

SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS PÚBLICAS

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA
CANALIZAÇÃO DO CÓRREGO RANGEL, DUPLICAÇÃO E
PAVIMENTAÇÃO DA RUA DIVINO GONÇALVES DE OLIVEIRA
E RECAPEAMENTO E DRENAGEM DA RUA ALAMEDA DOS
PINHEIROS NO MUNICÍPIO DE PATROCÍNIO-MG

MUNICÍPIO: PATROCÍNIO - MINAS GERAIS

TRECHO CANALIZAÇÃO: CÓRREGO RANGEL ENTRE A AVENIDA JOSÉ AMANDO
QUEIROZ E AVENIDA ODIR ALEIXO

TRECHOS PAVIMENTAÇÃO:

RUA DIVINO GONÇALVES DE OLIVEIRA ENTRE A AVENIDAS ODIR ALEIXO E AVENIDA
DR. WALTER PEREIRA NUNES

RUA ALAMEDA DOS PINHEIROS ENTRE A RUA ALAMEDA DAS CAVIÚNAS E RUA
ALAMEDA DOS EUCALÍPTOS

TRECHOS DE DRENAGEM:

RUA ALAMEDA DOS PINHEIROS ENTRE A RUA ALAMEDA DAS CAVIÚNAS E RUA
ALAMEDA DOS EUCALÍPTOS

VOLUME 1 – MEMORIAL DESCRITIVO

JUNHO/2022

SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS PÚBLICAS

PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA
CANALIZAÇÃO DO CÓRREGO RANGEL, DUPLICAÇÃO E
PAVIMENTAÇÃO DA RUA DIVINO GONÇALVES DE OLIVEIRA
E RECAPEAMENTO E DRENAGEM DA RUA ALAMEDA DOS
PINHEIROS NO MUNICÍPIO DE PATROCÍNIO-MG

CONTRATANTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE PATROCÍNIO
COORDENAÇÃO: SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS PÚBLICAS
CONVÊNIO: Nº 1491000519/2020/SEGOV/PADEM

VOLUME 1 – MEMORIAL DESCRITIVO

JUNHO/2022

ÍNDICE

1. APRESENTAÇÃO	5
1.1 ESTUDOS DE TRÁFEGO	5
2. TRABALHOS EM TERRA – PROJETOS GEOMÉTRICOS	11
2.1 INTRODUÇÃO	11
2.2 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	12
2.3 APRESENTAÇÃO DO PROJETO	12
2.4 NOTAS DE SERVIÇO	13
3. PROJETO DE TERRAPLANAGEM	14
3.1 INTRODUÇÃO	14
3.2 METODOLOGIA	14
3.3 ORIGEM E DESTINO DOS MATERIAIS DE TERRAPLANAGEM	14
3.4 ACABAMENTO DE TERRAPLANAGEM	15
3.5 SEÇÕES TRANSVERSAIS E CÁLCULO DE VOLUMES	15
3.6 PREPARO DOS TALUDES PARA O PLANTIO DE GRAMA	15
4. ESTUDOS HIDROLÓGICOS	15
4.1 INTRODUÇÃO	15
4.2 COLETA DE DADOS	16
4.3 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DA REGIÃO	17
4.3.1 CLIMA	17
4.3.2 PLUVIOMETRIA	20
4.3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS BACIAS USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	22
4.4 CARACTERIZAÇÃO DO REGIME DE CHUVAS INTENSAS	23
4.5 CÁLCULO DAS VAZÕES DE PROJETO	24
4.6 PERÍODOS DE RECORRÊNCIA	25
4.7 RESULTADOS OBTIDOS	25
4.8 CONCLUSÕES	25
5. PROJETO DE DRENAGEM DA PLATAFORMA	26
5.1 INTRODUÇÃO	26
5.1.1 SARJETAS	26
5.1.2 BOCAS DE LOBOS	28
5.2 DRENAGEM DAS RUAS TRANSVERSAIS	29
5.3 APRESENTAÇÃO DO PROJETO	30
6. INFRAESTRUTURA EM GABIÕES, COLCHÕES RENO E REVESTIMENTO	30
6.1 BASE DO GABIÃO	30
6.2 GABIÃO TIPO	31
6.3 GABIÃO MANTA/COLCHÃO	33
6.4 DISPOSITIVOS CONTÍNUOS DE CONEXÃO / ARAMES DE AMARRAÇÃO	33
6.5 GOETÊXTIL NÃO-TECIDO	33
6.6 PEDRA RACHÃO	33
6.7 REVESTIMENTO EM ARGAMASSA	34
6.8 JUNTA DE DILATAÇÃO	34
7. EXECUÇÃO DE ATERRO AO TARDOZ DAS ESTRUTURAS	

EM GABIÕES	34
8. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	34
8.1 INTRODUÇÃO	34
9. ESTUDOS GEOTÉCNICOS	35
9.1 APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO EXECUTIVO DE SONDAGENS E PERCUSSÃO: NBR 6484/2022	35
10. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	36
10.1 INTRODUÇÃO	36
10.2 METODOLOGIA EMPREGADA	36
10.2.1 PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO	36
10.2.2 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	38
10.3 CONCEPÇÃO E ESTRUTURA DO PAVIMENTO	39
10.4 ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS DE MATERIAIS E SERVIÇOS	40
10.4.1 REVESTIMENTO	40
10.4.2 PINTURA DE LIGAÇÃO	40
10.4.3 IMPRIMAÇÃO	40
10.4.4 BASE	40
10.4.5 SUB BASE	41
10.4.6 REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO	41
10.5 APRESENTAÇÃO DO PROJETO	41
11. PROJETO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA	41
11.1 SERVIÇOS E EXECUÇÃO	41
12. PROJETO DE URBANIZAÇÃO E OBRAS COMPLEMENTARES	42
12.1 INTRODUÇÃO	42
12.2 DISPOSITIVOS E SERVIÇOS PREVISTOS	42
12.2.1 PASSEIO DE CONCRETO	42
12.2.2 GRAMA	44
12.2.3 MEIO FIO	44
12.2.4 ALAMBRADO	44
12.3 APRESENTAÇÃO DO PROJETO	44
13. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS	44
13.1 ESPECIFICAÇÕES GERAIS	44
13.2 EQUIPAMENTOS	44
13.3 EXECUÇÃO	45
13.4 CONTROLE	46
13.5 CRITÉRIOS DE LEVANTAMENTO, MEDIÇÃO E PAGAMENTO	46
13.6 NORMAS E DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA	46
13.7 MANUAL DE INSTALAÇÃO GABIÕES E COLCHÕES RENO	49
13.8 TDS BR COLCHÃO RENO FORTE	49
13.9 TDS BR GABIÃO CAIXA	49
13.10 CANAIS EM COLCHÕES RENO E GABIÕES REVESTIDOS COM ARGAMASSA	49
14. TERMO DE ENCERRAMENTO	49

1. APRESENTAÇÃO

Este memorial descritivo da Canalização do Córrego Rangel, Duplicação e Pavimentação da Rua Divino Gonçalves de Oliveira e Recapeamento e Drenagem da Rua Alameda dos Pinheiros no Município de Patrocínio-MG, objeto de contrato firmado entre as partes tem como objetivo complementar o projeto de construção e continuação da execução dos serviços e tem por finalidade fornecer subsídios relativos a quantidades, referências, especificações e formas de execução dos serviços que envolverão esta obra. Juntamente com os projetos executivos deverão ser observados os projetos complementares e este Memorial, assim como, suas respectivas especificações, quantitativos e orçamentos para a perfeita execução da obra. Os serviços descritos são complementares aos da Planilha Estimativa de Custos.

Este volume consta 4 (quatro) arquivos, assim identificados:

VOLUME 1 – MEMORIAL DESCRITIVO

ANEXO A – MANUAL DE INSTALAÇÃO GABIÕES E COLCHÕES RENO

ANEXO B – TDS BR COLCHÃO RENO FORTE

ANEXO C – TDS BR GABIÃO CAIXA

O presente volume corresponde ao **VOLUME 1 – MEMORIAL DESCRITIVO**.

1.1 ESTUDOS DE TRÁFEGO

Os principais dados existentes são descritos a seguir.

a) Levantamentos Aerofotográficos

- Software de busca do Google Earth, que será utilizado para atualização e conferência da atual ocupação e uso do solo na região.

b) Outros Dados

- Mapa municipal de PATROCÍNIO – “MAPA URBANO”;

- Departamento Nacional de Infra - Estrutura de Transportes – DNIT, Instituto de Pesquisas Rodoviárias: Publicação IPR – 717 – Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Escopos Básicos/Instruções de Serviço, aprovada pela Diretoria Colegiada do DNIT em 29/11/2005; Manual de projeto geométrico de travessias urbanas. - Rio de Janeiro, 2010. (IPR. Publ., 740).

c) Alternativas de Traçado

Pela experiência decorrente da elaboração de projetos, as melhorias de traçados existentes têm sido limitadas a locais críticos, geradores potenciais de acidentes, porém,

discutidas e avaliadas previamente com a Fiscalização. Esses melhoramentos deverão ser então, introduzidos no projeto com a realização da exploração topográfica cadastral, em largura adequada, definida no reconhecimento do trecho, já no início dos serviços topográficos.

O percurso existente aparece como o mais recomendável, porém em função da implantação do loteamento Morada Nova margem direita do canal, optou por implantar a via entro o loteamento e a área institucional. A proposição do traçado revisado ficou; saído da Avenida Odir Aleixo - chegando à rotatória da Avenida da Dr. Walter Pereira Nunes.

Rua Existente

Rua Divino Gonçalves de Oliveira ; A concepção dada para essa rua foi à duplicação e pavimentação da via e transformando em avenida.

A concepção inicial previa:

Implantação de duas pistas, com plataforma na largura 13,50m e extensão de 880m;

Urbanização da via;

Implantação da ciclovia;

Implantação de meio fio e passeios;

Implantação de rampas de acessibilidade;

Sendo a Saída, pela Avenida Odir Aleixo, à margem direita do córrego Rangel, chegando ao final da Avenida Walter Pereira Nunes; com a interseção da Avenida José Amando de Queiroz.

Rua Alameda dos Pinheiros; A concepção dada para essa rua foi o recapeamento e execução do sistema de drenagem superficial no trecho inexistente e melhoria na captação do sistema existente.

A concepção inicial previa:

Recapeamento da via, extensão aproximada de 778 m;

Implantação do sistema de drenagem;

urbanização da via;

Implantação de meio fio e passeios;

Sendo a Saída, da rotatória da Morada Nova, sendo da Rua Alameda das Caviúnas ate Rua Alameda dos Eucaliptos.

Córrego Existente

Urbanização do Córrego Rangel; A concepção dada para esse canal trapezoidal, é a execução de canal em colchão reno e muros em gabião.

A concepção proposta prevê:

Urbanização do canal do córrego Rangel, no segmento da est. 0+0,00 a est. 45+7,03 com extensão de 907,03 m;

Reconstrução do canal danificado da avenida Dr. Walter;

Interligação da Avenida dos Jacarandás, com a transposição sobre Córrego Rangel, e ligação dos demais logradouros confinando com a avenida projetada.

Estudos de Circulação

Ao longo dos mais de 100 anos de existência do automóvel foi possível observar uma evolução tecnológica dos veículos e uma readaptação dos centros urbanos, jamais imaginada pelos seus inventores. Com a ampla concessão de crédito e as facilidades de pagamento, o sonho de o livre ir e vir são realizados utilizando meios de transporte individuais. Nas cidades mais importantes do País, esse fato é facilmente constatado nos horários de maior movimentação, ou seja, o pico do início da manhã e o pico ao fim da tarde. Os congestionamentos de vários quilômetros de extensão trazem como consequência direta prejuízos sociais, psicológicos e, sobretudo, econômicos de altíssimo nível. Tentando remediar essa grave situação, torna-se necessário a adoção de medidas que primam pela implantação de ampliações, alargamento de vias com o intuito de criar novas faixas de circulação. O surgimento dos veículos iniciou um movimento competitivo, no qual cada modal luta por mais espaço para movimentação. De modo que não é mais possível andar pelas ruas de maneira despreocupada, pois os pedestres devem sempre estar preocupados com a disputa que existe não só com os automóveis, mas também com ciclistas, motociclistas e ambulantes.

Foram avaliadas as diversas possibilidades alternativas de circulação, considerando-se a extensão da Rua Divino Gonçalves de Oliveira em pista dupla, margeando a direita do córrego Rangel e consequente canalização das ruas adjacentes.

Buscou-se sempre que possível, a utilização do sistema viário existente como componente do complexo. Para a transposição da Rua Divino Gonçalves de Oliveira, elege-se as Vias:

Avenida das Cerejeiras;
Avenida dos Jacarandás;
Avenida Marciano Pires;
Rua do Fico;
Rua Joaquim Coelho Marra;
Avenida Princesa Isabel;
Rua Romana Rosa de Oliveira;
Rua Maria Rosa de Jesus;

Demais Logradouros adjacentes do Loteamento Jardim das Oliveiras.

Por questões de custos de implantação e pelo fato de se tratar de uma área com ocupação residencial e comercial de influência local, já consolidada. Esta ideia de concepção reduz desapropriações, extensões de vias a serem implantada e menor impacto na área de implantação das obras.

Dentro da alternativa considerada a mais favorável tecnicamente, adotou-se como vias complementares o segmento em pista dupla saindo da segunda interseção, “Avenida Dr. Walter Pereira Nunes” dando acesso à Avenida Odir Aleixo ligando a região sul do

município e demais ruas adjacentes. O lançamento do cadastro de parcelamento fornecido pela Prefeitura, sobre a planta de levantamento topográfico de campo, permitiu esta proposição.

Pontes, Pontilhões e Galeria



F-01 – Est. 0+00 Ponte sobre o Córrego Rangel em concreto, travessia da Avenida Odir Aleixo
Localização: Latitude - 18°57'48.55"S Longitude - 46°59'57.05"O.



F-02 – Est. 45+7,03 Bueiro Tubulares e Celular de concreto, travessia da Avenida José Amando de Queiroz
Localização: Latitude - 18°57'25.34"S Longitude - 46°59'41.07"O.



F-03 – Est. 23+5,03 Vista do Bueiro Triplo/Travessia da Avenida da Jacarandás.



F-04 – Est. 3+13,75 Vista do Canal da Avenida Dr. Walter Pereira Nunes.



F-05 - Est. 45+00 Vista Superior da Rotatória da Morada Nova - Transição da Galeria Existente para o Novo Canal.



F-06 - Vista Superior da Obra ;
Localização: Latitude - 18°57'47.52"S Longitude - 46°59'55.25"O.

Alternativa de Traçado

O percurso existente aparece como o mais recomendável para do trecho.

Interseções e Acessos

No segmento, não está sendo proposta a implantação de interseção.

Registram-se os seguintes acessos, que serão objeto de projeto-tipo simples.

- Est. 4+00 – à esquerda, acesso para Rua do Fico;
- Est. 12+10 – à esquerda, acesso para Rua Joaquim Coelho Marra;
- Est. 16+10 – à esquerda, acesso para Avenida do Jacarandás;
- Est. 16+10 – à direita, acesso para Avenida do Jacarandás;
- Est. 33+10 – à esquerda, acesso para Rua Maria Rosa de Jesus;
- Est. 36+0,0 – à esquerda, acesso para Rua Romana Rosa de Oliveira;
- Est. 43+15 – à esquerda, acesso para Avenida Princesa Isabel;
- Est. 46+12 – Acesso para interseção com Avenida das José Amando;

2. TRABALHOS EM TERRA - PROJETO GEOMÉTRICO

2.1 INTRODUÇÃO

O projeto geométrico foi desenvolvido com base no levantamento topográfico-cadastral efetuado, que englobou uma faixa de cerca 150 metros de largura ao longo da via, e na atual configuração da faixa destinada à avenida e das ruas transversais, com o objetivo primordial de proporcionar as melhores condições de tráfego à região com um mínimo de interferências.

Seguiu-se na concepção do projeto original, adotando características geométricas confortáveis sem, no entanto causar grandes impactos em desapropriações.

Para tanto foi adotada a seção típica com largura ajustada às disponibilidades locais e aos serviços já concluídos, para o córrego Rangel a canalização existente é leito natural e a sua implantação será a céu aberto posicionado a margem direita das duas pistas de tráfego veicular.

O objetivo do projeto foi absorver ao máximo os serviços executados e correções dos mesmos projetos apresentados anteriormente, minimizando a movimentação de terra. Alguns pequenos acertos geométricos de greide foram necessários devidos os inúmeros erros iniciais, principalmente no nível do canal com a transição da galeria existente na rotatória do bairro morada nova.

2.2 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O estudo do traçado geométrico da avenida considerou o lançamento do eixo de projeto único, sendo o eixo entre as pistas, considerando-se o sentido de jusante para montante, ou seja, da Avenida Odir Aleixo, “Est. 0+00” e a interseção com a Avenida José Amando de Queiroz; Est. 46+12. As pistas esquerda e direita desenvolvem-se pela margem direita do córrego.

Após a definição geométrica do traçado, que acompanha a faixa lindeira do canal, as pistas ficaram com extensões de 880,00m.

A disciplina no tráfego no local, que após a conclusão das obras deverá ser aumentada significativamente, pelo fato da classificação viária da nova avenida.

No início do trecho projetado da nova avenida, na confluência com a Avenida Odir Aleixo, é prevista a entrada e saída dos veículos diretamente na pista direita. A saída da avenida referendada visa os movimentos de retorno pela Avenida dos Jacarandás com Avenida Odir Aleixo, dista a 380m a direita, e a esquerda interseção com a Alameda dos Pinheiros e Avenida Odir Aleixo, dista 160m a esquerda.

O projeto em perfil foi elaborado com base nas seções transversais, respeitando todos os cruzamentos com as vias locais existentes, considerando-se também o posicionamento altimétrico das margens do córrego, das soleiras das edificações existentes, e do greide das ruas transversais, observada sempre a posição dos off-sets, de modo a não haver interferências com as edificações existentes.

A largura da pista da nova avenida é de 11,00 metros e a largura total da plataforma é de 29,50 metros, sendo assim distribuído:

- Canteiro central da pista com 5,00 m de largura
- Faixa de Segurança com largura de 0,50 m;
- Faixa de rolamento com 2 (duas) faixas 3,50 metros de largura;
- Ciclovia com 3,50 metros de largura;
- Sarjeta lateral com largura de 0,50 m;
- Passeio Lateral de 2,00 m;
- Canteiro, bordo lateral de 0,5 m;

2.3 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O projeto geométrico da nova avenida com o traçado em planta, perfil e detalhes além dos greides das ruas transversais a serem concordados com a avenida estão sendo apresentados nos desenhos TLP-01 (Planta e Greide da Pista), ao longo de todo o projeto estão sendo indicado os marcos de referência, as tabelas de locação, os quadros de curva para cada pista e as características do traçado em planta e perfil da avenida. Nos desenhos TLP-02 A TLP-20 são apresentadas as seções típicas de terraplenagem do referido projeto e TLP-21 são apresentados as memórias de cálculos.

As normas adotadas foram às preconizadas no Manual de projeto geométrico de travessias urbanas. - Rio de Janeiro, 2010. (IPR. Publ., 740). A classe da Avenida foi definida

em face às características topográficas da região, foram adotados para as principais características técnicas do projeto os seguintes parâmetros:

Características Técnicas da região	Ondulada
Velocidade Diretriz	60 km/h
Largura da Pista de Rolamento	3,50 m
Largura dos Dispos. Drenagem	0,50 m
Raio Mínimo	125,00m
Faixa “no edificante”	Código de Postura do Município

Quadro 1 – Características Técnicas do Projeto

2.4 NOTAS DE SERVIÇO

As notas de serviço, preparadas com utilização de computador, referem-se ao pavimento acabado.

A Superelevação máxima preconizada pela norma é de 8,0% e a sua variação é feita pelo giro em torno do eixo.

Nas curvas com transição a variação é feita toda dentro da espiral, distribuindo a superelevação calculada em função do raio, no comprimento do Lc. Nas curvas circulares simples, a distribuição da superelevação é feita ao longo de um comprimento fictício de transição, admitindo-se uma variação de até 2,0% para cada 10,00m.

A distribuição dessa variação de superelevação é feita 60% na tangente e 40% na curva. Conforme previsto no projeto original Foi utilizada um abaulamento de pista de 3% para o lado direito na Pista Direita e para o lado esquerdo da Pista Esquerda. Apresentamos nos projetos executivos as Notas de Serviço de Plataforma Acabada.

Os volumes de terraplenagem foram obtidos a partir dos elementos fornecidos pelo Projeto Geométrico, através do método das áreas e semidistâncias entre as seções transversais com a utilização de aplicativo específico para computação gráfica. Os volumes resultantes dos cortes e aterros são volumes geométricos. Os volumes necessários para a execução dos aterros foram multiplicados pelo fator de adensamento = 1,25, e nas planilhas orçamentárias foi usado o valor de referência sem o adensamento, pois a mesma já contempla o serviço na sua própria composição. Para o cálculo de volumes, foi acrescentada à plataforma da área de passeios.

3.PROJETO DE TERRAPLENAGEM

3.1 INTRODUÇÃO

Com base nas plantas geradas pelo Estudo Topográfico e pelas características do Projeto Geométrico em planta e perfil, o Projeto de Terraplenagem foi desenvolvido pela superposição da seção-tipo de projeto sobre as seções transversais do terreno natural obtidas para cada estaca.

Foram computados no projeto de terraplenagem, os volumes resultantes de escavação de cortes para implantação e conformação da plataforma, e aqueles referentes à substituição de material de subleito, bem como os volumes de aterros.

A seção tipo considerada está apresentada no “VOLUME 2”.

3.2 METODOLOGIA

Os cortes e aterros gerados pela interposição da seção de projeto com a seção natural foram conformados com taludes de 1:1 e 1,5:1 (H:V), respectivamente, gerando as seções de Acabamento de Terraplenagem apresentadas no Volume 2, Seções Transversais folhas TLP-01 a TLP-21.

A compensação da força centrífuga é efetuada através da utilização de superelevação nas curvas. As declividades transversais dos passeios (2%) foram indicadas na direção dos bordos externos, onde são previstas sarjetas para coleta de excesso de escoamento superficial.

Devido às características desfavoráveis, evidenciadas nas sondagens e ensaios realizados, é prevista, nos segmentos em corte da avenida, a substituição do material do subleito, numa espessura variando entre 0,20m a 1,00m, especificados nas seções transversais do segmento.

3.3 ORIGEM E DESTINO DOS MATERIAIS DE TERRAPLENAGEM

Face à má qualidade do material do subleito no segmento entre a estaca 0+10 e 16+00, evidenciada nas sondagens a trado e a percussão realizadas, todo o material resultante dos cortes e da escavação para implantação da avenida, será lançado em áreas de passeios e o excedente será realizado em bota-fora, destinada ao reaterro dos pontos baixo, lindeiro a avenida.

Nas concordâncias com as ruas transversais, os volumes de cortes foram destinados parcialmente aos respectivos aterros, sendo a maior parcela destinada a bota-fora, especialmente ao reaterro dos pontos baixo, lindeiro a avenida,

Nas escavações de vala para implantação das redes de drenagem das ruas transversais foi prevista a utilização dos materiais escavados nos respectivos reaterros de vala, sendo o volume excedente destinado ao lançamento de solos em área de passeios e a sobra desse excedente a bota-fora, especialmente ao reaterro dos pontos baixo, lindeiro a avenida. Os materiais necessários à complementação dos aterros e reaterros serão importados das áreas de

empréstimos indicadas, conforme planilhas e croqui de localização, conforme definição e recomendações da Prefeitura Municipal de Patrocínio.

3.4 ACABAMENTO DE TERRAPLENAGEM

O acabamento da terraplenagem é indicado no caso dos últimos 60 cm de coroamento de aterros com solos selecionados, prevendo-se, para a confecção dessas camadas, que o material atenda às características geotécnicas mínimas:

Segmento	ISC	Expansão
Estaca 0+05 a 16+08,00 - PD	$\geq 8\%$	$\leq 2\%$
Estaca 17+18 a 45+12,00 - PD	$\geq 8\%$	$\leq 2\%$

Quadro 1 – Acabamento de Terraplenagem

O quadro de Distribuição de Terraplenagem segue no projeto executivo.

3.5 SEÇÕES TRANSVERSAIS E CÁLCULO DE VOLUMES

As seções transversais apresentadas foram geradas para as pistas esquerda e direita da avenida e para as ruas transversais e para rua da alameda dos pinheiros. Sobre as seções transversais foram gabaritadas as seções tipo das vias, permitindo, assim, a quantificação dos volumes de corte e aterro.

3.6 PREPARO DOS TALUDES PARA O PLANTIO DE GRAMA

Visando à consolidação dos taludes para o plantio da grama, foi previsto o reforço da superfície, da seguinte forma:

Escalonamento / denteamento dos taludes da seção escavada ou aterrada, criando-se patamares de 15cm;

Preenchimento dos patamares com solo proveniente do rebaixo, e corte da pista. Compactada com sapo mecânico ou similar em camadas \leq a 15cm;

O detalhe desta solução é apresentado no projeto de Urbanização, apresentados nos Projeto de Execução.

4. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

4.1 INTRODUÇÃO

Os estudos hidrológicos foram atualizados com o objetivo de prover os elementos básicos necessários à caracterização climática e pluviométrica da região do projeto, estabelecendo as correlações precipitação-escoamento e possibilitando a determinação das

descargas máximas nas bacias hidrográficas em estudo, visando o adequado dimensionamento do sistema de canalização e drenagem proposto para a avenida.

Os estudos desenvolvidos englobaram as seguintes etapas:

Coleta e análise de dados;

Caracterização climática e pluviométrica da área do projeto;

Definição do modelo de chuvas da região;

Determinação das características da bacia hidrográfica;

Determinação das descargas de projeto;

Apresentação dos resultados.

Os trabalhos efetuados são descritos mais detalhadamente a seguir.

4.2 COLETA DE DADOS

O desenvolvimento de estudos hidrológicos para qualquer finalidade exige a pesquisa e coleta de dados básicos, envolvendo, principalmente, estudos existentes, informações cartográficas, informações pluviométricas e observações de campo.

As informações cartográficas são importantes na caracterização morfométrica das bacias hidrográficas em estudo.

As observações de campo possibilitam ao engenheiro a estimativa de parâmetros relativos ao solo, tipo de cobertura vegetal, determinação de percentagens de áreas permeáveis e impermeáveis, existência de áreas urbanizadas, além de permitir a verificação "in loco" das condições de funcionamento de eventuais estruturas hidráulicas existentes na área. Os elementos básicos obtidos, utilizados no desenvolvimento dos estudos, são listados a seguir:

Carta topográfica editada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, escala 1:100.000, folha "Patos de Minas";

Dados pluviométricos obtidos junto ao Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE, referentes ao posto de Patrocínio, código 01264001 (alturas pluviométricas diárias, alturas máximas diárias anuais e número de dias de chuva ao mês); Os mesmos foram adquiridos no sítio eletrônico da Agência Nacional de Águas (ANA) e foram à base da realização do balanço hídrico climatológico (Quadro 1).

Município	NºdaEstação	LatitudeS	LongitudeW	Altitude(m)	Períododedados
Patrocínio	01264001	18°57'00"	47°00'00"	963	1975-2011

Quadro 1 – Localização dos postos pluviométricos adotados na pesquisa

Caracterização climática, solos e vegetação da área de interesse, de acordo com a obra "Geografia do Brasil - Região Centro-Oeste", da Fundação IBGE;

Estudos expostos na publicação "Chuvas Intensas no Brasil", do Engº Otto Pfafstetter, e "Equações de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais" – UFV/COPASA, 2001;

Restituições aerofotogramétricas da cidade de Montes Claros, em escala 1:2.000 e 1:10.000.

4.3 ASPECTOS FISIOGRAFICOS DA REGIÃO

4.3.1 Clima

Tendo-se em vista que o estudo das precipitações e a correta determinação dos modelos pluviográficos e das correlações precipitação-escoamento aplicáveis a uma determinada região este é o principal objetivo dos estudos hidrológicos, tornando-se necessário um entendimento mínimo da climatologia regional e sua manifestação na área do projeto, através da pesquisa em textos e publicações existentes sobre o assunto.

Segundo Edmon Nimer, a região sudeste brasileira, onde se localiza o trecho em estudo, se caracteriza por uma notável diversificação climática, função da atuação simultânea de diversos fatores, alguns de ordem estática, outros de natureza dinâmica.

Os fatores estáticos compreendem a posição e o relevo. A região sudeste está situada entre os paralelos 14° a 25° sul, resultando daí que quase todas as suas terras estão localizadas na zona tropical. Nessa posição, está submetida a forte radiação solar, uma vez que a intensidade desse fenômeno depende essencialmente da altura do sol sobre o horizonte. A radiação solar, por sua vez, cria melhores condições à evaporação, que será tanto mais ativa quanto maior o calor disponível.

A região sudeste possui também extensa faixa litorânea cuja superfície oceânica fica à disposição desse intenso processo de evaporação e condensação. Essa posição marítima aliada às características de urbanização determina uma forte e constante concentração de núcleos de condensação nas camadas inferiores da atmosfera, contribuindo assim para o acréscimo de chuvas em seu território, sempre que a região é atingida por frentes frias e outros fenômenos de ascendência dinâmica.

Com relação ao relevo, a região sudeste oferece os maiores contrastes morfológicos do Brasil, onde são constantes as variações entre as superfícies elevadas, vales amplos e rebaixados e numerosas "serras". Esse caráter de sua topografia favorece as precipitações, uma vez que ela atua no sentido de aumentar a turbulência do ar pela ascendência orográfica, notadamente durante a passagem de correntes perturbadas.

Os fatores dinâmicos, por sua vez, influenciam as condições de tempo através da ação dos sistemas de circulação atmosférica. Durante todo o ano sopram ventos de nordeste e leste do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul, que representam tempo estável e ensolarado. Essa situação é afetada somente pela chegada de correntes de circulação perturbada, responsáveis por instabilidade e bruscas mudanças de tempo, geralmente acompanhadas de chuvas. Na região sudeste, atuam, principalmente, os sistemas de correntes perturbadas do sul, oeste e leste.

O município de Patrocínio está inserido em uma área geologicamente complexa, conhecida como o Arco da Canastra, área que separa as bacias sedimentares do São Francisco e do Paraná. Segundo Machado (2003), “a geologia do município está bem caracterizada em três Morfoestruturas: A morfoestrutura do Arco da Canastra; Os Domos de Serra Negra e Salitre e a “morfoestrutura da Bacia Sedimentar do São Francisco”.

O Município localiza-se em área de clima classificado, segundo Nimer, como Tropical, possuindo duas estações: uma úmida e outra seca. A estação úmida foi de outubro a março acumulando uma média pluviométrica de 1259 mm, ou seja, aproximadamente 85% da precipitação média anual ocorreram nesse semestre, vale ressaltar também que dezembro e janeiro, são responsáveis por 40% do total anual. Já a estação mais seca que foi de abril a

setembro acumulou 232 mm, o que corresponde a apenas 15% da precipitação média anual na microrregião conforme apresentado nas figuras à seguir:

DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS NA MICRORREGIÃO DE PATROCÍNIO MG

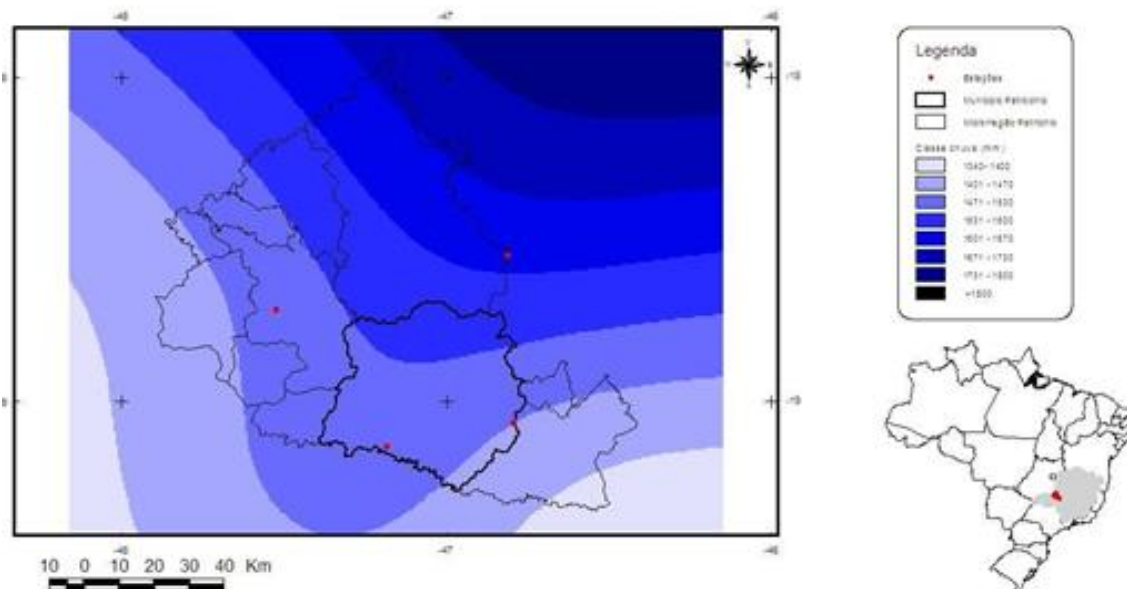


Figura 4.0 - Carta de Isolinhas

DIFERENCIAÇÕES CLIMÁTICAS

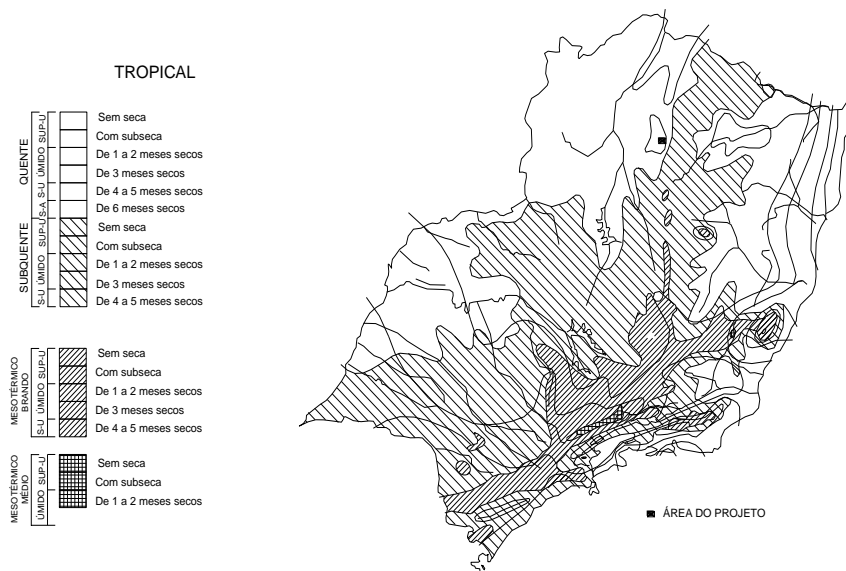


Figura 4.1

Análise do regime térmico

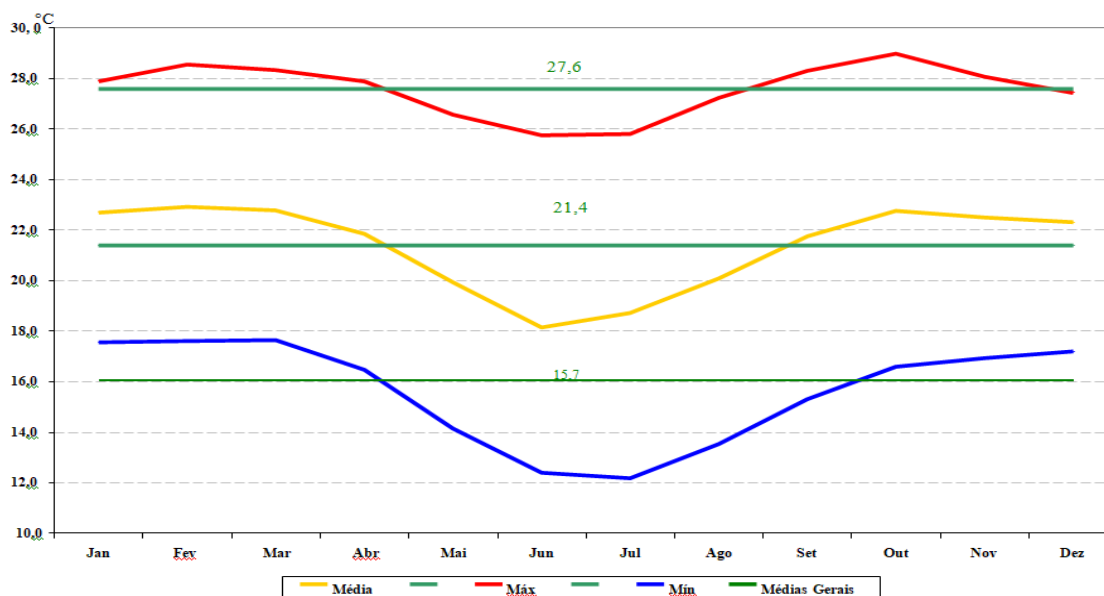
A temperatura média no município de Patrocínio, no período abordado nessa análise, é de 21,4°C. Os valores, no decorrer do ano, apresentam pouca variação com menor média no mês de junho, cujo valor é 18,2°C e a maior média 22,9°C, no mês de fevereiro.

No último ano analisado verificou-se um aumento das médias mensais. O mês de maio registrou, em 2002, uma temperatura média de 22,5°C, que corresponde a um aumento de 4,5°C sobre a média frequente desse mês. A média anual apresenta uma variação de 2,3°C nos últimos 29 anos sendo que no ano de 2002 registrou-se a maior média 22,9°C. Observa-se que a menor média ocorreu no ano 1981, com registro de 16,6°C. A maior amplitude ocorreu em maio 4,3°C e a menor em janeiro 2,1°C.

Temperatura média das máximas; O comportamento da média das máximas, pode-se observar que, com exceção do período de maio, junho e julho, apresentam respectivamente 26,6°C, 25,8°C e 25,8°C. Nos demais meses, a média varia de 27,2°C a 29°C. Os meses com maior média são fevereiro e outubro e novembro, cujos valores respectivos são 28,6°C e 29°C°.

Temperatura média das mínimas; Os maiores registros de valores das médias das temperaturas mínimas anuais são observados no período primavera / verão, mais especificamente nos meses de outubro à março, nesse período a média oscila de 15,3°C a 17,7°C, respectivamente em setembro e abril. As menores médias são observadas nos meses de junho (12,4°C) e julho (12,2°C).

As médias das temperaturas mínimas anuais demonstram uma particularidade nestes 29 anos, 17 deles apresentam médias variando entre 15,8°C e 17,1°C, isso mostra a tendência de aquecimento global. A variação da amplitude da média das mínimas é de 3,5°C, sendo a menor 13,6°C, ocorrida em 1979, e a maior, 19,1°C em 1999. Das amplitudes mensais, o mês de junho se destaca com uma amplitude de 8°C, e a menor ocorre no mês de outubro 4,2°C. Figura 4.2



FONTE: Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos ORG: SILVA, E.M.da. 2005
Figura 4.2-Variações Mensais da Temperatura em Patrocínio (1974-2012)

4.3.2 Pluviometria

Assim como o clima, a pluviosidade da região sudeste apresenta características bastante diversificadas, com o regime de chuvas sendo determinado pela sua posição geográfica em relação à influência marítima e às correntes de circulação perturbada, e pelos contrastes morfológicos de seu relevo.

A região sudeste é bem regada por chuvas, embora seja bastante irregular a sua distribuição espacial e temporal ao longo do ano. Existem nitidamente duas áreas mais chuvosas: a primeira estende-se no sentido SW-NE, acompanhando o litoral e a Serra do Mar. A segunda estende-se perpendicularmente à primeira, ou seja, no sentido NW-SE, do oeste de Minas Gerais ao município do Rio de Janeiro.

Em contrapartida, O regime pluviométrico no município de Patrocínio é bem caracterizado: as chuvas concentram-se de outubro a março, representando 86,5% do total da precipitação anual. O mês com a maior média é dezembro (313,4 mm), seguido por janeiro (298,6 mm). Os meses com menores médias são junho e agosto, com 13,8 mm e 15,9 mm respectivamente e julho com 16,5 mm. A média, dos totais pluviométricos anuais no período (1968-2004) foi de 1620,1 mm, a maior ocorrência, 2990,5 mm foi registrada em 1980, e a menor, 1036,2 mm em 1986. As chuvas a partir de 1992 tem se mantido abaixo da média histórica. Balanço hídrico; Para a realização desta análise foi elaborado um cálculo de balanço hídrico (CAD 125 mm) para período de 1968 a 2004, utilizando-se os totais anuais e as médias mensais de todo o período estudado. A média anual do excedente hídrico é 742 mm, tendo seus maiores índices médio nos meses de dezembro e janeiro onde registrou-se 192 mm e 184,9 mm respectivamente. O maior excedente hídrico registrado foi 2030,8 mm no ano de 1980 e o menor 1069,7 mm em 1990. O déficit hídrico médio do período é de 132,8 mm. O ano que apresentou-se maior equilíbrio foi 1985 onde a deficiência hídrica anual foi de 25,9 mm e o maior no ano de 1985 com 267,5mm.

Pode-se observar que nos meses de janeiro a março, também conhecido como “ano hídrico” a precipitação é superior a evapotranspiração. A reposição inicia-se em outubro, estendendo-se até o mês de dezembro. No período de abril a setembro a evapotranspiração acentua-se tendo seu ponto crítico no mês de agosto onde a deficiência hídrica chega a atingir 59,1 mm como foi registrado em 1985.

A média pluviométrica do período estudado é 1620,1 mm; a média da ETR (evapotranspiração real) do período estudado é 745,3 mm; o déficit hídrico, 132,8 mm e o excedente hídrico é 742,0mm. O ano de 1980 apresentou o maior excedente hídrico registrado no período estudado 2.030,8 mm, o menor excedente foi registrado em 1990. 1069,7mm. A média do período é 742,0mm.

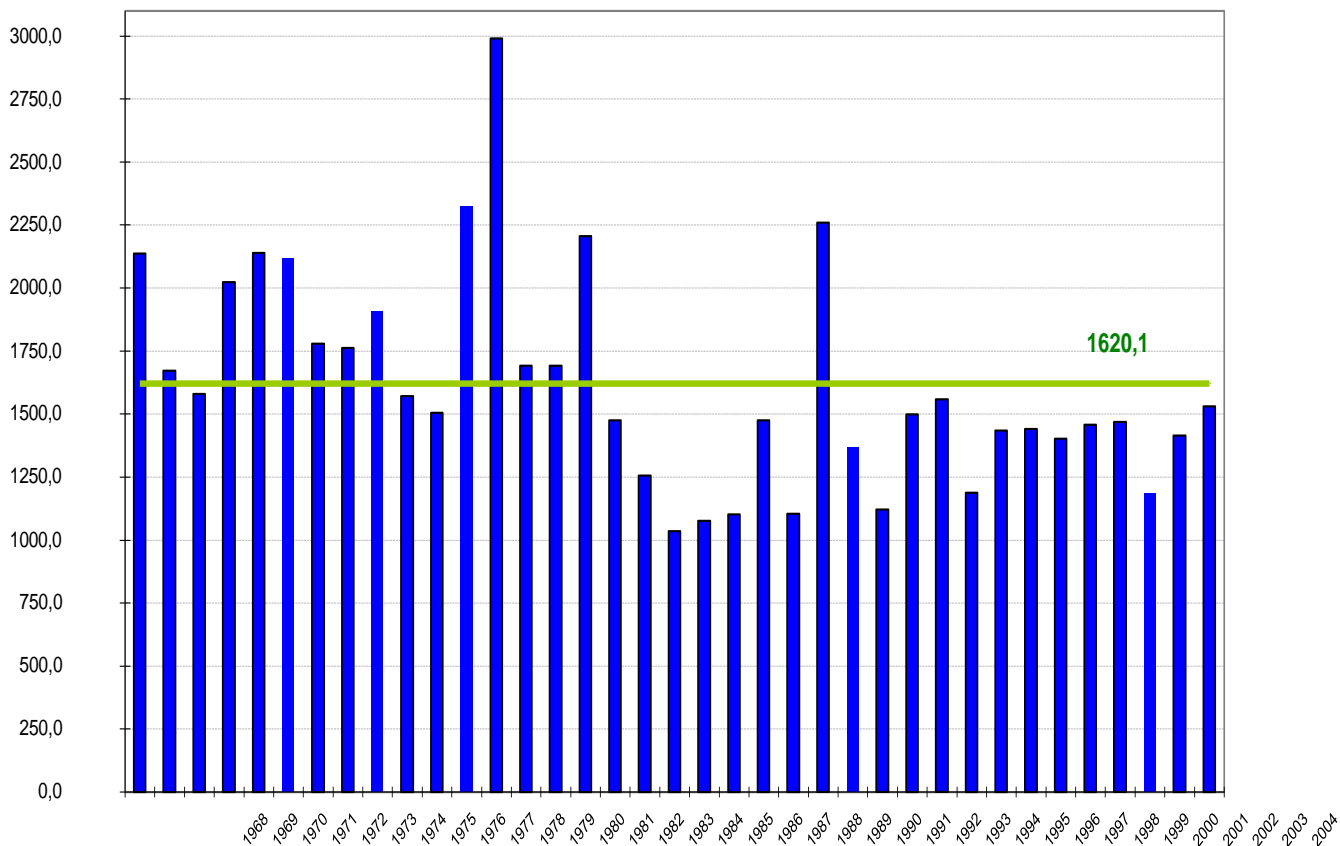
As precipitações também variaram significativamente, os maiores valores registrados estão relacionados como a atuação do El Niño, bem com os menores. Os valores mensais apresentaram grandes valores como o registrado em 1980. Com exceção do ano de 1991 os últimos vinte anos a precipitação ficou abaixo da média.

Apesar da umidade relativa ter sido analisada por quatro anos, este apresentou pouca variação, exceto nos meses de agosto e outubro que apresentaram os menores índices médios. O balanço hídrico geral do período mostrou que os solos do município permanece seis meses com a absorção abaixo do normal. A análise mostrou que o período de reposição de água no solo começa no mês de outubro recompondo sua capacidade de absorção.

Esses fatores combinados a insolação e nebulosidade são responsáveis pelas condições climáticas do município de Patrocínio. Cabe ressaltar a importância do clima o planejamento regional, tanto como insumo de energia no sistema, como regulador dos processos a eles inerentes. A distribuição anual de chuvas (isoietas) é mostrada na figura 4.3.

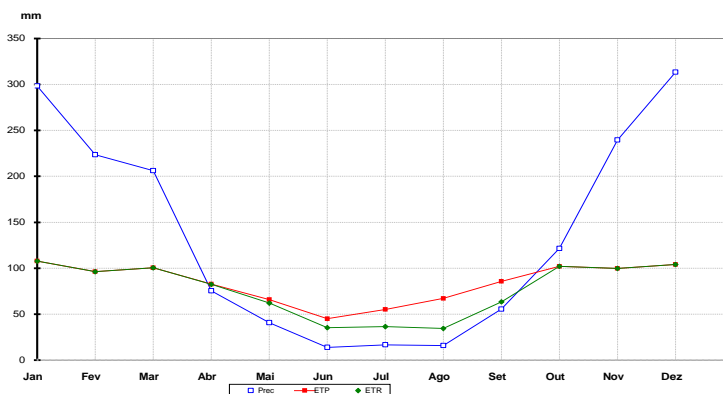
mm

Figura 4.3
Precipitação Totais Anuais (1968-2004)



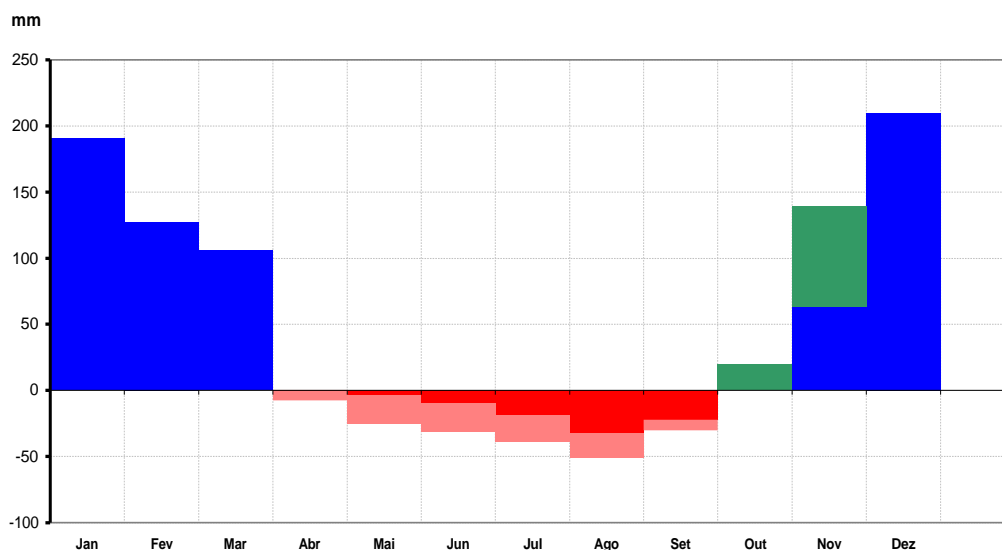
Fonte: ANA
ORG: SILVA, E. M., 2005.

As precipitações médias mensais e o número médio de dias de chuva registrados no posto de Patrocínio são representados nas figuras a seguir:



FONTE: Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos e ANA ORG:
SILVA, E. M., 2005.

Figura 4.4 - Balanço Hídrico (1968-2004)



FONTE: Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos e ANA ORG: SILVA, E. M., 2005.
Figura 4.5 - Deficiência, Retirada, Reposição e Excedente Hídricos (1968-2004)

4.3.3 Caracterização das Bacias - Uso e Ocupação do Solo

A bacia do Córrego Rangel localiza-se boa parte em área urbanizada, com sua nascente situada ao nordeste. A ocupação urbana inclui tanto as encostas quanto o vale sendo que em alguns trechos aproxima-se a alguns metros da calha do córrego.

No trecho entre à montante da Avenida das Cerejeiras até a sua nascente o curso d'água corre:

Canalizado em toda extensão de montante, na pista direita da rua Divino Gonçalves de Oliveira, nominado como Córrego Rangel, alimentado por diversos riachos, boa parte destes riachos correm em leito natural.

No trecho entre a Avenida das Cerejeiras e ao entroncamento com Avenida Marciano Pires. À jusante da Avenida Marciano Pires, ponto inicial do projeto da canalização em gabião. Para o cálculo das vazões de dimensionamento da macro-bacia, foram obtidas de mapas da bacia hidrográfica; Carta topográfica – Ministério do Exército – Diretoria de Estudos Geográficos, escala 1:100.000 e planta topográfica restituída na escala 1:2.000 elaborada pelo software Auto Cad Civil 3D e Observações locais; Estão resumidas no quadro a seguir.

Sub-bacia	Área (km²)	Ext. Talvegue Médio (km)	Desnível Médio (m)	Observações
B-H	32,32	3,960	84,672	

QUADRO 5.1 – CARACTERÍSTICAS DAS SUB-BACIAS

Para o dimensionamento das redes pluviais das ruas laterais, foi desenvolvida uma análise do plano de escoamento superficial no trecho em estudo, com base na mesma planta. A representação gráfica das bacias e Micro bacias estudadas, consta do desenho anexo “MAPA DE BACIAS”, em escala reduzida para 1:10.000 apresentado à seguir.

A subdivisão das áreas de contribuição em cada sub-bacia, no sentido de montante para jusante, consta do quadro apresentado a seguir:

Sub-bacia	Área (km ²)	Ext. Talvegue (km)	Desnível (m)	Observações
SB-H-1	7,900	4,685	91,43	Alameda dos
SB-H-2	11,929	6,238	101,27	Rua Divino
SB-H-3	3,934	2,736	86,16	Avenida do Lago
SB-H-4	2,410	2,928	74,71	Avenida João Alves
SB-H-5	4,230	3,634	97,32	Avenida Altino
SB-H-6	1,917	3,733	59,14	Avenida das

QUADRO 5.2 – Áreas de Contribuição das Sub-Bacias

A contribuição proveniente das áreas à montante após captada pelo sistema de drenagem previsto nas Sub-Bacias transversais, será direcionada para o canal de macrodrenagem, através; alguns segmentos em leito natural, os demais canalizados em condutos tubulares outros por galerias.

A parcela que precipita diretamente para a avenida será captada pelas sarjetas e bocas-de-lobo e lançada no canal ou poços de visita através de condutos de ligação.

4.4 CARACTERIZAÇÃO DO REGIME DE CHUVAS INTENSAS

O estudo “Equações de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais”, desenvolvido pela Copasa e Universidade federal de Viçosa em 2001, estabeleceu, com base nos registros do posto pluviográfico de Patrocínio, a seguinte equação de chuvas intensas, utilizada no desenvolvimento do projeto:

onde:

$$i = \frac{4050.T^{0,167}}{(t + 34,789)^{0,992}}$$

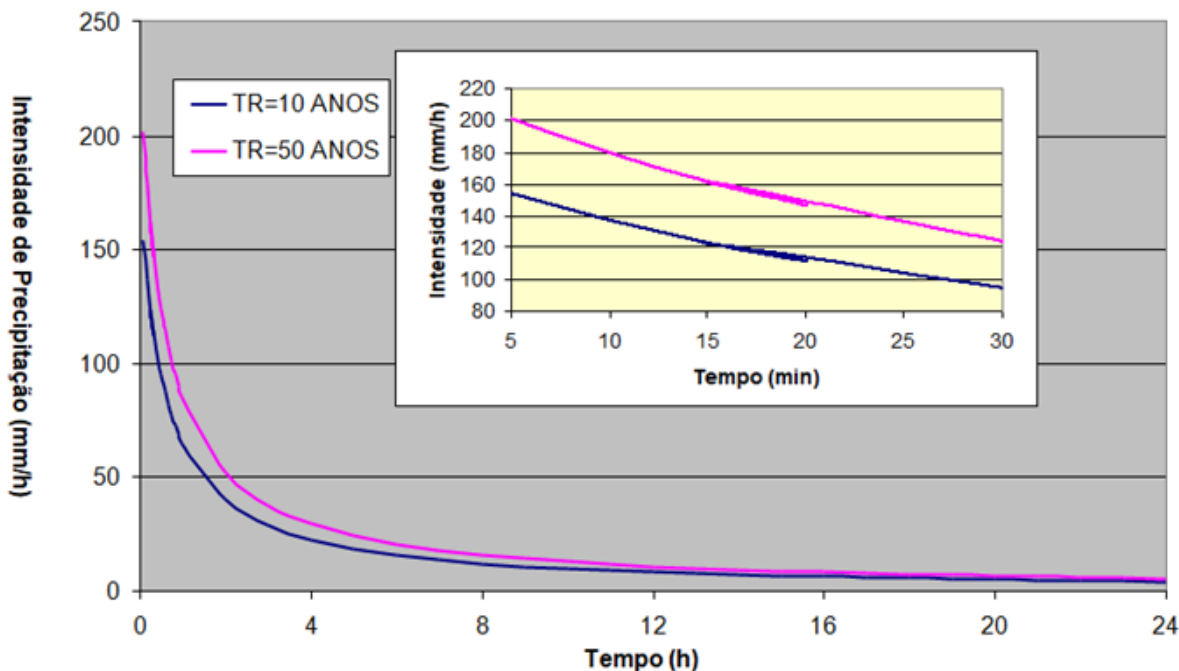
i = intensidade média de precipitação, em mm/h;

t = duração da chuva, em minutos;

T = período de retorno, em anos;

As relações intensidade-duração, obtidas com o processamento da equação do posto de Montes Claros para períodos de retorno de 10 e 50 anos, são apresentadas na figura 4.6 a seguir.

Curvas Intensidade - Duração - Frequência
Posto: Patrocínio - MG



4.5 CÁLCULO DAS VAZÕES DE PROJETO

O cálculo das descargas máximas para o dimensionamento da macrodrenagem e das redes pluviais das Sub-Bacias transversais foi efetuado através da aplicação da metodologia utilizada pela Sudecap para áreas urbanas, que considera a seguinte expressão de cálculo:

$$Q = 0,00278.f. \frac{C2}{C1} . i . A$$

Onde:

f = define a capacidade de amortecimento da bacia, dado por $f = 2/(1 + F)$, sendo F o fator de forma da bacia;

C2 = representa o coeficiente volumétrico de escoamento (Adotado = 0,72);

C1 = é o coeficiente de retardo na formação do escoamento superficial, relacionado ao fator de forma da bacia, dado por $C1 = 4/(2 + F)$;

i = representa a intensidade da precipitação que atua sobre a bacia e contribui para formação da cheia de projeto. Seu valor é estimado conforme descrito no item 4.4;

A = é a área de contribuição da bacia hidrográfica, avaliada a partir das plantas topográficas do Município.

O fator de forma da bacia, F, é dado pela seguinte expressão:

$$F = \frac{8,86.L}{\sqrt{A}}$$

Onde A é a área da bacia (ha) e L a extensão do talvegue principal (km).

A duração da chuva de projeto é considerada igual ao tempo de concentração da bacia (t_c), que pode ser definido como o intervalo de tempo necessário para que toda a área de drenagem passe a contribuir para a vazão no ponto em estudo.

Para sua determinação foi utilizada a fórmula proposta pelo "Califórnia Highways and Public Works" - USA apresentada a seguir:

$$t_c = 57 (L^3 / H)^{0,385}$$

onde:

t_c = tempo de concentração, em minutos;

L = extensão do talvegue principal, em km;

H = elevação média da bacia, em m.

Para o dimensionamento das sarjetas e bocas-de-lobo foi considerada como área de contribuição (A) a faixa compreendida pela via até o alinhamento das edificações, e deste para o interior do quarteirão, abrangendo uma largura de 20 m. Neste caso a intensidade pluviométrica foi adotada igual a 154 mm/h, correspondente ao tempo de concentração mínimo de 5 minutos e período de recorrência de 10.

4.6 PERÍODOS DE RECORRÊNCIA

A fixação dos períodos de recorrência envolve em si o conceito de "coeficiente de segurança", representado pelo índice de precipitação, de vez que através dele é possível maior ou menor cobertura de imprevistos. Estes valores prendem-se a diversos fatores, destacando-se aqueles de natureza econômica, importância e segurança que a obra deve apresentar.

Foram adotados neste trabalho os períodos de recorrência de 15 anos para dimensionamento das redes de drenagem das ruas transversais (redes pluviais) e do sistema de micro drenagem (sarjetas e bocas-de-lobo).

4.7 RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos no cálculo de vazões de dimensionamento do sistema de micro drenagem, são sintetizados, no de dimensionamento das redes de drenagem das ruas transversais (TR=10 anos), associado ao número sub-bacia de contribuição com o nome Do logradouro transversal.

4.8 CONCLUSÕES

Após a realização dos estudos e análises apresentados anteriormente definiu-se que a seção do canal no segmento será trapezoidal e em gabião, mantidas as obras de arte correntes existentes á montante. Ainda na Montante será construído um canal de transição. Apresentamos a seguir o Layout do Canal de Transição.

5. PROJETO DE DRENAGEM DA PLATAFORMA

5.1 INTRODUÇÃO

A drenagem da plataforma será efetuada com a utilização de sarjetas, bocas-de-lobo simples ou duplas e condutos de ligação.

As sarjetas são previstas em toda a extensão da avenida nos bordos externos da via, junto ao alinhamento dos quarteirões. São indicadas também nas ruas transversais, abrangendo uma extensão de cerca de 40,00 m, onde são previstos serviços de pavimentação.

Os meios-fios são previstos em toda a extensão da avenida, nos bordos internos e externos, e nas ruas transversais, acompanhando os segmentos de sarjetas previstos.

As bocas-de-lobo foram posicionadas imediatamente à montante das curvas das guias nos cruzamentos, em pontos baixos de perfil, e em pontos intermediários, segundo a necessidade de alívio das sarjetas.

O fluxo d'água captado pelas sarjetas e bocas-de-lobo posicionadas na avenida é direcionado diretamente para a galeria de macro - drenagem ou para poços de visita das ruas transversais, através de condutos de ligação em diâmetro de 400 mm. As cotas de descarga desses condutos foram definidas em função da lâmina d'água prevista no canal, de forma a ser evitado o seu afogamento. Seu posicionamento, portanto, deverá obedecer rigorosamente à indicação do projeto.

As sarjetas indicadas apresentam largura de 0,50 m e declividade transversal de 25%, sendo dimensionadas considerando uma faixa máxima de inundação de 1,67 metros, portanto fora da faixa de tráfego rápido, definida no projeto geométrico.

5.1.1 Sarjetas

O estudo da capacidade de escoamento das vias está condicionado à capacidade das sarjetas, que, na realidade, são os primeiros coletores de águas pluviais, funcionando como canais abertos.

Essa capacidade de escoamento depende diretamente da declividade longitudinal da via, da declividade transversal da sarjeta e do coeficiente de rugosidade, sendo também função dos limites de conforto definidos para pedestres e veículos que utilizam as vias. Esses limites se traduzem pela fixação da faixa de alagamento da via admitida no projeto.

Foi considerado o trajeto superficial na maior extensão possível, o que sob o ponto de vista econômico é o ideal, em virtude da redução do número de bocas-de-lobo e da extensão de tubulações.

Tendo em vista as características da seção transversal típica das vias, optou-se pela utilização de sarjetas de seção triangular, com 50 cm de largura, inclinação transversal de 25% e altura útil de 12,5 cm. A capacidade de vazão da sarjeta é avaliada através da aplicação da fórmula de Manning, modificada por Izzard:

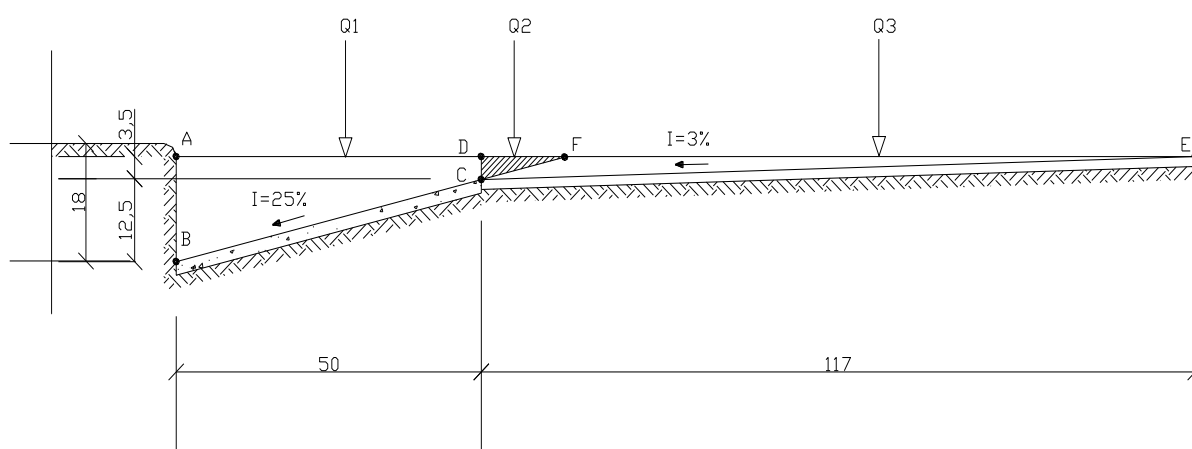
$$Q = 0,00175 \cdot \frac{Z}{n} \cdot y^{8/3} \cdot I^{1/2}$$

onde:

Q = capacidade de vazão, em l/s;

z = inverso da inclinação transversal da sarjeta;
 n = coeficiente de rugosidade de Manning, adotado igual a 0,015;
 y = lâmina d'água na sarjeta, em cm;
 I = declividade longitudinal da via, em m/m.

Admite-se o alagamento parcial da pista, limitado a uma faixa de 1,67 m, a partir da face da guia. Para essa faixa de inundação, o valor da lâmina d'água máxima (y), considerando-se o abaulamento transversal das pistas igual a 3%, é de 16 cm, conforme pode ser visto na figura a seguir.



Nota: dimensões em cm.

Figura 01 – Sarjeta de Declividade Dupla

Nesse tipo de sarjeta, composta de duas declividades, a fórmula de Izzard é aplicada utilizando-se o seguinte artifício de cálculo:

$$Q = Q_1 - Q_2 + Q_3$$

O valor do coeficiente de rugosidade (n) é função do material de constituição do plano de escoamento. Considerando-se que são previstas sarjetas em concreto ($n=0,015$) e revestimento asfáltico das pistas de rolamento ($n=0,017$), a rugosidade média é obtida pela ponderação desses valores em relação aos respectivos perímetros molhados, obtendo-se $n=0,016$.

A velocidade máxima de escoamento, de modo a serem minimizados problemas devido a desgaste do material, é de 3,50 m/s.

Considerando-se as vazões de projeto, o tipo de sarjeta indicado, a faixa de alagamento admitida, o abaulamento transversal das vias e o coeficiente de rugosidade adotado são efetuados os cálculos para análise do escoamento da sarjeta, constantes das planilhas apresentadas ao final deste capítulo.

5.1.2 Bocas-de-lobo

As bocas-de-lobo foram posicionadas imediatamente a montante das curvas das guias nos cruzamentos, em pontos baixos do perfil, e em pontos intermediários, segundo a necessidade de alívio das sarjetas.

No projeto foi adotada boca-de-lobo do tipo combinada, com grelha e abertura na guia, cantoneira montada em concreto, e com rebaixamento de 5 cm em relação ao fundo da sarjeta, admitindo-se a altura mínima de 0,80 m para a caixa de alvenaria.

O dimensionamento das bocas-de-lobo foi efetuado segundo a metodologia exposta na publicação "Drenagem Urbana - Manual de Projeto", CETESB, 1986, baseada em ensaios efetuados pela Universidade Johns Hopkins, desprezando-se, a favor da segurança, o rebaixo de grelha, conforme descrito a seguir.

Boca-de-lobo em Ponto Baixo

A eficiência da boca-de-lobo em ponto baixo corresponde a 65% do valor teórico calculado para a boca-de-lobo simples e boca-de-lobo com grelha, admitindo-se o funcionamento como vertedor de soleira livre até o limite de 11 cm para a altura da lâmina d'água sobre a grelha.

Boca-de-lobo com Abertura na Guia

$$\frac{Q}{L} = 1,703 \cdot y_0^{1,5}$$

Como:

$$L = 1,00 \text{ m} \rightarrow Q = 1,703 \cdot y_0^{1,5} \text{ (cantoneira simples)}$$

$$L = 2,00 \text{ m} \rightarrow Q = 3,406 \cdot y_0^{1,5} \text{ (cantoneira dupla)}$$

Boca-de-lobo com Grelha

$$\text{para } y \leq 0,11 \text{ m, } \frac{Q}{P} = 1,655 \cdot y_0^{1,5}$$

Como:

$$P = 1,770 \text{ m} \rightarrow Q = 2,929 \cdot y_0^{1,5} \text{ (cantoneira simples)}$$

$$P = 2,660 \text{ m} \rightarrow Q = 4,402 \cdot y_0^{1,5} \text{ (cantoneira dupla)}$$

Os resultados obtidos são mostrados no quadro 2, a seguir:

QUADRO 2																2
CAPACIDADE DAS BOCAS-DE-LOBO COMBINADAS EM PONTOS BAIXOS																
Y ₀ (cm)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12,5	13	14	15	16	
BL simples	16	24	34	38	55	68	81	95	110	125	133	141	158	175	193	
BL dupla	26	41	57	75	94	115	137	160	185	211	224	238	266	295	325	

Quadro 01 - Boca-de-lobo Combinada em Greide Contínuo

A capacidade de engolimento da boca-de-lobo combinada em greide contínuo é expressa por:

$$Q = Q_0 - q_2 - q_3$$

Onde:

Q = vazão esgotada pela boca-de-lobo;

Q_0 = vazão que escoar na sarjeta;

q_2 = vazão que escoar lateralmente à grelha;

q_3 = vazão que escoar sobre a grelha.

Utilizando grelhas em sarjetas sem depressão temos:

$$q_2 = 0,25 \cdot (L' - L) \cdot g^{1/2} \cdot (y')^{1,5} = 0,78 (L' - L) \cdot (y')^{1,5}$$

$$q_3 = Q_0 (1 - L^2/L_0^2)^2$$

Onde:

L = comprimento da boca-de-lobo, em m;

L' = comprimento da grelha necessário para interceptar, lateralmente, toda a água que escoar na sarjeta, em m;

L_0 = comprimento da grelha necessário para captar toda a água que escoar na sarjeta, dentro da faixa correspondente à sua largura, em m;

y' = profundidade da lâmina d'água junto à borda externa da grelha, em m;

g = aceleração da gravidade (9,81 m/s²).

Os valores de L' e L_0 são calculados através das seguintes expressões:

$$L' = 40 \cdot V_o \cdot \left(\frac{y'}{9,81} \right)^{0,5}$$

$$L_0 = 3,3 \cdot V_o \cdot \left(\frac{y_0}{9,81} \right)^{0,5}$$

As planilhas de dimensionamento de sarjetas e bocas-de-lobo, assim como as notas de serviço para implantação de bocas-de-lobo e condutos de ligação são apresentadas no final deste capítulo.

5.2 DRENAGEM DAS RUAS TRANSVERSAIS

O dimensionamento hidráulico das galerias de drenagem que serão implantadas no bordo das pistas direita e esquerda da avenida, para espera de drenagem a ser implantada futuramente nas ruas dos bairros vizinhos, foi feito considerando-se o movimento permanente uniforme com o fluxo escoando livremente no regime supercrítico ou turbulento.

A captação do fluxo superficial será captado pelas bocas-de-lobo previstas nas ruas e direcionadas para os poços de visita, sendo daí direcionados para o canal de macrodrenagem através de condutos de ligação.

O dimensionamento hidráulico das galerias projetadas, face às descargas correspondentes ao período de recorrência de 10 anos, foi efetuado a partir da aplicação da fórmula de Manning de escoamento, associada à equação da continuidade:

$$Q = \frac{S \cdot Rh^{2/3} \cdot I^{1/2}}{n}$$

Onde:

Q = vazão, em m³/s;

S = seção de vazão, em m²;

Rh = raio hidráulico, em m;

I = declividade do conduto, em m/m;

n = coeficiente de rugosidade, adotado igual a 0,014, para tubos pré-moldados de concreto.

Foram admitidos os seguintes critérios no desenvolvimento do projeto:

Valor máximo de 0,90 para a relação entre o tirante d'água e o diâmetro da tubulação;

Valores de 1,50 e 7,50 m/s, como limites inferior e superior da velocidade de escoamento, com objetivo de se evitar problemas de deposição de materiais sólidos e desgaste excessivo da tubulação de concreto, respectivamente;

Diâmetro mínimo de 400 mm para as redes pluviais.

As planilhas de dimensionamento das redes pluviais são apresentadas no final do capítulo.

5.3 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

No Volume II - Projeto de Execução são apresentados os desenhos integrantes do projeto de drenagem com as indicações de posicionamento das bocas-de-lobo de drenagem da plataforma e as redes pluviais para drenagem das ruas transversais.

Às planilhas de dimensionamento de redes coletoras, as notas de serviço para implantação de bocas-de-lobo e condutos de ligação e a listagem de saídas e descidas d'água estão demonstrada nos projetos executivos.

6. INFRAESTRUTURA EM GABIÕES, COLCHÕES RENO E REVESTIMENTO

6.1 BASE DO GABIÃO

A base do gabião deverá ser executada com brita graduada envelopada com uma Geogrelha com resistência longitudinal a tração 55 a 60 kN, resistência transversal a tração 30 kN, para separar a camada de solo do gabião. As informações técnicas da geogrelha estão contidas no projeto.

6.2 GABIÃO TIPO

Caixa Os gabiões serão do tipo caixa 80 são confeccionados com malha hexagonal de dupla torção, no diâmetro externo 3,40 mm, em conformidade com as normas NBR 8964, NBR 10514 e EN 10223-3, suas características de desempenho são apresentadas abaixo. Os Gabiões tipo Caixa 80 são subdivididos em células por diafragmas, inseridos a cada metro durante a fabricação (exceção feita aos gabiões com comprimento inferior a 2 m, que não recebem diafragmas). Para as operações de montagem (amarração e atirantamento) dos gabiões, são necessários dispositivos de conexão e tirantes pré-fabricados. As caixas dos gabiões não deverão apresentar emendas para atingir as larguras das bases dos muros indicadas no projeto. Os gabiões caixa serão sobrepostos, tendo a figura de uma escada. Na colocação da sequência de gabiões, o geotêxtil terá que ser bem esticado e o aterro entre gabiões+geotêxtil e a encosta bem compactada.

Preparação: Os fardos de gabiões são entregues na obra dobrados. O arame necessário para as operações de montagem e união dos gabiões pode ser enviado dentro do mesmo fardo ou separado. O armazenamento deve ser feito, sempre que possível, em lugar próximo ao da montagem. A montagem começa com o transporte das gaiolas, ainda dobradas, até o lugar da instalação.

1. Identificar os amarrados ou fardos dos gabiões, organizando-os no canteiro de obras por tipo e dimensões.
2. Reservar uma área limpa, com piso plano, regular e duro para os trabalhos de pré-montagem das caixas.
3. Apoiar e abrir completamente o gabião sobre esta superfície, a fim de regularizá-lo naqueles pontos onde o mesmo estiver eventualmente amassado devido à formação dos fardos e/ou transporte.
4. Levantar e dobrar a 90° as paredes laterais aos pares para a união das arestas ou cantos da caixa. Nesta etapa, se necessário, pode-se lançar mão de um pedaço de madeira serrada para realinhar e refazer a dobra das paredes laterais.
5. Unir as arestas dos quatro cantos da caixa, bem como as das divisões internas ou paredes diafragmas. Esta costura de união deve ser criteriosa, pois assegura a firmeza e o bom funcionamento da caixa na montagem final.
 - a. Unir primeiramente os cantos superiores usando as pontas dos arames de reforço, aqueles de maior diâmetro que estão dispostos nesta região
 - b. Em seguida, costurar, de baixo para cima, percorrendo toda a linha de união de arestas.
 - c. A costura deve ser feita com o arame de amarração, fornecido juntamente com as caixas.

- d. Após a fixação do arame de amarração no vértice inferior, realiza-se a costura passando o arame por todas as malhas, alternando voltas simples com voltas duplas do arame de amarração até atingir o vértice superior.
- e. Quanto mais firmes os pontos de costura, melhor será a qualidade da pré-montagem das caixas.
6. Posicionar os gabiões de acordo com a seção projetada, costurando-os entre si, em todas as arestas comuns, seguindo os mesmos critérios descritos no passo anterior.
7. Posicionar os gabaritos de madeira para auxiliar no alinhamento das caixas e impor a inclinação de projeto, normalmente entre 3° a 6° para dentro do aterro.
8. Realizar o enchimento das caixas com as pedras, que deverão ser arrumadas manualmente evitando, ao máximo, os espaços vazios. Para caixas com altura de 1,0 m, o enchimento deve ser feito em três etapas. A cada terço preenchido, deve-se instalar os tirantes (arames que atirantam a parede de fundo com a de frente da caixa, aumentando a rigidez da mesma).
9. Durante o enchimento das caixas ao longo da obra, quanto à ordem de execução, observe os seguintes detalhes:
- a. Pode-se encher o primeiro terço de várias caixas adjacentes, desde que estas estejam devidamente pré-fixadas à camada ou fiada inferior, deixando a última vazia a fim de facilitar a montagem da caixa seguinte.
- b. O enchimento do segundo e terceiro terços de uma caixa pode ser feito desde que a caixa adjacente esteja parcialmente cheia, ou seja, observando um terço de defasagem da caixa vizinha.
10. Fechar e unir a tampa da caixa em todos os bordos, seguindo os mesmos critérios de costura.

As estruturas em gabiões são sempre montadas em camadas sobrepostas, iniciando da base para o topo, de modo a alcançar a geometria prevista em projeto. As camadas devem também ser unidas entre si por meio da mesma amarração feita anteriormente.

Recomendações gerais:

- Índice de vazios e enchimento: As pedras descarregadas dos caminhões basculantes ou das caçambas dos equipamentos formam montes com elevado índice de vazios. O processo de enchimento dos gabiões, com um melhor arranjo das pedras, reduz o índice de vazios, o que implica em admitir um consumo de pedras de, no mínimo, 15% a mais que o volume geométrico dos gabiões. Este adicional pode variar em função da geometria das pedras, da movimentação mecânica das pedras na obra e da qualidade do arranjo ou grau de empacotamento das pedras no interior dos cestos.

- Pedras com uma geometria mais regular, mais assemelhada a blocos, devem ser arrumadas à mão e deitadas na horizontal nas fiadas da face frontal das caixas de gabião (face visível), de maneira a assegurar uma melhor estética do muro.
- Cuidado especial também deve ser tomado no preenchimento dos cantos dos gabiões, para não permitir a deformação das paredes laterais das caixas.
- Como ocorre um assentamento dos gabiões em função dos carregamentos verticais transmitidos pelas fiadas de caixas sucessivamente sobrepostas, para minimizar folgas e compensar esta deformação inicial, recomenda-se:
 - Finalizar o enchimento dos gabiões ultrapassando em aproximadamente 5 cm a sua capacidade em altura;
 - Uma vez cheio, antes de fechar e unir a tampa às paredes laterais, regularizar o nível com a colocação de pedras menores, permitindo uma boa condição de assentamento da fiada superior;

6.3 GABIÃO MANTA/COLCHÃO

O gabião manta/colchão será executado a jusante do gabião tipo caixa, com objetivo de proteger a base para que não ocorra escavação pela ação do fluxo de água. Os Colchões são confeccionados com malha hexagonal de dupla torção, produzida a partir de arames, no diâmetro externo 3 mm, em conformidade com as normas NBR 8964, NBR 10514 e EN 10223-3, suas características de desempenho são apresentadas no projeto. Os Colchões Reno são subdivididos em células por diafragmas de parede dupla, que reforçam os elementos, aumentando a rigidez das estruturas construídas. Para as operações de montagem (amarração e atirantamento) dos colchões, são necessários dispositivos de conexão.

6.4 DISPOSITIVOS CONTÍNUOS DE CONEXÃO/ARAMES DE AMARRAÇÃO

Os gabiões tipo caixa apresentam diafragmas inseridos de metro a metro durante o processo de fabricação e são acompanhados de arames do mesmo tipo, caracterizados como sendo arame de aço com baixo teor de carbono, revestidos com liga, cuja composição e quantidade respeitam as normas NBR 8964, sendo estes utilizados para as operações de amarração e atirantamento, apresentando tensão de ruptura média de 35 a 50 kg/mm².

6.5 GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO

O Geotêxtil Não-Tecido é 100% de poliéster, agulhado e consolidado termicamente por calandragem, com resistência à tração (faixa larga) de 10 kN/m, contendo gramatura de 200g/m². O geotêxtil deve ser dimensionado e aplicado junto ao gabião conforme o projeto, evitando material de reaterro argiloso, para não deixá-lo colmatado, podendo fazer pré-filtro de areia e brita.

6.6 PEDRA RACHÃO

Deve ser originária de rocha sã, não friável, apresentando os mesmos requisitos exigidos para a pedra britada. Recomenda-se a utilização de material resistente e de elevado peso específico, excluindo-se aqueles que se decomponham. A faixa granulométrica deve

ser aquela com diâmetros entre uma vez e meia e duas vezes e meia a máxima abertura da malha. Os gabiões tipo caixa terão enchimento com pedra rachão com as características acima descritas. O desempenho da estrutura depende diretamente do cuidado dos operários em organizar as pedras no interior da gaiola. Se as mesmas não forem dispostas com critério, a quantidade de vazios entre elas pode ser muito grande e tornar o muro mais leve e, portanto, comprometer seu desempenho.

6.7 REVSTIMENTO EM ARGAMASSA

O canal será revestido todo em concreto usinado bombeado fck 30. Conforme especificações e anexo D.

6.8 JUNTA DE DILATAÇÃO

As juntas de dilatações serão executadas nas transversais do canal e acompanhando as extremidades do colchão Reno. Conforme especificações, projeto e anexo D.

7. EXECUÇÃO DE ATERRO AO TARDOZ DAS ESTRUTURAS EM GABIÕES

Após a execução dos gabiões, deverá ser realizado o aterro a montante dos muros, com compactação mecânica. Os solos para os reaterros provirão de empréstimos ou de cortes, ou de escavações, ou de jazidas, devidamente selecionados. Os solos para os aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas, micáceas e diatomáceas. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas. O aterro e a compactação deverão ser executados conforme o projeto.

8. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

8.1 INTRODUÇÃO

Os serviços topográficos consistiram no levantamento planialtimétrico cadastral do trecho da Avenida correspondente ao Projeto de Canalização do Córrego Rangel, Prolongamento da Rua Divino Gonçalves de Oliveira.

EXTENSÃO: 907,03m

Localização Geográfica do trecho:

Início: Latitude 18°57'47.39" Sul e longitude 46°59'57.87" Oeste

Final: Latitude 18°57'25.46" Sul e longitude 46°59'41.06" Oeste

Foram executados os seguintes levantamentos:

- levantamento cadastral do trecho em toda sua extensão numa faixa média de 180 m, incluindo todas as interferências;
- levantamento de dados topográficos necessários à definição de melhorias de traçado;
- levantamento de seções transversais nos pontos singulares do terreno como depressões e lombadas, declividades fortes ou inflexões da declividade e nos locais de bueiros;
- levantamento de seção transversal ou pontos necessários à definição das cabeceiras dos pontilhões e pontes existentes;
- levantamento do Córrego;
- levantamento de seções transversais ao longo de talvegues secundários, áreas de erosões e áreas de interseção;

As cotas dos pontos poligonais foram determinadas através de nivelamento geométrico, com fechamento nos marcos georeferenciados.

Os serviços de campo e escritório foram realizados de acordo as normas e especificações constantes; ABNT-NBR 13.133/94, Execução de levantamento topográfico; Manual de projeto geométrico de travessias urbanas - Rio de Janeiro, 2010 - Publicação IPR – 740 – DNIT, as exigências do cliente e a observância das boas técnicas.

Após o lançamento das poligonais, e o nivelamento geométrico das mesmas, os dados colhidos em campo, foram transportados para softwares específicos que permitiram executar o desenho do cadastro topográfico e calcular o eixo definitivo de projeto. O cadastro topográfico e a poligonal foram desenhados com a utilização dos softwares Topograph e AutoCad.

9. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os estudos geotécnicos foram realizados com base nos *Termos de Referência da PREFEITURA MUNICIPAL DE PATROCÍNIO – MG, elaboração de serviços e estudos técnicos, serviços preliminares, anteprojetos, projetos básicos, projetos executivos, elaboração de estudos ambientais e apoio técnico às obras de uma Avenida e de uma Rede de Macro -drenagem Urbana.*

Os estudos foram realizados visando fornecer *subsídios a Implantação* dos projetos de terraplenagem, pavimentação e drenagem na elaboração do Projeto de Implantação da CANALIZAÇÃO DO CÓRREGO RANGEL, DUPLICAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO DA RUA DIVINO GONÇALVES DE OLIVEIRA TRECHO: Interseção da Avenida José Amando de Queiroz até entroncamento com Avenida Odir Aleixo; Estaca 0+0,0 a Estaca 45+7,03. Constando basicamente de:

9.1 APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO EXECUTIVO DE SONDAGENS A PERCUSSÃO: NBR 6484/2020

Apresentamos em o Croqui de localização dos furos de Sondagem juntamente com os resultados dos estudos de Sondagem com SPT e na sequência os Quadros Resumos de

Ensaio contendo os resultados de todos os estudos geotécnicos realizados e Relatório Fotográfico no ANEXO 1 – ENSAIOS DE SONDAGENS.

10. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

10.1 INTRODUÇÃO

O Projeto de Pavimentação foi desenvolvido visando à concepção e o dimensionamento da estrutura do pavimento capaz de suportar a atuação das cargas do tráfego, através da indicação da espessura das camadas constituintes, materiais a serem empregados e técnicas mais recomendáveis de execução.

O projeto foi elaborado a partir da estimativa do parâmetro de tráfego utilizado no método de dimensionamento empregado, representado pelo Número "N" de repetições do eixo simples padrão de rodas duplas de 8,2 t e, ainda, com base nos resultados obtidos pelos Estudos Geotécnicos realizados.

Os Estudos Geotécnicos possibilitaram a caracterização física e mecânica dos materiais constituintes do subleito das pistas da avenida sanitária, dos materiais a serem empregados no acabamento da terraplenagem e/ou substituição de materiais, bem como dos materiais granulares a serem empregados nas camadas de base e sub-base da estrutura do pavimento.

10.2 METODOLOGIA EMPREGADA

O dimensionamento do pavimento foi efetuado seguindo-se a orientação geral do "Método da Resiliência", com verificações adicionais segundo o "Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis" do DNIT, ambos contidos no Manual de pavimentação. 3.ed. – Rio de Janeiro, 2006

10.2.1 Parâmetros de Dimensionamento

10.2.1.1 Número "n"

O Número "N" de repetições do eixo simples padrão de rodas duplas de 8,2 t. estimado para o 10º ano de vida útil do pavimento corresponde a 5×10^5 .

A título ilustrativo assinala-se que a Prefeitura Municipal de São Paulo adota os seguintes valores de Número "N", estabelecidos na "Classificação dos Tipos de Tráfego" – PMSP/SP CT/92":

$N = 10^5$ para solicitações de tráfego leve em ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões ou ônibus em número não superior a 50 por dia, por faixa de tráfego, para período de projeto de 10 anos;

$N = 10^6$ para solicitações de tráfego médio em ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 50 a 400 por dia, por faixa de tráfego, para período de projeto de 10 anos.

10.2.1.2 Índice de suporte Califórnia - isc do subleito

Conforme citado no item 7 - Estudos Geotécnicos, grande parte do terreno de fundação encontra-se contaminado com entulhos, lixo doméstico e materiais orgânicos.

Desta forma, prevê-se que os materiais do subleito das pistas direita e esquerda da avenida sanitária, nos segmentos em corte, sejam substituídos na espessura de 60,0 cm abaixo da cota final do greide de terraplenagem, empregando-se material proveniente dos Empréstimos a ser designado pela Prefeitura.

Nos segmentos em aterro com espessura inferior a 60,0 cm em relação à cota final do greide de terraplenagem, a substituição deverá ser feita na espessura tal que resulte em conjunto com o aterro uma espessura mínima de 60,0 cm.

Assim, o ISC do subleito foi estabelecido com base na análise dos resultados dos ensaios realizados com os materiais de tal empréstimo, adotando-se ISC do subleito equivalente a 8%, correspondente ao valor do X_{\min} obtido na análise estatística realizada, que engloba cerca de 83% dos valores de ISC com desvios de umidade situados entre - 2,0% a + 2,0% em relação à umidade ótima determinada em laboratório.

Para o dimensionamento do pavimento segundo o "Método da Resiliência" os solos constituintes do subleito foram classificados de acordo com os parâmetros de resiliência constantes do método, considerando-os como solos do tipo II, com grau de resiliência intermediário (porcentagem de silte na fração fina que passa na peneira nº 200 – $S \leq 35\%$ e $6 \leq ISC \leq 9$).

10.2.1.3 Deflexão de Projeto - Critério da Deflexão Admissível (Método da Resiliência)

A equação que relaciona o número cumulativo de repetições (N) da deflexão (D), que provoca a ruptura por fadiga da camada betuminosa de concreto asfáltico é representada por:

$$\log \bar{D} = 3,148 - 0,188 \cdot \log N \text{ (PREUSSLER, PINTO \& MEDINA)}$$

Para $N = 5 \times 10^5$, tem-se $\bar{D} = 119 \times 10^{-2}$ mm.

10.2.1.4 Coeficientes de Equivalência Estrutural (Método do DNIT – 2.006)

Foram adotados os seguintes valores de coeficientes de equivalência estrutural para os materiais das camadas do pavimento, em relação à camada de base granular tomada com $K = 1,00$:

Revestimento em CBUQ - $K_r = 2,00$;

Base granular (cascalho laterítico) - $K_b = 1,00$;

Sub-base granular (cascalho laterítico) - $K_{sb} = 1,00$.

10.2.2 Dimensionamento do Pavimento

10.2.2.1 Método da Resiliência

O "Método da Resiliência" é um procedimento baseado em modelos de resiliência, que considera a deflexão máxima prevista de uma estrutura para uma determinada expectativa de vida de fadiga. Admite-se o "Manual de pavimentação. 3.ed. – Rio de Janeiro, 2006" para o cálculo da espessura total do pavimento em termos de camada granular, de forma a proteger o subleito quanto ao aparecimento de deformações permanentes excessivas.

A. Espessura Total do Pavimento

A espessura total do pavimento (H_t) em termos de material granular com coeficiente de equivalência estrutural $K = 1,00$, em função do parâmetro de tráfego N e do CBR do subleito é expressa por:

$$H_t = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,598}$$

Para $N = 5 \times 10^5$ e $CBR = 8\%$, tem-se $H_t = 42$ cm.

B. Espessura Mínima do Revestimento Betuminoso

$$H_{CB} = -5,737 + \frac{807,961}{D_p} + 0,972 \cdot I_1 + 4,101 \cdot I_2$$

Onde:

D_p = deflexão de projeto, em 0,01 mm;

I_1 e I_2 = constantes relacionadas às características resilientes do solo do subleito.

Para $D_p = 119 \times 10^{-2}$ mm ($D_p = \bar{D}$); $I_1 = 1$ e $I_2 = 0$ (solo tipo II quanto à resiliência), tem-se $H_{CB} = 2,0$ cm.

Adotou-se o revestimento em CBUQ faixa "C" com espessura de 4,0 cm.

C. Valor Estrutural do Revestimento Betuminoso

O valor estrutural (V_E) da camada betuminosa (H_{CB}) é estabelecido no método em função do tipo de subleito e do tráfego futuro, com base em resultados obtidos através de análises de segmentos construídos na Rodovia: BR-101, Trecho: Niterói - Manilha.

Para $N = 5 \times 10^5$ e solo tipo II, tem-se $V_E = 3,0$.

Conceitualmente o valor estrutural da camada betuminosa depende da qualidade da mistura betuminosa e da constituição da estrutura do pavimento como um todo; apesar de conservador adotou-se $V_E = 2,0$ (coeficiente de equivalência estrutural para misturas do tipo concreto betuminoso no Método do DNER).

D. Espessura da Camada Granular

A espessura da camada granular (H_{CG}) é determinada a partir da equação:

$$H_{CB} \cdot V_E + H_{CG} = H_t$$

A espessura da camada granular (base, sub-base e/ou reforço do subleito, constituídos por solo arenoso, pedregulhoso, solo estabilizado granulometricamente, solo-brita, brita graduada e macadames que contenham menos de 35%, em peso, passando na peneira nº 200) é limitada a no máximo 35,0 cm, com base nos estudos de resiliência dos solos e de estruturas de pavimentos desenvolvidos nos últimos anos.

Para $H_{CB} = 4,0$ cm, $V_E = 2,0$ e $H_t = 46,0$ cm, tem-se $H_{CG} = 38,0$ cm.

10.2.2.2 Método do DNIT (2006)

Com base nos parâmetros de dimensionamento estabelecidos no item anterior e ábaco do método de dimensionamento citado tem-se uma espessura teórica para o pavimento de 44,0 cm, com o pavimento ficando assim dimensionado:

Revestimento em CBUQ	- e = 4,0 cm;
Base granular (brita graduada)	- e = 20,0 cm;
Sub-base granular (brita graduada)	- e = 20,0 cm.

10.3 CONCEPÇÃO E ESTRUTURA DO PAVIMENTO

Com base no dimensionamento do pavimento e estudos geotécnicos realizados, a estrutura do pavimento a ser implantada na pista direita (sentido do estaqueamento), a esquerda da avenida sanitária encontra-se em fase conclusão pelo loteamento Morada Nova; Portanto a estrutura do pavimento ficou assim definida:

Revestimento (CBUQ faixa "C")	- e = 4,0 cm;
Recapeamento Asfáltico (CBUQ)	- e = 3,0 cm;
Base (brita graduada)	- e = 20,0 cm;
Sub-base (brita graduada)	- e = 20,0 cm.

10.4 ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS DE MATERIAIS E SERVIÇOS

10.4.1 Revestimento

O revestimento será em Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ faixa "C" da especificação DNIT – 031/2006 – ES – "Concreto Asfáltico", com utilização de CAP 50/70 e brita procedente da Pedreira P-1 (a ser definida pelo Município).

Destaca-se que no Município e entorno, encontram-se montadas e em operação diversas usinas de asfalto em atendimento à praça de trabalho, que poderá fornecer massa asfáltica para o revestimento do pavimento. "Produto comercial"

O material betuminoso (CAP 50/70) para composição da mistura asfáltica poderá ser adquirido na Refinaria Gabriel Passos – REGAP, em Betim - MG, a cerca de 400 km de Patrocínio.

Todos os serviços deverão seguir a citada especificação.

10.4.2 Pintura De Ligação

Eventualmente, a critério da Fiscalização, deverá ser executada pintura de ligação empregando-se emulsão asfáltica tipo RR-1C, diluída em água à razão de 1:1, com uma taxa de aplicação de 0,5 l/m² de emulsão.

O material betuminoso (emulsão asfáltica tipo RR-1C) poderá ser adquirido nas fábricas da BR Distribuidora, Ipiranga Asfaltos S.A., Centro Oeste Asfaltos ou FEAMIG – Fábrica de Emulsão Asfáltica de Minas Gerais, existentes em Betim - MG, a cerca de 400 km de Patrocínio ou na Falk Construtora no próprio município, a cerca de 7,5 km da obra.

Todos os serviços deverão seguir a especificação DNIT-ES 145/2012 – "Pintura de Ligação".

10.4.3 Imprimação

A camada de base deverá ser imprimada com asfalto diluído tipo CM-30; a taxa de aplicação deverá ser capaz de deixar a superfície com película de ligante residual sensível ao toque após 24 horas.

O material betuminoso (asfalto diluído tipo CM-30) poderá ser adquirido na Refinaria Gabriel Passos – REGAP, em Betim - MG, a cerca de 400 km de Patrocínio ou na Falk Construtora no próprio município, a cerca de 7,5 km da obra.

Todos os serviços deverão seguir a especificação DNIT-ES 144/2014 – "Imprimação".

10.4.4 Base

A camada de base será do tipo estabilizada granulometricamente utilizando-se Cascalho "in-natura" ou material da Jazida da JOSE JOAQUIM RIBEIRO-ME, localizada com distância DE 46,1 km da obra ou Jazida mais próxima com as mesma característica ou superiores.

A camada de base deverá ser compactada com a energia de referência do Proctor modificado e na faixa de umidade compreendida entre -2% a +1% em relação à umidade ótima.

Todos os serviços deverão seguir a especificação da ABNT NBR12264 de 02 / 1991 e/ou Projeto de NORMA DNIT xxx/xxxx-xx – "Pavimentação – Sub-base ou base de brita graduada simples"; NORMA DNIT 141/2010 – ES Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço.

10.4.5 Sub-Base

A camada de sub-base será do tipo estabilizada granulometricamente utilizando-se Cascalho "in-natura" ou material da Jazida da JOSE JOAQUIM RIBEIRO-ME, localizada com distância DE 46,1 km da obra ou Jazida mais próxima com as mesma característica ou superiores.

A camada de sub-base deverá ser compactada com a energia de referência do Proctor intermediário e na faixa de umidade compreendida entre -2% a +1% em relação à umidade ótima.

Todos os serviços deverão seguir a especificação da ABNT NBR12264 de 02 / 1991 e/ou Projeto de NORMA DNIT xxx/xxxx-xx – "Pavimentação – Sub-base ou base de brita graduada simples"; NORMA DNIT 139/2010 – ES Pavimentação – Sub-base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço.

10.4.6 Regularização do Subleito

O subleito deverá ser regularizado e compactado com a energia de referência do Proctor normal e na faixa de umidade compreendida entre -2% a +1,5% em relação à umidade ótima, com os materiais constituintes do mesmo devendo apresentar ISC igual ou superior ao adotado no dimensionamento do pavimento como representativo do subleito ($ISC \geq 8\%$) e, ainda, expansão $< 2\%$.

Todos os serviços deverão seguir a especificação DNIT-ES 137/2010 – "Regularização do Subleito".

10.5 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O Projeto de Pavimentação é apresentado no Volume II.

11. PROJETO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA

11.1 SERVIÇOS E EXECUÇÃO

Todos os serviços de execução de sinalização horizontal e vertical, referente Obra de Canalização do Córrego Rangel serão executados pela Secretaria Municipal de Segurança Pública, Trânsito e Transportes de Patrocínio/MG, conforme declaração protocolada e atendendo todas a normas e especificações.

12. PROJETO DE URBANIZAÇÃO E OBRAS COMPLEMENTARES

12.1 INTRODUÇÃO

O Projeto de Obras Complementares foi elaborado visando a indicação dos dispositivos e serviços necessários à proteção, operação e urbanização da faixa abrangida pela avenida sanitária a ser implantada.

12.2 DISPOSITIVOS E SERVIÇOS PREVISTOS

São previstos os seguintes dispositivos e serviços:

12.2.1 Passeio de Concreto

Os passeios de concreto são previstos ao longo de toda a avenida sanitária; no lado externo da pista, ao longo dos quarteirões, com largura de 4,0 m, e no lado interno da pista, ao longo dos quarteirões, com largura de 1,5 m assim como nas concordâncias com as ruas transversais, com larguras definidas por cada rua.

Na execução dos passeios, às travessias deverão ter passeio rebaixado de forma que atenda as normas de acessibilidades:

A rampa de acesso deve ter a faixa de pedestre na sua continuação e obviamente outra rampa de acesso no lado oposto da rua, para manter a acessibilidade do trajeto.

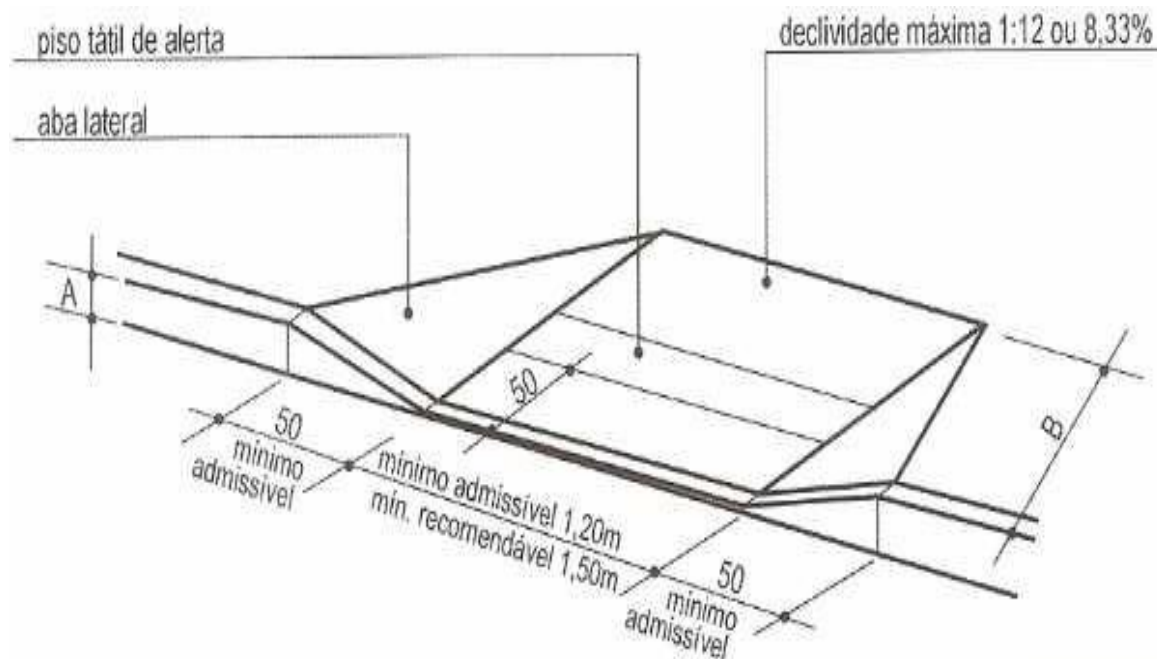


Figura 01 – Detalhe Rampa de Acesso

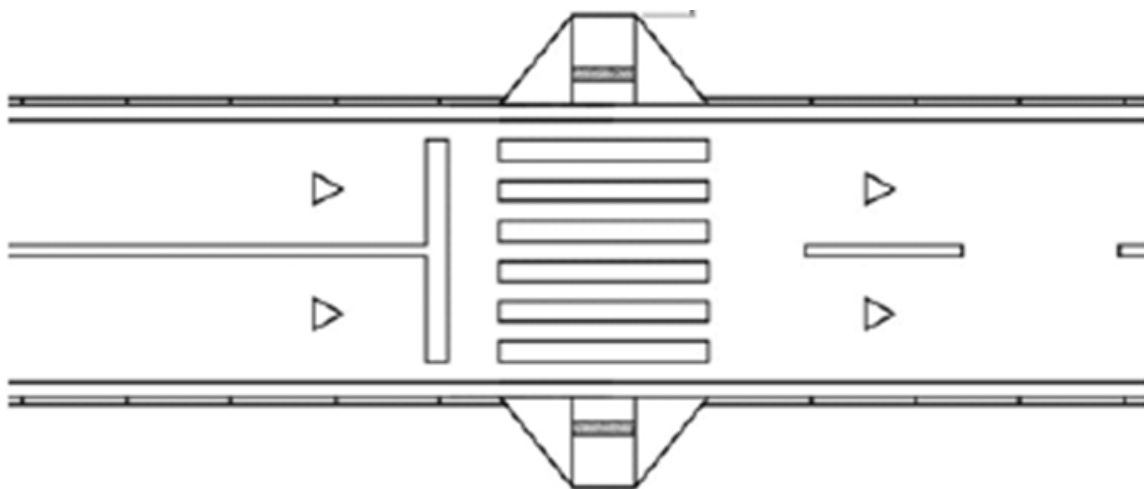


Figura 02 – Rampa de Acesso

Apresentação de uma calçada ideal, com separação de usos. Nos 75 cm próximos ao meio-fio é colocado todo tipo de objetos (postes, lixeiras, etc), o meio da calçada livre para trânsito de pedestres e outro espaço para acesso aos prédios. Está em elaboração no IPUF, o Plano Diretor Participativo, que incluirá o Plano Diretor de Mobilidade com suas diretrizes para a cidade, sendo uma delas a proposta de alargamento dos passeios na cidade, seja recuando muro das casas ou retirando vagas de estacionamento de algumas ruas centrais ou prevendo loteamentos com calçadas maiores.

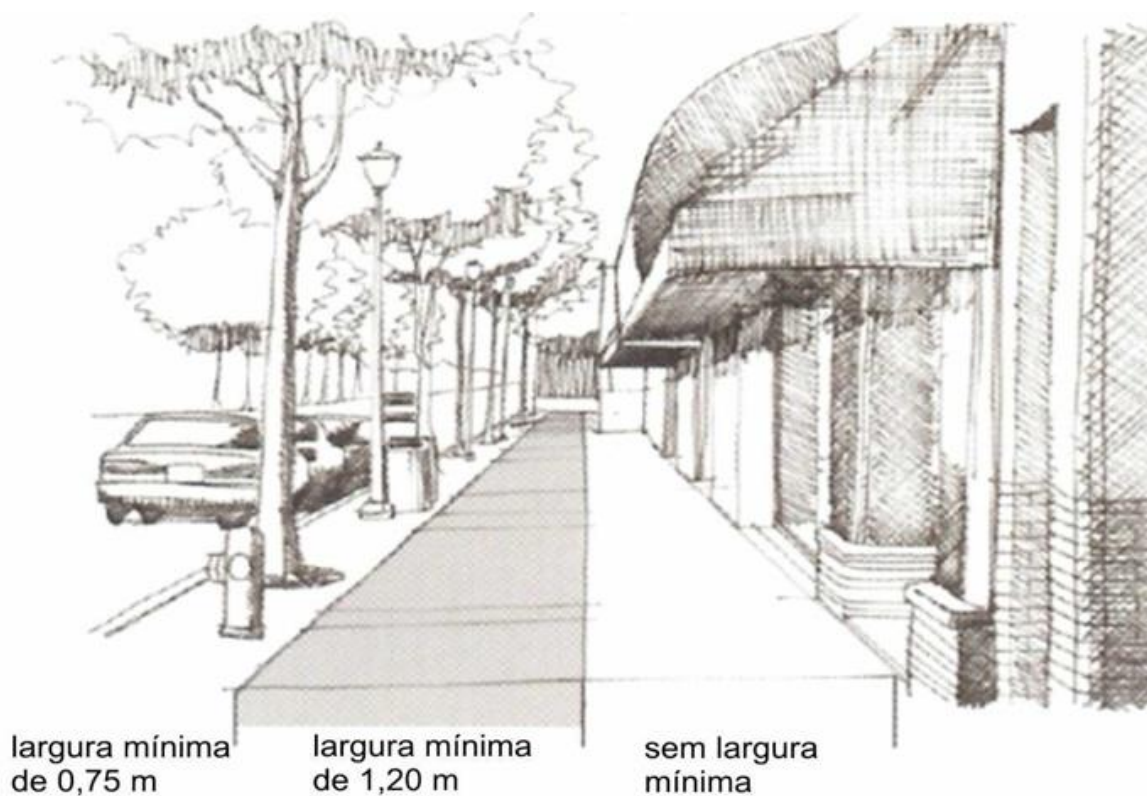


Figura 03 – Ilustração de Calçada Ideal

12.2.2 Grama

O revestimento vegetal com grama em placas é previsto no Canteiro central e nas laterais da pista.

12.2.3 Meio-Fio

Os meios-fios são previstos ao longo de toda a avenida sanitária, nos bordos das pistas e, ainda, nos segmentos de concordâncias com as ruas transversais.

12.2.4 Alambrado

O Alambrado é previsto ao longo de toda a avenida sanitária, margeando o passeio da pista lateral, com o objetivo de proteger a circulação de pedestre junto a crista do canal e a mata em seu perímetro.

12.3 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O Projeto de Urbanização e Obras Complementares está sendo apresentado nos projetos executivos, neles contendo seus respectivos itens e detalhes de execução.

13. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

13.1 ESPECIFICAÇÕES GERAIS

Todos os serviços deverão ser executados, medidos e pagos conforme as especificações contidas no “Caderno de Encargos de Infra-Estrutura Urbana”.

SUDECAP – superintendência de Desenvolvimento da Capital (TABELA MENSAL DE PREÇOS - SERVIÇOS DE CONSTRUÇÃO - MARÇO 2023 “desonerada”), órgão da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, salvo quando definidas outras especificações neste projeto ou outra planilha de referência compatível com a execução da obra.

13.2 EQUIPAMENTO

Os equipamentos devem ser do tipo, tamanho e quantidade que venham a ser adequados para cada atividade necessária na execução satisfatória dos serviços, inclusive equipamentos de segurança.

Os equipamentos básicos necessários à execução compreendem:

Trator de Esteiras : Caterpillar : D4R - com lâmina

Motoniveladora : Caterpillar : 120H -

Trator Agrícola : Massey Ferguson : MF 292/4 -
Carregadeira de Pneus : Caterpillar : 950H - 3,3 m³
Retroescavadeira: 416E - Caterpillar - de pneus
Rolo Compactador : Dynapac : CA-25-P - pé de carneiro autop. 11,25t vibrat
Carregadeira de Pneus : Case : W-20 - 1,70 m³
Grade de Discos : Marchesan : - GA 24 x 24
Rolo Compactador : Dynapac : CC-422C - Tanden vibrat. autoprop. 10,9 t
Rolo Compactador : Caterpillar : REF. CS533 E - Caterpillar - de pneus autoprop. 25 t
Vassoura Mecânica : CMV : VM 7 - rebocável
Tanque de Estocagem de Asfalto : Cifali : - 30.000 l
Equip. Distribuição de Asfalto : Ferlex : - montado em caminhão
Aquecedor de Fluido Térmico : Tenge : TH III -
Betoneira : Alfa : - 600 l
Transportador Manual : AJS : - carrinho de mão 80 l
Transportador Manual : AJS : A-15 - gerica 180 l
Vibrador de Concreto : diversos : VIP-MT2 - de imersão
Grupo Gerador : Pramac : BL 6500 E - Manual/eletrico
Grupo Gerador : Heimer : GEHMI-40 - 36/40 KVA
Máquina de Bancada : Maksiwa : SCMA - serra circular de 12"
Compactador Manual : Wacker : Referência: MVH R60 - Multiquip - soquete vibratório
Equip. para Hidrosemeadura : M. Benz/Consmaq : 1420 - 5500 l
Máquina para Pintura : Consmaq : FX45-HSP - de faixa a quente p/ mat. termop.
Caminhão Basculante : Mercedes Benz : ATEGO 1518/36 - 5 m³ - 8,8 t
Caminhão Carroceria : Mercedes Benz : 2423 K - de madeira 15 t
Caminhão Basculante : Mercedes Benz : LK 1620 - 6 m³ - 10,5 t
Caminhão Basculante : Mercedes Benz : 2423 K - 10 m³ - 15 t
Caminhão Tanque : Mercedes Benz : ATEGO 1418/42 - 6.000 l
Caminhão Tanque : Mercedes Benz : 2423 K - 10.000 l
Caminhão Carroceria : Mercedes Benz : 710 / 37 - 4 t
Caminhão Carroceria : Mercedes Benz : ATEGO 1418/42 - fixa 9 t
Veículo Leve : Chevrolet : S10 - pick up4X4)
Caminhão Carroceria : Mercedes Benz : L 1620/51 - c/guindauto 6 t x m

13.3 EXECUÇÃO

Condições iniciais! O serviço só deverá ser iniciado após o licenciamento/autorização ambiental expedido pelo órgão competente e após liberada a ordem de serviço.

Os serviços iniciais para a implantação da obra, serão por locação feita com instrumentação topográfica após desmatamento/limpeza, para a conclusão das atividades/grupos de serviços, essas, deverão estar liberados pela FISCALIZAÇÃO/SUPERVISAO.

Quando a declividade longitudinal do bueiro for superior a 5%, o berço deve ser provido de dentes, fundidosOs equipamentos devem ser do tipo, tamanho e quantidade que venham a ser adequados para cada atividades necessários na execução satisfatória dos serviços, inclusive equipamentos de segurança.

13.4 CONTROLE

Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem as características físicas e mecânicas do material empregado e a realização do serviço de boa qualidade, e em conformidade com esta especificação de serviço.

O controle da obra será exercido pela FISCALIZAÇÃO/SUPERVISÃO que se orientará por esta especificação e pelo projeto, observando o controle de qualidade dos materiais a serem empregados.

13.5 CRITÉRIOS DE LEVANTAMENTO, MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços efetivamente executados de acordo com o projeto, serão gabaritados em sua metragem na conformidade com as atividades quantificadas no orçamento.

O pagamento será efetuado de acordo com a medição referida no parágrafo anterior, aos preços unitários contratuais especificados para cada tipo, que remuneram o fornecimento e transporte de todos os materiais, inclusive equipamentos, mão-de-obra, encargos e tudo o mais necessário à perfeita execução dos serviços.

13.6 NORMAS E DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA

Para melhor orientação deve-se consultar a seguinte especificação:

Elementos de drenagem para retenção e infiltração de águas pluviais em lotes urbanos –
GGPD (Grupo Gerencial do Plano Diretor de Drenagem Urbana) SUDECAP;
NM14 – Cimento Portland - Análise química - Método de arbitragem para determinação de dióxido de silício, óxido de ferro, óxido de alumínio, óxido de cálcio e óxido de magnésio;
NM15 – Cimento Portland - Análise química - Determinação de resíduo insolúvel;
NM16 – Cimento Portland - Análise química - Determinação de anidrido sulfúrico;
NM18 – Cimento Portland - Análise química - Determinação de perda ao fogo;
NM26 - Agregados – Amostragem;
NM46 - Agregados -
Determinação de material fino que passa através de peneira 75 micrômetro, por lavagem;
NBR NM49 – Agregado fino – Determinação de impurezas orgânicas;
NBR NM51 – Agregado graúdo - Ensaio de abrasão "Los Angeles";
NBR NM76 – Cimento Portland –
Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (Método de Blaine);
NM248 - Agregados - Determinação da composição granulométrica;
ISO 6892 - Materiais metálicos - Ensaio de tração à temperatura ambiente;
NBR 5645 – Tubo cerâmico para canalizações;
NBR 5732 – Cimento Portland comum;
NBR 5733 – Cimento Portland de alta resistência inicial;
NBR 5739 – Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos;
NBR 6109 - Cantoneiras de aço de abas iguais, laminadas – dimensões e tolerâncias;
NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos;
NBR 6136 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos;

NBR6153 – Produto metálico-Ensaio de dobramento semi – guiado;
NBR6323-Produtos de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente;
NBR6460–Tijolo maciço cerâmico para alvenaria - Verificação da resistência à compressão;
NBR6582– Tubo cerâmico para canalizações- Verificação da resistência à compressão diametral;
NBR6598 –Peças brutas de ferro fundido cinzento-Afastamentos dimensionais;
NBR ISO 6892 -Materiais metálicos-Ensaio de tração à temperatura ambiente;
NBR6916 –Ferro fundido nodular ou ferro fundido com grafita esferoidal;
NBR6927 - Peças brutas de ferro fundido nodular –afastamentos dimensionais –padronização;
NBR7170–Tijolo maciço cerâmico para alvenaria;
NBR7190 –Projeto de estruturas de madeira;
NBR7211 –Agregado para concreto;
NBR7212-Execução de concreto dosado em central- procedimento;
NBR7215 – Cimento Portland–Determinação da resistência a compressão;
NBR7218–Agregados– Determinação do teor de argila em torrões em materiais friáveis;
NBR7362-1 – Sistemas enterrados p/ condução de esgoto – Parte 1- Requisitos p/ tubos de PVC com junta elástica
NBR7398– Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente-verificação da aderência do revestimento –método de ensaio;
NBR7399– Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente-verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo –método de ensaio;
NBR7414 – Zincagem por imersão a quente–Terminologia;
NBR7477–
Determinação do coeficiente de conformação superficial de barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado;
NBR7478– Método de ensaio de fadiga de barras de aço para concreto armado;
NBR7480–Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado;
NBR7529– Tubo e conexão cerâmicos para canalizações - Determinação da absorção de água;
NBR7531– Anel de borracha –Determinação da absorção de água.
NBR8798–Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto;
NBR8890-Tubo de concreto, de seção circular, para águas pluviais e esgotos sanitários- Requisitos e métodos de ensaio;
NBR8891–tubos de concreto simples – Determinação da resistência à compressão diametral;
NBR8892–Tubos de concreto – Determinação do índice de absorção de água;
NBR8893 – Tubo de concreto–Verificação da permeabilidade;
NBR8894–Tubo de concreto armado – Determinação da resistência à compressão diametral;
NBR8895 –Verificação da estanqueidade da junta elástica;
NBR8949 –Paredes de alvenaria estrutural -Ensaio à compressão simples;
NBR9061–Segurança de escavação acéu aberto;
NBR9062 – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado;
NBR9287–Argamassa de assentamento para alvenaria de bloco de concreto – Determinação da retenção de água;
NBR10160– Tampa circular de ferro fundido;
NBR10837 – Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto;
NBR10844-Instalações prediais de águas pluviais;
NBR12118 –Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Métodos de ensaio;
NBR12266–
Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana – Procedimentos;

NBR12654–Controletecnológicodemateriaiscomponentes do concreto;
NBR12655– ConcretodecimentoPortland –Preparo,controle erecebimento – Procedimento;
NBR15073–Tuboscorrugados dePVCE depolietilenoparadrenagem subterrâneaagrícola;
NBR12264 - Sub-base ou base de brita graduada;
DNER-ES 344/97 (*) - Edificações - serviços preliminares
DNIT 015/2006- ES (*) - Drenagem - Drenos subterrâneos
DNIT 016/2006- ES (*) - Drenagem - Drenos sub-superficiais
DNIT 017/2006- ES (*) - Drenagem - Dreno sub-horizontal
DNIT 018/2006- ES (*) - Drenagem - Sarjetas e valetas de drenagem
DNIT 019/2004- ES (*) - Drenagem - Transposição de sarjetas e valetas
DNIT 020/2006- ES (*) - Drenagem - Meios-fios e guias
DNIT 021/2004- ES (*) - Drenagem - Entradas e descidas d'água
DNIT 022/2006- ES (*) - Drenagem - Dissipadores de energia
DNIT 023/2006- ES (*) - Drenagem - Bueiros tubulares de concreto
DNIT 025/2004- ES (*) - Drenagem - Bueiros celulares de concreto
DNIT 026/2004- ES (*) - Drenagem – Caixas coletoras
DNIT 027/2004- ES (*) - Drenagem – Demolição de dispositivos de concreto
DNIT 028/2004- ES (*) - Drenagem – Limpeza e desobstrução de dispositivos de drenagem
DNIT 029/2004- ES (*) - Drenagem – Restauração de dispositivos de drenagem danificada
DNIT 030/2004- ES (*) - Drenagem – Dispositivos de drenagem pluvial urbana
DNIT 031/2006- ES (*) - Pavimentos Flexíveis – Concreto Asfáltico
DNIT 082/2006-ES - Furos no concreto para ancoragem de armaduras
DNIT 085/2006-ES - Demolição e remoção de pavimentos: asfáltico ou concreto
DNIT 086/2006-ES - Recuperação do sistema de drenagem
DNIT 088/2006-ES - Dispositivos de segurança lateral: guarda-rodas, guarda-corpos e barreiras
DNIT 092/2006-ES - Juntas de dilatação
DNIT 099/2009-ES - Obras complementares – cercas de arame farpado
DNIT 100/2018-ES - Obras complementares - Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização horizontal
DNIT 101/2009-ES - Obras complementares - Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização vertical
DNIT 104/2009-ES - Terraplenagem - Serviços preliminares
DNIT 106/2009-ES - Terraplenagem - Cortes
DNIT 107/2009-ES - Terraplenagem - Empréstimos
DNIT 108/2009-ES - Terraplenagem - Aterros
DNIT 137/2010-ES: Pavimentação – Regularização do subleito
DNIT 138/2010-ES: Pavimentação – Reforço do subleito
DNIT 144/2014-ES: Pavimentação asfáltica – Imprimação com ligante asfáltico convencional
DNIT 145/2012-ES: Pavimentação – Pintura de ligação com ligante asfáltico convencional
DNER PRO 277/97 – Metodologia para controle estatístico de obras e serviços;
Álbum de Projetos Tipo de Drenagem – DNIT, 2007;
Manual de Drenagem de Rodovias – DNIT, 2006;
Manual Técnico de Drenagem e Esgoto Sanitário – ABTC 2008.

13.7 MANUAL DE INSTALAÇÃO GABIÕES E COLCHÕES RENO

ANEXO A

13.8 TDS BR COLCHÃO RENO FORTE

ANEXO B

13.9 TDS BR GABIÃO CAIXA

ANEXO C

13.10 CANAIS EM COLCHÕES RENO E GABIÕES REVESTIDOS COM ARGAMASSA

ANEXO D

14.TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente volume correspondente ao Volume 1 Relatório do Projeto e Documentos, em atendimento as necessidades do Município de PATROCÍNIO/MG, possui 49 (quarenta e nove) folhas numericamente ordenadas e anexos.

Patrocínio/MG, 22 de Junho de 2022.

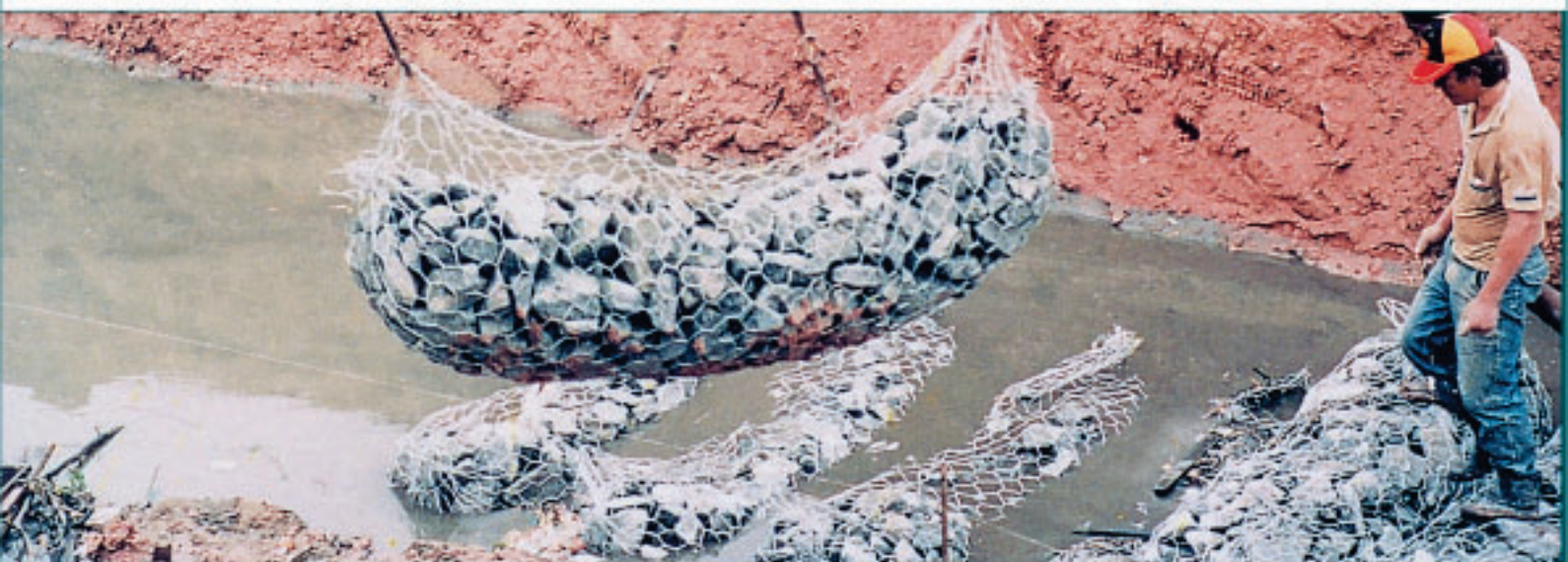
André de Oliveira
Engenheiro Civil – CREA/MG 209.140/D

Edson José de Souza Neto
Engenheiro Civil – CREA/MG 108.997/D

Paulo Cesar Maia de Queiroz
Engenheiro Civil – CREA/MG 62.229/D

ANEXO A

13.7 MANUAL DE INSTALAÇÃO – GABIÕES E COLCHÕES RENO



Gabiões e Colchões Reno[®]

Material de Enchimento, Colocação em Obra
e Informações Práticas Complementares

MACCAFERRI

INDICE:

1 – MATERIAL DE ENCHIMENTO

1.1 – Material de Enchimento

2- COLOCAÇÃO EM OBRA

2.1 - Como colocar os Gabiões tipo Caixa

2.1.1 – Operações Preliminares

2.1.2 – Montagem

2.1.3 – Colocação

2.1.4 – Enchimento

2.1.5 – Fechamento

2.2 – Como colocar Gabiões tipo Saco

2.2.1 – Operações Preliminares

2.2.2 – Montagem

2.2.3 – Enchimento e Fechamento

2.2.4 – Colocação

2.3 – Como colocar Colchões Reno®

2.3.1 – Operações Preliminares

2.3.2 – Montagem

2.3.3 – Colocação

2.3.4 – Enchimento

2.3.5 – Fechamento

2.4 – Aterro

2.5 – Drenagem

2.5.1 – Drenagem Superficial

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial Faz. Gran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:

Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia

Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001



2.5.2 – Drenagem profunda

2.6 - Colocação do geotêxtil (quando especificado).

3 – INFORMAÇÕES PRÁTICAS COMPLEMENTARES

3.1 – Nível da Fundação

3.2 – Preparação da Fundação

3.3 Gabiões em camada de base

3.4 Posicionamento dos Gabiões na estrutura

3.5 – Escalonamento entre camadas

3.6 – Escalonamento externo e interno

3.7 Plataformas de Deformação

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial Faz. Gran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:

Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia

Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001



1 – MATERIAL DE ENCHIMENTO

1.1 – Material de enchimento

Para o enchimento dos gabiões pode ser utilizado qualquer material pétreo, sempre que seu peso e suas características satisfaçam as exigências técnicas, funcionais e de durabilidade exigidas para a obra.

O material normalmente utilizado são seixos rolados e pedras britadas. No caso de tais materiais não serem encontrados nas proximidades ou tenham um alto custo, podem ser usados materiais alternativos tais como sacos preenchidos com areia e cimento, entulho, escória de alto-forno, blocos de cimento, etc., mesmo que estas soluções possam significar a redução das características do muro como, por exemplo, a flexibilidade e a permeabilidade.

Deve sempre ser preferido material de maior peso específico, especialmente porque o comportamento da estrutura a gravidade depende diretamente do seu peso próprio. Devem também ser descartadas pedras solúveis, friáveis e de pouca dureza. No caso de obras expostas a baixas temperaturas, deverão também ser desprezadas pedras que possam fraturar-se pelo efeito do congelamento. Na tabela 2.7 (capítulo 2) são indicados os pesos específicos dos diferentes tipos de rochas mais comuns.

O peso do muro depende também do índice de vazios do material de enchimento. Na figura 55 abaixo é apresentado um ábaco para a determinação do peso específico dos gabiões " γ_g " que formam o muro, em função do peso específico das pedras " γ_p " e da porosidade do gabião " n ". Normalmente a porosidade varia entre 0.30 e 0.40 em função da curva granulométrica do material de enchimento, de sua forma e do cuidado na realização deste enchimento.

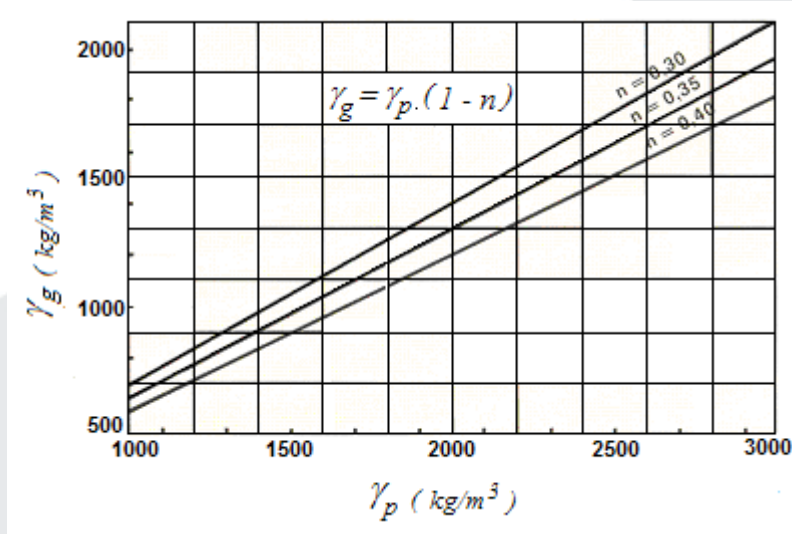


Figura 55 – Ábaco para determinação do peso específico dos gabiões.

As dimensões mais adequadas para as pedras usadas para o enchimento variam entre 1,5 e 2 vezes a dimensão "D" da malha da rede (distância entre as torções). A utilização de pedras de menor tamanho (diâmetros sempre maiores que a dimensão "D" para evitar a saída a través da rede), permite uma melhor distribuição do enchimento, melhor distribuição

das cargas atuantes e maior flexibilidade à estrutura. Podem ser usadas pedras fora destas limitações sempre que autorizado pelo engenheiro responsável.

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial Faz. Gran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:
Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia
Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

Maccaferri
Industrial
Group

2 – COLOCAÇÃO EM OBRA

2.1 – Como colocar os Gabiões tipo caixa

2.1.1 – Operações Preliminares

Os Gabiões tipo Caixa (a partir de agora denominados gabiões) são fornecidos dobrados e agrupados em fardos (Foto 2.1). O arame necessário, para as operações de montagem e união dos gabiões, pode ser enviado dentro do mesmo fardo ou separado.

O fardo deve ser armazenado, sempre que possível, em um lugar próximo ao escolhido para a montagem. O local onde serão montados os gabiões, para facilitar os serviços, deverá apresentar superfície plana, resistente, livre de obstáculos e de dimensões mínimas de aproximadamente 16m² com inclinação máxima de 5%.

O gabião padrão é produzido a partir de um pano único que formará a base, a tampa e as paredes frontal e posterior da caixa. A este pano são fixados dois panos menores que, uma vez levantados, constituirão as faces laterais. Outro(s) pano(s) será(ão) colocado(s) unido(s) ao pano base com espirais para formar o(s) diafragma(s) interno(s). Todos os panos são tecidos em malha hexagonal de dupla torção produzida com arames metálicos (aço BTC¹) revestidos com liga de zinco/alumínio e terras raras (Galfan[®]) e, quando especificado, adicionalmente revestidos por uma camada de material plástico.



Foto 2.1 – Fardos de gabiões e arames para amarração.

¹ BTC – Baixo Teor de Carbono.

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial Faz. Gran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:

Belém	Novo Hamburgo
Belo Horizonte	Recife
Curitiba	Rio de Janeiro
Goiânia	

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

Maccaferri
Industrial
Group

2.1.2 – Montagem

A montagem consiste, inicialmente, em retirar cada peça do fardo e transportá-la, ainda dobrada, ao lugar preparado para a montagem, onde então será totalmente desdobrado sobre uma superfície rígida e plana, e, com os pés, deverão ser tiradas todas as irregularidades dos painéis (figura 2.2).

A seguir, a face frontal e a tampa são dobradas e levantadas até a posição vertical e, em sequência, a face posterior também. Repete-se o procedimento para as faces laterais e diafragmas e assim obtém-se o formato de um paralelepípedo aberto (uma caixa). Uma vez formada esta caixa, unem-se fios de borda que se sobressaem nos cantos dos panos de tela torcendo-os entre si (figura 2.3).

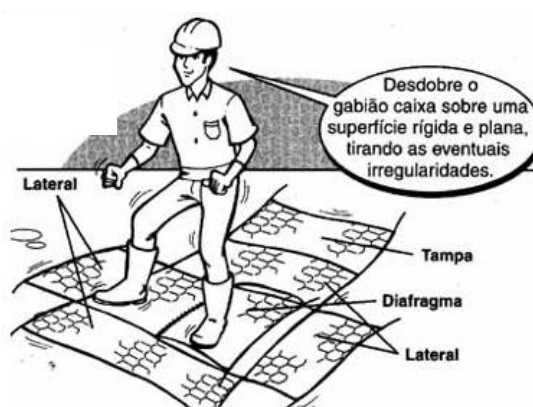


Figura 2.2 – Preparação para montagem de um gabião



Figura 2.3 – Posicionamento dos painéis laterais e diafragmas.

Usando o arame enviado junto com os gabiões amarram-se² continuamente as arestas verticais que estão em contato. Da mesma forma é(são) amarrado(s) o(os) diafragma(s) separador(es). Desta forma, o gabião ficará separado em células iguais de aproximadamente $1,0 \text{ m}^3$ (um metro cúbico).

Para cada aresta de 1 metro de comprimento, são necessários aproximadamente 1,4m de arame. A tampa, nesta etapa, deve ser dobrada sem ser amarrada.

2.1.3 - Colocação

O elemento, já montado, é transportado (de forma individual ou em grupos) até o lugar definido no projeto e posicionado apropriadamente. Os elementos, então, são amarrados, ainda vazios, uns aos outros ao longo de todas as arestas de contato (menos as das tampas), formando a primeira camada³ da estrutura (figura 2.5).

A amarração deve ser realizada passando-se o arame através de todas as malhas que formam as bordas, alternando uma volta simples com uma dupla. Desta forma, estará assegurada a união resistente entre os gabiões, tal que, poderá resistir aos esforços de tração aos quais serão submetidos. As bordas deverão estar em contato de tal maneira que, esforços de tração, não possam causar movimentos relativos. Tal amarração garante o comportamento monolítico da estrutura.

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz:
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial FazGran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:
Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia
Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

 Maccaferri
Industrial
Group

As tampas devem ser dobradas em direção à face externa e dispostas de tal maneira que o enchimento seja facilitado.

O plano de apoio deve ser previamente preparado e nivelado. Deve ser assegurado que as características de resistência do terreno sejam aquelas consideradas no projeto. Caso contrário, a camada superior do terreno deve ser substituída por material granular de boas características (uma resistência menor que a prevista, pode colocar em risco a estabilidade da obra).

Para garantir que a estrutura apresente a estética esperada, um bom acabamento do paramento frontal deve ser garantido. Para isso deve-se recorrer à utilização de um tior ou um gabarito (figura 2.6).



Figura 2.4 – Costura das arestas com o arame de amarração.

Figura 2.5 – Posicionamento dos gabiões antes de seu enchimento.

O gabarito pode ser formado por três tábuas de madeira de aproximadamente 2 a 3cm de espessura, 4 a 5m de comprimento e 0,20m de largura, mantidas paralelas a uma distância de 0,20m uma da outra por tábuas transversais menores, formando uma grelha de aproximadamente 2 X 4-5m. O gabarito deve ser fixado firmemente ao paramento externo, usando o mesmo arame de amarração.

³ As estruturas em gabiões são sempre montadas em camadas superpostas, que devem também ser unidas entre si a través da mesma amarração acima descrita.

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n



Figura 2.6 – Detalhe da utilização do tirfor ou gabarito.

2.1.4 - Enchimento

Como já mencionado, para o preenchimento devem ser usadas pedras limpas, compactas, não friáveis e não solúveis em água, tais que possam garantir o comportamento e a resistência esperada para a estrutura.

As pedras devem ser colocadas (acomodadas) apropriadamente para reduzir ao máximo o índice de vazios, conforme previsto no projeto (entre 30% e 40%), até alcançar aproximadamente 0,30m de altura, no caso de gabiões com 1,0 metro de altura ou 0,25m para os de 0.50m de altura. Devem, então, ser colocados dois tirantes (tensores) horizontalmente a cada metro cúbico (em cada célula). Tais tirantes devem ser amarrados a duas torções (mínimo quatro arames distintos) da face frontal (aproveitando o espaço existente entre as tábuas do gabarito) e a duas da face posterior de cada célula.

Após esta etapa inicial do enchimento, para gabiões com 1,0 metro de altura, deve ser preenchido outro terço da célula e repetida a operação anteriormente mencionada para os tirantes. Deve ser tomado o cuidado para que a diferença entre o nível das pedras de duas células vizinhas não ultrapasse 0.30 m, para evitar a deformação do diafragma ou das faces laterais e, conseqüentemente, facilitar o preenchimento e posterior fechamento da tampa (figura 2.9).

Por fim, completa-se o preenchimento de cada célula até exceder sua altura em aproximadamente três a cinco centímetros. Superar este limite pode gerar dificuldades na hora do fechamento dos gabiões.

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial Faz. Gran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:
Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia
Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

Maccaferri
Industrial
Group

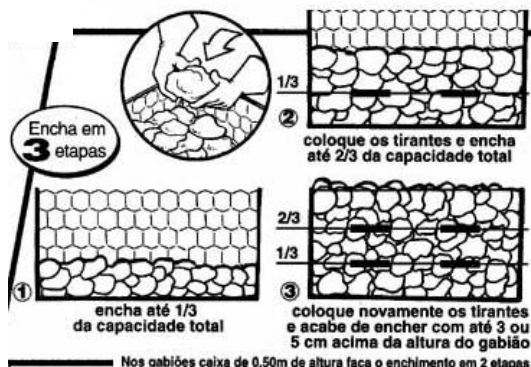


Figura 2.7 – Enchimento de um gabião com 1,0m de altura.

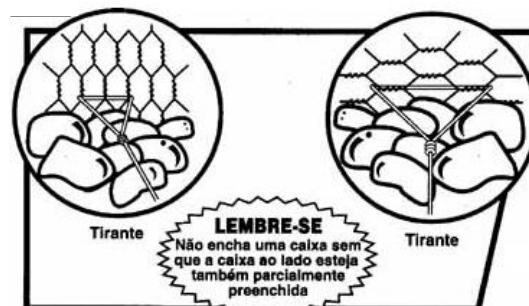


Figura 2.8 – Detalhe da colocação dos tirantes.

Para os gabiões com 0,5 m de altura, preenche-se, inicialmente, até metade da altura da caixa, colocam-se os tirantes, e completa-se o enchimento até 3 a 5 cm acima da altura de cada célula.

O enchimento dos gabiões tipo caixa, pode ser realizado manualmente ou com o auxílio de equipamentos mecânicos. A pedra deve ser de consistência conforme descrita no item 1.1 “Material de Enchimento”, tendo tamanho levemente superior à abertura das malhas.

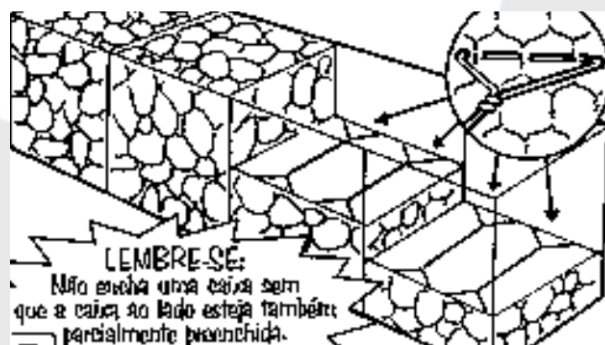


Figura 2.9 – Detalhe das etapas de enchimento em células adjacentes.

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial Faz. Gran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:
Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia
Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

Maccaferri
Industrial
Group

2.1.5 - Fechamento

Uma vez completado o preenchimento das células, a tampa, que havia ficado dobrada, é então desdobrada e posicionada sobre a caixa com a finalidade de fechar superiormente o gabião, sendo amarrada ao longo de seu perímetro livre a todas as bordas superiores dos painéis verticais. A amarração deve, sempre que possível, unir também a borda em contato com o gabião vizinho.



Os gabiões estão prontos.

Figura 2.10 – Detalhe da etapa de fechamento do gabião tipo caixa.

2.2 – Como colocar Gabiões tipo Saco

2.2.1 - Operações preliminares

Os Gabiões Saco (a partir de agora denominados gabiões) são fornecidos dobrados e agrupados em fardos (similares àqueles dos gabiões tipo caixa). Os arames necessários, para as operações de montagem e união dos gabiões, podem ser enviados dentro do mesmo fardo ou separados.

O fardo deve ser armazenado, sempre que possível, em um lugar próximo ao escolhido para a montagem. O local onde serão montados os gabiões, para facilitar os serviços, deverá apresentar superfície plana, resistente, livre de obstáculos e de dimensões mínimas de aproximadamente 16m² com inclinação máxima de 5%.

O gabião é constituído por um único pano em malha hexagonal de dupla torção produzida com arames metálicos revestidos com liga de zinco/alumínio e terras raras (Galfan®) e adicionalmente revestidos por uma camada de material plástico. Dois arames, com as mesmas características e de maior diâmetro, são inseridos na malha, um em cada extremidade, perpendicularmente às torções deixando as extremidades salientes.

2.2.2 - Montagem

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial Faz. Gran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:
Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia
Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

Maccaferri
Industrial
Group

O gabião é retirado do fardo e transportado, ainda dobrado, ao lugar preparado para a montagem, onde então será desdobrado sobre uma superfície rígida e plana, e, com os pés, serão tiradas todas as irregularidades do painel (figura 2.11).

O pano é enrolado, no sentido longitudinal, até formar um cilindro aberto nas extremidades, cujas geratrizes são paralelas às torções da malha.

Usando parte do arame de amarração enviado junto com os gabiões, são amarrados, entre si, os primeiros 30 centímetros das bordas de contato longitudinais, em cada extremidade de cada elemento (figura 2.12).



Figura 2.11 – Preparação de um gabião saco.

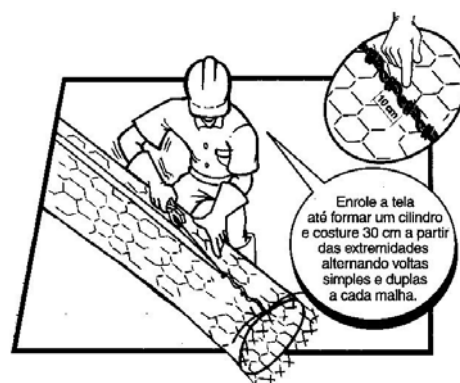


Figura 2.12 – Detalhe da amarração de uma extremidade.

Uma das extremidades de um dos arames grossos é amarrada a um ponto fixo (por exemplo, uma estaca cravada no solo). A outra extremidade é puxada na direção contrária do ponto de ancoragem, até fechar completamente a extremidade do cilindro.

A ponta solta do arame é enrolada firmemente ao redor da parte estreitada antes de ser puxada.

A mesma operação é repetida na outra extremidade do elemento. Este cilindro é então levantado verticalmente e lançado contra o solo ou “pisado” internamente até conformar as extremidades do gabião. O aspecto final será o de um charuto.

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial Faz. Gran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:
Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia
Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

Maccaferri
Industrial
Group



Figura 2.13 – Amarração e fechamento das extremidades gabião tipo saco.



Figura 2.14 – Detalhe da conformação das extremidades do gabião tipo saco

O mesmo arame de amarração, cortado em pedaços com comprimento de 1,5 vezes a circunferência do cilindro, é inserido cruzando a malha no sentido perpendicular ao das torções, a cada metro, deixando as extremidades salientes dobradas para trás (tirantes).

Da mesma forma são colocados no sentido diametral, a cada metro, outros pedaços de arame de amarração, cujo comprimento seja de aproximadamente 3 vezes o diâmetro do gabião, cumprindo também a função de tirantes. A parte central do arame deve prender duas torções (quatro arames), diametralmente opostas à parte aberta do gabião, e as extremidades são deixadas para fora do mesmo.

O elemento, já montado, é transportado até o lugar do preenchimento e apoiado horizontalmente no solo.

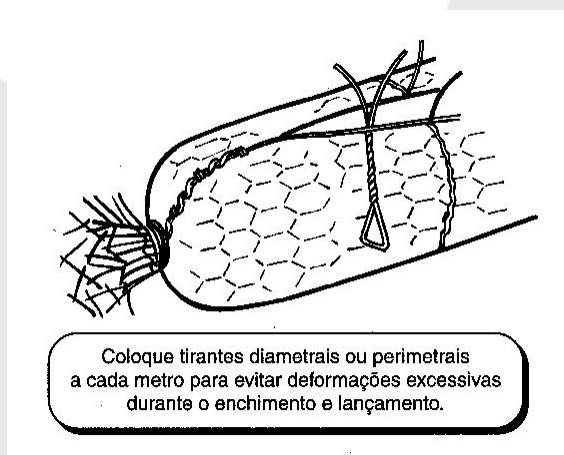


Figura 2.15 – Detalhe dos tirantes.

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial FazGran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:
Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia
Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

Maccaferri
Industrial
Group

2.2.3 – Enchimento e Fechamento

Como já mencionado, para o preenchimento devem ser usadas pedras limpas, compactas, não friáveis e não solúveis em água, tais que possam garantir o comportamento e a resistência esperada para a estrutura.

As pedras devem ser colocadas, desde as extremidades até o centro do gabião, com o cuidado de reduzir ao máximo o índice de vazios, conforme o previsto no projeto (aproximadamente 30 a 40%).

Cada vez que for alcançado um tirante diametral, este deverá ser amarrado às bordas da abertura, desta forma, o gabião será progressivamente fechado. Os tirantes perimetrais, que foram inseridos durante a etapa de montagem, devem ser presos às malhas para evitar eventuais deformações do elemento durante seu transporte.

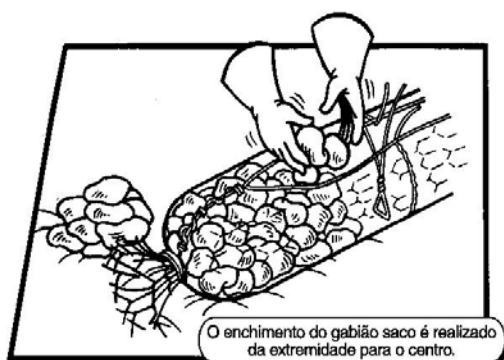


Figura 2.16 – Enchimento do gabião.



Figura 2.17 – Fechamento do gabião e fixação dos tirantes.

As operações indicadas acima são repetidas até ter sido completado o enchimento e o fechamento total dos gabiões.

2.2.4 - Colocação

Depois de montados e preenchidos no canteiro de obras, os gabiões devem ser lançados com o auxílio de equipamentos adequados, no lugar definido em projeto (na grande maioria das situações, os gabiões tipo saco são instalados cheios).

Os gabiões são presos por ganchos longitudinalmente, ao longo das bordas de união do pano e levantados com o auxílio de uma grua.

É importante que, para distribuir as tensões geradas pelo peso próprio do elemento ao longo da malha que o constitui, seja utilizado um elemento metálico de comprimento aproximadamente igual ao gabião, no qual, são conectados cabos ou correntes usados para içá-lo.

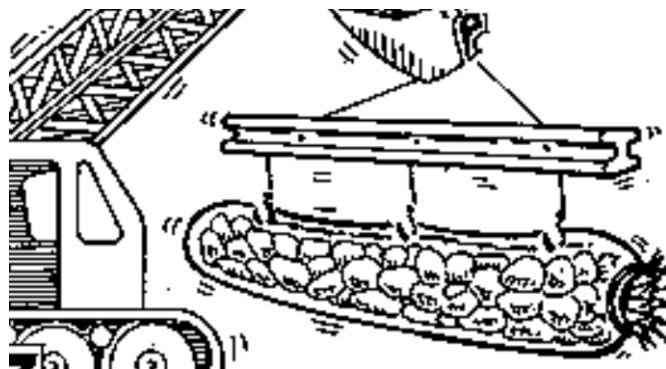
E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial FazGran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:
Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia
Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

Maccaferri
Industrial
Group



2.18 – Detalhe do sistema de içamento normalmente utilizado para instalação dos gabiões saco.

Para evitar deformações excessivas, é aconselhável que os pontos de engate coincidam com a posição dos tirantes.

O gabião deve ser levantado horizontalmente e transportado até sua posição final, sem movimentos bruscos. É conveniente que ao apoiar os gabiões, não seja deixado espaço entre eles. Os gabiões tipo saco não necessitam de amarrações entre si.



2.19 – Posicionamento dos pontos de içamento

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial Faz. Gran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:

Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia

Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

Maccaferri
Industrial
Group

2.3 – Como colocar Colchões Reno®

2.3.1 – Operações Preliminares

Os colchões Reno® (a partir de agora denominados colchões) são fornecidos dobrados e agrupados em fardos (similares àqueles dos gabiões tipo caixa). O arame necessário, para as operações de montagem e união dos colchões, pode ser enviado dentro do mesmo fardo ou separado.

O fardo deve ser armazenado, sempre que possível, em um lugar próximo ao escolhido para a montagem. O local onde serão montados os gabiões, para facilitar os serviços, deverá apresentar superfície plana, resistente, livre de obstáculos e de dimensões mínimas de aproximadamente 16m² com inclinação máxima de 5%.

O colchão é constituído por um pano único que formará a base, as paredes laterais e os diafragmas. Quatro cortes, em suas extremidades, indicam onde deverão ser dobradas as paredes. Outros dois cortes delimitam a largura dos diafragmas. Quatro espirais mantêm unidas as paredes duplas que formam os diafragmas. Outro painel de malha forma a tampa do colchão. As bases e as tampas são colocadas em fardos separados. Todos os panos são em malha hexagonal de dupla torção produzida com arames metálicos revestidos com liga de zinco / alumínio e terras raras (Galfan®) e adicionalmente revestidos por uma camada de material plástico.

2.3.2 – Montagem

A montagem consiste, inicialmente, em retirar a base de cada peça do fardo e transportá-la, ainda dobrada, ao lugar preparado para a montagem, onde então será desdobrada sobre uma superfície rígida e plana, e, com os pés, serão tiradas todas as irregularidades dos seus painéis até obter-se o comprimento nominal da peça (figura 3.19).

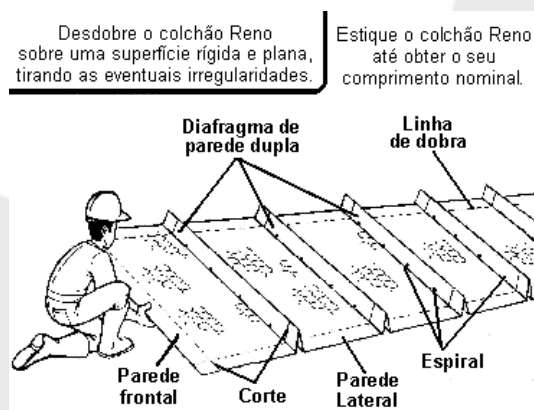


Figura 2.20 – Abertura do pano base do colchão.

Dando sequência à montagem, se juntam, com os pés, as paredes dos diafragmas que ficarem abertas (figura 2.21), e levantam-se as paredes laterais e os diafragmas na posição vertical utilizando os cortes como guias para a definição da altura do elemento (figura 2.22). Aconselha-se a utilização de um sarrafo de madeira para o perfeito alinhamento da dobra.

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial Faz. Gran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:
Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia
Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

Maccaferri
Industrial
Group

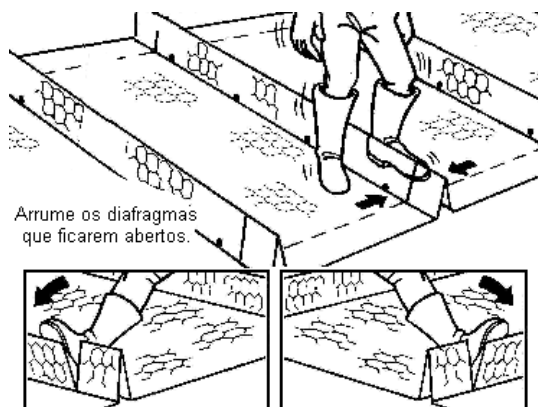


Figura 2.21 – Correção dos diafragmas abertos.

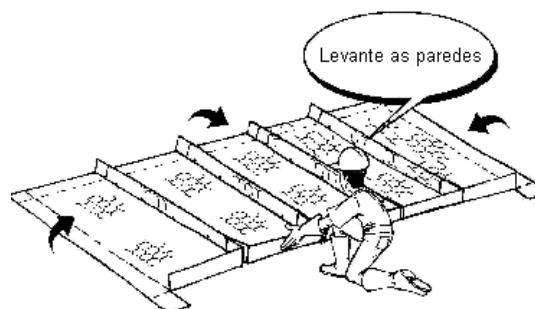


Figura 2.22 – Detalhe da conformação do Colchão.

Uma vez posicionadas as paredes longitudinais, na vertical, formam-se abas a partir das paredes transversais, que devem ser dobradas e amarradas às paredes longitudinais usando os arames de maior diâmetro que sobressaem das mesmas (figura 2.23).

As partes dobradas das paredes longitudinais devem ser amarradas aos diafragmas, usando o arame enviado junto com os colchões, de tal maneira que estas dobras coincidam e se fixem aos diafragmas. Desta forma, o colchão ficará separado por células a cada metro (figura 2.23).

Ao final destas operações obtém-se um elemento em forma de um prisma retangular aberto na parte superior caracterizado por sua grande área superficial e por sua pequena espessura (17, 23 ou 30 centímetros).

2.3.3 – Colocação

Os colchões, já montados, são transportados até o lugar definido em projeto, posicionados apropriadamente e costurados entre si (com o mesmo tipo costura anteriormente descrito), em todas as arestas em contato enquanto ainda vazios.

É importante lembrar que, caso o talude seja muito inclinado, a instalação dos colchões deve ser feita com o auxílio de elementos que garantam a sua estabilidade (estacas de madeira, grampos etc.).

O talude deve ser geotecnicaamente estável, sendo previamente preparado e nivelado. Por isso, devem ser extraídas as raízes, pedras e qualquer material que se sobressaia e preencher eventuais depressões, até alcançar uma superfície regular.

Durante a montagem dos colchões, devem ser colocados tirantes verticais que unirão a tampa à base dos mesmos, auxiliando no confinamento do material de enchimento e minimizando a possibilidade de deformações durante a vida de serviço do revestimento. Tais tirantes são obtidos passando-se a parte central de um pedaço de arame de amarração (cujo comprimento seja de aproximadamente quatro vezes a espessura do colchão) por duas torções (quatro arames) da base e deixando as extremidades na posição vertical (figura 2.24).

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial Faz. Gran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:
Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia
Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

 Maccaferri
Industrial
Group

2.3.4 – Enchimento

Quando instalado em terrenos inclinados, inicia-se o enchimento dos colchões, a partir da parte inferior do talude, as pedras devem ser colocadas apropriadamente para reduzir ao máximo o índice de vazios, assim como previsto em projeto (entre 25 e 35%). O tamanho das pedras deve ser mais homogêneo e levemente superior às aberturas das malhas do colchão, a fim de garantir, no mínimo, duas camadas de pedras, melhor acabamento e facilitar o enchimento.

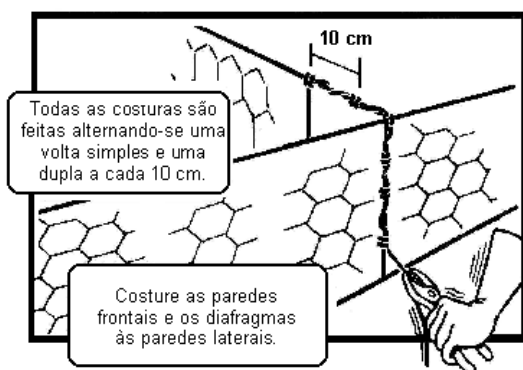


Figura 2.23 – Amarração da parede longitudinal ao diafragma.

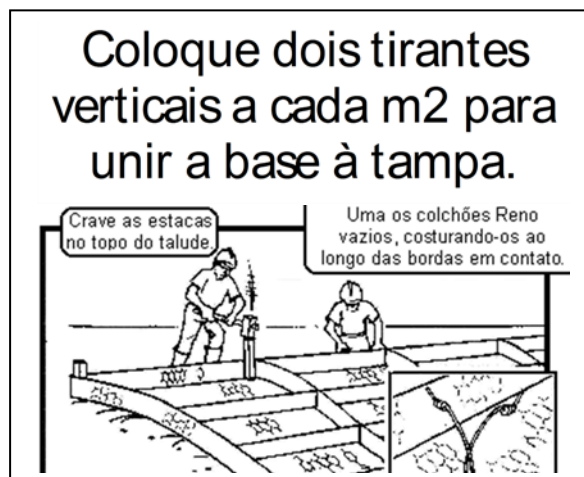


Figura 2.24 – Detalhe do tirante vertical e utilização de estacas.

Durante o preenchimento, deve-se tomar cuidado para que os tirantes verticais se sobressaiam das pedras, para que possam ser, posteriormente, amarrados às tampas. Pelo mesmo motivo, deve-se também ter cuidado para que os diafragmas fiquem na vertical.

Completa-se o preenchimento de cada célula até exceder sua altura em aproximadamente três centímetros. Superar este limite pode gerar dificuldades na hora do fechamento dos colchões.

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial FazGran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:
Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia
Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

Maccaferri
Industrial
Group

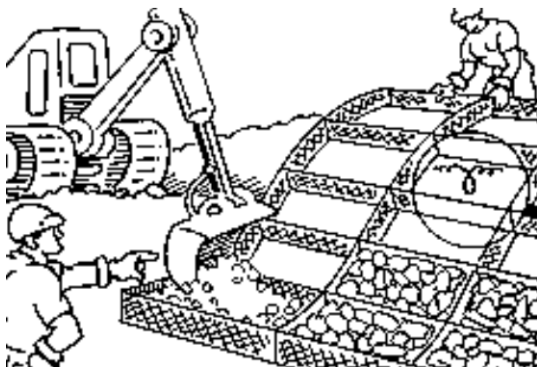


Figura 2.25 – Enchimento dos colchões.

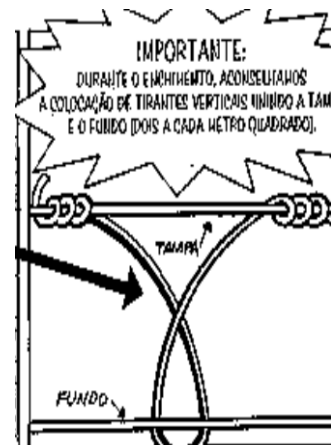
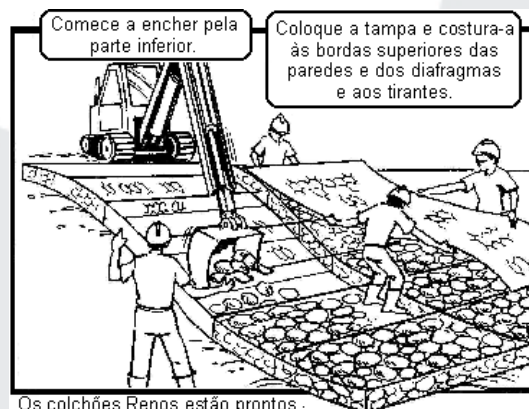


Figura 2.26 – Detalhe os tirantes.

2.3.5 - Fechamento

Uma vez completado o preenchimento dos colchões, devem ser trazidas, do lugar de armazenamento, as tampas ainda dobradas. Cada tampa, é então desdobrada e estendida sobre o respectivo colchão.

Depois de amarrada em uma das bordas do colchão, a tampa deve ser puxada e amarrada ao longo das outras bordas. A amarração deve, sempre que possível, unir também a borda do colchão vizinho. Finalizando, a tampa deve, também ser amarrada aos diafragmas e aos tirantes verticais.



Os colchões Reno estão prontos.

Figura 2.27 – Fechamento dos colchões

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial Faz. Gran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:
Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia
Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001



2.4 – Aterro

Fator de grande importância no comportamento da estrutura de contenção é o aterro aplicado ao tardo da mesma. Tal aterro deve receber, dos projetistas e construtores, a mesma atenção dispensada à própria estrutura.

O objetivo é aquele de conferir ao aterro características estruturais e, por sua vez, impedir a ocorrência de problemas tais como:

Erosões: Entende-se por erosão (processo erosivo) a destruição da estrutura do solo e sua remoção, sobretudo pela ação das águas de escoamento superficial.

Principalmente no caso de aterros, a erosão pode se manifestar através do carreamento das partículas de solo do corpo do aterro pelas águas de percolação, formando-se condutos ou cavidades no interior do maciço ou no contato deste com a estrutura; tal erosão é também conhecida como “piping”. A evolução deste processo pode provocar abatimentos e rupturas nos aterros.

Escorregamentos (rupturas): São movimentos rápidos de porções de taludes naturais, de cortes ou aterros. Apresentam superfície de ruptura bem definida, que é função do tipo de solo, geometria do talude e das condições de fluxo d’água. Ocorrem devido a diversos fatores, tendo a água como principal agente deflagrador.

Recalques (assentamentos): São fenômenos que ocorrem em aterros, interferindo de maneira substancial nas obras que serão construídas sobre estes ou em suas proximidades. É comum ocorrerem abatimentos desde poucos centímetros até metros, podendo constituir-se em indícios de escorregamentos. As causas mais comuns para este fenômeno são a baixa capacidade de suporte do solo de fundação, a compactação inadequada, deficiências do sistema de drenagem e/ou a associação destes fatores.

Os problemas anteriormente mencionados podem ser evitados simplesmente com a adoção de práticas adequadas na execução dos aterros que, de forma geral, devem contemplar as seguintes etapas:

- correta escolha da jazida, que deve ser função do tipo de solo, volume a ser extraído e localização;
- tratamento prévio dos solos na jazida, ou seja, os solos devem apresentar umidades próximas à faixa especificada, destorroados e homogeneizados;
- limpeza do terreno no preparo da fundação, com remoção da vegetação e suas raízes, eventuais entulhos ou “bota-foras” e retiradas de solos com matéria orgânica, turfosos e solos muito micáceos;
- estocagem do solo superficial e do solo com matéria orgânica para posterior utilização na fase final da execução do aterro, de forma a tornar o aterro mais fértil e menos susceptível às erosões superficiais;
- preparação da superfície de contato entre o terreno natural e o aterro, quando inclinado (inclinação superior a $1^{\vee}:3^H$) em forma de degraus, de modo a garantir perfeita aderência, impedindo a formação de superfícies preferenciais de deslizamento;
- implantação de um sistema de drenagem (sub-superficial e profundo quando necessário) evitando que surgências d’água, superfície freática elevada ou a possibilidade de infiltrações significativas venham a produzir a saturação do maciço contido;

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial Faz. Gran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:

Belém	Novo Hamburgo
Belo Horizonte	Recife
Curitiba	Rio de Janeiro
Goiânia	

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001



- execução do aterro, compactando-se o solo em camadas de espessuras compatíveis com o equipamento utilizado (sapos, placas, rolos compactadores, etc), geralmente não superiores a 25 cm e espalhadas ao longo de toda a superfície.

A compactação da faixa de solo em contato com a estrutura de gabiões (faixa de 1,0m medida a partir da face posterior da estrutura) deve ser realizada usando-se compactadores manuais (tipo sapo, placas, etc). Para a compactação da parte restante, devem ser usados compactadores maiores e processos convencionais.

- controlar a qualidade das camadas compactadas, considerando basicamente três itens que são: controle visual, controle geométrico de acabamento e um controle que permita medir desvio de umidade e o grau de compactação;
- implantar o sistema de drenagem e proteção superficial.

O aterro deve ser realizado à medida que a estrutura de contenção é construída, ou seja, à medida que a estrutura sobe (camada sobre camada de gabiões) o aterro deve ser lançado e compactado ao seu tardo.

O aterro, como já mencionado, é lançado em camadas até atingir a altura dos gabiões já instalados e preenchidos, isto feito é retomada a montagem e instalação dos gabiões segundo os critérios descritos no item "colocação dos gabiões caixa". Tal sequência é repetida até completar a altura total da estrutura prevista no projeto.

2.5 – Drenagem

Via de regra, por sua alta permeabilidade, as estruturas em gabiões não necessitam de sistemas específicos de drenagem, porém deve-se considerar que o aterro compactado ao tardo delas é um outro elemento estrutural que merece todos os cuidados e dispositivos necessários para sua estabilização e manutenção ou melhora dos sistemas de captação e condução das águas superficiais e / ou de percolação.

Como já citado, as obras de drenagem têm por finalidade a captação e o direcionamento das águas do escoamento superficial, assim como a retirada de parte da água de percolação interna do maciço de solo arrimado.

A execução destas obras representa um dos procedimentos mais eficientes e de mais larga utilização na estabilização de todos os tipos de taludes, tanto nos casos em que a drenagem é utilizada como solução, quanto naqueles em que ela é um recurso adicional utilizado conjuntamente com obras de contenção. Mesmo nestes últimos casos, apesar de serem comumente denominadas "obras complementares" ou "auxiliares", as obras de drenagem são de fundamental importância. Existem inúmeros registros de obras de grande importância e alto custo que foram danificadas e até totalmente perdidas, apenas pelo fato de não terem sido implantadas obras de drenagem adequadas.

É óbvio que uma drenagem só poderá ser um processo eficiente de estabilização quando aplicada a taludes nos quais o regime de percolação é a causa principal, ou pelo menos uma causa importante, da sua instabilidade. Esta premissa é lembrada, visando reforçar o conceito da necessidade do bom entendimento dos mecanismos que causam a instabilidade de taludes, para que se possam utilizar os processos corretivos mais adequados, uma vez que mesmo obras de drenagem profunda são, às vezes, utilizadas de maneira inconveniente, resultando gastos desnecessários e nenhum benefício.

Subdividimos as obras de drenagem em dois tipos principais, a saber, drenagem superficial e drenagem profunda. A seguir são apresentados conceitos básicos sobre estas duas possibilidades, lembrando-se que para seu correto

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial Faz. Gran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:

Belém	Novo Hamburgo
Belo Horizonte	Recife
Curitiba	Rio de Janeiro
Goiânia	

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001



dimensionamento deve-se considerar, entre outros fatores, os índices pluviométricos, a área de contribuição e as características dos materiais por onde escoam as águas a serem drenadas.

2.5.1 – Drenagem Superficial

Com a drenagem superficial pretende-se, basicamente, realizar a captação escoamento das águas superficiais através de canaletas, valetas, sarjetas ou caixas de captação e, em seguida, conduzir estas águas para local conveniente. Através da drenagem superficial evitam-se os fenômenos de erosão na superfície dos taludes e reduz-se a infiltração da água nos maciços, resultando uma diminuição dos efeitos danosos provocados por esta na resistência do terreno.

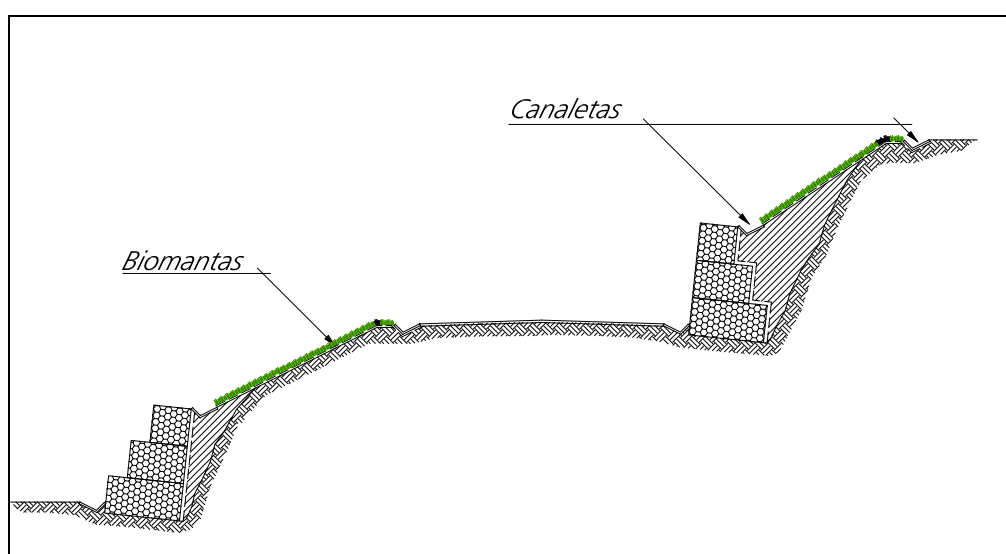


Figura 2.28 – Sistemas de drenagem e de controle de erosão superficial.

A execução de obras de drenagem superficial é um daqueles procedimentos que, no caso da estabilização de taludes naturais ou de cortes, representa elevada relação custo/benefício, uma vez que, com investimentos bastante reduzidos, conseguem-se excelentes resultados e, em muitos casos, basta a realização destas obras, ou então a sua associação com medidas de proteção superficial, para a completa estabilização dos taludes.

De maneira geral, as obras de drenagem superficial são constituídas por canaletas ou valetas de captação das águas do escoamento superficial e por canaletas, "escadas d'água" ou tubulações para sua condução até locais adequados.

De trechos em trechos, nos locais de mudança de direção do fluxo ou confluências, são instalados dissipadores de energia ou elementos de proteção objetivando reduzir a força erosiva das águas, evitar o transbordamento dos condutos e impedir a formação de bloqueios ou obstruções. Comumente, os sistemas de drenagem superficial são associados a serviços de proteção superficial dos taludes e das bermas, tais como revestimentos impermeabilizantes (imprimação

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial Faz. Gran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:
Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia
Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

Maccaferri
Industrial
Group

asfáltica, argamassamento ou aplicação de concreto projetado) ou revestimentos vegetais (principalmente por gramíneas).

Quando a estrutura for inclinada contra o maciço e estiver apoiada sobre lastro de concreto ou solo impermeável, é aconselhável prever um sistema de drenagem com tubos drenos envolvidos com brita (figura 3.29).

Finalizando, cabe ressaltar que os sistemas de drenagem superficial são imprescindíveis nas obras que estabilizam taludes de corte e aterro recém-implantados, na medida em que reduzem ou até impedem a evolução dos processos erosivos superficiais a que estes tipos de taludes estão especialmente sujeitos.

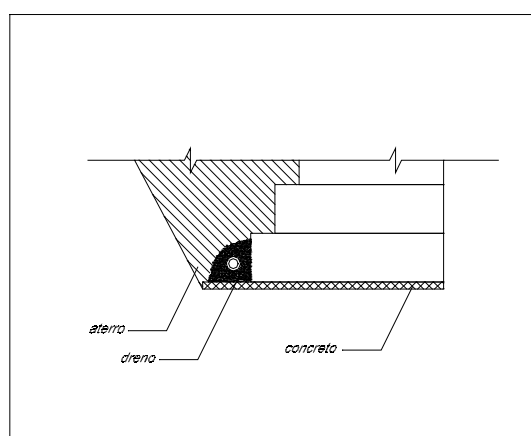


Figura 2.29 – Representação de um sistema de drenagem com tubos dreno e brita.

2.5.2 – Drenagem Profunda

A drenagem profunda objetiva, essencialmente, promover processos que permitam a retirada de água de percolação do maciço (do fluxo através dos poros de um maciço terroso ou através de fendas e fissuras de um maciço rochoso ou saprolítico), reduzindo a vazão de percolação e as pressões neutras intersticiais. Obviamente, à retirada de água do maciço estarão associadas, necessariamente, obras de drenagem superficial, visando coletar e direcionar esse fluxo de água drenado do interior do maciço.

A drenagem profunda pode ser realizada por drenos sub-horizontais, cujo funcionamento se dá por fluxo gravitacional, poços de alívio (com ou sem bombeamento da água), ponteiras (com bombeamento por sucção), trincheiras drenantes ou galerias. Em encostas naturais e taludes de corte, os processos mais empregados são os que utilizam drenos sub-horizontais (também conhecidos por "drenos horizontais profundos "DHP"), geralmente de pequeno diâmetro e executados em grande número. Além dos drenos profundos, utilizam-se outros processos para drenar o fluxo de água do interior dos maciços terrosos e rochosos, tais como trincheiras drenantes executadas junto ao pé de uma massa instável e galerias de drenagem.

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial Faz. Gran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:
Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia
Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

Maccaferri
Industrial
Group

Para as estruturas em gabiões pode-se melhorar a drenagem do maciço a conter com a inserção de contrafortes ao tardo da mesma.

Definindo contrafortes, podemos considerá-los como elementos de largura unitária e seção coincidente com a cunha de máximo empuxo, sendo mais longos nas camadas superiores e diminuindo nas inferiores (figura 3.30).

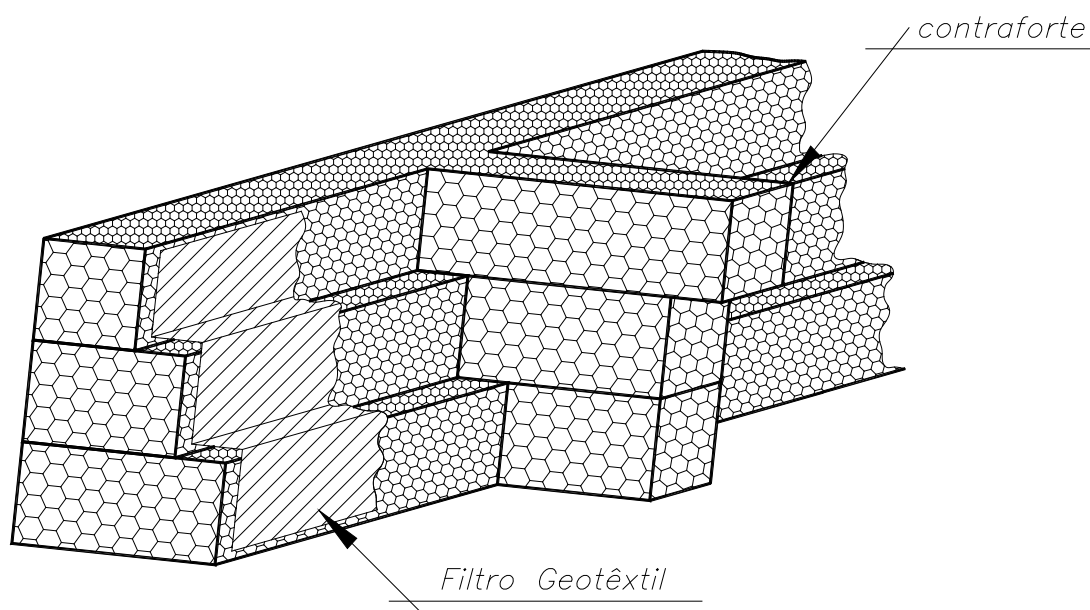


Figura 2.30- Ilustração do contraforte.

A função dos contrafortes é predominantemente drenante, mas também desempenham um papel estático, contribuindo para o robustecimento e estabilidade da estrutura, reduzindo os eventuais deslocamentos de topo.

Deve-se esclarecer que não existe uma metodologia para o dimensionamento da seção, seu posicionamento e número de contrafortes em muros de gabiões, porém, tais elementos são normalmente utilizados em estruturas do gênero com o objetivo de melhorar seu desempenho.

Os contrafortes, em estruturas de contenção em gabiões, foram inicialmente utilizados em obras longitudinais (obras de contenção e proteção de margens contra erosões), atuando como fechamento (acabamento) das extremidades de montante e jusante da estrutura.

Observou-se nas estruturas que sofreram solapamento (erosão do solo de base devido a ausência de "plataforma de deformação") e conseqüente deformações, que esses efeitos eram menos acentuadas junto aos contrafortes. Com base nessas observações esses elementos passaram a ser utilizados não somente nas extremidades dos muros de gabiões, mas também ao longo de seu desenvolvimento, visando otimizar o desempenho das referidas obras.

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial Faz. Gran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:
Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia
Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

Maccaferri
Industrial
Group

Desde então, notou-se que as estruturas providas de tais elementos apresentam de forma comum os seguintes benefícios:

- Os contrafortes proporcionam melhores condições de drenagem ao maciço contido, especialmente dentro da zona sujeita ao mecanismo de falha, isso se deve ao fato de que os mesmos criam caminhos preferenciais para o rápido escoamento das águas de percolação, sejam elas oriundas de infiltração ou elevação do lençol freático. Tais efeitos refletem de maneira positiva nas condições de estabilidade do conjunto solo / estrutura, pois permitem o alívio das pressões hidrostáticas e minimizam a possibilidade de plastificação do solo arrimado;
- Atuam como elementos de ancoragem, pois sua presença aumenta a área de contato com o solo (tanto na base quanto no maciço arrimado) melhorando a estabilidade quanto ao deslizamento, tombamento e pressões na fundação;
- Embora os gabiões sejam fornecidos em peças separadas e depois unidos através de costura, estes trabalham de forma solidária, como uma estrutura monolítica, assim, quando providas de contrafortes, estas estruturas ganham maior rigidez, fazendo com que, frente a eventuais problemas de solapamento ou presença de solos de baixa capacidade de suporte, condições estas que normalmente geram deformações acentuadas, parte destas solicitações sejam absorvidas pelos contrafortes diminuindo assim tais problemas.

Com relação ao posicionamento destes elementos ao longo das estruturas, podemos dizer que sua definição é feita de forma empírica e está baseada em experiências anteriores, além de considerar uma série de fatores que relacionam características da obra com o local e situação de implantação da mesma, tais fatores são:

- Possibilidade da variação da cota do lençol freático (condição de rebaixamento rápido);
- Capacidade de suporte do solo de base;
- Heterogeneidade do solo de apoio;
- Susceptibilidade à mudança das características de resistência do solo de aterro;
- Solicitações hidráulicas (tensão de arraste);
- Geometria da seção da estrutura (altura e esbeltez);
- Situação em planta da estrutura;
- Interferências (galerias, descargas hidráulicas, etc).

Com base em todas as observações e informações anteriormente expostas, define-se como regra geral um espaçamento mínimo entre contrafortes de 5,00m e máximo de 25,00m.

Concluindo o item drenagem deve-se avaliar a necessidade da utilização de sistemas filtrantes para proteção dos aterros.

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial Faz. Gran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:

Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia

Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001



2.6 – Colocação do geotêxtil (quando especificado)

O geotêxtil é geralmente empregado ao tardo das estruturas na interface entre os gabiões e o material de aterro (figura 3.33), especialmente quando estas estruturas também têm a função de defesa hidráulica (fluvial, lacustre ou marítima) e nos casos em que o material de aterro necessite de tal proteção.

Quando o solo de fundação apresentar baixa capacidade de suporte ou estiver sujeito à saturação, pode-se recomendar a adoção de um geotêxtil na interface fundação-estrutura. Neste caso o geotêxtil desempenhará as funções de separação e reforço (figura 3.33) e deverá ser corretamente dimensionado para suportar tais esforços.

O geotêxtil, que é fornecido separadamente, deve ser cortado em panos de dimensões adequadas.

Deve-se ter cuidado com geotêxtil, durante o manuseio, para que o mesmo não seja sujo por barro, graxa, etc., fato que poderia comprometer sua permeabilidade (colmatção).

Aproveitando as sobras do arame de amarração, o geotêxtil pode ser fixado, com dois pontos a cada metro, na aresta superior posterior do gabião, ajustado-o ao paramento interno.

Para manter a continuidade do filtro, deve-se prever uma sobreposição mínima de 0.30m, ao final de cada pano ou, com equipamento adequado, proceder a costura entre os painéis de geotextil.

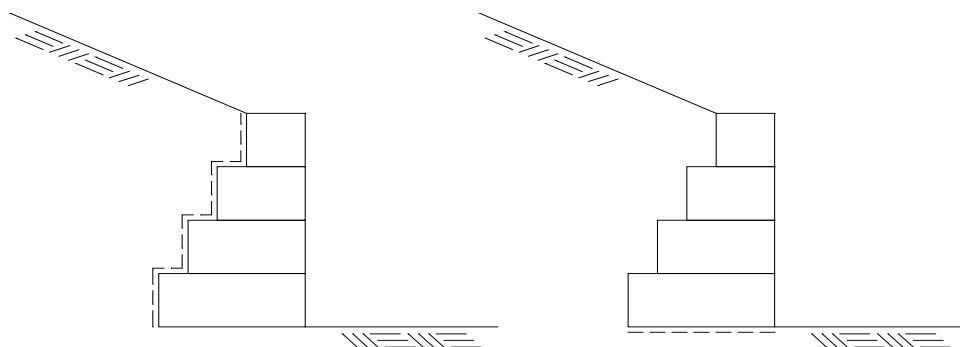


Figura 2.31 – Detalhe do posicionamento do filtro geotêxtil ao tardo ou na base da estrutura.

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial FazGran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:

Belém	Novo Hamburgo
Belo Horizonte	Recife
Curitiba	Rio de Janeiro
Goiânia	

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

Maccaferri
Industrial
Group

3 – INFORMAÇÕES PRÁTICAS COMPLEMENTARES

3.1 – Nível da Fundação

É aconselhável engastar a estrutura de, no mínimo 0,30m com a finalidade de aumentar a sua resistência ao deslizamento e para promover a retirada da camada superficial de solo orgânico, não recomendada para fundação.

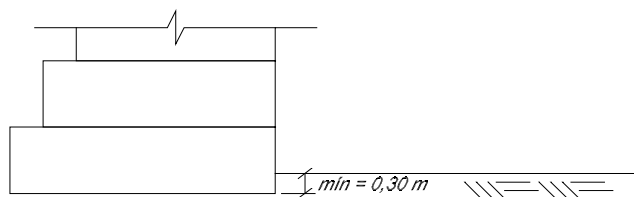


Figura 3.1 – Detalhe do engastamento da base da estrutura no solo de fundação.

3.2 – Preparação da Fundação

Normalmente, a preparação da fundação resume-se ao nivelamento do terreno na cota de apoio da estrutura. Quando se deseja melhorar a capacidade de suporte do solo de fundação, pode-se prever um lastro de pedras ou de concreto magro sobre esse solo, como mostrado nas figuras abaixo.

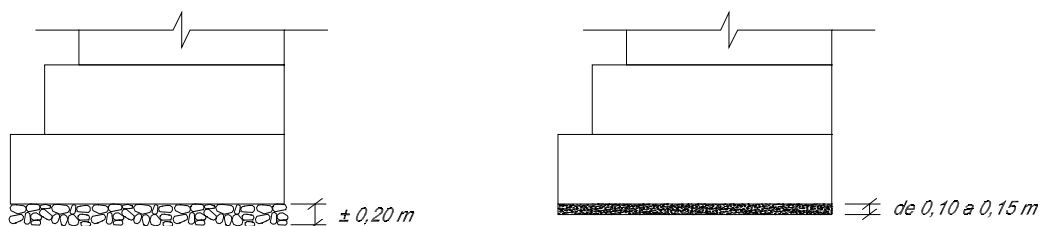


Figura 3.2 – Detalhe da preparação do terreno na cota de apoio da estrutura.

3.3 – Gabiões em camada de base

Para estruturas com altura acima de 5.0m, recomenda-se que os gabiões que formam as camadas próximas da base apresentem altura de 0,50m, pois devido a sua maior quantidade de malha de aço por m³ apresenta, conseqüentemente,

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial FazGran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:
Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia
Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

Maccaferri
Industrial
Group

maior resistência aos esforços de compressão e corte. O resultado é uma estrutura muito mais eficiente, tanto do ponto de vista estrutural, como também do estético.

3.4 – Posicionamento dos gabiões na estrutura.

Sempre que possível, principalmente nas camadas de base de estruturas altas, recomenda-se posicionar os gabiões com a dimensão do comprimento (a maior) ortogonal à face externa da estrutura. Esse posicionamento também proporciona à mesma, maior resistência aos esforços de compressão e corte.

3.5 – Escalonamento entre camadas.

Recomenda-se que o acréscimo ou decréscimo do comprimento transversal entre as camadas da estrutura não exceda a 0,5m para estruturas com degraus internos ou externos, podendo chegar a 1,0m nas estruturas com degraus centralizados. Para a camada de base podem ser aceitos acréscimos de até duas vezes aqueles indicados anteriormente.

A última camada de gabiões da estrutura (topo) deverá ter comprimento transversal mínimo de 1,0m.

3.6 – Escalonamento interno e externo.

Estruturas com degraus internos e paramento externo plano geralmente são preferidas por razões estéticas ou de limitação de espaço. Do ponto de vista estático, as estruturas com degraus externos resultam mais estáveis.

Para estruturas com escalonamento interno e altura superior a 5,0m, recomenda-se que a camada de base seja disposta com escalonamento externo (figura 3.36). É também conveniente que essas estruturas sejam inclinadas de pelo menos 6° ou apresentem escalonamento externo de 10cm entre camadas. Esses procedimentos contribuem para a melhor estética da obra, principalmente se a estrutura apresentar pequenas deformações.

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial Faz. Gran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:

Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia

Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001



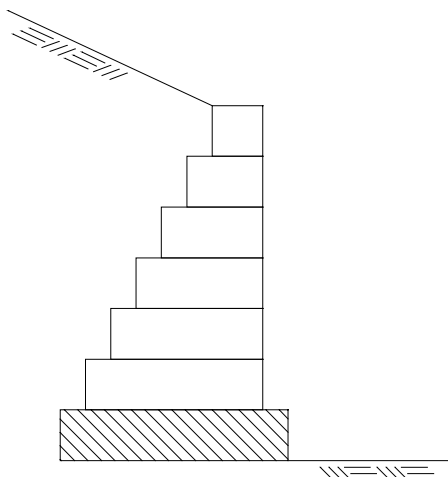


Figura 3.3 – Detalhe dos degraus junto à cota de apoio da estrutura.

3.7 – Plataformas de deformação.

Sempre que a estrutura de contenção também funcionar como defesa fluvial, é necessário prever, à frente desta, uma plataforma de deformação em colchões Reno®, para evitar erosão no solo de apoio e conseqüente solapamento da estrutura (figura 3.37).

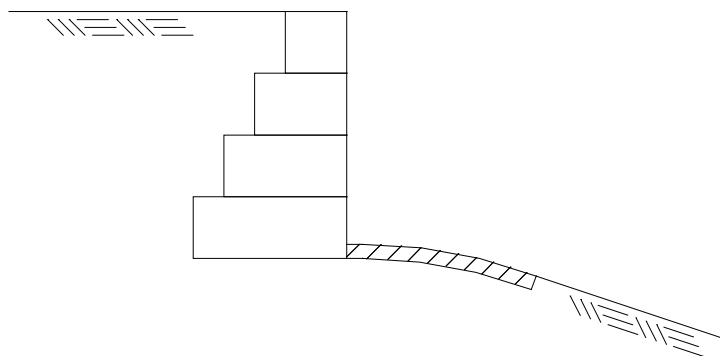


Figura 3.4 – Plataforma em Colchões Reno para proteção do pé da estrutura.

E n g i n e e r i n g a B e t t e r S o l u t i o n

Matriz
Maccaferri do Brasil Ltda.
Avenida José Bonassi, 2601
Distrito Industrial FazGran - CP 520
CEP 13201-970 - JUNDIAÍ - SP - BRASIL
Tel.: (11) 4525-5000
Fax: (11) 4599-4275
maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidades em:

Belém
Belo Horizonte
Curitiba
Goiânia

Novo Hamburgo
Recife
Rio de Janeiro

Sistema de Gestão de Qualidade ISO
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

Maccaferri
Industrial
Group

ANEXO B

13.8 TDS BR COLCHÃO RENO FORTE

COLCHÃO RENO® FORTE - GALMAC® 4R-P

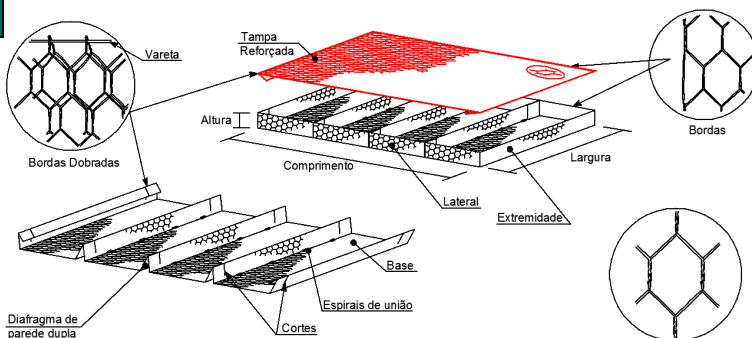
EM MALHA HEXAGONAL DE DUPLA TORÇÃO COM REVESTIMENTO GALMAC 4R E POLÍMERO

Características técnicas

Os Colchões Reno Forte Maccaferri são elementos prismáticos retangulares, confeccionados com malha hexagonal de dupla torção produzida com arames de aço de baixo teor de carbono, com a liga GalMac® 4R e adicionalmente revestidos com um polímero especialmente desenvolvido para obras de engenharia.

A liga GalMac® 4R e o polímero desenvolvido garantem maior aderência à alma de aço, o que é fundamental para uma eficaz proteção contra a corrosão, garantindo maior durabilidade, mesmo nas mais severas condições de utilização.

Os Colchões Reno® Forte possuem tampa reforçada pelo uso de uma malha hexagonal confeccionada com aberturas diferentes e arames de maior diâmetro que os utilizados no restante do elemento, conferindo a essa solução uma maior resistência à abrasão, tornando-a especialmente indicada para obras hidráulicas em cursos d'água com grande quantidade de material em suspensão e altas velocidades de fluxo.



Propriedades mecânicas		Estrutura do colchão	Tampa reforçada	Normas de referência
Resistência à tração da malha ⁽¹⁾	kN/m	32	55	EN 10223-3
Resistência da conexão na borda ⁽²⁾	kN/m	21	37	EN 10223-3
Tensão de ruptura do arame ⁽³⁾	MPa	380 a 500 - Classe A		NBR 8964 / EN 10223-3 / NB 709
Alongamento na ruptura do arame ⁽³⁾	%	13 - Classe A		NBR 8964 / EN 10223-3 / NB 709
Tipo de malha		6x8	6x8	NBR 10514 / EN 10223-3
Diâmetro do arame da malha	mm	2,0	2,7	NBR 10514 / EN 10223-3
Diâmetro do arame de borda	mm	2,4	3,4	NBR 10514 / EN 10223-3

Propriedades de durabilidade		Normas de referência
Revestimento metálico	Zn90Al10-MM	NBR 8964 / EN 10223-3
Quantidade de revestimento metálico ⁽³⁾	220 ou 245 g/m ²	NBR 8964 / EN 10223-3
Aderência do revestimento metálico ⁽³⁾	De acordo com a definição das normas vigentes	NBR 8964 / EN 10223-3
Resistência à corrosão e envelhecimento	Menos de 5% de oxidação do aço após 56 ciclos	EN ISO 6988 (0,2 dm ³ SO ₂ para 2 dm ³ água)
Resistência à névoa salina	Menos de 5% de oxidação do aço após 2000 horas de teste	EN ISO 9227

Propriedades geométricas dos Colchões Reno Forte ⁽⁴⁾					
Comprimento dos colchões	m	3,0	4,0	5,0	6,0
Largura dos colchões	m	2,0			
Altura dos colchões	m	0,23		0,30	
Tolerância no comprimento	%	+/- 3			
Tolerância na largura e na altura	%	+/- 5			

Propriedades do revestimento polimérico ⁽⁵⁾		
Espessura mínima	mm	0,40
Dureza	shore D	50 a 60
Resistência à tração	MPa	20,6
Módulo de Elasticidade	MPa	18,6
Temperatura de fragilidade	°C	-9
Resistência à Abrasão	% de perda	< 12

Características do Colchão Reno® Forte Maccaferri / Amarração e atirantamento

Os Colchões Reno® Forte são divididos em células por diafragmas de parede dupla, que posicionados a cada metro, reforçam os elementos, aumentando a rigidez das estruturas construídas.

Com os Colchões Reno Forte® são necessários dispositivos contínuos de conexão, para as operações de amarração e atirantamento, estes dispositivos são metálicos, sendo produzidos com o mesmo tipo de aço utilizado para a fabricação das malhas dos Colchões Reno Forte®, garantindo que a estrutura apresente características monolíticas e de mesma resistência, durabilidade e desempenho.

Quando instalados e cheios de pedra, os Colchões Reno® Forte se convertem em elementos flexíveis, armados, drenantes e aptos a serem utilizados na construção dos mais diversos tipos de revestimento, com destaque para revestimento de taludes e canalizações.

⁽¹⁾ Sentido paralelo às torções;

⁽²⁾ Valores obtidos em nossos laboratórios, em provas similares às utilizadas para a obtenção da resistência da malha (item 9.3 da norma EN 10223-3;

⁽³⁾ Ensaios realizados a cada 3 toneladas de material produzido;

⁽⁴⁾ Outras medidas disponíveis mediante consulta e solicitação prévia;

⁽⁵⁾ O revestimento polimérico deve atender as exigências das normas NBR 8964 e EN 10223-3. Tal revestimento não pode variar mais que 25% de suas características mecânicas iniciais (alongamento e resistência à tração) após submetido a ensaio de envelhecimento acelerado.

ANEXO C

13.9 TDS BR GABIÃO CAIXA

GABIÃO CAIXA - GALMAC® 4R-P

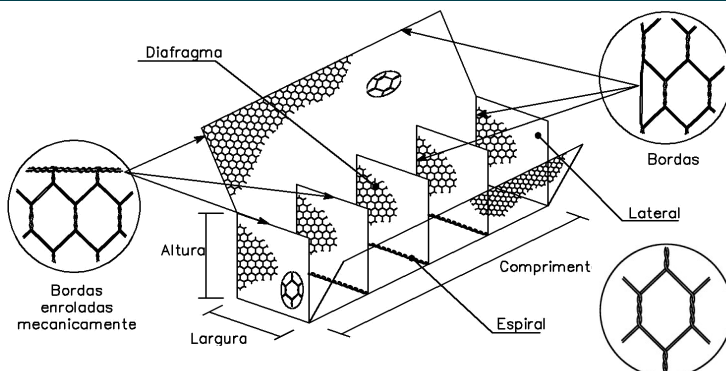
EM MALHA HEXAGONAL DE DUPLA TORÇÃO COM REVESTIMENTO GALMAC® 4R E POLÍMERO

Características técnicas

Os Gabiões Caixa GalMac® 4R-P Maccaferri são elementos prismáticos retangulares, confeccionados com malha hexagonal de dupla torção produzida com arames de aço de baixo teor de carbono, revestidos com liga GalMac® 4R e adicionalmente revestidos com polímero especialmente desenvolvido para obras de engenharia.

A liga GalMac® 4R Maccaferri e o polímero desenvolvido garantem maior aderência à alma de aço, o que é fundamental para uma eficaz proteção contra a corrosão, garantindo maior durabilidade, mesmo nas mais severas condições de utilização.

Os gabhões são subdivididos em células por diafragmas que reforçam os elementos, aumentando a rigidez das estruturas construídas. As bordas dos painéis de malha, que formam os gabhões, são constituídas por arames de diâmetro maior que o da malha hexagonal, fortalecendo as estruturas e facilitando sua montagem e instalação.



Propriedades mecânicas e físicas			Normas de referência
Resistência à tração da malha ⁽¹⁾	kN/m	40	EN 10223-3
Resistência da conexão na borda ⁽²⁾	kN/m	27	EN 10223-3
Tensão de ruptura do arame ⁽³⁾	MPa	380 a 500 - Classe A	NBR 8964 / EN 10223-3 / NB 709
Alongamento na ruptura do arame ⁽³⁾	%	13 - Classe A	NBR 8964 / EN 10223-3 / NB 709
Tipo de malha		8x10	NBR 10514 / EN 10223-3
Diâmetro do arame da malha	mm	2,4	NBR 10514 / EN 10223-3
Diâmetro do arame de borda	mm	3,0	NBR 10514 / EN 10223-3

Propriedades de durabilidade		Normas de referência
Revestimento metálico	Zn90Al10-MM	NBR 8964 / EN 10223-3
Quantidade de revestimento metálico ⁽³⁾	230 g/m²	NBR 8964 / EN 10223-3
Aderência do revestimento metálico ⁽³⁾	De acordo com a definição das normas vigentes	NBR 8964 / EN 10223-3
Resistência à corrosão e envelhecimento (ensaio Kesternich)	Menos de 5% de oxidação do aço após 56 ciclos	EN ISO 6988 (0,2 dm³ SO₂ para 2 dm³ água)
Resistência à névoa salina	Menos de 5% de oxidação do aço após 2000 horas de teste	EN ISO 9227

Propriedades geométricas dos Gabiões Caixa ⁽⁴⁾						
Comprimento das caixas	m	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
Largura das caixas	m	1,0				
Altura das caixas	m	0,5		1,0		
Tolerância no comprimento	%	+/- 3				
Tolerância na largura e na altura	%	+/- 5				

Propriedades do recobrimento polimérico ⁽⁵⁾		
Espessura mínima	mm	0,40
Dureza	shore D	50 a 60
Resistência à tração	MPa	20,6
Módulo de Elasticidade	MPa	18,6
Temperatura de fragilidade	°C	-9
Resistência à Abrasão	% de perda	< 12

Características do Gabião Caixa Maccaferri / Amarração e atirantamento

O lado inferior dos painéis deve ser fixado ao pano base, durante a produção, através do enrolamento mecânico das suas pontas livres ao redor do arame de borda.

O lado inferior dos diafragmas deve ser costurado ao pano base, durante a fabricação, com uma espiral de arame de diâmetro 2,2 mm.

Com os Gabiões Caixa são necessários dispositivos contínuos de conexão, para as operações de amarração e atirantamento, estes dispositivos são metálicos, sendo produzidos com o mesmo tipo de aço utilizado para a fabricação das malhas dos Gabiões Caixa, garantindo que a estrutura apresente características monolíticas e de mesma resistência, durabilidade e desempenho.

⁽¹⁾ Sentido paralelo às torções;

⁽²⁾ Valores obtidos em nossos laboratórios, em provas similares às utilizadas para a obtenção da resistência da malha (item 9.3 da norma EN 10223-3);

⁽³⁾ Ensaios realizados a cada 3 toneladas de material produzido;

⁽⁴⁾ Outras medidas disponíveis mediante consulta e solicitação prévia;

⁽⁵⁾ O revestimento polimérico deve atender as exigências das normas NBR 8964 e EN 10223-3. Tal revestimento não pode variar mais que 25% de suas características mecânicas iniciais (alongamento e resistência a tração) após submetido a ensaio de envelhecimento acelerado.

ANEXO D

13.10 CANAIS EM COLCHÕES RENO E GABIÕES REVESTIDOS COM ARGAMASSA

Canais em colchões Reno[®] e gabiões revestidos com argamassa

Necessidades e soluções



Sistema de Gestão de Qualidade
Certificado de Conformidade com a
Norma ISO 9001

MACCAFERRI
AMERICA LATINA

Matriz.
Av. José Benassi, 2601 - Distrito Industrial FazGran
CP 520 - CEP 13201-970 - Jundiaí - SP - Brasil
Tel.: (11) 4525-5000
E-mail: maccaferri@maccaferri.com.br
www.maccaferri.com.br

Unidade Centro-Norte.
Tel.: (62) 3661-0030 Fax: (62) 3661-0030
E-mail: goiania@maccaferri.com.br

Unidade Minas Gerais.
Tel.: (31) 3497-4455 Fax: (31) 3497-4454
E-mail: belohorizonte@maccaferri.com.br

Unidade Nordeste.
Tel.: (81) 3271-4780 Fax: (81) 3453-7593
E-mail: recife@maccaferri.com.br

Unidade Sudeste.
Rio de Janeiro:
Tel.: (21) 3431-3610 Fax: (21) 3431-3611
E-mail: rio@maccaferri.com.br

São Paulo:
Tel.: (11) 4525-5000
E-mail: saopaulo@maccaferri.com.br

Unidade Sul.
Tel.: (41) 3286-4688 Fax: (41) 3286-4688
E-mail: sul@maccaferri.com.br



MM13 0042- 06/2013 Distribuição Gratuita

MACCAFERRI

FINALIDADE DA OBRA

O revestimento da superfície dos canais é utilizado para melhorar o regime de escoamento e se obter um saneamento básico adequado.

Os gabiões e colchões Reno Maccaferri, produzidos em malha hexagonal de dupla torção proporcionam uma série de vantagens que os tornam únicos quando comparados a outras soluções.

Quando a vazão de projeto deve ser escoada por um canal de seções limitadas, ou onde a topografia permita somente pequenas declividades, a aplicação de argamassa sobre os revestimentos com colchões Reno e gabiões é utilizada, com grande sucesso. Com isso se obtém a

redução do coeficiente de rugosidade, o que possibilita maiores velocidades de escoamento com conseqüente redução nas dimensões da seção hidráulica e do volume de sedimentação.

Essa solução garante também a impermeabilidade do revestimento e minimiza o crescimento da vegetação. Possibilita ainda a limpeza por processos muito mais simples e em alguns casos a própria autolimpeza.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO REVESTIMENTO

Sobre terrenos de baixa capacidade de suporte, o revestimento com colchões Reno argamassados, forma uma estrutura semiflexível, que pode absorver acomodações do solo sem perder sua função estrutural. A própria tampa do colchão Reno serve de armadura para a argamassa.

A malha do colchão fica incorporada à argamassa e, devido a sua forma hexagonal, oferece excelentes garantias estáticas, uma vez que os arames são dispostos nas direções das tensões. Sendo assim, a paridade de área de aço por metro quadrado, a malha hexagonal é muito mais eficaz na absorção dos esforços e distribuição das tensões (quando comparada às malhas eletrosoldadas quadrada e retangular).

Os problemas relativos à drenagem (alívio da subpressão) e dilatação da camada de argamassa são facilmente solucionados com a utilização de juntas espaçadas, em geral, a cada dois metros. Tais juntas são obtidas, durante a aplicação da

argamassa, deixando sarrafos de madeira transversais ao canal.

Os sarrafos são retirados antes da cura total da argamassa, dispensando assim, na maioria dos casos, a utilização de barbacãs. Dessa forma obtém-se, ao mesmo tempo, drenos e juntas de dilatação. Com isso a subpressão é eliminada e a estrutura se torna semiflexível, podendo absorver pequenos movimentos do colchão gerados pelas acomodações do terreno de base. Sarrafos longitudinais devem ser colocados quando o fundo ou os taludes forem de grandes dimensões e no caso de canais com contenção das margens em gabiões caixa.

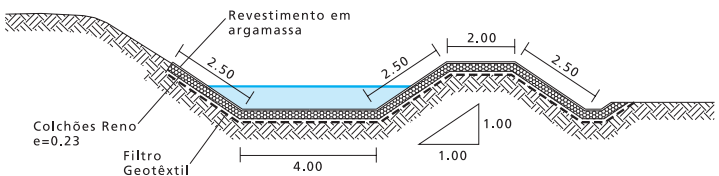
Para canais de irrigação, todas as juntas devem ser preenchidas com asfalto para garantir a total impermeabilização.

Outra grande vantagem técnica dessa solução é a criação de um conjunto monolítico e drenante abaixo do revestimento de argamassa, o que garante a resistência da estrutura.

Canalização do córrego Mauá

Mauá - SP - Brasil

Contratante	D.A.E.E. Departamento de Água e Energia Elétrica
Data da obra	1998
Construtora	Consutec Construções e Comércio Ltda.
Extensão	35.000 m ²
Projetista	D.A.E. Departamento de Águas e Esgotos



1996



2001

Nota: O canal de seção trapezoidal construído com colchões argamassados faz parte de um projeto para controle de enchentes. As extremidades, construídas em gabiões, apresentam seção retangular.

Outros exemplos

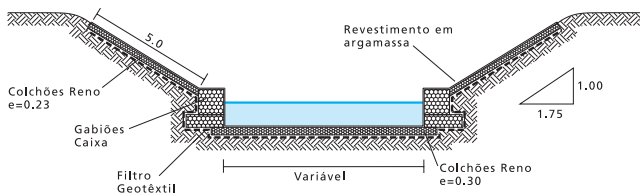


A Maccaferri está a total disposição dos interessados nesta solução para apresentar sugestões particulares para cada situação específica.

Obra de captação no rio Jundiaí

Jundiaí - SP - Brasil

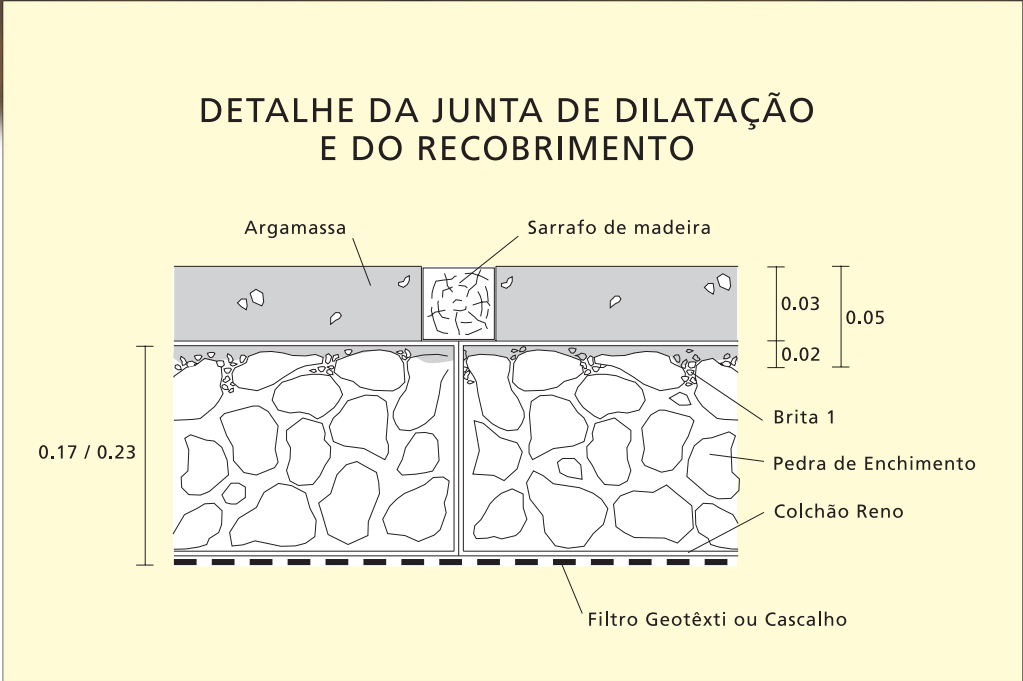
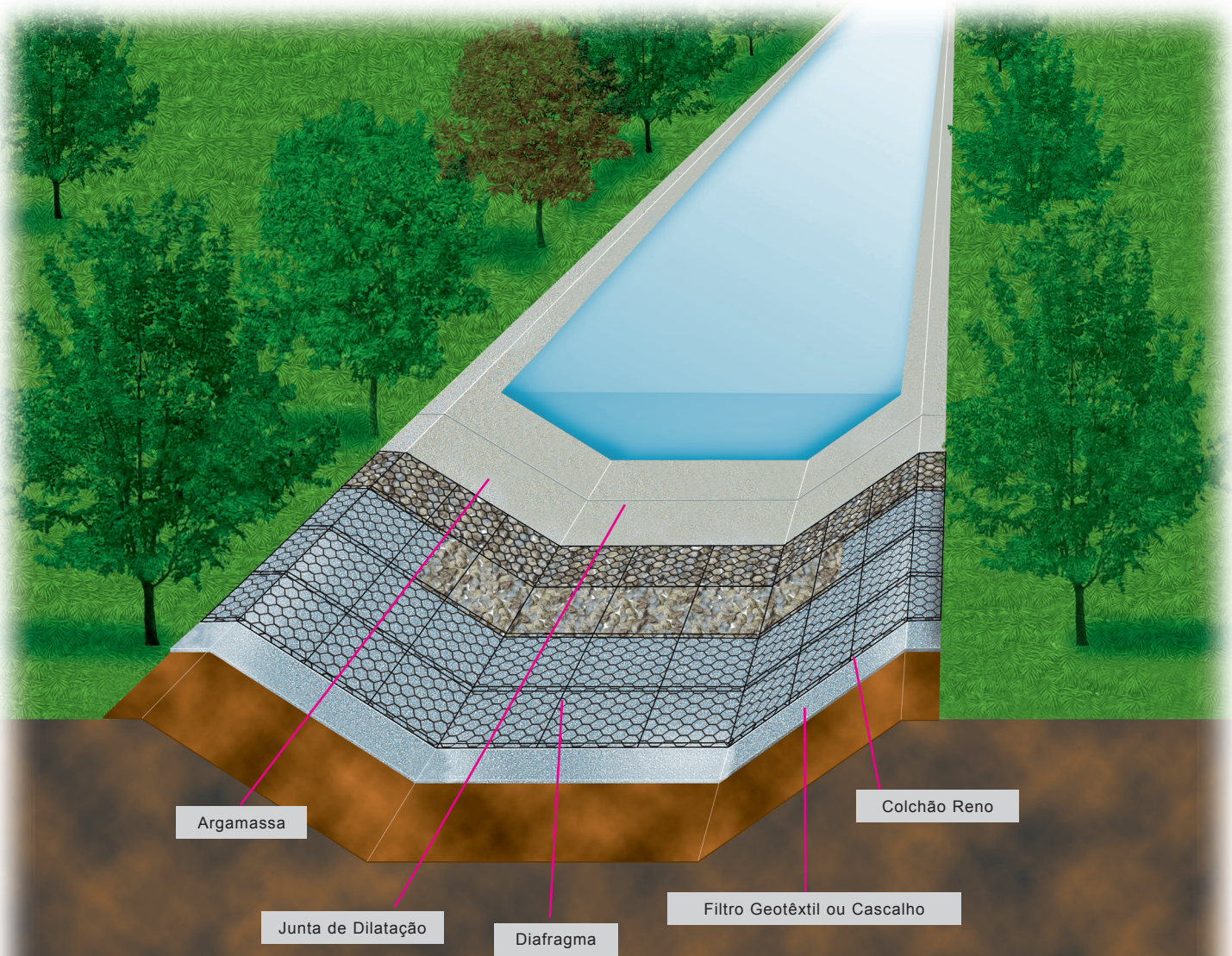
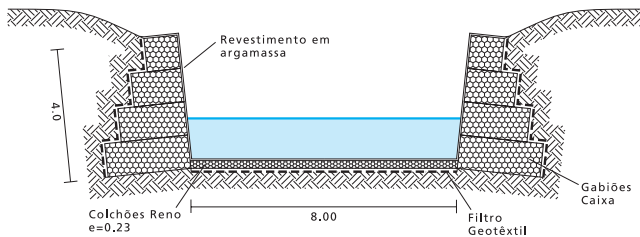
Contratante ELEKEIROZ
Data da obra 2001
Construtora Consutec Construções e Comércio Ltda.
Extensão 85 metros lineares
Projetista Consutec Construções e Comércio Ltda.



Canalização do córrego Pinheirinho

Vinhedo - SP - Brasil

Contratante Prefeitura Municipal de Vinhedo
Data da obra 1996
Construtora Consutec Construções e Comércio Ltda.
Extensão 1800 metros lineares
Projetista Consutec Construções e Comércio Ltda.



FASES CONSTRUTIVAS

A execução desse tipo de revestimento é muito simples e rápida, dispensando fundações onerosas e lentas, troca de solo (necessária muitas vezes para estruturas rígidas) e utilização de equipamentos especiais. Nos canais trapezoidais a máxima inclinação recomendada para as margens é de 1:1,5 (V:H) e a espessura do colchão Reno é de 0,17m ou 0,23m.

Em locais em que a água ou o solo seja quimicamente agressivo, os colchões Reno produzidos com arames revestidos com liga zinco/alumínio e protegidos com revestimento plástico garantem a durabilidade e integridade da estrutura. A tampa pode não ser revestida com material plástico, pois estará envolvida e protegida pela argamassa.

betoneira convencional no canteiro. A argamassa pode ser lançada manualmente ou com o auxílio de equipamento mecânico e espalhada e regularizada com desempenadeira. Sua espessura final será de aproximadamente 5cm dos quais, 2cm estarão entre as pedras de enchimento dos colchões Reno ou gabiões.

5 Antes da cura da argamassa, os sarrafos são retirados e reaproveitados na execução de outras juntas.

A rapidez de execução do sistema permite atender aos mais severos cronogramas. A simplicidade e o baixo custo dos materiais envolvidos fazem com que esta solução seja muito mais econômica que os outros tipos de revestimentos.

Produtividade média

Utilizando mão-de-obra não especializada e auxílio de equipamentos mecânicos leves, a produtividade para as operações de montagem, colocação em obra, costuras entre elementos adjacentes, enchimento e fechamento é de aproximadamente 3m²/homem/hora.

A produtividade para execução do revestimento de argamassa está em torno de 10m²/homem/hora.

1 Após a escavação e regularização do fundo e dos taludes, procede-se a colocação dos colchões já montados, costurando-os entre si.

2 Preenche-se totalmente os elementos com pedras de tamanho adequado e coloca-se as tampas, costurando-as às bordas dos colchões e aos diafragmas. Esta operação pode ser feita manualmente ou com auxílio de equipamentos mecânicos.

Se o solo de base não tiver boas características de suporte ou for de granulometria fina, recomenda-se a colocação, na interface solo/colchão, de um filtro geotêxtil ou de um filtro granulométrico.

3 Após o fechamento dos colchões, colocam-se sobre os mesmos os sarrafos de madeira de seção 3x3cm, que servirão também como guia para definir a espessura final do revestimento de argamassa.

Os sarrafos são fixados à tela da tampa dos colchões através de amarrações pontuais.

4 A fim de minimizar o consumo de argamassa, devem ser lançadas sobre os colchões acabados, pedras de menor granulometria (Brita 1), limitando assim a penetração da argamassa a uma espessura de 2cm, suficiente para garantir que as tampas fiquem envolvidas pela mesma.

A argamassa deve ter um traço areia/cimento de 4:1 e pode ser preparada em



CANAIIS RETANGULARES

Nos canais com seção retangular pode-se utilizar a mesma técnica e se obter as mesmas vantagens hidráulicas e funcionais dos canais trapezoidais em colchão Reno revestidos com argamassa.

Isto é conseguido através do argamassamento dos colchões Reno de fundo a das paredes externas dos gabiões caixa.

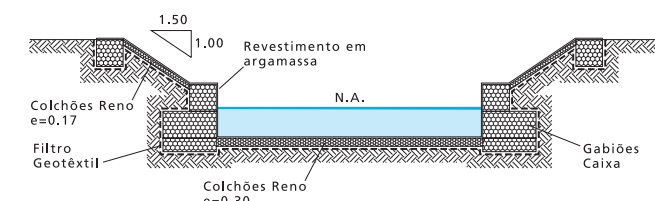
Nestes casos, as juntas de dilatação e drenagem são executadas da mesma forma acrescentando-se juntas longitudinais nas interfaces gabião caixa / colchão Reno. Isto é recomendável principalmente sobre solos com baixa capacidade de suporte.

Para otimizar o sistema drenante pode-se também colocar barbacãs nas paredes laterais. Estes são inseridos durante a etapa de enchimento dos gabiões.

A seguir são ilustradas algumas obras realizadas com esta técnica.

Canalização do córrego do Ressaca Belo Horizonte - MG - Brasil

Contratante SUDECAP / COPASA
Data da obra 1998
Construtora Guedes Bernardes Engenharia Ltda.
Extensão 4.200 metros lineares
Projetista Fundação Cristiano Ottoni



Fase 1



Fase 2



Fase 3



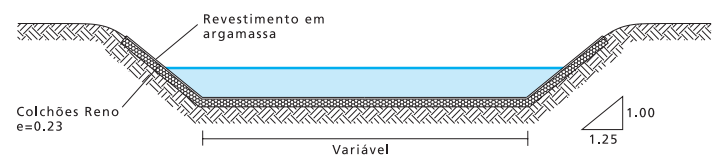
Final

Nota: A canalização do córrego foi realizada em 1985 em Gabiões e colchões não argamassados. Sendo que, com o tempo, o canal se transformou em um coletor de esgotos residenciais, para impermeabilizar o leito, reduzir o assoreamento, melhorar a vazão e as condições sanitárias, foi necessário limpá-lo, eliminar a vegetação e revesti-lo com argamassa.

Canalização do rio Jundiaí

Jundiaí - SP - Brasil

Contratante Prefeitura Municipal de Jundiaí
Data da obra 1985
Construtora Camargo Corrêa
Extensão 1050 metros lineares
Projetista D.A.E. Departamento de Águas e Esgotos



1995



2001

Outros exemplos



Córrego Rangel 1999 - Patrocínio - MG - Brasil



Córrego Timotinho 1996/97 - Timóteo - MG - Brasil



Canal Penha 1985 - São Paulo - Brasil

Córrego do Baldo 1995 - Natal - RN - Brasil



Em primeiro plano, o colchão já argamassado. Em segundo plano, o colchão preenchido com pedras e com a brita para minimizar o consumo da argamassa. Na sequência, o colchão parcialmente preenchido e as bases vazias colocadas sobre o filtro geotêxtil.



Observa-se 3 etapas distintas: costuras de fechamento das tampas, a brita sendo espalhada e a aplicação de argamassa.



Detalhe da regularização da argamassa.



Notar os sarrafos que servem de guia e facilitam o controle da espessura e acabamento da superfície.



Vista da obra concluída.



Notar as juntas de dilatação e drenagem.

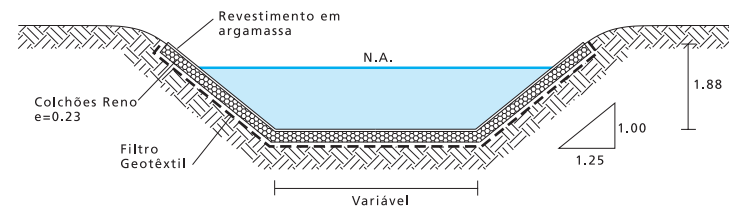
CANAIS TRAPEZOIDAIS

Em seguida são ilustradas algumas das principais obras já realizadas, empregando o colchão Reno com revestimento de argamassa.

Canais de drenagem pluvial

Santa Cruz de La Sierra - Bolívia

Contratante	Prefeitura de Santa Cruz de La Sierra
Data da obra	julho de 1990 a janeiro de 1991
Construtora	Empresa Municipal de Pavimentação e Drenagem
Extensão	O projeto envolve vários canais ultrapassando 5000 metros lineares
Projetista	Faisal Sadud Q.



1990

2001 - Avenida Pirai



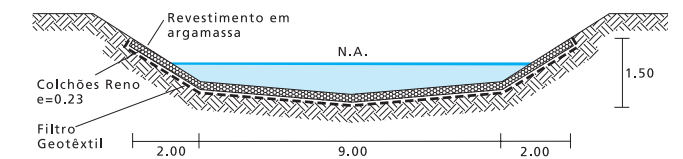
1990

2001 - Avenida Beni

Canalização do córrego Bacacheri

Curitiba - PR - Brasil

Contratante	Prefeitura Municipal de Curitiba
Data da obra	1995
Construtora	Rafhael Greca F. Ltda.
Extensão	754 metros lineares
Projetista	Prefeitura Municipal de Curitiba Secretaria de Saneamento Departamento de Bacias Hidrográficas.



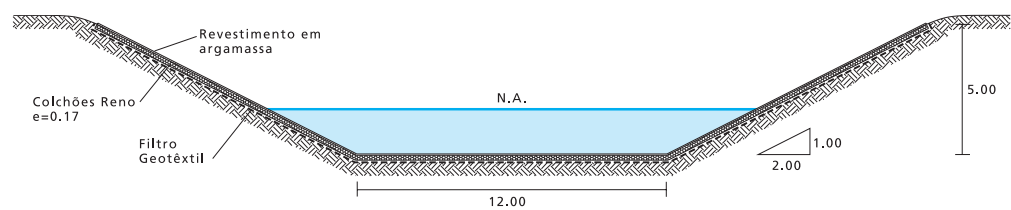
1995



2001

Canalização do córrego da Colônia

Jundiaí - SP - Brasil



2001

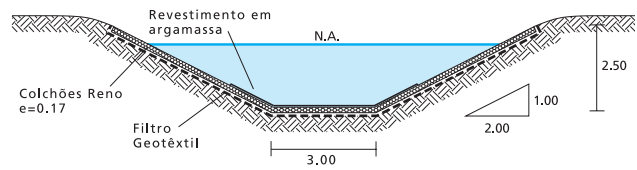
Contratante Prefeitura Municipal de Jundiaí
Data da obra 1982
Construtora Construtora Tardelli S.A., Jofege Pavimentação e Construções Ltda.
Extensão 340 metros lineares
Projetista Prefeitura Municipal de Jundiaí



1988

Canal de drenagem pluvial

Mesópolis - SP - Brasil



1995

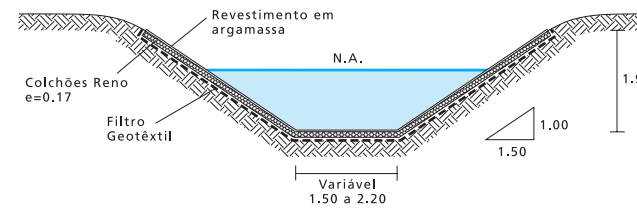
Contratante Prefeitura Municipal de Mesópolis
Data da obra outubro de 1994



1996

Canalização do córrego Rincão

São Paulo - Brasil



Contratante Prefeitura Municipal de São Paulo
Data da obra novembro de 1986
Construtora Mendes Junior S.A. e CBPO - Cia. Brasileira de Projetos e Obras
Extensão 1900 metros lineares
Projetista Maubertec - Engenharia e Projetos Ltda.



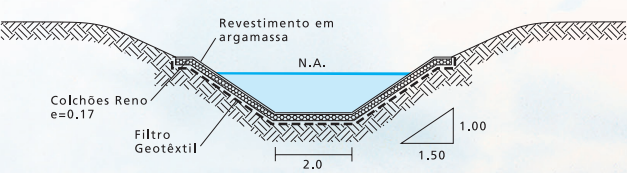
1988



2001

Canal de drenagem pluvial “Bacia do Bessa”

João Pessoa - PB - Brasil



Contratante Prefeitura Municipal de João Pessoa
Data da obra 1995
Construtora Gama Ltda.
Extensão 200 metros lineares
Projetista Prefeitura Municipal de João Pessoa



1996

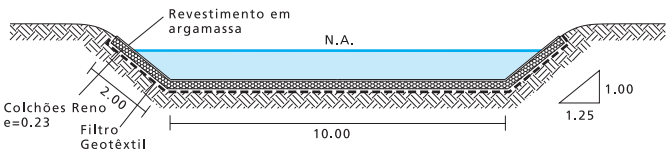


1995

Canal pluvial Rodovia Randolph

Colón - Panamá

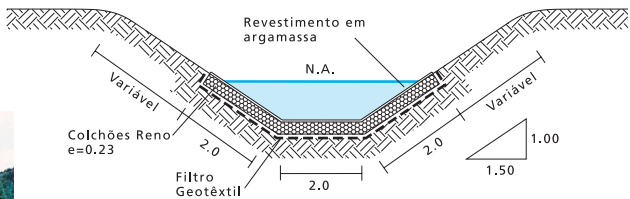
Contratante: Ministério de Obras Públicas do Panamá
Data da obra: novembro de 1994
Construtora: Construtora Urbana S.A.
Extensão: 1394 metros lineares
Projetista: Ministério de Obras Públicas do Panamá



Canal de drenagem pluvial

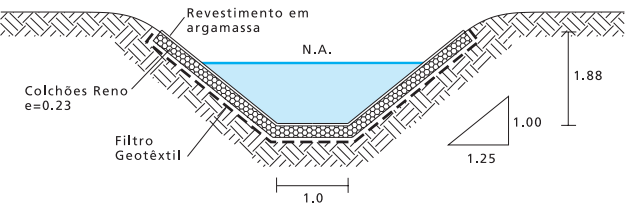
Centro Industrial “City Jaraguá”
Osasco - SP - Brasil

Contratante: Monte Verde Empreendimentos Imobiliários Ltda.
Data da obra: novembro de 1994
Construtora: M. Costa Engenharia Ltda.
Extensão: 320 metros lineares
Projetista: Ecoplan



Canal de drenagem Avenida Radial 27

Santa Cruz de La Sierra - Bolívia



1990

Contratante: Prefeitura de Santa Cruz de La Sierra
Data da obra: julho de 1990
Construtora: Empresa Municipal de Pavimentação e Drenagem.

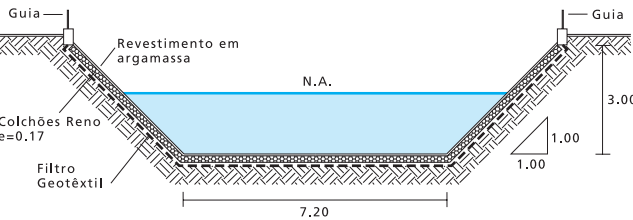


1995

Canalização do rio Guapeva

Jundiaí - SP - Brasil

Contratante: Prefeitura Municipal de Jundiaí
Data da obra: 1982
Construtora: Construtora Tardelli S. A., Jofege Pavimentação e Construções Ltda.
Extensão: 320 metros lineares
Projetista: Maubertec - Engenharia e Projetos Ltda.



2001

