
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA, SINALIZAÇÃO VIÁRIA E DRENAGEM PLUVIAL



**RODOVIA MUNICIPAL JOÃO BATISTA
WENDHAUSEN DE MORAES – TRECHO 06
PAROBÉ – LAGUNA/SC
ESTACA INICIAL 6+12,00– ESTACA 18+0,00**

JUNHO DE 2024.

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	4
2 ESTUDOS GEOTÉCNICOS	5
2.1 I.S.C DE PROJETO	5
2.2 BOLETIM DE SONDAAGEM	6
3 ESTUDO DO TRÁFEGO.....	6
3.1 NÚMERO DE SOLICITAÇÕES - N.....	7
4 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS.....	8
5 ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....	8
5.1 COLETA DE DADOS	9
5.3.TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....	10
5.4 COEFICIENTE DE DEFLÚVIO OU ESCOAMENTO SUPERFICIAL	10
5.5. TEMPO DE RETORNO	11
5.6. DURAÇÃO E INTENSIDADE DA CHUVA	12
5.7 VAZÃO.....	13
6 RESUMO DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS.....	15
6.1 PROJETO GEOMÉTRICO.....	15
6.1.1 Introdução	15
6.1.2 Dimensionamento do Pavimento Flexível.....	15
6.1.3 Solicitação do eixo padrão – N.....	15
6.1.4 ⇒ Pavimento Asfáltico adotado	16
6.1.5 Índice de Suporte	16
6.1.6 Cálculo do Pavimento.....	16
7 MEMORIAL DESCRITIVO	18
7.1 TERRAPLENAGEM	18
7.1.1 Corte e transporte do material	19
7.1.2 Aterro.....	19
7.2 DRENAGEM	19
7.2.1 Sarjetas	19
7.2.2 Transposição de Sarjetas.....	21

7.2.3 Caixas Coletoras de Sarjeta	21
7.3 PAVIMENTAÇÃO	22
7.3.1 Regularização do subleito	22
7.3.2 Sub-base de Macadame Seco.....	22
7.3.3 Base de Brita Graduada	23
7.3.4 Imprimação	23
7.3.5 Pintura de Ligação.....	24
7.4 SINALIZAÇÃO	25
7.4.1 Sinalização vertical	25
7.4.2 Sinalização horizontal.....	25
7.4.3 Sinalização de obra	26
7.4.4 Tachas Refletivas	26
7.5 PLACA.....	28
7.5.1 Placa de Obra.....	28
8 MEIO AMBIENTE	29
8.1 ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL	29
9. SERVIÇOS COMPLEMENTARES	29
9.1 REALOCAÇÃO DE CERCAS	29
9.2 REALOCAÇÃO DE POSTES	29
10 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	30

1 APRESENTAÇÃO

O projeto executivo de engenharia é composto por 02 volumes de informações distintas, sendo distribuídos como:

- Volume 01: Relatório do projeto, planilha orçamentária e anexos;
- Volume 02: projeto Executivo;

O presente volume, nomeado como RELATÓRIO DO PROJETO, PLANILHA ORÇAMENTÁRIA E ANEXOS tem como intuito explicar referente a especificações técnicas para implantação da pavimentação asfáltica de trecho da Rodovia João Batista Wendhausen, Trecho 06, localizada na Comunidade de Parobé, município de Laguna, Santa Catarina.

2 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

O estudo geológico foi feito baseado na Instrução de Serviço do DEINFRA/SC IS-04. O Estudo Geotécnico foi desenvolvido de forma a se conhecer as características dos materiais constituintes do subleito, classificar os materiais de cortes, jazidas e fundações de aterros, determinando suas características físico-mecânicas, estudando e indicando os materiais a serem utilizados na terraplenagem, pavimentação, drenagem e obras de arte correntes.

Os trabalhos desenvolvidos se basearam nos dados fornecidos pelos estudos geológicos e topográficos, no projeto geométrico e no exame in loco do trecho em estudo.

Com base no estudo topográfico e projeto geométrico foram programados os locais e profundidades das sondagens para pesquisa do subleito, bem como os ensaios a serem realizados. Foram feitas sondagens a pá, picareta e trado para a obtenção das amostras e nível d'água, que imediatamente foram expeditamente classificadas.

Para valores de expansão maiores que 2% será realizada a substituição do material e para valores baixos de CBR.

2.1 I.S.C DE PROJETO

O CBR é uma das formas mais comuns de medir a capacidade de suporte de um subleito para projetos de pavimentação.

Para análise e conseqüente resultado não foram utilizados dos resultados dos ensaios com C.B.R de expansão maior que 2,00%, estes materiais devem ser removidos e substituídos. O I.S.C não pode ficar menor ou igual a 2,00% e quando obtiverem este resultado devem ser substituídos também.

O C.B.R de projeto foi determinado por meio do cálculo da expressão:

$$CBR_{proj.} = CBR_{médio} - \frac{1,29 \times \sigma}{N^{0,5}}$$

Compõe:

CBR_{médio} = média aritmética;

σ = desvio padrão;

N = quantidade de amostras.

CBR de Projeto						
CBRmédio	Desvio Padrão	Número de amostras	CBRmáximo	CBRmínimo	CBRprojeto	CBRprojeto adotado
9,6	0,1414	2	16,60	5,50	9,47	9,00

2.2 BOLETIM DE SONDAAGEM

Amostra	Estaca	Densidade	Umidade ótima	Umidade Natural	Expansão (%)	CBR analisado (%)
1	2+0,00	1,731	13,6	12,1	0,2	9,7
2	12+0,00	1,794	14,4	14,8	0,17	9,5

3 ESTUDO DO TRÁFEGO

A finalidade principal dos Estudos de Tráfego é de avaliar os volumes, composição da frota e previsão do comportamento futuro do tráfego desta rua em estudo tendo como base os dados atuais.

Em conjunto com pesquisas e por meio da geração e distribuição do tráfego, obtém-se o prognóstico das necessidades da rua no futuro, isto é, definição das características técnicas operacionais, além de permitir a determinação em função do peso próprio, da carga transportada e número de eixos dos veículos. Seus valores anuais e acumulados durante o período são determinados com base nas projeções de tráfego, sendo necessário para isto, o conhecimento da composição presente e futura da frota.

No presente estudo, o volume médio anual (VDMA) foi obtido a partir de contagens feitas pelo município em contagens efetuadas no mês de agosto de 2023.

O ano de abertura da rua foi considerado como sendo 2023 e o período de projeção foi de 10 anos para efeito de análise de capacidade e cálculo do Número "N" (Número de solicitações do eixo padrão de 8,2 T).

Para obtenção do volume médio anual foi desenvolvido uma contagem de tráfego através de planilhas datadas e horarias no mês de agosto de 2022. Com resultados de volumetria de acordo com o quadro a seguir.

DATA	onibus	Caminhões	
	onibus (2CB)	Caminhão (2C)	Caminhão (3C)
21/08/2023	14	22	31
22/08/2023	11	17	32
23/08/2023	13	20	29
TMDA	13	20	31

Nos cálculos utilizou-se uma projeção a longo prazo de 10 anos, portanto, o ano de abertura da rua foi considerado como 2023, tendo como efeito a análise de capacidade e cálculo do Número “N” – Número de solicitações do eixo padrão de 8,2 toneladas.

3.1 NÚMERO DE SOLICITAÇÕES - N

Para o cálculo do número “N” – Número de solicitações do eixo padrão de 8,2 toneladas utiliza-se de estimativa utilizando fatores de veículos tabelados pela metodologia do Corpo de Engenheiros do Exército Americano – USACE, conforme quadro a seguir.

VP	ON	CS	CM	CD	SR
0	4,15	0,04	4,15	9,65	13,35

Com as informações de volume médio anual e taxa de crescimento ao ano (3,00% a.a.) foram determinados os valores futuro do tráfego, tendo como objetivo os estudos de propriedade e de grau de função, resultando assim, na definição do número de solicitações “N”.

O tráfego foi lançado em um período de 10 anos, resultando em 2022 a 2032. O quadro a seguir demonstra a projeção do tráfego e o cálculo do número “N”.

ANO	PROJEÇÃO DE TRÁFEGO E CALCULO DO NUMERO N - MÉTODO USACE						VDM Comercial Unidirecional	FV	N
	onibus	Caminhões		Carretas					
	onibus (2CB)	Caminhão (2C)	Caminhão (3C)	Caminhão (2S3)	Caminhão (3S3)	Caminhão (3S2)			
2023	13	20	31	0	0	0	63	6,13	1,41E+05
2024	13	20	32	0	0	0	65	6,13	1,45E+05
2025	13	21	33	0	0	0	67	6,13	1,50E+05
2026	14	21	34	0	0	0	69	6,13	1,54E+05
2027	14	22	35	0	0	0	71	6,13	1,59E+05
2028	15	23	36	0	0	0	73	6,13	1,63E+05
2029	15	23	37	0	0	0	75	6,13	1,68E+05
2030	16	24	38	0	0	0	77	6,13	1,73E+05
2031	16	25	39	0	0	0	80	6,13	1,79E+05
2032	17	26	40	0	0	0	82	6,13	1,84E+05
2033	17	26	41	0	0	0	85	6,13	1,89E+05
Percentual	20,1%	31,2%	48,7%	0,0%	0,0%	0,0%	<i>N ACUMULADO</i>		1,81E+06

4 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

O estudo topográfico seguiu as recomendações da Instrução de Serviço IS-03/98, vigente no DEINFRA/SC, atual, SIE/SC.

Este estudo objetiva o desenvolvimento digital do terreno que permite a definição da geometria da rodovia e ofereça os elementos necessários para a elaboração dos demais projetos e análises. Seguindo uma sequência de serviços, conforme relacionado:

- Lançamento de poligonal topográfica;
- Levantamento planialtimétrico cadastral das interseções, acessos, dispositivos de drenagem existente e outras interferências na via existente;
- Planta de restituição topográfica.

A definição do eixo foi desenvolvida por computação gráfica tendo como referência o levantamento e estudo de campo. Foi efetuado o reconhecimento através do levantamento cadastral, que permite o levantamento planialtimétrico da faixa estabelecida, bem como a definição de todas as interferências urbanas existentes, englobando casas, galpões, cercas, muros, postes, taludes, meio fio, calçadas, parada de ônibus e diversos outros elementos.

5 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

O Estudo Hidrológico apresenta os resultados da coleta e processamento de dados pluviométricos para a definição das vazões necessárias a verificação da capacidade hidráulica dos dispositivos de drenagem e de obras de arte correntes, e ao dimensionamento de ampliações ou novos dispositivos que se façam, agora, necessários. Descreve-se, a seguir, o desenvolvimento dos estudos, bem como os resultados obtidos.

A finalidade do Estudo Hidrológicos esta fundamentalmente ligada a definição dos elementos para permitir o desenvolvimento do Projeto das Estruturas de Drenagem, no que se refere ao local de implantação, tipo e dimensionamento hidráulico. Com este objetivo, procura-se analisar dados pluviométricos, a fim de estabelecer uma projeção para as precipitações sobre certos critérios de projeto, como por exemplo, o tempo de recorrência de um valor máximo de chuva.

Nos trabalhos hidrológicos geralmente interessa não somente o conhecimento das máximas precipitações observadas nas series históricas, mas, principalmente, prever com base nos dados observados,

e valendo-se dos princípios de probabilidade, quais as máximas precipitações que possam vir a ocorrer em certa localidade, com determinada frequência.

As grandezas características da precipitação como a intensidade, a duração e a frequência, variam de local para local, de acordo com a latitude, altitude, tipo de cobertura, topografia e época do ano. Em razão disso, os dados pluviométricos de longas series de observação devem ser analisadas estatisticamente e não podem ser extrapolados de uma região para outra.

5.1 COLETA DE DADOS

5.1.1 Pluviometria e o Clima

Com a finalidade de caracterizar o comportamento pluviométrico e sua influência na área em estudo, foram coletados dados da estação meteorológica de Tubarão – SC, próximo à área e operado pelo EPAGRI e INMET / EMPASC cujos registros datam de 1987 a 2006.

Foram utilizados:

- Carta do IBGE 1: 50.000;
- Registros da Estação Meteorológica (Quadro 2).

Quadro 2 - Dados da estação meteorológica

Dados da Estação	
Código	02849027
Nome	TUBARÃO
Código Adicional	-
Bacia	ATLÂNTICO, TRECHO SUDESTE (8)
Sub-bacia	RIOS TUBARÃO, ARARANGUÁ E (84)
Rio	-
Estado	SANTA CATARINA
Município	TUBARÃO
Responsável	ANA
Operadora	EPAGRI
Latitude	-28:28:20
Longitude	-48:59:28
Altitude (m)	-
Área de Drenagem (km ²)	-

5.2. DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO

Para a determinação da área de contribuição se recorreu aos levantamentos planialtimétricos realizados e com auxílio do voo aerofotogramétrico fornecido pelo estado e Carta do IBGE 1: 50.000.

Com a planta disponibilizada com curvas de níveis, e algumas visitas in loco, foi possível identificar e delimitar a área de contribuição da bacia com auxílio de programa de computação gráfica (Auto cad), podendo ser verificada na Figura abaixo. Está sendo apresentado em planta anexa a delimitação das Bacia. Totalizando uma área de 0,083 km² ou 8,30ha, visto que a bacia hidrográfica apresenta área inferior a 5km² o método utilizado para o dimensionamento será o método Racional.

5.3. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

É o tempo necessário para que toda a área da bacia contribua para o escoamento superficial na seção de saída.

Para determinação do tempo de concentração utilizou-se do comprimento do curso principal do escoamento (ponto mais afastado) em relação ao exutório, obtendo (L) com 333m de comprimento tendo sua diferença de nível de H=79m. obteve-se um tempo de concentração de 4,34min = **5 minutos**

Para tal calculo utilizou se a fórmula de California Highways:

$$TC = 57 \cdot (L^3 / H)^{0,385}$$

Onde:

TC = Tempo de Concentração

L = Comprimento do Curso

H= Diferença de nível em metros

5.4 COEFICIENTE DE DEFLÚVIO

Este coeficiente exprime a relação entre o volume de escoamento livre superficial e o total precipitado. É por definição a grandeza, no método racional, que requer maior acuidade na sua determinação, tendo em vista o grande número de variáveis que influem no volume escoado, tais como infiltração, armazenamento, evaporação, retenção, etc, tornando necessariamente, uma adoção empírica do valor adequado.

As tabelas abaixo relacionam diversos tipos de superfícies de escoamento com valores de coeficiente "C".

TABELA 1 - DE ACORDO COM A NATUREZA DA SUPERFÍCIE

NATUREZA DA SUPERFÍCIE	"C"
Telhados perfeitos sem fuga	0,70 a 0,95
Superfícies asfaltadas em bom estado	0,85 a 0,90
Pavimentação de paralelepípedos, ladrilhos ou blocos de madeira com juntas bem tomadas	0,70 a 0,85
Para as superfícies anteriores sem as juntas tomadas	0,50 a 0,70
Pavimentação de blocos inferiores sem as juntas tomadas	0,40 a 0,50
Estradas macadamizadas	0,25 a 0,60
Estradas e passeios de pedregulho	0,15 a 0,30
Superfícies não revestidas, pátios de estradas de ferro e terrenos descampados	0,10 a 0,30
Parques, jardins, gramados e campinas, dependendo da declividade do solo e da natureza do subsolo	0,01 a 0,20

FONTE: Villela e Matos, 1974.

TABELA 2 - DE ACORDO COM A OCUPAÇÃO

NATUREZA DA OCUPAÇÃO	"C"
Area Comercial:	
- Central	0,70 a 0,95
- Bairros	0,50 a 0,70
Area Residencial:	
- Residências isoladas	0,35 a 0,50
- Unidades múltiplas (separadas)	0,40 a 0,60
- Unidades múltiplas (conjugadas)	0,60 a 0,75
- Lotes com 2000 m ² ou mais	0,30 a 0,45
Area com prédios de apartamentos	0,50 a 0,70
Area industrial:	
- Indústrias leves	0,50 a 0,80
- Indústrias pesadas	0,60 a 0,90
Parques, cemitérios	0,10 a 0,25
Playgrounds	0,20 a 0,35
Pátios de estradas de ferro	0,20 a 0,40
Áreas sem melhoramentos	0,10 a 0,30

FONTE: Fugia, 1980.

Especificamente na determinação do coeficiente de deflúvio se percorreu a região em estudo e utilizou-se imagens de satélite para melhor enquadrar a área com o respectivo coeficiente de escoamento superficial. O dado utilizado foi o seguinte:

- Áreas de residências isoladas C = 0,40

5.5. TEMPO DE RETORNO

É o período de tempo médio que um determinado evento hidrológico é igualado ou superado pelo menos uma vez. "É um parâmetro fundamental para a avaliação e projeto de sistemas hídricos, como reservatórios, canais, vertedores, bueiros, galerias de águas pluviais, etc"

Para obras de drenagem através de canalização de cursos de água, para controle de inundação, o período

de retorno adotado varia conforme tabela abaixo:

TABELA 3 – TEMPO DE RETORNO PARA SISTEMAS URBANOS

SISTEMA DE DRENAGEM	CARACTERÍSTICAS	INTERVALOS (ANOS)
Microdrenagem:	Residencial	2 a 5
	Comercial	2 a 5
	Áreas de prédio público	2 a 5
	Aeroporto	5 a 10
	Áreas comerciais e avenidas	5 a 10
Macro drenagem	-	10 a 25
Zoneamento de áreas ribeirinhas	-	5 a 100

FONTE: C.M.Tucci, 2005

Se adotará como Tempo de retorno (Tr) para o Projeto de microdrenagem, o tempo de recorrência de 10 anos.

5.6. DURAÇÃO E INTENSIDADE DA CHUVA

Quanto à duração da chuva, essa deve ser tomada igual ao tempo de concentração (tc) da bacia para que forneça o maior pico de vazão. O conceito é verdadeiro mesmo que tal chuva não possua a maior intensidade.

Para o cálculo da intensidade da chuva, foi utilizado o programa HidroChuSC, programa disponibilizado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), o qual foi desenvolvido pelo Drº Alvaro José Back, Hídricos). Abaixo segue a formula e o gráfico da intensidade da chuva e a tabela de relação entre duração e intensidade da chuva:

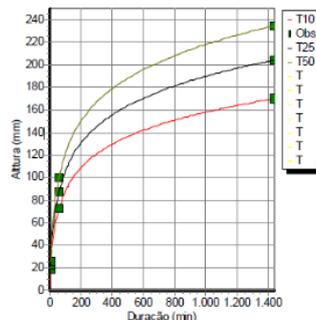
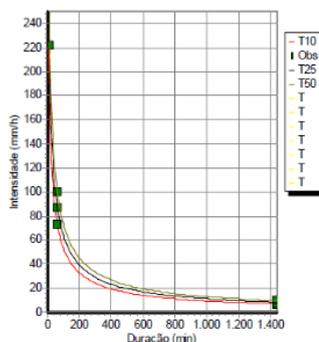
Equações IDF

para t até 120 minutos

$$i = \frac{889,500 T^{0,200}}{(t + 8,970)^{0,700}}$$

para t de 120 min a 1440 min

$$i = \frac{1689,250 T^{0,200}}{(t + 23,840)^{0,814}}$$



Precipitação Máximas

O quadro abaixo apresenta a precipitações máximas esperadas para as chuvas de 24 horas, 1 hora e 5 min.

Quadro 5 - Precipitações máximas esperadas para as chuvas de 24 h, 1,0 h e 0,1 h em função do período de recorrência desejado.

Alturas Pluviométricas - H (mm) para 24h - 1h e 0,1 hora			
TR	1440 min	60 min	5 min
10	170,3	72,8	18,5
25	204,5	87,4	22,3
50	235	100,4	25,6

Intensidade de Chuva e Tempo de Retorno

O quadro abaixo apresenta a intensidade de chuva em relação ao tempo de retorno e ao tempo de concentração.

TABELA 4 - INTENSIDADE DE CHUVA - TEMPO DE RETORNO E TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

LAGUNA			
INTENSIDADE DE CHUVA (mm/h)			
Duração	10 Anos	25 Anos	50 Anos
5 min	222,59	267,36	307,12
10 min	179,68	215,82	247,91
20 min	133,59	160,46	184,32
30 min	108,55	130,38	149,77
1 h	72,79	87,43	100,43
24h	7,10	8,52	9,79

Para o tempo de concentração considerado, de acordo com a tabela acima apresentada se obteve como a chuva de projeto (i):

$$i = 222,59\text{mm/h.};$$

5.7 VAZÃO

Com a consideração de que a descarga em uma determinada seção é função das características fisiográficas da bacia contribuinte, utilizou-se o Método Racional para a estimativa das vazões

de cada bacia contribuinte, visto que a bacia hidrográfica apresenta área inferior a 10km², sendo bastante seguro e de resultados não superdimensionados, para bacias de pequenas áreas. O Método Racional foi utilizado mediante o emprego da expressão:

Onde: Q - pico de vazão [m³/s];

C - Coeficiente de escoamento superficial (deflúvio) ;

i - intensidade da precipitação [mm/h];

A - área da bacia contribuinte [ha];

6 RESUMO DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS

6.1 PROJETO GEOMÉTRICO

6.1.1 Introdução

O projeto de pavimentação desenvolvido definiu a seção transversal do pavimento, em tangente em curva, suas espessuras ao longo do trecho, bem como o estabelecimento do tipo de pavimento, definindo geometricamente as diferentes camadas componentes, estabelecendo os materiais constituintes e especificando valores mínimos e/ou máximos das características físicas e mecânicas desses materiais, processos construtivos, controles de qualidade e outros. De forma geral, a estrutura dimensionada deverá atender as seguintes características:

- Dar conforto ao usuário que irá trafegar pela rodovia;
- Resistir e distribuir os esforços verticais oriundos do tráfego;
- Resistir aos esforços horizontais;
- Ser impermeável, evitando que a infiltração das águas superficiais venha a danificá-lo;
- Melhorar a qualidade de vida da população nativa;
- Melhorar a qualidade do sistema viário público.

6.1.2 Dimensionamento do Pavimento Flexível

O dimensionamento das diversas camadas constituintes do pavimento foi feito mediante aplicação do Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNIT (Novo Método do Eng.º Murillo Lopes de Souza), apoiado em metodologia para conceituação e obtenção dos parâmetros envolvidos, conforme recomendações e/ou orientações contidas no Manual de Projeto de Engenharia Rodoviária do DNIT.

6.1.3 Solicitação do eixo padrão – N

O valor do número “N” apresenta o seguinte valor:

$$N = 1,81 \times 10^6.$$

6.1.4 ⇒ Pavimento Asfáltico adotado

Como as ruas tem um tráfego com número $N = 1,81 \times 10^6$, foi adotado a espessura de pavimento asfáltico com 5,00 (cinco) cm, tendo em vista o Método do DNIT, para tráfego com $10^6 < N \leq 5 \times 10^6$.

Tabela 3 - Espessura mínima de revestimento betuminoso

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

6.1.5 Índice de Suporte

O CBR de projeto foi obtido conforme descrito nos Estudos Geotécnicos e apresenta o seguinte valor:

$$\text{CBR}_p = 9\%$$

6.1.6 Cálculo do Pavimento

Utilizando espessura do revestimento de 5 cm e com coeficiente estrutural de acordo com a Figura

Componentes dos pavimentos	Coeficiente de equivalência estrutural (K)
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento por penetração	1,20
Base granular	1,00
Sub-base granular	0,77 (1,00)
Reforço do subleito	0,71 (1,00)
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 Kg/cm ²	1,70
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 Kg/cm ² e 28 Kg/cm ²	1,40
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 Kg/cm ² e 21 Kg/cm ²	1,20
Bases de Solo-Cal	1,20

Espessura total do pavimento é calculada pela equação abaixo:

Adotando-se o ábaco número de operações do Eixo Padrão x Espessura do pavimento. Para $N = 1,81 \times 10^6$, conforme recomendação, adotou-se uma espessura de 5 cm de revestimento.

Calculo da Base

$$R \times KR + B \times KB \geq H20$$

$$5 \times 2 + B \times 1 \geq 26$$

$$B = 16\text{cm}$$

Adotado 16cm

Calculo da Sub - Base

$$R.Kc + Kc.B + Kc.Sub = H_{total}$$

$$4 \times 2 + 1 \times 16 + 1 \times Sub = 40,55$$

$$Sub = 14,55\text{cm}$$

Adotado 16cm

Abaixo, quadro resumo com as espessuras das camadas a utilizar-se na estrutura do pavimento.

Resumo das Camadas

Camada	Espessura
Revestimento asfáltico (CBUQ)	5,0 cm
Base (Brita graduada)	16,0 cm
Sub-base (Macadame seco)	15,00 cm

7 MEMORIAL DESCRITIVO

O presente memorial descritivo tem por objetivo orientar a execução dos serviços de terraplenagem, drenagem e pavimentação com revestimento em Concreto Asfáltico Usinado aQuente, na Rodovia João Batista Wendhausen, no município de Laguna- SC.

PROJETO GEOMÉTRICO

Com os dados de campo, desenhou-se o perfil do terreno pelo eixo da rua, e a partir desse, projetou-se o greide final do pavimento. Buscou-se lançar um greide que não prejudicasse os imóveis, respeitando o nível das soleiras das casas em relação ao existente.

Onde não se detectou nenhum problema em relação à altura das soleiras das casas, projetou-seum greide para aproveitamento do revestimento primário existente como sub-base e já consolidado pela ação do tráfego.

7.1 TERRAPLENAGEM

A terraplenagem tem por objetivo a conformação da plataforma da rodovia, de acordo com o projeto geométrico. Para o rebaixamento e alargamento da plataforma, a terraplenagem deveráser executada, obedecendo às cotas constantes do projeto.

Os serviços de mobilização e desmobilização dos equipamentos para execução da obra, serão de responsabilidade das Contratada.

Todos os serviços de topografia são da responsabilidade da Contratada. Parte do material escavado foi classificado como sendo de primeira, onde deverá ser transportado para aterro e omaterial considerado inservível, deverá ser totalmente removido e enviado para bota fora, em local previamente designado pelos técnicos do município.

7.1.1 Corte e transporte do material

O material deverá ser escavado de acordo com o perfil longitudinal de terraplanagem, observando a seção transversal, no qual apresenta os locais onde os cortes devem ser executados. O material de boa qualidade deverá ser transportado para aterro da pista e o material inservível deverá ser enviado para bota fora. Este serviço será de responsabilidade da contratada.

7.1.2 Aterro

Deverá ser analisado o perfil longitudinal de terraplanagem, bem como as seções transversais, verificando assim, os locais que necessitam de aterro. Parte do material necessário para o aterro será oriundo do corte de pista. Este serviço será de responsabilidade da contratada.

7.2 DRENAGEM

A drenagem pluvial será executada no sentido longitudinal com sarjetas de concreto STC 07, que serão direcionadas aos terrenos limítrofes- pastagens, valas e rios existentes, em locais assinalados em planta por meio de caixas de passagem e bocas de bueiros conforme em projeto.

7.2.1 Sarjetas

As sarjetas revestidas de concreto serão moldadas “in loco” atendendo ao disposto no projeto ou em consequência de imposições construtivas.

A execução das sarjetas de corte 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 cada 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, no caso de sarjetas de corte.

Em qualquer condição, a superfície de assentamento deverá ser compactada de modo a resultar uma base firme e bem desempenada.

Os materiais escavados e não utilizados nas operações de escavação e regularização da superfície de assentamentos serão destinados a bota-fora, cuja localização será definida de modo a não prejudicar o escoamento das águas superficiais.

A concretagem envolverá um plano executivo, prevendo o lançamento do concreto em lances alternados.

O espalhamento e acabamento do concreto serão feitos mediante o emprego de ferramentas manuais, em especial de uma régua que, apoiada nas duas guias adjacentes permitirá a conformação da sarjeta ou valeta à seção pretendida.

A retirada das guias dos seguimentos concretados será feita logo após constatar-se o início do processo de cura do concreto.

O espalhamento e acabamento do concreto dos seguimentos intermediários será feito com apoio da régua de desempenho no próprio concreto dos trechos adjacentes.

A cada segmento com extensão máxima de 12,0 metros será executada uma junta de dilatação, preenchida com cimento asfáltico aquecido, de modo a se obter a fluidez necessária, para sua aplicação por escoamento na junta.

As saídas d'água das sarjetas serão executadas de forma idêntica às próprias sarjetas, sendo prolongadas por cerca de 10m a partir do final do corte, com deflexão que propicie o seu afastamento do bordo da plataforma (bigodes).

Esta extensão deverá ser ajustada às condições locais de modo a evitar os efeitos destrutivos de erosão.

Para maiores esclarecimentos deverá ser verificado os procedimentos descritos na NORMA DNIT 018/2006 – ES.

7.2.2 Transposição de Sarjetas

As transposições de sarjeta deverão ser executadas com tubos cujo \emptyset são indicados em projeto, abaixo do tubo deverá ter uma camada mínima de 10cm de concreto e lateralmente 15cm paracada lado do tubo.

A escavação deverá ser manual e o concreto a ser executado deverá ter resistência mínima de 20 Mpa.

Para a perfeita execução a construtora deverá atentar-se ao detalhe construtivo.

7.2.3 Caixas Coletoras de Sarjeta

A caixa coletora de sarjeta será executada em concreto com resistência de 20 MPa. As paredes e o fundo da caixa deverão ter espessura de 0,20 m.

Sobre a caixa deverá ser fixado as nervuras em concreto armado com resistência de 25 MPa, conforme dimensões de projeto.

Deverá ser executado em um dos lados da caixa, conforme desague da sarjeta a entrada da mesma. Sugere-se que seja finalizada a caixa somente após a construção da sarjeta, para conexão exata entre os dois elementos.

7.2.4 BUEIROS TUBULARES DE CONCRETO

Para a execução dos bueiros tubulares de concreto deverão ser atendidas as etapas executivas seguintes:

Após a regularização do local, antes da concretagem do berço, locar a obra com a instalação de réguas e gabaritos, que permitirão materializar no local, as indicações de alinhamento, profundidade e declividade do bueiro.

O espaçamento máximo entre réguas será de 5 metros, permissíveis pequenos ajustamentos das obras.

A declividade longitudinal do bueiro deverá ser continua e somente em condições excepcionais permitir descontinuidades no perfil dos bueiros.

A escavação das cavas será feita em profundidade que comporte a execução do berço, adequada ao bueiro selecionado, por processo mecânico ou manual.

A largura da cava deverá ser superior à do berço em pelo menos 30cm para cada lado, de modo a garantir a implantação de fôrmas nas dimensões exigidas.

Deve ser exigida a compactação mecânica por compactadores manuais, placa vibratória ou compactador de impacto, para garantir seu grau de compactação satisfatório e a uniformidade de apoio para execução do berço.

Após atingir o grau de compactação adequado, instalar formas laterais para o berço de concreto e executar a porção inferior do berço com concreto de resistência $f_{ck\min} \geq 15$ Mpa.

Somente após a concretagem, acabamento e cura do berço serão feitos a colocação, assentamento e rejuntamento dos tubos, com argamassa cimento-areia, traço 1:4, em massa.

Para maiores esclarecimentos deverá ser verificado os procedimentos descritos na NORMA DNIT 023/2006 – ES.

7.3 PAVIMENTAÇÃO

7.3.1 Regularização do subleito

Após a terraplenagem, todo o subleito deverá ser regularizado e nivelado de acordo com projeto geométrico, tanto no sentido longitudinal quanto no transversal e compactado, até atingir 100% do Proctor Normal.

Onde a altura de aterro for inferior a 20 (vinte) cm o local deverá ser escarificado no mínimo uma espessura de 15 (quinze) cm, para uma melhor homogeneização do material.

Neste serviço estão incluídas todas as operações necessárias à sua completa execução e são medidos em m².

Estes serviços são regulados pela Especificação Geral do DNIT.

7.3.2 Sub-base de Macadame Seco

É uma camada que se destina a receber e distribuir parte dos esforços oriundos do tráfego e para proteger o subleito. Será executada uma camada de macadame seco com espessura de 15cm conforme

Projeto Executivo. A liberação da compactação se fará visualmente após um mínimo de 13 passadas com rolo vibratório com energia de compactação máxima. Deverá ser liberada pela topografia a parte geométrica.

Para a execução desta camada, a mesma apresentará saia de aterro 1/1,50m.

7.3.3 Base de Brita Graduada

Sobre a sub-base, será executado uma camada de base de brita graduada, numa espessura de 16 cm em toda a extensão do trecho conforme projeto.

É uma camada de material pétreo, resultante da composição granulométrica de britas de diâmetros diferentes e de pó de pedra ensaiada em laboratório. Para aplicação na pista, deverá ser misturada em usinas de solos, na umidade de projeto. Após o espalhamento na pista, será compactada com equipamento adequado, até atingir o grau de compactação a 100% do Próctormodificado. A tolerância do greide final da base será de -1,0cm à +1,0cm, e a declividade transversal será de 2,5% a partir do eixo para os bordos em tangente.

Para a execução desta camada, a mesma apresentará saia de aterro 1/1,50m.

A liberação da pista será feita com a aprovação da topografia e da análise de ensaios feitos pela equipe de topografia e laboratório da Contratada.

Para o controle tecnológico será feito uma análise granulométrica e um equivalente de areia. Os serviços são regulados pela Especificação Geral do DNIT.

7.3.4 Imprimação

É a impermeabilização da base, com Emulsão Asfáltica para Imprimação (EAI), aplicado a uma taxa de 1,2 litro/m² e deverá ser aplicado com caminhão espargidor com barra de distribuição acionada a uma pressão constante por motor. A imprimação só será executada após a liberação da base pelo laboratório, e devidamente varrida por processo mecânico.

O controle da imprimação é feito com ensaio para calcular a taxa de aplicação, pelo método da bandeja, a cada 100,00 (cem) metros de pista.

Os serviços são regulados pela Especificação Geral do DNIT.

7.3.5 Pintura de Ligação

É a aplicação de um ligante, Emulsão Asfáltica RR-2C, com taxa de 0,5 litros/m² e tem por finalidade a perfeita ligação entre a base imprimada e o revestimento asfáltico. Antes de receber a pintura de ligação a base imprimada deverá ser varrida mecanicamente.

Revestimento Asfáltico

É uma camada em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) com 0,05 m de espessura nas pistas de rolamento. Tem por finalidade dar conforto, segurança aos motoristas e proteger a base contra a ação das intempéries.

É uma mistura asfáltica usinada a quente composta por agregados (brita, areia e filler) e material asfáltico CAP 50/70.

O teor de CAP 50/70 deverá tender a especificação do DNIT no intervalo da Faixa "C" cujo teor considerado é de 5,2%.

O transporte se fará em caminhões basculantes enlonados, para manutenção da temperatura da massa asfáltica.

O espalhamento na pista será feito com vibro-acabadora de esteiras que deve possuir mesa vibratória com sistema de aquecimento.

A compactação será feita com rolo de pneus auto propelido, de pressão variável e de capacidade mínima de 20 toneladas e com rolo de chapa tandem de 2 tambores, peso mínimo de 6 toneladas, ou preferencialmente com rolo de chapa de 2 tambores vibratórios.

A rolagem se iniciará imediatamente após o espalhamento da massa.

Não poderá ser executado o revestimento asfáltico em dias chuvosos, ou com temperaturas abaixo de 10 °C. Também não será permitido o lançamento de massa asfáltica com temperatura inferior a 110 °C.

A Contratada deverá apresentar o projeto da mistura asfáltica e especificar a metodologia e normas técnicas adotadas na elaboração da mesma.

Como critério de medição em relação ao CAP será utilizado a média aritmética dos resultados dos ensaios de controle tecnológico da massa asfáltica, até o limite do orçamento.

O pagamento deverá ser precedido de sondagem com sonda rotativa a cada 50 m e o grau de compactação não deverá ser inferior a 97 % da densidade de projeto e espessuras conforme projeto.

Para o controle tecnológico da camada asfáltica serão realizados ensaios de extração de betume e análise granulométrica, com coleta no caminhão ao descarregar na pista, para cada 100 t ou por dia de trabalho.

Os serviços são regulados pela Especificação do DNIT.

7.4 SINALIZAÇÃO

7.4.1 Sinalização vertical

É a sinalização composta por placas, painéis e dispositivos auxiliares, situados na posição vertical e localizados à margem da via ou suspensa sobre ela.

As chapas para as placas de sinalização deverão ser zincadas, com no mínimo 270 g de zinco por m² e terão uma face pintada na cor preta semi fosca e outra na cor padrão.

As letras, símbolos e números poderão ser confeccionados com películas refletivas coladas ou por serigrafia sobre película refletiva.

Para a fixação das placas aos suportes, deverão ser utilizados parafusos zincados presos por arruelas e porcas.

Como regra geral, para todos os sinais posicionados lateralmente à via, é dada uma pequena deflexão horizontal de 3° em relação à direção ortogonal ao trajeto dos veículos que se aproximam, para minimizar problemas de reflexo.

Pelo mesmo motivo, os sinais são inclinados em relação à vertical, para frente ou para trás, conforme a rampa seja ascendente ou descendente, também em 3°.

7.4.2 Sinalização horizontal

A sinalização horizontal será com tinta retro refletiva branca/amarela, a base de resina acrílica com microesferas de vidro, com faixa central amarela, na largura de 0,12 m e tinta branca para as faixas de pedestre.

7.4.3 Sinalização de obra

A sinalização de obra da rua visa a segurança do usuário e do pessoal da obra em serviço, sendo constituída por sinalização horizontal, vertical, bem como dispositivos de sinalização e segurança, que serão constituídas por placas, cones de borracha ou plásticos, dispositivos de luz intermitente e bandeiras.

Os custos serão de responsabilidade da Contratada.

7.4.4 Tachas Refletivas

É um dispositivo de proteção auxiliar à sinalização horizontal, fixado na superfície do pavimento. Trata-se de um corpo resistente aos esforços provocados pelo tráfego, possuindo um ou duas faces retrorrefletivas nas cores compatíveis com a marca viária.

O objetivo é orientar o usuário delineando a geometria da via pela reflexão da luz, especialmente à noite ou em trechos sujeitos à neblina ou chuvas intensas. O corpo da tacha deve ser na cor branca ou amarela.

As tachas devem ser aplicadas em conformidade com o estabelecimento no projeto contratado, ou na falta desse estabelecimento, devem ser aplicadas nas linhas de borda e de eixo.

Nas marcas de canalização de fluxos devem ser colocadas em cada área neutra entre as faixas do zebrado ao lado das linhas de canalização.

Na implantação das tachas deverão ser seguidos os seguintes critérios:

- Visando a posterior renovação da pintura das faixas de sinalização, de maneira geral, as tachas refletivas não devem ser colocadas sobre as linhas demarcadas;
- Deverão ser implantadas junto à linha de bordo deslocados em cerca de 10 cm para o lado externo;
- Deverão ser implantadas no espaço entre as linhas, quando duplas contínuas, ou no meiodos segmentos sem pintura, quando as linhas forem seccionadas.

O fornecimento e a implantação de tachas refletivas devem atender aos critérios e indicações de projeto referentes à seleção dos locais para aplicação, posicionamento, distribuição, tipo e característica dos dispositivos aplicáveis.

As tachas devem atender aos requisitos estabelecidos na NBR 14636:2013.

a) Desempenho: quanto ao desempenho de retrorrefletividade, as tachas são classificadas em:

- Tipo I: com refletivo sem revestimento antiabrasivo;
- Tipo II: com refletivo com revestimento antiabrasivo (face de material não vítreo);
- Tipo III: com refletivo com revestimento antiabrasivo (face de material de vidro);

• Tipo IV: com refletivo de esferas de vidro espelhado.

b) Dimensões das tachas: as tachas devem estar situadas acima da superfície do pavimento e apresentar as dimensões mínimas e máximas conforme transcritas abaixo:

- Altura mínima: 1,7 cm;
- Altura máxima: 2,2 cm.
- Largura mínima: 9,6 cm (essa é a maior dimensão paralela à face do elemento refletivo);
- Largura máxima: 13 cm.
- Comprimento mínimo: 7,4 cm;
- Comprimento máximo: 11 cm.

c) Tipos de corpo: os tipos de corpo da tacha são:

- Tipo A: resina sintética a base de poliéster ortofitálica, epóxi ou similar;
- Tipo B: plástico injetado;
- Tipo C: metálico, com refletivo permanente ou substituível.

A aplicação de tachas refletivas metálicas com dois pinos, mono ou bidirecionais, devem ser implantadas em segmentos rodoviários em conformidade com o projeto.

d) Fixação: As tachas devem ser fixadas no pavimento por meio mecânico-químico ou por meio químico, conforme exposto abaixo:

- Fixação por meio mecânico-químico com pino metálico: nesse tipo de fixação os pinos metálicos para fixação devem ser semelhantes a parafusos de cabeça tipo francesa, em aço carbono galvanizado, podendo ser revestido pelo material do corpo, e apresentando roscas ou aletas em sua parte externa. Suas dimensões devem ser compatíveis com as da tacha.
- Fixação por meio mecânico-químico com pino incorporado à base: nesse tipo de fixação o pino deve ser parte da tacha (podendo ser do mesmo material), eliminada qualquer forma de fixação entre o pino e a tacha posterior à fabricação. Suas dimensões devem ser compatíveis com as da tacha. Fixação por meio mecânico-químico por incrustação na superfície do pavimento: fixação em uma cavidade de dimensão adequada recortada no pavimento. Fixação por meio químico: a fixação por meio químico deve ser efetuada conforme recomendações do fabricante, respeitando as limitações de temperatura determinantes de alterações do pavimento.
- e) Cor do elemento refletivo: os seus elementos refletivos devem ter cores em conformidade com os requisitos estabelecidos na norma ASTM D 4280:2015.
- f) Resistência ao Impacto: as quebras da tacha não podem ser maiores do que 2 mm, nem apresentar extensão maior do que 6,4 mm, quando ensaiadas em conformidade com a subseção 5.5 da norma NBR 14636:2013.

Para maiores esclarecimentos deverá ser verificado os procedimentos descritos na NORMA DNIT 100/2018 – ES.

7.5 PLACA

7.5.1 Placa de Obra

A placa da obra será afixada em local visível e de destaque, preferencialmente no acesso principal do empreendimento ou voltada para a via que favoreça a melhor visualização das placas, e deverão ser mantidas em bom estado de conservação, inclusive quanto à integridade do padrão das cores, durante todo o período de execução das obras, substituindo-as ou recuperando-as quando verificado o seu desgaste ou precariedade, ou ainda por solicitação da Prefeitura.

As placas devem ter sempre o formato retangular na proporção de 8 para 5.

A placa de obra deverá ser confeccionada em chapa plana galvanizada num 26, material resistente às intempéries, pintada com esmalte afixadas em estrutura de madeira.

A largura será dividida em 2(duas) partes iguais, e a altura em 5(cinco) partes iguais.

8 MEIO AMBIENTE

8.1 ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL

Em relação ao impacto ambiental provocado pela execução da obra em questão, avaliamos ser **mb** pouco significativo, pois a pavimentação será executada sobre a via existente.

9. SERVIÇOS COMPLEMENTARES

9.1 REALOCAÇÃO DE CERCAS

Haverá remoção de cerca nos pontos que venham a interferir na execução do projeto conforme indicações no Projeto Geométrico.

9.2 REALOCAÇÃO DE POSTES

Haverá Remoção de postes nos pontos que venham a interferir na execução do projeto conforme indicações no Projeto Geométrico.

OBS: OS SERVIÇOS COMPLEMENTARES SERÃO EXECUTADOS ÀS EXPENSAS DA MUNICIPALIDADE, NÃO FAZENDO PARTE DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

10 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A Contratada deverá manter a obra sinalizada, especialmente à noite, e principalmente onde há interferência com o sistema viário, e proporcionar total segurança aos pedestres para evitar ocorrência de acidentes.

A Contratada deverá colocar placa indicativa da obra com os dizeres e logotipos orientados pela Secretaria de Transportes e Obras, que deverá seguir o padrão estabelecido pelo Órgão Financiador do recurso e deverá ser afixada em local visível e de destaque.

Todos os serviços de topografia, laboratório de solos e asfaltos, serão fornecidos pela Contratada.

A obra será fiscalizada por profissional designado pela Prefeitura Municipal. Cabe a Contratada facilitar o acesso às informações necessárias ao bom e completo desempenho do fiscal.

Cabe a Secretaria de Transportes e Obras do município, dirimir quaisquer dúvidas do presente Memorial Descritivo, bem como de todo o Projeto de Pavimentação, Drenagem e Sinalização. Caso haja divergência entre as medidas tomadas em escala e medidas determinadas por cotas, prevalecerão sempre as últimas.

A contratada deverá fazer os ensaios de granulométrica da base de brita graduada conforme procedimento descrito na NORMA DNIT 141/2010 - ES.

Para a massa asfáltica devem ser adotados todos os procedimentos conforme descritos na NORMA DNIT 031/2006 - ES.

Quanto a regularização de subleito, deve ser seguidos os procedimentos descritos na NORMA DNIT 137/2010 - ES.

Para a execução da sub-base, deve ser seguidos os procedimentos descritos na NORMA DNIT 139/2010 – ES.

A Contratada assumirá integral responsabilidade pela boa execução e eficiência dos serviços que executar, de acordo com as Especificações Técnicas, sendo também responsável pelos danos causados decorrentes da má execução dos serviços.

A boa qualidade dos materiais, serviços e instalações a cargo da Contratada, determinados através de verificações, ensaios e provas aconselháveis para cada caso, serão condições prévias indispensáveis para o recebimento dos mesmos.

No final da obra, a Contratada deverá fornecer um relatório, contendo todos os resultados obtidos nos ensaios de laboratório e em campo da obra, e apresentar o controle topográfico realizado, elaborando planta planialtimétrica da obra acabada.

Laguna, 05 de junho de 2024.

Eng. Renato Mendonça Teixeira
Crea/SC 090117-1

