

**MUNICÍPIO**  
**DE**  
**CORDILHEIRA ALTA**

**Projeto:** Pavimentação asfáltica

**Local:** Rodovia EMCA-020

**MUNICÍPIO DE CORDILHEIRA ALTA**  
**PROJETO:** Pavimentação asfáltica  
**LOCAL:** Rodovia EMCA-020

**MEMORIAL DESCRITIVO**

O presente memorial descritivo refere-se à execução de pavimentação asfáltica no prolongamento da rodovia EMCA-020, sendo a pavimentação executada sobre terreno natural, numa extensão de 900,00 metros. O projeto foi elaborado numa extensão de 1.200,00 metros para a eventualidade de ser estendido caso seja possível ou ser executado numa segunda etapa.

**OBRAS A SEREM REALIZADAS NO EMPREENDIMENTO**

Serão realizados serviços de revestimento asfáltico da via, e demais serviços relacionados, terraplenagem, obras de arte corrente como drenos, sarjetas e bueiros, e por fim, a sinalização viária. Nesta via será executada uma largura adicional no pavimento asfáltico que será destinada para a instalação de uma faixa compartilhada para ciclistas e pedestres.

Para a realização das obras de terraplenagem deverão inicialmente ser realizados serviços adicionais, tais como, demolição e reconstrução de cercas, realocação de postes de eletrificação e remoção de árvores de médio porte.

**ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

**1. SERVIÇOS PRELIMINARES**

Dentre os serviços preliminares podemos destacar a mobilização das forças de trabalho até o local onde serão executados os trabalhos e a administração local da obra. Por ser uma obra de pequeno porte não se faz necessária a instalação de um canteiro e acampamento de obra próximo, porém é de suma importância prever os gastos com a mobilização e a administração local.

Também se deve levar em consideração custos relativos do encarregado geral da obra e do engenheiro responsável pela execução dos serviços executados. Os serviços de uma equipe de topografia também devem ser considerados presentes na obra permanentemente para locação e controle dos serviços executados.

Deverá ser instalada a placa referente ao convênio responsável pelo repasse como indicado abaixo no item "Placas da obra".

**2. DRENAGEM PLUVIAL**

O projeto de drenagem visa, basicamente, a definição dos dispositivos de coleta e condução das águas superficiais e subterrâneas, para resguardar o corpo estradal da ação das mesmas.

**Drenagem Superficial**

O sistema de drenagem superficial tem por objetivo captar e interceptar as águas que precipitam sobre o corpo estradal, taludes e áreas que a eles convergem, conduzindo-as para locais de deságue seguro, sem causar erosão nas áreas vizinhas ou comprometer a estabilidade do maciço.

As vazões de contribuição foram determinadas através do método racional, adotando-se os parâmetros a seguir:

- |   |          |
|---|----------|
| • asfalto e concreto:                       | C = 0,90 |
| • talude gramado:                           | C = 0,70 |
| • área entre offset e valeta de coroamento: | C = 0,50 |

- período de recorrência para bueiros tubulares: 25 anos
- período de recorrência para bueiros celulares: 25 anos
- período de recorrência para demais dispositivos: 10 anos
- tempo de concentração: 6 minutos
- intensidade de precipitação para  $T_r = 10$  anos: 100,80 mm/h.

Na determinação da capacidade de vazão utilizou-se a fórmula de Manning, aliada à equação da continuidade.

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times \sqrt{i_L}$$

onde:

- $V$  = velocidade, em m/s;
- $n$  = coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional;
- $R$  = raio hidráulico, em m;
- $i_L$  = declividade longitudinal, em m/m;

$$Q = V \times A$$

onde:

- $Q$  = vazão afluente, em  $m^3/s$ ;
- $V$  = velocidade, em m/s;
- $A$  = área da seção molhada, em  $m^2$ .

Adotou-se, para o presente projeto, coeficiente de rugosidade  $n = 0,014$ , tanto para superfícies revestidas em concreto quanto asfaltadas.

#### **Valeta de Proteção**

As valetas de proteção têm por objetivo proteger os taludes de corte e de aterro da ação das águas que a eles convergem.

Foi adotada a seção transversal trapezoidal revestida com grama em leiva para ambas as valetas. Os dispositivos escolhidos recebem a denominação VPC (corte), VPA (aterro), com seção trapezoidal, taludes 1 (H):1 (V), largura da base 0,40 m e altura de 0,40m.

##### *a) Corte*

As valetas de proteção de corte têm a função de interceptar e conduzir as águas que demandam aos taludes de corte para locais adequados, tais como talvegues, valas ou bueiros. Esses dispositivos são posicionados a uma distância mínima de 3,00 m do offset.

Quando houver necessidade de declividades mais suaves, para evitar erosão na valeta, esta será progressivamente afastada da crista do corte.

##### *b) Aterro*

As valetas de proteção de pé de aterro têm a função de proteger o talude de aterro da erosão. São recomendadas quando a declividade transversal do terreno natural está voltada em direção ao talude. São posicionadas a 1,00 m do offset, de forma a coletar e conduzir as águas para locais que não tragam prejuízo aos taludes.

#### **Sarjetas**

As sarjetas foram projetadas ao longo dos cortes para drenar as águas precipitadas sobre a plataforma e taludes de corte. Sua seção é triangular e seu revestimento em concreto.

Foi adotada para a sarjeta em concreto com a seção triangular para corte em solo Tipo – II.

#### **Dimensionamento de valetas e sarjetas**

O dimensionamento hidráulico das valetas, sarjetas e meios-fios foi elaborado com o emprego da fórmula de Manning, associada à Equação da Continuidade. Consiste em determinar

a extensão máxima admissível sem que ocorra o transbordamento, ou seja, o comprimento crítico. Assim, para extensões maiores que o limite admissível deve ser implantado uma saída ou um dispositivo de captação para esgotamento das valetas, sarjetas e meios-fios.

Com base nas características físicas das seções das valetas, sarjetas e meios-fios e considerando uma largura de contribuição, calculou-se a capacidade (vazão máxima de escoamento), a velocidade e comprimento crítico para várias inclinações longitudinais.

Para tanto, foi adotado o coeficiente de Manning para revestimento de concreto,  $n=0,015$ . A velocidade limite para o escoamento em dispositivos com revestimento em concreto é 4,0 m/s.

As fórmulas empregadas no cálculo da vazão máxima, da velocidade e comprimento crítico dos das valetas, sarjetas e meios-fios são apresentadas a seguir. Para o cálculo do comprimento crítico, usou-se a fórmula do Método Racional, onde "d" é o comprimento crítico e L a largura máxima da área de contribuição. Adotou-se, também, o coeficiente de escoamento superficial da área de contribuição como sendo  $c=0,90$ .

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$

$$V = \frac{R^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$

$$d = 36 \times 10^4 \times \frac{Q}{c \times i \times L}, \text{ onde:}$$

- Q = vazão máxima admissível (m³/s);
- A = área molhada (m²);
- R = raio hidráulico (m);
- I = declividade longitudinal (m/m);
- n = coeficiente de rugosidade;
- V = velocidade de escoamento (m/s);
- d = comprimento crítico (m);
- c = coeficiente de escoamento da área de contribuição;
- i = intensidade pluviométrica (cm/h); e
- L = largura máxima da área de contribuição (m).

Admitiu-se um tempo de concentração de 6 minutos e período de recorrência de 10 anos, resultando, assim, uma intensidade pluviométrica de  $i=16,18$  cm/h. Os valores calculados para os dispositivos são apresentados a seguir.

I (m/m)	VPC / VPA			STC-I			Meio-fio		
	L (m)	150,00		L (m)	15,00		L (m)	7,00	
	P (m)	1,5314		P (m)	0,9126		P (m)	0,8807	
	A (m²)	0,32		A (m²)	0,0938		A (m²)	0,0388	
	R (m)	0,21		R (m)	0,103		R (m)	0,04	
	N	0,035		N	0,015		N	0,015	
	Q (m³/s)	V (m/s)	D (m)	Q (m³/s)	V (m/s)	D (m)	Q (m³/s)	V (m/s)	D (m)
0,005	0,228	0,71	47	0,097	1,04	160	0,022	0,55	77
0,010	0,323	1,01	67	0,137	1,46	226	0,031	0,77	109
0,015	0,396	1,24	82	0,168	1,79	277	0,038	0,94	134
0,020	0,457	1,43	94	0,194	2,07	320	0,044	1,09	154

0,025	0,511	1,60	105	0,217	2,32	358	0,049	1,22	173
0,030	0,559	1,75	115	0,238	2,54	392	0,054	1,34	189
0,035	0,604	1,89	124	0,257	2,74	424	0,058	1,44	204
0,040	0,646	2,02	133	0,275	2,93	453	0,062	1,54	218
0,045	0,685	2,14	141	0,291	3,11	480	0,066	1,64	232
0,050	0,722	2,26	149	0,307	3,28	506	0,069	1,72	244
0,055	0,758	2,37	156	0,322	3,44	531	0,072	1,81	256
0,060	0,791	2,47	163	0,337	3,59	555	0,076	1,89	267
0,065	0,824	2,57	170	0,350	3,73	577	0,079	1,97	278
0,070	0,855	2,67	176	0,364	3,88	599	0,082	2,04	289
0,075	0,885	2,76	182	0,376	4,01	620	0,085	2,11	299
0,080	0,914	2,86	188	0,389	4,14	641	0,087	2,18	309
0,085	0,842	2,94	194	0,401	4,27	660	0,090	2,25	318
0,090	0,969	3,03	200	0,412	4,39	679	0,093	2,31	327
0,095	0,996	3,11	205	0,424	4,52	689	0,095	2,38	336
0,100	1,021	3,19	210	0,435	4,63	716	0,098	2,44	345

#### Transposição de segmentos de sarjetas

Nos locais onde existem acessos secundários que coincidam com segmentos das sarjetas foram projetadas as transposições.

As transposições serão executadas com tubos de 0,30 m de diâmetro, envelopado com concreto fck > 15,0 MPa, conforme detalhe tipo apresentado no Projeto Executivo.

#### Obras de Arte Correntes

Os bueiros têm por objetivo permitir a passagem das águas que escoam pelo terreno natural ou por quaisquer dispositivos de drenagem, de um lado para o outro do corpo estradal.

Deste modo, o sistema de drenagem aqui proposto consiste na condução das águas providas de talvegues, sarjetas e valetas até as caixas coletoras ou bocas, onde serão captadas e conduzidas, através de bueiros para deságue em local apropriado.

Foram projetados, também, bueiros de greide ao longo do trecho. Sua função é a de captar as águas provenientes dos dispositivos de drenagem superficiais e profundos, conduzindo estas águas para locais apropriados.

No projeto foram previstos bueiros tubulares com dimensões variadas sendo estas, de acordo com as descargas das bacias hidrográficas calculadas nas planilhas de dimensionamento hidrológico.

O dimensionamento hidráulico para a verificação da capacidade das obras existentes foi feito com o emprego da fórmula de Manning, aliada à equação da continuidade:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times \sqrt{i_L}$$

$$Q = V \times A$$

onde:

- V = velocidade, em m/s;
- Q = vazão afluente, em m³/s;
- n = coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional;
- R = raio hidráulico, em m;
- $i_L$  = declividade longitudinal, em m/m;
- A = área da seção molhada, em m².

Adotou-se coeficiente de rugosidade  $n = 0,017$ , para considerar o aumento da rugosidade com o passar dos anos e lâmina de no máximo 70% da altura da seção de vazão.

O dimensionamento geométrico foi feito com base no levantamento topográfico das seções transversais no local de cada uma das obras.

### **Drenagem Subterrânea**

A drenagem subterrânea tem por finalidade remover as águas infiltradas no corpo estradal, bem como rebaixar o nível do lençol freático, evitando assim, que por ascensão capilar, a água subterrânea afete a estabilidade do subleito, comprometendo o desempenho do pavimento.

Assim, para a interceptação, coleta e remoção das águas subterrâneas foram projetados drenos longitudinais.

### **Cortes em solo**

O dreno projetado foi o Tipo I, com as dimensões de 0,50 m de largura e 1,50 m de profundidade. É constituído de um tubo de concreto perfurado de 0,20 m de diâmetro e tendo como material de enchimento a brita.

Este dreno deverá se localizar na extremidade da camada de sub-base, com desenvolvimento longitudinal, nos lados de montante das seções em corte. Para o deságue dos drenos, previu-se a implantação de saídas Tipo "L". Nos locais onde os drenos são interceptados por bueiros, as suas saídas se darão nestes, sendo em suas alas ou em caixas coletoras, conforme o caso.

### **Drenagem do Pavimento**

Nos pontos baixos do greide, e nos trechos com rampas superiores a 3,0%, com espaçamento médio de 200,00 m, o pavimento será drenado através de dreno transversal, com dimensões de 0,20 m de largura e 0,30 m de profundidade posicionados transversalmente, e com uma esconsidade de 15°.

### **Escavações**

Serão feitas as escavações necessárias para execução da alvenaria. Nos aterros deverá ser utilizado material isento de matéria orgânica, em camadas sucessivas de 20cm, molhadas e apiloadas, garantindo-se a estabilidade do terreno.

O sentido normal da escavação será sempre de jusante para montante. Quando a coesão do solo for muito baixa deverá ser efetuado escoramento de madeira para evitar o desmoronamento.

A reposição da terra na vala deverá ser executada da seguinte maneira: - Inicialmente deverá ser colocado material de granulometria fina de cada lado da canalização, o qual irá sendo cuidadosamente apiloado. Será conveniente tomar precauções de compactar todo solo até cerca de 60 cm acima do tubo, fazendo-se sempre esta compactação lateralmente ao tubo. Depois de 60 cm a terra será compactada em camadas de no máximo 20 cm.

A largura da vala será igual ao diâmetro externo do tubo acrescido de 60 cm para tubos de diâmetro de 30 cm e 40 cm, acrescido de 70 cm para diâmetros de tubos de 50 cm e 60 cm e acrescido de 1,0m para tubos de 80 cm e 1,0m de diâmetro.

A profundidade da tubulação será de no mínimo: 100cm para tubos de  $d=30\text{cm}$  e  $40\text{cm}$ ; de 120cm para tubos de  $d=60\text{cm}$ ; de 160cm para tubos de  $d=80\text{cm}$  e de 200cm para tubos de  $d=100\text{cm}$ .

### **Alvenaria**

Serão executadas em tijolo maciço, nas dimensões de projeto. Os tijolos deverão ser molhados antes de sua colocação.

O assentamento será com argamassa 1:4 ou 1:5 com areia média e produto substituto da cal. As juntas terão espessura máxima de 15mm e rebaixadas a ponta de colher.

O assentamento da tubulação deverá ser feito sobre a argila compactada ou quando o solo for rochoso deverá ser realizado um colchão em areia ou pedrisco, para então assentar a tubulação.

### **Tubulação**

Os tubos em concreto simples utilizados na obra deverão ser da classe PS-1 (NBR 8890/03) nos diâmetros de 0,30m, 0,40m e 0,50 m;

Os tubos em concreto armado utilizados na obra deverão ser da classe PA-1 (NBR 8890/03) nos diâmetros de 0,60, 0,80, 1,00, 1,20, 1,50 m e 2,00m.

Os tubos deverão ser rejuntados com argamassa de cimento e areia no traço 1:3.

### **Órgãos complementares**

Os órgãos complementares da rede pluvial serão as bocas de lobo, caixas de ligação e a canalização do esgotamento das bocas de lobo. As bocas de lobo deverão ser executadas com

dimensões que se possa ter acesso à tubulação para ser realizada a limpeza quando necessária. Quando se utilizar sistemas de drenagem sem poços de visita, a manutenção será feita pelas bocas de lobo das galerias, sendo que estas deverão ser executadas com as dimensões especificadas para as caixas de ligação anexas, com a grelha na parte superior.

Os dispositivos de boca de lobo e caixas de ligação serão executados com concreto armado com  $f_{ck} \geq 20,0 \text{ MPa}$  e terão o traço da argamassa de revestimento interno de 1:2:8 em cimento, cal e areia. A espessura do revestimento interno da boca de lobo e caixa de ligação será de no mínimo 1,5cm.

### **3. SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM**

A pavimentação será executada sobre o leito original, e como o mesmo se apresenta na maior parte do trecho em condições favoráveis para a pavimentação, serão feitos apenas serviços para conformação da pista.

As obras de terraplenagem deverão estar concluídas antes do início da construção do pavimento. Inicialmente será feita a marcação do serviço de terraplenagem conforme o projeto, para em seguida serem executados os serviços necessários.

#### **Regularização do subleito**

A regularização resume-se em corrigir algumas falhas da superfície terraplenada, pois no final da terraplenagem já foram tomados todos os cuidados necessários ao bom acabamento da superfície e à compactação do subleito.

O trecho em pavimentação apresenta um perfil longitudinal com irregularidades na superfície, os pequenos aterros corrigem essas irregularidades, dando condições geométricas definidas ao subleito. Executando a regularização em pequenos aterros, permanece intacta a compactação já executada pelo tráfego por vários anos, evitando-se a escarificação de uma casca já consolidada.

A superfície do subleito deverá ser regularizada na largura de toda pista, de modo que assuma a forma determinada pela seção transversal do projeto. Procede-se, então, à escarificação do material, e o seu umedecimento até o teor ótimo de umidade, determinado pelo ensaio de Proctor simples.

O esquema de aplicação dos rolos compactadores segue a norma geral, da borda para o centro nos trechos em tangente, e do bordo interno para o externo, nas curvas. Nas zonas onde é impossível passar-se o compressor, a compressão deverá ser executada com soquetes manuais ou mecânicos.

Quando a camada de regularização apreender mais de 15 cm de espessura, a compressão deve ser iniciada com o rolo pé-de-carneiro, seguido pelo rolo de 3 rodas.

A compressão estará terminada quando for atingida 100% da densidade máxima, obtida pelo ensaio de Proctor normal.

Terminada a compressão, o acabamento deverá ser verificado por meio de réguas, devendo as saliências e reentrâncias serem corrigidas.

Sobre o subleito preparado, não será permitido trânsito, devendo a base e o pavimento asfáltico serem executados o mais rapidamente possível, para evitar danos por chuvas.

Onde o subleito não apresenta condições favoráveis à compactação como: baixo suporte, material saturado, etc., deverá o material existente ser retirado e substituído por material selecionado, de modo a conseguir-se um bom suporte.

#### **Serviços de corte do terreno – taludes**

Nos cortes em solos finos e expansivos, o talude deve ter maior inclinação dos que nos solos estáveis, chegando a vertical em rocha sã. O talude pode sofrer desprendimento, escorregamento ou rastejo, provocados por inclinação inadequada, sobrecarga, excesso de umidade, fendas ou fraturas, escavações no pé do talude, altura excessiva ou baixo suporte dos solos de fundação.

Para grandes alturas, executam-se taludes escalonados, em que se praticam banquetas, com vistas à redução da velocidade das águas pluviais superficiais, para facilitar a drenagem e aumentar a estabilidade do maciço.

São pré-requisitos para execução dos cortes:

- As áreas a serem objeto de escavação devem apresentar-se conveniente desmatado e destocado e estando o respectivo entulho devidamente removido;
- Os segmentos em aterro, os bota-foras e praças para depósitos temporários que serão o destino dos solos escavados deverão estar devidamente desmatados, destocados, entre outras operações que os tornem aptos a receber os materiais provenientes do corte;

- As obras de arte correntes previstas nos segmentos em aterro que receberão o material do corte devem estar devidamente construídas;
- As marcações do eixo e dos off sets, bem como as referências de nível (RN) relacionadas com os segmentos interferentes com os serviços, devem, após as operações de desmatamento e destocamento, ser devidamente checadas e, se for o caso, revistas, de sorte a guardarem consonância com o Projeto Geométrico;
- As correspondentes fontes ou tomadas d'água indicadas no Projeto de Engenharia, devem estar, na forma devida, preparadas e equipadas, e em condições de iniciarem, regularmente, as operações de compactação dos aterros reportados.

Se for verificada ocorrência de rocha sã ou em decomposição, deve-se promover o rebaixamento do greide, da ordem de 40 cm, e o preenchimento do rebaixo com material inerte indicado. Se for verificada a ocorrência de solos de expansão maior que 2% e baixa capacidade de suporte – ISC, deve-se promover sua remoção, com rebaixamento de 60 cm. Em se tratando de solos orgânicos, o projeto ou sua revisão fixarão a espessura a ser removida. Em todos os casos, deve-se proceder à execução de novas camadas, constituídas de materiais selecionados.

Não deve ser permitida a presença de blocos de rocha nos taludes que possam colocar em risco a segurança do trânsito. Constatada a conveniência técnica e econômica de reserva de materiais escavados nos cortes, para a confecção das camadas superficiais da plataforma, deve ser procedido o depósito dos referidos materiais, para sua oportuna utilização.

Atendido o projeto e, desde que técnica e economicamente aconselhável, a juízo da Fiscalização, as massas em excesso, que resultariam em bota-foras, podem ser integradas aos aterros, constituindo alargamentos da plataforma, adoçamento dos taludes ou bermas de equilíbrio.

As massas excedentes que não tiverem aproveitamento devem ser objeto de deposição em bota-foras, de modo a não se constituírem em ameaça à estabilidade da rodovia e nem prejudicarem o aspecto paisagístico da região.

Os cortes em rochas (materiais de 3ª categoria) devem obedecer às seguintes regras de segurança:

- Estabelecer um horário rígido de detonação, e cumpri-lo à risca;
- Não trabalhar com explosivos à noite;
- Abrigar bem o equipamento e zelar pela proteção do pessoal contra os lançamentos da explosão;
- Avisar a comunidade local e ao tráfego usuário eventualmente existente sobre o período de detonação e colocar vigias para evitar a aproximação de pessoal estranho nas vizinhanças do corte na hora da explosão;

Nos cortes de altura elevada, em função do definido no projeto de engenharia, deve ser procedida a implantação de patamares, com banquetas de largura mínima de 3 m, valetas revestidas e proteção vegetal.

Nos cortes em que, eventualmente, vierem a ocorrer deslizamentos, devem ser executados o terraceamento e respectivas obras de drenagem dos patamares, bem como o revestimento das saias dos taludes, para proteção contra a erosão. Quando necessário, antes da aplicação do revestimento de proteção, a saia do talude deve ser compactada.

### **Compactação dos aterros**

Compactação é a operação por processo manual ou mecânico, destinada a reduzir o volume dos vazios de um solo ou outro material, com a finalidade de aumentar-lhe a massa específica, resistência e estabilidade.

A mecânica da compactação envolve os seguintes processos:

- Compactação por compressão – o esforço é proveniente da aplicação de uma força vertical, de maneira constante, o que provoca o deslocamento vertical do solo. Este deslocamento permite uma melhor arrumação das partículas, objetivando sempre a diminuição do volume de vazios;
- Compactação por amassamento – consiste na aplicação simultânea de forças verticais e horizontais provenientes do equipamento utilizado. Esta ação simultânea de forças é conseguida pelos rolos compactadores onde os esforços horizontais da tração são somados



aos verticais do peso do rolo. Esse processo de compactação é o adequado para os solos coesivos. (rolo pé de carneiro, rolo de pneus etc.);

- Compactação por impacto – consiste na aplicação de forças verticais, provocando impacto sobre a superfície em que é aplicada, com repetição até de 500 vezes por minuto (compactador manual);
- Compactação vibração – quando a aplicação das forças verticais se dá com uma frequência de repetição acima de 500 golpes por minuto. Esse processo de compactação é o adequado para solos arenosos. (rolo liso vibratório).

### Execução

A execução propriamente dita do aterro envolve a descarga (lançamento do material pelo equipamento de transporte), o espalhamento em camadas, a homogeneização, o conveniente umedecimento ou aeração e a compactação dos materiais selecionados, procedentes de cortes ou empréstimos.

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, todas devidamente compactadas, em toda a largura da seção transversal, e em extensões tais que permitam seu umedecimento e compactação, de acordo com o previsto no projeto de engenharia.

A espessura das camadas compactadas deve ser limitada:

- Para o corpo dos aterros, em 0,30 m;
- Para as camadas finais em 0,20 m.

A massa específica a ser atingida deve obedecer às seguintes regras:

- Para o corpo dos aterros, na umidade ótima  $\pm 3\%$ , obter a massa específica aparente seca correspondente a 100% da massa específica aparente máxima seca, pela energia proctor normal;
- Para as camadas finais, obter massa específica aparente seca correspondente a 100% da massa específica aparente máxima seca pela energia proctor intermediário.

Os trechos que não atingirem as condições mínimas de compactação devem ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade adequada e novamente compactados.

No caso de alargamento de aterros, sua execução obrigatoriamente deve ser procedida de baixo para cima, acompanhada de degraus nos seus taludes.

Sempre que possível, nos locais de travessia de cursos d'água ou passagens superiores, a construção dos aterros deve preceder a das obras de arte projetadas. Em caso contrário, todas as medidas de precaução devem ser tomadas, a fim de que o método construtivo empregado para a construção dos aterros de acesso não origine movimentos ou tensões indevidas em qualquer obra de arte.

A tabela abaixo resume as especificações numéricas exigidas na execução de aterros.

Camadas	Espessura compactada	Grau de compactação	ISC (%)	Expansão	Umidade ótima
do corpo	$\leq 30$ cm	100% PN	$\geq 2\%$	$\leq 4\%$	$\pm 3\%$
finais	$\leq 20$ cm	100% PI	melhor	$\leq 2\%$	$\pm 3\%$

### Aterros com Materiais Rochosos

Em regiões onde houver ocorrência predominante de materiais rochosos, deve ser admitida a execução do corpo do aterro com o emprego dos mesmos materiais, conforme definido no projeto de engenharia, ou desde que haja conveniência, e a critério da fiscalização.

A execução deste serviço deve observar as diretrizes a seguir:

- O corpo dos aterros de rocha deve ser construído em camadas sucessivas, para toda a largura da seção transversal, com espessura máxima de 0,75 m. A maior dimensão de qualquer pedra utilizada deve ser, no máximo, igual a 0,60 m;

- A primeira camada deve ser executada mediante descarga da rocha no ponto mais baixo do trecho em execução e com utilização de trator de esteiras com lâmina para espalhamento do material na espessura indicada
- Cada camada subsequente deve ser construída a partir de uma extremidade, lançando-se a rocha no topo da camada em construção e, após, empurrando-se o material para frente com trator de lâmina, de tal modo que as pedras sejam acomodadas sobre a camada precedente;
- Os interstícios entre as pedras maiores devem ser preenchidos com pedras de menor tamanho e com fragmentos produzidos por essa operação e pela colocação de carregamentos sucessivos de material
- Os últimos 2,0 m do aterro devem ser executados em camada, cuja espessura não pode ser superior a 0,30 m nem conter pedras com dimensão superior a 2/3 da espessura da camada, devendo ser usados rolos vibratórios apropriados;
- A camada final deve ser constituída com granulometria tal que assegure uniformidade à superfície;
- Os materiais de dimensões maiores que as especificadas devem ser reduzidos por marroagem ou outros métodos.

### **Sub-base granular – Rachão**

Sobre o subleito preparado será executada uma sub-base com rachão na espessura de 30,0 cm que será travada com a camada final da base com brita graduada na espessura de 10,0 cm.

O rachão é uma camada do pavimento constituída pelo entrosamento de um agregado graúdo (pedra britada, escória ou cascalho) devidamente bloqueado e preenchido por agregado miúdo (britado ou natural) de faixa granulométrica adequada. A execução de sub-base com produto total de britagem primária, consistirá no fornecimento, espalhamento e rolagem dos materiais e compactação adequada.

O material que constituirá a referida sub-base deverá ser disposto uniformemente sobre o leito da estrada em camadas e espalhado de forma a evitar a segregação. As camadas com produto total de britagem primária devem ter um mínimo de 15cm para agregado de diâmetro de 4" ou 18cm na hipótese de 5". Em áreas inacessíveis ao equipamento usual de espalhamento e compactação, a camada poderá ser executada por processos especiais. Após o espalhamento, o material deverá ser compactado por meio de rolos de grelha e rolos vibratórios, ou ainda por outro equipamento que obtenha os mesmos resultados.

A compressão será executada com rolo de grelha pesando de 12 a 15 t ou rolo vibratório liso. A passagem deve ser feita em velocidade reduzida. Nos trechos em tangente, a compressão deve partir sempre das bordas para o eixo, e nas curvas, da borda interna para a externa. Em cada deslocamento do rolo compressor, a faixa anterior comprimida deve ser recoberta de, pelo menos, metade da largura da roda traseira do rolo. Após se obter-se a cobertura completa da área em compressão, será feita uma nova verificação do greide longitudinal e da seção transversal, efetuando-se as correções necessárias.

Quando a espessura da sub-base for de 0,20 m ou menos, o material que a constitui pode ser espalhado e compactado em uma única camada. Quando houver necessidade de executar camadas de sub-base com espessura final superior a 0,20 m, estas serão subdivididas em camadas parciais, nenhuma delas excedendo à espessura de 0,20 m. A espessura mínima de qualquer camada da sub-base será de 0,12 m após a compactação. O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio do Proctor Intermediário, sendo o ISC  $\geq 30\%$ .

### **Base granular – Brita graduada**

Para a base será feita uma camada estabilizada granulometricamente com brita graduada numa espessura de 10 cm, executada sobre a sub-base, devidamente regularizada e compactada.

Os materiais destinados à confecção da base devem apresentar composição granulométrica satisfazendo a faixa C do DNIT e apresentar Índice Suporte Califórnia – ISC  $\geq 60\%$ , e a expansão máxima será de 0,5%, com energia de compactação do Método B.

A execução da base compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais realizados na pista ou em central de mistura, bem como o espalhamento, compactação e acabamento na pista devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

Quando houver necessidade de se executar camada de base com espessura final superior a 20 cm, estas serão subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de base será 10 cm, após a compactação.

## 4. PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Para a execução da pavimentação asfáltica, deverá ser feita a utilização das normas criadas pelo DNIT. Para isto, devem ser analisados e definidos alguns pontos básicos, como por exemplo, o traço da mistura, a espessura do revestimento, o controle tecnológico dos procedimentos básicos de execução. Estas informações também podem ser visualizadas nas DNIT-ME – Métodos de Ensaio e DNIT-ES – Especificações de Serviço.

### Relatório do projeto

O presente projeto de pavimentação asfáltica tem por objetivo conceber uma estrutura construída destinada a:

- Melhorar as condições de rolamento do tráfego, proporcionando economia, comodidade e segurança;
- Resistir e distribuir ao subleito (terreno de fundação do pavimento a ser construído) os esforços verticais oriundos do tráfego de veículos;
- Resistir aos esforços horizontais que nele atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento;
- A princípio o pavimento será constituído das camadas, quais sejam:
  - SUB-BASE e BASE: camadas de material granular destinadas a resistir às deformações e distribuir os esforços verticais oriundos das tensões (pressões) dos veículos, e sobre as quais se executará a capa de rolamento. No presente projeto a sub-base será de pedra rachão e a base de brita graduada.
  - CAPA DE ROLAMENTO: camada composta de agregados e material betuminoso, tanto quanto possível impermeável e coesa, que recebe diretamente a ação de rolamento dos veículos e intempéries como água, vento, temperatura, atritos, impactos mecânicos e outros, destinada a resistir aos esforços tangenciais de cisalhamento, frenagem, aceleração movimentação centrífuga e outros.

Para este projeto optou-se pelo pavimento de concreto betuminoso asfáltico a quente – CBUQ, comumente utilizado nas obras de pavimentação urbana e rural de Santa Catarina, que vem apresentando um fator “custo x benefício” bastante apropriado para a maioria dos municípios de pequeno e médio porte do estado.

Sendo o pavimento constituído por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentadas sobre um semi-espço infinito que é o subleito, o problema geral do dimensionamento deste tipo de pavimento consiste em considerar um ponto P qualquer do sistema, no subleito ou no pavimento, e determinar, para este ponto, quando o sistema é solicitado por uma carga de roda Q, o estado de tensão, a deformação e se vai, ou não, haver ruptura.

O sistema será considerado satisfatório, do ponto de vista do dimensionamento, quando não houver ruptura em nenhum ponto, ou quando a deformação máxima satisfizer os limites previamente fixados, sendo as espessuras das camadas aquelas necessárias e suficientes.

Este projeto tomará como referência o Método de Dimensionamento de Pavimento Flexível do DNER/DNIT – 66/79.

### Estudo de tráfego

Com referência a este projeto, a pavimentação asfáltica será executada em área rural e industrial, com predominância de tráfego de caminhões. Para que se possa sistematizar um procedimento de dimensionamento de pavimento flexível e utilizar o método citado, considerar-se-á a incidência de um número de solicitações de um eixo padrão de 8,2 toneladas devido ao tráfego (número N) que representa uma média adotada em ruas semelhantes ao presente projeto, ou seja,  $N=10^6$ .

### Capacidade de suporte do subleito – CBR

Neste projeto optou-se por adotar um valor de índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR) do subleito considerando que o pavimento existente com revestimento em cascalho é existente e com muitos anos de tráfego sobre o mesmo e considerando que parte do revestimento será removido para abertura da pista e também para atingir as cotas necessárias.

Conforme os resultados dos ensaios realizados no trecho em questão, onde os valores atingiram um intervalo entre 7,2% até 11,5%, será adotado o valor mínimo alcançado, portanto, o CBR do subleito adotado é de 7,0%.

### DIMENSIONAMENTO DA PAVIMENTAÇÃO

**Espessura mínima de revestimentos betuminosos:**

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

Ilustração 1: Espessuras mínimas da camada betuminosa. Fonte: DNIT (2006)

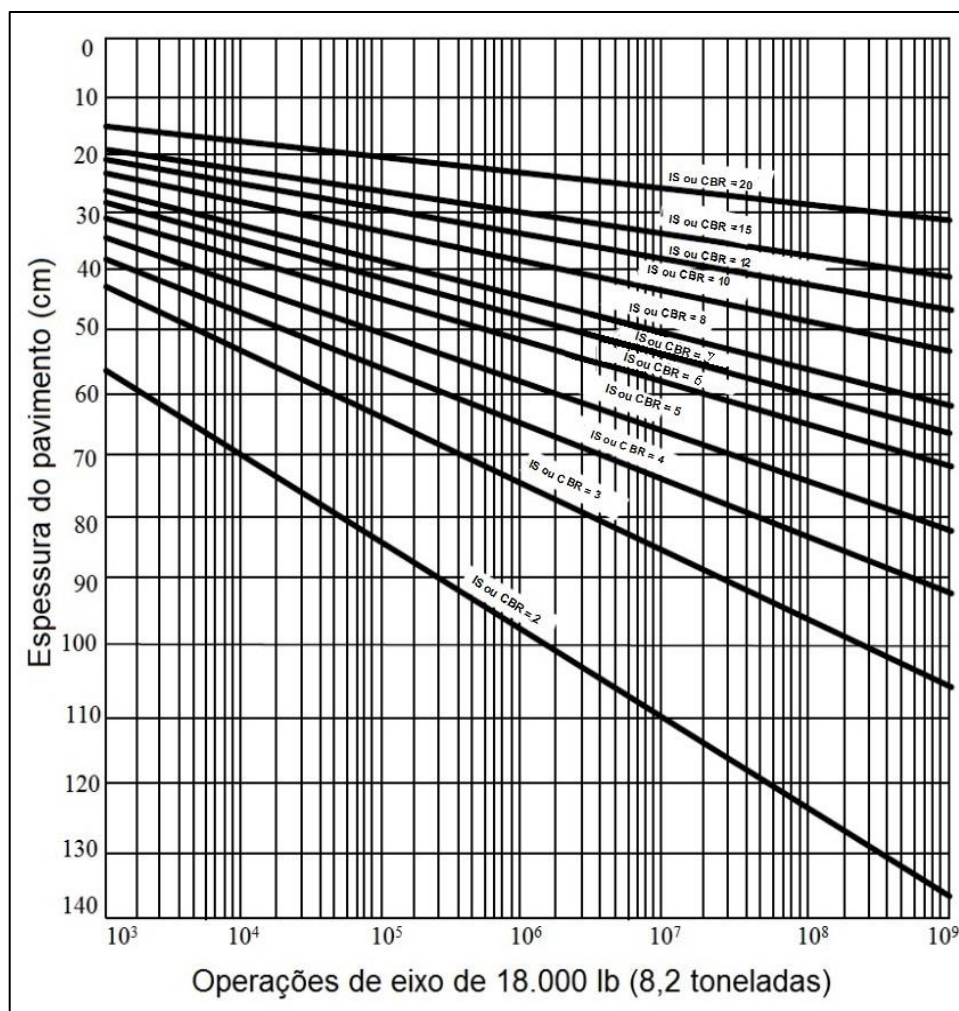


Ilustração 2: Ábaco para dimensionamento de espessuras de pavimentos

Uma vez definidos os parâmetros N e CBR do subleito, pode-se dimensionar o pavimento através do ábaco de dimensionamento e das inequações abaixo:

$$R K_r + B K_b \geq H_{20} \quad (1)$$

$$R K_r + B K_b + h_{20} K_s \geq H_n \quad (2)$$

**Onde:**

R = espessura do revestimento

B = espessura da base

$h_{20}$  = espessura de sub-base

$K_r$  = coeficiente estrutural do revestimento

$K_b$  = coeficiente estrutural do material da base (solo granular)

$K_s$  = coeficiente estrutural do material da sub-base (solo granular)

$H_{20}$  = espessura necessária acima da sub-base, admitindo material com CBR = 20%

$H_n$  = espessura necessária acima do sub-leito com CBR = n, no caso deste projeto n = 7,0%

**Notas:**

1 – Devido às condições de tráfego desta via, adotamos a proteção da camada granular ou capa de rolamento com CBUQ executada em uma camada com espessura de 5,0 cm. A camada betuminosa então será: R = 5,0cm.

2 – Para o revestimento adotado:  $K_r = 2,0$ ;

3 – Para solo granular:  $K_b$  e  $K_s = 1,0$

Componentes do Pavimento	Coeficiente K
Base ou revestimento do 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 betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	0,77 a 1,00
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 Kg/cm <sup>2</sup>	1,70
Idem, com resistência à compressão a 7 dias entre 45 Kg/cm <sup>2</sup> e 28 Kg/cm <sup>2</sup>	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias entre 28 Kg/cm <sup>2</sup> e 21 Kg/cm <sup>2</sup>	1,20

*Ilustração 3: Coeficiente de equivalência estrutural – K*

*Fonte: Manual de Técnicas de Pavimentação – Wlastermiller de Senço*

Portanto temos em (1):

$$R K_r + B K_b \geq H_{20}$$

No ábaco de dimensionamento para  $N = 10^6$  e CBR = 20%, obtemos:  $H_{20} = 24$  cm

Substituindo, temos:

$$5 \times 2 + B \times 1 \geq 24 \text{ cm}$$

$$B \geq 14,0 \text{ cm}$$

A espessura da camada de base deve ser no mínimo de 14,0 cm. Será adotada base em brita graduada com espessura de 15 cm que é a espessura mínima preconizada.

Em (2) temos:

$$R K_r + B K_b + h_{20} K_s \geq H_n$$

No ábaco de dimensionamento para  $N = 10^6$  e CBR = 7,0%, obtemos:  $H_n = 48$  cm

Substituindo, temos:

$$5 \times 2 + 15 \times 1 + h_{20} \times 1 \geq 48 \text{ cm}$$

$$h_{20} \geq 23 \text{ cm}$$

A espessura da camada de sub-base deve ser no mínimo de 23 cm. Será adotada camada com espessura de 25 cm.

**RESUMO DO DIMENSIONAMENTO**

Capa de rolamento em CBUQ = 5,0 cm

Base granular com brita graduada = 15,0 cm

Sub-base com pedra rachão = 25,0 cm

## **PROCESSO EXECUTIVO**

### **Imprimação**

#### **Generalidades**

A imprimação consiste numa pintura ligante, que recobre a camada da base, e tem por função proporcionar o fechamento e impermeabilização das camadas de suporte.

O material utilizado para a imprimação é derivado do petróleo, conhecido como asfalto diluído CM-30, a taxa de aplicação do material deverá ser na ordem de 1,20 litros/m<sup>2</sup>.

A imprimação será executada após a base estar perfeitamente limpa e seca, utilizando-se para tal o caminhão espargidor.

#### **Execução**

O material betuminoso deverá ser aplicado de maneira uniforme, sempre através de barras de aspersão e sob pressão. Antes do início da distribuição do material deve-se verificar se todos os bicos da barra de distribuição estão abertos. A aplicação poderá também ser executada manualmente utilizando-se a caneta sob pressão acoplada ao caminhão espargidor.

A área a ser imprimada deve estar seca ou ligeiramente umedecida. É vedado proceder ao serviço com a superfície molhada ou quando a temperatura do ambiente estiver inferior a 10° C ou ainda em condições atmosféricas desfavoráveis.

A área que apresentar taxas abaixo da mínima especificada deverá receber uma segunda aplicação de forma a completar a quantidade recomendada.

Não se deve permitir o trânsito sobre a superfície imprimada.

### **Pintura de ligação**

#### **Generalidades**

A pintura de ligação consiste numa pintura ligante, que recobre a camada da base (calçamento), e tem por função proporcionar a ligação entre a camada de base (calçamento) e a capa de rolamento (CBUQ).

O material utilizado para a pintura de ligação é derivado do petróleo, conhecido como emulsão asfáltica RR-2C, a taxa de aplicação do material deverá ser na ordem de 0,5 litros/m<sup>2</sup>.

A pintura de ligação será executada após a base estar perfeitamente limpa e seca, utilizando-se para tal o caminhão espargidor.

#### **Execução**

O material betuminoso deverá ser aplicado de maneira uniforme, sempre através de barras de aspersão e sob pressão. Antes do início da distribuição do material deve-se verificar se todos os bicos da barra de distribuição estão abertos. A aplicação poderá também ser executada manualmente utilizando-se a caneta sob pressão acoplada ao caminhão espargidor.

A área a ser pintada deve estar seca ou ligeiramente umedecida. É vedado proceder com o serviço com a superfície molhada ou quando a temperatura do ambiente estiver inferior a 10° C ou ainda em condições atmosféricas desfavoráveis.

A área que apresentar taxas abaixo da mínima especificada deverá receber uma segunda aplicação de forma a completar a quantidade recomendada.

Não se deve permitir o trânsito sobre a superfície pintada.

### **Revestimento em concreto asfáltico**

#### **Generalidades**

Concreto asfáltico é um revestimento flexível, resultante da mistura a quente, em uma usina adequada, de agregado mineral graduado, material de enchimento e material betuminoso, espalhado e compactado a quente sobre uma base pintada (pintura de ligação).

#### **Materiais**

- Material Betuminoso

Deverá ser empregado como material betuminoso o cimento asfáltico de petróleo (CAP-50/70).

- Agregado Graúdo

O agregado graúdo deve ser de pedra britada, com partículas de forma cúbica ou piramidal, limpas, duras, resistentes e de qualidade razoavelmente uniforme. O agregado deverá ser isento de pó, matérias orgânicas ou outro material nocivo e não deverá conter fragmentos de rocha alterada ou excesso de partículas lamelares ou chatas.

- Agregado Miúdo

O agregado miúdo é composto de pedrisco e pó de pedra, de modo que suas partículas individuais apresentem moderada angulosidade, sejam resistentes e estejam isentas de torrões de argila ou outras substâncias nocivas.

- Composição da Mistura

O teor de asfalto será de 5,5%, sendo que a porcentagem de betume se refere à mistura de agregados, considerada como 100%.

### **Execução**

O revestimento será em CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado à Quente), e deve obedecer a faixa C especificada pelo DNIT.

O CBUQ será executado sobre a superfície após a realização da pintura de ligação. A massa asfáltica deverá deixar a usina a uma temperatura de no máximo 177° C, e chegar no local da obra a uma temperatura não inferior a 120° C. O transporte deste material deverá ser feito através da utilização de caminhões providos de caçamba metálica juntamente com lonas para a proteção e conservação da temperatura.

A aplicação do CBUQ sobre a pista deverá ser realizada através da vibroacabadora (camadas com espessura de acordo com o determinado em projeto). A rolagem deverá ser feita com a utilização do rolo pneumático e o fechamento com o rolo liso (tandem).

A rolagem deve ser iniciada à temperatura de 120°C e encerrada sem que a temperatura caia abaixo de 80°C. A compactação deverá ser iniciada nas bordas e progredir longitudinalmente para o centro, de modo que os rolos cubram uniformemente em cada passada pelo menos a metade da largura de seu rastro da passagem anterior. Nas curvas, a rolagem deverá progredir do lado mais baixo para o lado mais alto, paralelamente ao eixo da guia e nas mesmas condições do recobrimento do rastro.

Os compressores não poderão fazer manobras sobre a camada que está sofrendo rolagem. A compressão requerida em lugares inacessíveis aos compressores será executada por meio de soquete manual ou placa vibratória.

As depressões ou saliências que aparecerem após a rolagem deverão ser corrigidas pelo afrouxamento e compressão da mistura até que a mesma adquira densidade igual ao material circundante.

### ✓ **Pavimento Asfáltico – Camada de rolamento**

Para a camada final ou de rolamento será utilizado CBUQ numa espessura final mínima de 5,0 cm para a camada de rolamento executada sobre as camadas granulares (leito natural).

O lançamento será com vibro acabadora e a rolagem deverá ser feita com rolo pneumático e o fechamento com rolo liso (Tandem).

O agregado utilizado na camada de rolamento terá idênticas especificações acima descritas, sendo que deverá obedecer a seguinte faixa granulométrica, composta de brita no. 1, pó, pedrisco e Filler calcáreo:

Peneira – ASTM	mm	% que passa
3/4"	19,1	100
3/8"	9,52	70 - 90
no. 4	4,80	40 - 72
no. 10	2,09	22 - 50
no. 40	0,42	8 - 26
no. 80	0,18	4 - 16
no. 200	0,075	2 - 10

Pelo menos metade da fração que passa na peneira de 0,074mm deverá ser constituída de Filler calcáreo.

Para a execução do Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) será utilizado Cimento Asfáltico de Petróleo CAP-50/70, a 5,5%, ou de acordo com o ensaio Marshall. A mistura deverá deixar a usina a uma temperatura de no máximo 150 °C e chegar ao local da obra a uma temperatura não inferior a 120 °C. O transporte será feito em caminhões providos de caçamba metálica com uso de coberturas de lona para proteção da mistura.

A rolagem deverá ser iniciada à temperatura de 120 °C e encerrada sem que a temperatura caia abaixo de 80 °C.

A rolagem deverá ser iniciada nas bordas e progredir longitudinalmente para o centro, de modo

que os rolos cubram uniformemente em cada passada, pelo menos a metade da largura de seu rastro de passagem anterior. Nas curvas a rolagem deverá progredir do lado mais baixo para o mais alto, paralelamente ao eixo da guia e nas mesmas condições de recobrimento do rastro.

Os compressores não poderão fazer manobras sobre camadas que estejam sofrendo rolagem. A compressão requerida nos lugares inacessíveis aos compressores será executada por meio de soquete manual.

Para o controle da massa asfáltica primeiramente deverá ser feito o controle da temperatura do agregado no silo quente da usina, do ligante na usina e da mistura no momento da saída do misturador. A tolerância deve ser de apenas 5%, para mais ou para menos, em relação às temperaturas especificadas no projeto.

Na sequência poderão ser feitos os ensaios de percentagem de ligante na mistura, granulometria, Ensaio Marshall e Ensaio de Tração por Compressão diametral.

As depressões ou saliências que apareçam depois da rolagem deverão ser corrigidas pelo afrouxamento, regularização e compressão da mistura até que a mesma adquira densidade igual à do material circunjacente.

### **Crítérios de medição**

Os serviços serão medidos de acordo com os critérios estabelecidos no Edital de Licitação dos serviços ou, na falta destes critérios, de acordo com as seguintes disposições gerais:

- a) o concreto asfáltico será medido em toneladas de mistura efetivamente aplicada na pista.
- b) o transporte do concreto asfáltico efetivamente aplicado será medido com base na distância entre a refinaria e o canteiro de serviço;
- c) nenhuma medição será processada se a ela não estiver anexado um relatório de controle da qualidade contendo os resultados dos ensaios e determinações devidamente interpretados, caracterizando a qualidade do serviço executado.

### **Fiscalização do pavimento asfáltico**

Todos os materiais utilizados na fabricação de Concreto Asfáltico (Insumos) devem ser examinados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT, e satisfazer às especificações em vigor, sendo eles o cimento asfáltico de petróleo - CAP e os agregados (DNIT 031/2006 – ES).

De acordo com o DNIT um dos ensaios deve ser o de controle da quantidade de ligante na mistura. Devem ser efetuadas extrações de asfalto a cada 700 m<sup>2</sup> de pista, de amostras coletadas na pista, logo após a passagem da acabadora (DNER-ME 053). A porcentagem de ligante na mistura deve respeitar os limites estabelecidos no projeto da mistura, devendo-se observar a tolerância máxima de  $\pm 0,3\%$ .

Também deverá ser feito o ensaio de controle das características da mistura. Devem ser realizados ensaios Marshall em três corpos-de-prova de cada mistura por jornada de oito horas de trabalho (DNER-ME043). Os resultados obtidos deverão ser comparados com os parâmetros especificados em projeto.

O controle do grau de compactação - GC da mistura asfáltica deve ser feito, medindo-se a densidade aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura espalhada e compactada na pista, por meio de brocas rotativas e comparando-se os valores obtidos com os resultados da densidade aparente de projeto da mistura. Devem ser realizadas determinações em locais escolhidos, aleatoriamente, durante a jornada de trabalho, não sendo permitidos GC inferiores a 97% ou superiores a 101%, em relação à massa específica aparente do projeto da mistura.

Ensaio de Granulometria conforme DNER-ME 083. A curva granulométrica deve manter-se contínua, enquadrando-se dentro das tolerâncias especificadas no projeto da mistura.

Também deverá ser verificada a espessura da camada e para isso deve ser medida por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos; antes e depois do espalhamento e compactação da mistura. Admite-se a variação de  $\pm 5\%$  em relação às espessuras de projeto. Pare este ensaio deverão ser coletados no mínimo de 6 pontos.

Após a execução de todos os ensaios descritos acima a empresa executora deverá realizar o laudo técnico. O laudo técnico deverá ser realizado por empresa idônea e deverá ser acompanhado de ART do profissional responsável pelo serviço.



### **Relação de normas do DNIT para a execução da obra**

Todos os serviços elencados nos itens constantes desta obra deverão seguir as especificações de serviços do DNIT abaixo.

DNIT 015/2006-ES – Drenagem – Drenos subterrâneos  
DNIT 018/2006-ES – Drenagem – Sarjetas e valetas - especificação de serviço  
DNIT 019/2004-ES – Drenagem – Transposição de sarjetas e valetas  
DNIT 023/2006-ES – Drenagem – Bueiros tubulares de concreto  
DNIT 026/2004-ES – Drenagem – Caixas coletoras  
DNIT 104/2009-ES – Terraplenagem – Serviços preliminares  
DNIT 106/2009-ES – Terraplenagem – Cortes  
DNIT 108/2009-ES – Terraplenagem – Aterros  
DNIT 139/2010-ES – Pavimentação – Sub-base estabilizada granulometricamente  
DNIT 141/2010-ES – Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente  
DNIT 144/2014-ES – Pavimentação – Imprimação com ligante asfáltico  
DNIT 145/2012-ES – Pavimentação – Pintura de ligação com ligante asfáltico  
DNIT 031/2006-ES – Pavimentos Flexíveis – Concreto Asfáltico

## **5. PLACAS DA OBRA**

### **Placa do Convênio**

Conforme previsto em contrato e orientações, todas as obras deverão possuir placas indicativas em conformidade com cores, medidas, proporções e demais orientações contidas no manual do convênio e deverão ser confeccionadas em chapas planas, com material resistente às intempéries, metálicas galvanizadas ou de madeira compensada impermeabilizada, com a pintura a óleo ou esmalte, condicionando-se os desembolsos à verificação do cumprimento dessas exigências.

As placas serão afixadas pelo agente promotor/mutuário, em local visível, preferencialmente no acesso principal do empreendimento ou voltadas 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 a sua precariedade, ou ainda por solicitação.

As placas devem ter sempre o formato retangular na proporção de 4 para 3. O tamanho e as medidas não poderão ser inferiores aos das outras diferentes placas presentes na obra, respeitadas, no mínimo, as dimensões de 2,00m X 1,50m.

## **6. SINALIZAÇÃO VERTICAL**

Serão instaladas placas de sinalização novas e mesmo onde as mesmas já existam, serão substituídas por placas novas.

Serão colocadas placas de sinalização vertical nos pontos indicados em projeto, de acordo com as medidas e indicações constantes no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume I – “Sinalização Vertical de Regulamentação” e Volume II – “Sinalização Vertical de Advertência”.

As placas serão de chapas metálicas com espessura de 2,0mm e o poste de sustentação será de aço galvanizado de diâmetro DN50 (DE60,3mm) e com dispositivo anti-giro.

Os postes serão fixados no solo em buraco feito previamente nas dimensões de 30x30x50cm e após o poste estar devidamente aprumado será colocado no fundo da vala uma camada de concreto de 20,0cm e o restante do buraco preenchido com cascalho e parte do solo escavado.

### **PINTURA DAS PLACAS DE SINALIZAÇÃO**

Como as placas serão em chapa galvanizada, isto é, um metal não-ferroso, necessitam ser tratadas adequadamente para promover a aderência das tintas.

Como as chapas saem da fábrica com uma camada de proteção, normalmente à base de óleos minerais. Esta camada precisa ser removida, pois é anti-aderente por natureza. Com o passar do tempo, se a superfície estiver exposta ao tempo, esta camada se desgasta e por isso se diz que galvanizado envelhecido pode ser pintado. Só que junto com a camada de óleo, se perdeu também um pouco a camada de zinco que é a proteção do aço abaixo dela.

Outro problema do galvanizado é a saponificação do filme acima dele, pois zinco é um metal alcalino. Em outras palavras: se pintar galvanizado com tinta esmalte e/ou sintética (alquídicas em geral), sem o uso de um primer adequado, o próprio zinco provocará a degradação da tinta e em pouco tempo começará a descascar.

Primeiramente é necessário proceder a uma boa limpeza para remover óleos e outros contaminantes. Em seguida é necessário aplicar um primer adequado. Em se tratando de aço galvanizado, o mais adequado é a aplicação de um primer à base de epóxi ou de PU-epóxi em espessura de 25 a 40 micrometros, preferentemente à pistola para garantir uma camada uniforme.

Após a secagem da superfície a placa é pintada com tinta esmalte sintético automotivo.

### DISPOSIÇÕES GERAIS

É um subsistema da sinalização viária, que se utiliza de placas, onde o meio de comunicação (sinal) está na posição vertical, fixado ao lado ou suspenso sobre a pista, transmitindo mensagens de caráter permanente e, eventualmente, variáveis, mediante símbolos e/ou legendas pré-reconhecidas e legalmente instituídas. As placas, classificadas de acordo com as suas funções, são agrupadas em um dos seguintes tipos de sinalização vertical:

- Sinalização de Regulamentação;
- Sinalização de Advertência;
- Sinalização de Indicação.

#### – SINALIZAÇÃO DE REGULAMENTAÇÃO

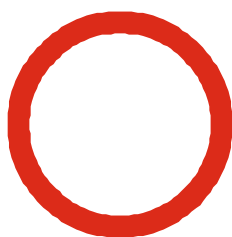
Tem por finalidade informar aos usuários das condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias. Suas mensagens são imperativas e seu desrespeito constitui infração.

**Observação:** Todas as placas deverão ter sua pintura realizada com tinta refletiva.

#### Forma e cores

A forma padrão do sinal de regulamentação é a circular, nas seguintes cores:

Cores:



Obrigação



Proibição

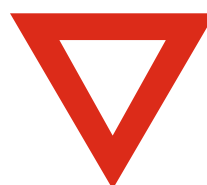
Fundo: Branco  
Tarja: Vermelha  
Orla: Vermelha  
Símbolo: Preto  
Letras: Pretas

Constituem exceção quanto a forma, os sinais "Parada Obrigatória" - R-1 e "Dê a Preferência" - R-2, com as seguintes características:



R-1

Cores:  
Fundo: Vermelho  
Letras: Brancas  
Orla Interna: Branca  
Orla Externa: Vermelha



R-2

Cores:  
Fundo: Vermelho  
Letras: Brancas

#### – SINALIZAÇÃO DE ADVERTÊNCIA

Tem por finalidade alertar aos usuários da via para condições potencialmente perigosas, indicando sua natureza. Suas mensagens possuem caráter de recomendação.

### Forma e cores

A forma padrão do sinal de advertência é quadrada, devendo uma das diagonais ficar na posição vertical, nas seguintes cores:



Cores:  
Fundo: Amarelo.  
Orla Interna: Preta.  
Orla Externa: Amarela.  
Símbolo e/ou Legenda: Pretos.

### DIMENSÕES

As dimensões serão aquelas indicadas em prancha própria, podendo mudar para valores maiores até o limite constante no manual indicado acima.

Para a adoção das dimensões das placas para o presente projeto será considerado que a região é área urbana, pois a área se encontra dentro do perímetro urbano, portanto, as medidas serão as indicadas abaixo em área urbana.

#### Dimensões mínimas

##### a) PLACAS COM FORMA CIRCULAR

Área Urbana:

Diâmetro - 0,400 m

Tarja - 0,040 m

Orla - 0,040 m

Área Rural - rodovia:

Diâmetro - 0,750 m

Tarja - 0,075 m

Orla - 0,075 m

##### b) PLACAS COM FORMA OCTOGONAL - R-1

Área Urbana:

Lado - 0,250 m

Orla Interna Branca - 0,020 m

Orla Externa Vermelha - 0,010 m

Área Rural - rodovia:

Lado - 0,400 m

Orla Interna Branca - 0,032 m

Orla Externa Vermelha - 0,016 m

##### c) SINAL DE FORMA QUADRADA

Área Urbana:

Lado - 0,450 m

Orla Externa - 0,009 m

Orla Interna - 0,018 m

Área Rural - rodovia:

Lado - 0,600 m

Orla Externa - 0,012 m

Orla Interna - 0,024 m

Obs.: O aumento no tamanho dos sinais implicará em variações proporcionais de orlas e símbolos.

## 7. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

É um subsistema da sinalização viária que se utiliza de linhas, marcações, símbolos e legendas, pintados ou apostos sobre o pavimento das vias.

Tem como função organizar o fluxo de veículos e pedestres; controlar e orientar os deslocamentos em situações com problemas de geometria, topografia ou frente a obstáculos; complementar os sinais verticais de regulamentação, advertência ou indicação.

### Características

Diferentemente dos sinais verticais, a sinalização horizontal mantém alguns padrões cuja mescla e a forma de colocação na via definem os diversos tipos de sinais.

### Padrão e traçado

Seu padrão de traçado pode ser:

- Contínua: são linhas sem interrupção pelo trecho da via onde estio demarcando; podem estar longitudinalmente ou transversalmente opostas à via;
- Tracejada ou Seccionada: são linhas seccionadas com espaçamentos de extensão igual ou maior que o traço;
- Símbolos e Legendas: são informações escritas ou desenhadas no pavimento indicando uma situação ou complementando sinalização vertical.

### Cores

A sinalização horizontal se apresenta em cinco cores:

- Amarela: utilizada na regulação de fluxos de sentidos opostos, na delimitação de espaços proibidos para estacionamento e/ou parada e na marcação de obstáculos;
- Vermelha: utilizada na regulação de espaço destinado ao deslocamento de bicicletas leves (ciclovias). Símbolos (Hospitais e Farmácias/cruz);
- Branca: utilizada na regulação de fluxos de mesmo sentido; na delimitação de espaços especiais, de trechos de vias, destinados ao estacionamento regulamentado de veículos em condições especiais; na marcação de faixas de travessias de pedestres; na pintura de símbolos e legendas; utilizada na regulação de fluxos de mesmo sentido; na delimitação de espaços especiais, de trechos de vias, destinados ao estacionamento regulamentado de veículos em condições especiais; na marcação de faixas de travessias de pedestres; na pintura de símbolos e legendas;
- Azul: utilizada nas pinturas de símbolos em áreas especiais de estacionamento ou de parada para embarque e desembarque;
- Preto: utilizada para proporcionar contraste entre o pavimento e a pintura.

### Classificação

A sinalização horizontal é classificada em:

- Marcas longitudinais;
- Marcas transversais;
- Marcas de canalização;
- Marcas de delimitação e controle de Estacionamento e/ou Parada;
- Inscrições no pavimento.

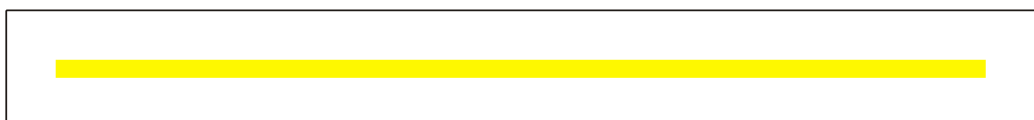
### Marcas longitudinais

Separam e ordenam as correntes de tráfego, definindo a parte da pista destinada ao rolamento, a sua divisão em faixas, a divisão de fluxos opostos, as faixas de uso exclusivo de um tipo de veículo, as reversíveis, além de estabelecer as regras de ultrapassagem.

De acordo com a sua função as marcas longitudinais são subdivididas nos seguintes tipos:

a) LINHAS DE DIVISÃO DE FLUXOS OPOSTOS (COR AMARELA):

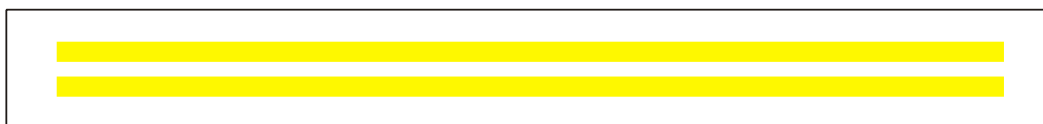
#### SIMPLES CONTÍNUA



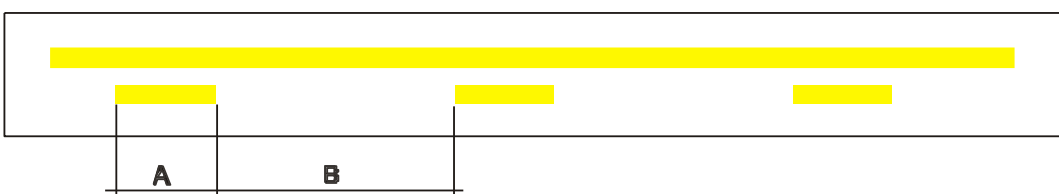
### SIMPLES SECCIONADA



### DUPLA CONTÍNUA

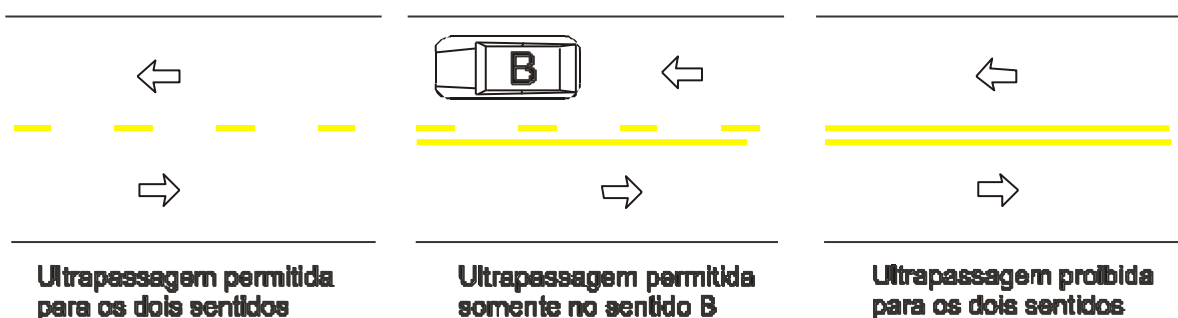


### DUPLA CONTÍNUA / SECCIONADA



- Largura das Linhas: 0,10 m;
- Distância entre as Linhas (quando for o caso de faixa dupla): 0,10 m;

#### Exemplos de Aplicação:



Será pintada uma faixa longitudinal contínua demarcando a lateral da pista com faixa na cor branca e largura de 0,10m, afastada 0,10m da lateral do asfalto e uma faixa contínua separando a pista dos veículos da faixa compartilhada, onde também serão colocados os segregadores. A pintura da linha central longitudinal de divisão de fluxo será simples, amarela, contínua e com largura de 0,10m.

Para demarcação da faixa compartilhada serão pintadas duas faixas longitudinais contínua na cor vermelha, com largura de 0,10m. A cada 200,0m será feita a pintura das figuras de uma bicicleta e figura humanóide indicando a faixa compartilhada de ciclista e pedestres.

Na separação da via e da faixa compartilhada será instalado um segregador produzido em resina de poliéster, nas dimensões de 490x170x85mm ( $\pm 1,0$  cm). Serão fixados por pinos de segurança e cola epóxi. O segregador será instalado a cada 2,0m e fixado entre a faixa longitudinal branca e a faixa longitudinal vermelha.

## MEMORIAL DE CÁLCULO

Abaixo estão levantados os quantitativos referentes ao orçamento deste projeto. O presente memorial de cálculo refere-se ao levantamento dos quantitativos físicos do projeto de pavimentação asfáltica com CBUQ.

- **Serviços preliminares e administração da obra**

Placa da obra:  $2,0 \times 1,5 = 3,00 \text{ m}^2$

Transporte de equipamentos e veículos: 20 horas

Serviços topográficos para pavimentação: 500 horas

Mão-de-obra do encarregado geral da obra: 500 horas

Mão-de-obra do engenheiro da obra: 200 horas

- **Drenagem pluvial e obras de arte corrente**

Bueiro simples em tubo de concreto  $d=60\text{cm}$ : 13,0 m

Boca de bueiro em pedra argamassada  $d=60\text{cm}$  = 1 un

Bueiro simples em tubo de concreto  $d=80\text{cm}$ : 13,0 m

Boca de bueiro em pedra argamassada  $d=80\text{cm}$  = 1 un

Sarjeta triangular tipo I:  $117 + 84 + 92 + 56 + 112 + 80 + 85 = 626,00 \text{ m}$

Sarjeta triangular tipo II: 93,00 m

Dreno profundo tipo I:  $240 + 84 + 92 + 56 + 112 + 80 + 85 = 749,00 \text{ m}$

Caixa coletora: 4

Transposição de acesso de veículos com tubo de 0,30m: 40,00 m

- **Terraplenagem e pavimentação asfáltica**

### **Limpeza do terreno**

Retirada de árvores de médio porte: 50 un

### **Construção de cercas**

Recomposição de cerca com mourões de madeira:  $90 + 117 + 245 + 125 + 88 + 85 = 750,00 \text{ m}$

### **Preparo do sub-leito**

Escavação inclusive carga, descarga e transporte de material 1ª cat – DMT até 1km para preparação da cancha da via:  $900,00 \text{ m}^3$

Escavação, carga e transporte de material de 1ª cat – DMT de 1.800 a 2.000 m – material para aterro da camada do subleito:  $500,00 \text{ m}^3$

Compactação de aterros a 100% do Proctor normal:  $400,00 \text{ m}^3$

Regularização e compactação do subleito:  $900 \times 10,00 = 9.000,00 \text{ m}^2$

### **Preparo da sub-base – Rachão**

Área da sub-base:  $900,00 \times 10,00 = 9.000,00 \text{ m}^2$

Área para cálculo do volume da sub-base:  $900,00 \times (10,00 + 0,25 \text{ (saia lateral)}) = 9.225,00 \text{ m}^2$

Volume da sub-base (pedra rachão):  $\text{área da via} \times 0,25 \text{ m} = 9.225,00 \times 0,25 = 2.306,25 \text{ m}^3$

Transporte (DMT 10km, densidade  $1,55\text{t/m}^3$ ) =  $2.306,25 \times 10,00 \times 1,55 = 35.746,88 \text{ t km}$

### **Preparo da base – Brita graduada**

Área da base:  $900,00 \times 9,50 = 8.550,00 \text{ m}^2$

Área para cálculo do volume da sub-base:  $900,00 \times (9,50 + 0,15 \text{ (saia lateral)}) = 8.685,00 \text{ m}^2$

Base – travamento com brita graduada:  $8.685,00 \times 0,15 = 1.302,75 \text{ m}^3$

Transporte (DMT 10km, densidade  $1,65\text{t/m}^3$ ) =  $1.302,75 \times 10 \times 1,65 = 21.495,38 \text{ t km}$

Imprimação – asfalto diluído CM-30:  $\text{área da base} = 8.550,00 \text{ m}^2$

### **Camada de rolamento**

Área de pavimentação asfáltica:  $900,00 \times 9,00 = 8.100,00 \text{ m}^2$

Pintura de ligação – emulsão asfáltica RR-2C: área da via =  $8.100,00 \text{ m}^2$

Concreto betuminoso usinado quente: área da via  $\times 0,05 = 8.100,00 \times 0,05 = 405,00 \text{ m}^3$

Transporte – DMT 15km =  $405,00 \times 2,5 \times 15 = 15.187,50 \text{ t} \times \text{km}$

Carga, manobra e descarga de material betuminoso a quente =  $405,00 \times 2,5 = 1.012,50 \text{ t}$

**OBS:** As usinas de CBUQ consideradas na DMT foram a CONCISA, localizada em Nova Itaberaba (20km) e a BRITTER, localizada em Chapecó (8,0km).

- **Ensaio e laudos técnicos do pavimento asfáltico**

Ensaio de determinação do teor de Betume – CAP (um ensaio a cada  $700 \text{ m}^2$ ) – 11 ensaios

Ensaio de Controle do grau de compactação (um ensaio a cada  $700 \text{ m}^2$ ) – 11 ensaios

Ensaio Marshall – Mistura Betuminosa a Quente (3 ensaios por jornada de 8 horas) – 14 ensaios

Ensaio de granulometria do agregado (um ensaio a cada  $700 \text{ m}^2$ ) – 11 ensaios

- **Sinalização viária**

#### **Horizontal**

Faixa longitudinal contínua central amarela =  $900 \times 0,10 = 90,00 \text{ m}^2$

Faixa longitudinal contínua lateral branca =  $900 \times 2 \times 0,10 = 180,00 \text{ m}^2$

Faixa longitudinal contínua lateral vermelha =  $900 \times 2 \times 0,10 = 180,00 \text{ m}^2$

Pintura de dizeres “PARE” e faixa transversal na cor branca:  $1 \times 9,0 \text{ m}^2 = 9,00 \text{ m}^2$

Pintura indicativa na faixa compartilhada com cor branca (pedestre): 5 unidades =  $10,00 \text{ m}^2$

Pintura indicativa na faixa compartilhada com cor branca (bicicleta): 5 unidades =  $10,00 \text{ m}^2$

#### **Vertical**

Placas de regulamentação octogonais de parada obrigatória (Lado=0,40m) = 4 un

Placas de regulamentação circulares de velocidade máxima (40km) (Diâmetro=0,75m) = 3 un

Placas de regulamentação circulares de proibido ultrapassar (Diâmetro=0,75m) = 5 un

Placas de regulamentação circulares de faixa compartilhada (Diâmetro=0,75m) = 3 un

#### **Diversos**

Segregador (49x17x8,5cm  $\pm$  1,0cm) com pinos para fixação com cola: 450,00 un

Chapecó, 23 de fevereiro de 2022.

---

**Valdemar Martins**

Engenheiro Civil  
CREA/SC 132308-7