

PAVIMENTAÇÃO EM LAJOTA

MEMORIAL DESCRITIVO E ORÇAMENTO

Local:

Rua Irmã Maria Avosani
Laurentino – SC

Janeiro / 2024

SUMÁRIO

1	MUNICÍPIO.....	4
2	LOCALIZAÇÃO.....	5
3	INFORMATIVO DO PROJETO	6
4	NORMAS GERAIS DE TRABALHO	6
4.1	ABREVIACÕES	6
4.2	CONSIDERAÇÕES	6
4.3	SEGURANÇA E CONVENIÊNCIA PÚBLICA	7
4.4	RESPONSABILIDADE PELOS SERVIÇOS E OBRAS	8
5	SERVIÇOS PRELIMINARES	9
5.1	PLACA DE OBRA.....	9
5.2	PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS	11
5.3	LOCAÇÕES DE OBRA.....	11
5.4	ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA.....	11
5.5	REMOÇÃO E TRANSPORTE	11
5.6	REALOCAÇÃO DE POSTES	12
6	PROJETO DE TERRAPLANAGEM.....	12
6.1	CORTES.....	13
6.1.1	Generalidades	13
6.1.2	Equipamentos	13
6.1.3	Execução.....	14
6.1.4	Controle.....	14
6.2	ATERROS	14
6.2.1	Generalidades	14
6.2.2	Materiais	15
6.2.3	Equipamentos	15
6.2.4	Execução.....	16
6.3	DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE (DMT).....	16
6.4	VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO	16
7	ESTUDO HIDROLÓGICO	16
7.1	INTRODUÇÃO E IMPLANTAÇÃO.....	16
7.2	ÁREA DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO	17

7.3	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	18
7.4	COEFICIENTES DE ESCOAMENTO <i>RUNOFF</i>	18
7.5	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....	19
7.6	PERÍODO DE RETORNO	19
7.7	DADOS PLUVIOMÉTRICOS	20
7.8	DADOS COLETADOS	20
7.9	EQUAÇÃO DE CHUVAS IDF	26
8	CÁLCULO DAS GALERIAS	32
8.1	COEFICIENTE DE RUGOSIDADE.....	32
8.2	VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO	32
8.3	INCLINAÇÃO DO GREIDE E DA GALERIA.....	32
8.4	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO	32
8.5	ÁREA MOLHADA	33
8.6	VELOCIDADE DE ESCOAMENTO	34
8.7	TEMPO DE ESCOAMENTO	34
8.8	CÁLCULO DA TUBULAÇÃO	35
8.9	PROCESSOS CONSTRUTIVOS.....	36
8.10	FORMA DE ASSENTAMENTO DE TUBOS.....	36
8.11	TUBOS CIRCULARES DE CONCRETO	37
8.12	CÁLCULO DAS SARJETAS.....	38
8.12.1	Convenções de Cálculo de Canais Triangulares	40
8.13	CÁLCULO DAS BOCAS DE LOBO	41
8.14	ESCAVAÇÃO E REATERRO DE VALAS.....	41
9	DISPOSITIVOS DE CAPTAÇÃO, INSPEÇÃO E JUNÇÃO	43
9.1	CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES	43
9.2	CAIXAS DE INSPEÇÃO	43
9.3	CAIXAS DE JUNÇÃO.....	44
10	ESTUDO TOPOGRÁFICO	44
11	ESTUDO DO TRAÇADO	45
12	ESTUDO DE TRÁFEGO	46
12.1	OS EIXOS	46

12.2	DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE VEÍCULOS NO PERÍODO INDICADO	48
12.3	FATOR VEÍCULO	48
12.4	CÁLCULO DO NÚMERO N	49
12.5	DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS.....	49
12.5.1	Espessura do Revestimento.....	50
12.5.2	Aplicação do Dimensionamento	51
13	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	52
13.1	REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA	53
13.1.1	Materiais	53
13.1.2	Equipamento	53
13.1.3	Execução.....	53
13.1.4	Controle Tecnológico.....	54
13.2	CAMADA DE BRITA GRADUADA.....	54
13.2.1	Materiais	55
13.2.2	Equipamentos	56
13.2.3	Execução.....	56
13.2.4	Controle Tecnológico.....	57
13.3	LAJOTAS HEXAGONAIS DE CONCRETO.....	59
13.3.1	Características	59
13.3.2	Execução.....	59
13.4	PAVER	61
13.5	TRAVAMENTO INTERNO.....	61
14	MEIO-FIO	62
15	SINALIZAÇÃO VIÁRIA.....	62
15.1	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	62
15.2	SINALIZAÇÃO VERTICAL	63

1 MUNICÍPIO

Laurentino (Figura 1) é um município brasileiro do estado de Santa Catarina, localizado na mesorregião do Alto Vale do Itajaí, a uma latitude 27°13'00" Sul e a uma longitude 49°43'59" Oeste, estando a uma altitude de 347 metros. O principal acesso ao município se dá pelas rodovias BR-470 e SC-350.

Figura 1 – Vista aérea do município de Laurentino



Fonte: Ache tudo e Região (2022).

O município começou a ser colonizado por italianos e alemães em 10 de novembro de 1908. Laurentino, etimologicamente, deriva da palavra *Laurentium*, que na língua latina, significa “ouro”.

Laurentino se limita ao Norte com Presidente Getúlio, ao Sul com Agronômica e Trombudo Central, ao Leste com Rio do Sul e a Oeste com Rio do Oeste.

Pela classificação de Köppen, o município apresenta clima mesotérmico, subtropical temperado, tipo úmido, com temperatura média de 20 °C.

Com uma população estimada de 7.524 habitantes (IBGE, 2022), em uma área de 79,506 km², o município possui um Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$ 41.614,70 (IBGE, 2019) e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,749 (IBGE, 2010). Na economia destacam-se as atividades industriais, comércio e a agricultura (Figura 2).

Figura 2 – Dados econômicos do município de Laurentino

Grupo	2018		2019		2020		2021		2022	
Agricultura	R\$ 21.558.382	15,5%	R\$ 25.494.356	14,2%	R\$ 34.617.218	15,5%	R\$ 41.855.386	15,3%	R\$ 39.956.881	14,8%
Comércio	R\$ 34.897.360	25,1%	R\$ 47.798.747	26,7%	R\$ 81.588.820	36,5%	R\$ 111.800.221	40,8%	R\$ 87.897.093	32,6%
Indústria	R\$ 71.887.537	51,8%	R\$ 95.470.506	53,3%	R\$ 94.606.800	42,4%	R\$ 104.181.654	38%	R\$ 120.926.098	44,9%
Serviço	R\$ 10.542.423	7,6%	R\$ 10.458.455	5,8%	R\$ 12.571.556	5,6%	R\$ 16.147.428	5,9%	R\$ 20.523.035	7,6%
Total	R\$ 138.885.702	100%	R\$ 179.222.065	100%	R\$ 223.384.395	100%	R\$ 273.984.689	100%	R\$ 269.303.107	100%

Fonte: SEF-SC/SAT (2023).

2 LOCALIZAÇÃO

Figura 3 – Localização do município de Laurentino



Fonte: Wikipédia (2022).

Figura 4 – Localização da via



Fonte: Modificado de Google Earth (2023).

3 INFORMATIVO DO PROJETO

Em busca de garantir aos moradores do município melhores condições de tráfego local, a atual administração tem se preocupado em realizar a pavimentação das ruas residenciais desta localidade. Para este projeto em questão ficou definida a realização de um trecho com extensão de 162,99 metros com uma largura total de 7,00 metros, composto por uma pista simples de lajota, sendo que cada faixa de rolamento tem largura de 3,50 metros.

4 NORMAS GERAIS DE TRABALHO

4.1 ABREVIATÓES

Onde na documentação contratual forem empregados os termos e abreviações abaixo, deverão ser interpretados como a seguir indicado.

DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem.
DER-SC	Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina.
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
NBR	Norma Brasileira.

4.2 CONSIDERAÇÕES

A empresa CONTRATADA vencedora da licitação deverá submeter-se à FISCALIZAÇÃO e aos projetos apresentados.

Os serviços deverão obedecer ao traçado, cotas, seções transversais, dimensões, tolerância e exigências de qualidade dos materiais indicados pela FISCALIZAÇÃO nos Projetos e nas Especificações de Serviços. Embora as medições, amostragem e ensaios possam ser considerados como evidência dessa observação, ficará a exclusivo critério da FISCALIZAÇÃO, julgar se os serviços e materiais apresentam desvio em relação ao projeto e às suas especificações de serviços. Sua decisão, quanto aos desvios permissíveis dos mesmos, deverá ser final.

A CONTRATADA será considerada responsável pelos danos por ela causados nos serviços.

A CONTRATADA deverá, durante todo o tempo, proporcionar supervisão adequada, mão-de-obra e equipamentos suficientes para executar os serviços até a sua conclusão, dentro do prazo requerido no contrato.

Todo o pessoal da CONTRATADA e/ou das empresas subcontratadas deverá possuir habilitação e experiência para executar adequadamente os serviços que lhe forem atribuídos.

A CONTRATADA deverá fornecer equipamentos do tipo, tamanho e quantidade que venham a ser necessários para executar satisfatoriamente os serviços. Todos os equipamentos usados deverão ser adequados de modo a atender as exigências dos serviços e produzir qualidade e quantidade satisfatória dos mesmos. A FISCALIZAÇÃO poderá ordenar a remoção e exigir a substituição de qualquer equipamento não satisfatório.

Todos os materiais utilizados devem estar de acordo com as especificações. Caso a FISCALIZAÇÃO julgue necessário, poderá solicitar da CONTRATADA a apresentação de informações, por escrito, dos locais de origem dos materiais acompanhados, quando necessário, dos ensaios de laboratório.

A CONTRATADA deverá efetuar todos os controles necessários para assegurar que a qualidade dos materiais empregados está em conformidade com as especificações. Os ensaios e verificação a seu cargo serão executados pelo laboratório designado pela CONTRATADA ou, quando necessário e justificado, pelo laboratório designado pela FISCALIZAÇÃO.

4.3 SEGURANÇA E CONVENIÊNCIA PÚBLICA

A CONTRATADA deverá, durante a obra, tomar o necessário cuidado em todas as operações de uso de equipamentos para proteger o público e para facilitar o tráfego. Nos locais onde os projetos exigirem que qualquer base, revestimento ou pavimento sejam construídos, deverão ser feitos em uma faixa de cada vez e a faixa que não estiver sendo utilizada pelas obras deverá ser aberta ao tráfego público, sob controle e direção única alternadamente, visando tão somente facilitar o tráfego.

Se a CONTRATADA julgar conveniente poderá, com a prévia da FISCALIZAÇÃO, e sem remuneração extra, utilizar e conservar variantes para desviar o tráfego do local das obras e serviços.

Quando a FISCALIZAÇÃO exigir, a CONTRATADA deverá fornecer sinalizadores, a fim de possibilitar a passagem do tráfego, sob o controle de direção única. Essa exigência também não gerará nenhum tipo de remuneração extra.

Só será permitida a circulação de qualquer equipamento carregado durante o tempo de realização das obras, com no máximo 25 toneladas brutas. Passagens isoladas de equipamentos com peso superior ao permitido, só serão autorizadas com a prévia anuência da FISCALIZAÇÃO.

Não será permitido o derramamento de materiais resultantes de operação de transporte ao longo das vias públicas. Acontecendo tal infração, os mesmos deverão ser imediatamente removidos pela e às expensas da CONTRATADA.

As operações de construção e/ou serviço deverão ser executadas, de tal forma que causem o mínimo possível de transtornos e incômodo às propriedades vizinhas, às obras ou serviços.

A CONTRATADA deverá, prontamente, instalar e manter as barreiras necessárias, sinais vermelhos, sinais de alerta e perigo, sinalização de desvios e outros, em número suficiente, bem como tomar todas as demais precauções necessárias para a proteção do seu trabalho e segurança do público.

4.4 RESPONSABILIDADE PELOS SERVIÇOS E OBRAS

A FISCALIZAÇÃO deverá decidir as questões que venham a surgir, quanto à qualidade e aceitabilidade dos materiais usados na obra/serviço, do andamento, da interpretação dos projetos e especificações, e ao cumprimento satisfatório das cláusulas do Contrato.

É vedado o início de qualquer operação de relevância sem o consentimento por escrito da FISCALIZAÇÃO, ou sem a notificação por escrito da empresa CONTRATADA, apresentada com antecedência suficiente para que a FISCALIZAÇÃO tome as providências de inspeção antes do início das operações. Os serviços/obras iniciados sem a observância destas exigências poderão ser rejeitados pela FISCALIZAÇÃO.

A FISCALIZAÇÃO terá livre acesso aos trabalhos durante a execução do serviço/obra, e deverá ter todas as facilidades razoáveis para poder determinar se os materiais e mão de obra empregada são compatíveis com as especificações.

Até que a FISCALIZAÇÃO não seja notificada por escrito sobre a aceitação e entrega final dos serviços/obras, a CONTRATADA será responsável pela

conservação dos mesmos e deverá tomar as precauções contra prejuízos ou danos que possam ser causados por qualquer tipo de ação proposital, e os danos deverão ser reparados ou restaurados pela CONTRATADA, exceto os involuntários ou imprevisíveis fora do controle humano.

A empresa CONTRATADA só poderá usar materiais previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO e não deverá executar qualquer serviço/obra antes que as cotas e alinhamentos tenham sido satisfatoriamente estabelecidos. Os serviços/obras executados com materiais fora das especificações/normas/projetos deverão ser removidos, substituídos ou reparados, obedecendo às instruções e a maneira que a FISCALIZAÇÃO determinar, tudo por conta da CONTRATADA.

A CONTRATADA não deverá realizar qualquer serviço/obra de remoção, desvio ou reconstrução de serviços de utilidade pública, antes de consultar a FISCALIZAÇÃO, companhias de serviços públicos, autoridades e proprietários, a fim de determinar a sua localização exata. A CONTRATADA deverá notificar por escrito as entidades acima mencionadas, da natureza de qualquer serviço que possa afetar suas instalações, serviços ou propriedades.

Quando o desvio ou substituição dos serviços de utilidade pública não for essencial para o prosseguimento dos serviços/obras como projetados, mas for feita por única conveniência da CONTRATADA, a mesma responderá por todos os custos incidentes no desvio ou substituição. Quando da relocação ou substituição dos serviços de utilidade pública for essencial para o prosseguimento dos serviços/obras, como projetado, o Município de Laurentino, responderá pelos custos decorrentes da substituição.

Antes do recebimento final dos serviços a via urbana deverá ser limpa. Todas as obras de artes, valetas e dispositivos de drenagem superficial, deverão ser limpos e conservados de quaisquer depósitos resultantes do serviço até que a inspeção final tenha sido feita.

5 SERVIÇOS PRELIMINARES

5.1 PLACA DE OBRA

A placa de obra tem por objetivo informar à população e aos usuários da rua os dados da obra. As placas deverão ser fixadas em local visível, preferencialmente no acesso principal do empreendimento ou voltadas para a via que favoreça a

melhor visualização. Seu tamanho não deve ser menor que o das demais placas do empreendimento.

As dimensões mínimas devem atender à exigência do convênio de 2,40 x 1,20 m. A placa deverá ser confeccionada em chapas metálicas planas, resistente às intempéries.

Figura 5 – Placa de obra padrão do Governo Federal



Área total:

- Proporção de 8Y x 4Y.

Dimensões mínimas:

- 2,4m x 1,2m

Nota: A placa deve possuir tamanho adequado para visualização no canteiro de obras.

Área do nome da obra (A):

- Cor de fundo: verde - Pantone 3425C.
- Fonte: Signika Bold, caixa alta e baixa.
- Cor da fonte: branca.

Área de informações da obra (B):

- Cor de fundo: verde - Pantone 370C.
- Fonte: Signika Regular, caixa alta e baixa.
- Cor da fonte: amarela - Pantone 116C e Branca.
- Entrelinhas: 1
- Espaço entre letras: 0,2

Área das assinaturas (C):

- Cor de fundo: branca.
- As assinaturas devem estar centralizadas.

Fonte: CAIXA (2020).

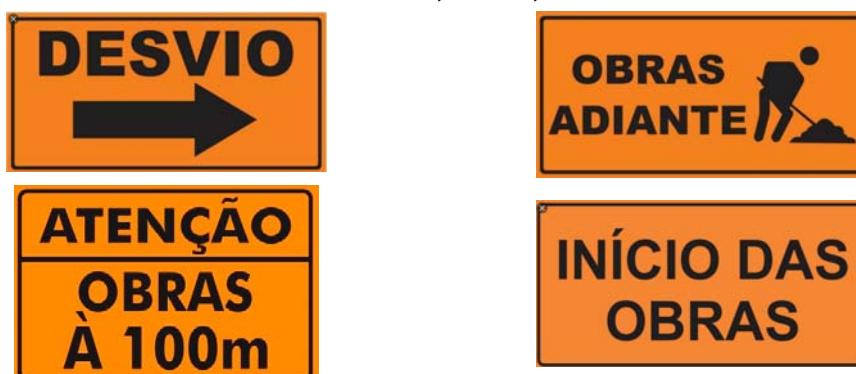
5.2 PLACA DE SINALIZAÇÃO DE OBRAS

Enquanto durar a execução das obras, instalações e serviços, a colocação e manutenção de placas visíveis e legíveis serão obrigatórias.

A placa deverá ser colocada em local visível, preferencialmente a 100 m do início das obras, nos dois sentidos voltada para a via que favoreça a melhor visualização, e as especificações desta serão conforme detalhe abaixo.

Figura 6 – Placa em chapa de aço galvanizado com resistência a intempéries.

Dimensões: 1,00 x 0,50 m.



5.3 LOCAÇÕES DE OBRA

A metodologia adotada para locação topográfica da obra será com o uso de aparelho topográfico, sendo demarcados os pontos de locação do eixo da via a ser pavimentada, com implantação de piquetes, com espaçamento máximo de 20 metros, nivelamento e contranivelamento do eixo locado e nivelamento das seções transversais.

Para o nivelamento da drenagem pluvial deverá ser seguido o projeto de drenagem pluvial, observando a cota de fundo de vala no perfil longitudinal traçado.

5.4 ABRIGO PROVISÓRIO DE OBRA

Para abrigo provisório da obra foi previsto o aluguel de um container para escritório, almoxarifado e sanitários.

5.5 REMOÇÃO E TRANSPORTE

Antes do início dos serviços deverão ser considerados aspectos importantes como: a natureza da estrutura, os métodos utilizados para construção e as condições do entorno onde será realizada a remoção.

As remoções deverão ser efetuadas dentro da técnica, tomando os devidos cuidados de forma a se evitem danos a terceiros.

Caso necessite, a remoção de eventuais edificações, muros e afins, o transporte de todo o entulho e detritos provenientes desta, serão de responsabilidade do Município, não cabendo a inclusão de tais serviços na planilha orçamentária.

5.6 REALOCAÇÃO DE POSTES

Caso seja necessário a realocação de postes, a mesma estará demonstrada no projeto geométrico, cabendo ao engenheiro fiscal do município avaliar *in loco* a necessidade de eventuais alterações, devendo comunicar aos técnicos projetistas as devidas alterações necessárias para adequações do projeto, caso houver.

A realocação de postes deverá ser solicitada pelo Município junto a concessionária de energia com antecedência para que não prejudique o cronograma da obra.

6 PROJETO DE TERRAPLANAGEM

O Projeto de Terraplanagem tem por objetivo a definição das seções transversais em corte e aterro, a determinação, a localização e distribuição dos volumes dos materiais.

Em função das características próprias do Projeto, o greide lançado no Projeto Geométrico procurou adequá-lo à situação existente. Desta forma, será realizada a escavação ou o aterro para a execução das camadas constituintes do pavimento, seguida da regularização e compactação.

Nota: A apresentação do licenciamento ambiental das áreas de bota-fora e jazida de empréstimo será de responsabilidade do Município.

Com a realização do serviço de escavação, havendo aparecimento de solo considerado inservível a empresa executora da obra deverá comunicar imediatamente o Engenheiro Fiscal e Autor do Projeto para readequação dos serviços a serem realizados, devendo ser prevista a retirada do material inservível e substituído por material com compactação a 100% do Proctor Normal.

Para efeitos desta Norma são adotadas as seguintes definições:

- Material de 1ª categoria – compreende os solos em geral, residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 15 cm, qualquer que seja o teor de umidade apresentado;

- Material de 2ª categoria - compreende os de resistência ao desmonte mecânico inferior a rocha não alterada, cuja extração se processe por combinação de métodos que obriguem a utilização do maior equipamento de escarificação exigido contratualmente. A extração eventualmente poderá envolver o uso de explosivos ou processo manual adequado. Incluídos nesta classificação os blocos de rocha, de volume inferior a 2 m³ e os matacões ou pedras de diâmetro médio entre 15 cm e 1 m;
- Material de 3ª categoria – compreende os de resistência ao desmonte mecânico equivalente a rocha não alterada e blocos de rocha, com diâmetro médio superior a 1 m, ou de volume igual a 2 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento se processem com o emprego contínuo de explosivos.

6.1 CORTES

6.1.1 Generalidades

Cortes são segmentos cuja implantação requer escavação do material constituinte do terreno natural ao longo do eixo, e no interior dos limites das seções do projeto.

As operações de corte compreendem:

- Escavação e carga dos materiais constituintes do terreno natural até o greide de terraplanagem indicado no projeto;
- Transporte e descarga dos materiais escavados para aterros ou bota-foras. Para o orçamento determinou-se DMT de acordo com especificações em planilha orçamentária e o empolamento para o transporte de material de 1ª categoria foi de 25%.

6.1.2 Equipamentos

A escavação dos cortes será executada mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

6.1.3 Execução

O desenvolvimento da escavação se processará mediante a previsão da utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Assim, apenas serão utilizados para constituição dos aterros, os materiais que pela classificação e caracterização efetuada nos cortes, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros, em conformidade com o projeto.

Quando no nível da plataforma dos cortes for verificada a ocorrência de rocha, sã ou em decomposição, ou de solos de expansão maior que 2%, baixa capacidade de suporte ($CBR < 4\%$) ou solos orgânicos, a empresa executora da obra deverá comunicar o Engenheiro Fiscal e Autor do Projeto para readequação dos serviços a serem realizados.

Os taludes de cortes deverão apresentar, após a operação de terraplanagem, a inclinação indicada no projeto.

6.1.4 Controle

O acabamento da plataforma de corte será procedido mecanicamente, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitindo as seguintes tolerâncias:

- Variação de altura máxima de mais ou menos 10 cm;
- Variação máxima de largura de mais 20 cm para cada plataforma, não se admitindo a variação para menos.

6.2 ATERROS

6.2.1 Generalidades

As operações de aterro compreendem descarga, espalhamento, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, e compactação dos materiais destinados a:

- Construção da camada final do aterro até a cota correspondente ao greide da terraplanagem;
- Substituição eventual dos materiais de qualidade inferior previamente retirados, a fim de melhorar as fundações dos aterros e/ou cortes.

6.2.2 Materiais

Os materiais para os aterros provirão de cortes existentes, desde que estes apresentem boa qualidade. A substituição desses materiais selecionados por outros, por necessidade de serviço ou por interesse da construtora, somente poderá ser processada após prévia autorização da fiscalização. Os solos para os aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas, micácea e diatomácea. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas. Caso os materiais provenientes dos cortes não forem suficientes ou não forem de boa qualidade para os aterros, deverá ser adquirido material e jazida de solo de boa qualidade devidamente licenciadas.

Para efeito de execução do corpo do aterro, apresentar capacidade de suporte adequada ($ISC \geq 2\%$) e expansão $\leq 4\%$, quando determinados por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de compactação – Norma DNER-ME 129/94 (Método A);
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) – Norma DNER-ME 49/94, com a energia do Ensaio de Compactação (Método A).

Para efeito de execução da camada final dos aterros, apresentar dentro das disponibilidades e em consonância com os preceitos de ordem técnico-econômica, a melhor capacidade de suporte ($ISC > 4\%$, ou igual ou superior ao especificado pelo projetista, quando indicado em projeto) e expansão $< 2\%$, cabendo a determinação dos valores de CBR e de expansão pertinentes, por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de Compactação – Norma DNER-ME 129/94 (Método B);
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) – Norma DNER-ME 49/94, com a energia do Ensaio de Compactação do (Método B).

6.2.3 Equipamentos

Os aterros serão executados mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida.

6.2.4 Execução

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal e em extensões tais que permitam seu umedecimento e compactação 100% do Proctor Normal. Para o corpo dos aterros, a espessura da camada compactada não deverá ultrapassar 30 cm e, para as camadas finais, essa espessura não deverá ultrapassar 20 cm.

A localização das áreas de bota-fora e jazida de empréstimo foram definidas e apresentadas pela equipe técnica da prefeitura. Por se tratar de obra de pavimentação em via pública, a apresentação do licenciamento ambiental será de responsabilidade do Município.

Os volumes de cortes e aterros compactados obtidos estão expressos nos projetos e não estão considerados os empolamentos.

6.3 DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE (DMT)

- Escavação e carga de material de 1ª categoria para execução dos taludes até o greide projetado, empolado em 25% e DMT de 1,5 km (Distância do bota-fora);
- Transporte do volume proveniente da escavação da carga de material de 1ª categoria para reaproveitamento na execução do aterro, empolado em 25% e DMT de 0,1 km (Distância do bota-espera);
- Para transporte do volume de material britado, DMT de 30,8 km. (Distância da Jazida de material britado mais próxima).

6.4 VOLUME TOTAL DE CORTE E ATERRO

O volume total de movimentação de terra projetado deve ser analisado no projeto de terraplanagem e orçamento da obra. O volume de escavação deve servir para complementar os aterros existentes.

7 ESTUDO HIDROLÓGICO

7.1 INTRODUÇÃO E IMPLANTAÇÃO

O objetivo do estudo hidrológico está fundamentalmente ligado à definição dos elementos necessários ao estudo de vazão dos dispositivos de drenagem que se fizerem exigidos ao longo do projeto.

Como etapa única deste estudo foi desenvolvida a identificação das áreas de drenagem em visita de campo e se inventariaram os dados hidrológicos da região fornecidos por órgãos oficiais e levantamento em campo.

7.2 ÁREA DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO

Para definir os cálculos dos bueiros presentes na via, se faz necessário traçar as áreas das bacias de contribuição para cada saída ou travessia da pista. A estimativa da área da macrobacia para cada bueiro está representada a seguir, e será importante para a definição das futuras áreas de contribuição para o cálculo da drenagem pluvial da via.

Figura 7 – Áreas de contribuição das bacias



Fonte: Geomapa (2023).

7.3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

O projeto de drenagem consiste na definição e dimensionamento das estruturas, e tem por objetivo permitir que as águas provenientes das chuvas sejam escoadas do pavimento, e que as águas que se encontrem no interior do pavimento não venham a prejudicá-lo.

Quase todos os materiais empregados na pavimentação têm seu comportamento afetado por variações no seu teor de umidade, onde falhas no sistema de drenagem podem provocar danos severos aos usuários, e consequentemente ao patrimônio.

Sob este aspecto, o projeto de drenagem tem o objetivo de definir os tipos de dispositivos a serem utilizados, assim como, a localização de implantação dos mesmos.

Através de critérios usuais de drenagem urbana, será projetado e dimensionado o traçado da rede de galerias, considerando-se os dados topográficos existentes e o pré-dimensionamento hidrológico e hidráulico.

7.4 COEFICIENTES DE ESCOAMENTO *RUNOFF*

Para a determinação do coeficiente de escoamento foi utilizada a tabela a seguir, sendo analisada cada área separadamente, considerando um futuro aumento da população na região em estudo.

Tabela 1 – Coeficientes de escoamento superficial

1,00	Rocha
0,80	Áreas centrais (densamente urbanizadas)
0,70	Áreas residenciais lotes $\geq 360 \text{ m}^2 < 600 \text{ m}^2$
0,60	Áreas residenciais urbanas (menor densidade) lotes $\geq 600 \text{ m}^2$ e suburbanas
0,40	Áreas rurais
0,25	Reservas, parques e jardins
0,15	Mata densa

Fonte: Pinheiro (2013).

7.5 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Tempo de concentração (t_c) é o tempo desde o início da precipitação até a água mais distante contribuir para toda a bacia ou galeria. Desse modo, é calculado o tempo de concentração para cada início de trecho, fazendo uso do método de *California Culverts Practice*.

$$t_c = 57 * \frac{L^{1,155}}{H^{0,385}}$$

Onde:

- t_c = Tempo de concentração (min);
- L = Comprimento do percurso principal (km);
- H = Desnível (m).

O tempo mínimo de concentração de uma bacia é de 5 minutos. Caso algum trecho de macrodrenagem apresente tempo de concentração inferior a este valor, será adotado um t_c de 5 minutos.

7.6 PERÍODO DE RETORNO

O Período de Retorno (T_r) é definido como o intervalo de tempo estimado de ocorrência de um determinado evento. Em termos matemáticos, é o inverso da probabilidade de um evento ser igualado ou ultrapassado, sendo que essa variável muda conforme a aplicação para a qual é projetada.

Para o dimensionamento do sistema de macrodrenagem da via, o período de retorno adotado será de 10 anos, devido à frequência de eventos que envolvam cheias na região. Para determinar essa ocorrência, foram utilizados dados de precipitação da Agência Nacional de Águas (ANA), excepcionalmente na estação 2749039, localizada no município de Rio do Sul/SC. Essa estação está localizada próxima à via licitada, e a operadora responsável pelos dados obtidos é a Epagri-SC.

7.7 DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Visando caracterizar o comportamento pluviométrico e sua influência na região em estudo, foram utilizados dados provenientes da ANA em uma estação pluviométrica no município de Rio do Sul/SC, próxima a localidade. Além disso, foram utilizados os dados de Fendrich (2003) para a determinação das constantes da equação geral Intensidade-Duração-Frequência (IDF) de Laurentino.

7.8 DADOS COLETADOS

Para a coleta de dados, foi considerado um período de observação de 1997 até 2021 (25 anos). Alguns meses não obtiveram contagem, não sendo possível, assim, determinar uma quantidade máxima anual de precipitação. Porém, foram estudadas as médias, mínimas e máximas precipitações, dias de chuva e máximas diárias, coletadas pela seguinte estação.

Tabela 2 – Dados da Estação Pluviométrica

Código	2749039
Nome Estação	RIO DO SUL - NOVO
Código Adicional	
Bacia	8 - ATLÂNTICO, TRECHO SUDESTE
SubBacia	83 - RIO ITAJAÍ-AÇU
Rio	
Estado	SANTA CATARINA
Município	RIO DO SUL
Responsável	ANA
Operadora	EPAGRI-SC
Latitude	-27.2056
Longitude	-49.6317
Altitude (m)	350

Fonte: ANA (2023).

Tabela 3 – Alturas Pluviométricas Totais Mensais

ALTURAS PLUVIOMÉTRICAS TOTAIS MENSAIS														
Fonte: ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS		Lat: -27,21												
Estação: 2749039		Long: -49,63												
Local: Rio do Sul		UF: SC		Altitude: 350,00										
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL	MÁXIMA
1997	218,2	237,6	79,4	20,5	67,8	80,8	85,9	150,5	90	247,9	240,2	140,7	1.659,50	247,90
1998				217,7	53,1	85,4	141,5	192,2	249,8	171,2	34,1	108,7	1.253,70	249,80
1999	127	143,8	66,1	72,3	43,3	67,4	183,1	39,8	84,1	181,6	135,1	65,8	1.209,40	183,10
2000	122,3	121,3	74,5	48,5	55,4	84,1	91,9	65,4	168,6	170,5	156,2	129,8	1.288,50	170,50
2001	243,6	220,9	142,1	135,2	165,6	127,5	86,8	65	137,9	90,6	127,4	132,7	1.675,30	243,60
2002	207,2	132,9	95,7	221,6	58,9	63,4	89,2	157,7	145,1	168	225,3	106,2	1.671,20	225,30
2003	58,5	177,1	93,3	39	58,6	106,3	61,2	18,6	81,2	128,6	128,7	252,3	1.203,40	252,30
2004	73,6	37,3	49,7	87,2	149,3	73,2	154,4	44,8	148,6	186	196,3	131,1	1.331,50	196,30
2005	156,2	20,7	54,9	190,7	187,1	65,1		133,3	234,2	192,5	70,4		1.305,10	234,20
2006	193,6	74,1	176,2	20,9	26,8	47,6	48,1	79,4	103,6	76,9	124,6	99,8	1.071,60	193,60
2007	108,3		143,4	79,2	188,6		173,6	77,2	136	158,2	138,4	108,4	1.311,30	188,60
2008	108,3	81,3	97,1	154	50,5	101,3	24,7	83,1	138,8	316,9	171,1	79,3	1.406,40	316,90
2009	265,3	148,4	97,8	53	65,2	46	187,3	159,8	284,4	152,6	99,3	166,3	1.725,40	284,40
2010	171,1	56,5	206,8	241,3	164,5	62,1	117,3	100,3	86,3	150,7	137,2	234,9	1.729,00	241,30
2011	243,7	221,5	153,4	67,5	105,9	82,4	202,6	355,4	248,2	133	72,8	116,4	2.002,80	355,40
2012	189,6	165,3	127,5	153,5	71,7	149	192,6	16,5	50,4	147,9	75,3	146,5	1.485,80	192,60
2013	86,4	169,6	152,4	62,5	36,5	228,5	105	170,3	236,2	118,5	54,8	108,1	1.528,80	236,20
2014	212,6	209,5	90	40,9	106,7	341,4	43	79,5	178	138	140,4		1.580,00	341,40
2015		140,4	179,6	43,9	112,4	94,1	175,2	26	218,8	300,5	179,9		1.470,80	300,50
2016	65,8	177,8	208,5	170,4	147,4	72,9	75,8	177,8	65,1	205,8	58	153,2	1.578,50	208,50
2017	99,4	44,8	109,5	95,1	243,4	184,3	9,8	112,7	56	114,1	196,7	171,2	1.437,00	243,40
2018	183	111,9	134	38,2	37,7	87,4	11,4	93,6	169,2	105,5	65,2	155,9	1.193,00	183,00
2019	220,7	184,5	100,8	97,4	186,8	27,2	50,6	22,4	69,1	208,2	127,1	65,7	1.360,50	220,70
2020	154,4	145,2	29,5	43,8	7,9	115,1	123,1	111,4	91,1	51	123,9	334,3	1.330,70	334,30
2021	229,1	30	121,6	10,8	136,7	181,6	22,5	36,6	242,3	131,6	83,5	61,8	1.288,10	242,30
MÉDIA	162,52	132,71	115,99	96,20	101,11	107,25	102,36	102,77	148,52	161,85	126,48	139,50	1.443,89	243,44
MÍNIMA	58,50	20,70	29,50	10,80	7,90	27,20	9,80	16,50	50,40	51,00	34,10	61,80	1.071,60	170,50
MÁXIMA	265,30	237,60	208,50	241,30	243,40	341,40	202,60	355,40	284,40	316,90	240,20	334,30	2.002,80	355,40
OBS.: * = estimado, D = duvidoso, branco = real, AC = acumulado, SO = sem observação, RS/RC = régua seca/caída, - = não coletado, NDC = N° de dias de chuva, Qualidade dos dados: CONSISTIDO														

Fonte: ANA (2023).

Tabela 4 – Quantidade de dias de chuvas

NÚMERO DE DIAS DE CHUVA													
Fonte: ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS				Lat: -27,21									
Estação 2749039				Long: -49,63									
Local: Rio do Sul				Altitude: 350,00									
UF: SC													
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1997	20	16	10	4	7	6	9	11	11	22	20	13	149
1998				10	6	5	12	17	17	15	9	12	103
1999	20	13	8	13	11	10	17	6	9	18	16	11	152
2000	16	12	10	4	9	10	6	10	16	16	11	17	137
2001	17	20	15	10	9	9	12	7	15	12	13	10	149
2002	14	11	13	14	10	10	13	10	10	18	14	11	148
2003	10	13	13	8	3	8	7	4	8	10	10	14	108
2004	13	11	8	12	13	8	15	5	12	10	14	13	134
2005	14	9	6	14	9	6		8	20	17	12		115
2006	18	12	14	5	6	8	9	7	10	8	13	11	121
2007	19		14	9	12		6	10	9	12	11	15	117
2008	19	14			4		6	14	14	18	23	12	124
2009	18	18	11	10	13	9	16	8	14	16	16	13	162
2010		9	20	9	14	7	12	7	10	10	11	17	126
2011	25	19	20	12	11	9	16	17	10	9	10	10	168
2012	24	12	8	15	7	10	13	2	6	12	7	16	132
2013	12	13	11	7	6	12	10	12	13	14	11	11	132
2014	17	9	16	10	11	17	5	6	15	10	10		126
2015		13	15	5	12	10	15	2	14	19	16		121
2016	13	15	10	8	10	5	6	13		15	7	12	114
2017	11	7	13	13	15	10	4	12	5	22	11	13	136
2018	19	10	17	8	7	12	4	7	15	20	10	15	144
2019	19	15	11	12	17	4	6	7	11	12	13	9	136
2020	14	14	3	8	5	14	11	9	8	11	14	19	130
2021	20	5	15	5	7	13	5	10	16	20	6	8	130
MÉDIA	16,9	12,6	12,2	9,4	9,4	9,2	9,8	8,8	12,0	14,6	12,3	12,8	132,6
MÍNIMA	10	5	3	4	3	4	4	2	5	8	6	8	103
MAXIMA	25	20	20	15	17	17	17	17	20	22	23	19	168

Fonte: ANA (2023).

Tabela 5 – Precipitações diárias máximas mensais

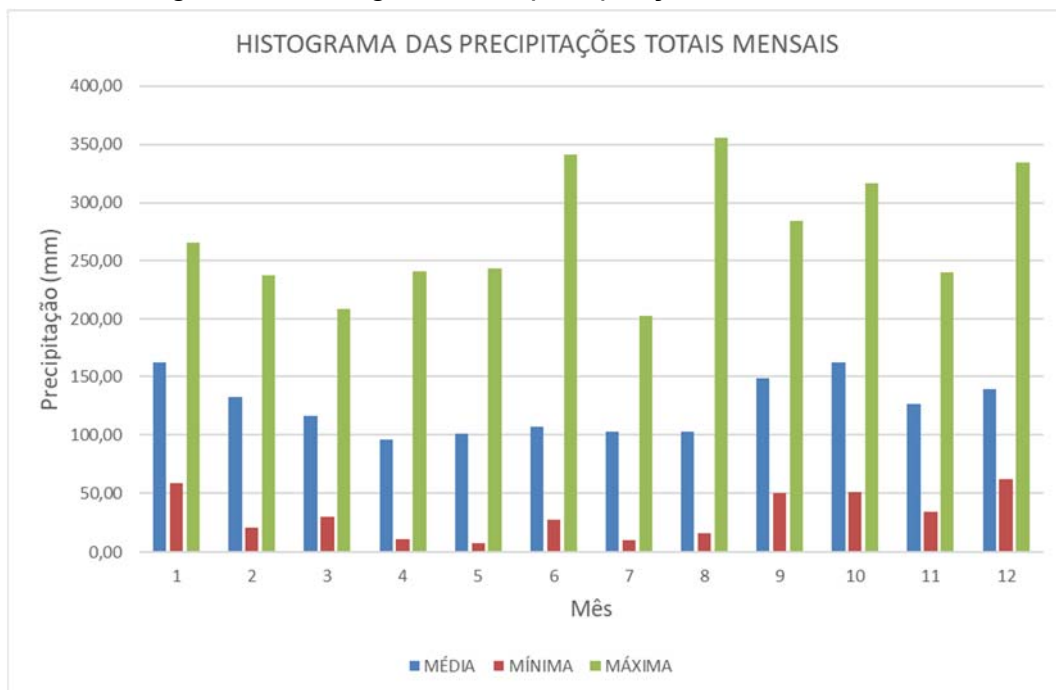
PRECIPITAÇÕES DIÁRIAS MÁXIMAS MENSAIS													
Fonte: ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS		Lat: -27,21											
Estação 2749039		Long: -49,63											
Local: Rio do Sul		Altitude: 350,00											
		UF: SC											
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÁXIMA
1997	64,2	60,9	27	6,9	29,6	34,8	20	33,1	26,2	46,7	67,2	59,2	67,20
1998				77,6	15,5	39,4	24	38,2	42,8	58,5	22,3	44,1	77,60
1999	32,5	27,8	19	24	9,1	36,7	85,7	27	27,5	55,6	46,8	13,7	85,70
2000	29,1	49,6	20,5	27,7	26,9	21,9	36,7	22,8	32,6	52,9	85	26,3	85,00
2001	62,7	48,1	28	33,7	47,2	35,3	25,5	35,1	36,1	23,7	56	26,8	62,70
2002	69,5	39,2	37,4	79,6	25,5	21,5	24,5	45,2	45,5	51	69,8	58,5	79,60
2003	20	52,3	37,7	10,5	34,2	25	26,3	7,8	32,2	40	47,3	58,8	58,80
2004	19,8	8,2	13,7	22,6	27,9	45	43,4	32,5	90,4	40,8	82,4	30,9	90,40
2005	67	9,2	22,6	72,1	88,3	24,1		78,2	41,2	39	37,8		88,30
2006	47,5	23	29,3	11,2	10	22,6	25,7	41,4	23,5	24,9	60,4	34	60,40
2007	25,3		44,1	24,8	46,6		72,2	55,8	45	37	43,6	50,7	72,20
2008	25,3	24,3	26,1	34	31,5	27,4	12,6	17	36,4	40,8	35,9	36	40,80
2009	38,5	31,5	35,8	30	14,8	12,8	32,6	47,6	57,9	34,1	17,5	42	57,90
2010	39	22,1	72,3	80,5	61,4	20,8	25,2	52	36,3	43,3	33,6	66	80,50
2011	56	44,9	33,7	27	36	20,9	46	72	86	34	21,3	51,5	86,00
2012	65,2	62,8	43	60	38	37	34	10	18	69	50	25	69,00
2013	26,4	29	59	29,5	14	53	36,5	37	41	17,5	28	32,5	59,00
2014	37,1	85	21	13,5	27,4	72,2	23	29	40	55,8	76		85,00
2015		40	35	15	37	40,4	30	18	37	57,2	30		57,20
2016	15	37,4	48	49,5	57,6	27,9	33,4	41,6	30	45	15,8	41	57,60
2017	25	12,3	28	22,8	53	68,5	6,1	30	38,1	22,1	54	41	68,50
2018	35,9	62,9	26,2	21,4	27,9	27,9	3,9	37,9	43,5	28,9	21,1	34	62,90
2019	32,2	29,3	44,4	38,1	85,7	13,2	17	9,3	20,6	48	30,7	22,8	85,70
2020	72,2	36	12,4	9,8	2,9	36,8	32,2	42,8	39,8	10,4	22,4	85,5	85,50
2021	37,2	17,1	25,4	4,1	42	46,4	11,2	11,4	48,4	32,1	38,3	20,2	48,40
Média máximas anuais = 70,88													
Desvio Padrão = 13,95													
MÉDIA	40,98	37,08	32,90	33,04	35,60	33,81	30,32	34,91	40,64	40,33	43,73	40,93	70,88
MÍNIMA	15,00	8,20	12,40	4,10	2,90	12,80	3,90	7,80	18,00	10,40	15,80	13,70	40,80
MÁXIMA	72,20	85,00	72,30	80,50	88,30	72,20	85,70	78,20	90,40	69,00	85,00	85,50	90,40

Fonte: ANA (2023).

Com base nos dados de chuvas apresentados anteriormente, foram definidos os histogramas referentes às médias, mínimas e máximas das precipitações totais

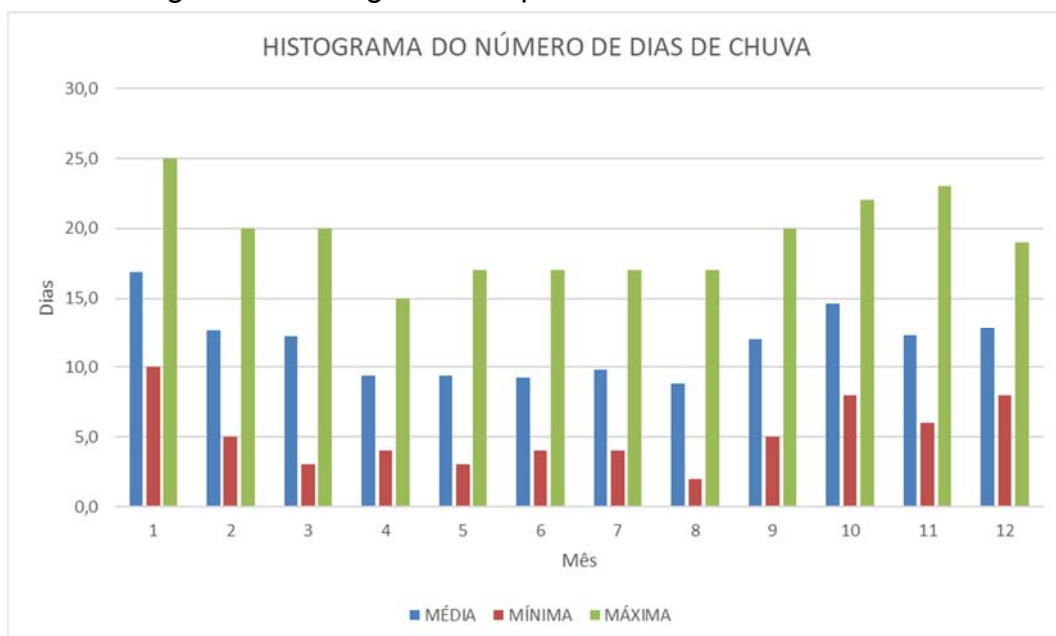
mensais, da quantidade de dias de chuva mensal e precipitações diárias máximas mensais.

Figura 8 – Histograma das precipitações totais mensais



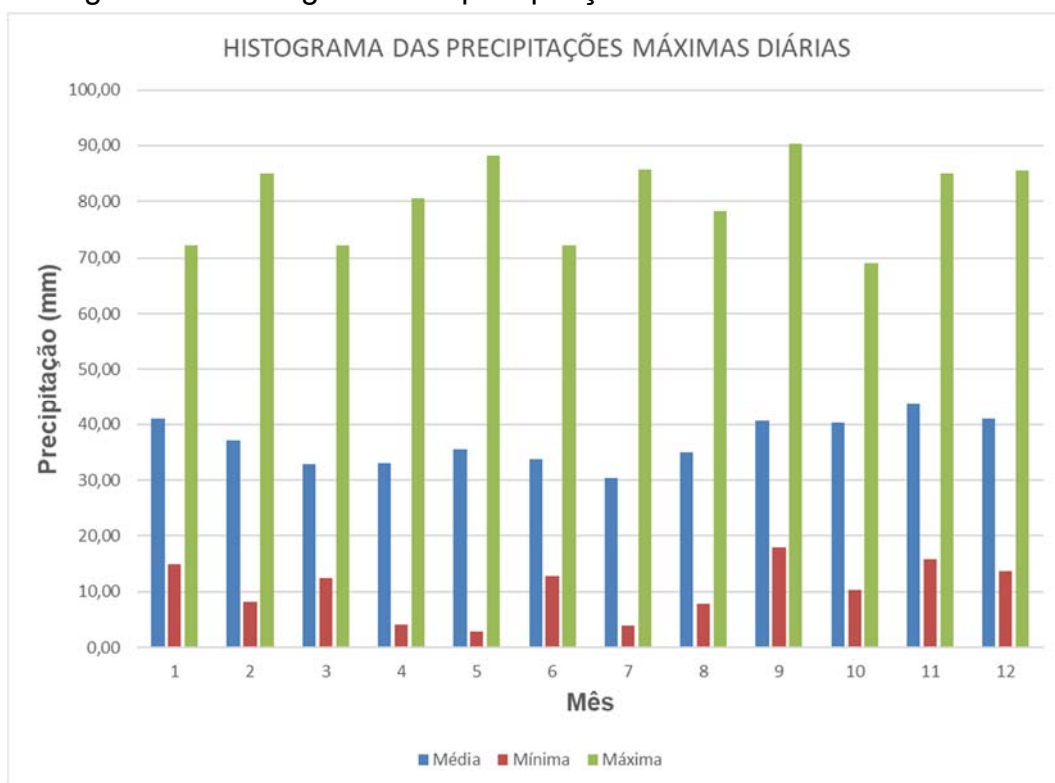
Fonte: Geomapa (2023).

Figura 9 – Histograma da quantidade de dias de chuvas



Fonte: Geomapa (2023).

Figura 10 – Histograma das precipitações diárias máximas mensais



Fonte: Geomapa (2023).

Através das informações levantadas, pode-se verificar que os maiores índices pluviométricos ocorrem nos meses de janeiro, setembro e outubro. Esse fato pode ser observado nas médias das precipitações de cada mês, uma vez que, no caso das máximas, as variáveis são mais equivalentes (o que não ocorre nas precipitações mínimas/mês). Esses valores deverão ser considerados para o dimensionamento do sistema de drenagem pluvial da via licitada.

Para determinação das curvas IDF, serão consideradas majoritariamente as informações levantadas nas precipitações diárias máximas mensais, em que é verificada uma alta de precipitação diária curta (enxurradas) nos meses de janeiro e novembro. Esses dados são referentes ao levantamento histórico de 25 anos, e alterações neste padrão podem ocorrer em períodos isolados.

7.9 EQUAÇÃO DE CHUVAS IDF

Para a determinação das curvas IDF, é necessário, primeiramente, verificar a zona em que a região referente neste projeto se encontra e aplicar os seguintes fatores de correção de cálculo de chuva-duração.

Foi utilizada a metodologia proposta por Taborga Torrico:

$$H = X + K * S$$

Onde:

- H = Altura Pluviométrica esperada para o período de retorno desejado;
- X = Média Aritmética das chuvas máximas anuais;
- K = Fator de Frequência;
- S = Desvio do padrão de amostra.

$$X = \frac{\sum X}{n}$$

$$S = \frac{\sum (X - X)^{1/2}}{n - 1}$$

Analisando estatisticamente os dados das precipitações máximas da série histórica (1996 a 2020), temos 25 anos de registro.

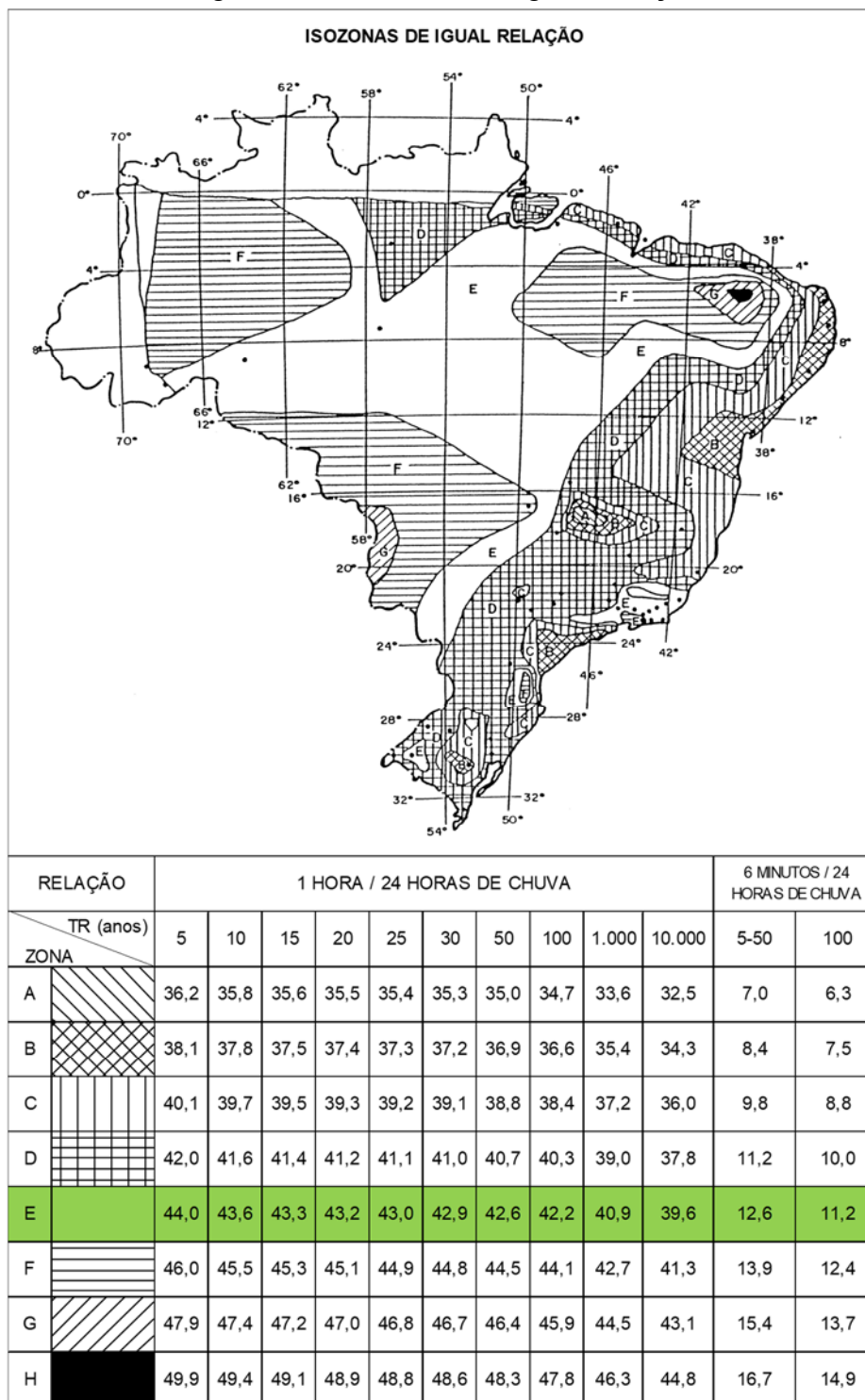
Assim temos:

- Média das Precipitações Máximas Anuais: X = 70,88 mm;
- Desvio Padrão: S = 13,95.

Segundo Taborga Torrico, as alturas pluviométricas de 24 horas guardam uma relação constante e independente do período de retorno, de 1,095 com a altura pluviométrica máxima diária, e, para as alturas de 1 hora e 0,1 hora, podem-se identificar as isozonas de características iguais, definidas por Taborga Torrico. A

relação entre a altura pluviométrica máxima diária, precipitação horária e de 0,1 hora aparece na figura a seguir.

Figura 11 – Isozonas de Igual Relação



Fonte: Torrico (1974).

De acordo com o mapa, a zona estudada para o município de Laurentino/SC é a E, sendo aplicados os coeficientes de ajuste para a determinação das retas de Chow-Gumbel para cada período de retorno, que está detalhado na tabela seguinte.

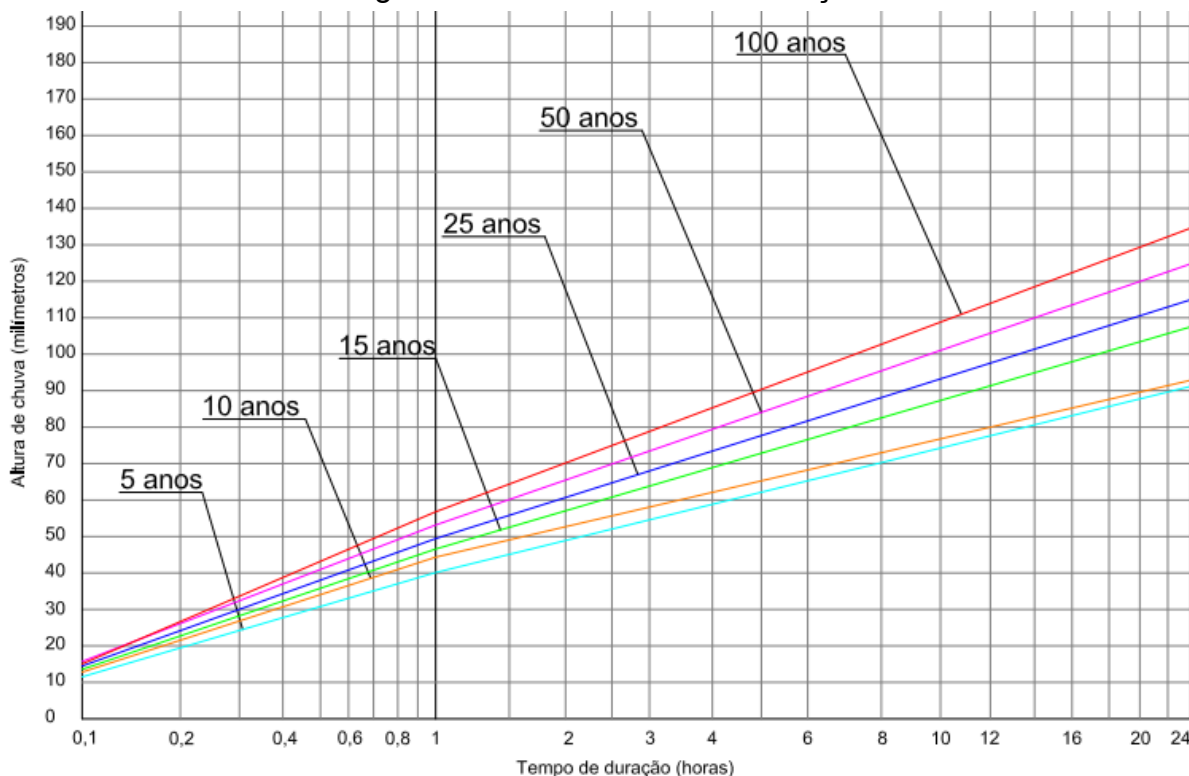
Tabela 6 – Determinação das curvas de altura de chuva-duração

DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE ALTURA DE CHUVA-DURAÇÃO											
UF: SC											
Estação : 2749039											
Local : Rio do Sul											
Nº de anos observados = 25											
Precip. Média (mm) = 70,88											
Desvio Padrão = 13,95											
* Usando a metodologia proposta por TORRICO, 1974											
TR = 5			83,27			TR = 10			P1dia(Chow-Gumbel) =		
Duração (h)	Coeficiente de Ajuste		Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)		Duração (h)	Coeficiente de Ajuste		Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	
0,1	0,126		11,49	114,88		0,1	0,126		12,81	128,11	
1,0	0,440		40,12	40,12		1,0	0,436		44,33	44,33	
24,0	1,095		91,18	3,80		24,0	1,095		101,67	4,24	
TR = 15			98,20			TR = 25			P1dia(Chow-Gumbel) =		
Duração (h)	Coeficiente de Ajuste		Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)		Duração (h)	Coeficiente de Ajuste		Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	
0,1	0,126		13,55	135,48		0,1	0,126		14,48	144,84	
1,0	0,433		46,56	46,56		1,0	0,430		49,43	49,43	
24,0	1,095		107,53	4,48		24,0	1,095		114,95	4,79	
TR = 50			113,96			TR = 100			P1dia(Chow-Gumbel) =		
Duração (h)	Coeficiente de Ajuste		Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)		Duração (h)	Coeficiente de Ajuste		Precip. Total (mm)	Intensidade (mm/h)	
0,1	0,126		15,72	157,24		0,1	0,112		15,07	150,73	
1,0	0,426		53,16	53,16		1,0	0,422		56,79	56,79	
24,0	1,095		124,79	5,20		24,0	1,095		134,58	5,61	

Fonte: Geomapa (2023).

Com a aplicação dos coeficientes de ajuste, é possível determinar as retas de chuva-duração para todos os períodos de retorno coerentes para dimensionamento de drenagem pluvial, que foi determinado na figura a seguir.

Figura 12 – Retas de chuva-duração



Fonte: Geomapa (2023).

Através das retas relativas a cada período de retorno, se consegue determinar todas as precipitações em um período de duração de chuvas de 0,1 a 24 horas, determinando-se dessa forma, a intensidade de chuva em mm/h para cada duração e período de retorno.

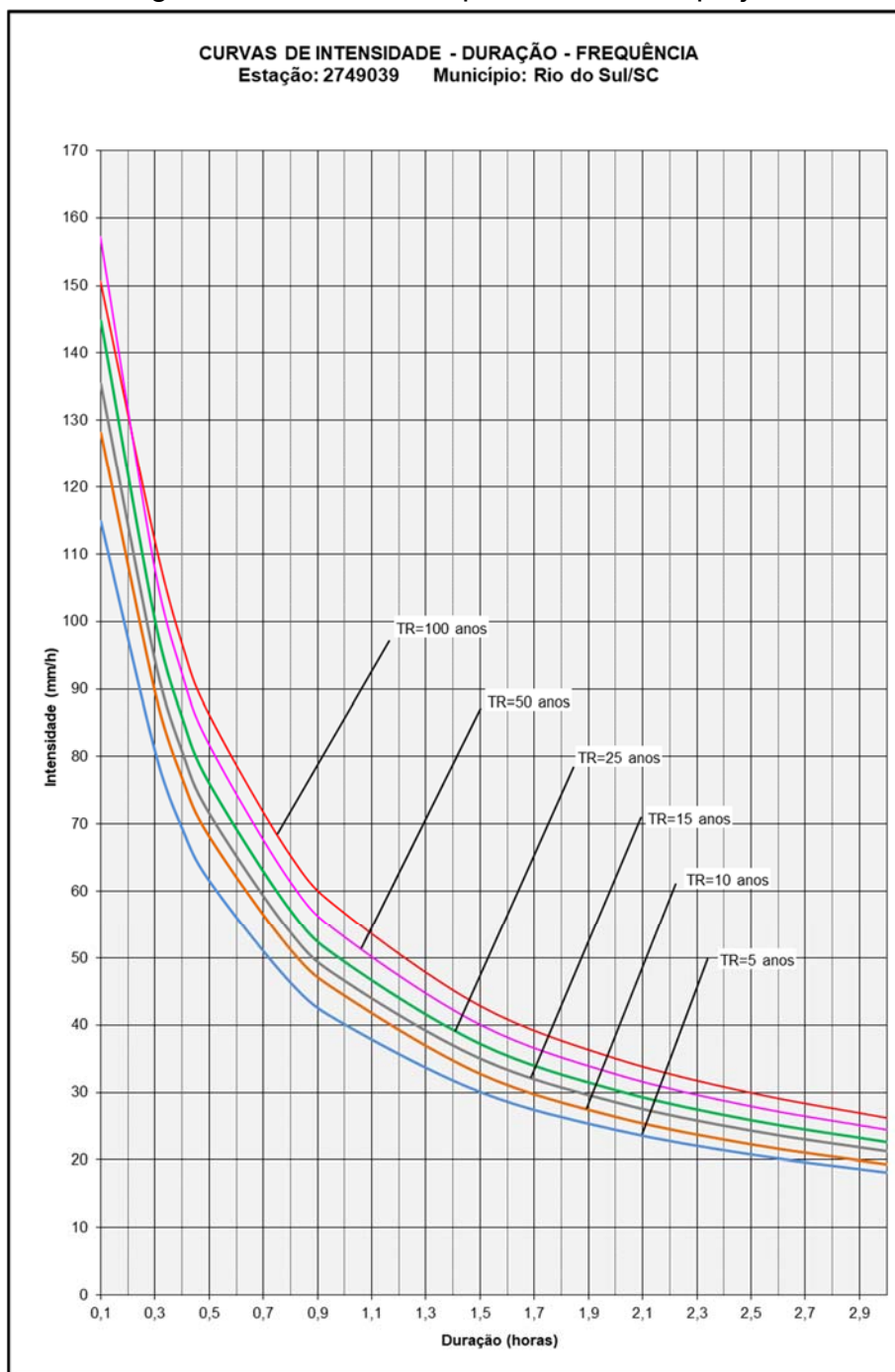
Tabela 7 – Determinação das curvas IDF

DETERMINAÇÃO DAS CURVAS DE INTENSIDADE - DURAÇÃO - FREQUÊNCIA													
Duração		TR=5 anos		TR=10 anos		TR=15 anos		TR=25 anos		TR=50 anos		TR=100 anos	
		H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)	H (mm)	I (mm/h)
0,1	6	11,49	114,88	12,81	128,11	13,55	135,48	14,48	144,84	15,72	157,24	15,07	150,73
0,3	18	24,23	80,77	26,84	89,46	28,24	94,14	30,04	100,12	32,38	107,94	33,64	112,13
0,4	24	27,75	69,37	30,71	76,77	32,29	80,74	34,33	85,81	36,98	92,45	38,76	96,90
0,5	30	30,78	61,56	34,05	68,10	35,79	71,58	38,03	76,06	40,95	81,89	43,18	86,36
0,8	48	37,05	46,32	40,96	51,19	43,03	53,78	45,69	57,11	49,15	61,44	52,32	65,40
1,0	60	40,12	40,12	44,33	44,33	46,56	46,56	49,43	49,43	53,16	53,16	56,79	56,79
1,5	90	45,10	30,07	49,06	32,71	52,51	35,00	55,82	37,21	60,15	40,10	64,38	42,92
2,0	120	48,90	24,45	52,67	26,34	57,04	28,52	60,70	30,35	65,48	32,74	70,17	35,08
2,5	150	52,04	20,81	55,65	22,26	60,79	24,32	64,72	25,89	69,88	27,95	74,95	29,98
3,0	180	54,57	18,19	58,06	19,35	63,81	21,27	67,97	22,66	73,43	24,48	78,81	26,27
6,0	360	65,27	10,88	68,23	11,37	76,59	12,77	81,71	13,62	88,45	14,74	95,11	15,85
12,0	720	77,62	6,47	79,96	6,66	91,34	7,61	97,55	8,13	105,76	8,81	113,92	9,49
16,0	960	83,14	5,20	85,21	5,33	97,93	6,12	104,64	6,54	113,52	7,09	122,34	7,65
20,0	1200	87,73	4,39	89,57	4,48	103,41	5,17	110,52	5,53	119,95	6,00	129,33	6,47
24,0	1440	91,18	3,80	92,85	3,87	107,53	4,48	114,95	4,79	124,79	5,20	134,58	5,61

Fonte: Geomapa (2023).

A partir desses dados, é feita a curva IDF para os períodos de retorno de 5, 10, 15, 25, 50 e 100 anos, possibilitando o desenvolvimento de projetos de obras de arte, estradas, drenagens e estudos hidrológicos.

Figura 13 – Curvas IDF para o referente projeto



Fonte: Geomapa (2023).

8 CÁLCULO DAS GALERIAS

8.1 COEFICIENTE DE RUGOSIDADE

Como todo material utilizado para tubulações será de concreto, adotou-se o coeficiente de rugosidade “n” igual a 0,015.

8.2 VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO

O cálculo da vazão é obtido através do método racional:

$$Q = C * i * A$$

A consideração feita para fins de cálculo, foi realizada de tal forma que a vazão encontrada nos trechos é $Q_i + Q_{i-1}$. Dessa forma, é considerada a vazão total acumulada do trecho que está sendo analisado.

8.3 INCLINAÇÃO DO GREIDE E DA GALERIA

A determinação da declividade do greide é determinada pela relação entre o desnível das cotas de terreno e o comprimento do trecho entre dois acessórios.

$$I_{\text{greide}} = \frac{CTM - CTJ}{L_{\text{trecho}}}$$

A determinação da declividade da galeria é formada pela relação entre os níveis das cotas do canal pelo comprimento dos poços de visitas.

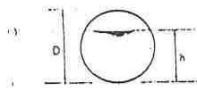
8.4 DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO

Para determinação dos diâmetros a serem utilizados na galeria, utilizou-se como base a equação de Manning para condutos livres e circulares. Como a lâmina de água em galerias circulares não deve ultrapassar 80%, ou seja, $y/D = 0,80$, utilizou-se esta relação, através da Tabela a seguir.

$$\frac{Q * n}{D^3 * I^2} = \text{variável}$$

Tabela 8 – Regime de Escoamento nas Seções Circulares

TABELA 4-1

REGIME UNIFORME DE
ESCOAMENTO NAS
SEÇÕES CIRCULARES


h = Altura da lâmina d'água

D = Diâmetro da conduta

A = Área molhada

R = Raio hidráulico

Qn = Descarga em m³/s, pela fórmula de Manning

n = Coeficiente de rugosidade de Manning

i = Declividade da conduta ou da linha d'água

em m/m

$\frac{h}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q_n}{D^{8/3} \cdot i^{1/2}}$	$\frac{Q_n}{h^{8/3} \cdot i^{1/2}}$
0.01	0.00133	0.00664	0.00005	10.1129
0.02	0.00375	0.01321	0.00021	7.1070
0.03	0.00687	0.01972	0.00050	5.7669
0.04	0.01054	0.02617	0.00093	4.9631
0.05	0.01460	0.03255	0.00150	4.4113
0.06	0.01924	0.03887	0.00221	4.0014
0.07	0.02417	0.04513	0.00306	3.6810
0.08	0.02944	0.05132	0.00407	3.4212
0.09	0.03501	0.05745	0.00521	3.2047
0.10	0.04088	0.06352	0.00651	3.0204
0.11	0.04701	0.06952	0.00795	2.8610
0.12	0.05339	0.07546	0.00953	2.7211
0.13	0.06000	0.08133	0.01126	2.5969
0.14	0.06683	0.08714	0.01314	2.4857
0.15	0.07387	0.09288	0.01515	2.3852
0.16	0.08111	0.09855	0.01731	2.2938
0.17	0.08854	0.10416	0.01960	2.2100
0.18	0.09613	0.10971	0.02203	2.1329
0.19	0.10390	0.11518	0.02460	2.0616
0.20	0.11182	0.12059	0.02729	1.9953
0.21	0.11990	0.12593	0.03012	1.9334
0.22	0.12811	0.13121	0.03308	1.8755
0.23	0.13647	0.13642	0.03616	1.8211
0.24	0.14494	0.14156	0.03937	1.7698
0.25	0.15355	0.14663	0.04270	1.7214

$\frac{h}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q_n}{D^{8/3} \cdot i^{1/2}}$	$\frac{Q_n}{h^{8/3} \cdot i^{1/2}}$
0.26	0.16226	0.15163	0.04614	1.6755
0.27	0.17109	0.15656	0.04970	1.6320
0.28	0.18002	0.16142	0.05337	1.5905
0.29	0.18905	0.16622	0.05715	1.5511
0.30	0.19817	0.17094	0.06104	1.5134
0.31	0.20738	0.17559	0.06503	1.4773
0.32	0.21667	0.18018	0.06912	1.4427
0.33	0.22603	0.18469	0.07330	1.4096
0.34	0.23547	0.18913	0.07758	1.3777
0.35	0.24498	0.19349	0.08195	1.3471
0.36	0.25455	0.19779	0.08641	1.3175
0.37	0.26418	0.20201	0.09095	1.2891
0.38	0.27386	0.20615	0.09557	1.2615
0.39	0.28359	0.21023	0.10027	1.2350
0.40	0.29337	0.21423	0.10503	1.2092
0.41	0.30319	0.21815	0.10987	1.1843
0.42	0.31304	0.22200	0.11477	1.1601
0.43	0.32293	0.22577	0.11973	1.1367
0.44	0.33284	0.22947	0.12475	1.1139
0.45	0.34278	0.23309	0.12983	1.0918
0.46	0.35274	0.23663	0.13495	1.0702
0.47	0.36272	0.24009	0.14011	1.0493
0.48	0.37270	0.24347	0.14532	1.0289
0.49	0.38270	0.24678	0.15057	1.0090
0.50	0.39270	0.25000	0.15584	0.9895

$\frac{h}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q_n}{D^{8/3} \cdot i^{1/2}}$	$\frac{Q_n}{h^{8/3} \cdot i^{1/2}}$
0.51	0.40270	0.25314	0.16115	0.9706
0.52	0.41269	0.25620	0.16648	0.9521
0.53	0.42268	0.25918	0.17182	0.9340
0.54	0.43266	0.26207	0.17718	0.9163
0.55	0.44262	0.26489	0.18256	0.8990
0.56	0.45255	0.26761	0.18793	0.8821
0.57	0.46247	0.27025	0.19331	0.8655
0.58	0.47236	0.27280	0.19869	0.8492
0.59	0.48221	0.27527	0.20405	0.8333
0.60	0.49203	0.27764	0.20940	0.8177
0.61	0.50180	0.27993	0.21473	0.8023
0.62	0.51154	0.28212	0.22004	0.7873
0.63	0.52122	0.28423	0.22532	0.7725
0.64	0.53085	0.28623	0.23056	0.7579
0.65	0.54042	0.28815	0.23576	0.7437
0.66	0.54992	0.28996	0.24092	0.7296
0.67	0.55936	0.29168	0.24602	0.7158
0.68	0.56873	0.29330	0.25106	0.7021
0.69	0.57802	0.29482	0.25604	0.6887
0.70	0.58723	0.29623	0.26095	0.6755
0.71	0.59635	0.29754	0.26579	0.6625
0.72	0.60538	0.29875	0.27054	0.6496
0.73	0.61431	0.29984	0.27520	0.6370
0.74	0.62313	0.30082	0.27976	0.6245
0.75	0.63185	0.30169	0.28422	0.6121

$\frac{h}{D}$	$\frac{A}{D^2}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{Q_n}{D^{8/3} \cdot i^{1/2}}$	$\frac{Q_n}{h^{8/3} \cdot i^{1/2}}$
0.76	0.64045	0.30244	0.28856	0.5999
0.77	0.64893	0.30306	0.29279	0.5878
0.78	0.65728	0.30357	0.29689	0.5759
0.79	0.66550	0.30395	0.30085	0.5641
0.80	0.67357	0.30419	0.30466	0.5524
0.81	0.68150	0.30430	0.30832	0.5408
0.82	0.68926	0.30427	0.31181	0.5293
0.83	0.69686	0.30409	0.31513	0.5179
0.84	0.70429	0.30376	0.31825	0.5066
0.85	0.71152	0.30327	0.32117	0.4954
0.86	0.71856	0.30260	0.32388	0.4842
0.87	0.72540	0.30176	0.32635	0.4731
0.88	0.73201	0.30073	0.32858	0.4620
0.89	0.73839	0.29949	0.33053	0.4510
0.90	0.74452	0.29804	0.33219	0.4400
0.91	0.75039	0.29634	0.33353	0.4289
0.92	0.75596	0.29437	0.33452	0.4178
0.93	0.76123	0.29210	0.33512	0.4067
0.94	0.76616	0.28948	0.33527	0.3954
0.95	0.77072	0.28645	0.33491	0.3840
0.96	0.77486	0.28291	0.33393	0.3723
0.97	0.77853	0.27870	0.33218	0.3603
0.98	0.78165	0.27351	0.32936	0.3476
0.99	0.78407	0.26658	0.32476	0.3336
1.00	0.78540	0.25000	0.31000	0.3100

8.5 ÁREA MOLHADA

Para determinação da área molhada da tubulação utilizou-se o cálculo dos coeficientes, Q_n , y/D , A/D^2 , todos calculados por interpolação, e usando como base a Tabela anterior.

O cálculo da área molhada da tubulação é dado por:

$$\frac{A}{D^2} = \text{variável}$$

Onde:

- A = Área molhada da tubulação (m^2);
- D = Diâmetro da tubulação (m).

8.6 VELOCIDADE DE ESCOAMENTO

A velocidade de escoamento dentro da tubulação não pode ultrapassar o intervalo entre 1 e 5 m/s e é calculada por:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Onde:

- V = Velocidade (m/s);
- Q = Vazão (m³/s);
- A = Área molhada (m²).

8.7 TEMPO DE ESCOAMENTO

O tempo de escoamento é o período que a água leva para chegar de um PV a outro. Esse valor é utilizado para o cálculo do tempo de concentração do trecho seguinte. Para determinação desse tempo de escoamento, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$t_{\text{escoamento}} = \left(\frac{L}{V} \right)$$

Onde:

- $t_{\text{escoamento}}$ = tempo de escoamento (min);
- L = comprimento do trecho (m);
- V = velocidade (m/s).

Para as áreas de contribuição inferiores a 1000 m², ou declividade média menor ou igual a 2%, o tempo de concentração inicial adotado foi de 10 minutos. No restante dos casos se utiliza um t_c mínimo de 5 minutos.

8.8 CÁLCULO DA TUBULAÇÃO

Tabela 9 – Cálculo da tubulação de concreto e saídas de Bueiros

CÁLCULO DAS GALERIAS																			
Trecho	Observação	L (m)	Área (m²)		C		tc (min)	TR (anos)	i (mm/h)	Q (L/s)	Igaleria Média (m/m)	Dcalc (cm)	Dadot (cm)	Qn/D^4/3*i^1/2	γ/D	A/D²	A (m²)	V = Q/A (m/s)	te = L/V
			Trec	Acum	Trec	Méd													
Drenagem da Via																			
ES0 - ES8 (Saída - Ligação na R. Pref. José Tambosi)	-	160,00	9000,00	9000,00	0,60	0,60	5,00	10	127,70	191,55	0,1200	25,89	40	0,10	0,38	0,27	0,044	4,37	36,58

Fonte: Geomapa (2023).

8.9 PROCESSOS CONSTRUTIVOS

Estabelecer os procedimentos para construção de dispositivos de drenagem urbana envolvendo galerias, bocas de lobo, poços de visita e caixas de ligação, destinados a coleta de águas superficiais e condução subterrânea para locais de descarga mais favorável.

- **Galerias/Tubo:** dispositivos destinados à condução dos deflúvios que se desenvolvem na plataforma da via para os coletores de drenagem, através de canalizações subterrâneas, integrando o sistema de drenagem da via ao sistema urbano, de modo a permitir a livre circulação de veículos;
- **Caixas de Captação/Bocas de lobo:** dispositivos de captação, localizados junto aos bordos dos acostamentos ou meios-fios da malha viária urbana que, através de ramais, transferem os deflúvios para as galerias ou outros coletores. Por se situarem em área urbana, por razões de segurança, são capeados por grelhas metálicas ou placas de concreto;
- **Caixa de Ligação:** caixas intermediárias que se localizam ao longo da rede para permitir modificações de alinhamento, dimensões, declive ou alteração de quedas;
- **Caixa de Inspeção/Poço de Visita:** são colocados em trechos longos, possibilitando a manutenção e permitindo o acesso ao pessoal da limpeza.

8.10 FORMA DE ASSENTAMENTO DE TUBOS

O fundo da vala será regularizado e limpo, e o tubo será assentado sobre uma camada de 10 cm de brita graduada.

As cotas de fundo de vala para a drenagem, estão indicadas nas pranchas do perfil longitudinal da drenagem para cada trecho.

A drenagem deverá ser locada e nivelada, obedecendo as cotas informadas no projeto e executada por topógrafo com equipamento topográfico de precisão.

8.11 TUBOS CIRCULARES DE CONCRETO

Os tubos de concreto de seção circular para águas pluviais deverão atender o que preconiza a NBR 8890/2003 e terão encaixe tipo macho e fêmea.

Não serão aceitos tubos que apresentarem defeitos de fabricação ou rachaduras, nem tampouco tubos que apresentarem problemas no sistema de encaixe ou desigualdade na espessura da parede.

- Fratura tendo largura maior que 0,25 cm, com comprimento contínuo, transversal ou longitudinal, numa extensão de 30 cm, será motivo de rejeição;
- Fratura deixando ver duas linhas viáveis de recepção, mesmo não tendo a largura de 0,25 cm ou mais, que se estenda transversal ou longitudinalmente por mais de 30 cm, será rejeitado;
- Fratura que se assemelhe a uma simples linha, como se fosse um fio capilar visível interna e externamente, na superfície, será motivo de rejeição;
- Mistura imperfeita de concreto ou moldagem será motivo de rejeição;
- Qualquer superfície de tubo que apresente “ninho de concretagem” será motivo de rejeição;
- Qualquer vestígio de que a superfície seja retrabalhada após a fabricação inicial será motivo de rejeição;
- Variação na medida do diâmetro, fora do que prevê as especificações das normas será motivo de rejeição;
- Quando armado, se a armadura do tubo estiver exposta, constituirá motivo de rejeição;
- Deficiências na espessura da parede do tubo, em relação ao recomendado nas normas, será motivo de rejeição;
- Qualquer obliquidade do corpo do tubo em relação à bolsa, será motivo de rejeição;
- Quando o tubo for percutido com batidas de um martelo, deverá emitir som claro, caso contrário será motivo de rejeição.

Após a locação de drenagem deverá ser executada a escavação mecânica da vala de acordo com a largura dimensionada em projeto para cada tipo de tubo. Deverá ser observada a profundidade da vala de acordo com a declividade e cotas do fundo de vala com rigoroso acompanhamento técnico e nivelamento topográfico para garantir o escoamento calculado em projeto.

As operações de escavações da vala compreendem:

- Escavação e carga do material excedente utilizado no reaproveitamento;
- Transporte e descarga do material excedente utilizado no reaproveitamento para aterros ou bota-foras; para o orçamento determinou-se DMT de acordo com especificações em planilha orçamentária e o empolamento considerado foi de 25%.

O rejuntamento será executado com argamassa de cimento e areia no traço 1:3.

O assentamento dos tubos deverá obedecer às cotas e alinhamentos indicados no projeto.

8.12 CÁLCULO DAS SARJETAS

As sarjetas são dispositivos de drenagem longitudinal construídos lateralmente às pistas de rolamento e às plataformas dos escalonamentos, destinados a interceptar os deflúvios, que escoando pelo talude ou terrenos marginais podem comprometer a estabilidade dos taludes, a integridade dos pavimentos e a segurança do tráfego, e geralmente tem, por razões de segurança, a forma triangular ou semicircular.

Os dispositivos serão construídos de acordo com as dimensões, localização, confecção e acabamento determinados no projeto executivo.

O concreto utilizado nos dispositivos deverá ser dosado racionalmente e experimentalmente, para uma resistência característica à compressão mínima ($f_{ck,min}$), aos 28 dias, de 15 MPa, devendo ser preparado de acordo com o prescrito na norma NBR 6118/2014 além de atender as especificações do DNER – ES 330/97.

Recomenda-se, como mínimo, os seguintes equipamentos para a perfeita execução do serviço: caminhão basculante, caminhão carroceria fixa, betoneira ou

caminhão betoneira, motoniveladora, pá carregadeira, rolo compactador metálico, retroescavadeira ou valetadeira. Todo equipamento utilizado deverá ser vistoriado, antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada a sua utilização.

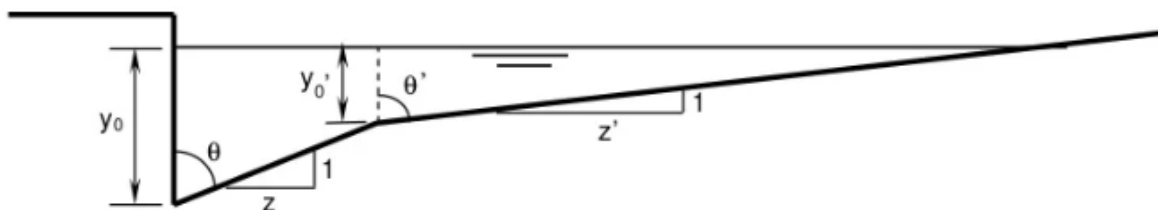
As sarjetas poderão ser moldadas *in loco* ou pré-moldadas. A sua execução deverá ser iniciada após a conclusão de todas as operações de pavimentação que envolvam atividades na faixa anexa à plataforma cujos trabalhos de regularização ou acerto possam danificá-las. O preparo e a regularização da superfície de assentamento serão executados com operação manual envolvendo cortes, aterros ou acertos, de forma a atingir a geometria projetada para o dispositivo.

Os materiais empregados para camadas preparatórias para o assentamento das sarjetas serão os próprios solos existentes no local, ou mesmo, material excedente da pavimentação. Os materiais escavados e não utilizados nas operações de escavação e regularização da superfície de assentamento serão destinados a bota-fora, cuja localização será definida de modo a não prejudicar o escoamento das águas superficiais.

Para a marcação da localização das sarjetas serão implantados gabaritos constituídos de guias de madeira servindo de referência para concretagem, cuja seção transversal corresponda às dimensões e forma de cada dispositivo, e com a evolução geométrica estabelecida no projeto, espaçando-se estes gabaritos em 3 m, no máximo. A concretagem envolverá um plano executivo, prevendo o lançamento do concreto em lances alternados. O espalhamento será feito mediante o emprego de ferramentas manuais.

Toda a execução, especificação de materiais e equipamentos deverá seguir o que está determinado na norma DEINFRA-SC-ES-D-01/92.

Figura 14 – Parâmetros da sarjeta composta

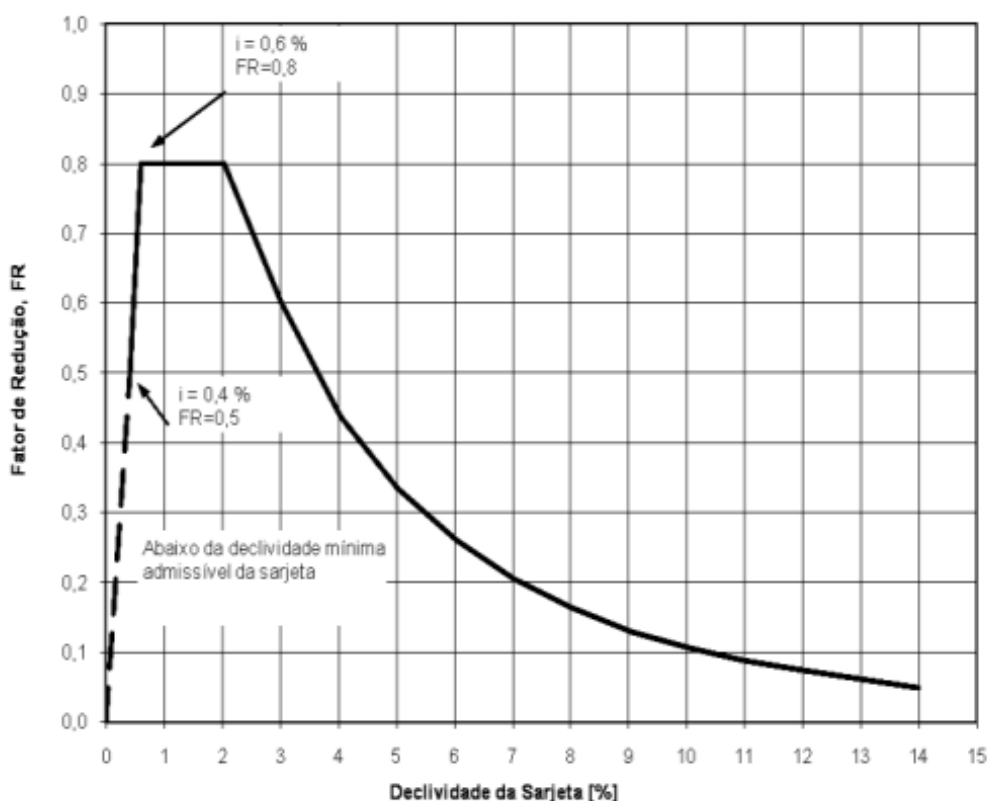


8.12.1 Convenções de Cálculo de Canais Triangulares

Itens que afetam no dimensionamento das sarjetas:

- Trecho: Trecho de atuação de cada segmento de sarjeta;
- Hguia (m): Altura total da sarjeta;
- n: Coeficiente de rugosidade da sarjeta;
- i (m/m): inclinação longitudinal de cada trecho;
- y (m): Altura molhada considerada no cálculo;
- Am (m): Área transversal molhada;
- Pm (m): Perímetro transversal molhado, que compreende o perímetro transversal em que a lâmina d'água possui contato com a superfície da sarjeta;
- Rh: Raio hidráulico $\rightarrow Rh = Am/Pm$
- V (m/s): Velocidade local da lâmina d'água $\rightarrow V = Rh^{\frac{2}{3}} * \frac{\sqrt{i}}{n}$
- Q (m³/s): Vazão local da sarjeta $\rightarrow Q = Am * V$
- Fator de Redução da sarjeta em função da inclinação:

Figura 15 – Fator de redução de vazão



- Q efetiva (m^3/s): Produto da vazão real e fator de redução (vazão suportada no trecho);
- C: Coeficiente de *Runoff*;
- I (mm/h): Precipitação retirada a partir de estudo hidrológico;

Para ocorrer a verificação do dimensionamento, é necessário que a vazão efetiva (suportada no trecho) seja maior do que a vazão de ocorrência local.

Tabela 10 – Cálculo de dimensionamento das sarjetas

PLANILHA CÁLCULO DAS SARJETAS - UNILATERAL													
		Lâmina d'água										Capacidade Efetiva	
Trecho	H guia	y0	y1	z0	z1	n	I	Q1	Q2	Q3	Qtotat	Fator	Qefetiva
	m	m	m				m/m	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	redução	m³/s
ESO - ES8 (Saída - Ligação na R. Pref. José Tambosi)	0,15	0,07	0	49,98	0	0,015	0,1200	0,3602	0,0000	0,0000	0,3602	0,4	0,1441

Fonte: Geomapa (2023).

8.13 CÁLCULO DAS BOCAS DE LOBO

As bocas de lobo são elementos de recolhimento de água nas sarjetas, de forma a conduzi-la para as galerias e tubulações subterrâneas.

Com base no cálculo das sarjetas apresentado anteriormente, é calculada a quantidade de bocas de lobo na via.

Tabela 11 – Cálculo da quantidade de bocas de lobo

Cálculo Quantidade de Bocas de Lobo em cada Trecho - Unilateral											
Trecho	Área Cont. da sarjeta	i	C	Comprimento do trecho	Qcontribuição Trecho	Qef. Sarjeta	Q Boca de Lobo	Qtde mín. de BL	Qtde adot. BL	Verificação de Contribuição do trecho/nº BLs	Distância para cada BL
	m^2	mm/h		m	m^3/s	m^3/s	m^3/s	unid.	unid.	Qct/nºBL<Qef.Sarj.	m/BL
ESO - ES8 (Saída - Ligação na R. Pref. José Tambosi)	9000,00	127,70	0,6	160,00	0,0958	0,1441	0,0290	3,307	4	OK	40,00

Fonte: Geomapa (2023).

8.14 ESCAVAÇÃO E REATERRO DE VALAS

A escavação das valas de drenagem deve ser realizada após o greide de terraplanagem finalizado, respeitando sempre a cota de fundo de vala para que assim possa ser respeitada a inclinação indicada em projeto.

O reaterro somente será autorizado depois de fixadas as tubulações, e deverá ser feito com brita nº 2, ou com outro material aprovado pela FISCALIZAÇÃO, de forma mecânica, até uma altura de 60 cm acima da geratriz superior da tubulação.

A discretização do cálculo de escavação e reaterro da drenagem é representada trecho a trecho na tabela a seguir.

Tabela 12 – Cálculo de escavação e reaterro de valas de drenagem

Reaterro e Escavação de Vala - Drenagem										
Lado	Estaca Inicial	Trecho	Cota fundo Inicial (m)	Cota fundo Final (m)	Comprimento (m)	Largura da Vala (m)	Área de Ocupação do Tubo Ø40 (m²)	Área Perfil de Reaterro (m²)	Volume de Reaterro (m³)	Volume de Escavação (m³)
Direito	0+6,66	1	1,92	1,39	35	0,8	0,1963	57,93	30,23	39,90
	2+1,36	2	1,39	1,62	40	0,8	0,1963	60,20	29,75	40,80
	4+1,08	3	1,62	1,82	40	0,8	0,1963	68,80	36,63	47,68
	6+1,02	4	1,82	1,71	42	0,8	0,1963	74,13	39,97	51,58
Transversal	-	1	1,92	1,92	8	0,8	0,1963	15,36	8,61	10,82
	-	2	1,73	1,39	8	0,8	0,1963	12,48	6,30	8,51
	-	3	1,76	1,62	7	0,8	0,1963	11,83	6,24	8,18
	-	4	2,03	1,82	7	0,8	0,1963	13,48	7,56	9,49
Volume Total (m³)									165,28	216,95

Fonte: Geomapa (2023).

As informações da tabela anterior foram extraídas do projeto e os resultados são decorrentes das equações:

$$\text{Área perfil de drenagem} = \frac{\text{Cota Inicial} + \text{Cota Final}}{2} * \text{Comprimento do Trecho}$$

A área da drenagem em perfil é extraída através de dados de fundo de vala das estruturas no perfil de drenagem no projeto. É resultante da média das cotas de início e fim de cada trecho, multiplicada pelo comprimento do trecho em cada lado da pista.

Com a área do perfil, pode-se calcular o volume de escavação e reaterro com as seguintes equações:

Vol. de Escavação

$$= (\text{Área do perfil} * \text{largura da vala}) \\ - (\text{hestr.} * \text{comprimento do trecho} * \text{largura da vala}) + (\text{hassent.} * \text{comprimento do trecho} * \text{largura da vala})$$

Vol. de Reaterro

$$= (\text{Área do perfil} * \text{largura da vala}) \\ - (\text{área do tubo} * \text{comprimento do trecho}) \\ - (\text{hestr.} * \text{comprimento do trecho} * \text{largura da vala}) + (\text{hassent.} * \text{comprimento do trecho} * \text{largura da vala})$$

O volume considerado é uma relação entre a área do perfil de drenagem de cada trecho multiplicado pela largura da vala, subtraído dos itens que afetam diretamente o resultado do volume (estrutura do pavimento e tubo) e adicionado à altura que representa o assentamento do tubo. São eles:

- Área do Tubo DN40 = $\pi r^2 = \pi 0,25^2 = 0,1963 \text{ m}^2$, em que é considerado um diâmetro de 0,50 m, a considerar a espessura da parede do tubo
- Altura da estrutura do pavimento = hestr. = $0,08 + 0,05 + 0,20 = 0,33 \text{ m}$
- Altura de assentamento = hassent. = $0,10 \text{ m}$

9 DISPOSITIVOS DE CAPTAÇÃO, INSPEÇÃO E JUNÇÃO

9.1 CAIXAS DE CAPTAÇÃO SIMPLES

As caixas coletoras destinam-se à captação das águas que escoam pelos meios-fios e calçadas. As caixas de captação de águas superficiais são projetadas de tal forma que a areia fique depositada em um compartimento facilitando a limpeza das mesmas, conforme projeto.

As caixas deverão ser executadas de acordo com os projetos, no que se refere às dimensões da espessura das paredes e locação das mesmas na plataforma.

Para a execução das caixas deverá ser realizada escavação no local da vala e realizado o reaterro com o material indicado.

Os materiais empregados na sua execução deverão ser de alvenaria de tijolos maciço e/ou bloco de concreto ou elementos pré-moldados *in loco*, de concreto, assentados e rejuntados entre si, com argamassa de cimento e areia média com traço em volume de 1:3 respectivamente. Os elementos devem ser bem rejuntados para evitar infiltração entre os elementos de ligação provocando erosão e recalques no reaterro e garantir estanqueidade no reservatório de água no sifão.

9.2 CAIXAS DE INSPEÇÃO

As caixas de inspeção são colocadas nos trechos longos, possibilitando a manutenção e permitindo o acesso ao pessoal da limpeza usada também com o objetivo de mudança de direção, declividade e diâmetro dos tubos.

São projetadas de tal forma que a areia fique depositada em um compartimento facilitando a limpeza das mesmas, conforme projeto.

As caixas deverão ser executadas de acordo com os projetos no que se refere às dimensões internas e locação das mesmas na plataforma.

A execução das caixas deverá ser realizada durante a colocação dos tubos aproveitando a abertura da vala para assentamento dos mesmos.

Os materiais empregados na sua execução deverão ser de alvenaria de tijolos maciço e/ou bloco de concreto e/ou elementos pré-moldados *in loco* de concreto, assentados e rejuntados entre si com argamassa de cimento cal e areia respectivamente. Os elementos devem ser bem rejuntados para evitar infiltração entre os elementos de ligação provocando erosão e recalques no reaterro. Para o orçamento foi considerado fundo das caixas em concreto magro fck 15 MPa e tampas de concreto armado fck 25 MPa.

9.3 CAIXAS DE JUNÇÃO

As caixas de junção são colocadas para possibilitar a mudança de direção, declividade e/ou mudança de diâmetro dos tubos.

As caixas deverão ser executadas de acordo com os projetos no que se refere às dimensões internas e locação das mesmas na plataforma.

A execução das caixas deverá ser realizada durante a colocação dos tubos aproveitando a abertura da vala para assentamento dos mesmos.

Os materiais empregados na sua execução deverão ser em alvenaria de tijolos maciço e/ou blocos de concreto e/ou elementos pré-moldados e/ou moldados *in loco* de concreto, assentados e rejuntados entre si com argamassa de cimento cal e areia respectivamente. Os elementos devem ser bem rejuntados para evitar infiltração entre os elementos de ligação provocando erosão e recalques no reaterro. Para o orçamento foi considerado fundo das caixas de concreto magro fck 15 MPa e tampas de concreto fck 25 MPa.

10 ESTUDO TOPOGRÁFICO

Os estudos topográficos para a elaboração do Projeto de Pavimentação e os demais projetos complementares foram executados em campo utilizando-se de equipamentos GNSS e Estações Totais, seguindo a NBR 13.333, onde foram cadastrados todos os pontos notáveis (cercas, postes, muros, edificações, árvores,

drenagem, altimetria, etc.), para possibilitar o perfeito desenvolvimento dos projetos contratados.

Ao longo do trecho foi implantado um par de marcos galvanizados georreferenciados para futura locação topográfica do projeto no momento de sua execução.

Os estudos topográficos foram calculados georreferenciados na projeção UTM (Sirgas 2000).

Tabela 13 – Coordenadas dos marcos utilizados

Marco	Coordenada N	Coordenada E	Cota
M-0313	6.988.201,289	625.283,281	370,490

Fonte: Geomapa (2023).

11 ESTUDO DO TRAÇADO

A elaboração do Projeto Geométrico desenvolveu-se com apoio nos elementos levantados na fase dos estudos topográficos e nas Normas para Projetos Geométricos de Estradas de Rodagem, e demais estudos e projetos inter-relacionados.

Com base no levantamento topográfico, foi lançado o eixo da estrada, tentando usar o máximo do eixo existente.

O greide foi projetado de maneira a corrigir alguns pontos críticos, procurando sempre que possível atender aos pontos de cotas obrigatórias, conservando ao máximo o existente.

O gabarito proposto no projeto segue o estabelecido em levantamento, no que diz respeito aos alinhamentos frontais das testadas de cada lote, cabendo ao Município de Laurentino aprovar os projetos de acordo com o que determina a legislação municipal vigente. Nas seções tipo demonstrativas do projeto é possível visualizar com mais detalhes os elementos a serem implantados como largura de cada pista e outros elementos.

Obs.: A empresa executora deverá solicitar o arquivo digital e o arquivo com as cotas e as referências topográficas para a locação da obra.

12 ESTUDO DE TRÁFEGO

O estudo de tráfego visa obter os subsídios necessários para a definição do Volume Médio Diário (VMD), bem como, estimar o Número N (Repetições de passagem do eixo Padrão, 8,2 t), e consequentemente definir a espessura e o tipo do revestimento da pavimentação.

As diretrizes adotadas no presente Estudo de Tráfego foram embasadas e utilizou-se como referência o Manual de estudos de tráfego – Rio de Janeiro (2006) do DNIT, que reúne as informações gerais necessárias para a determinação dos dados de tráfego que são utilizados em projetos rodoviários.

Para efeito de dimensionamento de pavimentos, o tráfego de veículos comerciais (caminhões, ônibus) é de fundamental importância, pois no projeto de pavimentação serão considerados, tanto o tráfego de veículos comerciais, quanto o tráfego de veículos de passageiros (carro de passeio), constituindo o tráfego total.

12.1 OS EIXOS

As cargas dos veículos são transmitidas através das rodas dos pneus pneumáticos. As rodas dos pneumáticos (simples ou duplas) são acopladas aos eixos, que podem ser classificadas da seguinte forma:

- **Eixo simples:** um conjunto de duas ou mais rodas, cujos centros estão em um plano transversal vertical ou podem ser incluídos entre dois planos transversais verticais, distantes de 1 m, que se estendam por toda a largura do veículo;
- **Eixo simples de roda simples:** com duas rodas, uma em cada extremidade (2 pneus);
- **Eixo simples de roda dupla:** com quatro rodas, sendo duas em cada extremidade (4 pneus);
- **Eixo tandem:** quando dois ou mais eixos consecutivos, cujos centros estão distantes de 1 m a 2,40 m, e ligados a um dispositivo de suspensão que distribui a carga igualmente entre os eixos. O conjunto de eixos constitui um eixo tandem;
- **Eixo tandem duplo:** com dois eixos, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (8 pneus). Nos fabricantes nacionais o espaçamento médio é de 1,30 m;

- **Eixo tandem triplo:** com três eixos, com duas rodas em cada extremidade de cada eixo (12 pneus).

O Código de Trânsito Brasileiro, através da Lei nº 9.043 de 23/09/97 e da Resolução nº 12 de 6/12/98 do CONTRAN, regulamentou as seguintes cargas máximas legais no Brasil:

Tabela 14 – Cargas máximas legais

Eixo	Carga Máxima Legal	Tolerância de 7,5%
Dianteiro simples de roda simples	6 t	6,45 t
Simplex de roda simples	10 t	10,75 t
Tandem Duplo	17 t	18,28 t
Tandem Triplo	25,5 t	27,41 t
Duplo de Tribus	13,5 t	14,51 t

Fonte: CONTRAN (1998).

Para o cálculo, foi estimada a quantidade de veículos, em um período de 24 horas, nos dois sentidos da via, considerando que é uma via residencial com tráfego leve de veículos.

Tabela 15 – Contagem de veículos

Categorias	Contagem de Veículos para duas faixas (24h)	Veículos por Faixa (24h)	pv (%)
Veículos Leves	300	150,0	90,9%
Onibus	8	4,0	2,4%
Caminhão Leve	22	11,0	6,7%
Caminhão Médio	0	0,0	0,0%
Reboque SST	0	0,0	0,0%
$V_0 = 330 \text{ V/d}$			

Fonte: Geomapa (2022).

A partir dos dados estimados, é possível gerar um resumo de cargas por classificação de cálculo, juntamente com seus respectivos FVIs:

Tabela 16 – Carga máxima por eixo

Categorias	Configuração de Veículo	Carga Máxima por Eixo		Fvi = $\sum$ FEO*
		Eixo Dianteiro	Eixo Traseiro	
Veículos Leves		1,0 T	1,0 T	0,0008
Onibus		6,0 T	10,0 T	3,2
Caminhão Leve		8,0 T	10,0 T	4
Caminhão Médio		6,0 T	17,0 T	7,2
Reboque SST		6,0 T 10,0 T	25,5 T	13,08

12.2 DETERMINAÇÃO DA QUANTIDADE DE VEÍCULOS NO PERÍODO INDICADO

$$V_t = 365 \cdot V_i \cdot [(1 + tg)^P - 1] / tg$$

$$tg = 4\%$$

$$Tr = 10 \text{ Anos}$$

$$V_t = 1.449.493$$

$$V_t = 1,45, E+06$$

Cálculo do fator para determinação do valor N para dimensionamento do pavimento (conforme método indicado).

Dados:

- V_t = Volume Atual de Veículo/dia;
- V_i = Quantidade de veículos totais por dia;
- Taxa de crescimento (tg) = 4% a.a.;
- Período de Projeto (P) = 10 anos;
- $VT = 1,45 \cdot 10^6$ veículos/10anos;
- Fator Climático = de 800 a 1500 (mm).

12.3 FATOR VEÍCULO

Para a determinação do Fator Veículo total (FV), é feita uma relação entre a razão da proporção de cada veículo em relação ao total e o Fvi de cada tipo de veículo considerado:

Categorias	pv (%)	Fvi	Fvi . pv
Veículos Leves	90,9%	0,0008	0,00073
Onibus	2,4%	3,2	0,07758
Caminhão Leve	6,7%	4	0,26667
Caminhão Médio	0,0%	7,2	0,00000
Reboque SST	0,0%	13,08	0,00000
FV = $\sum(Fvi.pv)$			0,34497

12.4 CÁLCULO DO NÚMERO N

Para o cálculo do número N, será utilizada a seguinte expressão:

$$N = Vt * Fv * Fr$$

Onde:

- Vt = Quantidade de veículos em 10 anos;
- Fv = Somatório da multiplicação Fvi e da proporção por veículo;
- Fr = Fator climático.

Portanto:

$$N = 1.449.493 * 0,34497 * 1 = 500.031,20 = 5,00 * 10^5$$

Dessa forma, o tráfego é considerado **LEVE**.

12.5 DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Para o dimensionamento do pavimento flexível com lajota sextavada, será utilizado o IP-06 INSTRUÇÃO PARA DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS EM BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO, de São Paulo. Entre os diversos métodos encontrados, foi utilizado o citado devido à maior profundidade dos estudos de solo, fazendo com que o dimensionamento se resuma da forma mais precisa possível.

Com o número N de solicitações ao tráfego de $5 \cdot 10^5$ e com os valores obtidos nos ensaios de resistências dos solos *California Bearing Ratio* (CBR), executados sobre as amostras coletadas no trecho, foram determinados os seguintes fatores:

O material de subleito deve apresentar uma expansão, medida no ensaio CBR, menor ou igual a 2% e um CBR maior ou igual a 4%, caso não presente, será necessário fazer o reforço de subleito, conforme indicado no estudo geológico e geotécnico.

12.5.1 Espessura do Revestimento

O IP-06 indica um quadro resumido para definição da espessura das peças de concreto em função do Número N estimado anteriormente, como mostra a imagem a seguir.

TRÁFEGO	ESPESSURA REVESTIMENTO	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES
$N \leq 5 \times 10^5$	6,0 cm	35 MPa
$5 \times 10^5 < N < 10^7$	8,0 cm	35 a 50 MPa
$N > 10^7$	10,0 cm	50 MPa

Seguindo as premissas e cálculos já executados, o revestimento indicado para essa via será de 8 cm de espessura com uma resistência característica a compressão do concreto de pelo menos 35 MPa.

Para a continuidade da definição da estrutura desse pavimento, a mesma norma indica dois procedimentos para diferentes casos. Os métodos utilizados respeitarão as seguintes considerações:

- Procedimento A (ABCP/ET-27):** Sua utilização é mais recomendada para vias com as seguintes características: • Vias de tráfego leve com "N" típico até 10^5 solicitações do eixo simples padrão, por não necessitar de utilização da camada de base, gerando portanto estruturas esbeltas e economicamente mais viáveis em relação ao procedimento B. • Vias de tráfego meio pesado a pesado com "N" típico superior a $1,5 \times 10^6$ em função do emprego de bases cimentadas, sendo tecnicamente mais adequado do que o procedimento B.
- Procedimento B (PCA - Portland Cement Association):** Sendo mais indicado para o dimensionamento de vias de tráfego médio a meio pesado com "N" típico entre 10^5 e $1,5 \times 10^6$ solicitações, em função da utilização de bases granulares que geram estruturas mais seguras, adotando o princípio de que as camadas do pavimento a partir do subleito sejam colocadas em ordem crescente de resistência, de modo que as deformações por cisalhamento e por consolidação dos materiais reduzam a um mínimo as deformações verticais permanentes.

Através dos dados obtidos anteriormente ($N=5 \cdot 10^5$), será adotado o **Procedimento B** como método de dimensionamento do pavimento em questão.

12.5.2 Aplicação do Dimensionamento

A IP-06 traz as seguintes informações a respeito do procedimento utilizado:

O procedimento aqui descrito tem base em pesquisas desenvolvidas na Austrália, África do Sul, Grã-Bretanha e nos Estados Unidos, bem como em observações laboratoriais e de pistas experimentais, nas quais o desempenho de pavimentos em serviço foi acompanhado. Seu desenvolvimento foi efetuado pelo Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE).

É uma evolução do método USACE, de pavimentos flexíveis, levando em conta o intertravamento dos blocos, pressupondo uma resistência crescente das camadas, a partir do subleito, de modo que as deformações por cisalhamento e por consolidação dos materiais sejam pequenas, a ponto de reduzir ao mínimo as deformações verticais permanentes (trilhas de roda). Admite-se a adoção de bases tratadas com cimento, com fator de equivalência estrutural igual a 1,65.

Em função da classificação da via em estudo e de seu respectivo número de solicitações do eixo simples padrão "N", bem como do valor de CBR do subleito, é determinada, através da Tabela a seguir, a espessura de material puramente granular (H_{BG}) correspondente a camada de base assentada sobre o subleito.

O valor de H_{BG} assim determinado pode ser subdividido em dois, adotando-se uma camada de sub-base puramente granular e uma camada de base cimentada, que terá uma espessura determinada em função do coeficiente de equivalência estrutural aqui adotado ($KB= 1,65$). Recomenda-se que, para as vias de tráfego pesado, seja adotada a execução de bases com materiais mais nobres, que permitirá uma redução das espessuras finais do pavimento, o que será possível com a introdução de bases tratadas com cimento. Recomenda-se, também, que as espessuras mínimas para camadas de base sejam de:

- 20 cm para materiais com diâmetro máximo do agregado de 150 mm (6") e entre 5% e 25% de material retido na peneira de 127 mm (5") (macadame seco se encaixa nessas especificações);
- 15 cm para materiais puramente granulares;
- 10 cm para materiais tratados com cimento.

Os blocos pré-moldados do revestimento devem atender, neste método, a espessura mínima de 8 cm, chegando a 10 cm para as condições mais severas de carregamento, o que deve ser julgado pelo projetista em cada situação.

Na Tabela a seguir, retirada da IP06, são definidas as espessuras do subleito em função de N e do CBR.

N.º de Solicitações equivalente do eixo padrão de 8,2 t (kN)	ESPESSURA DA BASE (H_{BG})										
	Valor do índice de Suporte Califórnia do Subleito										
	2	2,5	3	3,5	4	5	6	8	10	15	20
(10 ³)	27	21	17								
2 x 10 ³	29	24	20	17							
4 x 10 ³	33	27	23	19	17						
8 x 10 ³	36	30	25	22	19						
(10 ⁴)	37	31	26	23	20						
2 x 10 ⁴	41	34	29	25	22	17					
4 x 10 ⁴	44	37	32	28	24	19					
8 x 10 ⁴	48	40	35	30	27	21	17				
(10 ⁵)	49	41	36	31	28	22	18				
2x10 ⁵	52	44	38	34	30	24	19				
4x10 ⁵	56	47	41	36	32	26	21				
8x10 ⁵	59	51	44	39	34	28	23				
(10 ⁶)	60	52	45	40	35	29	23	16			
2x10 ⁶	64	55	47	42	38	30	25	17			
4x10 ⁶	68	58	50	45	40	33	27	19			
8 x 10 ⁶	71	61	53	47	42	34	29	20			
(10 ⁷)	72	62	54	48	43	35	30	21			

Mín. 15

Desta forma, são definidas as camadas do pavimento de projeto no resumo a seguir:

Resumo	
Material	Espessura (cm)
Lajota	8
Areia	5
Base - BGS c/ CBR $\geq$ 60%	20

13 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Os serviços de pavimentação serão executados obedecendo as fases de serviço descritas a seguir.

13.1 REGULARIZAÇÃO E PREPARO DA CANCHA

Consiste no preparo da camada de regularização do subleito que compreendem cortes e/ou aterros de até 20 cm de espessura e a compactação da mesma, de modo a conferir condições adequadas em termos geométricos e tecnológicos.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados através da topografia com aparelho de precisão, como: locação, nivelamento e outros. A regularização do subleito será executada com contrapartida do Município.

Deverá ser realizada a regularização do subleito, com energia de compactação normal ou intermediária conforme especificações DNER-ME 129/94.

13.1.1 Materiais

Os materiais empregados na regularização do subleito serão os do próprio subleito desde que comprovado o CBR > 6% através do Método DNER-ME 49/94. No caso de substituição ou adição de material, estes deverão ser provenientes de ocorrências de materiais indicados no projeto e expansão inferior a 2%.

13.1.2 Equipamento

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e a produtividade requerida, e poderá compreender basicamente as unidades: motoniveladora pesada equipada com escarificador, caminhão-tanque irrigador, trator agrícola, grade de disco, rolos compactadores compatíveis com o tipo de material empregado e as condições de densificação especificadas, devendo incluir obrigatoriamente rolo liso pneumático autopropulsor com pressão variável.

13.1.3 Execução

Toda vegetação, material orgânico e solos moles deverão ser removidos.

Após a execução de cortes e adição de material necessário para atingir o greide de projeto, proceder-se-á uma escarificação geral na profundidade de 20 cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento. Não será permitida a execução dos serviços desta especificação em dias de chuva.

O teor de umidade dos materiais utilizados na regularização do subleito, para efeito de compactação, deverá estar situado no intervalo que garante um ISC mínimo igual ao obtido no ensaio do Método DNER-ME 49/94. Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á o umedecimento da camada, se demasiada seca, ou a escarificação e aeração, se excessivamente úmida. Concluída a correção da umidade, a camada será conformada pela ação da motoniveladora e, em seguida, liberada para compactação.

Dever-se-á evitar a liberação da regularização do subleito ao tráfego usuário, em face da possibilidade de o mesmo causar danos ao serviço executado, em especial sob condições climáticas adversas.

13.1.4 Controle Tecnológico

Um ensaio para determinação da massa específica aparente seca *in situ* (Método DNER-ME 092/94), pelo método do Frasco de Areia, com espaçamento máximo de 100 m e com, no mínimo, três determinações por segmento.

Um ensaio para a determinação do Índice de Suporte Califórnia (Método DNER-ME 49/94), na energia de compactação adotada como referência para o trecho, para cada grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação, segundo a alínea "a", respeitando-se o espaçamento máximo de 500 m de pista.

Ensaio de granulometria, com espaçamento máximo de 500 m, de pista. Este ensaio não servirá para aceitação ou rejeição, porém é de utilidade no controle da homogeneidade dos solos de jazidas e para futuras comprovações e pesquisas.

Um ensaio de compactação com a energia especificada, com amostras coletadas a cada 100 m de pista, podendo o espaçamento ser aumentado, desde que se verifique a homogeneidade do material.

13.2 CAMADA DE BRITA GRADUADA

Será executada camada de base graduada com espessura de 20 cm. Para os serviços, deverão ser seguidas as especificações do DNER-ES 303/97, no tocante a especificações de materiais, compactação, execução dos serviços, controle tecnológico, controle geométrico e outros.

Todos os serviços a serem realizados devem ser acompanhados de serviços através de topografia com aparelho de precisão, como por exemplo locação, nivelamento e outros.

13.2.1 Materiais

Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem de rocha sã, devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e isentos de material vegetal e impurezas, não apresentando filito, argilito e arenito na composição da rocha e apresentando ainda as seguintes condições:

- a) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, Método DNER-ME 89/94, devem apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:
 - Agregados graúdos.....12%
 - Agregados miúdos.....15%
- b) O Índice de Suporte Califórnia, Método DNER-ME 49/94, com a energia modificada, não deve ser inferior a 100%;
- c) Para N menor que $5 \cdot 10^6$, maior ou igual a 60% e, para N maior que $5 \cdot 10^6$, maior ou igual a 80% sendo a energia de compactação preferencialmente a intermediária e modificada respectivamente;
- d) Granulometria, Método DNER-ME 83/98, por via lavada, enquadrada na faixa I.

Peneira		Porcentagem Passando, em Peso			
Série ASTM	Abertura (mm)	I	II	III	IV
2"	50,8	100	100		
1½"	38,1	90 - 100	90 - 100		
1"	25,4	70 - 95	75 - 90	100	100
3/8"	9,5	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
Nº 4	4,8	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
Nº 10	2,0	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
Nº 40	0,42	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
Nº 200	0,074	2 - 8	5 - 15	5 - 15	5 - 20

13.2.2 Equipamentos

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida e poderá compreender as unidades: carregador frontal, caminhões basculantes, motoniveladora pesada, grade de discos e/ou pulvimisturador, trator agrícola, caminhão tanque irrigador, rolos compactadores liso vibratório e pneumático autopropulsor com pressão variável, central de mistura dotada de unidade dosadora com três silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pugmill", distribuidor de agregados (solos) autopropulsor.

13.2.3 Execução

O produto da mistura deverá sair da "Usina de Solos" perfeitamente homogeneizado, com teor de umidade ligeiramente acima do ótimo, de forma a fazer frente às perdas no decorrer das operações construtivas subsequentes. No transporte, deverão ser tomadas as precauções para que não haja perda ou adição excessiva de umidade.

Não se recomenda a estocagem do material usinado, pelos riscos de segregação inerentes a tal operação.

A mistura usinada deverá ser espalhada com "distribuidor de agregados", capaz de distribuir a brita graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação. Opcionalmente, mediante autorização da Fiscalização, a distribuição poderá ser procedida pela ação de motoniveladora, sendo que, neste caso, deverão ser estabelecidos critérios de trabalho que não causem a segregação do material e assegurem a qualidade do serviço.

Não se recomenda o espalhamento parcial ou por etapas, quanto à espessura e largura de camada individual. O espalhamento deverá ser feito de modo a se evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto, isto seja necessário, admite-se conformação pela atuação da motoniveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.

O teor da umidade da mistura, por ocasião da compactação, deve estar compreendido no intervalo de -2% a +1% em relação a umidade ótima.

Preferencialmente, deve ser iniciada, no ramo seco, com umidade de, no máximo, 1% abaixo da umidade ótima.

Caso o teor de umidade se apresente fora dos limites estabelecidos, proceder-se-á ao umedecimento da camada, se demasiadamente seca, ou a escarificação e aeração se estiver excessivamente úmida. Nesse caso o material deverá ser conformado, pela ação da motoniveladora e, em seguida, liberado para compactação

A compactação da camada será executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão regulável.

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando nos bordos mais baixos e progredindo no sentido do ponto mais alto da seção transversal, exigindo-se que, em cada passada do equipamento, seja recoberta, no mínimo, a metade da largura da faixa densificada pela passagem anterior.

Eventuais manobras do equipamento de compactação deverão se proceder fora da área de densificação.

Em lugares inacessíveis ao equipamento convencional de compactação, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida será obtida através de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

A operação de acabamento se dará mediante o emprego de motoniveladora atuando exclusivamente em operação de corte. Complementarmente, a camada receberá um número adequado de coberturas através dos rolos compactadores.

Após a verificação e aceitação do segmento, deverá ser lançada a camada posterior. Quando prevista, deverá ser executada a imprimação do segmento, tão logo se constate a evaporação de umidade superficial.

Não se recomenda a abertura do segmento ao tráfego. No entanto, a critério da Fiscalização, e em caráter excepcional, o segmento poderá ser liberado pelo menor espaço de tempo possível, sem prejuízo à qualidade do serviço.

13.2.4 Controle Tecnológico

Anteriormente ao início da primeira execução na obra, ou no caso de se constatar alteração mineralógica (visual) na jazida ou na bancada da pedreira em exploração, ou de ocorrer mudança na fonte de materiais, deverão ser executados os seguintes ensaios:

- Abrasão "Los Angeles" (Método DNER-ME 35/98);
 - Durabilidade (Método DNER-ME 89/94);
 - Equivalente de Areia (Método DNER-ME 54/97).
- a) Deve-se determinar a energia de compactação necessária para obtenção da máxima "MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA";
- b) Um ensaio de equivalente de areia, Método DNER-ME 54/97, a cada 500 m de pista;
- c) Um ensaio de granulometria, Método DNER-ME 83/98, por via lavada, a cada 250 m de pista devendo a composição granulométrica da amostra enquadrar-se na "faixa de trabalho". Os serviços serão aceitos se os valores obtidos através estiverem em relação à curva de projeto, dentro dos limites estabelecidos abaixo:

PENEIRA		% PASSANDO, EM PESO
ASTM	mm	
3/8" a 1 1/2"	9,5 a 38,1	± 7
Nº 10 a Nº 4	2,0 a 4,8	± 5
Nº 200 a Nº 40	0,074 a 0,42	± 2

- d) Um ensaio para a determinação da massa específica aparente seca, *in situ*, pelo método do Frasco de Areia, Método DNER-ME 092/94, com espaçamento máximo de 100 m e com no mínimo três determinações por segmento. O serviço será aceito se o teor de umidade para a compactação se situar na faixa fixada através da curva ISC x umidade, de forma a se obter valor para o ISC no mínimo igual ao obtido no ensaio do Método DNER-ME 49/94 e, o grau de compactação, apresente valor de no mínimo 100% em relação a massa específica aparente seca máxima obtida conforme alínea "b".

Notas:

- a) No caso de paralisação, ou de demora acentuada na execução dos serviços de uma camada de brita graduada, o ensaio de granulometria deverá ser refeito de forma a garantir que, no momento da compactação, o material ainda atenda ao especificado. No caso de não atendimento, a providência a adotar será retirar o material colocado e refazer o serviço com novo material atendendo às exigências da especificação. A remoção

do material e o acerto da camada inferior, para reinício do serviço, será com ônus total da Construtora, excetuando-se quando o serviço tiver sido aceito, anteriormente à paralisação;

- b) Em caso de não atendimento dos itens “c” e/ou “d”, a providência a adotar é retirar o material colocado e refazer o serviço com o material que satisfaça a exigência desta especificação. A remoção do material e o acerto da cama inferior, para reinício dos serviços serão com ônus exclusivo da Construtora;
- c) Em caso de não atendimento aos itens “e” e/ou “f”, a camada deverá ser escarificada e o serviço refeito, com ônus exclusivo da construtora.

13.3 LAJOTAS HEXAGONAIS DE CONCRETO

13.3.1 Características

A forma da lajota em planta, deverá ser de um hexagonal regular inscrito em uma circunferência de 25 cm de diâmetro. Os blocos destinados à pavimentação da rua, tráfego de caminhões, automóveis, etc., terão a espessura de 8 cm e confeccionadas com fck mínimo de concreto de 35 MPa.

No recebimento deverão ser verificadas se as dimensões atendem as exigências previstas, bem como a ausência de trincas, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento ou afetar a resistência e durabilidade do pavimento.

Somente serão aceitas lajotas que passarem na análise de conformidade, conforme norma brasileira NBR 9781.

13.3.2 Execução

A pavimentação será construída por lajotas obedecendo os alinhamentos, dimensões e seção transversal estabelecidas pelo projeto.

A areia média para assentamento das lajotas deverá ser constituída de partículas limpas, duras, isentas de matéria orgânica, torrões de argila ou outros materiais. Deverá ainda, atender a tabela 1, item 5.4 da ABNT NBR 15953 (Pavimento intertravado com peças de concreto – Execução), podendo desta forma

ter um percentual de areia grossa na sua composição granulométrica, conforme demonstrado na tabela abaixo.

Tabela 17 – Distribuição granulométrica recomendada para o material de assentamento

Abertura da peneira	Porcentagem retida em massa (%)
6,3 mm	0 a 7
4,75 mm	0 a 10
2,36 mm	0 a 25
1,18 mm	5 a 50
600 µm	15 a 70
300 µm	50 a 95
150 µm	85 a 100
75 µm	90 a 100

Fonte: NBR 15953 (2011).

Após a colocação das lajotas será feito o rejuntamento utilizando-se uma camada de areia média com espessura de 1 cm sobre as mesmas. Com o auxílio de vassouras, se forçará a areia a penetrar nas juntas. O agregado utilizado para o rejuntamento deverá atender a tabela 2, item 5.5 da ABNT NBR 15953 (Pavimento intertravado com peças de concreto – Execução).

Tabela 18 – Distribuição granulométrica

Abertura da peneira	Porcentagem retida em massa (%)
4,75 mm	0
2,36 mm	0 a 25
1,18 mm	5 a 50
600 µm	15 a 70
300 µm	50 a 95
150 µm	85 a 100
75 µm	90 a 100

Fonte: NBR 15953 (2011).

Junto às guias, a última lajota deverá ser rejuntada com argamassa de cimento e areia na proporção 1:3.

Para o assentamento do meio-fio deverá ser aberta uma vala com fundo regularizado e apiloado. O rejuntamento se fará com argamassa de cimento e areia com dosagem em volume 1:3. Estas guias serão colocadas de maneira que a face superior não apresente falhas nem depressões.

Após a conclusão do serviço de rejuntamento, o pavimento será devidamente compactado com rolo compactador liso de 3 rodas ou do tipo “TANDEM” com peso de 10 a 12 toneladas.

A rolagem deverá progredir dos bordos para o centro paralelamente ao eixo da pista, de modo uniforme, cada passada atingindo a metade da obra faixa de rolamento até a completa fixação do calçamento. Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, a compactação deverá ser efetuada por meio de soquetes manuais.

Durante a execução dos serviços o trânsito da rua será desviado com auxílio das ruas transversais pavimentando-se toda a largura da pista em uma única etapa.

O pavimento poderá ser entregue ao tráfego logo após o rejuntamento e compactação do mesmo.

13.4 PAVER

São peças pré-moldadas de concreto, utilizadas para construção de pavimento ou calçamento, cuja camada superficial deve apresentar acabamento confortável para o trânsito de pessoal e sua estrutura deve suportar cargas de veículos leves ou pesados, neste caso, utilizado para delimitação das pistas de rolamento.

Conforme projeto, serão utilizadas 2 peças de paver com espessura de 8cm, lado a lado, por toda extensão do eixo da via.

13.5 TRAVAMENTO INTERNO

Devido a rua apresentar inclinação superior a 8%, e pelo risco de um deslocamento horizontal dos blocos, serão colocadas duas vigas de travamento ao longo da rua, conforme projeto.

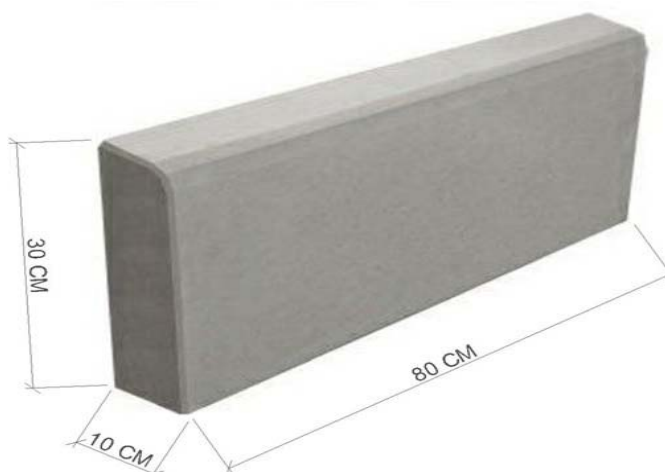
As vigas de travamento transversal deverão ser de concreto, pré-fabricadas ou moldadas in loco, de 15 cm de largura por 30 cm de profundidade (dos quais 15 cm penetrando na base) e em segmentos de 1,5 m de comprimento. O travamento nunca deve ser realizado após a colocação dos blocos, os blocos que devem ser encostados (inteiros ou cortados) no travamento já executado.

14 MEIO-FIO

Os meios-fios são dispositivos posicionados ao longo do pavimento, e mais elevado que este, com duplo objetivo: de limitar a área destinada ao trânsito de veículos e conduzir as águas precipitadas sobre o pavimento e passeios para outros dispositivos de drenagem.

Os meios-fios pré-moldados (tipo 1), serão posicionados ao longo do pavimento e mais elevado que este, com duplo objetivo: limitar a área destinada ao trânsito de veículos e conduzir as águas precipitadas sobre o pavimento para outros dispositivos de drenagem. Quando a pavimentação da pista for de material intertravado, o meio-fio tipo 1 também terá o objetivo de servir de travamento para tal pavimento.

Figura 16 – Meio-fio tipo 1



15 SINALIZAÇÃO VIÁRIA

15.1 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

Na sinalização horizontal deverão ser usados os materiais: tinta e microesfera de vidro, especificadas de acordo com as Normas Técnicas.

A largura das faixas deve ser de 10 cm para o eixo e 10 cm para as bordas.

A espessura é de 0,06 mm úmida.

A tinta aplicada, após a secagem física total, deve apresentar plasticidade e características de adesividade à microesfera de vidro e ao pavimento, produzir película seca, fosca de aspecto uniforme, sem apresentar fissuras, gretas ou descascamento durante o período de vida útil.

Os termos técnicos utilizados na Tinta de Sinalização Rodoviária estão definidos na NBR 11862.

- a) A tinta deve ser fornecida para uso em superfície betuminosa;
- b) A tinta, logo após abertura do recipiente, não deve apresentar sedimentos, natas e grumos;
- c) A tinta deve estar apta a ser aplicada nas seguintes condições: temperatura do ar entre 15 e 35 °C / temperatura do pavimento não superior a 40 °C e umidade relativa do ar até 90%;
- d) A tinta deve ter condições para ser aplicada por máquinas apropriadas e ter a consistência especificada, sem ser necessária a adição de outro aditivo qualquer. Pode ser adicionado no máximo 5% de solvente em volume de tinta, compatível com a mesma para acerto de viscosidade;
- e) A tinta, quando aplicada na quantidade especificada, deve recobrir perfeitamente o pavimento e permitir a liberação ao tráfego no período máximo de tempo de 30 minutos;
- f) A tinta deve manter integralmente a sua coesão e cor após aplicação no pavimento;
- g) A tinta, quando aplicada sobre a superfície betuminosa, não deve apresentar sangria nem exercer qualquer ação que danifique o pavimento;
- h) A tinta pode ser fornecida na cor Branca N 9,5 e/ou amarela 10 YR 7,5/14, respeitando os padrões e tolerâncias do código de cores *Munsell*.

15.2 SINALIZAÇÃO VERTICAL

As placas de regulamentação, indicação e advertência deverão ter os padrões definidos pela Legislação de Trânsito Vigente e Normas Brasileiras, no que diz respeito a especificação, cores e letreiros.

As chapas destinadas à confecção das placas de aço devem ser planas, do tipo NB 1010/1020, com espessura de 1,25 mm, bitola #18, ou espessura de 1,50 mm, bitola #16. Devem conter pintura totalmente refletiva. As placas de regulamentação circulares deverão ter diâmetro de 50 cm, octogonal tipo R1 com

lado mínimo de 25 cm e tipo R-2 com lado mínimo de 75 cm. As placas de advertência quadradas terão lado mínimo de 45 cm, devendo atender integralmente a NBR 11904 – Placas de aço para sinalização viária.

As colunas de sustentação deverão ser de aço galvanizado, com diâmetro de 11/2”, espessura da parede de 3 mm e com 3,5 m de comprimento. As colunas de sustentação deverão ser fixadas em bases de concreto.

A posição e distâncias de fixação das placas deverão seguir as normas da Legislação de Trânsito Vigente e Normas Brasileiras.

Laurentino (SC), 1 de fevereiro de 2024.

Gabriela Skowasch Bosse

Eng. Civil – CREA/SC 178.970-0

Coordenadora Geral de Projetos