois de devidamente autorizado pelo DETRAN.

b - a sinalização deverá ser feita de acordo com as Normas do DETRAN, por conta da Contratada.

c - é obrigatória também a colocação de sinalização adequada nas obras próximas às vias de tráfego, de acordo com as Normas do Código Nacional de Trânsito (CNT), cabendo à Contratada toda e qualquer responsabilidade relativamente à acidentes que porventura se verifiquem por falta ou insuficiência de sinalização.

11 - LIMPEZA DO CANTEIRO

Após a execução das redes, por ocasião de cada medição, e no recebimento da obra, toda a área afetada pela execução da mesma deverá ser limpa, removendo-se todos os entulhos. As argamassas a serem utilizadas deverão ser preparadas sobre masseira de madeira, ficando proibida a execução da mesma sobre o asfalto. Quaisquer restos de massa ou entulho que restarem sobre as pistas ou calçadas deverão ser varridos e lavados. As áreas verdes urbanizadas também deverão ser devidamente recuperadas.

12 - REMOÇÃO DE MATERIAL EXCEDENTE

Os serviços de carga e transporte, por meio de caminhões, do material excedente proveniente da escavação até o bota-fora, a ser indicado pela



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

NOVACAP, só poderá ser executado excepcionalmente, depois de devidamente autorizado em Diário de Obra pela Fiscalização.

13 - SEGURANÇA DO TRABALHO

Deverá ser observada a Portaria N^o15, de 18 de agosto de 1972, do Ministério do Trabalho e Previdência Social. A parte do Capítulo III, que diz respeito à escavação de valas, é transcrita a seguir:

CAPÍTULO III - ESCAVAÇÕES E FUNDAÇÕES

Art^o. 44 - Este capítulo estabelece medidas de segurança nos trabalhos de escavação realizados nas obras de construção, inclusive trabalhos correlatos executados abaixo do nível do solo, entre outros: escoramentos de fundações, muros de arrimo, vias de acesso e redes de abastecimento.

Art^o. 45 - Antes de iniciar a escavação, deverão ser removidos blocos de pedras, árvores e outros elementos próximos ao bordo da superfície a ser escavada.

Art^o. 46 - Deverão ser escorados muros e edifícios vizinhos, redes de abastecimento, tubulações, vias de acesso, vias públicas e, de modo geral, todas as estruturas que possam ser afetadas pela escavação.

Parágrafo Primeiro

O escoramento deverá ser inspecionado com freqüência, principalmente após chuvas ou outras ocorrências que aumentem o risco de desabamento.

Parágrafo Segundo

Quando for necessário rebaixar o lençol d'água do subsolo, serão tomadas providências para evitar danos aos prédios vizinhos.

Art^o. 47 - Os taludes das escavações de profundidade superior à 1,50 (um metro e cinquenta centímetros), deverão ser escorados com pranchas metálicas ou de madeira, assegurando estabilidade, de acordo com a natureza do solo.

Parágrafo Primeiro

Será dispensada a exigência de que trata este artigo quando o ângulo de inclinação do talude for inferior ao ângulo do talude natural.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

Parágrafo Segundo

Nas escavações profundas, com mais de 2,00 m (dois metros), serão colocadas escadas seguras, próximas aos locais de trabalho, afim de permitir, em caso de emergência, a saída rápida do pessoal.

Artº. 48 - Os materiais retirados da escavação deverão ser depositados a distância superior à 0,50 m (cinquenta centímetros) da borda da superfície escavada.

Artº. 49 - O escoramento dos taludes de escavação deverá ser reforçado nos locais em que houver máquinas e equipamentos operando junto às bordas da superfície escavada.

Artº. 50 - Nas proximidades de escavações realizadas em vias públicas e canteiros de obra, deverão ser colocadas cercas de proteção e sistema adequado de sinalização.

Parágrafo Primeiro

Os pontos de acesso de veículos e equipamentos à área de escavação deverão ter sinalização de advertência permanente.

Parágrafo Segundo

As escavações nas vias públicas devem ser permanentemente sinalizadas.

Artº. 51 - O tráfego próximo às escavações deverá ser desviado.

Parágrafo Único

Quando for impossível o desvio do tráfego deverá ser reduzida a velocidade dos veículos.

14 - DIARIO DE OBRA

É de competência da Contratada o registro no Diário de Obra de todas as ocorrências diárias, bem como a especificação detalhada dos serviços em execução, devendo a Fiscalização, neste mesmo diário, confirmar ou retificar o registro da Empresa. Caso o Diário de Obra não seja preenchido no prazo de 48 horas, a Fiscalização poderá fazer o registro que achar conveniente e destacar imediatamente as folhas, ficando a Contratada, no caso de dias passíveis de justificativa, para fins de prorrogação de prazo, ou em qualquer caso, sem direito a nenhuma reivindicação.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

15 - CADASTRO PARA REDES DE ÁGUAS PLUVIAIS

- a - As plantas de cadastro deverão ser em papel vegetal com gramatura de 90 gramas/m², apresentadas no Sistema SICAD, de acordo com os padrões exigidos pelo DEPARTAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS - DEAP/DU/NOVACAP, conforme Normas da ABTN. O cadastro será apresentado em planta nos formatos A0 e A1, conforme Normas Alemãs (DIN 823). A margem esquerda deverá ser aumentada para 25 mm, sendo que a margem interna deverá ser feita com a pena 0.8 e a externa com a pena 0.3.
- b - À critério do DEAP/DU poderão ser exigidos os perfis das redes, baseados nas plantas de cadastro.
- c - Quando o cadastro apresentado for composto de duas ou mais pranchas, deverá ser entregue uma planta geral do setor contendo todos os elementos principais das plantas parciais (logradouros, lotes, prédios, pistas de acesso), com orientação do norte geográfico; a escala para esta planta será determinada pelo DEAP/DU. Nas plantas parciais e na geral, deverá constar a linha de encaixe e o quadro de montagem das pranchas.
- d - Deverão ser entregues ao DEAP/DU os originais em papel vegetal, acompanhados de 04 (quatro) cópias heliográficas de cada prancha.

15.1 - DAS PLANTAS

- a - As escalas em que deverão ser feitas as plantas parciais e geral serão indicadas pelo DEAP/DU de acordo com os diversos e locais.
- b - Deverão constar das plantas: quadras, lotes, projeções, vias de acesso, obras de arte, entre outros elementos, com as indicações urbanísticas do IPDF. Constarão ainda as vias públicas, com meio-fios, calçadas, construções definitivas, equipamentos urbanos e quaisquer outros elementos existentes no local. Todos estes elementos serão levantados e lançados em planta pela Contratada.
- c - Constarão também das plantas as amarrações dos eixos das tubulações aos eixos centrais dos logradouros, às projeções, bem como as indicações dos ângulos no caminhamento das redes.
- d - Serão também indicadas todas as peças especiais, quando for o caso.

15.2 - DAS CADERNETAS



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

- a - Serão confeccionadas e entregues juntamente com os demais elementos as cadernetas de caminhamento da tubulação, com croquis dos elementos de urbanismo constantes da planta (quadras, projeções, vias de acesso, logradouros públicos), contendo todas as amarrações, ângulos e distâncias com origem sempre de um ponto fixo. As cadernetas de nivelamento deverão estar de acordo com as cadernetas de locação.

15.3 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

- a - Os alinhamentos das vias públicas nas folhas originais, em traço corrido, deverão ser desenhados em nanquim preto, usando-se pena 0,2.
- b - Para as quadras, lotes e construções definitivas serão usadas penas 0,4, 0,3 e 0,6, respectivamente.
- c - As redes serão lançadas em nanquim preto, em traços contínuos, com espessura variando de acordo com as escalas, conforme o seguinte: pena 1,0 para as plantas na escala 1:500; pena 0,8 para as escalas 1:1000 e pena 0,4 para as demais escalas. As linhas de cota e amarrações serão traçadas com pena 0,2.
- d - Os poços de visita serão representados por círculos de diâmetro igual à 5 (cinco) milímetros, traçados com pena 0,2.
- e - Os números indicativos de cotas dos poços de visita, trecho, diâmetro e declividade deverão ser desenhados com régua 80 e pena 0,3. Serão indicados os sentidos de escoamento em cada trecho de coletor, com pena 0,2.
- f - Nas denominações das quadras, logradouros públicos e projeções, deverão ser usadas régua 120 cm e pena 0,6.
- g - As pontas secas serão representadas por pequeno traço transversal, no sentido do coletor e tangente ao poço de visita, com a mesma espessura do traço do coletor correspondente.
- h - Antes de serem executados os desenhos de cadastramento das redes, deverão ser verificados na Divisão Técnica de Águas Pluviais do DEAP/DU, se já existem plantas do setor constando cadastro parcial. Caso positivo, o original poderá ser requisitado para complementação.
- i - Nos casos de cadastros parciais a prancha deverá ter dimensão tal que possa constar todo o setor.
- j - Deixar bem caracterizado em planta RN e o seu valor.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

- k - O carimbo a ser usado em cada uma das plantas deverá obedecer ao modelo fornecido pelo DEAP/DU.

16 - FATURAMENTO

- a - As faturas serão por parcelas mensais, de acordo com o Cronograma Físico-Financeiro aprovado e serão apresentadas em, no máximo, 5 (cinco) dias úteis após a data prevista para conclusão da etapa. Para tal fim, a Firma deverá solicitar por escrito no Diário de Obra a autorização para faturamento. A Fiscalização autorizará o faturamento se todos os serviços previstos no cronograma estiverem concluídos, inclusive com limpeza do trecho executado.
- b - Juntamente com o pedido de faturamento a Firma deverá encaminhar os laudos dos testes de tubos e cópias do cadastro relativo aos trechos faturados.

17 - PRORROGAÇÃO DE PRAZO

Os pedidos de prorrogação de prazo deverão ser feitos com antecedência mínima de 10 (dez) dias em relação ao término do prazo contratual, e com base exclusivamente nos registros do Diário de Obra, cujas folhas deverão ser anexadas, por cópia, aos pedidos.

18 - INTERFERÊNCIA COM REDES DE OUTRAS CONCESSIONÁRIAS

Antes de iniciar qualquer frente de serviço a Contratada deverá ter solicitado das concessionárias de serviços públicos o cadastro de suas redes. Todos os pedidos de cadastro deverão ser registrados no Diário de Obra. É de inteira responsabilidade da Contratada qualquer dano causado às redes públicas existentes nas proximidades ou que cruzem com as redes que esteja executando. Eventuais remanejamentos de redes serão executados de acordo com o disposto no Edital de Licitação.

19 - RECONSTITUIÇÃO DE CALÇADAS, MEIO-FIOS E ÁREAS VERDES

Sempre que forem executadas redes em áreas urbanizadas, causando a destruição de calçadas, meio-fios, jardins e gramados, a Firma Contratada ficará obrigada a recuperar estes elementos.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

20 - CANTEIRO DA OBRA

A Contratada deverá fornecer um barraco de madeira ou lona para a Fiscalização, bem como instalar placa de obra de acordo com modelo fornecido pela NOVACAP.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

**ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE
REVESTIMENTO DE CHAPAS CORRUGADAS
PARA GARANTIA DA DURABILIDADE DE
GALERIAS E BUEIROS METÁLICOS**



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

INTRODUÇÃO

Esta especificação define os critérios que orientam o revestimento das chapas metálicas utilizadas em galerias e bueiros, executadas pelo método não destrutivo, utilizando o processo Túnel Liner, sob a jurisdição da NOVACAP/DU.

O Túnel Liner

O “TÚNEL LINER PLATE” tem por característica a execução pelo processo não destrutivo, sem causar interferência com a superfície do terreno que se estiver atravessando. Neste processo são utilizadas chapas de aço de exclusiva industrialização da ARMCO DO BRASIL.

Cada uma das chapas tem dois flanges com furações, um em cada extremidade circunferencial, que permitem por meio de parafusos, dar uma continuidade na montagem no sentido longitudinal da estrutura, unindo-se por justa posição uma chapa a outra. Para completar no sentido circunferencial um anel da estrutura, em uma das extremidades de cada chapa existe um rebaixo que facilita o encaixe na chapa seguinte, na ordem de montagem. Este rebaixo da uma continuidade da corrugação, não prejudicando assim, a resistência estrutural.

A largura de cada chapa é de 0,457m e, o comprimento útil é de 1,264m o que permite o seu manuseio com muita facilidade.

Considerando – se que a largura da chapa é de 0,457m a montagem da estrutura é feita em segmentos desta largura e conseqüentemente este avanço não apresenta dificuldade executiva.

Com este processo, a montagem da estrutura é feita com rapidez, sem nenhum risco e da maneira econômica possível.

Os tubos metálicos corrugados têm sido utilizados como galerias de drenagem ou bueiros de águas pluviais em estradas desde 1896.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

Em sua primeira fase de desenvolvimento, muitas galerias eram de aço, sem qualquer revestimento.

Entretanto, em alguns anos percebeu-se a necessidade de utilização de revestimento para proteção contra a ação da corrosão.

O revestimento de zinco foi padronizado em 1912, porém ao longo dos anos encontraram-se condições nas quais já o aço galvanizado não oferecia a duração desejada.

A partir de 1926 aplicou-se revestimento adicional de asfalto nos bueiros galvanizados buscando aumentar a vida útil desejada.

Com o passar do tempo descobriram-se outros problemas, que permitiram ampliar o conhecimento sobre a corrosão.

Com o aumento contínuo do conhecimento e desenvolvimento de soluções práticas, os problemas de durabilidade tem diminuído bastante em sua magnitude.

O problema analisado aqui é principalmente o da deterioração precoce de galerias e bueiros de aço galvanizado observada em situações distintas na América do Sul, e particularmente no Brasil. Os problemas foram levantados no princípio dos anos 70, na região amazônica.

Um extenso estudo sobre corrosão foi concluído no Brasil em 1981 pelo Departamento de Pesquisas da Armco, em conjunto com uma equipe de especialistas brasileiros. Seguiram-se estudos em outros diversos países como a Colômbia, Venezuela, Equador, Peru, e Chile.

O resultado foi um aumento significativo do conhecimento, um melhor entendimento da composição química da água e o efeito da corrosão nos bueiros de aço corrugado.

A tecnologia desenvolvida permite agora aos engenheiros de obras viárias projetar galerias e bueiros para determinada vida útil desejada, partindo das características específicas da água e do solo no local de instalação dessas estruturas.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

As indústrias, por sua vez, desenvolveram novos materiais e revestimentos visando atender aos requerimentos de durabilidade.

Corrosão em galerias e bueiros metálicos

A corrosão metálica pode ser definida como uma reação química ou eletroquímica entre o material e o meio, associada ou não a uma ação física, produzindo a deterioração do material. Um grande problema. Como é o caso da corrosão, pode ser mais facilmente entendido quando subdividido em pequenos problemas.

A corrosão somente pode ocorrer em duas partes dos bueiros: a interior e a exterior.

A corrosão somente pode ser causada por 3 agentes específicos: o solo, a água e a atmosfera.

Analisando os agentes que produzem a corrosão, concluímos que o solo pode causar efeitos somente no exterior das estruturas metálicas, enquanto a água que flui pelos bueiros produz corrosão na parte interior.

A atmosfera pode causar corrosão em qualquer superfície exposta.

Em alguns casos, a vida útil das galerias metálicas pode ver-se afetada por ações mecânicas ou abrasivas, que causam também a deterioração do material. Este assunto será analisado em seguida.

Corrosão atmosférica

Do ponto de vista prático, o ataque aos bueiros pela corrosão atmosférica é menos comum, e geralmente causa problemas menores.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

A corrosão atmosférica pode ser influenciada pelos seguintes fatores:

- temperatura,
- composição do ar atmosférico,
- umidade relativa do ar,
- precipitação pluviométrica.

Nas inspeções realizadas em centenas de bueiros no Brasil e outros países da América do Sul, menos de 1 por cento apresentam indícios de corrosão atmosférica.

Esses bueiros estavam localizados bem próximo ao mar, recebendo uma constante brisa salina que causava corrosão nas superfícies expostas do metal.

Duas variáveis devem ser consideradas quando se instalam bueiros junto ao mar:

- a primeira é a magnitude da ação das ondas, que afetam diretamente a qualidade de ar.
- a segunda é a direção do vento que prevalece, influenciando diretamente na quantidade de ar que entra em contato com o bueiro.

Ambas as condições, de ação forte do vento e seu direcionamento no sentido do bueiro, podem causar problemas importantes de corrosão.

Se as duas condições se dão de forma desfavorável, devem ser tomadas medidas apropriadas para proteger as superfícies expostas das chapas metálicas.

Em geral, medidas adotadas para proteger bueiros metálicos contra a corrosão causada pela água são suficientes para protegê-los satisfatoriamente contra a corrosão atmosférica.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

Corrosão causada pelo contato com o solo

A análise apropriada da natureza corrosiva dos solos pode representar uma tarefa importante para os projetistas, e está relacionada principalmente com:

- a resistividade ou condutividade do solo,
- o grau de concentração do oxigênio.

Em relação à corrosividade podem ser identificados os seguintes tipos de solo: inorgânicos e orgânicos, oxidantes e redutores, ácidos e alcalinos – com diferentes graus de aeração.

A melhor recomendação para o aterro de bueiros é o uso de solos inorgânicos, neutros e bem compactados.

Níveis indesejáveis de pH, a presença de sais solúveis e íons no solo podem causar corrosão.

A presença destes íons pode ser detectada através de medições de campo com equipamento apropriado para determinar a condutividade do solo.

O pH do solo também pode ser medido através de medidores eletrônicos.

Em 1957 foi desenvolvido o gráfico de Califórnia, utilizado até hoje, que pode ser empregado para determinar a vida útil esperada de galerias e bueiros metálicos, no que se refere à corrosão da face em contato com o solo (anexo I).

Para usar o gráfico de Califórnia simplesmente empregam-se os valores de condutividade e pH encontrados no campo, com o que se determinam os anos estimados para que se produzam as primeiras perfurações nas chapas de aço galvanizadas.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

O gráfico é aplicável à todas as espessuras de chapa galvanizada através do uso de multiplicadores.

O gráfico de Califórnia somente é aplicável para determinação da durabilidade em função da corrosão do solo.

É importante notar que a corrosão causada pelo solo geralmente não é um problema de grande incidência na América Latina. Há duas razões para isso:

- em áreas de chuvas intensas, todos os minerais livres que podem ser perigosos para os bueiros são removidos da camada superior do solo;
- muitas áreas que não apresentam chuvas intensas são constituídas de solo do tipo silicato, que tem pH neutro e baixa condutividade.

Entretanto, algumas áreas costeiras e secas apresentam solos corrosivos. Esses podem ser facilmente reconhecidos pela alta condutividade atribuída geralmente à presença de sais.

Em solos de alta condutividade deve-se sempre adotar medidas apropriadas para prevenir a ação da corrosão.

Corrosão causada pelo contato com a água

Nas centenas ou milhares de galerias e bueiros inspecionados em toda a América Latina, mais de 99% dos problemas de corrosão, quando ocorrem, são causados pela ação da água.

A taxa de corrosão metálica pela ação da água é influenciada:

- pela composição química,
- pelo volume,



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

- presença de bactérias,
- presença de sólidos.

O que aparentemente não deveria constituir um meio corrosivo – pH neutro e baixa condutividade – verificou-se ser um meio agressivo. Em alguns casos, as chapas dos bueiros de aço galvanizado em contato com a água se deterioraram em poucos anos.

Esse problema foi verificado primeiramente na região amazônica do Brasil, depois nos demais países que compartilham essa bacia pluvial, e em seguida diversas regiões do continente.

Do ponto de vista lógico a corrosão não deveria existir em águas puras, entretanto as inspeções de campo mostram problemas significativos em muitos bueiros.

Os engenheiros que realizaram esses estudos começaram a analisar mais profundamente a composição química da água e somente há poucos anos descobriram as razões pelas quais o grau de corrosão é tão alto nessas águas puras.

As águas puras na natureza têm relativamente poucos minerais. São conhecidas como águas brandas ou suaves. Esse tipo de água pode também conter altas quantidades de dióxido de carbono dissolvido, proveniente do solo, do ar e da vegetação.

As águas com alta quantidade de minerais – águas duras, podem criar uma capa protetora nos materiais, mediante a formação de bicarbonato de cálcio.

Entretanto, existindo uma grande quantidade de dióxido de carbono, formar-se-á o ácido carbônico que por sua vez impede a formação da capa protetora de bicarbonato de cálcio

Se a água for do tipo suave não existirão sistemas protetores e a formação do ácido carbônico determinará a vida dos bueiros.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

A razão para os problemas de corrosão por contato com a água já está assim definida. O problema agora está em como medir os mecanismos de proteção ou destruição.

Medidas de campo

Engenheiros químicos constataram que medindo a dureza e a alcalinidade da água em conjunto com o pH e a condutividade obtém-se suficiente informação para determinar o efeito corrosivo da água nos bueiros metálicos.

O potencial que tem a água para formar a capa protetora pode ser determinado medindo-se a dureza e alcalinidade em ppm (partículas por milhão) de carbonato de cálcio.

Estas medidas devem ser tomadas no campo já que a composição química da água varia com o tempo, se esta for removida de seu ambiente natural.

As medidas de campo podem ser obtidas através de equipamentos disponíveis no mercado que determinam diretamente os dados de dureza e alcalinidade.

Os valores do pH e condutividade da água são usados na determinação do seu potencial destrutivo. Ambos são também medidos no campo com medidores apropriados.

Utilizando-se o nomograma de Betz juntamente com os dados determinados no campo pode-se determinar a quantidade de dióxido de carbono livre que se encontra disponível na água para formar o destrutivo ácido carbônico (Anexo II).

O potencial destrutivo é também função direta da condutividade. Quando maior a condutividade maior será o potencial corrosivo.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

Interpretação dos resultados

Uma vez obtidos os resultados de campo o passo seguinte é desenvolver um sistema prático de uso desses dados.

Uma extensa pesquisa revelou que o gráfico de Califórnia se aplica de forma confiável à análise da corrosão causada pelo solo.

Um novo gráfico foi desenvolvido para a análise de corrosão causada pela água. Esse gráfico é o gráfico de Bednar que apresenta no eixo “Y” as características químicas da água e no eixo “X” seu potencial elétrico ou condutividade (Anexo III).

A química da água é a soma do potencial protetor que existe na dureza e alcalinidade menos o potencial destrutivo que existe no dióxido de carbono livre.

O gráfico de Bednar subdivide os meios corrosivos em várias áreas e determina o meio no qual o aço galvanizado funcionará satisfatoriamente por 50 anos.

Pode-se também verificar no gráfico as áreas nas quais outros materiais ou revestimentos devem ser utilizados para proteção dos bueiros metálicos, a fim de se obter vida útil de 50 anos ou mais.

Se a água apresenta alta condutividade provavelmente conterá sais dissolvidos e, portanto, não será um meio recomendável para bueiros de aço galvanizado.

Revestimentos para galerias e bueiros metálicos

Uma vez caracterizado o meio no gráfico de Bednar, o projetista poderá decidir que tipo de revestimento deverá utilizar no bueiro. Devem ser considerados fatores técnicos e econômicos no processo de decisão.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

Os revestimentos destinados a proteger peças metálicas contra a deterioração podem ser divididos nos seguintes grupos:

- Quanto á sua composição – metálicos e não-metálicos ou orgânicos;
- Quanto á sua ação – de sacrifício e de barreira.

O zinco é um revestimento do tipo metálico de sacrifício.

Os revestimentos de sacrifício se corróem para proteger o metal base. Uma vez que o revestimento se desgasta, aí então se inicia a corrosão natural no metal base de acordo com o meio específico.

Outros revestimentos metálicos podem ser do tipo de barreira. Por exemplo, o cromo sobre o aço utilizado em peças de automóveis.

Os revestimentos orgânicos são geralmente do tipo de barreira. Os revestimentos de barreira evitam que os elementos perigosos alcancem o material base que estão protegendo. Revestimentos do tipo orgânico comumente utilizados para proteger o aço podem ser: asfalto, alcatrão de carbono, alcatrão de carbono epóxico ou revestimento epóxico.

Estes revestimentos estão relacionados em ordem de maior eficiência na proteção do material base, sendo, portanto, o revestimento epóxico o mais efetivo.

O asfalto deve ter uma espessura mínima de 1.300micra ou 1,3mm para ser considerado uma proteção efetiva contra a corrosão.

O asfalto é suscetível a permeabilização sob umidade quando submetido permanentemente a meios molhados e pode degradar-se completamente quando exposto a luz solar.

Por estas razões o asfalto é apropriado para proteger bueiros unicamente pelo lado em contato com o solo e não pelo lado em contato com a água.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

Deve-se levar em conta que tanto a espessura quanto o método de aplicação são exatamente importantes para se obter um bom revestimento. Se o revestimento está falhando em algum desses pontos, poderá tornar-se imprestável em relação á agressividade do meio.

O revestimento epóxico é o melhor dos revestimentos estudados devendo apresentar espessura de 150 micra.

Por sua estrutura molecular, o revestimento epóxico é virtualmente impermeável á água. É também resistente á degradação pela luz ultravioleta. Uma pequena camada de pó muito fino pode-se formar após longa exposição à luz solar, entretanto essa degradação alcança somente uma certa profundidade formando um sistema protetor contra uma futura degradação.

Quando aplicado em forma de pó e fundido ao aço por ação do calor, torna-se o melhor revestimento conhecido para galerias e bueiros metálicos.

Os problemas de corrosão encontrados ao longo dos anos resultaram em um relevante aumento do conhecimento técnico, a partir do qual a indústria desenvolveu soluções mais apropriadas, contribuindo com a evolução dos bueiros metálicos.

Abrasão

A abrasão é um problema antigo e muito sério verificado desde a instalação das primeiras galerias em regiões montanhosas. Assim como a corrosão, a abrasão causa a deterioração dos bueiros metálicos.

A natureza da abrasão é mecânica, ao contrário da corrosão que tem natureza química ou eletroquímica.

A abrasão é causada pelo impacto de partículas duras de solo contra o aço das chapas metálicas.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

A abrasão é, portanto, uma função da velocidade da água, do tamanho, da dureza e da forma angular das arestas partículas.

Com estas considerações, pode-se facilmente reconhecer no campo as condições severas de abrasão.

Quando verificada a existência de condições de abrasão, devem ser previstas medidas apropriadas de proteção.

Existem 4 alternativas práticas e econômicas de projeto:

- Em primeiro lugar esta a seleção da forma apropriada da seção dos bueiros, como o caso dos arcos que não são afetados pela abrasão por não possuírem fundo. Essa é uma boa alternativa quando se encontra um bom solo de fundação.

- Em segundo lugar está a solução de recobrir o fundo das estruturas, o que lhes dá maior resistência mecânica. O recobrimento ou pavimento do fundo com concreto lançado no local é uma boa solução quando este material está disponível e a dimensão dos bueiros devem ser atendidas as boas práticas de construção.

- Em terceiro lugar pode-se adotar a solução de enterrar o fundo dos bueiros. Para isso, deve-se dimensionar um tubo de seção ligeiramente maior e enterrá-la em 10% resultando na mesma área de drenagem bem como proporcionando um fundo largo e plano de material natural que estará livre de efeitos abrasivos.

Finalmente pode ser aplicada a solução de mudar a declividade da galeria reduzindo assim a velocidade da água e causando a diminuição da ação abrasiva.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

Essa é uma boa solução quando as condições hidráulicas permitem a alteração da declividade da calha.

Somente o revestimento, seja galvanizado, asfáltico ou epóxico, não poderá garantir proteção suficiente contra condições abrasivas severas.

Com o conhecimento das condições específicas do local, com bom senso e através da aplicação de um dos projetos mencionados, a abrasão nunca será um problema sério.

1 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE REVESTIMENTO DE CHAPAS

Revestimento Epoxy Bonded

A proteção recomendada para os bueiros a serem utilizados em condições agressivas de meio ambiente é o revestimento epoxy.

O revestimento "**Epoxy Bonded**" aplicado às estruturas de aço corrugado de exclusiva fabricação da **ARMCO DO BRASIL S/A**, foi desenvolvido para a utilização em obras onde a proteção contra a corrosão é essencial.

As estruturas de aço corrugado **ARMCO PLATE** com o revestimento em "**Epoxy Bonded**", representam o mais significativo avanço na tecnologia de proteção contra a corrosão. Resultado de rigorosas pesquisas de laboratório e testes de campo, desenvolvidas em condições altamente desfavoráveis, onde as estruturas **ARMCO PLATE** com o revestimento especial "**Epoxy Bonded**" comprovaram que são mais resistentes à corrosão.

O "**Epoxy Bonded**" é um processo de tecnologia avançada à base de resina de epoxy. As chapas de aço são submetidas à sucessivos banhos químicos de desengraxe, decapagem e fosfatização, com a finalidade de aumentar a aderência do pó de epoxy e proteger o metal base contra a evolução da corrosão subpelicular nos casos de eventual fratura do revestimento por impacto.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

A seguir, as chapas recebem a deposição eletrostática do pó de epoxy para polimerização a 200 graus centígrados de temperatura.

O resultado final é uma película de 150 micra de espessura mínima, cobrindo de maneira uniforme as superfícies interna e externa das chapas.

Desde 1947 até o fim dos anos 70 a **ARMCO** só fabricava estruturas com revestimento galvanizado.

Nesta época, a **ARMCO** identificou que em determinadas regiões do país, em particular a Região Amazônica, o revestimento galvanizado apresentava uma corrosão mais acelerada, reduzindo a vida útil prevista para as obras.

Para estudar o problema e apresentar soluções foi convidado o Dr. **Aldo Cordeiro Dutra** que realizou uma extensa pesquisa nas regiões mais afetadas pelo problema.

Região 1 -	Manaus
Região 2 -	Boa Vista
Região 3 -	Santarém
Região 4 -	Porto Velho
Região 5 -	Teresina

Nestas cinco áreas foram inspecionados mais de 200 bueiros fazendo-se marcações e medições, tanto das propriedades do solo quanto da água, tais como:

- Condutividade;
- PH;
- Dureza;
- Alcalinidade;
- Quantidade de dióxido de carbono.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

Esta pesquisa teve duração de quase um ano e levantou as causas para a corrosão prematura:

- PH bastante baixos, devido aos ácidos Húmicos e Flúmicos provenientes da decomposição de matéria orgânica;
- Baixa quantidade de sais minerais dissolvidos;
- Altas temperaturas de água (30 a 34 graus);
- Alta oxigenação (pequena lâmina d'água);
- Alta pureza (baixa dureza) – não formação de camada protetora de carbonato de zinco.

Com os resultados deste estudo o Centro de pesquisas da **ARMCO** propôs o uso do **Epoxy Bonded** como a solução mais adequada para as condições brasileiras, comparada com outras formas de revestimento utilizadas pela **ARMCO** em outros países tais como: revestimento alumínizado, recobrimento asfáltico, recobrimento com outras resinas orgânicas.

É importante lembrar que a utilização do epoxy como revestimento protetor contra corrosão já é largamente conhecida, como por exemplo na proteção de pipelines, vergalhões de ferro de construção, revestimento de turbinas, construção naval, etc.

O **Epoxy Bonded**, consiste de pintura eletrostática a pó epoxy com o peso mínimo de 0,610 Kg/m² nas duas faces

- O pré-tratamento superficial
- O Desengraxe

O desengraxe tem como objetivo a remoção de óleos, graxas e sujeiras em geral.

O desengraxe é um detergente alcalino, solúvel em água e deve trabalhar a uma temperatura em torno de 95 graus centígrados.



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

- Lavagem

A lavagem do desengraxante retira o excesso da solução assim como algumas partículas de óleo que tenham sido arrastadas no momento da retirada, evitando a deterioração acelerada provocada pela solução **ácida aplicada a seguir**.

- Decapagem

A decapagem tem como objetivo a remoção química da oxidação proveniente da laminação e do tratamento térmico e também da corrosão em geral sofrida pelo aço durante a estocagem.

- Lavagem

A lavagem do decapante faz-se necessária para se eliminar todo o material carregado por arraste, evitando-se a deterioração no próximo banho.

- Fosfatização

A fosfatização tem dois objetivos básicos, fornecer ao metal base uma superfície rugosa para facilitar a ancoragem do material de revestimento e fornecer ao metal base uma proteção adicional que trabalhará evitando a propagação rápida de corrosão subpeculiar, caso haja rompimento de camada de revestimento.

O fosfato utilizado nesse caso é o fosfato de zinco, o qual pode ser operado aquecido ou a temperatura ambiente.

- Lavagem

Esta operação é necessária para se retirar os cristais em excesso existentes na superfície da chapa.

- Aplicação do revestimento Epoxy

Pré-aquecido

As chapas que serão revestidas precisam ser pré-aquecidas, com a finalidade de secar totalmente e fornecer a chapa a temperatura ideal para receber



NOVACAP

COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL

DIRETORIA DE URBANIZAÇÃO

o material de revestimento sem o qual não se consegue atingir a espessura mínima especificada para a camada de revestimento epoxy.

- Aplicação do Material de Revestimento

O material de revestimento (epoxy em pó) é aplicado através de pistolas eletrostáticas, as quais pulverizam e ionizam o pó num potencial diferente do existente nas chapas, conseqüentemente a aderência ocorre por atração eletrostática.

Essa operação é realizada no interior de cabines especiais que possuem sistema de recuperação do pó que não ficou agregado a chapa, permitindo a sua reutilização posterior.

- Polimerização do revestimento

A polimerização do material se processa quando as chapas permanecem durante um intervalo de tempo a uma temperatura determinada.

Geralmente a polimerização ou cura do revestimento se processa a uma temperatura de 200 graus centígrados durante 10 minutos.