

PUBLICADO (A) NO JORNAL
BOLETIM DO MUNICÍPIO
Nº 1205 de 14/03/97

DECRETO Nº 9200/97
de 20 de fevereiro de 1997

Dispõe sobre a introdução de Cadernos de Especificações de Projetos e Serviços de Pavimentação.

O Prefeito Municipal de São José dos Campos, no uso de suas atribuições legais, e nos termos do inciso IX e XIII do artigo 93 da Lei Orgânica do Município, considerando a necessidade de normatizar as contratações de Projetos e Serviços de Pavimentação,

D E C R E T A:

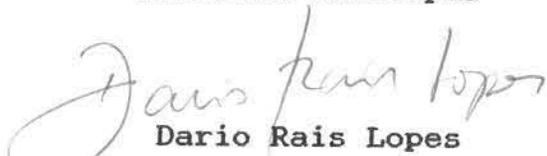
Art. 1º. As contratações de Projetos e Serviços de Pavimentação, deverão observar necessariamente as especificações contidas nos Cadernos de Especificações Técnicas, denominados "Procedimento para dimensionamento de vias de tráfego muito leve, leve e médio" e "Especificações de Serviços de Pavimentação", conforme anexos I e II respectivamente.

Art. 2º. Os documentos técnicos mencionados no artigo anterior farão parte integrante dos editais de licitação para contratação de projetos e serviços de pavimentação e dos contratos decorrentes.

Art. 3º. Este decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Prefeitura Municipal de São José dos Campos,
20 de fevereiro de 1997.


Emanuel Fernandes
Prefeito Municipal


Dario Rais Lopes
Secretário de Transportes

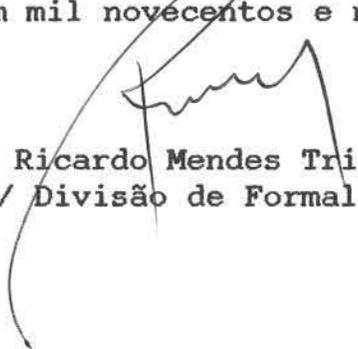
cont. do DECRETO Nº 9200/97 - fls. 02

Prefeitura Municipal de São José dos Campos,
20 de fevereiro de 1997.



Iwao Kikko
Secretário de Assuntos Jurídicos

Registrado na Divisão de Formalização e Atos
da Secretaria de Assuntos Jurídicos, aos vinte dias do mês de
fevereiro do ano de hum mil novecentos e noventa e sete.



Ricardo Mendes Trindade
Resp. p/ Divisão de Formalização e Atos



PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

DECRETO: 9200/1997

RELAÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

PMSJC ES-P 01/95 -	LIMPEZA DO TERRENO- - - - -	1 - 3
PMSJC ES-P 02/95 -	CAMADA DE RACHÃO - - - - -	4 - 11
PMSJC ES-P 03/95 -	FORNECIMENTO, ESCAVAÇÃO, TRANSPORTE E COMPACTAÇÃO DE SOLO - - - - -	12 - 19
PMSJC ES-P 04/95 -	PREPARO E MELHORIA DO SUBLEITO DO PAVIMENTO - - - - -	20 - 27
PMSJC ES-P 05/95 -	REFORÇO DO SUBLEITO COM SOLO SELECIONADO - - - - -	28 - 34
PMSJC ES-P 06/95 -	AGULHAMENTO DO SUBLEITO DO PAVIMENTO - - - - -	35 - 40
PMSJC ES-P 07/95 -	BASE DE SOLO ARENOSO FINO LATERÍTICO - - - - -	41 - 51
PMSJC ES-P 08/95 -	BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE DE SOLO LATERÍTICO-BRITA- - - - -	52 - 61
PMSJC ES-P 09/95 -	BASE DE SOLO LATERÍTICO-BRITA DE GRANULOMETRIA DESCONTÍNUA - - - - -	62 - 69
PMSJC ES-P 10/95 -	BASE DE SOLO-CIMENTO - - - - -	70 - 82
PMSJC ES-P 11/95 -	BASE DE BRITA GRADUADA - - - - -	83 - 95
PMSJC ES-P 12/95 -	CAMADAS DE MACADAME BETUMINOSO COM CAPA SELANTE - - -	96 - 108
PMSJC ES-P 13/95 -	BASE DE MACADAME HIDRÁULICO - - - - -	109 - 119
PMSJC ES-P 14/95 -	IMPRIMAÇÕES BETUMINOSAS - - - - -	120 - 126
PMSJC ES-P 15/95 -	TRATAMENTOS SUPERFICIAIS BETUMINOSOS - - - - -	127 - 137
PMSJC ES-P 16/95 -	CAMADAS DE PRÉ-MISTURADO A QUENTE - - - - -	138 - 156
PMSJC ES-P 17/95 -	CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE - - -	157 - 175
PMSJC ES-P 18/95 -	REPARO DE PAVIMENTO DANIFICADO POR ABERTURA DE VALA - -	176 - 182
NORMADIM	PROCEDIMENTO DE DIMENSIONAMENTO - - - - -	183 - 202

LIMPEZA DO TERRENO

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam os serviços de limpeza do terreno, em obras sob a jurisdição da Prefeitura do Município de São José dos Campos.

1. DESCRIÇÃO

Os serviços aos quais se refere a presente especificação consistem na remoção de todo material impróprio superficial para a construção de terraplenos ou de pavimentos, inclusive carga, transporte, descarga e esparrame deste material e compreendem também a mão-de-obra e os equipamentos indispensáveis à execução em conformidade com a especificação apresentada a seguir.

Os materiais impróprios que serão removidos consistem em arbustos, vegetação rasteira, capim, incluindo as raízes e os solos vegetais que as envolvem, além de entulhos que a fiscalização determinar. No caso em que o terreno seja constituído de grama ou capim, deverá ser realizada uma limpeza através da remoção do solo superficial numa espessura mínima de 20 cm.

2. EQUIPAMENTO

O conjunto de equipamentos deverá ser capaz de executar os serviços desta norma nos prazos fixados no cronograma contratual e deverá compreender, no mínimo:

- a) Caminhões para transporte dos materiais, com caçamba basculante;
- b) Pá carregadeira;
- c) Motoniveladora e/ou Trator de esteira;
- d) Pequenas ferramentas, tais como pás, enxadas, garfos, rastelos, etc.

Outros equipamentos, desde que aprovados pela fiscalização, poderão ser utilizados.

3. EXECUÇÃO

3.1. A limpeza deverá ser realizada através de motoniveladora e/ou trator de esteira ou se possível diretamente através de pá carregadeira. O material impróprio resultante da limpeza deverá ser removido através de pá carregadeira e caminhões basculantes.

LIMPEZA DO TERRENO

3.2. O material resultante da limpeza, com a terra vegetal, será depositado em local convenientemente designado pela fiscalização e, se necessário, reservando-o para sua reutilização futura no restabelecimento da vegetação nas áreas sujeitas a tratamento de revestimento vegetal.

4. CONTROLE

4.1. Controle Genérico

A principal atividade de controle para o serviço de limpeza será a inspeção visual, a qual deverá ser aplicada em todas as áreas.

5. OBSERVAÇÕES DE ORDEM GERAL

a) Durante todo o tempo que durar os serviços, até o recebimento do aterro ou camadas do pavimento, eles serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da empreiteira a responsabilidade desta conservação.

b) Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupção de vias, exigidas pela fiscalização visando a segurança, serão de responsabilidade da empreiteira.

6. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

6.1. Medição

Os serviços de limpeza do terreno serão medidos em metros quadrados sobre o plano horizontal de superfície na qual tenham sido efetivamente executados.

6.2. Pagamento

No preço unitário do item 6.1., deverão estar incluídas todas as despesas de escavação, carga, transporte, descarga e esparramação, bem como as de administração, despesas indiretas, encargos diversos, etc.

LIMPEZA DO TERRENO

7. BIBLIOGRAFIA

- 7.1. Manual de Normas do DER-SP.
- 7.2. Especificações Técnicas do DURSARP.

CAMADA DE RACHÃO

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios da utilização do rachão para estabilização de subleitos, constituídos por solos moles, de obras de terraplanagem ou pavimentação sob a jurisdição da Prefeitura do Município de São José dos Campos.

1. DESCRIÇÃO

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte e descarga dos materiais, mão-de-obra e equipamentos adequados, necessários à execução e ao controle de qualidade da camada de rachão em conformidade com a norma apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto.

O Rachão é uma camada granular composta por agregados graúdos, naturais ou britados, preenchidos a seco por agregados miúdos. É constituído por uma camada de apoio e outra complementar. Na camada de apoio os agregados penetram no solo mole até se obter uma certa estabilidade e não haver mais penetração. Sobre essa camada de apoio é executada uma camada complementar em que os agregados graúdos, que não penetram mais no solo mole, são preenchidos a seco por agregado miúdo. A estabilização é obtida a partir de ação mecânica enérgica de compactação.

2. MATERIAIS

2.1. Agregado Graúdo

Os agregados deverão ser constituídos por produtos da britagem primária de rocha basáltica sã. Opcionalmente, poderão ser utilizados materiais pétreos naturais desmontados pela ação de lâmina e escarificador de trator de esteira ou basaltos vítreos. Em qualquer caso, deverão ser atendidas as seguintes condições gerais para o agregado graúdo empregado:

a) Deverão ser constituídos de fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais;

b) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 89-64), os agregados deverão apresentar perdas não superiores a 15%;

c) Para o agregado retido na peneira de 2,00 mm (nº 10), a porcentagem de desgaste no ensaio de Abrasão "Los Angeles" (método ME-23 / PMSP) não deverá ser superior a 60%;

CAMADA DE RACHÃO

d) O diâmetro máximo recomendado deverá estar compreendido entre 1/3 e 2/3 da espessura final de camada individual executada, não devendo superar a 200 mm (8");

e) Deverá ser evitada a utilização de agregado graúdo com quantidade apreciável de fração fina. Para tal, se necessário, a fração fina deverá ser separada através do emprego de peneira classificadora vibratória de 50 mm;

f) É preferível a utilização de agregados de um só tamanho.

2.2. Agregado para Material de Enchimento

O material de enchimento deverá ser constituído por finos resultantes de britagem, com as mesmas características físicas especificadas para o agregado graúdo (forma, resistência ao desgaste e isenção de pureza), e que satisfaçam às seguintes faixas granulométricas:

PENEIRAS DE MALHAS QUADRADAS (EM-4 / PMSP)		%, EM PESO, QUE PASSA	
mm	polegadas	FAIXA I	FAIXA II
25,4	1	100	-
19,1	3/4	90-100	100
9,5	3/8	50-85	65-100
2,0	nº 10	25-50	35-70
0,074	nº 200	2-15	2-20

3. EQUIPAMENTOS

Todo equipamento deverá ser inspecionado pela Fiscalização, devendo dela receber aprovação, sem o que não será dada a autorização para o início dos serviços.

O conjunto de equipamentos básicos para a execução da camada de rachão compreende:

- a)** Pá carregadeira;
- b)** Caminhões basculantes;
- c)** Trator de esteira e/ou motoniveladora pesada;

CAMADA DE RACHÃO

d) Rolos compressores de rodas lisas, vibratórios ou estáticos;

e) Equipamentos e ferramentas complementares: pás, carrinhos de mão, marretas, vassourões ou vassouras mecânicas, etc.

Outros equipamentos, a critério da Fiscalização, poderão ser utilizados.

4. EXECUÇÃO

4.1. Considerações Gerais

As seguintes considerações de ordem geral são aplicáveis a execução da camada de rachão:

a) A camada de rachão não pode ficar confinada em hipótese alguma. Esta camada deve estar interligada a dispositivos de drenagem subterrânea, que permitam o livre escoamento da água da camada de rachão;

b) A camada complementar de Rachão sobre a camada de apoio deverá ter uma espessura compreendida entre 15 cm e 30 cm;

c) Não é admitida a complementação da espessura desejada da camada pela adição excessiva do material de enchimento, sem o respectivo agregado graúdo.

4.2. Aplicação do Agregado Graúdo

4.2.1. Execução da Camada de Apoio

a) A execução da camada de apoio com agregado graúdo inicia-se pelo carregamento do material nos depósitos ou pátios de estocagem da instalação de britagem. A operação de carga do material deverá ser procedida de forma criteriosa;

b) Após a operação de carregamento e o transporte por meio de caminhões basculantes, faz-se o lançamento de camadas sucessivas de agregado graúdo sobre o solo mole através de pá carregadeiras ou tratores de esteira até que não haja afundamento ou acomodação desse agregado no solo mole;

c) A camada de apoio poderá ter uma melhor acomodação do agregado através de passadas do rolo liso de 3 rodas de 10 a 12 t. A camada de apoio será considerada apta a receber a camada

CAMADA DE RACHÃO

complementar quando o rolo compactador não causar mais deformação longitudinal ou recalques excessivos;

d) Após essa situação os vazios do agregado graúdo não preenchidos com solo mole deverão ser preenchidos com material de enchimento.

4.2.2. Execução da Camada Complementar

a) A execução da camada complementar com agregado graúdo inicia-se pelo carregamento do material nos depósitos ou pátios de estocagem da instalação de britagem, de forma similar a execução da camada de apoio;

b) Após a operação de carregamento e o transporte por meio de caminhões basculantes, faz-se o espalhamento em uma camada de espessura homogênea, uniformemente solta sobre a camada de apoio recém executada. O espalhamento será feito pelo uso de motoniveladora pesada, devendo evitar-se processos que levem à segregação do material, excesso, etc.;

c) Após o espalhamento do agregado graúdo, poderão ser necessárias as seguintes correções:

c1) Remoção de fragmentos alongados, lamelares ou de tamanho excessivo, visíveis na superfície, e substituição por agregado graúdo representativo e de boa qualidade;

c2) Correção de pontos com excesso ou deficiência de material, após verificação do greide e seção transversal com cordéis, gabaritos, etc. No caso de existir deficiência de material, utilizar sempre agregado graúdo representativo e de boa qualidade, sendo vedado o uso de agregado miúdo.

d) Efetuadas as correções necessárias, e previamente ao lançamento do material de enchimento, poderá ser obtida uma melhor acomodação do agregado graúdo através de compressão com rolo liso sem vibração.

4.3. Operações de Enchimento e Travamento

a) O material de enchimento, obedecendo a uma das faixas granulométricas especificadas, o mais seco possível, será espalhado através de motoniveladoras, em quantidade suficiente para preencher os vazios do agregado graúdo;

b) A aplicação do material de enchimento deverá ser feita em uma ou mais vezes, até se obter um bom preenchimento, evitando-se o excesso superficial;

CAMADA DE RACHÃO

c) A compactação enérgica da camada será realizada com rolo tandem de 10 a 12 toneladas ou, de preferência, rolo liso vibratório;

d) Nos trechos em tangente, a compactação deverá sempre partir dos bordos para o eixo, e, nas curvas, do bordo interno para o bordo externo;

e) Em cada passada, o equipamento utilizado deverá recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida;

f) Logo após se obter a cobertura completa da área a ser comprimida, deverá ser feita uma nova verificação do greide e seção transversal, efetivando-se as correções necessárias, normalmente de dois tipos:

f1) Deficiência de finos: processa-se o espalhamento da 2ª camada de material de enchimento, devendo ser empregado apenas agregado miúdo para possibilitar melhor e mais compatível travamento;

f2) Excesso de finos: processa-se a sua necessária remoção através de meios manuais ou mecânicos, utilizando-se ferramentas auxiliares (enxada, pá, rastelo, carrinho de mão e vassoura mecânica).

g) A compressão será dada como concluída quando desaparecerem as ondulações à frente do rolo e a camada se apresentar estável e compacta.

5. CONTROLE

5.1. Controle Tecnológico dos Materiais

Este controle abrange os ensaios e determinações para verificar se as condições dos materiais estão sendo atendidas.

Serão procedidos os seguintes ensaios:

a) Um ensaio de granulometria (método ME-20 / PMSP) do material de enchimento, a cada 800 m² de pista, e no mínimo, dois ensaios por dia de trabalho;

b) Um ensaio de abrasão "Los Angeles" (método ME-23 / PMSP) e de durabilidade (DER-ME 89-64) do agregado graúdo, sempre que, visualmente, se observar alterações que possam influir na qualidade do agregado.

CAMADA DE RACHÃO

5.2. Controle de Execução

5.2.1 Controle Genérico

a) A principal atividade de controle, para o serviço de rachão, será a inspeção visual, a qual deverá ser aplicada em todas as etapas, ou seja:

- . nos estoques de agregados;
- . na operação de carregamento;
- . nas operações de pista como espalhamento, compactação, e acabamento.

b) A verificação da eficiência da compactação da camada complementar deverá ser feita com a colocação, à frente do rolo liso compactador, de uma pedra de tamanho razoável, avaliando-se o efeito da passagem do rolo sobre a pedra, e sobre a camada executada;

c) As condições de enchimento dos vazios do agregado graúdo e travamento da camada complementar serão verificadas pela abertura de poços de inspeção, à razão de um poço a cada 70 m de pista. Os poços abertos serão preenchidos com material representativo e compactado mecanicamente.

5.2.2. Controle Geométrico e de Acabamento

a) Controle de Espessura

Após a execução da camada, proceder-se-á a verificação da seção transversal através de nivelamento topográfico.

b) Controle de Acabamento da Superfície

As condições de acabamento da superfície serão apreciadas pela fiscalização, em bases visuais.

5.3. Controle de Recebimento

5.3.1. Recebimento Baseado no Controle Tecnológico

CAMADA DE RACHÃO

Os serviços executados serão aceitos, sob o ponto de vista tecnológico, desde que sejam atendidas as seguintes tolerâncias:

a) As granulometrias dos materiais utilizados obedçam a uma das faixas granulométricas preconizadas;

b) Os valores individuais obtidos nos ensaios de Abrasão "Los Angeles", durabilidade e equivalente de areia atendam aos limites especificados no item 2.

5.3.2. Recebimento com Base no Controle de Execução Genérico

Para que o serviço seja aceito, deverão ser obedecidos os seguintes aspectos, avaliados em bases visuais, pela fiscalização:

a) As condições de estocagem dos agregados deverão ser consideradas satisfatórias, tendo em vista:

a1) Não contaminação com materiais estranhos;

a2) A adequada separação entre os depósitos de agregados correspondentes às diversas bitolas produzidas.

b) A operação de carregamento dos materiais estocados, pela ação de pá carregadeira, deverá ser procedida de forma criteriosa, em particular para os agregados graúdos que contenham alguma presença de finos. Com relação a este aspecto, deverão ser evitadas as zonas do depósito de agregado graúdo que contenham:

b1) Alta concentração de finos;

b2) Fragmentos lamelares ou fragmentos equigranulares de diâmetros intermediários, ambos de difícil "travamento".

c) A compactação será julgada eficiente, e conseqüentemente será aceita, se com a passagem do rolo liso compactador constatar-se que não houve penetração de uma pedra de tamanho razoável, colocada sobre a camada.

6. OBSERVAÇÕES DE ORDEM GERAL

CAMADA DE RACHÃO

a) Durante todo o tempo que durar a construção, até o recebimento do rachão, os materiais e os serviços serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da empreiteira a responsabilidade desta conservação;

b) Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupção de vias, exigidas pela fiscalização visando a segurança, serão de responsabilidade da empreiteira.

7. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

7.1. Medição

a) A camada complementar de rachão executada e recebida na forma descrita, será medida por metro cúbico executado e segundo a seção transversal de projeto;

b) A camada de apoio será medida por metro cúbico de agregado graúdo lançado medido no caminhão.

7.2. Pagamento

O pagamento será feito após a aceitação da medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representará a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e outros gastos eventuais necessários à completa execução dos serviços.

8. BIBLIOGRAFIA

- 8.1.** Manual de Normas do DER-PR.
- 8.2.** Especificações Técnicas do DURSARP.
- 8.3.** Manual de Normas do DNER.
- 8.4.** Especificações Técnicas da PMSJC.

FORNECIMENTO, ESCAVAÇÃO, TRANSPORTE E COMPACTAÇÃO DE SOLO

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam o fornecimento, escavação, transporte e compactação de solo selecionado para terraplenagem ou para troca de solo em pavimentos de obras sob a jurisdição da Prefeitura do Município de São José dos Campos.

1. DESCRIÇÃO

Os serviços aos quais se refere a presente especificação consistem no fornecimento, escavação, carga, transporte, descarga e compactação do solo selecionado, e compreendem também a mão-de-obra e os equipamentos indispensáveis à execução dos serviços em conformidade com a especificação apresentada a seguir e com detalhes executivos contidos no projeto.

2. MATERIAIS

Os solos empregados devem ser isentos de matéria orgânica e impurezas e possuir características superiores ou similares às do solo da superfície que irá receber o aterro, sendo imprescindível que:

a) Possuam índice de Suporte Califórnia (CBR_A) na energia normal, no mínimo, similar ao da superfície que irá receber o aterro;

b) Possuam expansão máxima de 1% medida com sobrecarga de 4,5 Kg.

3. EQUIPAMENTO

O conjunto de equipamentos deverá ser capaz de executar os serviços desta norma nos prazos fixados no cronograma contratual e deverá compreender, no mínimo:

a) Caminhões para transporte dos materiais, com caçamba basculante;

b) Pá carregadeira;

c) Motoniveladora;

d) Irrigadeira de no mínimo 5.000 litros, equipada com motobomba, capaz de distribuir água sob pressão regulável e uniformemente;

FORNECIMENTO, ESCAVAÇÃO, TRANSPORTE E COMPACTAÇÃO DE SOLO

e) Pulvimisturadora rebocável ou autopropelida ou grade de discos;

f) Escarificador e grade de disco equipados com dispositivos para controle da profundidade de trabalho;

g) Rolos compactadores capazes de produzir o grau de compactação e o acabamento especificado;

h) Compactador vibratório portátil ou sapos mecânicos;

i) Régua de madeira ou metálica, com arestas vivas e 3,0 metros de comprimento;

j) Pequenas ferramentas, tais como pás, enxadas, garfos, rastelos, etc.

Outros equipamentos, desde que aprovados pela Fiscalização, poderão ser utilizados.

4. EXECUÇÃO

4.1. Condições Físicas da Superfície de Apoio

a) Deve ser executada a limpeza do terreno da fundação do aterro produzindo uma superfície que esteja de acordo com a especificação PMSJC ES-P 01/95;

b) Mediante ordem da fiscalização, os serviços de aterro poderão ser precedidos de escavação, visando:

b.1) Formar degraus de apoio, se o terreno de fundação for inclinado e houver risco de escorregamento;

b.2) Formar degraus de apoio no talude de aterro, em caso de alargamento de aterros antigos.

c) O teor de umidade, deverá ser menor do que o teor de umidade ótimo de compactação da camada superficial do subleito mais 3%. Se o teor de umidade for superior, a camada deverá secar até que as condições de umidade satisfaçam o limite indicado;

d) O grau de compactação da camada de apoio do aterro deverá ser superior a 92%, com referência à densidade máxima do proctor normal.

As áreas cujo o grau de compactação for inferior ao limite necessário, deverão ser escarificadas e compactadas até que se atinja a densidade desejada antes da execução da primeira camada de aterro.

FORNECIMENTO, ESCAVAÇÃO, TRANSPORTE E COMPACTAÇÃO DE SOLO

4.2. Distribuição

- a) Não será permitida a execução dos serviços em dias de chuva;
- b) A empreiteira executará as operações construtivas, de modo a evitar que os aterros ultrapassem as dimensões do projeto. A aplicação de material destinado ao aterro, fora dos seus limites, para quaisquer fins, tal como regularização do terreno, poderá ser executada, desde que autorizada pela fiscalização;
- c) Desde as primeiras camadas do aterro, o material deverá ser distribuído uniformemente, em camadas de no máximo 20 centímetros de espessura de material solto;
- d) O material importado será distribuído uniformemente sobre o subleito, devendo ser destorroado nos casos de correção de umidade, até que pelo menos 60% do total em peso, excluído o material graúdo, passe na peneira 4,8 mm (nº 4);
- e) Caso o teor de umidade de compactação não esteja dentro do limite $\pm 2\%$, sendo "hot" o teor ótimo determinado pelo ensaio de compactação executado de acordo com método ME-7 / PMSP, na energia NORMAL, proceder as seguintes operações:
- e.1) No caso do teor ser superior, proceder-se-á a aeração do mesmo com equipamento adequado, até reduzi-lo àquele limite;
- e.2) No caso do teor de umidade ser inferior, será procedida a irrigação até alcançar aquele valor. Concomitantemente com a irrigação deverá ser executada a homogeneização do material a fim de garantir uniformidade de umidade.
- f) O material umedecido e homogeneizado será distribuído de forma regular e uniforme em toda a largura do leito, de tal forma que após a compactação, sua espessura não exceda 15 cm;
- g) A execução de camadas com espessura compactada superior a 15 cm, só será permitida pela fiscalização desde que se comprove que o equipamento empregado seja capaz de compactar em espessuras maiores, de modo a garantir a uniformidade do grau de compactação em toda a profundidade da camada.

4.3. Compactação e Acabamento

- a) A compactação deverá ser realizada através de equipamentos adequados ao tipo de solo, tais como: rolo pé-de-carneiro, pneumático ou vibratório e deverá progredir das bordas para o

FORNECIMENTO, ESCAVAÇÃO, TRANSPORTE E COMPACTAÇÃO DE SOLO

centro nos trechos retos e da borda mais baixa para a mais alta nas curvas, paralelamente ao eixo da faixa a ser implantada;

b) Concluída a compactação do aterro, sua superfície deverá ser conformada com motoniveladora de modo que assuma a forma determinada pela seção transversal e demais elementos do projeto. Após obter seu acabamento através de equipamentos adequados, sua superfície final deve se apresentar isenta de partes soltas e sulcadas.

5. CONTROLE

5.1. Controle Tecnológico do Solo Utilizado na Execução da Camada de Aterro

O solo deverá obedecer os seguintes requisitos:

$$\mathbf{CBR_A \geq CBR_{PROJETO}} \text{ (ou Mini-CBR)}$$

$$\mathbf{Expansão \leq 1\%};$$

onde:

CBR projeto : valor do suporte preconizado no projeto para o aterro;

CBR_A: valor do CBR (ou Mini-CBR) obtido para o solo do aterro.

Caso estas condições não sejam atendidas a Fiscalização deverá suspender os serviços.

5.2. Controle de Execução

5.2.1. Controle Geotécnico

a) Três ensaios de compactação pelo método ME-7 / PMSP na energia normal, para cada jazida de solo a ser utilizada no aterro, para determinação dos seguintes parâmetros:

- . massa específica aparente seca máxima (γ máx.);
- . umidade ótima (H_o).

No caso de ser observada a mudança das características do solo ao longo da jazida, proceder a execução de novos ensaios, para cada variação do solo.

FORNECIMENTO, ESCAVAÇÃO, TRANSPORTE E COMPACTAÇÃO DE SOLO

b) Determinação do teor de umidade pelo método ME-10 / PMSP, com umidímetro Speedy ou similar, em cada camada, à razão de uma determinação para cada 400 m² de pista, ou no mínimo 3 determinações em amostras representativas de toda a espessura da camada e colhidas após conclusão das operações de umedecimento e homogeneização, para decidir se é possível ou não, iniciar a compactação;

c) Determinação da massa específica aparente seca, obtida "in situ", pelo processo do frasco de areia e segundo o método ME-12 / PMSP, em amostras retiradas na profundidade de, no mínimo, 75% da espessura da camada, à razão de, no mínimo, uma determinação para cada 800 m² de extensão de camada compactada ou no mínimo 3 determinações.

5.2.2. Controle Geométrico

a) Determinação das cotas do eixo longitudinal do aterro, com medidas a cada 20 m;

b) Determinação das cotas de projeto das bordas das seções transversais do aterro, com medidas a cada 20 m.

5.2.3. Controle de Recebimento

O aterro executado de conformidade com esta especificação será recebido quando:

5.2.3.1. Recebimento com Base no Controle Tecnológico da Camada Executada

a) O teor de umidade da camada executada deverá ser igual ou inferior ao teor ótimo (hot) de compactação, obtido na energia de projeto, mais 2% (hot + 2%);

b) O grau de compactação, calculado a partir dos resultados obtidos nos ensaios referidos no item 5.2. alínea, a) e c), deverá atender os seguintes requisitos:

- não for obtido nenhum valor menor que 100%; ou

- atender estatisticamente à seguinte condição:

$$\bar{X} - K \times S > 100\%$$

onde:

\bar{X} : média aritmética dos graus de compactação obtidos;

S : desvio padrão;

FORNECIMENTO, ESCAVAÇÃO, TRANSPORTE E COMPACTAÇÃO DE SOLO

K : Coeficiente indicado na folha 7/7, em função do número N de elementos da amostra, no mínimo igual a 3.

Os trechos do aterro que não se apresentarem devidamente compactados, deverão ser escarificados e os materiais pulverizados, e recompactados.

5.2.3.2. Recebimento Com Base no Controle Geométrico

As cotas de projeto do eixo longitudinal do aterro não deverão apresentar variações superiores a 1,5 cm.

6. OBSERVAÇÕES DE ORDEM GERAL

a) Durante todo o tempo que durar a construção, até o recebimento do aterro, os materiais e os serviços serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da empreiteira a responsabilidade desta conservação;

b) Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupção de vias, exigidas pela fiscalização visando a segurança, serão de responsabilidade da empreiteira.

7. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

7.1. Medição

O aterro de solo importado devidamente acabado e na espessura determinada pelo projeto, será medida e paga por preço unitário de metro cúbico executado.

7.2. Pagamento

No preço unitário deverão estar incluídas todas as despesas de aquisição, escavação, carga, transporte, descarga, esparramação e compactação, bem como as de administração, despesas indiretas, encargos diversos, etc.

8. BIBLIOGRAFIA

FORNECIMENTO, ESCAVAÇÃO, TRANSPORTE E COMPACTAÇÃO DE SOLO

- 8.1.** Especificações Técnicas do DURSARP.
- 8.2.** Manual de Normas do DER-SP.
- 8.3.** Manual de Normas do DNER.
- 8.4.** Especificações Técnicas da PMSJC.

VALOR DO COEFICIENTE " K "
PARA CONTROLE ESTATÍSTICO DO GRAU DE COMPACTAÇÃO

N	K	N	K	N	K
3	1,05	10	0,77	30	0,66
4	0,95	12	0,75	40	0,64
5	0,89	14	0,73	50	0,63
6	0,85	16	0,71	100	0,60
7	0,82	18	0,70	∞	0,52
8	0,80	20	0,69		
9	0,78	25	0,67		

Condição necessária:

$$\bar{X} - K \times S \geq 100\%$$

onde:

FORNECIMENTO, ESCAVAÇÃO, TRANSPORTE E COMPACTAÇÃO DE SOLO

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{(N-1)}}$$

N - número de elementos da amostra

X_i - valores individuais da amostra

PREPARO E MELHORIA DO SUBLEITO DO PAVIMENTO

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios de execução do preparo e melhoria do subleito do pavimento de obras sob a jurisdição da Prefeitura do Município de São José dos Campos.

1. DESCRIÇÃO

A presente especificação compreende as operações necessárias para a execução do preparo e melhoria do subleito do pavimento, que consiste nos serviços de terraplenagem através de cortes e aterros com até 40 cm de altura e a conformação e compactação da camada final. Visa a obtenção da superfície final do subleito em condições adequadas para receber as demais camadas do pavimento, obedecendo as condições geométricas caracterizadas pelo alinhamento, perfis e seções transversais do projeto.

2. MATERIAIS

Nos aterros, os solos a serem utilizados deverão ter características uniformes e possuir qualidades iguais ou superiores às do material do subleito existente. Em qualquer caso, não será admitida a utilização de solos turfosos, micáceos ou que contenham substâncias orgânicas, ou que apresentem expansão superior à 1%.

As exigências acima não eximirão as firmas empreiteiras das responsabilidades futuras com relação às condições mínimas de resistência e estabilidade que o solo deverá satisfazer.

3. EQUIPAMENTO

O conjunto de equipamentos deverá ser capaz de executar os serviços desta norma nos prazos fixados no cronograma contratual e deverá compreender, no mínimo:

- a) Caminhões para transporte dos materiais, com caçamba basculante;
- b) Pá carregadeira;
- c) Motoniveladora;
- d) Irrigadeira de no mínimo 5.000 litros, equipada com moto bomba, capaz de distribuir água sob pressão regulável e uniformemente;
- e) Pulvimisturadora rebocável ou autopropelida com grade de discos;
- f) Escarificador e grade de disco equipados com dispositivos para controle da profundidade de trabalho;

PREPARO E MELHORIA DO SUBLEITO DO PAVIMENTO

g) Rolo compactador compatível com as características do material a ser compactado capaz de produzir o grau de compactação e o acabamento especificado;

h) Compactador vibratório portátil ou sapos mecânicos;

i) Régua de madeira ou metálica, com arestas vivas e 3,0 metros de comprimento;

j) Pequenas ferramentas, tais como pás, enxadas, garfos, rastelos, etc.

Outros equipamentos, desde que aprovados pela Fiscalização, poderão ser utilizados.

4. EXECUÇÃO

4.1 Condições Físicas da Camada de Apoio

a) Quando a elevação do greide se fizer em aterro inferior a 20 cm de espessura, a superfície do leito existente deverá ser previamente escarificado, de maneira a garantir uma perfeita ligação com a camada sobrejacente.

b) A camada inferior ao subleito que será preparado não pode estar com excesso de umidade. Se o teor de umidade da superfície for superior a 3% em relação à umidade ótima, a camada superficial deverá ser escarificada para secar até que as condições de umidade satisfaçam o limite indicado. Se essa umidade for causada por contribuição de lençol freático deverá ser executada uma drenagem profunda antes de se executar o preparo e melhoria do subleito.

4.2 Condições Gerais

A terraplenagem do subleito, limitada lateralmente na maioria das vezes pelas faces contínuas das sarjetas, consistirá em serviços de corte, carga, transporte, descarga e aterro, assim como substituição de materiais instáveis, por materiais apropriados, de acordo com o projeto do pavimento.

4.3. Compactação

4.3.1. Os serviços de compactação deverão obedecer às seguintes operações:

PREPARO E MELHORIA DO SUBLEITO DO PAVIMENTO

a) Determinação da massa específica aparente seca máxima e do teor de umidade ótima do material a ser compactado, obtida em ensaio de compactação na energia normal, de conformidade com o método ME-7 / PMSP;

b) Compactação do material mediante equipamentos adequados;

c) Controle da massa específica aparente seca máxima alcançada, a fim de comprovar se o material foi devidamente compactado.

4.3.2. No caso de cortes deverão ser atendidos os seguintes requisitos:

a) A camada superficial final do subleito resultante após o corte deverá ser escarificada e destorroada numa espessura mínima de 15 cm até que o solo presente pelo menos 60% do total em peso, excluindo o material graúdo, passando pela peneira 4,8 mm (nº 4);

b) Caso o teor de umidade do material destorroado seja superior em 2% ao teor ótimo determinado pelo ensaio de compactação executada de acordo com o método ME-7 / PMSP, proceder a aeração do mesmo com equipamento adequado, até reduzi-lo àquele limite. Se o teor de umidade do solo destorroado for inferior em mais de 2% ao teor ótimo de umidade acima referido, será procedida a irrigação até alcançar aquele valor. Concomitantemente com a irrigação deverá ser executada a homogeneização do material a fim de garantir uniformidade de umidade;

c) O material aerado ou umedecido e homogeneizado em toda a largura do leito deverá, após a compactação, ter uma espessura da ordem de 15 cm.

4.3.3. No caso dos aterros deverão ser atendidos os seguintes requisitos:

a) O solo importado para o aterro será distribuído uniformemente sobre o subleito, devendo ser destorroado, nos casos de correção de umidade, até que pelo menos 60% do total em peso, excluindo o material graúdo, passe na peneira 4,8 mm (nº 4);

b) Para o ajuste do teor de umidade do material destorroado procede-se como no item 4.3.2., alínea b).

c) O material aerado ou umedecido e homogeneizado será distribuído de forma regular e uniforme em toda a largura do leito, de tal forma que após a compactação, sua espessura esteja compreendida entre 10 e 15 cm;

d) A execução de camada com espessura superior a 15 cm, só será permitida pela fiscalização desde que se comprove que o equipamento empregado, seja capaz de compacta-la em espessuras maiores, de modo a garantir a uniformidade do grau de compactação mínimo exigido em toda a profundidade de camada.

PREPARO E MELHORIA DO SUBLEITO DO PAVIMENTO

4.3.4. Processo de Compactação

a) A compactação deverá ser realizada através de equipamentos adequados ao tipo de solo, tais como: rolo pé-de-carneiro, pneumático ou vibratório e deverá progredir das bordas para o centro nos trechos retos e da borda mais baixa para a mais alta nas curvas, paralelamente ao eixo a ser pavimentado;

b) Para auxiliar a compactação no caso em que não se tenha rolo de pressão variável no serviço, recomenda-se passar com caminhões carregados sobre as bordas, próximo às sarjetas. Esse procedimento permite identificar áreas mal compactadas, que dariam problemas após a construção do pavimento.

c) Sugere-se o uso de compactadores tipo pé-de-carneiro, estático ou vibratório, quando o solo a ser compactado tenha características argilosas. No caso de solos siltosos e arenosos recomenda-se o uso de rolo pneumático e/ou liso vibratório.

4.4. Conformação e Acabamento

a) Concluída a compactação do subleito, a superfície deverá ser conformada com motoniveladora, de modo que assuma a forma determinada pela seção transversal e demais elementos do projeto. No caso de pavimento de macadame betuminoso selado, diretamente sobre o subleito, a superfície deverá ser conformada sempre operando em corte, para evitar lamelas de complementação.

b) O acabamento da superfície deverá ser obtido através de equipamentos tipo rolo pneumático de pressão variável e/ou rolo liso, até que se apresente lisa, sem sulcos e isenta de partes soltas.

5. CONTROLE

5.1. Controle de Execução

a) Um ensaio de compactação do solo a ser efetuado pelo método ME-7 / PMSP, com energia normal, a cada 400 m² de pista, com um mínimo de 3 ensaios para cada trecho, ou para cada jazida de solo a ser utilizada, para determinação dos seguintes parâmetros:

- . massa específica aparente seca máxima ($\gamma_{\text{máx}}$);
- . umidade ótima (H_o).

PREPARO E MELHORIA DO SUBLEITO DO PAVIMENTO

b) Determinação do teor de umidade pelo método ME-10 / PMSP, com umidímetro Speedy ou similar, em cada camada, à razão de uma determinação para cada 400 m² de pista, ou no mínimo 3 determinações, em cada trecho, com amostras representativas de toda a espessura da camada e colhidas após conclusões de umedecimento e homogeneização, para decidir se é possível, ou não iniciar a compactação;

c) Determinação da massa específica aparente do solo "IN SITU", com emprego do frasco de areia, pelo método ME-12 / PMSP, com amostras retiradas na profundidade de, no mínimo, 75% da espessura da camada, à razão de, no mínimo, uma determinação para cada 400 m² de extensão de camada compactada ou no mínimo 3 determinações para cada trecho.

5.2. Controle Geométrico

O controle geométrico deverá atender:

- a) Determinação das cotas de eixo longitudinal do subleito, com medidas a cada 20 m;
- b) Determinação das cotas de projeto das bordas das seções transversais do subleito, com medidas a cada 20 m.

5.3. Controle de Recebimento

O preparo do subleito, executado de conformidade com esta especificação será recebido quando atender os requisitos a seguir:

5.3.1. Recebimento com Base no Controle Tecnológico da Camada Executada

a) O teor de umidade da camada executada deverá ser igual ou inferior ao teor ótimo (hot) de compactação, obtido na energia de projeto, mais 2% (hot + 2%);

b) O grau de compactação, calculado a partir dos resultados obtidos nos ensaios referidos no item 5.1. alíneas, a) e c), deverá atender os seguintes requisitos:

- não for obtido nenhum valor menor que 100% ou
- atender estatisticamente a seguinte condição:

$$\bar{X} - K \times S \geq 100\%$$

onde:

PREPARO E MELHORIA DO SUBLEITO DO PAVIMENTO

\bar{X} : média aritmética dos graus de compactação obtidos;

S : desvio padrão;

K : coeficiente indicado na Tabela da folha 8.

Os trechos do subleito que não se apresentarem devidamente compactados, deverão ser escarificados e os materiais pulverizados e recompactados.

5.3.2. Recebimento Com Base no Controle Geométrico

a) As cotas de projeto do eixo longitudinal do subleito, não deverão apresentar variações superiores a 1,5 cm;

b) As cotas de projeto das bordas das seções transversais do subleito, não deverão apresentar variações superiores a 1 cm;

6. OBSERVAÇÕES DE ORDEM GERAL

a) Durante todo o tempo que durar a construção, até o recebimento da melhoria do subleito, os materiais e os serviços serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da empreiteira a responsabilidade desta conservação;

b) A melhoria do subleito não deve ser submetida à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito. No entanto, a fiscalização poderá autorizá-la a seu critério, caso os danos que venham a ser causados à superfície acabada, não prejudiquem a qualidade da camada do pavimento que será construída sobre a melhoria em questão;

c) Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupções de vias visando a segurança, serão de responsabilidade da empreiteira.

7. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

7.1. Medição

a) Quando os cortes e aterros tiverem espessuras iguais ou inferiores a 40 cm, a totalidade dos serviços "de preparo e melhoria do subleito" será paga por metro quadrado executado. Os

PREPARO E MELHORIA DO SUBLEITO DO PAVIMENTO

preços unitários a serem utilizados serão dois, um para espessura de até 25 cm e outro para espessuras entre 25 cm e 40 cm.

b) Quando os aterros ou cortes tiverem espessuras superiores a 40 cm, os serviços de "preparo do subleito" serão pagos por metro quadrado executado, acrescido do volume das camadas de aterro ou dos cortes que excederem os 40 cm, que serão pagos separadamente como serviços de terraplanagem.

7.2. Pagamento

No preço unitário deverão estar incluídas todas as despesas de aquisição, escavação, carga, transporte, descarga, esparramação e compactação, bem como as de administração, despesas indiretas, encargos diversos, etc.

8. BIBLIOGRAFIA

- 8.1.** Especificações Técnicas do PMSJC.
- 8.2.** Manual de Normas do DER-SP.
- 8.2.** Manual de Normas do DNER.
- 8.3.** Manual de Normas da P.M.S.P.
- 8.4.** Manual de Normas do DURSARP.

PREPARO E MELHORIA DO SUBLEITO DO PAVIMENTO

VALOR DO COEFICIENTE "K"
PARA CONTROLE ESTATÍSTICO DO GRAU DE COMPACTAÇÃO

N	K	N	K	N	K
3	1,05	10	0,77	30	0,66
4	0,95	12	0,75	40	0,64
5	0,89	14	0,73	50	0,63
6	0,85	16	0,71	100	0,60
7	0,82	18	0,70	∞	0,52
8	0,80	20	0,69	-	-
9	0,78	25	0,67	-	-

Condição necessária:

$$\bar{X} - K \times S \geq 100\%$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{(N-1)}}$$

N - número de elementos da amostra;

Xi - valores individuais da amostra;

REFORÇO DO SUBLEITO COM SOLO SELECIONADO

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução de reforço do subleito de solo selecionado em pavimentos de obras sob a jurisdição da Prefeitura do Município de São José dos Campos.

1. DESCRIÇÃO

1.1. Os serviços aos quais se refere a presente especificação consistem no fornecimento, carga, transporte e descarga do solo selecionado e compreendem também a mão-de-obra e os equipamentos indispensáveis à execução e ao controle de qualidade do reforço, de conformidade com a especificação apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto.

1.2. Reforço de solo selecionado (**RSS**) é uma camada constituída de material natural proveniente de jazidas, que apresenta estabilidade e durabilidade quando adequadamente compactada.

2. MATERIAIS

Os solos empregados devem ser isentos de matéria orgânica e impurezas e possuir características superiores as do material do subleito, sendo imprescindível que:

- a) Possuam índice de Suporte Califórnia (CBR_R) na energia normal (ME-9 / P.M.S.P.), superior ao do subleito;
- b) Possuam expansão máxima de 1% medida com sobrecarga de 4,5 Kg;
- c) Sugere-se, sempre que possível usar solos lateríticos dos grupos LA, LA' e LG' da classificação MCT.

3. EQUIPAMENTO

O conjunto de equipamentos deverá ser capaz de executar os serviços desta norma nos prazos fixados no cronograma contratual e deverá compreender, no mínimo:

- a) Caminhões para transporte dos materiais, com caçamba basculante;
- b) Pá-carregadeira;
- c) Motoniveladora;
- d) Irrigadeira de no mínimo 5.000 litros, equipada com motobomba, capaz de distribuir água sob pressão regulável e uniformemente;
- e) Pulvimisturadora rebocável ou autopropelida com grade de discos;
- f) Escarificador e grade de disco equipados com dispositivos para controle da profundidade de trabalho;

REFORÇO DO SUBLEITO COM SOLO SELECIONADO

g) Rolo compactador compatível com as características do material a ser compactado, capaz de produzir o grau de compactação e o acabamento especificado;

h) Compactador vibratório portátil ou sapos mecânicos;

i) Régua de madeira ou metálica, com arestas vivas e 3,0 metros de comprimento;

j) Pequenas ferramentas, tais como pás, enxadas, garfos, rastelos, etc.

Outros equipamentos poderão ser utilizados desde que aprovados pela fiscalização.

4. EXECUÇÃO

4.1. Condições Físicas do Subleito

a) O subleito sobre o qual será executado a camada de reforço deverá ter sido preparado de acordo com as condições fixadas pela PMSJC / ES-P 04/95;

b) Caso a execução da camada reforço com solo selecionado não se efetue logo após a execução do preparo do subleito e de modo especial, quando o mesmo esteve exposto à chuvas deve-se efetuar no subleito, as seguintes determinações :

- Teor de umidade, que deverá ser menor do que o teor de umidade ótimo de compactação da camada superficial do subleito mais 3%. Se o teor de umidade for superior, a camada deverá secar até que as condições de umidade satisfaçam o limite indicado;

- Grau de compactação, que deverá atender as exigências indicadas no controle de recebimento da PMSJC / ES-P 04/95.

As áreas cujo o grau de compactação for inferior ao limite necessário, deverão ser reconstruídas antes da execução da camada de solo selecionado.

c) Eventuais defeitos da superfície da camada do subleito, deverão ser necessariamente reparados antes da execução da camada de reforço. Essa superfície deverá estar perfeitamente limpa e desempenada antes da execução do reforço de solo selecionado.

4.2. Considerações Gerais

As seguintes recomendações de ordem geral são aplicadas a execução da camada de reforço:

a) Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva;

b) O confinamento lateral da camada de reforço é dado pela "caixa existente" na profundidade correspondente à sua posição.

4.3. Mistura, Distribuição e Compactação

REFORÇO DO SUBLEITO COM SOLO SELECIONADO

a) O material importado será distribuído uniformemente sobre o subleito, devendo ser destorroado nos casos de correção de umidade, até que pelo menos 60% do total em peso, excluído o material graúdo, passe na peneira 4,8 mm (nº 4);

b) Caso o teor de umidade do material destorroado seja superior em 2% ao teor ótimo determinado pelo ensaio de compactação executado de acordo com método ME-7 / P.M.S.P., proceder-se-á a aeração do mesmo com equipamento adequado, até reduzi-lo aquele limite;

c) Se o teor de umidade do solo destorroado for inferior em mais de 2% ao teor ótimo de umidade acima referido, será procedida a irrigação até alcançar aquele valor. Concomitantemente com a irrigação deverá ser executada a homogeneização do material a fim de garantir uniformidade de umidade;

d) O material umedecido e homogeneizado será distribuído de forma regular e uniforme em toda a largura do leito, de tal forma que após a compactação, sua espessura não exceda de 15 cm;

e) A execução de camadas com espessura superior a 15 cm, só será permitida pela fiscalização desde que se comprove que o equipamento empregado seja capaz de compactar em espessuras maiores de modo a garantir a uniformidade do grau de compactação em toda a profundidade da camada.

4.4. Compactação e Acabamento

a) A compactação deverá ser realizada através de equipamentos adequados ao tipo de solo, tais como: rolo pé-de-carneiro, pneumático ou vibratório e deverá progredir das bordas para o centro nos trechos retos e da borda mais baixa para a mais alta nas curvas, paralelamente ao eixo da faixa a ser pavimentada;

b) Para auxiliar a compactação no caso em que não se tenha rolo de pressão variável no serviço, recomenda-se passar com caminhões carregados sobre as bordas próximo às sarjetas. Esse procedimento permite identificar áreas mal compactadas que dariam problemas após a construção do pavimento;

c) Concluída a compactação do reforço, sua superfície deverá ser regularizada com motoniveladora de modo que assuma a forma determinada pela seção transversal e demais elementos do projeto, sendo seu acabamento obtido através de equipamento adequado até que se apresente lisa e isenta de partes soltas e sulcadas.

5. CONTROLE

5.1. Controle Tecnológico do Solo Utilizado na Execução da Camada de Reforço

O solo deverá obedecer os seguintes requisitos:

$$\text{CBR}_R \geq \text{CBR}_{\text{PROJETO}} \text{ (ou Mini-CBR)}$$

$$\text{Expansão} \leq 1\%$$

onde:

CBR PROJETO : valor do suporte preconizado no projeto para o reforço;

REFORÇO DO SUBLEITO COM SOLO SELECIONADO

CBR_R: valor do CBR (ou Mini-CBR) obtido para o solo do reforço.

Caso estas condições não sejam atendidas a fiscalização deverá suspender os serviços.

5.2. Controle de Execução

5.2.1. Controle Geotécnico

a) Três ensaios de compactação pelo método ME-7 / P.M.S.P., na energia normal, para cada jazida de solo a ser utilizada no aterro, para determinação dos seguintes parâmetros:

- massa específica aparente seca máxima (γ_s máx.);
- umidade ótima (H_0).

b) Determinação do teor de umidade pelo método ME-10 / P.M.S.P., com umidímetro Speedy ou similar, em cada camada, à razão de uma determinação para cada 400 m² de pista, ou no mínimo 3 determinações em amostras representativas de toda a espessura da camada e colhidas após conclusão das operações de umedecimento e homogeneização, para decidir se é possível, ou não iniciar a compactação;

c) Determinação da massa específica aparente seca, obtida "in situ", pelo processo do frasco de areia e segundo o método ME-12 / P.M.S.P., em amostras retiradas na profundidade de, no mínimo, 75% da espessura da camada, à razão de, no mínimo, uma determinação para cada 400 m² de extensão de camada compactada ou no mínimo 3 determinações para cada trecho.

5.2.2. Controle Geométrico

a) Determinação das cotas do eixo longitudinal do reforço, com medidas a cada 20 m;

b) Determinação das cotas de projeto das bordas das seções transversais do reforço, com medidas a cada 20 m.

5.3. CONTROLE DE RECEBIMENTO

O reforço do subleito, executado de conformidade com esta especificação será recebido quando:

5.3.1. Recebimento com Base no Controle Tecnológico da Camada Executada

a) O teor de umidade da camada executada deverá ser igual ou inferior ao teor ótimo (hot) de compactação, obtido na energia de projeto, mais 2% (hot + 2%);

b) O grau de compactação, calculado a partir dos resultados obtidos nos ensaios referidos no item 5.2.1. alínea, a) e c), deverá atender os seguintes requisitos:

- Não for obtida nenhum valor menor que 100%; ou
- Atender estatisticamente a seguinte condição:

REFORÇO DO SUBLEITO COM SOLO SELECIONADO

$$\bar{X} - K \times S \geq 100\%$$

onde:

\bar{X} : média aritmética dos graus de compactação obtidos;

S : desvio padrão;

K : Coeficiente indicado na tabela apresentada na fl. 7/7;

Os trechos do reforço que não se apresentarem devidamente compactados, deverão ser escarificados e os materiais pulverizados, e recompactados.

5.3.2. Recebimento Com Base no Controle Geométrico

a) As cotas de projeto do eixo longitudinal do reforço, não deverão apresentar variações superiores a 1,5 cm;

b) As cotas de projeto das bordas das seções transversais do reforço, não deverão apresentar variações superiores a 1 cm;

c) As espessuras, em qualquer parte da camada não devem ser inferiores a 10% da espessura de projeto.

6. OBSERVAÇÕES DE ORDEM GERAL

a) Durante todo o tempo que durar a construção, até o recebimento do reforço, os materiais e os serviços serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da empreiteira a responsabilidade desta conservação;

b) O reforço de solo selecionado não deve ser submetido à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito. No entanto, a fiscalização poderá autorizá-la quando a seu critério, os danos que venham a ser causados à superfície acabada, não prejudiquem a qualidade da camada de pavimento que será construída sobre a camada de reforço em questão.

7. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

7.1. Medição

O reforço de solo selecionado devidamente acabado e na espessura determinada pelo projeto, será medida e paga por preço unitário de metro cúbico executado.

7.2. Pagamento

REFORÇO DO SUBLEITO COM SOLO SELECIONADO

No preço unitário deverão estar incluídas todas as despesas de aquisição, escavação, carga, transporte, descarga, esparramação e compactação, bem como as de administração, despesas indiretas, encargos diversos, etc.

8. BIBLIOGRAFIA

- 8.1.** Especificações Técnicas da P.M.S.J.C.
- 8.2.** Especificações Técnicas da DURSARP
- 8.3.** Manual de Normas da P.M.S.P.
- 8.4.** Manual de Normas do DER - SP.
- 8.5.** Manual de Normas do DNER
- 8.6.** Nogami, J.S.; Villibor, D.F.(1981). "Uma nova classificação de Solos para Finalidades Rodoviárias". Anais do Simpósio Brasileiro de Solos Tropicais em Engenharia. Vol. 1, pg. 30/41, C.O.P.P.E/UFERJ, Rio de Janeiro.

REFORÇO DO SUBLEITO COM SOLO SELECIONADO

**VALOR DO COEFICIENTE "K"
PARA CONTROLE ESTATÍSTICO DO GRAU DE COMPACTAÇÃO**

N	K	N	K	N	K
3	1,05	10	0,77	30	0,66
4	0,95	12	0,75	40	0,64
5	0,89	14	0,73	50	0,63
6	0,85	16	0,71	100	0,60
7	0,82	18	0,70	∞	0,52
8	0,80	20	0,69	-	-
9	0,78	25	0,67	-	-

Condição necessária:

$$\bar{X} - K \times S \geq 100\%$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{(N-1)}}$$

N - número de elementos da amostra;

X_i - valores individuais da amostra;

AGULHAMENTO DO SUBLEITO DO PAVIMENTO

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução do Agulhamento do Subleito em Pavimentos, de obras sob a jurisdição da Prefeitura do Município de São José dos Campos.

1. DESCRIÇÃO

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte e descarga dos materiais, inclusive água, mão-de-obra e equipamentos adequados, necessários à execução e ao controle de qualidade do Agulhamento do Subleito, em conformidade com a norma apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto.

Agulhamento é uma camada intermediária entre o subleito e a base de macadame betuminoso, obtida por compressão e cravamento no subleito de uma camada uniforme de agregados graúdos.

2. MATERIAIS

O agregado deverá ser constituído por produtos de britagem de rocha basáltica sã, sendo imprescindível que:

a) A granulometria se enquadre na faixa apresentada no quadro abaixo:

PENEIRAS DE MALHAS QUADRADAS (EM-4)		% EM PESO QUE PASSA
mm	polegada	
88,9	3 1/2	100
76,2	3	90-100
63,5	2 1/2	60-100
50,8	2	20-90
38,1	1 1/2	0-35
25,4	1	0-5
19,1	3/4	0-2

b) O agregado deverá ser constituído de fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais;

AGULHAMENTO DO SUBLEITO DO PAVIMENTO

c) A percentagem de desgaste no ensaio de abrasão "Los Angeles" (ME-23 / PMSP) não deverá ser superior a 40%.

3. EQUIPAMENTOS

Todo o equipamento deverá ser inspecionado pela Fiscalização, devendo dela receber aprovação, sem o que não será dada a autorização para o início dos serviços. O conjunto de equipamentos básicos para a execução do Agulhamento do Subleito compreende:

- a) Caminhões basculantes;
- b) Motoniveladora pesada;
- c) Rolos compressores de rodas lisas, vibratórios ou estáticos;
- d) Caminhão tanque irrigador;
- e) Equipamentos e ferramentas complementares: pás, carrinhos de mão, marretas, vassourões ou vassouras mecânicas, etc.;

Outros equipamentos, a critério da fiscalização, poderão ser utilizados.

4. EXECUÇÃO

4.1. Condição Física da Camada de Apoio do Agulhamento do Subleito

a) O subleito sobre o qual será executado o agulhamento deverá ter sido executado de acordo com as condições fixadas pela especificação PMSJC ES-P 04/95;

b) Caso a execução da camada de Agulhamento não se efetue logo após a construção da camada de apoio subjacente e de modo especial, quando esta esteve exposta à chuvas devem ser efetuadas nesta camada as seguintes determinações:

b1) Teor de umidade, que deverá ser menor do que o teor de umidade ótimo de compactação da camada, mais 3%. Se o teor de umidade for superior, a camada deverá secar até que as condições de umidade satisfaçam o limite indicado;

b2) Grau de compactação, que deverá atender as exigências indicadas no controle de recebimento da camada executada.

AGULHAMENTO DO SUBLEITO DO PAVIMENTO

b3) As regiões nas quais o grau de compactação for inferior ao limite necessário, deverão ser reconstruídas antes da execução da camada do Agulhamento.

4.2. Considerações Gerais

O confinamento lateral do Agulhamento do Subleito é dado pela sarjeta.

4.3. Preparo da Superfície

Eventuais defeitos da superfície da camada subjacente deverão ser necessariamente reparados antes da execução do agulhamento. Essa superfície deverá estar perfeitamente limpa e desempenada.

4.4. Aplicação do Agregado

a) A execução da camada de agregado graúdo inicia-se pelo carregamento do material nos depósitos ou pátios de estocagem da instalação de britagem. A operação de carga do material deverá ser procedida de forma criteriosa, evitando-se a utilização de agregados graúdos lamelares ou com excesso de finos;

b) Após a operação de carregamento e o transporte por meio de caminhões basculantes, faz-se o espalhamento de 20 litros de agregado graúdo por metro quadrado, em uma camada de espessura uniforme e homogênea. O espalhamento será feito pelo uso de motoniveladora pesada, devendo evitar-se processos que levem à segregação do material;

c) Após o espalhamento do agregado graúdo, poderão ser necessárias as seguintes correções:

c1) Remoção de fragmentos alongados, lamelares ou de tamanho excessivo, visíveis na superfície, e substituição por agregado graúdo representativo e de boa qualidade;

c2) Correção de pontos com excesso ou deficiência de material. No caso de existir deficiência de material, utilizar sempre agregado graúdo representativo e de boa qualidade, sendo vedado o uso de agregado miúdo.

4.5. Compressão do Agregado

AGULHAMENTO DO SUBLEITO DO PAVIMENTO

a) A compressão inicial deverá ser feita mediante emprego de rolo liso de três rodas de 10 a 12 toneladas (velocidade de 30 a 40 m por minuto) ou rolo liso vibratório, aprovado pela fiscalização. Se necessário, o subleito poderá ser irrigado para facilitar o cravamento do agregado;

b) Nos trechos em tangente, a compressão deverá partir, sempre, dos bordos para o eixo, e nas curvas, do bordo interno para o bordo externo. Em cada passada, o equipamento utilizado deverá recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida;

c) Eventuais manobras do equipamento de compactação, que impliquem em variações direcionais prejudiciais, deverão se processar fora da área de compressão;

d) A operação de compressão deverá prosseguir até que se consiga uma cravação do agregado graúdo de no mínimo 2 centímetros conseguindo-se assim uma superfície compactada, cheia de saliências e reentrâncias. Essa superfície permitirá um contato perfeito com a base de macadame betuminoso selado, evitando-se toda e qualquer possibilidade de escorregamento.

5. CONTROLE

5.1. Controle Tecnológico do Materiais

Este controle abrange os ensaios e determinações para verificar se as condições dos materiais estão sendo atendidos. Serão procedidos os seguintes ensaios:

a) Um ensaio de granulometria (método ME-20 / PMSP) do agregado graúdo, a cada 800 metros quadrados de pavimento, e no mínimo, dois ensaios por dia de trabalho;

b) Um ensaio de Abrasão "Los Angeles" (método ME-23 / PMSP) do agregado graúdo sempre que, visualmente, se observar alterações mineralógicas no agregado, e no mínimo, um ensaio por mês.

5.2. Controle de Execução

a) A principal atividade de controle de execução, para o serviço de Agulhamento do Subleito, será a inspeção visual, a qual deverá ser aplicada em todas as etapas, ou seja, nos estoques de agregados, na operação de carregamento, nas operações de pista como espalhamento, irrigação, compactação e acabamento;

b) A verificação da eficiência da compactação deverá ser feita avaliando-se o nível de cravamento dos agregados;

AGULHAMENTO DO SUBLEITO DO PAVIMENTO

c) As condições de acabamento da superfície serão apreciadas visualmente pela Fiscalização.

5.3. Controle de Recebimento

5.3.1. Recebimento Baseado no Controle Tecnológico

Os serviços executados serão aceitos, sob o ponto de vista tecnológico, desde que sejam atendidas as seguintes tolerâncias:

a) A granulometria dos materiais utilizados se enquadrem na faixa especificada no item 2a;

b) Os valores individuais obtidos nos ensaios de Abrasão "Los Angeles" se enquadrem nos limites fixados no item 2c.

5.4.2. Recebimento com Base no Controle de Execução

Para que o serviço seja aceito, deverão ser obedecidos os seguintes aspectos, avaliados em bases visuais, pela Fiscalização:

a) O material pétreo a ser utilizado, deverá apresentar aspecto são e homogêneo, evitando-se o emprego de alterações ou de aspecto suspeito.

b) As condições de estocagem dos agregados deverão ser consideradas satisfatórias, tendo em vista a não contaminação com materiais estranhos;

c) As operações de espalhamento e compressão do agregado graúdo deverão ter sido consideradas adequadas, tendo em vista a obtenção de uma camada acabada homogênea e com bom nível de cravamento.

6. CRITÉRIOS DE ORDEM GERAL

a) Durante todo o tempo que durar a construção, até o recebimento do agulhamento, os materiais e os serviços serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da empreiteira a responsabilidade desta conservação.

b) O agulhamento não deve ser submetidos à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito. No entanto, a Fiscalização poderá autorizá-la quando a seu critério, os danos que venham a ser

AGULHAMENTO DO SUBLEITO DO PAVIMENTO

causados à superfície acabada, não prejudiquem a qualidade da camada de pavimento que será construída sobre o agulhamento em questão.

c) Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupção de vias, exigidas pela fiscalização visando a segurança, serão de responsabilidade da empreiteira.

7. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

7.1. Medição

A camada de Agulhamento do Subleito, executada e recebida na forma descrita, será medida por área de material compactado na pista, expresso em metros quadrados, e segundo a seção transversal de projeto.

7.2. Pagamento

O pagamento será feito após a aceitação dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, incluindo todas as operações de carga, transporte, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e outros gastos eventuais necessários à sua completa execução.

8. BIBLIOGRAFIA

- 8.1.** Manual de Normas DER-PR.
- 8.2.** Especificações Técnicas do DURSARP.
- 8.3.** Especificações Técnicas da PMSJC.

BASE DE SOLO ARENOSO FINO LATERÍTICO

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço, define os critérios que orientam a execução de Bases de Solo Arenoso Fino Laterítico em obras sob a jurisdição da Prefeitura do Município de São José dos Campos.

1. DESCRIÇÃO

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte e descarga dos materiais, compreendendo também a mão de obra e equipamentos necessários à execução e controle de qualidade de base de solo arenoso fino laterítico, de conformidade com a norma apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto.

Para fins desta norma, considera-se como Solo Arenoso Fino Laterítico (SAFL) qualquer solo de comportamento laterítico, segundo a classificação MCT, contendo mais de 50% retido na peneira 0,075 mm (nº 200), sendo esta fração constituída de areia de grãos de quartzo.

2. MATERIAIS

Os solos deverão satisfazer as seguintes exigências:

a) ter comportamento laterítico, isto é, pertencer a um dos grupos LA, LA' e LG' da classificação MCT, utilizando para tanto o método ME-60 / PMSP;

b) composição granulométrica, determinada pelo método ME-20 / PMSP, enquadrada em uma das faixas de graduação indicadas no quadro I.

QUADRO I

PENEIRAS DE MALHAS QUADRADAS (EM-4 / PMSP)	GRADUAÇÕES % EM PESO, QUE PASSA		
	A	B	C
2,00 mm n° 10	100	100	100
0,42 mm n°### 40	75-100	85-100	100
0,150 mm n° ###100	30-50	50-65	65-95
0,075 mm n° ###200	23-35	35-50	35-50

Na escolha dos solos para a finalidade em vista, a ordem de prioridade deve ser a seguinte:

1ª - FAIXA "A"

BASE DE SOLO ARENOSO FINO LATERÍTICO

2ª - FAIXA "B"
3ª - FAIXA "C"

Se o solo se enquadrar na faixa "C", deverá ser submetido ao ensaio de granulometria com sedimentação com uso do defloculante hexametáfosfato de sódio, conforme método ME-20 / PMSP.

Com o resultado obtido, verifica-se em seguida se o solo se situa dentro de uma das faixas granulométricas C-1 ou C-2, abaixo:

QUADRO II

PENEIRAS DE MALHAS QUADRADAS (EM-4 / PMSP)	GRADUAÇÕES % EM PESO, QUE PASSA	
	C-1	C-2
0,42 mm n°### 40	100	100
0,150 mm n°###100	65-80	80-95
0,075 mm n°###200	40-50	35-45
0,002 mm	> 25	20-25

Deve-se dar preferência à utilização do solo que se enquadre na faixa C-1.

Se a composição granulométrica do solo estiver contida parte em uma faixa e parte em outra, indicadas nos quadros I ou II, o solo só poderá ser utilizado se atender as exigências mecânicas e hidráulicas discriminadas no quadro III no item c.

c) As propriedades mecânicas e hidráulicas do solo, correspondentes a corpos de prova compactados na umidade ótima, com energia intermediária do método ME-54 / PMSP, deverão satisfazer os valores constantes no quadro III a seguir.

QUADRO III

EXIGÊNCIAS MECÂNICAS E HIDRÁULICAS	VALORES ADMISSÍVEIS	MÉTODO DE ENSAIO
Mini - CBR sem imersão	≥ 40 %	ME-54 / PMSP
Perda de suporte no Mini-CBR com imersão em relação ao Mini-CBR sem imersão.	≤ 50 %	ME-54 / PMSP
Expansão com sobrecarga padrão	≤ 0,3 %	ME-54 / PMSP
Contração	0,1 a 0,5 %	ME-57 / PMSP
Coefficiente de Infiltração	10^{-2} a 10^{-4} ($cm\sqrt{minuto}$)	ME-58 / PMSP

BASE DE SOLO ARENOSO FINO LATERÍTICO

3. EQUIPAMENTO

O conjunto de equipamentos deverá ser capaz de executar os serviços desta norma nos prazos fixados no cronograma contratual e deverá compreender, no mínimo:

- a) Caminhões para transporte dos materiais, com caçamba basculante;
- b) Motoniveladora pesada; com escarificador e lâmina apropriada para acabamento da base;
- c) Irrigadeira de no mínimo 5.000 litros, equipada com motobomba, capaz de distribuir água sob pressão regulável e uniformemente;
- d) Pulvimisturadora rebocável ou autopropelida;
- e) Escarificadores e grade de disco equipado com dispositivo para controle da profundidade de trabalho;
- f) Equipamentos de compactação, constituídos por rolos compactadores:
 - f.1) tipo "pé de carneiro" de peso variável, estáticos ou vibratórios;
 - f.2) de rodas lisas metálicas, estáticos ou vibratórios;
 - f.3) de rodas pneumáticas de pressão variável de , no mínimo, 2,5 kgf/cm² à 8,5 kgf/cm² (35 a 125 psi);
- g) Compactadores vibratórios portáteis ou sapos mecânicos;
- h) Compressor de ar comprimido;
- i) Vassouras rotativas;
- j) Régua de madeira ou metálica, com arestas vivas e 3,0 metros de comprimento;
- k) Pequenas ferramentas, tais como pás, enxadas, garfos, rastelos, etc.

Outros equipamentos, desde que aprovados pela fiscalização, poderão ser utilizados.

4. EXECUÇÃO

4.1. Condições Físicas da Camada de Apoio da Base de SAFL

BASE DE SOLO ARENOSO FINO LATERÍTICO

As bases de solo arenoso fino laterítico serão, geralmente, construídas sobre superfícies resultantes dos serviços de Preparo e Melhoria do Subleito ou de Reforço do Subleito, executados de conformidade com as normas contidas nas seções respectivas.

a) O subleito ou reforço sobre o qual será executado a base de **SAFL** deverá ter sido executado de acordo com as condições fixadas pelo PMSJC ES-P04/95, no caso de melhoria do subleito ou pelo PMSJC ES-P05/95 no caso de reforço;

b) Caso a execução da camada de base de **SAFL** não se efetue logo após a execução da camada de apoio subjacente e de modo especial, quando o mesmo esteve exposto a chuvas, devem ser efetuadas nesta camada de apoio, as determinações seguintes:

b1) Teor de umidade, que deverá ser menor do que o teor de umidade ótimo de compactação da camada subjacente mais 3%. Se o teor de umidade for superior, a camada deverá secar até que as condições de umidade satisfaçam o limite indicado.

b2) Grau de compactação, este grau deverá atender as exigências indicadas no controle de recebimento da camada de melhoria ou reforço do subleito. As regiões nas quais o grau de compactação for inferior ao limite necessário, deverão ser reconstruídas antes da execução da camada de base.

c) Eventuais defeitos da superfície da camada subjacente deverão ser necessariamente reparados antes da execução da base. Essa superfície deverá estar perfeitamente limpa e desempenada antes da execução da base **SAFL**.

4.2. Considerações Gerais

As seguintes recomendações de ordem geral são aplicadas à execução da camada de Base:

a) Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva;

b) Os serviços de locação e nivelamento serão efetuados pelo empreiteiro e verificados pela fiscalização. O confinamento lateral da camada de base será determinado pela sarjeta ou pela "caixa existente" na profundidade correspondente à sua posição.

4.3. Distribuição, mistura e umedecimento

O solo será descarregado na pista em montes ou leivas de dimensões constantes de modo a facilitar a distribuição através de motoniveladora. Concluída a distribuição, serão iniciadas as operações de mistura, destorroamento e umedecimento ou secagem visando obter, em toda a camada solta, uma mistura homogênea. O teor de umidade do material deverá ser mantido dentro do

BASE DE SOLO ARENOSO FINO LATERÍTICO

intervalo de um ponto percentual, abaixo e acima da umidade ótima ($H_o \pm 1\%$), obtida em laboratório no ensaio de compactação com energia intermediária conforme método ME-54 / PMSP.

4.4. Compactação e acabamento

Concluída a mistura úmida, a camada será regularizada para início das operações de compactação. A compactação será sempre iniciada pelas bordas. Não deve ser permitido o uso de rolo de patas curtas no início da compactação. Nos trechos em tangente, a compactação prosseguirá das duas bordas para o centro, em percursos equidistantes da linha de base (eixo). Os percursos ou passadas do equipamento utilizado serão distanciadas entre si de tal forma que, em cada percurso, seja coberta metade da faixa no percurso anterior.

Nos trechos em curva, havendo sobrelevação, a compactação progredirá da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente. Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, assim como nas partes em que seu uso não for desejável tais como cantos de tabuleiro, etc., a compactação será executada com compactadores vibratórios portáteis ou com sapos mecânicos. As operações de compactação deverão prosseguir, até que se atinja em toda a espessura da base o grau de compactação mínimo de 100% em relação à massa específica aparente máxima, obtida na energia intermediária, pelo método ME-54 / PMSP.

O processo de compactação deverá, sempre, ser iniciado com rolo pé-de-carneiro de patas longas, não vibratório, que deve dar um número de passadas suficientes para que não haja mais penetração na base, das patas do equipamento. Após esta fase, a compactação da camada, se necessário, deve prosseguir preferencialmente com o uso de rolos pneumáticos de pressão variável, até o término da mesma.

A conformação final da seção deve ser feita, após irrigação da base compactada, através de motoniveladora com lâmina fiada, trabalhando única e exclusivamente em corte, até a eliminação de todos os sinais dos equipamentos de compactação. Não será permitida, em hipótese alguma, o acabamento com complementação de solos, para evitar lamelas superficiais. O acabamento da base após o corte deve ser realizado, preferencialmente, com o uso de rolo pneumático de pressão variável ou liso vibratório, com no máximo, duas coberturas.

Após o acabamento, a base deverá ser submetida, na medida do possível, a um período de cura por secagem, suficiente para o desenvolvimento pleno das trincas de contração.

4.5. Espessura da camada

A espessura da camada acabada será de, no máximo, 15 centímetros. Quando se desejar maior espessura, os serviços deverão ser executados em mais de uma camada, sendo a espessura mínima de qualquer delas de 10 centímetros, após a compactação.

BASE DE SOLO ARENOSO FINO LATERÍTICO

4.6. Proteção dos serviços

Durante todo o tempo que durar a construção, e até o recebimento da base, os materiais e os serviços serão protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da empreiteira a responsabilidade desta conservação.

4.7. Abertura ao trânsito

A base de **SAFL** não deverá ser submetida à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito. No entanto, a Fiscalização poderá autorizá-lo quando, a seu critério, a base já esteja com sua imprimatura impermeabilizante "curada" e os danos que venham a ser causadas à superfície acabada não prejudiquem a qualidade da camada de pavimento que sobre ela será construída.

No caso da existência da camada protetora (tratamento superficial simples), exige-se que a superfície seja submetida ao tráfego, no mínimo, pelos veículos utilizados no serviço, antes da execução da camada de rolamento definitiva.

5. CONTROLE

5.1. Controle do Solo

a) Cinco ensaios de compactação pelo método ME-7 / PMSP, na energia normal, para cada jazida de solo a ser utilizada, para determinação dos seguintes parâmetros:

- . massa específica aparente seca máxima (γ máx.);
- . umidade ótima (H_o).

No caso de ser observada a mudança das características do solo ao longo da jazida, proceder a execução de novos ensaios, para cada variação do solo.

b) granulometria por peneiramento, segundo o método ME-20 / PMSP;

c) determinação das seguintes propriedades da sistemática MCT:

- Mini-CBR, de acordo com o método ME-54 / PMSP, na condição ótima de compactação, na energia intermediária, com e sem imersão;

BASE DE SOLO ARENOSO FINO LATERÍTICO

- contração, de acordo com o método ME-57 / PMSP, na condição ótima de compactação, na energia intermediária;
- compactação Mini-CBR, de acordo com o método ME-53 / PMSP;
- perda de massa por imersão de solos compactados, de acordo com o método ME-61 / PMSP.

5.2. Controle de execução dos serviços

Consistindo em:

a) Verificação do teor de umidade pelo método ME-10 / PMSP, com umidímetro Speedy ou similar, em cada camada, à razão de uma determinação para cada 400 m² de pista, ou no mínimo 3 determinações em amostras representativas de toda a espessura da camada e colhidas após conclusão das operações de umedecimento e homogeneização, para decidir se é possível, ou não iniciar a compactação;

b) Determinação da massa específica aparente seca, obtida "in situ", pelo processo do frasco de areia e segundo o método ME-12 / PMSP, amostras retiradas na profundidade de, no mínimo, 75% da espessura da camada, à razão de, no mínimo, uma determinação para cada 400 m² de extensão de camada compactada ou no mínimo 3 determinações, e referido à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio de compactação realizado pelo método ME-7 / PMSP.

c) Registro do número de passadas dos rolos compactadores, de modo a assegurar a obtenção do grau de compactação;

d) Verificação visual da ocorrência de formação de lamelas superficiais.

5.3 Controle de Recebimento

As bases de solo arenoso fino laterítico, executadas em uma ou mais camadas com autorização da fiscalização e de conformidade com esta norma, serão recebidas:

a) no que respeita à espessura e à conformação final da superfície, se não forem encontradas diferenças maiores que:

a1) 10% da espessura do projeto, em qualquer ponto da base;

a2) dois centímetros, para mais ou para menos, nas cotas de projeto, sendo a verificação realizada com cordéis, esticados e apoiados sobre as guias e, se necessário, com a régua

BASE DE SOLO ARENOSO FINO LATERÍTICO

de 3,00 metros de comprimento apoiada sobre a superfície da base, em qualquer posição, ao longo da qual, segundo o projeto, não haja mudança de declividade;

b) no que diz respeito ao comportamento laterítico do solo:

- se pertencer aos grupos LA, LA' ou LG' da classificação MCT;

c) no que diz respeito à curva granulométrica do solo - se enquadrar-se em uma das FAIXAS A, B ou C, do item 2, salvo exceção de seu último parágrafo;

d) no que diz respeito às propriedades mecânicas e hidráulicas - se os valores máximos e mínimos decorrentes da amostragem atenderem aos seguintes requisitos:

- Mini-CBR sem imersão: $\bar{X} - K.S \geq 40 \%$

- perda de suporte no Mini-CBR por imersão em relação ao Mini-CBR sem imersão :

$$\bar{X} + K.S \leq 50 \%$$

- expansão com sobrecarga padrão: $\bar{X} + K.S \leq 0,3 \%$

- contração: $\bar{X} - Kl.S \geq 0,1 \%$

$$\bar{X} + Kl.S \leq 0,5 \%$$

sendo:

\bar{X} - média aritmética dos valores individuais obtidos;

S - desvio padrão;

K e Kl - coeficientes indicados na folha 10/10, função do número de elementos da amostra, no mínimo igual a cinco.

e) No que respeita ao grau de compactação, calculado com base na massa específica aparente seca "in situ", determinada pelo método ME-12 / PMSP:

e1) se não for obtido nenhum valor menor que 100%; ou

e2) se for satisfeita a condição: $\bar{X} - K.S \geq 100\%$

sendo:

\bar{X} - média aritmética dos graus de compactação obtidos;

S - desvio padrão

K - Coeficiente indicado na folha 10/10, função do número N de elementos da amostra, no mínimo igual a cinco.

BASE DE SOLO ARENOSO FINO LATERÍTICO

Os trechos da base que não apresentarem devidamente compactados, deverão ser escarificados e os materiais pulverizados e recompactados.

6. OBSERVAÇÕES DE ORDEM GERAL

a) Durante todo o tempo que durar a construção, até o recebimento da base os materiais e os serviços serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da empreiteira a responsabilidade desta conservação;

b) A base não deve ser submetida à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito. No entanto, a Fiscalização poderá autorizá-la quando a seu critério, os danos que venham a ser causados à superfície acabada, não prejudiquem a qualidade da camada de pavimento que será construída sobre a camada de reforço em questão;

c) Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupção de vias, exigidas pela fiscalização visando a segurança, serão de responsabilidade da empreiteira.

7. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

7.1 Medição

Os serviços recebidos de conformidade com esta norma serão medidos em metro cúbico de camada acabada, incluindo a aquisição, escavação do solo, e o transporte.

7.2 Pagamento

Os serviços recebidos e medidos da forma descrita serão pagos aos preços unitários contratuais respectivos, e esse pagamento constituirá única remuneração para todos os materiais, mão de obra, leis sociais, equipamentos e outros recursos utilizados pelo empreiteiro, abrangendo, inclusive benefício e despesas indiretas.

8. BIBLIOGRAFIA

8.1. Especificações Técnicas da PMSJC.

8.2. Especificações Técnicas do DURSARP.

8.3. Manual de Normas DER-SP.- Seção 3.09 - "Base de Solo Arenoso Fino Laterítico" .

BASE DE SOLO ARENOSO FINO LATERÍTICO

- 8.4.** Nogami, J.S.;Villibor,D.F.(1981).Üma nova classificação de Solos para Finalidades Rodoviárias". Anais do Simpósio Brasileiro de Solos Tropicais em Engenharia. Vol.1, pg 30/41, C.O.P.P.E./UFERJ, Rio de Janeiro.
- 8.5.** Villibor, D.F.; Nogami, J.S.(1982)."Novo Critério para Escolha de Solos Arenosos Finos para Bases de Pavimentos". Anais da 17a. Reunião Anual de Pavimentação, vol. 2, pg. 107/127, Brasília-DF.
- 8.6.** Villibor, D.F.; Nogami, J.S.(1985). "Controle Tecnológico das Bases de Solos Arenosos Lateríticos". Anais da 20a. Reunião Anual de Pavimentação, vol.1, pg. 521/555, Fortaleza-CE.
- 8.7.** Villibor, D.F.; Nogami, J.S.; Fabbri, G.T.P.(1986). "Proteção à Erosão em Pavimentação de Baixo Custo". Anais da 21a. Reunião Anual de Pavimentação, vol 2, pg. 412/430, Salvador-BA.
- 8.8.** Villibor, D.F.; Nogami, J.S.; Sória, M.H.A.(1987).
"Técnica Construtiva das Bases de Solo Arenoso Fino Laterítico".
Anais da 22a. Reunião Anual de Pavimentação, vol 1, pg. 798/827, Maceió- AL.
- 8.9.** Villibor, D.F.; Nogami, J.S.; Fabbri, G.T.P.(1988) "Imprimadura Asfáltica em Bases de Solo Arenoso Fino Laterítico", Anais da 23a. Reunião Anual de Pavimentação - Florianópolis- SC.

**VALORES DOS COEFICIENTES "K"(TOLERÂNCIA UNILATERAL)
E "KI" (TOLERÂNCIA BILATERAL)**

N	K	KI	N	K	KI	N	K	KI
4	0,95	1,34	10	0,77	1,12	25	0,67	1,00
5	0,89	1,27	12	0,75	1,09	30	0,66	0,99
6	0,85	1,22	14	0,73	1,07	40	0,64	0,97
7	0,82	1,19	16	0,71	1,05	50	0,63	0,96
8	0,80	1,16	18	0,70	1,04	100	0,60	0,92
9	0,78	1,14	20	0,69	1,03	∞	0,52	0,84

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{(N-1)}}$$

N - número de elementos da amostra;

Xi - valores individuais da amostra.

BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE DE SOLO LATERÍTICO-BRITA

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço, define os critérios que orientam a execução de Bases de Solo Laterítico Brita em obras sob a jurisdição da Prefeitura do Município de São José dos Campos.

1. DESCRIÇÃO

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte, descarga e a mistura dos materiais necessários à obtenção da base de Solo Laterítico Brita (**SLB**) compreendendo também a mão-de-obra e os equipamentos indispensáveis a execução e ao controle de qualidade da base, de conformidade com a especificação apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto.

A base de **SLB** é constituída de mistura artificial de solo laterítico com agregado pétreo britado (brita) que apresenta estabilidade e durabilidade quando adequadamente compactada.

2. MATERIAIS

Os materiais para a execução da base deverão obedecer as especificações a seguir:

2.1. Solo Laterítico

Os solos deverão satisfazer as seguintes exigências:

a) Ter comportamento laterítico, isto é, pertencer a um dos grupos LA, LA' e LG' da classificação MCT, utilizando para tanto o método ME-60 / PMSP;

b) Apresentar valores de propriedades mecânicas e hidráulicas, obtidas nos ensaios de corpos de prova compactados na umidade ótima, com energia intermediária do ME-54 / PMSP, a seguir:

Mini CBR sem imersão $\geq 30\%$;

$$\text{Ris} = \frac{\text{Mini CBR com imersão}}{\text{Mini CBR sem imersão}} \times 100 \leq 50\%;$$

Expansão $\leq 0,5\%$

BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE DE SOLO LATERÍTICO-BRITA

Valores obtidos em corpos de prova moldados no teor de umidade da energia intermediária.

c) Sugere-se, preferencialmente, utilizar na mistura, solos de classificação LA' e LG'.

2.2. Brita

A brita deverá ser obtida de agregado pétreo de basalto britado podendo ser "Bica Corrida" ou composição através de misturas de Pedra I, pedrisco e pó de pedra, com as seguintes características:

a) A granulometria da brita deverá ser tal que tenha 100% passando na peneira 1";

b) Porcentagem de perda no teste de Abrasão "Los Angeles" inferior a 50% determinado através do método ME-23 / PMSP.

2.3. Características da Mistura

A mistura de Solo Laterítico-brita deverá obedecer as especificações a seguir:

a) Granulometria:

A granulometria da mistura determinada pelo Método MB-32 da ABNT, deverá atender uma das seguintes faixas granulométricas:

Peneiras de Malhas Quadradas (EM-4 / PMSP)		GRADUAÇÕES					
		Porcentagem em peso que passa					
mm	polegada	A	B	C	D	E	F
25	1	100	100	100	100	100	100
9,5	3/8	30-65	40-75	50-85	60-100	-	-
4,8	n° 4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	70-100
2,0	n° 10	15-40	20-40	25-50	40-70	40-100	55-100
0,42	n° 40	8-20	15-30	15-30	20-50	20-55	30-70
0,075	n°200	2-8	5-15	5-20	7-20	8-25	10-25

A porcentagem que passa pela peneira de 0,075mm deve ser inferior a 2/3 da porcentagem que passa pela peneira de 0,42 mm.

Para tráfego traduzido por N (número de solicitações do eixo simples padrão de 8,5 toneladas) igual ou superior à 10^7 não se recomendam as granulometrias E e F. A curva

BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE DE SOLO LATERÍTICO-BRITA

granulométrica do material ou da mistura de materiais, além de enquadrar-se em uma das faixa acima, não deverá conter patamares.

A porcentagem de brita, em peso na mistura, não poderá ser menor que 60%.

No caso de uso de solos LA na mistura e para as graduações E e F, e quando a camada de rolamento for usinada diretamente sobre a base, deve-se utilizar um tratamento superficial simples antes da execução da camada de rolamento. Este tratamento tem a finalidade de melhorar a interface entre a camada de rolamento e a base a fim de evitar-se "escorregamento" da camada de rolamento.

b) Capacidade de Suporte e Expansão:

Serão exigidos os seguintes valores para o índice de suporte CBR e expansão, determinados pelo método ME-9 / PMSP:

$$\text{CBR} \geq 80\%$$

$$\text{Expansão} \leq 0,2\%$$

3. EQUIPAMENTOS

O conjunto de equipamentos deverá ser capaz de executar os serviços desta norma nos prazos fixados no cronograma contratual e deverá compreender, no mínimo:

- a) Caminhões para transporte dos materiais, com caçamba basculante;
- b) Pá carregadeira
- c) Motoniveladora;
- d) Irrigadeira de no mínimo 5.000 litros, equipada com motobomba, capaz de distribuir água sob pressão regulável e uniformemente;
- e) Pulvimisturadora rebocável ou autopropelida ou grade de disco;
- f) Escarificador e grade de disco com dispositivo para controle da profundidade de trabalho;
- g) Rolo compactador, vibratório ou não, de pneus ou de rodas metálicas, lisas ou corrugadas, de pés de carneiro ou capazes de produzir o grau de compactação e o acabamento adequado da base;
- h) Compactador vibratório portátil ou sapo mecânico;

BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE DE SOLO LATERÍTICO-BRITA

- i) Régua de madeira ou metálica, com arestas vivas e 3,0 metros de comprimento;
 - j) Pequenas ferramentas, tais como pás, enxadas, garfos, rastelos, etc.
 - l) Equipamentos de laboratório para o controle tecnológico de recebimento da camada.
- Outros equipamentos, desde que aprovados pela Fiscalização, poderão ser utilizados.

4. EXECUÇÃO**4.1. Condições Físicas da Camada de Apoio da Base de SLB**

a) O reforço ou subleito sobre o qual será executada a base de **SLB** deverá ter sido executado de acordo com as condições fixadas pelo PMSJC ES-P05/94, no caso de reforço do subleito, ou pelo PMSJC ES-P04/94 no caso de melhoria do subleito;

b) Caso a execução da camada de base **SLB** não se efetue logo após a execução da camada de apoio subjacente e de modo especial, quando o mesmo esteve exposto à chuvas, devem ser efetuadas nesta camada de apoio, as determinações seguintes:

b1) Teor de umidade, que deverá ser menor do que o teor de umidade ótimo de compactação da camada mais 3%. Se o teor de umidade for superior, a camada deverá secar até que as condições de umidade satisfaçam o limite indicado.

b2) Grau de compactação, que deverá atender as exigências indicadas no controle de recebimento da camada de subleito ou reforço em questão.

b3) As regiões nas quais o grau de compactação for inferior ao limite necessário, deverão ser reconstruídas antes da execução da camada de base.

4.2. Considerações Gerais

As seguintes recomendações de ordem geral são aplicadas a execução da camada de Base:

- a) Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva;
- b) O confinamento lateral da camada de base é dado pelas sarjetas ou a "caixa existente" na profundidade correspondente à sua posição.

4.3. Preparo da Superfície

Eventuais defeitos da superfície da camada subjacente deverão ser necessariamente reparados antes da execução da base. Essa superfície deverá estar perfeitamente limpa e desempenada.

4.4. Mistura, Distribuição e Umedecimento

A mistura poderá ser executada com usina ou com pá-carregadeira.

a) Misturação em Usina - No caso do uso de usina, para conseguir-se um mistura de materiais que satisfaça as exigências contidas nesta norma, esta deverá não apenas ser capaz de proceder a mistura nas proporções especificadas para cada um dos seus componentes, mas também de umedecê-las, sob controle, e homogeneizá-la. A distribuição será realizada com equipamento de distribuição de agregado ou moto niveladora, que assegure a uniformidade, umidade e espessura da camada solta.

b) Misturação com Pá-carregadeira - No caso de se utilizar pá-carregadeira, deve-se obter uma mistura homogênea e tão próxima, quanto possível, do teor de umidade de compactação. Após a misturação o material deverá ser distribuído na pista e efetuada, com grade de disco e/ou pulvimisturadora, uma nova misturação visando obter uma camada solta homogênea com teor de umidade entre a ótima de projeto mais ou menos 2%.

Durante as operações de preparação da camada de solo-brita serão realizadas frequentes determinações do teor de umidade (ME-10 / PMSP), verificações de cotas e de espessuras, de modo a assegurar o atendimento das exigências fixadas para fins de recebimento.

4.5. Compactação e Acabamento

A compactação será sempre iniciada pelas bordas prosseguindo-se para o centro da via. Nos trechos em tangente, a compactação prosseguirá das duas bordas para o centro, em percursos equidistantes da linha de base (eixo). Os percursos ou passadas do equipamento utilizado serão distanciadas entre si de tal forma que, em cada percurso, seja coberta metade da faixa do percurso anterior.

Nos trechos em curva, a compactação progredirá da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente.

Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, tais como cantos de tabuleiros, a compactação deverá ser executada com equipamentos vibratórios portáteis, (sapos mecânicos). As

BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE DE SOLO LATERÍTICO-BRITA

operações de compactação deverão prosseguir, até que em toda a espessura da base em construção, o grau de compactação iguale ou exceda o especificado em projeto.

5. CONTROLE**5.1. Controle Tecnológico dos Materiais**

O controle dos materiais consiste na realização dos ensaios segundo os métodos indicados, nas seguintes quantidades:

a) Brita

- Constatação da qualidade da rocha, relativamente à durabilidade (DNER - ME 89-64) , determinada em cinco ciclos com perdas menores que: 20% no sulfato de sódio; ou 30% no sulfato de magnésio e, abrasão "Los Angeles" (ME-23 / PMSP) sempre que houver mudança de pedreira;

- Verificação da constância na britagem, relativamente à granulometria (ME-6 / PMSP) a cada 400m² da extensão da base, em amostras colhidas na ocasião da descarga na pista, observando-se também se atende os requisitos do item 2.2.

b) Solo

- Constatação da qualidade do solo através da classificação MCT, mini CBR, com e sem imersão e expansão. Dois ensaios para cada 500 metros de extensão de base, em amostras colhidas na pista. O solo deve atender os requisitos do item 2.1;

c) Mistura

- Verificação da granulometria (ME-20 /PMSP), à razão de dois ensaios para cada 500 metros de extensão de base em amostras colhidas na pista. A granulometria deve atender as faixas da alínea a) do item 2.3;

- Verificação da capacidade de suporte e expansão (DER M-53-71), à razão de 1 ensaio para 800 m² de pista, em amostras colhidas na pista. Os valores devem atender a alínea b) do item 2.3.

5.2. Controle de Execução**5.2.1. Controle Geotécnico**

BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE DE SOLO LATERÍTICO-BRITA

Verificação do teor de umidade e da massa específica seca da mistura a cada 800 m² de pista e no mínimo 3 determinações para cada trecho;

5.2.2. Controle Geométrico

- a) Verificação do nivelamento antes do início dos serviços em cada sub-trecho;
- b) Verificação da espessura da camada;
- c) Verificação da superfície durante o acabamento.

5.3. Controle de Recebimento

O controle da base **SLB**, executado de conformidade com esta especificação será recebida quando atender os itens 5.3.1. e 5.3.2.

5.3.1. Recebimento com base no controle tecnológico dos materiais;

- a) **Brita** - Devem ser atendidas as exigências da alínea a) do item 5.1.;
- b) **Solo** - Devem ser atendidas as exigências da alínea b) do item 5.1.;
- c) **Mistura** - Devem ser atendidas as exigências da alínea c) do item 5.1..

5.3.2. Recebimento de Base SLB

a) O teor de umidade da camada executada deverá ser igual ou inferior ao teor ótimo (hot) de compactação, obtido na energia de projeto, mais 2% (hot + 2%);

b) O grau de compactação, calculado a partir dos resultados obtidos nos ensaios referidos no item 5.2.1. e na massa específica seca máxima de projeto do SLB (Energia Modificada), deverá atender aos seguintes requisitos:

- Não for obtido nenhum valor menor que 100%;
- Atender estatisticamente a seguinte condição:

BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE DE SOLO LATERÍTICO-BRITA

$$\bar{X} - K \times S \geq 100\%$$

onde:

\bar{X} - média aritmética dos graus de compactação obtidos;

S - desvio padrão;

K - Coeficiente indicado na **Tabela Valor do Coeficiente "K"**, na folha 10/10.

Os trechos da base que não se apresentarem devidamente compactados, deverão ser escarificados e os materiais pulverizados e recompactados.

5.3.3. Controle Geométrico

a) As cotas de projeto no eixo longitudinal da base não deverão apresentar variações superiores a 1,5 cm;

b) As cotas de projeto das bordas das seções transversais da base não deverão apresentar variações superiores a 1 cm;

c) As espessuras em qualquer parte da camada não devem ser inferiores a 10% da espessura de projeto.

6. OBSERVAÇÕES DE ORDEM GERAL

a) Durante todo o tempo que durar a construção, até o recebimento da base, os materiais e os serviços serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-la. É obrigação da Empreiteira a responsabilidade desta conservação.

b) A base de **SLB** não deve ser submetida à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito. No entanto, a Fiscalização poderá autorizá-la quando a seu critério, os danos que venham a ser causados à superfície acabada, não prejudiquem a qualidade da camada de pavimento que será construída sobre a base em questão.

c) Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupção de vias, exigidas pela Fiscalização visando a segurança, serão de responsabilidade da empreiteira.

7. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE DE SOLO LATERÍTICO-BRITA

7.1. Medição

A base de **SLB** acabada e na espessura determinada pelo projeto, será medida e paga por preço unitário de metro cúbico executado.

7.2. Pagamento

No preço unitário deverão estar incluídas todas as despesas de execução, bem como as de material, transportes, administração, despesas indiretas, encargos diversos, etc.

8. BIBLIOGRAFIA

- 8.1.** Especificações Técnicas da PMSJC.
- 8.2.** Manual de Normas da P.M.S.P.
- 8.3.** Nogami, J.S.;Villibor,D.F.(1981).Úma nova classificação de Solos para Finalidades Rodoviárias". Anais do Simpósio Brasileiro de Solos Tropicais em Engenharia. Vol.1, pg 30/41, C.O.P.P.E./UFERJ,Rio de Janeiro.
- 8.4.** Villibor,D.F.;Nogami,J.S.(1982)."Novo Critério para Escolha de Solos Arenosos Finos para Bases de Pavimentos". Anais da 17a. Reunião Anual de Pavimentação, vol. 2, pg. 107/127, Brasília-DF.
- 8.5.** Especificações Técnicas do DURSARP.
- 8.6.** Manual de Normas do DER-SP.
- 8.7.** Manual de Normas do DNER.

BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE DE SOLO LATERÍTICO-BRITA

VALOR DO COEFICIENTE " K "
PARA CONTROLE ESTATÍSTICO DO GRAU DE COMPACTAÇÃO

N	K	N	K	N	K
3	1,05	10	0,77	30	0,66
4	0,95	12	0,75	40	0,64
5	0,89	14	0,73	50	0,63
6	0,85	16	0,71	100	0,60
7	0,82	18	0,70	∞	0,52
8	0,80	20	0,69		

Condição necessária:

$$\bar{X} - K \times S \geq L$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{(N - 1)}}$$

N - número de elementos da amostra;

X_i - valores individuais da amostra;

L - valor limite especificado na amostra.

BASE DE SOLO LATERÍTICO BRITA DE GRANULOMETRIA DESCONTÍNUA

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço, define os critérios que orientam a execução de Sub-bases de Solo Laterítico-Brita de Granulometria Descontínua em obras sob a jurisdição da Prefeitura do Município de São José dos Campos.

1. DESCRIÇÃO

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte, descarga e a mistura dos materiais necessários à obtenção da Sub-bases de Solo Laterítico-brita de Granulometria Descontínua (**SLBGD**) e compreendem também a mão-de-obra e os equipamentos indispensáveis a execução e ao controle de qualidade da sub-base, de conformidade com a especificação apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto.

A sub-base de **SLBGD** é constituído de mistura artificial de solo com agregado pétreo britado (brita) que apresenta estabilidade e durabilidade quando adequadamente compactado.

2. MATERIAIS

Os materiais para a execução da sub-base deverão obedecer as especificações a seguir discriminadas:

2.1. Solo Laterítico

Os solos deverão satisfazer as seguintes exigências:

a) Ter comportamento laterítico, isto é, pertencer a um dos grupos LA, LA' e LG' da classificação MCT, utilizando para tanto o método ME-60 / PMSP;

b) Apresentar valores de propriedades mecânicas e hidráulicas, obtidas nos ensaios de corpos de prova compactados na umidade ótima, com energia intermediária do ME-54 / PMSP, a seguir:

Mini CBR sem imersão $\geq 40\%$;

$$\text{Ris} = \frac{\text{Mini CBR com imersão}}{\text{Mini CBR sem imersão}} \times 100 \leq 50\%;$$

Expansão $\leq 0,3\%$

c) Sugere-se, preferencialmente, utilizar na mistura, solos de classificação LA' e LG'.

BASE DE SOLO LATERÍTICO BRITA DE GRANULOMETRIA DESCONTÍNUA**2.2. Brita**

A brita deverá ser obtida de agregado pétreo de basalto britado podendo ser "Bica Corrida" ou composição através de misturas de Pedra I e pedrisco, com as seguintes características:

a) A granulometria da brita deverá ser tal que tenha 100% passando na peneira 1";

b) Porcentagem de perda no teste de Abrasão "Los Angeles" < 50%, determinado através do método ME-23 / PMSP.

2.3. Características da Mistura

A mistura de Solo Laterítico-Brita de Granulometria Descontínua, deverá obedecer as especificações a seguir:

a) Granulometria

A granulometria da mistura determinada pelo Método ME-20 / PMSP, deverá atender a seguinte faixa granulometria:

PENEIRAS (ME-4 / PMSP)			% EM PESO QUE PASSA
25	mm	(1 ")	100
9,5	mm	(3/8 ")	50 - 75
4,8	mm	n° 4	42 - 70
2,0	mm	n° 10	35 - 62
0,42	mm	n° 40	30 - 58
0,075	mm	n° 200	5 - 25

A porcentagem de brita, em peso na mistura, não poderá ser menor que 50%.

No caso de uso de solos LA na mistura e quando a camada de rolamento for usada diretamente sobre a base, deve-se utilizar um tratamento superficial simples antes da execução da camada de rolamento. Este tratamento tem a finalidade de melhorar a interface entre a camada de rolamento e a base, a fim de evitar-se "escorregamento" da camada de rolamento.

b) Capacidade de Suporte e Expansão

Serão exigidos os seguintes valores para o índice de suporte CBR e expansão, determinados pelo método ME-9 / PMSP;

$$\text{CBR} \geq 80\%$$

$$\text{Expansão} \leq 0,2\%$$

BASE DE SOLO LATERÍTICO BRITA DE GRANULOMETRIA DESCONTÍNUA

3. EQUIPAMENTOS

O conjunto de equipamentos deverá ser capaz de executar os serviços desta norma nos prazos fixados no cronograma contratual e deverá compreender, no mínimo:

- a) Caminhões para transporte dos materiais, com caçamba basculante;
- b) Pá-carregadeira;
- c) Motoniveladora;
- d) Irrigadeira de no mínimo 5.000 litros, equipadas com motobomba, capaz de distribuir água sob pressão regulável e uniformemente;
- e) Pulvimisturadora rebocável ou autopropelida ou grade de disco;
- f) Escarificador e grade de disco equipado com dispositivo para controle da profundidade de trabalho;
- g) Rolos compactadores capazes de produzir o grau de compactação e o acabamento adequado da base;
- h) Compactador vibratório portátil ou sapo mecânico;
- i) Régua de madeira ou metálica, com arestas vivas e 3,0 metros de comprimento;
- j) Pequenas ferramentas, tais como pás, enxadas, garfos, rastelos, etc.

Outros equipamentos, desde que aprovados pela Fiscalização, poderão ser utilizados.

4. EXECUÇÃO

4.1. Condições Físicas da Camada de Apoio da Base de SLBGD

a) O reforço sobre o qual será executado a Bases de Solo Laterítico-Brita deverá ter sido executado de acordo com as condições fixadas pela PMSJC ES-P 05/95, no caso de reforço de solo selecionado ou pela PMSJC ES-P 04/92, no caso de preparo e melhoria do subleito;

b) Caso a execução da camada de base de **SLBGD** não se efetue logo após a execução da camada de apoio subjacente e de modo especial, quando o mesmo esteve exposto à chuvas, devem ser efetuadas nesta camada de apoio, as seguintes determinações:

b1) Teor de umidade, que deverá ser menor do que o teor de umidade ótimo de compactação da camada do reforço mais 3%. Se o teor de umidade for superior, a camada deverá secar até que as condições de umidade satisfaçam o limite indicado;

b2) Grau de compactação, que deverá atender as exigências indicadas no controle de recebimento da camada de reforço em questão;

b3) As regiões nas quais o grau de compactação for inferior ao limite necessário, deverão ser reconstruídas antes da execução da camada de sub-base.

BASE DE SOLO LATERÍTICO BRITA DE GRANULOMETRIA DESCONTÍNUA

4.2. Considerações Gerais

As seguintes recomendações de ordem geral são aplicadas a execução da camada de Base:

- a) Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva;
- b) O confinamento lateral da camada de base é dado pela "caixa existente" na profundidade correspondente à sua posição.

4.3. Preparo da Superfície

Eventuais defeitos da superfície da camada subjacente deverão ser necessariamente reparados antes da execução da base, assim como esta superfície, deverá estar perfeitamente limpa e desempenada.

4.4. Mistura, Distribuição e Umedecimento

A mistura poderá ser executada com usina ou com pá-carregadeira.

a) Misturação em Usina - No caso do uso de usina, para conseguir-se um mistura de materiais que satisfaça as exigências contidas nesta norma, deverá ela não apenas ser capaz de proceder a mistura nas proporções especificadas para cada um dos seus componentes, mas também de umedecê-las, sob controle, e homogeneizá-la. A distribuição será realizada com equipamento de distribuição de agregado ou motoniveladora, que assegure a uniformidade, umidade e espessura da camada solta;

b) Misturação com Pá-carregadeira - No caso de misturação do solo-brita com esse equipamento deve-se obter uma mistura homogênea e tão próxima, quanto possível, do teor de umidade de compactação. Após esta misturação o material deverá ser distribuído na pista e efetuada, com grade de disco e/ou pulvimisturadora, uma nova misturação visando obter uma camada solta homogênea e no teor de umidade entre a umidade ótima de projeto mais ou menos 2%.

Durante as operações de preparação da camada de solo-brita serão realizadas frequentes determinações do teor de umidade (ME-10 / PMSP), verificações de cotas e de espessuras, de modo a assegurar o atendimento das exigências fixadas para fins de recebimento.

4.5. Compactação e Acabamento

A compactação será sempre iniciada pelas bordas prosseguindo-se para o centro da via. Nos trechos em tangente, a compactação prosseguirá das duas bordas para o centro, em percursos equidistantes da linha de base (eixo). Os percursos ou passadas do equipamento utilizado serão distanciadas entre si de tal forma que, em cada percurso, seja coberta metade da faixa no percurso anterior.

Nos trechos em curva, havendo sobrelevação, a compactação progredirá da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente.

Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, a compactação deverá ser executada com equipamentos vibratórios portáteis, (sapos mecânicos). As operações de compactação deverão prosseguir, até que em toda a espessura da base em construção, o grau de compactação iguale ou exceda o especificado em projeto.

BASE DE SOLO LATERÍTICO BRITA DE GRANULOMETRIA DESCONTÍNUA

5. CONTROLE

5.1. Controle Tecnológico dos Materiais

O controle dos materiais consiste na realização dos ensaios segundo os métodos indicados, nas seguintes quantidades:

a) Brita

- Constatação da qualidade da rocha, relativamente à durabilidade (DNER - ME 89-64), determinada em cinco ciclos, com perdas menores que 20% no sulfato de sódio, ou 30% no sulfato de magnésio e, abrasão "Los Angeles" (ME-23 / PMSP) sempre que houver mudança de pedreira;

- Verificação da constância na britagem, relativamente à granulometria (ME-6 / PMSP) a cada 400 m² da extensão da base, em amostras colhidas na ocasião da descarga na pista, observando-se também se atende os requisitos do item 2.2.;

b) Solo

Constatação da qualidade do solo através da classificação MCT, Mini-CBR, com e sem imersão e expansão. Dois ensaios para cada 500 metros de extensão de base, em amostras colhidas na pista. O solo deverá atender os requisitos do item 2.1.;

c) Mistura

- Verificação da granulometria (ME-20 / PMSP), à razão de dois ensaios para cada 500 metros de extensão de base, em amostras colhidas na pista. A granulometria deve atender as faixas do alínea a), do item 2.3.;

- Verificação da capacidade de suporte e expansão (ME-9 / PMSP), à razão de 1 ensaio para 800 m² de pista, em amostras colhidas na pista. Os valores devem atender ao alínea b), do item 2.3..

5.2. Controle de Execução

5.2.1. Controle Geotécnico

Verificação do teor de umidade e da massa específica seca da mistura a cada 400 m² de pista e no mínimo 3 determinações para cada trecho.

5.2.2. Controle Geométrico

a) Verificação da espessura da Camada;

b) Verificação da superfície durante o acabamento;

c) Verificação do nivelamento antes do início dos serviços em cada sub-trecho.

BASE DE SOLO LATERÍTICO BRITA DE GRANULOMETRIA DESCONTÍNUA

5.3. Controle de Recebimento

O controle da base **SLBGD**, executado de conformidade com esta especificação será recebida quando atender os itens 5.3.1. e 5.3.2..

5.3.1. Recebimento com base no controle tecnológico dos materiais

- a) **Brita** - Devem ser atendidas as exigências da alínea a) do item 5.1.;
- b) **Solo** - Devem ser atendidas as exigências da alínea b) do item 5.1.;
- c) **Mistura** - Devem ser atendidas as exigências da alínea c) do item 5.1..

5.3.2. Recebimento da base de SLBGD

a) O teor de umidade da camada executada deverá ser igual ou inferior ao teor ótimo (hot) de compactação, obtido na energia de projeto, mais 2% (hot + 2%);

b) O grau de compactação, calculado a partir dos resultados obtidos nos ensaios referidos no item 5.2.1. e na massa específica seca máxima de projeto (Energia Modificada), deverá atender aos seguintes requisitos:

- Não for obtido nenhum valor menor que 100%;
- Atender estatisticamente a seguinte condição:

$$\bar{X} - K \times S \geq 100\%$$

onde:

X - média aritmética dos graus de compactação obtidos;

S - desvio padrão;

K - Coeficiente indicado na Tabela valor do coeficiente "**K**", na folha 8/8.

Os trechos da base que não se apresentarem devidamente compactados, deverão ser escarificados e os materiais pulverizados e recompactados.

5.3.3. Controle Geométrico

a) As cotas de projeto no eixo longitudinal da base não deverão apresentar variações superiores a 1,5 cm;

b) As cotas de projeto das bordas das seções transversais do reforço não deverão apresentar variações superiores a 1 cm;

c) As espessuras em qualquer parte da camada não devem ser inferiores a 10% da espessura de projeto.

BASE DE SOLO LATERÍTICO BRITA DE GRANULOMETRIA DESCONTÍNUA

6. OBSERVAÇÕES DE ORDEM GERAL

a) Durante todo o tempo que durar a construção, até o recebimento da base, os materiais e os serviços serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da Empreiteira a responsabilidade desta conservação;

b) A base de **SLBGD** não deve ser submetidos à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito. No entanto, a Fiscalização poderá autorizar-la quando a seu critério, os danos que venham a ser causados à superfície acabada, não prejudiquem a qualidade da camada de pavimento que será construída sobre o reforço em questão;

c) Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupção de vias, exigidas pela Fiscalização visando a segurança, serão de responsabilidade da Empreiteira.

7. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

7.1. Medição

A base de **SLBGD** acabada e na espessura determinada pelo projeto, será medida e paga por preço unitário de metro cúbico executado.

7.2. Pagamento

No preço unitário do item 7.1., deverão estar incluídas todas as despesas de execução, bem como as de material, transportes, administração, despesas indiretas, encargos diversos, etc.

8. BIBLIOGRAFIA

8.1. Manual de Normas da P.M.S.P.

8.2. Nogami, J.S.; Villibor, D.F.(1981).Uma nova classificação de Solos para Finalidades Rodoviárias". Anais do Simpósio Brasileiro de Solos Tropicais em Engenharia. Vol.1, pg 30/41, C.O.P.P.E./UFERJ,Rio de Janeiro.

8.3. Villibor, D.F.; Nogami, J.S.(1982)."Novo Critério para Escolha de Solos Arenosos Finos para Bases de Pavimentos". Anais da 17a. Reunião Anual de Pavimentação, vol. 2, pg. 107/127, Brasília-DF.

8.4. Villibor, D.F.; Nogami, J.S.(1984)."Critério para Escolha de Misturas Descontínuas de Solos Laterítico-Brita para Bases de Pavimentos". Anais da 19a. Reunião Anual de Pavimentação, vol. 1, pg. 267/292, Rio de Janeiro.

8.5. Especificações Técnicas da PMSJC.

8.6. Manual de Normas do DER-SP.

8.7. Manual de Normas do DNER.

8.8. Especificações Técnicas do DURSARP.

**VALOR DO COEFICIENTE "K"
PARA CONTROLE ESTATÍSTICO DO GRAU DE COMPACTAÇÃO**

N	K	N	K	N	K
3	1,05	10	0,77	30	0,66
4	0,95	12	0,75	40	0,64
5	0,89	14	0,73	50	0,63
6	0,85	16	0,71	100	0,60
7	0,82	18	0,70	∞	0,52
8	0,80	20	0,69	-	-
9	0,78	25	0,67	-	-

Condição necessária:

$$\bar{X} - K \times S \geq L$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{(N-1)}}$$

N - número de elementos da amostra;

X_i - valores individuais da amostra;

L - valor limite especificado na amostra.

BASE DE SOLO-CIMENTO

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço, define os critérios que orientam a execução de Bases de Solo-Cimento em obras sob a jurisdição da Prefeitura do Município de São José dos Campos.

1. DESCRIÇÃO

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte, descarga e a mistura dos materiais, e de mão-de-obra e equipamentos necessários à execução e controle de qualidade de bases de Solo-Cimento, de conformidade com a especificação apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto.

Solo-Cimento é o material produzido sob controle e resultante do endurecimento, de uma mistura homogênea, adequadamente compactada e curada, de solo(s) destorroado(s) com cimento Portland comum e água, em proporções determinadas no respectivo projeto. Eventualmente, podem entrar na mistura materiais como pedregulho, pedra britada e etc.

As operações de preparação da mistura serão realizadas:

a) na pista, com pulverimisturadoras e outros equipamentos, quando o volume da base acabada for até 25.000 m³ ; ou em usina, quando houver interesse da firma contratada, prevalecendo neste caso, os preços adotados para mistura na pista;

b) em usina, quando o volume da base acabada for maior que 25.000 m³.

2. MATERIAIS

Os materiais para a execução da base deverão obedecer as especificações a seguir:

2.1. Cimento

O cimento Portland comum deverá satisfazer as exigências contidas na especificação EB-1, da ABNT; Os ensaios do cimento, para fins de recebimento, serão realizados de conformidade com os métodos MB-1 e MB-11, da ABNT;

O cimento deverá ser armazenado em local suficientemente protegido da ação das intempéries, da umidade e de outros agentes nocivos à sua qualidade. Se o cimento não for fornecido a granel ou ensilado, deverá ser conservado em sua embalagem original até a ocasião de seu emprego. A pilha não deverá ser constituída de mais de 10 sacos, salvo se o tempo de armazenamento for no máximo 15 dias, caso em que poderá atingir 15 sacos. Lotes recebidos em

BASE DE SOLO-CIMENTO

épocas diversas não poderão ser misturados, devendo ser colocados separadamente, de maneira a facilitar sua inspeção e seu emprego na ordem cronológica de recebimento.

2.2. Solo

Os solos e as misturas de solos e outros materiais deverão satisfazer as seguintes exigências:

- a) possuir trabalhabilidade necessária à realização das operações de construção da base;
- b) permitir a obtenção dos indicadores de qualidade previstos no projeto de pavimento.

2.3. Água

Será considerada satisfatória a água que, utilizada na moldagem de corpos de prova com a mistura de projeto, não acarretar diminuição da resistência obtida em laboratório.

2.4. Aditivos

O Empreiteiro poderá, se lhe convier e for autorizado pela Fiscalização, utilizar aditivos que não acarretem diminuição da resistência do solo-cimento.

2.5. Dosagem

A dosagem de cimento na mistura será realizada em laboratório. O teor de cimento será indicado no projeto em número inteiro e expresso em porcentagem do volume de cimento solto em relação ao volume da base acabada.

3. EXECUÇÃO

3.1. Equipamento

O equipamento deverá ser capaz de executar os serviços especificados nesta norma, dentro dos prazos fixados no cronograma contratual e deverá compreender no mínimo:

BASE DE SOLO-CIMENTO

a) usina composta de misturador, silos, depósito de água e dispositivos de controle, capaz de produzir quantidade suficiente de mistura com a composição e o teor de umidade adequados, para volume de solo-cimento superior a 25.000 m³ ;

b) pulverimisturadoras, escarificadores e arados de discos, equipados com dispositivos de controle da profundidade de trabalho;

c) motoniveladoras e arados de grade;

d) distribuidores de solo, de cimento e de solo-cimento, capazes de produzir camadas uniformes em espessura e em adensamento;

e) veículos para transporte de cimento e veículos com caçamba basculante para transporte de solo ou solo-cimento;

f) tratores de rodas pneumáticas, para tração dos equipamentos que não forem autopropelidos;

g) equipamento de compactação, constituído por rolos compactadores tipo “pé-de-carneiro” de peso variável, e de rodas lisas metálicas vibratórias, e de rodas pneumáticas, de pressão regulável;

h) compactadores vibratórios portáteis ou sapos mecânicos;

i) irrigadeiras de no mínimo 5.00 litros, equipadas com moto-bomba, capazes de distribuir água sob pressão regulável e uniformemente;

j) régua de madeira ou metálica, com arestas vivas e 3,00 m de comprimento;

k) pequenas ferramentas, tais como pás, enxadas, rastelos etc.

Se o equipamento não satisfizer as condições mínimas para sua utilização, será rejeitado pela Fiscalização.

Outros equipamentos, a critério da Fiscalização, poderão ser utilizados, desde que aprovados pela mesma.

O local de instalação da usina deverá ser escolhido de modo a minimizar o momento total de transporte. O local de instalação, quando não tiver sido indicado no projeto, será proposto pelo Empreiteiro e aprovado pela Fiscalização.

3.2. Locação e Nivelamento

Os serviços de locação e nivelamento serão executados pelo Empreiteiro e verificados pela Fiscalização.

BASE DE SOLO-CIMENTO

Nas posições correspondentes às estacas de locação, dos dois lados da pista e a distância constante da linha de base (eixo), serão assentados e nivelados piquetes para controle de cotas e de alinhamento.

3.3. Serviços Preliminares

As bases de solo-cimento serão geralmente executadas sobre a superfície resultante dos serviços de Melhoria do Subleito ou de Reforço do Subleito, executados de conformidade com as respectivas normas.

3.4. Confinamento Lateral

O confinamento lateral será dado pelas sarjetas, caso estas não existirem no local, o confinamento será dado através de formas, que deverão possuir altura suficiente para reter o material solto. O posicionamento será executado de modo a obedecer ao alinhamento, perfil e seções transversais do projeto.

3.5. Espessura da Camada

A espessura da camada acabada será de, no máximo, 15 cm. Quando se desejar maior espessura, os serviços deverão ser executados em mais de uma camada, sendo a espessura mínima acabada de qualquer uma delas de 10 cm.

3.6. Transporte e Distribuição

As operações de transporte deverão ser interrompidas sempre que a camada inferior não for capaz de suportar, sem se deformar, o trânsito dos veículos.

No caso do solo-cimento preparado na pista, quando for prevista mistura de solos, as operações de descarga e distribuição deverão ser executadas, de modo a dispor os diversos solos em camadas superpostas e uniformes, tanto quanto possível, em espessura e em adensamento. A mistura será realizada de tal forma que, no final, pareça ter sido utilizado apenas um tipo de solo.

3.7. Pulverização

BASE DE SOLO-CIMENTO

Para assegurar a obtenção de uma mistura íntima e homogênea do solo com o cimento, o solo deverá ser pulverizado, antes de lhe ser adicionado o cimento.

Quando o solo-cimento for preparado na pista, a pulverização poderá ser iniciada com escarificadores e arados, mas deverá sempre ser concluída com pulverimisturadoras.

A pulverização será sempre realizada das bordas para o centro da pista até que 80 % do solo, no mínimo, considerado o seu peso seco, exclusive pedregulho ou pedra de diâmetro superior a 4,8 mm (nº 4), passe na peneira com esta abertura.

Para a pulverização é necessário, às vezes, um pré-umedecimento do solo, a fim de facilitar tal operação.

Durante a fase de pulverização, deve-se manter o colchão de solo fofo dentro da espessura prevista para o mesmo no projeto, o que se consegue com o emprego de motoniveladora.

3.8. Adição de Cimento

Quando o solo-cimento for preparado na pista, o cimento será distribuído uniformemente, por processo manual ou mecânico, sobre a superfície regularizada do solo pulverizado. Se a distribuição for manual, os sacos serão dispostos de modo a assegurar uniformidade de distribuição. O número de sacos será contado e anotado. Em seguida, o conteúdo dos sacos será esparramado. Nenhum equipamento, exceto o utilizado para a distribuição do cimento, se for o caso, poderá transitar sobre o cimento esparramado. As operações do equipamento de distribuição do cimento, se necessário, serão complementadas com rastelo.

3.9. Mistura do Solo com o Cimento e Adição de Água

No caso de solo-cimento preparado na pista, imediatamente após o término da distribuição do cimento será iniciada a mistura deste com o solo.

Será obrigatória a utilização de pulverimisturadoras, admitindo-se, no entanto, o emprego simultâneo de arados de disco e grade. A operação deverá prosseguir até que se obtenha uma mistura íntima e homogênea de solo com cimento. A mistura estará concluída, quando a cor cinzenta do cimento tenha praticamente desaparecido, apresentando-se a mistura, em toda a superfície da camada, com uma coloração uniforme.

Após a mistura a seco, o material será umedecido e imediatamente remisturado, sem interrupções, para homogeneização da umidade. As operações de mistura úmida deverão prosseguir até que a umidade, em toda a espessura e em toda a superfície da camada, seja igual ou, de preferência, um pouco maior que a umidade ótima para compactação.

O excesso de umidade recomendado deverá ser o que for necessário, e apenas suficiente, para compensar a evaporação provocada pelas operações de mistura e pelas condições ambientes (umidade relativa do ar, insolação e vento).

Será obrigatório, nas operações de mistura úmida, o emprego de irrigadeiras e pulverimisturadoras. As operações de mistura úmida deverão estar concluídas dentro do prazo

BASE DE SOLO-CIMENTO

máximo de 3 (três) horas, contando a partir do instante em que foi iniciada a adição de água à mistura seca.

A água deve ser adicionada uniformemente, em acréscimos tão grandes quanto o equipamento e o solo permitam. As irrigadeiras devem ser providas de distribuidores de pressão, a fim de ser mantida constante a descarga. Cada aplicação de água deve ser imediatamente seguida de uma passada da pulverimisturadora, objetivando uma perfeita homogeneização da umidade da mistura.

Após a última distribuição de água pela Irrigadeira, a pulverimisturadora deverá continuar operando, até que se consiga uma mistura de solo, cimento e água homogênea em toda a espessura e largura da camada projetada.

As operações de mistura deverão estar inteiramente concluídas dentro do prazo máximo de 3 (três) horas, contando a partir do instante em que foi adicionado o acréscimo da quantidade de água necessária para elevar a umidade da mistura ao seu teor ótimo de compactação.

3.10. Compactação e Acabamento

Concluída a mistura úmida, a camada será regularizada para início das operações de compactação.

Nos trechos em tangente, a compactação prosseguirá das duas bordas para o centro, em percursos equidistantes da linha base (eixo). Os percursos ou passadas de cada rolo compactador serão distanciados entre si de tal forma que, em cada percurso, seja coberto metade do rastro deixado no percurso anterior.

Nos trechos em curva, havendo sobrelevação, a compactação progredirá da borda mais baixa para a borda mais alta, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente.

Nas partes adjacentes ao pavimento construído, quando houver, a compactação será executada transversalmente à linha base (eixo). Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, assim como nas partes em que seu uso for indesejável, a compactação será executada com compactadores vibratórios portáteis, ou com sapos mecânicos.

As operações de compactação deverão prosseguir, sem interrupção, até que a massa específica aparente seca iguale ou exceda a massa específica aparente seca especificada pela Fiscalização.

As operações de compactação deverão ser executadas dentro do prazo máximo de 2 (duas) horas. Para fins de acabamento, a superfície final será regularizada com motoniveladora em operação de corte.

3.11. Mistura em Usina

Quando o solo-cimento for preparado em usina, as operações construtivas deverão ser realizadas de modo a não serem ultrapassados os prazos máximos fixados para as operações realizadas na pista, a saber:

BASE DE SOLO-CIMENTO

- a) para a distribuição na pista da mistura úmida: 3 (três) horas;
- b) para compactação da mistura úmida: 2 (duas) horas.

A quantidade de cimento consumida será anotada e comparada com o consumo previsto indicado no projeto.

A calibração da usina para que se assegure o teor de cimento e o teor de umidade previstos no projeto deverá ser efetuada sempre que o ritmo de serviço o permitir, não se admitindo menos que duas verificações semanais.

3.12. Processos Alternativos de Construção

As operações construtivas poderão ser modificadas, a pedido justificado do Empreiteiro e com autorização escrita da Fiscalização, desde que não haja prejuízo para a qualidade do solo-cimento da base.

3.13. Cura

A superfície acabada da base de solo-cimento será totalmente revestida com uma camada de proteção, cuja função é impedir a evaporação da água e facilitando a hidratação do cimento.

A camada de proteção poderá consistir de:

- a) 5 (cinco) cm de solo arenoso, ou;
- b) 10 (dez) cm de capim, ou;
- c) aplicação de um dos materiais especificados a seguir:
 - c.1) asfaltos diluídos de cura rápida, tipos CR-70 e CR-250, satisfazendo as exigências contidas na P-EB - 652/73, da ABNT/IBP;
 - c.2) asfaltos diluídos de cura média, tipos CM-30, CM-70 e CM-250, satisfazendo as exigências contidas na P-EB - 651/73, da ABNT/IBP;
 - c.3) emulsões asfálticas catiônicas, dos tipos RR-1C e RR-2C, satisfazendo as exigências contidas na P-EB-472/84, da ABNT/IBP.

As temperaturas de aplicação deverão ser as que permitam a execução, dentro das seguintes faixas de viscosidade Saybolt-Furol:

- a) asfaltos diluídos - 20 a 60 segundos;
- b) emulsões asfálticas - 20 a 100 segundos.

BASE DE SOLO-CIMENTO

A aplicação do material será executada sobre bases limpas com jato de ar comprimido e umedecidas. O material asfáltico será espargido uniformemente, em uma única aplicação e na temperatura adequada.

As camadas de proteção permeáveis (solo arenoso e capim) deverão ser mantidas úmidas, durante 7 (sete) dias, por intermédio de regas freqüentes e controladas, de modo a evitar que a água escorra sobre a superfície da base, removendo o cimento nela existente.

3.14. Proteção dos Serviços

Durante todo o tempo que durar a construção e até o recobrimento com outra camada de pavimento, as bases construídas ou em construção, bem como os materiais a ela destinados, deverão ser protegidas contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-las.

3.15. Abertura ao Trânsito

As bases de solo-cimento não deverão ser submetidas à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito. No entanto, a Fiscalização poderá autorizá-lo, em caráter excepcional e em áreas limitadas, quando os danos que possam ser provocados na superfície acabada não prejudiquem quer a camada de solo-cimento, quer a camada de pavimento que sobre ela será construída.

3.16. Controle

O controle compreenderá:

1) controle de execução do projeto, consistindo em:

a) controle de jazidas, relativamente à granulometria, limite de liquidez e índice de plasticidade ou classificação MCT do solo, à razão de um ensaio de cada tipo para cada 500 metros de extensão de base;

b) controle de grau de compactação, para o que serão efetuados furos de 40 em 40 metros, ora próximo de uma das bordas da camada, ora no centro, ora próximo da borda oposta, nesta seqüência, para determinação da massa específica aparente seca final atingida pelo método ME-12 / PMSP e consequentemente do grau de compactação obtido;

BASE DE SOLO-CIMENTO

c) controle da resistência do solo-cimento, consistindo no rompimento por compressão, aos 7 (sete) dias de idade, de corpos de prova moldados com uma mistura úmida, à razão de um para cada 40 (quarenta) metros de extensão de base;

2) controle da execução dos serviços, consistindo em:

a) verificação dos piquetes de amarração da locação e de nivelamento, antes do início dos serviços em cada sub-trecho;

b) verificação da espessura, da conformação do destorroamento e da umidade na mistura seca, tantas vezes quantas forem necessárias para assegurar o atendimento das exigências fixadas para fins de recebimento;

c) verificação e anotação do consumo de cimento, em cada sub-trecho;

d) verificação da espessura, da conformação e da umidade na mistura úmida, tantas vezes quantas forem necessárias para assegurar o atendimento das exigências fixadas para fins de recebimento;

e) verificação do teor de cimento por titulação química, segundo a norma ASTM D-2901-70, quando a mistura for feita em usina, com controle de hora em hora, com 2 (duas) amostras de cada vez, no mínimo.

A tolerância admitida na variação do teor de cimento determinado por titulação é de $\pm 10\%$ sobre o teor especificado;

f) controle e anotação do tempo despendido na mistura úmida em cada sub-trecho;

g) determinação da massa aparente seca, tantas quantas forem necessárias para assegurar a obtenção da compactação especificada;

h) controle e anotação do tempo despendido na compactação em cada sub-trecho;

i) verificação da superfície durante o acabamento, tantas vezes quantas forem necessárias para assegurar o atendimento das exigências fixadas para fins de recebimento. As operações de controle serão executadas pelo Empreiteiro e assistidas pela Fiscalização, sendo repetidas quando necessário.

3.17. Condições de Recebimento

As bases de solo-cimento, executadas com autorização da Fiscalização e de conformidade com esta norma, serão recebidas:

BASE DE SOLO-CIMENTO

1) no que respeita ao alinhamento, se não forem encontradas semilarguras menores que as de projeto;

2) no que respeita à espessura e à conformação final da superfície, se não forem encontradas diferenças maiores que:

a) 10 % da espessura de projeto, em qualquer ponto da base;

b) dois centímetros, para mais ou para menos, nas cotas de projeto, sendo a verificação realizada com cordéis esticados e apoiados sobre os piquetes laterais e se necessário, com régua de 3,00 metros de comprimento apoiada sobre a superfície da base, em qualquer posição, ao longo da qual, segundo o projeto, não haja mudança de declividade.

3) no que respeita ao grau de compactação, calculado com base na massa específica aparente seca, determinada pelo método ME-12 / PMSP, e referido à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio de compactação realizado pelo método ME-10 / PMSP, variantes N.c.g.r. ou N.c.g.s:

a) se não for obtido nenhum valor menor que 100 %, ou;

b) se for satisfeita a seguinte condição:

$$\bar{X} - K \times S \geq 100\%$$

onde:

\bar{X} - média aritmética dos graus de compactação obtidos;

S - desvio padrão;

K - coeficiente indicado na **Tabela Valor do Coeficiente "K"**, na folha 12/12, em função do número de elementos da amostra, no mínimo igual a cinco;

4) no que respeita à resistência dos corpos de prova à ruptura por compressão aos 7 (sete) dias de idade, moldados com a mistura úmida colhida na pista, imediatamente antes da compactação:

a) se não for obtida nenhuma resistência inferior a 80 % da correspondente à do solo-cimento, obtida no ensaio simplificado de dosagem feito no laboratório com solo da mesma jazida, ou;

b) se for satisfeita a seguinte condição:

$$\bar{R} - KxS \geq 0,8R$$

BASE DE SOLO-CIMENTO

onde:

\bar{R} - média aritmética dos valores das resistências obtidas com corpos de provas moldados com mistura feita em usina ou com pulvimisturadora;

S - desvio padrão;

K - coeficiente indicado na **Tabela Valor do Coeficiente "K"**, na folha 12/12, em função do número de elementos da amostra, no mínimo igual a cinco;

R - resistência do solo-cimento obtida no ensaio de dosagem feito no laboratório.

4. MEDIÇÃO

Os serviços recebidos da forma descrita serão medidos em:

- a) metros cúbicos de base acabada de solo-cimento misturado na pista;
- b) metros cúbicos de base acabada de solo-cimento misturado em usina;
- c) metros cúbicos de base acabada de solo-cimento, vezes quilômetros de distância de transporte:
 - do solo ou solos utilizados, no caso de solo-cimento obtido por mistura na pista, ou;
 - do solo ou solos utilizados, da jazida para a usina, e de solo-cimento, da usina para a pista, no caso do solo-cimento obtido por mistura em usina.

Os volumes de base serão calculados multiplicando a área da seção transversal de projeto pelas extensões determinadas pelo estaqueamento.

A área da seção transversal de projeto da base será calculada multiplicando a largura pela espessura de projeto. Quando houver mistura de solos, os volumes a considerar, para fins de pagamento, serão calculados multiplicando o volume da base acabada, pelas porcentagens em volume dos diversos solos na mistura.

As distâncias de transportes serão determinadas:

- quando o transporte for realizado dentro da faixa de domínio, pelo estaqueamento, e;
- quando o transporte for realizado fora da faixa de domínio, pelas leituras do hodômetro do veículo transportador.

Para fins de pagamento do transporte da mistura, seja qual for o teor de cimento utilizado, não será considerada a contribuição do cimento na formação do volume da base acabada.

Não será cobrado do Empreiteiro o fornecimento de solo extraído de jazidas localizadas dentro da faixa de domínio e indicadas no projeto, ou em instruções da Fiscalização.

BASE DE SOLO-CIMENTO

5. PAGAMENTO

Os serviços recebidos e medidos na forma descrita serão pagos aos preços unitários contratuais respectivos e esse pagamento constituirá remuneração única para todos os materiais, mão-de-obra, leis sociais, equipamento e outros recursos utilizados em sua execução pelo Empreiteiro, abrangendo inclusive, benefício e despesas indiretas.

O transporte de solo e de solo-cimento será pago ao preço unitário contratual correspondente a transporte de solo para Reforço do Subleito. Qualquer dos materiais de proteção referidos no item 3.13. não terá pagamento à parte, sua remuneração já se acha incluída no preço unitário da base de solo-cimento.

DESIGNAÇÃO	UNIDADE
Bases de solo-cimento, com mistura realizada:	DE MEDIDA
na pista	m³
em usina	m³
transporte de solo	m³ x Km

6. BIBLIOGRAFIA

- 6.1. Especificações Técnicas da PMSJC.
- 6.2. Manual de Normas da P.M.S.P.
- 6.3. Manual de Normas do DER-SP.
- 6.4. Manual de Normas do DNER.

VALOR DO COEFICIENTE " K "
PARA CONTROLE ESTATÍSTICO DO GRAU DE COMPACTAÇÃO

N	K	N	K	N	K
4	0,95	10	0,77	25	0,67
5	0,89	12	0,75	30	0,66
6	0,85	14	0,73	40	0,64

BASE DE SOLO-CIMENTO

7	0,82	16	0,71	50	0,63
8	0,80	18	0,70	100	0,60
9	0,78	20	0,69	∞	0,52

Condição necessária:

$$\bar{X} - K \times S \geq L$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{(N-1)}}$$

N - número de elementos da amostra;

Xi - valores individuais da amostra;

L - valor limite especificado na amostra.

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução de bases de Brita Graduada (**BG**) de obras sob a jurisdição da Prefeitura do Município de São José dos Campos.

1. DESCRIÇÃO

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte, descarga e usinagem dos materiais britados, necessária à obtenção da Brita Graduada, assim como a mão-de-obra e equipamentos necessários à execução e ao controle de qualidade da camada de Brita Graduada de conformidade com a norma apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto.

Base de Brita graduada é a camada constituída de uma mistura, composta em usina, de produtos de britagem, apresentando granulometria contínua, cuja estabilização é obtida pela ação mecânica do equipamento de compactação.

2. MATERIAIS

A camada de base de Brita Graduada será executada com materiais que atendam aos seguintes requisitos:

a) Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem e classificação de rocha sã, deverão ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais, tais como torrões;

b) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DNER-ME 89-64, os agregados utilizados deverão apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:

- agregados graúdos, fração retida na peneira 4,8 mm 15%
- agregados miúdos, fração que passa na peneira 4,8 mm 18%

c) Para o agregado retido na peneira 2,00 mm (nº 10) a porcentagem de desgaste no ensaio de Abrasão "Los Angeles" (ME 23 / PMSP) não deverá ser superior a 40%;

d) A composição granulométrica da Brita Graduada poderá estar enquadrada em uma das seguintes faixas:

BASE DE BRITA GRADUADA

PENEIRAS DE MALHA QUADRADA (EM-7 / PMSP)	PORCENTAGEM, EM PESO, QUE PASSA	
	I	II
50 mm (2")	100	
38 mm (1 1/2")	90-100	100
19 mm (3/4")	50-85	60-95
9,5 mm (3/8")	35-65	40-75
4,8 mm n° 4	25-45	25-60
2,0 mm n° 10	18-35	15-45
0,420 mm n° 40	8-22	8-25
0,075 mm n° 200	3-9	2-10

A porcentagem de material que passa na peneira 0,075 mm (N° 200) não deverá ultrapassar a 2/3 da porcentagem que passa na peneira 0,42 mm (n° 40);

e) Para camadas de base, a porcentagem que passa na peneira 0,42 mm (n° 40) não deverá ser inferior a 12%;

f) A diferença entre as porcentagens que passa nas peneiras 4,8 mm (n° 4) e 0,42 mm (n° 40) deverá estar compreendida entre 20 e 30%;

g) A fração que passa na peneira 4,8 mm (n° 4) deverá apresentar o equivalente de areia, determinado pelo método DNER-ME 54-63, superior a 40%;

h) O índice de suporte Califórnia, obtido através do ensaio ME-9 / PMSP, com a energia intermediária, não deverá ser inferior a 100%.

i) Para o agregado graúdo, fração retida na peneira 4,8 mm (n° 4), a porcentagem de grãos de forma defeituosa, determinada como indicada abaixo, não poderá ser superior a 20%;

$$l + 1,25g \geq 6 e$$

onde:

l - maior dimensão de grão;

e - afastamento mínimo de dois planos paralelos, entre os quais pode ficar contido o grão;

g - a medida das aberturas de duas peneiras, entre as quais fica retido o grão;

BASE DE BRITA GRADUADA

3. EQUIPAMENTOS

O conjunto de equipamentos deverá ser inspecionado pela Fiscalização, devendo dela receber aprovação, sem o que não será dada a autorização para o início dos serviços. Caso necessário, a Fiscalização poderá exigir vistoria desses equipamentos por engenheiro mecânico ou técnico responsável.

O conjunto de equipamentos básicos para a execução da camada de Brita Graduada compreende as seguintes unidades:

a) Instalação de britagem, própria ou de terceiros, adequadamente projetada de forma a produzir bitolas que permitam a obtenção da granulometria pretendida para a Brita Graduada;

b) Pá-carregadeira;

c) Central de mistura dotada de unidade dosadora com, no mínimo três silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pugmill";

d) Caminhão basculante;

e) Caminhão-tanque irrigador;

f) Motoniveladora;

g) Distribuidor de agregados autopropelido;

h) Rolo compactador do tipo liso vibratório;

i) Rolo compactador pneumático de pressão variável;

j) Compactador portátil, manual ou mecânico;

l) Ferramentas manuais diversas;

Outros equipamentos, desde que aprovados pela Fiscalização, poderão ser utilizados.

4. EXECUÇÃO

4.1. Condição Física da Camada de Apoio da Camada Brita Graduada

a) A camada sobre a qual será executada a Base de Brita Graduada deverá ter sido construída de acordo com as condições fixadas pela especificação de serviço da PMSJC;

BASE DE BRITA GRADUADA

b) Caso a execução da camada de Brita Graduada não seja efetuada logo após a construção da camada de apoio (camada subjacente) e, de modo especial, quando esta camada de apoio estiver exposta à chuvas devem ser efetuadas, nesta camada, as seguintes determinações:

b1) Teor de umidade, que deverá ser menor do que o teor de umidade ótimo de compactação da camada, mais 3%. Se o teor de umidade for superior, a camada deverá secar até que as condições de umidade satisfaçam o limite indicado;

b2) Grau de compactação, deverá atender as exigências indicadas no controle de recebimento da camada executada.

c) As áreas nas quais o grau de compactação for inferior ao limite necessário, deverão ser reconstruídas antes da execução da camada de Brita Graduada.

4.2. Considerações Gerais

As seguintes recomendações de ordem geral são aplicáveis a execução da camada de Brita Graduada:

a) Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva;

b) O confinamento lateral da Brita Graduada é dado pela sarjeta;

c) A camada de Brita Graduada deverá ser drenada através de um lastro sob a sarjeta. Este lastro deverá estar interligado à caixa receptora das "bocas de lobo" ou drenos laterais à via, afim de permitir o escoamento d'água;

d) Quando se desejar camadas de base de espessura superior a 17 cm, os serviços deverão ser executados em mais de uma camada.

4.3. Preparo da Superfície da Camada Subjacente

a) A superfície a receber a camada de base de Brita Graduada deverá estar perfeitamente limpa e desempenada, devendo ter recebido a prévia aprovação por parte da Fiscalização;

b) Eventuais defeitos existentes deverão ser necessariamente reparados, antes da distribuição da camada de Brita Graduada.

4.4. Produção da Brita Graduada

a) A rocha sã extraída da pedreira indicada, será previamente britada e classificada em bitolas, a serem definidas em função da granulometria objetivada para a mistura;

BASE DE BRITA GRADUADA

b) A usina deverá ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura;

c) As bitolas obtidas, acumuladas nos silos da central de mistura, serão combinadas no misturador, acrescentando-se ainda a água necessária à condução da mistura de agregados à respetiva umidade ótima, mais o acréscimo destinado a fazer frente às perdas verificadas nas operações construtivas subseqüentes. Deverá ser previsto o eficiente abastecimento, de modo a evitar a interrupção da produção.

4.5. Transporte da Brita Graduada

a) A Brita Graduada produzida na central será descarregada diretamente sobre caminhões basculantes e em seguida transportada para a pista;

b) Não será permitida a estocagem do material usinado;

c) Não será permitido o transporte da Brita Graduada para a pista, quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhada, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação dos equipamentos e a compactação de forma a atingir o grau de compactação preconizado.

4.6. Distribuição da Mistura

a) A definição da espessura do colchão de material solto que, após compressão, permita a obtenção da espessura de projeto e sua conformação adequada, deverá ser obtida a partir da criteriosa observação de panos experimentais previamente executados;

b) A distribuição da mistura, sobre a camada subjacente, será realizada com distribuidor de agregados, capaz de distribuir a Brita Graduada em espessura uniforme, sem produzir segregação;

c) Opcionalmente, e a exclusivo juízo da Fiscalização, a distribuição da Brita Graduada poderá ser procedida pela ação de motoniveladora. Neste caso, a Brita Graduada será descarregada dos basculantes em leira, sobre a camada subjacente liberada pela Fiscalização, devendo ser estabelecidos os critérios de trabalho que assegurem a qualidade do serviço;

d) Será vedado o uso, no espalhamento, de equipamentos ou processos que causem segregação do material;

e) A espessura de cada camada individual acabada deverá se situar no intervalo de 10 cm no mínimo, a 17 cm no máximo;

f) A distribuição da mistura deverá ser procedida de forma a evitar conformação adicional da camada. Caso, isto seja necessário, admite-se a conformação pela atuação da motoniveladora, exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação.

BASE DE BRITA GRADUADA

4.7. Compressão

a) Tendo em vista a importância das condições de compactação da camada de Brita Graduada, recomenda-se a execução de panos experimentais, com a finalidade de definir os tipos de equipamentos de compressão e a seqüência executiva mais apropriada objetivando alcançar, de forma mais eficaz, o grau de compactação especificado;

b) A energia de compactação a ser adotada como referência para a execução da camada de Brita Graduada será, no mínimo, a da energia correspondente ao proctor intermediário (ME-8 / PMSP);

c) O teor de umidade da mistura, por ocasião da compactação da camada de Brita Graduada, deverá estar compreendido no intervalo de $\pm 1,5$ % em relação à umidade ótima obtida no ensaio de compactação executado com a energia especificada;

d) A compactação da camada de Brita Graduada será executada mediante o emprego de rolos vibratórios lisos, e de rolos pneumáticos de pressão variável;

e) Nos trechos em tangente a compactação deverá evoluir partindo dos bordos para o eixo, e nas curvas partindo do bordo interno para o bordo externo. Em cada passada o equipamento utilizado deverá recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida;

f) Durante a compactação, se necessário, poderá ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego do caminhão-tanque irrigador;

g) Eventuais manobras do equipamento de compactação, que impliquem em variações direcionais prejudiciais, deverão ocorrer fora da área de compressão;

h) A compactação da camada deverá evoluir até que se obtenha o grau de compactação mínimo de 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima da energia especificada. O número de passadas do trem de compactação, será definido em função dos panos experimentais executados;

i) Em lugares inacessíveis aos equipamentos de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida será feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

5. OBSERVAÇÕES DE ORDEM GERAL

a) A camada de base de Brita Graduada não deverá ser submetida à ação direta do tráfego. Em caráter excepcional, a Fiscalização poderá autorizar a liberação ao tráfego, por curto espaço de tempo e desde que tal fato não prejudique a qualidade do serviço;

BASE DE BRITA GRADUADA

b) Quando for prevista a imprimação impermeabilizante da camada de Brita Graduada, a mesma deverá ser realizada após a conclusão da compactação, tão logo se constate a evaporação do excesso de umidade superficial. Antes da aplicação da pintura betuminosa, a superfície deverá ser perfeitamente limpa, mediante emprego de processos e equipamentos adequados.

6. CONTROLE

6.1. Controle Tecnológico dos Materiais

Serão procedidos os seguintes ensaios:

a) Um ensaio de abrasão "Los Angeles" sempre que houver variação nas características da pedreira em exploração, ou cada 7000 m², no mínimo;

b) Um ensaio de durabilidade com sulfato de sódio sempre que houver variação nas características da pedreira em exploração, ou a cada 7000 m²;

c) Controle das características da mistura na usina, com amostras coletadas na saída do misturador:

c1) Quatro determinações do teor de umidade pelo "método expedito da frigideira", por dia de trabalho;

c2) Dois ensaios de granulometria por via lavada, por dia de trabalho.

6.2. Controle de Execução

6.2.1. Controle Tecnológico da Camada Executada

a) Uma determinação do teor de umidade na pista pelo "método expedito da frigideira", a cada 200 m de pista, imediatamente antes do início das operações de compactação;

b) Uma determinação da massa específica aparente seca "in situ" (ME-12 / PMSP) imediatamente após a conclusão das operações de compactação, a cada 70 m de pista, alternando bordo direito, eixo, bordo esquerdo, etc.;

c) Um ensaio de compactação, com a energia especificada utilizando amostras coletadas a cada 150m de pista, e no mínimo, um ensaio por dia de trabalho;

d) Um ensaio do índice de suporte Califórnia por mês, ou sempre que houver variação nas características do agregado utilizado;

BASE DE BRITA GRADUADA

e) Um ensaio de granulometria, por via lavada (ME-20 / PMSP) cada 2 dias ou a cada 3000 m², com amostras coletadas em locais da determinação da massa específica aparente seca "in situ";

f) Um ensaio de equivalente de areia (DNER-ME 54-63) cada 2 dias trabalho ou, no mínimo, um ensaio a cada 3000 m² de pista;

g) Um ensaio da porcentagem de grãos de forma defeituosa, segundo o item 2 alínea i, sempre que houver variação nas características do agregado utilizado ou cada 7000 m².

6.2.2. Controle Geométrico e de Acabamento

a) Controle de Espessura: após a execução da camada, proceder-se-á à locação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, a cada 20 m, pelo menos, envolvendo no mínimo cinco pontos da seção transversal;

b) Controle de Acabamento da Superfície: as condições de acabamento da superfície serão apreciadas pela Fiscalização, em bases visuais. Especial atenção deverá ser conferida à verificação da presença de segregação superficial.

6.3. Controle de Recebimento**6.3.1. Condições de Recebimento com Base no Controle Tecnológico Materiais**

Os serviços executados serão aceitos, sob o ponto de vista tecnológico, desde que sejam atendidas as seguintes condições:

a) Os valores individuais dos ensaios de abrasão "Los Angeles", durabilidade, lamelaridade, equivalente de areia e índice de suporte Califórnia, atendam aos limites definidos nesta especificação;

b) A composição granulométrica das amostras de Brita Graduada ensaiadas atenda aos requisitos estabelecidos nas alíneas e, f e g do item 2 desta especificação;

c) A composição granulométrica das amostras de Brita Graduada ensaiadas, além de estar enquadradas na faixa selecionada, estejam contidas nas "faixas de trabalho" definidas a partir da granulometria de projeto e dos seguintes limites:

PENEIRAS DE MALHA QUADRADA (EM-7 / PMSP)	TOLERÂNCIA PARA FAIXA DE TRABALHO (% PASSANDO EM PESO)
50,8 mm 2"	± 5
4,8 a 38,1 mm n° 4 a 1 1/2"	± 5
0,42 a 2,0 mm n° 40 a n° 1	± 3
0,074 mm n° 200	± 3

BASE DE BRITA GRADUADA

Nota Importante: Não serão aceitas composições granulométricas de amostras de Brita Graduada ensaiadas que, embora estejam contidas nas "faixas de trabalho", não atendam aos requisitos estabelecidos nas alíneas e, f e g do item 3 desta especificação.

6.3.2. Condições de Recebimento com Base no Controle de Execução da Camada

a) O teor de umidade da camada executada deverá ser igual ou inferior ao teor ótimo (hot) de compactação, obtido na energia de projeto, mais 2% (hot + 2%);

b) No que diz respeito ao grau de compactação, calculado com base na massa específica aparente seca "in situ", e referida à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio de compactação realizado :

- se não for obtido nenhum valor menor que 100%; ou

- se for satisfeita a seguinte condição:

$$\bar{X} - K \cdot S \geq 100\%$$

onde:

\bar{X} : média aritmética dos graus de compactação obtidos;

S : desvio padrão;

K : coeficiente indicado na Tabela da folha 12.

6.3.3. Condições de recebimento com Base no Controle Geométrico e de Acabamento

O serviço executado será aceito, à luz do controle geométrico e de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

a) Quanto à espessura da camada acabada:

- A espessura média da camada será determinada pela expressão:

$$e = \bar{X} - \frac{K * S}{N}$$

onde:

BASE DE BRITA GRADUADA

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad \text{e} \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{(N-1)}}$$

N - nº de determinações efetuadas;

K - coeficiente indicado na Tabela da folha 13;

S - desvio padrão.

- A espessura média, calculada estatisticamente, como acima, não deverá ser menor do que a espessura de projeto menos 1 cm;

- Não serão tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo +2 e -1 cm em relação à espessura de projeto;

- Em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de Brita Graduada com espessura média inferior à de projeto, a diferença será compensada estruturalmente na camada a ser superposta;

- Em caso de aceitação de camada de Brita Graduada, dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura superior à de projeto, a diferença não será deduzida da espessura da camada superior;

b) As condições de acabamento, apreciadas pela Fiscalização em bases visuais, sejam julgadas satisfatórias, em especial a não ocorrência de segregação superficial;

7. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

7.1. Medição

A medição dos serviços, executados e recebidos na norma descrita, serão medidos em metros cúbicos de base de Brita Graduada compactada na pista, segundo a seção transversal de projeto.

No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, será considerada a espessura média X, calculada como indicado anteriormente desde que X não seja inferior à espessura de projeto. No caso de X ser maior do que a espessura de projeto, será considerada a de projeto para o cálculo do volume.

7.2. Pagamento

O pagamento será feito após a aceitação da medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representará a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e outros gastos eventuais necessários à completa execução dos serviços.

8. BIBLIOGRAFIA

- 8.1.** Manual de Normas da P.M.S.P.
- 8.2.** Especificações Técnicas da P.M.S.J.C.
- 8.3.** Manual de Normas do DER-SP.
- 8.4.** Manual de Normas do DNER.

**VALOR DO COEFICIENTE "K"
PARA CONTROLE ESTATÍSTICO DO GRAU DE COMPACTAÇÃO**

N	K	N	K	N	K
3	1,05	10	0,77	30	0,66
4	0,95	12	0,75	40	0,64
5	0,89	14	0,73	50	0,63
6	0,85	16	0,71	100	0,60
7	0,82	18	0,70	∞	0,52
8	0,80	20	0,69	-	-
9	0,78	25	0,67	-	-

Condição necessária:

$$\bar{X} - K \times S \geq L$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{(N-1)}}$$

N - número de elementos da amostra;

Xi - valores individuais da amostra;

L - valor limite especificado na amostra.

**VALOR DO COEFICIENTE "K"
PARA CONTROLE ESTATÍSTICO DA ESPESSURA DA CAMADA**

N	K	N	K	N	K
3	1,88	10	1,38	30	1,31
4	1,63	12	1,36	40	1,30
5	1,53	14	1,35	50	1,29
6	1,47	16	1,34	100	1,28
7	1,44	18	1,33	∞	1,28
8	1,41	20	1,33	-	-
9	1,40	25	1,32	-	-

Condição necessária:

$$e = \bar{X} - \frac{K}{N}$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{(N-1)}}$$

N - número de elementos da amostra;

X_i - valores individuais da amostra;

e - valor especificado na norma.

CAMADAS DE MACADAME BETUMINOSO COM CAPA SELANTE

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço, define os critérios da utilização do macadame betuminoso com capa selante em camadas de base e ou revestimento de pavimentos, de obras sob a jurisdição da Prefeitura do Município de São José dos Campos.

1. DESCRIÇÃO

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte e descarga dos materiais, mão-de-obra e equipamentos adequados, necessários à execução e ao controle de qualidade de camadas de macadame betuminoso (**MB**), em conformidade com a norma apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto.

O macadame betuminoso com capa selante consiste em três aplicações alternadas de ligante betuminoso, com uma distribuição de pedra britada nº### 3 no caso de espessura acabada de 7,5 cm ou pedra britada nº### 2 no caso de espessura acabada de 5,0 cm, uma de pedra britada nº### 1, uma de pedrisco e uma de pó de pedra, como selante, em quantidades especificadas, devidamente espalhadas, niveladas e compactadas.

2. MATERIAIS

2.1 Materiais Betuminosos

Podem ser empregados os seguintes materiais:

- a) Cimentos asfálticos de petróleo CAP-7 ;
- b) O emprego de outros tipos de ligantes poderá ser admitido, desde que tecnicamente justificado e sob a devida aprovação da Fiscalização.

2.2. Agregados

Os agregados deverão ser constituídos por produtos de britagem e classificação de rocha basáltica sã, ou Areia no caso do agregado miúdo, e atender as seguintes condições gerais:

- a) Deverão ser constituídos de fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias cuja contaminação possa ser prejudicial;
- b) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos (DNER-ME 89-64), o agregado graúdo utilizado deverá apresentar perdas iguais ou inferiores a 12% e o agregado miúdo perdas iguais ou inferiores a 15%;

CAMADAS DE MACADAME BETUMINOSO COM CAPA SELANTE

c) Para os agregados retidos na peneira 2,0 mm (n° 10) a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão "Los Angeles" (ME-23 / PMSP) não deverá ser superior a 40%;

d) Os agregados deverão enquadrar-se nas graduações preconizadas no Quadro I a seguir:

QUADRO I

Peneiras de Malhas Quadradas (EM-4 / PMSP)		GRADUAÇÕES Porcentagem em peso que passa				
mm	polegada	Pedra 3	Pedra 2	Pedra 1	Pedrisco	Pó/Areia
63,5	2 1/2	100				
50,8	2	90-100				
38,1	1 1/2	35-70	100			
25,4	1	0-15	90-100	100		
19,1	3/4	-	20-55	90-100		
12,7	1/2	0-5	0-10	-		
9,5	3/8		0-5	20-55	100	
4,8	n° 4			0-10	85-100	100
2,4	n° 8			0-5	10-40	-
2,0	n° 10				-	55- 100
1,19	n° 20				0-10	-
0,42	n° 40				-	25-100
0,30	n° 50				0-5	-
0,075	n°200				0-2	0-10

QUADRO II

Espessura da Camada:		7,5 cm	5,0 cm
Agregados l/m ² aplicação	1 ^a	70 (pedra 3)	40 (pedra 2)
Ligante betuminoso l/m ² : aplicação	1 ^a	4,5	2,0
Agregados l/m ² 1)	2 ^a aplicação: (pedra	20	20
Ligante betuminoso l/m ² : aplicação	2 ^a	1,5	1,5
Agregados l/m ² (pedrisco)	3 ^a aplicação:	15	15
Ligante betuminoso l/m ² aplicação	3 ^a	1,0	1,0
Agregados l/m ² (pó)	4 ^a aplicação:	5	5

CAMADAS DE MACADAME BETUMINOSO COM CAPA SELANTE

NOTA : Para efeito desta especificação, sempre que se referir a agregado miúdo é o indicado como sendo o pó de pedra ou areia;

e) Para os agregados graúdos a porcentagem de grãos de forma lamelar determinada como indicada a seguir não poderá ser superior a 20%;

$$l + 1,25g \geq 6e$$

onde:

l - maior dimensão do grão;

e - afastamento mínimo de dois planos paralelos, entre os quais pode ficar contido o grão;

g - média das aberturas de duas peneiras de malhas quadradas, entre as quais fica retido o grão;

f) Impurezas - os agregados devem ser isentos de impurezas, tais como torrões de solo e materiais orgânicos;

g) Os agregados defeituosos, ou seja, conchoidais, alongados, alterados, etc., não podem exceder a 5%.

2.3. Melhoradores de Adesividade

Quando o Macadame Betuminoso for executado com o uso de ligante CAP-7, a necessidade do emprego de melhorador de adesividade deverá ser avaliada através do ensaio de adesividade (ME-24 / PMSP).

3. EQUIPAMENTO

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela Fiscalização, devendo estar de acordo com esta Especificação, sem o que não será iniciado o serviço.

a) Equipamentos de Limpeza - Para a limpeza das superfícies utilizam-se vassoura mecânica e/ou vassourões manuais;

b) Equipamentos para Distribuição do Material Betuminoso - Os carros distribuidores de material asfáltico especialmente construído para este fim devem ser providos de dispositivos de aquecimento, barra espargidora, rodas pneumáticas, tacômetros, calibradores e termômetros precisos e de fácil acesso e ainda possuir espargidor manual. A critério da Fiscalização a distribuição do

CAMADAS DE MACADAME BETUMINOSO COM CAPA SELANTE

material asfáltico em cantos de tabuleiro como nas esquinas ou em casos de reparos ou correções poderá ser executado com espargidor manual;

c) Equipamentos para Espalhamento de Agregado - Os distribuidores de agregados, rebocáveis ou automotrizes, devem possuir dispositivos que permitam uma distribuição homogênea da quantidade de agregados fixada no projeto. A critério da Fiscalização, a distribuição dos agregados poderá ser executada por motoniveladora complementada por acertos manuais, desde que permitam uma distribuição homogênea das quantidades de agregados fixada no projeto;

d) Equipamentos para Compressão - Constará de rolo de três rodas lisas metálicas, pesando de 10 a 14 t e/ou rolo pneumático com no mínimo, largura de compactação de 1,52m (60") e pressão de contato de 0,28 MPa (40 psi). Rolo pneumático, autopropulsor, dotado de pneus que permitam a calibragem de 0,28 a 0,84 MPa (40 a 120 psi) e sua pressão de contato de operação será fixada pela Fiscalização. O uso de rolo vibratório fica condicionado à autorização da Fiscalização;

e) Pequenos equipamentos de Compressão - Manual (soquete) ou mecânico vibratório (sapo mecânico ou placa vibratória);

f) Pequenas Ferramentas - Pás, enxadas, picaretas, garfos, soquetes, vassourões de piaçava, etc., deverão ser empregados em quantidades suficiente para o bom andamento dos serviços;

Outros equipamentos desde que autorizados pela Fiscalização poderão ser utilizados.

4. EXECUÇÃO

4.1. Condição Física da Camada de Apoio do Macadame Betuminoso

Caso a execução do macadame betuminoso não se efetue logo após a execução da camada de apoio subjacente e de modo especial, quando a mesma esteve exposta a chuvas, devem ser realizadas nesta camada de apoio as seguintes determinações:

a) Quando constituída de Solo selecionado, material estabilizado granulometricamente ou solo brita;

a1) Teor de umidade, que deverá ser menor do que o teor de umidade ótimo de compactação da camada, mais 3%. Caso seja superior, a camada de apoio deverá secar até que sua condição de umidade satisfaça o limite indicado;

a2) Grau de compactação, que deverá atender às exigências indicadas no controle de recebimento da camada de apoio executada;

a3) As regiões nas quais o grau de compactação for inferior ao limite necessário deverão ser reconstruídas antes da execução de macadame betuminoso.

CAMADAS DE MACADAME BETUMINOSO COM CAPA SELANTE

b) Quando constituída de macadame hidráulico:

b1) Determinação da presença de água livre na camada mediante a abertura de um furo (± 15 cm) em toda sua espessura. A ocorrência de água livre drenada da camada para o furo caracteriza uma saturação inaceitável desta camada;

b2) Verificação, através da observação no fundo do furo, da possível saturação da parte superficial (± 4 cm) da camada inferior ao macadame hidráulico.

b3) Caso ocorra uma das situações indicadas em b1) e b2) o macadame betuminoso não poderá ser executado, devendo ser aguardada a secagem da camada de macadame hidráulico de modo que as citadas situações não mais se verifiquem. Tão logo isto se dê, poderá ser autorizada a construção do macadame betuminoso.

4.2. Considerações Gerais

As seguintes recomendações de ordem geral são aplicáveis à execução do macadame betuminoso:

a) Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva;

b) O confinamento lateral das pedras 3 ou 2 e 1 do macadame betuminoso é dado pela sarjeta; as camadas de pedrisco e pó deverão sobrepor as sarjetas em 1/3 de sua largura;

c) O material betuminoso não deve ser aplicado em superfície molhada. Nenhum material asfáltico será aplicado quando a temperatura ambiente for inferior a 10°C;

d) A temperatura de aplicação do material asfáltico, deverá ser determinada em função da relação temperatura-viscosidade. Será escolhida a temperatura que proporcionar melhor viscosidade para o espalhamento, sendo recomendada para o cimento asfáltico, CAP-7, de 20 a 60 segundos, Saybolt-Furol.

4.3. Preparo da Superfície

a) A superfície a receber a camada de Macadame Betuminoso deverá estar perfeitamente limpa e desempenada, devendo ter recebido a prévia aprovação por parte da Fiscalização;

b) Eventuais defeitos existentes deverão ser necessariamente reparados, antes da execução do Macadame Betuminoso.

CAMADAS DE MACADAME BETUMINOSO COM CAPA SELANTE

4.4. Distribuição da Primeira Camada de Agregado (Pedra 3 ou Pedra 2)

a) A execução da camada de agregado graúdo, na faixa preconizada pelo projeto inicia-se pelo carregamento do material nos depósitos ou pátios de estocagem. A operação de carga do material deverá ser procedida de forma criteriosa, evitando-se a utilização de agregados graúdos lamelares ou com excesso de finos;

b) Após a operação de carregamento e o transporte por meio de caminhões basculantes, faz-se o espalhamento em uma camada de material solto com espessura uniforme e homogênea na taxa especificada no QUADRO II. O espalhamento será feito pelo uso de distribuidor de agregados ou motoniveladora pesada, devendo evitar-se processos que levem à segregação do material, excesso etc.;

c) Após o espalhamento do agregado, poderão ser necessárias as seguintes correções:

c1) Remoção de fragmentos alongados, lamelares ou de tamanho excessivo, visíveis na superfície, e sua substituição por agregado representativo e de boa qualidade;

c2) Correção de pontos com excesso ou deficiência de material, após verificação do greide e seção transversal com cordéis, gabaritos, etc. No caso de existir deficiência de material, utilizar sempre agregado graúdo representativo e de boa qualidade, sendo vedado o uso de agregado miúdo.

4.5. Compressão da Primeira Camada de Agregado.

a) A compressão inicial deverá ser feita mediante emprego de rolo liso de três rodas ou rolo liso vibratório desde que aprovado pela Fiscalização;

b) Nos trechos em tangente, a compressão deverá partir, sempre, dos bordos para o eixo, e nas curvas, do bordo interno para o bordo externo. Em cada passada, o equipamento utilizado deverá recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida;

c) Eventuais manobras do equipamento de compactação, que impliquem em variações direcionais prejudiciais, deverão ser processadas fora da área de compressão;

d) A operação de compressão deverá prosseguir até que se consiga um bom entrosamento do agregado graúdo;

e) Após se obter a cobertura completa da área em compressão, deverá ser feita uma nova verificação do greide longitudinal e seção transversal, efetuando-se, com o próprio agregado graúdo, as correções necessárias;

CAMADAS DE MACADAME BETUMINOSO COM CAPA SELANTE

f) Em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida será feita com compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

4.6. Primeira Aplicação de Material Betuminoso

A primeira aplicação do material asfáltico deverá ser feita de modo uniforme, pelo carro distribuidor, na quantidade especificada no QUADRO II e temperatura indicada no item 4.2 d. Nas juntas transversais deverá ser empregada uma faixa de papel, para evitar a superposição de banhos adjacentes. As áreas que não forem alcançadas pelo material asfáltico deverão ser completadas com seu espalhamento manual através de caneta espargidora.

4.7. Distribuição de Pedra 1

No caso do uso de cimento asfáltico, imediatamente após a sua aplicação, deverá ser executada a distribuição de pedra 1 que se enquadre na faixa granulométrica preconizada, na taxa de 20 litros por metro quadrado.

4.8. Compressão da Camada de Pedra 1

No caso do uso de cimento asfáltico a compressão deverá ser iniciada imediatamente após a regularização da pedra 1, de modo a aproveitar maior viscosidade do asfalto ainda quente. A compressão será executada de forma análoga descrita para o agregado graúdo e prosseguirá até que os fragmentos fiquem bem aglutinados pelo ligante betuminoso. No final da compressão, a base e ou revestimento em construção deverá apresentar uma superfície lisa e não se mover, perceptivelmente, sob a ação das rodas do compressor em movimento. Nesta fase final poderá ser usado, a critério da Fiscalização, concomitantemente com o rolo liso, e o rolo de pneu .

4.9. Segunda Aplicação de Material Betuminoso

Após o término da compressão da camada de pedra 1, a superfície da camada em construção será varrida, de modo a remover o material solto. Em seguida, será executada a segunda distribuição do material betuminoso, na taxa de 1,5 l/m², de forma análoga e com os mesmos cuidados da primeira distribuição.

CAMADAS DE MACADAME BETUMINOSO COM CAPA SELANTE

4.10. Distribuição do Pedrisco

No caso do uso de cimento asfáltico, imediatamente após sua aplicação, deverá ser executada a distribuição de pedrisco, na taxa de 15 l/m². A distribuição será executada da mesma forma e com os mesmos cuidados exigidos na distribuição anterior.

4.11. Compressão do Pedrisco

Imediatamente após a distribuição do pedrisco, será iniciada a sua compressão. A compressão será executada de forma análoga à descrita para a pedra 1 e prosseguirá até que se obtenha uma superfície lisa, com os fragmentos bem ligados ao material betuminoso, e que não se mova, perceptivelmente, sob a ação das rodas dos compressores em movimento. Deve-se assegurar a rolagem mínima de uma hora para cada 850 m² de base, com rolo compressor de 3 rodas lisas especificado e com velocidade compreendida entre 3,5 e 5 Km/h. Após esta fase, a critério da Fiscalização, poderá ser usado o rolo de pneu para o acabamento final dos serviços.

Se for necessário, poderão ser adicionadas, durante a compressão final, pequenas quantidades de pedrisco. Essas operações deverão ser executadas, de modo a não prejudicar o acabamento da superfície final da camada construída. Após a rolagem, a superfície não deverá afastar-se em qualquer ponto de 1 (um) centímetro do bordo inferior de uma régua de 3,00 (três) metros colocada paralelamente ao eixo da via ou do bordo de um gabarito configurado de acordo com a seção transversal prevista.

4.12 Terceira Aplicação de Material Betuminoso

Após o término da compressão da camada de pedrisco a superfície da camada em construção será varrida, de modo a remover o material solto. Em seguida, será executada a terceira distribuição do material betuminoso, na taxa de 1,0 l/m², de forma análoga e com os mesmos cuidados da primeira e da segunda aplicação.

4.13 Distribuição do Pó de Pedra ou Areia

Imediatamente após a terceira aplicação de material betuminoso, deverá ser distribuído o pó de pedra ou areia que se enquadre na faixa preconizada. A distribuição será executada da mesma forma e mesmos cuidados exigidos nas distribuições anteriores, na taxa de 5,0 l/m².

CAMADAS DE MACADAME BETUMINOSO COM CAPA SELANTE

4.14 Compressão do Pó de Pedra ou Areia

Imediatamente após a distribuição do pó de pedra ou areia, será iniciada a sua compressão. A compressão será executada de forma análoga à descrita para a pedra 1 e para o pedrisco e prosseguirá até que se obtenha uma superfície lisa, com o pó bem ligado ao material betuminoso, e que não se mova, perceptivelmente, sob a ação das rodas dos compressores em movimento. Deve-se assegurar a rolagem mínima de uma hora para cada 850 m² de base, com rolo compressor de 3 rodas lisas especificado e com velocidade compreendida entre 3,5 e 5 Km/h. Após esta fase, a critério da Fiscalização, poderá ser usado o rolo de pneu para o acabamento final dos serviços.

Se for necessário, poderão ser adicionadas, durante a compressão final, pequenas quantidades de pó de pedra. Essas operações deverão ser executadas, de modo a não prejudicar o acabamento da superfície final da camada construída. Após a rolagem, a superfície não deverá afastar-se em qualquer ponto de 1 (um) centímetro do bordo inferior de uma régua de 3,00 (três) metros colocada paralelamente ao eixo da via ou do bordo de um gabarito configurado de acordo com a secção transversal prevista.

5. CONTROLE

5.1. Controle Tecnológico dos Materiais

Todos os materiais deverão ser analisados em laboratório obedecendo a metodologia indicada e atender as especificações em vigor.

5.1.1. Controle de Qualidade do Material Betuminoso

O controle de qualidade do cimento asfáltico CAP-7 constará do seguinte:

- a) Um ensaio de viscosidade absoluta e um de Saybolt-Furol, para todo carregamento que chegar à obra;
- b)### Um ensaio de ponto de Fulgor, par cada 100 t;
- c)### Um índice de Pfeiffer, para cada 500 t;
- d)### Um ensaio de espuma, para todo carregamento que chegar à obra.

CAMADAS DE MACADAME BETUMINOSO COM CAPA SELANTE

5.1.2. Controle de Qualidade dos Agregados

O controle de qualidade dos agregados constará do seguinte:

- a)### Duas análises granulométricas, para cada dia de trabalho;
- b)### Uma determinação da porcentagem de grãos de forma lamelar, para cada 900 m³;
- c)### Um ensaio de abrasão "Los Angeles", sempre que houver variação do agregado indicado em projeto e que gerar dúvidas;
- d)### Um ensaio de adesividade, para cada 900 m³;
- e)### Um ensaio de durabilidade, sempre que houver variação do material indicado em projeto.

5.1.3. Controle do Melhorador de Adesividade

- a)### Um ensaio de adesividade, para cada pedreira a ser utilizada ou a critério da Fiscalização;
- b)### Um ensaio de adesividade, toda vez que o aditivo for incorporado ao ligante betuminoso.

5.2. Controle de Execução

5.2.1. Controle da Temperatura de Aplicação do Ligante Betuminoso

A temperatura do ligante betuminoso deve ser verificada no caminhão distribuidor, imediatamente antes da aplicação.

5.2.2. Controle da Quantidade de Ligante Asfáltico

O controle da quantidade do material betuminoso será feito mediante a pesagem do carro distribuidor, antes e depois da aplicação do material betuminoso.

CAMADAS DE MACADAME BETUMINOSO COM CAPA SELANTE

Não sendo possível a realização do controle por esse método, admitem-se as seguintes modalidades:

a) Coloca-se na pista uma bandeja de peso e área conhecida. Após a passagem do carro distribuidor sobre a bandeja, mediante uma pesagem, tem-se a quantidade de material asfáltico usada. Esta modalidade deve ser aplicada somente no caso de uso de barra espargidora;

b) Utilizar uma régua de madeira calibrada, pintada e graduada de modo que forneça, diretamente, por diferença de alturas do material betuminoso no tanque do carro distribuidor, antes e depois da operação, a quantidade do material consumido.

5.2.3. Controle de Quantidade e Uniformidade do Agregado

Devem ser feitos para cada dia de operação, pelo menos dois controles da quantidade de agregado aplicado. Este controle é feito colocando-se na pista tabuleiros de peso e de área conhecidos. Por simples pesagem ou avaliação do agregado, após a passagem do distribuidor, tem-se a quantidade de agregado realmente espalhada. Este mesmo agregado é que servirá para o ensaio de granulometria, que controlará a uniformidade do material utilizado.

5.2.4. Controle de Uniformidade Entre os Bicos de Aplicação do Material Betuminoso

Deve ser feita uma descarga de 15 a 30 segundos, para que se possa controlar a uniformidade de distribuição entre os diversos bicos. Esta descarga pode ser efetuada fora da pista, ou na própria pista, quando o carro distribuidor for dotado de uma calha, colocada abaixo da barra, para recolher o ligante betuminoso.

5.2.5. Controle de Espessura

Será medida a espessura do eixo e dos bordos, através de cordéis esticados em relação ao topo das guias antes e depois do espalhamento e compressão.

5.2.6. Controle de Acabamento da Superfície

Durante a execução deverá ser feito, diariamente, o controle de acabamento da superfície do revestimento, com o auxílio de duas régua; uma de 3,00 m e outra de 0,90 m, colocadas em ângulo

CAMADAS DE MACADAME BETUMINOSO COM CAPA SELANTE

reto e paralelamente ao eixo da rua, respectivamente. A variação da superfície entre dois pontos quaisquer de contato não deve exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer uma das réguas.

5.3. Controle de Recebimento

5.3.1. Aceitação do Controle Tecnológico

Os serviços executados serão aceitos, sob o ponto de vista tecnológico, desde que sejam atendidas as seguintes condições:

a) Os equipamentos tenham sido devidamente aferidos, e mantenham adequadas condições de funcionamento ao longo da obra;

b) Os valores de viscosidade e ponto de fulgor do cimento asfáltico estejam de acordo com os valores especificados pela ABNT, e o referido produto não produza espuma quando aquecido a 175° C;

c) A adesividade do ligante ao agregado seja julgada satisfatória;

d) A granulometria dos agregados estejam contidas nas faixas de trabalho adotadas;

e) As agregados atendam aos requisitos de resistência à abrasão, durabilidade e lamelaridade especificados;

f) A quantidade de ligante, por aplicação, fique no intervalo $\pm 15\%$, em relação à taxa de dosagem. Para a taxa total, considerando a somatória de todos os banhos, admite-se tolerância de $\pm 8\%$ em relação ao projeto;

g) A quantidade total de agregado mineral situe-se no intervalo de $\pm 15\%$, em relação à taxa de dosagem;

h) Quando ocorrer variação para mais, na taxa de agregado mineral, é necessário que a quantidade de ligante também seja acrescida, em proporção equivalente.

5.3.2. Aceitação do Controle Geométrico e de Acabamento

O serviço executado será aceito, à luz do controle geométrico e de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

a) Quanto à espessura da camada:

CAMADAS DE MACADAME BETUMINOSO COM CAPA SELANTE

A espessura da camada em qualquer ponto deverá situar-se no intervalo de $\pm 10\%$, em relação à espessura prevista em projeto. Em 10 medidas sucessivas admite-se uma redução de espessura de até 5%.

b) Quando o acabamento, apreciado visualmente, for julgado satisfatório pela Fiscalização.

6. OBSERVAÇÕES DE ORDEM GERAL

a) Durante todo o tempo que durar a construção, até o recebimento da camada em construção, os materiais e os serviços serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da empreiteira a responsabilidade desta conservação.

b) A camada em construção não deve ser submetida à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito. Apenas em casos excepcionais, a critério da Fiscalização este poderá ser autorizado.

c) Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupção de vias, exigidas pela Fiscalização visando a segurança, serão de responsabilidade da empreiteira.

7. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

7.1. Medição

O macadame betuminoso será medido através da área, em metros quadrados, efetivamente executado, atendendo à seção transversal e espessura preconizada no projeto.

7.2. Pagamento

Os serviços recebidos e medidos da forma descrita, serão pagos aos preços unitários contratuais respectivos, e esse pagamento constituirá remuneração única para todos os materiais, mão-de-obra, leis sociais equipamentos e outros recursos utilizados pelo empreiteiro, abrangendo inclusive benefício e despesas indiretas.

8. BIBLIOGRAFIA

8.1. Especificações Técnicas da PMSJC.

8.2. Especificações Técnicas do DURSARP.

8.3. Manual de Norma da PMSP.

CAMADAS DE MACADAME BETUMINOSO COM CAPA SELANTE

8.4. Manual de Normas do DER - SP.

8.5. Manual de Normas do DNER.

BASES DE MACADAME HIDRÁULICO

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios da utilização do Macadame Hidráulico em camadas de bases de Pavimentos, de obras sob a jurisdição da Prefeitura do Município de São José dos Campos.

1. DESCRIÇÃO

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte e descarga dos materiais, inclusive água, mão-de-obra e equipamentos adequados, necessários à execução e ao controle de qualidade de bases de Macadame Hidráulico, em conformidade com a norma apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto.

Macadame Hidráulico é a camada de base obtida por compressão de agregados graúdos, uniformemente distribuídos, cujos os vazios são preenchidos por pó de pedra ou areia (material de enchimento) a princípio a seco e depois, com ajuda de água. A estabilidade da camada é obtida a partir da ação mecânica enérgica de compactação. Caso necessário este processo poderá ser repetido até atingir-se a espessura final desejada.

2. MATERIAIS

Os agregados deverão ser constituídos por produtos de britagem de rocha basáltica sã, e atender as seguintes condições gerais:

a) Deverão ser constituídos de fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais;

b) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos (DNER-ME 89-64), os agregados deverão apresentar perdas não superiores a 18%;

c) Para o agregado retido na peneira de 2,00 mm (nº 10), a porcentagem de desgaste no ensaio de Abrasão "Los Angeles" (ME-23 / PMSP) não deverá ser superior a 40%;

BASES DE MACADAME HIDRÁULICO

2.1. Agregado Graúdo

2.1.1. O agregado graúdo deverá satisfazer uma das seguintes faixas granulométricas:

PENEIRAS DE MALHAS QUADRADAS		PORCENTAGEM, EM PESO, QUE PASSA		
mm	polegadas	FAIXA A	FAIXA B	FAIXA C
100	4	100		
90	3.1/2	90-100		
76	3	-	100	
64	2.1/2	25-60	90-100	100
50	2	-	35-70	90-100
38	1.1/2	0-15	0-15	35-70
25	1	-	-	0-15
19	3/4	0-5	0-5	-
12,5	1/2	-	-	0-5

2.1.2. O diâmetro máximo recomendado deverá estar compreendido entre 1/2 e 2/3 da espessura final de cada camada executada;

2.1.3. A percentagem de grãos de forma defeituosa, determinada como indicado abaixo não poderá ser superior a 20%:

$$l + 1,25 g \geq 6 e$$

onde:

l - maior dimensão de grão;

e - afastamento mínimo de dois planos paralelos, entre os quais pode ficar contido o grão;

g - a medida das aberturas de duas peneiras, entre as quais fica retido o grão.

2.2. Agregado para Material de Enchimento

2.2.1. O material de enchimento deve ser constituído pelos finos resultantes de britagem (pó-de-pedra), que satisfaçam às seguintes faixas granulométricas:

BASES DE MACADAME HIDRÁULICO

PENEIRAS DE MALHAS QUADRADAS		%, EM PESO, QUE PASSA	
mm	polegadas	FAIXA I	FAIXA II
19,1	3/4	100	-
12,7	1/2	85-100	-
9,5	3/8	-	100
4,8	nº 4	-	85-100
0,15	nº 100	10-30	10-30

2.2.2. A faixa I deverá ser utilizada para material de enchimento do agregado graúdo da faixa A. A faixa II deverá ser utilizada para material de enchimento do agregado graúdo das faixas B e C.

2.2.3. O equivalente areia (DNER-ME 54-63) deverá ser igual ou superior a 40%.

2.3. Agregado para Camada de Isolamento ou Bloqueio

Deverá apresentar uma das seguintes faixas granulométricas:

PENEIRAS DE MALHAS QUADRADAS		%, EM PESO, QUE PASSA	
mm	polegadas	FAIXA I	FAIXA II
19,1	3/4	100	
12,7	1/2	80-100	
9,5	3/8	70-100	
4,8	nº 4	45-100	100
2,0	nº### 10	25-65	55-100
0,42	nº### 40	10-30	25-100
0,074	nº### 200	0-8	0-12

3. EQUIPAMENTOS

Todo o equipamento deverá ser inspecionado pela Fiscalização, devendo dela receber aprovação, sem o que não será dada a autorização para o início dos serviços.

O conjunto de equipamentos básicos para a execução do macadame hidráulico compreende:

- a) Pá carregadeira;
- b) Caminhões basculantes;
- c) Distribuidor de agregados e/ou motoniveladora pesada;

BASES DE MACADAME HIDRÁULICO

- d)** Rolos compressores de rodas lisas, vibratórios ou estáticos;
- e)** Caminhão tanque irrigador;
- f)** Compactadores portáteis vibratórios;
- g)** Equipamentos e ferramentas complementares: pás, carrinhos de mão, marretas, vassourões ou vassouras mecânicas, etc.;

Outros equipamentos, a critério da Fiscalização, poderão ser utilizados.

BASES DE MACADAME HIDRÁULICO

4. EXECUÇÃO

4.1. Condição Física da Camada de Apoio do Macadame Hidráulico

a) O reforço ou o subleito sobre o qual será executado a Bases de Macadame Hidráulico deverá ter sido executado de acordo com as especificações PMSJC ES-P 05/95 ou PMSJC ES-P 04/95 respectivamente;

b) Caso a execução da camada de Macadame Hidráulico não se efetue logo após a construção da camada de apoio subjacente e de modo especial, quando esta camada esteve exposta a chuvas devem ser efetuadas nesta camada as seguintes determinações:

b1) Teor de umidade, que deverá ser menor do que o teor de umidade ótimo de compactação da camada, mais 3%. Se o teor de umidade for superior, a camada deverá secar até que as condições de umidade satisfaçam o limite indicado;

b2) Grau de compactação, este grau deverá atender as exigências indicadas no controle de recebimento da camada executada.

b3) As regiões nas quais o grau de compactação for inferior ao limite necessário, deverão ser reconstruídas antes da execução da camada do Macadame Hidráulico.

4.2. Considerações Gerais

As considerações de ordem geral a seguir são aplicáveis a execução do macadame hidráulico:

a) O confinamento lateral do macadame hidráulico é dado pela sarjeta;

b) A camada de macadame hidráulico deverá ser drenada através de drenos laterais de via interligado às caixa receptora das "bocas de lobo" ou Poços de Visita, afim de permitir o escoamento d'água;

c) Não é admitida a complementação da espessura desejada pela adição excessiva de finos, os quais acumulados sobre o agregado graúdo possibilitam o aparecimento de trincas, escorregamentos e deformações no revestimento.

d) Quando se desejar camadas de bases de espessura, superior a 14 cm, os serviços deverão ser executados em mais de uma camada.

BASES DE MACADAME HIDRÁULICO

4.3. Preparo da Superfície

Eventuais defeitos da superfície da camada subjacente deverão ser necessariamente reparados antes da execução da base ou sub-base. Essa superfície deverá estar perfeitamente limpa e desempenada antes da execução da base ou sub-base de Macadame Hidráulico.

4.4. Camada de Isolamento ou Bloqueio

a) A camada de isolamento aplica-se aos casos em que o macadame hidráulico é executado diretamente sobre material que apresente mais do que 35%, em peso, passado na peneira de 0,074 mm (nº 200). Sua execução tem por objetivo evitar que o agregado graúdo penetre no material subjacente e que, como consequência, os finos existentes venham a contaminar a camada executada;

b) A camada será executada na largura da pista, com espessura de até 3 cm após a compressão;

c) O espalhamento do material de bloqueio será executado através de motoniveladora, devendo ser feita a acomodação da camada por compressão, com a utilização de rolo estático liso, em uma ou, no máximo duas coberturas.

4.5. Aplicação do Agregado Graúdo

a) A execução da camada de agregado graúdo inicia-se pelo carregamento do material nos depósitos ou pátios de estocagem da instalação de britagem. A operação de carga do material deverá ser procedida de forma criteriosa, evitando-se a utilização de agregados graúdos lamelares ou com excesso de finos;

b) Após a operação de carregamento e o transporte por meio de caminhões basculantes, faz-se o espalhamento em uma camada de espessura uniforme e homogênea, uniformemente solta. O espalhamento será feito pelo uso de motoniveladora pesada ou distribuidor de agregados, devendo evitar-se processos que levem à segregação do material, excesso, etc.;

c) Após o espalhamento do agregado graúdo, poderão ser necessárias as seguintes correções:

c1) Remoção de fragmentos alongados, lamelares ou de tamanho excessivo, visíveis na superfície, e substituição por agregado graúdo representativo e de boa qualidade;

c2) Correção de pontos com excesso ou deficiência de material, após verificação do greide e seção transversal com cordéis, gabaritos, etc. No caso de existir deficiência de material,

BASES DE MACADAME HIDRÁULICO

utilizar sempre agregado graúdo representativo e de boa qualidade, sendo vedado o uso de agregado miúdo.

4.6. Compressão do Agregado Graúdo

a) A compressão inicial deverá ser feita mediante emprego de rolo liso de três rodas de 10 a 12 toneladas (velocidade de 30 a 40 m por minuto) ou rolo liso vibratório, aprovado pela Fiscalização;

b) Nos trechos em tangente, a compressão deverá partir, sempre, dos bordos para o eixo, e nas curvas, do bordo interno para o bordo externo. Em cada passada, o equipamento utilizado deverá recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente comprimida;

c) Eventuais manobras do equipamento de compactação, que impliquem em variações direcionais prejudiciais, deverão se processar fora da área de compressão;

d) A operação de compressão deverá prosseguir até que se consiga um bom entrosamento do agregado graúdo;

e) Após se obter a cobertura completa da área em compressão, deverá ser feita uma nova verificação do greide longitudinal e seção transversal, efetuando-se, com o próprio agregado graúdo, as correções necessárias;

f) Em lugares inacessíveis ao equipamento de compressão ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida será feita a custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

4.7. Operações de Enchimento e Travamento

a) O material de enchimento, obedecendo a uma das faixas granulométricas especificadas, o mais seco possível, será espalhado através de motoniveladoras ou distribuidor de agregados, em quantidade suficiente para preencher os vazios do agregado graúdo;

b) A aplicação do material de enchimento deverá ser feita em uma ou mais vezes, durante o que deve-se continuar a compressão e forçar a sua penetração nos vazios do agregado graúdo por meio da atuação de vassouras manuais ou mecânicas;

c) Quando não mais for possível a penetração do material de enchimento a seco, será iniciada a irrigação da camada. Simultaneamente, deve-se espalhar mais material de enchimento e prosseguir com as operações de compressão;

BASES DE MACADAME HIDRÁULICO

d) A irrigação e a aplicação do material de enchimento deverão prosseguir até que se forme, na frente do rolo, uma pasta de material de enchimento e água;

e) A compressão será dada como concluída quando desaparecerem as ondulações à frente do rolo, e a camada se apresentar estável e compacta;

f) Após a compactação e as correções necessárias, sempre que possível a camada deverá ser aberta ao tráfego da obra e dos usuários, de forma controlada e direcionada, mantendo-se a superfície umedecida. Esta etapa estender-se-á por um período suficiente, de forma a garantir a verificação de eventuais problemas localizados de travamento deficiente. Se necessário, operações corretivas eficientes deverão ser aplicadas;

g) Após a limpeza da pista, será feito o umedecimento e nova rolagem de acabamento com rolo liso vibratório, preparando-se a base para sua impermeabilização.

5. CONTROLE

5.1. Controle Tecnológico do Materiais

Este controle abrange os ensaios e determinações para verificar se as condições dos materiais exigidos no projeto estão sendo atendidos. Serão procedidos os seguintes ensaios:

a) Um ensaio de granulometria (ME-20 / PMSP) do agregado graúdo, de bloqueio e de enchimento, a cada 400 m² de pista, e no mínimo, dois ensaios por dia de trabalho;

b) Um ensaio de Abrasão "Los Angeles" (ME-23 / PMSP) e de durabilidade (DNER-ME 89-64) do agregado graúdo, de bloqueio e de enchimento, sempre que se observar visualmente alterações que possam influir na sua qualidade e, no mínimo, um ensaio por mês;

c) Um ensaio equivalente de areia (DNER-ME 54-63) do material de enchimento a cada 800 m² de pista, e no mínimo, um ensaio por dia de trabalho.

5.2. Controle de Execução

5.2.1. Controle Genérico

a) A principal atividade de controle, para o serviço de macadame hidráulico, será a inspeção visual, a qual deverá ser aplicada em todas as etapas, ou seja:

BASES DE MACADAME HIDRÁULICO

- nos estoques de agregados;
- na operação de carregamento;
- nas operações de pista como espalhamento, irrigação, compactação, acabamento e tráfego controlado;

b) A verificação da eficiência da compactação deverá ser feita com a colocação, à frente do rolo liso compactador, de uma pedra de tamanho razoável, avaliando-se o efeito da passagem do rolo sobre a pedra, e sobre a camada executada;

c) As condições de enchimento dos vazios do agregado graúdo e travamento serão verificadas pela abertura de poços de inspeção, à razão de um poço a cada 70 m de pista. Os poços abertos serão preenchidos com material representativo e compactado mecanicamente.

5.2.2. Controle Geométrico e de Acabamento

a) Controle de Espessura

Após a execução da camada, proceder-se-á à verificação da seção transversal através de cordéis esticados, em relação ao topo das guias.

b) Controle de Acabamento da Superfície

As condições de acabamento da superfície serão apreciadas visualmente pela Fiscalização.

5.3. Controle de Recebimento

5.3.1. Recebimento Baseado no Controle Tecnológico

Os serviços executados serão aceitos, sob o ponto de vista tecnológico, desde que sejam atendidas as seguintes tolerâncias:

a) As granulometrias dos materiais utilizados obedeçam a uma das faixas granulométricas preconizadas.

b) Os valores individuais obtidos nos ensaios de Abrasão "Los Angeles", durabilidade e equivalente de areia atendam aos limites especificados no item 2.

BASES DE MACADAME HIDRÁULICO

5.3.2. Recebimento com Base no Controle de Execução Genérico

Para que o serviço seja aceito, deverão ser obedecidos os seguintes aspectos, avaliados em bases visuais, pela Fiscalização:

a) As condições de estocagem dos agregados deverão ser consideradas satisfatórias, tendo em vista:

a1) Não contaminação com materiais estranhos;

a2) A adequada separação entre os depósitos de agregados correspondentes às diversas bitolas produzidas;

b) A operação de carregamento dos materiais estocados, pela ação de pá carregadeira, deverá ser procedida de forma criteriosa, em particular para os agregados graúdos que contenham alguma presença de finos. Com relação a este aspecto, deverão ser evitadas as zonas do depósito de agregado graúdo que contenham:

b1) Alta concentração de finos;

b2) Fragmentos lamelares ou fragmentos equigranulares de diâmetros intermediários, ambos de difícil "travamento".

c) As operações de espalhamento do agregado da camada de isolamento, do agregado graúdo e do material de enchimento deverão ter sido consideradas adequadas, tendo em vista a obtenção de uma camada acabada bem desempenada, homogênea e perfeitamente travada;

d) A compactação será julgada eficiente, e conseqüentemente será aceita, se com a passagem do rolo liso compactador constatar-se que não houve penetração de uma pedra de tamanho razoável, colocada sobre a camada;

e) Após a passagem do tráfego, de forma direcionada, a Fiscalização observará as condições de enchimento dos vazios do agregado graúdo e travamento, através de furos de inspeção, devendo estas serem consideradas satisfatórias. Condiciona-se, ainda, a aceitação do serviço à não existência de:

e1) Regiões com excesso de finos à superfície;

e2) Áreas onde se constate a falta de entrosamento dos agregados.

BASES DE MACADAME HIDRÁULICO

5.4.3. Recebimento com Base no Controle Geométrico

O serviço executado será aceito, à luz do controle geométrico, desde que a espessura da camada em qualquer ponto situe-se no intervalo de $\pm 10\%$, em relação à espessura de projeto. Em 10 medidas sucessivas admite-se uma redução de espessura de até 5%.

6. OBSERVAÇÕES DE ORDEM GERAL

a) Durante todo o tempo que durar os serviços, até o recebimento da base ela será protegida contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-la. É obrigação da Empreiteira a responsabilidade desta conservação;

b) Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupção de vias, exigidas pela Fiscalização visando a segurança, serão de responsabilidade da Empreiteira.

7. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

7.1. Medição

A camada de Macadame Hidráulico, executada e recebida na forma descrita, será medida por metro cúbico executado e segundo a seção transversal de projeto.

7.2. Pagamento

O pagamento será feito após a aceitação da medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representará a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e outros gastos eventuais necessários à completa execução dos serviços. O serviço de macadame hidráulico inclui a camada de bloqueio e todas as operações e encargos a ela relacionados.

8. BIBLIOGRAFIA

- 8.1.** Especificações Técnicas da PMSJC.
- 8.2.** Especificações Técnicas do DURSARP.
- 8.3.** Manual de Normas da P.M.S.P..
- 8.4.** Manual de Normas do DER-SP.
- 8.5.** Manual de Normas do DNER.

IMPRIMAÇÕES BETUMINOSAS

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios da utilização de imprimações betuminosas em camadas de pavimentos, de obras sob a jurisdição da Prefeitura do Município de São José dos Campos.

1. DESCRIÇÃO

Os serviços aos quais se refere a presente especificação, consistem no fornecimento, carga, transporte e descarga do material betuminoso, eventualmente de melhorador de adesividade, de mão-de-obra e equipamentos necessário à execução e controle de qualidade de imprimações betuminosas de diversos tipos, de conformidade com a norma apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto ou em instruções da Fiscalização.

As imprimações podem ser de dois tipos:

a) Impermeabilizante - consiste na aplicação de uma camada de material betuminoso sobre a superfície de uma camada de pavimento concluída, objetivando: aumentar a coesão da superfície, pela penetração do material betuminoso; impermeabilizar a camada e, promover condições de aderência entre a base e a camada asfáltica a ser sobreposta.

Deve ser executada com materiais que possuem baixa viscosidade na temperatura de aplicação, e cura suficientemente demorada;

b) Ligante - consiste na aplicação de uma camada de material betuminoso sobre a superfície de uma camada de pavimento, antes da execução de um revestimento betuminoso, objetivando: promover a aderência entre este revestimento e a camada imprimada.

Deve ser executada com materiais que possuem alta viscosidade, na temperatura de aplicação e cura ou ruptura rápida.

2. MATERIAIS

2.1. Materiais para Imprimação Impermeabilizante

Deverão ser empregados asfaltos diluídos de cura média, dos tipos CM-30 e CM-70, satisfazendo as exigências contidas na EM-6 / PMSP.

IMPRIMAÇÕES BETUMINOSAS

A temperatura de aplicação deverá ser escolhida de modo a ser obtida viscosidade Saybolt-Furol entre 20 e 60 segundos.

2.2. Materiais para Imprimação Ligante

Poderão ser empregados:

a) Emulsões betuminosas catiônicas, tipo RR-1C, RR-2C, RM-1C e RM-2C satisfazendo as exigências contidas na EM-7 / PMSP;

b) Outros materiais, desde que autorizados pela Fiscalização.

A temperatura de aplicação deverá ser escolhida de modo a ser obtida viscosidade Saybolt-Furol entre 25 e 100 segundos.

2.3. Taxas de Aplicação

Para fins orientativos de aplicação admitir-se-á o consumo de materiais indicados no quadro a seguir:

TIPO DE IMPRIMAÇÃO	QUANTIDADES (1/m ²)
Impermeabilizante	0,8 a 1,2
Ligante	0,4 a 0,6

Para cada caso específico de material a ser utilizado e tipo de superfície sobre a qual será executada a imprimação, as taxas de projeto deverão ser fixadas através de dosagem nos primeiros panos.

No caso de Bases de Solo Arenoso Fino Laterítico recomenda-se a dosagem da Imprimadura preconizada no trabalho "Imprimadura Asfáltica em Bases de Solo Arenoso Fino Laterítico" 23ª Reunião de Pavimentação - Florianópolis SC.

3. EQUIPAMENTO

O equipamento deverá ser capaz de executar os serviços especificados nesta norma dentro dos prazos fixados no cronograma contratual, e deverá compreender:

IMPRIMAÇÕES BETUMINOSAS

a) Recipientes para armazenamento de material betuminoso. No caso de asfaltos diluídos os recipientes devem ser equipados com dispositivos para aquecimento e instalados de modo a evitar a entrada de água;

b) Equipamento de limpeza consistindo em vassouras manuais e mecânicas e equipamentos capazes de produzir jatos de ar e de água;

c) Distribuidores de material betuminoso, com sistema de aquecimento, bomba de pressão regulável, barra de distribuição com circulação plena e dispositivos para regulagem horizontal e vertical, bicos de distribuição calibrados para aspersão em leque, tacômetro, manômetros de fácil leitura, mangueira de operação manual para aspersão em lugares inacessíveis à barra;

d) Pequenas ferramentas e utensílios tais como, regadores tipo "bico de pato", bandejas, etc.

Se o equipamento não satisfizer as condições mínimas para sua utilização, será rejeitado pela Fiscalização.

Outros equipamentos, a critério da Fiscalização, poderão ser utilizados, desde que aprovados pela mesma.

4. EXECUÇÃO

4.1. Serviços Preliminares

Antes de iniciar a distribuição do material betuminoso, o empreiteiro deverá providenciar, o que for necessário, para evitar que o material espargido atinja guias, sarjetas, guarda-rodas, calçadas, guarda-corpos, etc.

4.2. Limpeza de Superfície

A superfície sobre a qual será executada a imprimação deverá ser varrida com vassoura manuais ou mecânicas, de modo a remover materiais estranhos, tais como solos, poeira e materiais orgânicos. Se ainda existir poeira após a varredura, a limpeza deverá prosseguir com jatos de ar ou de água desde que não existam fendas ou depressões capazes de recolher e reter a água utilizada. Por esse motivo, a Fiscalização deverá ser consultada sobre o procedimento a adotar.

IMPRIMAÇÕES BETUMINOSAS

4.3. Condições Atmosféricas

A aplicação do material betuminoso não deverá ser executada, quando as condições atmosféricas reinantes forem desfavoráveis.

4.4. Regulagem da Barra de Distribuição

Antes de iniciar a distribuição do material betuminoso, deverão ser medidas, e comparadas entre si, as vazões dos bicos da barra de distribuição.

Recomenda-se o emprego de caixas metálicas de base retangular e cerca de 15 cm de altura. O comprimento das caixas será igual à distância entre os bicos. A largura será de cerca de 30 cm. Serão utilizadas tantas caixas quanto forem os bicos. A barra será fixada na altura provável de operação normal. As caixas serão apoiadas no solo e encostadas umas às outras, de modo que os centros coincidam com as verticais que passam pelos bicos.

O material betuminoso será espargido sobre as caixas até que na caixa mais cheia, atinja a altura de cerca de 10 cm. Medem-se as alturas de material betuminoso em todas as caixas. Calcula-se a média aritmética das alturas das medidas. Substituem-se os bicos responsáveis pelo enchimento das caixas nas quais forem medidas alturas que difiram de mais de 10%, para mais ou menos, da altura média calculada. Repete-se o teste com os novos bicos e procede-se da forma descrita, até que se obtenha um conjunto de bicos que satisfaça a condição de uniformidade de aspersão acima estabelecida. A critério do empreiteiro, as caixas poderão ser subdivididas em compartimentos iguais e estanques, de modo a facilitar a identificação dos bicos responsáveis pelas desuniformidades de distribuição.

4.5. Aquecimento do Material Betuminoso

A distribuição do material betuminoso não poderá ser iniciada enquanto não for atingida e mantida, no material existente dentro do veículo distribuidor, a temperatura necessária à obtenção da viscosidade adequada à distribuição.

4.6. Distribuição

O veículo distribuidor deverá percorrer a extensão a ser imprimada em velocidade uniforme, segundo trajetória equidistante do eixo da pista. O tacômetro, os manômetros e os termômetros deverão estar em perfeitas condições de funcionamento. Os operadores do veículo e da barra de distribuição deverão estar devidamente treinados.

IMPRIMAÇÕES BETUMINOSAS

A distribuição será executada com a mangueira de operação manual, sempre que a superfície a imprimir, em virtude da sua forma (trechos de largura variável) ou de suas dimensões, não permitir a utilização da barra de distribuição. Nas fendas a aplicação será executada com o regador tipo "bico de pato".

4.7. Proteção dos Serviços

Durante todo o tempo necessário às operações construtivas, à cura ou ruptura do material betuminoso e até o recobrimento da imprimação com outra camada de pavimento, os serviços executados ou em execução deverão ser protegidos, por responsabilidade da Empreiteira, contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los.

4.8. Abertura ao Trânsito

As imprimações impermeabilizantes e ligantes não deverão ser submetidas à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito. No entanto, a Fiscalização poderá, a seu critério e excepcionalmente, autorizar o trânsito sobre:

a) Imprimações impermeabilizantes curadas;

b) Imprimações ligantes, em locais de cruzamento com outras vias, desde que a imprimação seja coberta por espessa camada de areia, capaz de evitar o afloramento e a conseqüente remoção do material ligante.

5. CONTROLE

5.1. Controle Tecnológico dos Materiais

Controle da qualidade dos materiais betuminosos consistindo na realização de um conjunto de ensaios previstos na especificação correspondente da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para cada tipo de material betuminoso a ser utilizado, para cada entrega de material.

5.2. Controle de Execução

Controle de quantidade de material aplicado consistindo na determinação e no registro das taxas de aplicação dos materiais betuminosos ($1/m^2$). As quantidades de aplicação poderão ser determinadas de acordo com as seguintes alternativas:

IMPRIMAÇÕES BETUMINOSAS

- a) Pesando o veículo distribuidor, antes e depois da aplicação;
- b) Determinando a quantidade de material consumida, por intermédio da diferença de leitura da régua, aferida e graduada em litros, que acompanha o veículo distribuidor;
- c) Pelo método da bandeja que deve ser utilizado somente nos locais em que a distribuição do material se realizou com a barra espargidora.

5.3. Controle de Recebimento

As imprimações dos diversos tipos, executadas de conformidade com as especificações contidas nesta norma e no projeto, serão recebidas no que diz respeito a distribuição e ao alinhamento, se não existirem falhas nem diferenças de taxas de aplicações, relativamente às especificadas maiores que $0,1 \text{ l/m}^2$;

6. OBSERVAÇÕES DE ORDEM GERAL

- a) Durante todo o tempo que durar os serviços, até o recebimento da camada de rolamento, a imprimadura será protegida contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-la. É obrigação da empreiteira a responsabilidade desta conservação.
- b) Não será permitido nenhum trânsito sobre a imprimadura concluída, enquanto ela não estiver seca.
- c) Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupção de vias, exigidas pela Fiscalização visando a segurança, serão de responsabilidade da empreiteira.

7. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

7.1. Medição

Os serviços recebidos serão medidos em metros quadrados de imprimação de cada um dos tipos utilizados.

IMPRIMAÇÕES BETUMINOSAS

7.2. Pagamento

O pagamento será feito, após a aceitação e medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais, os quais representarão a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

8. BIBLIOGRAFIA

- 8.1.** Especificações Técnicas da PMSJC.
- 8.2.** Especificações Técnicas do DURSARP.
- 8.3.** Manual de Normas da P.M.S.P..
- 8.4.** Manual de Normas do DER-SP.
- 8.5.** Manual de Normas do DNER.
- 8.6.** Villibor, D.F.; Nogami, J.S.; Fabri, G.T.P.(1988) "Imprimadura Asfáltica em Bases de Solo Arenoso Fino Laterítico", Anais da 23^a. Reunião Anual de Pavimentação, Florianópolis SC.

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS BETUMINOSOS

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço, define os critérios que orientam a execução de Tratamentos Superficiais Betuminosos, em obras sobre a jurisdição da Prefeitura do Município de São José dos Campos.

1. DESCRIÇÃO

Os serviços constem no fornecimento, carga, transporte e descarga dos materiais, compreendendo também a mão-de-obra e os equipamentos indispensáveis à execução e ao controle de qualidade dos tratamentos superficiais betuminosos, de conformidade com a especificação apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto.

Tratamentos superficiais betuminosos, de penetração invertida, são revestimentos constituídos de material betuminoso e agregado, no qual o agregado é distribuído e comprimido uniformemente sobre o material betuminoso, aplicado em camadas sobrepostas e alternadas.

Os tratamentos superficiais são revestimentos de camadas de base, denominados simples, duplos, triplos, e quádruplos, quando são constituídos, respectivamente, de uma, duas, três, e quatro camadas de agregado.

2. MATERIAIS

2.1. Materiais Betuminosos

Será empregado Cimento asfáltico de penetração CAP-7 para qualquer tipo de tratamento superficial.

A critério da Fiscalização, e apenas nos casos de tratamentos simples e duplos, poderá ser empregada emulsão asfáltica de alta viscosidade, tipo RR-2C.

2.2. Melhoradores de Adesividade

Não havendo boa adesividade entre o agregado e o material betuminoso, deverá ser empregado um melhorador de adesividade, na quantidade fixada no projeto.

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS BETUMINOSOS

2.3. Agregados

Os agregados devem ser de rocha basáltica sã britada ou areia no caso da graduação G. Devem consistir de partículas limpas, duras, duráveis, isentas de cobertura e torrões de argila.

O desgaste Los Angeles não deve ser superior a 50%.

A porcentagem de grãos de forma defeituosa deve ser determinada pela expressão:

$$l + 1,25 g \geq 6 e$$

onde:

l - maior dimensão de grão;

g - a medida das aberturas de duas peneiras, entre as quais fica o grão;

e - afastamento mínimo de dois planos paralelos, entre os quais pode ficar contido o grão.

A porcentagem de grãos defeituosos não poderá ultrapassar 15%.

A graduação dos agregados deve obedecer ao especificado no quadro da folha 9/10. Como graduação G poderá ser usado o pó de pedra ou areia que se enquadrar na faixa.

2.4. Quantidades

As quantidades de agregados e de material betuminoso, em cada aplicação, bem como a sequência das operações, serão indicadas no projeto ou em instrução da Fiscalização, seguindo as diretrizes contidas nos quadros das folhas 9/10 E 10/10.

No caso de execução de tratamentos superficiais simples e duplos com uso de emulsão RR-2C, as taxas de aplicação de emulsão em relação ao CAP 7 deverão ser corrigidos através da seguinte fórmula:

$$\text{taxa de RR-2C} = \text{taxa de CAP} / 0,77$$

As taxas nas folhas são orientativas. Recomenda-se que a dosagem correta dos materiais seja obtida pelos seguintes métodos de dosagem:

- Tratamento Duplo : Método do Eng. F. M. H. Hanson
- Tratamento Triplo : Método do Eng. Egberto F. Tagle

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS BETUMINOSOS

-Tratamento Quádruplo : usar a dosagem do Triplo mais a dosagem indicada no quadro da folha 10/10, para a quarta camada.

3. EQUIPAMENTOS

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela Fiscalização, devendo estar de acordo com esta Especificação, sem o que não será dada a ordem de serviço.

a) Equipamentos de Limpeza - Para a limpeza das superfícies utilizam-se vassoura mecânica e/ou vassourões manuais;

b) Equipamentos para Distribuição do Material Betuminoso - Os carros distribuidores do material betuminoso, especialmente construídos para esse fim, devem ser providos de dispositivo de aquecimento e de rodas pneumáticas, dispor de tacômetro, calibradores e termômetros, em locais de fácil acesso, e, ainda, disporem de um espargidor manual, para o tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

c) Equipamentos para Compressão - Os rolos compressores devem ser do tipo tandem ou, de preferência, pneumáticos, autopropulsores. Os rolos compressores tipo tandem devem ter uma carga, por centímetro de largura de roda, não inferior a 25 Kg e não superior a 45 Kg. Seu peso total não será superior a 10 toneladas. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, deverão se dotados de pneus que permitem a calibragem de 35 a 120 libras por polegada quadrada.

d) Equipamentos para Espalhamento de Agregado - Os distribuidores de agregados, rebocáveis ou automotrizes, devem possuir dispositivos que permitam uma distribuição homogênea da quantidade de agregados fixado no projeto.

e) Pequenos equipamentos de Compressão - Manual (soquete) ou mecânico vibratório (sapo mecânico ou placa vibratória);

f) Pequenas Ferramentas - Pás, enxadas, picaretas, garfos, soquetes, vassourões de piaçava, etc., deverão ser empregados em quantidades suficiente para o bom andamento dos serviços;

Outros equipamentos desde que autorizados pela Fiscalização poderão ser utilizados.

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS BETUMINOSOS

4. EXECUÇÃO

Não será permitida a execução dos serviços, objeto desta Especificação, durante os dias de chuvas. O material betuminoso não deve ser aplicado em superfícies molhadas. Nenhum material betuminoso será aplicado quando a temperatura ambiente for inferior a 10°C.

A temperatura de aplicação do material betuminoso deverá ser determinada em função da relação temperatura-viscosidade. Será escolhida a temperatura que proporcionar a melhor viscosidade para o espalhamento. As faixas de viscosidade recomendadas do cimento asfáltico para espalhamento são de 20 a 60 segundos, Saybolt-Furol.

No caso de utilização de melhorador de adesividade, exige-se que este seja adicionado ao ligante betuminoso, no canteiro da obra, obrigando-se sempre a circulação da mistura ligante betuminoso-aditivo. Preferencialmente, deve-se fazer esta mistura com a circulação do ligante betuminoso, no caminhão.

Antes de serem iniciadas as operações de execução do tratamento, proceder-se-á a uma varredura da pista imprimada, eliminando-se todas as partículas de pó. Caso hajam falhas na imprimadura sobre a qual será executado tratamento estas devem ser corrigidas antes do seu início.

Cada uma das camadas dos diversos tipos de tratamentos superficiais será executada observando a seqüência de operações indicada no projeto do revestimento que seguirá orientativamente as folhas 9/10 e 10/10.

Nos tratamentos superficiais quádruplos, deverá ser mantido um intervalo de, pelo menos, 24 horas entre o término da terceira camada e o início da quarta. Durante esse intervalo de tempo, a terceira camada deverá ser aberta ao trânsito e, depois, regularizada por varrição e comprimida com rolos compactadores.

Os materiais betuminosos são aplicados no menor número de passadas possíveis em toda a largura a ser tratada. A aplicação será feita de modo a assegurar uma boa junção entre duas aplicações adjacentes. O distribuidor deve ser ajustado e operado, de modo a distribuir o material uniformemente sobre a largura determinada. Depósitos excessivos de material betuminoso devem ser prontamente eliminados.

Imediatamente após a aplicação do material betuminoso, o agregado especificado deve ser uniformemente espalhado, na quantidade indicada de projeto. O espalhamento será realizado por distribuidores de agregados especificados. Quando necessário, para garantir uma cobertura uniforme, a distribuição poderá ser complementada por processo manual adequado. Excesso de agregado deve ser removido antes da compressão.

A extensão de material betuminoso aplicado deve ficar condicionada à capacidade de cobertura imediata com agregado. No caso de paralisação súbita e imprevista do carro-distribuidor

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS BETUMINOSOS

de agregados, o agregado será espalhado, manualmente, na superfície já coberta com o material betuminoso.

O agregado deve ser comprimido em sua largura total, o mais rápido possível, após a sua aplicação. A compressão deve ser interrompida antes do aparecimento de sinais de esmagamento do agregado.

A compressão deve começar pelos bordos e progredir para o eixo, nos trechos em tangente e, nas curvas, deverá progredir sempre do bordo mais baixo para o bordo mais alto, sendo cada passagem do rolo recoberta, na vez subsequente de, pelo menos, a metade da largura deste. O trânsito pode ser permitido, sob controle, após a compressão do agregado.

O trânsito não será permitido quando da aplicação do material betuminoso ou do agregado. Só deverá ser aberto após a compressão terminada. Entretanto, em caso de necessidade de abertura do trânsito antes de completar a compressão, deverá ser feito um controle, para que os veículos não ultrapassem a velocidade de 10 Km/hora. Decorridas 24 horas do término da compressão, se possível, o trânsito deve ser controlado, com a velocidade máxima de 40 Km/hora. De 5 a 10 dias, após abertura ao trânsito, deverá ser feita uma varredura dos agregados não fixados pelo ligante.

5. CONTROLE

Todos os materiais deverão ser examinados em laboratório, obedecendo a metodologia indicada a seguir e satisfazer as especificações em vigor.

5.1. Controle de Qualidade do Material Betuminoso

O controle de qualidade do cimento asfáltico constará do seguinte:

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para todo carregamento(ME-31 da PMSP);
- 1 ensaio de ponto de fulgor, para cada 100 t (ME-27 da PMSP);
- 1 índice Pleiffer, para cada 500 t;
- 1 ensaio de espuma, para todo carregamento que chegar à obra.

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS BETUMINOSOS

5.2. Controle de Qualidade dos Agregados

O controle de qualidade dos agregados constará do seguinte:

- 3 análises granulométricas do estoque de agregado para cada graduação colhida em pontos distintos do estoque;
- 1 ensaio de índice de forma, para cada 900 m³;
- 1 ensaio de desgaste "Los Angeles", quando houver dúvida, ou variação da natureza do material;
- 1 ensaio de densidade, para cada 900 m³;
- 1 ensaio de adesividade, para o agregado a ser utilizado e o ligante betuminoso que chegar à obra, e sempre que houver variação da natureza do material.

5.3. Controle do Melhorador de Adesividade

O controle do melhorador de adesividade constará do seguinte:

- 1 ensaio de adesividade, toda vez que o aditivo for incorporado ao ligante betuminoso.

5.4. Controle de Temperatura de Aplicação do Ligante Betuminoso

A temperatura de aplicação deve ser a especificada para o tipo de material betuminoso em uso e verificada no momento da aplicação.

5.5. Controle de Quantidade do Material Betuminoso

O controle de quantidade do material betuminoso será feito mediante a pesagem do carro distribuidor, antes e depois da aplicação do material betuminoso. Não sendo possível a realização do controle por esse método admitem-se as seguintes modalidades:

- a) Coloca-se na pista uma bandeja, de peso e área conhecidos. Mediante uma pesagem, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade de material betuminoso usada;

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS BETUMINOSOS

b) Utiliza-se uma régua de madeira calibrada, pintada e graduada, tal que forneça, diretamente, por diferença de alturas do material betuminoso no tanque do carro distribuidor, antes e depois da operação, a quantidade do material consumido.

5.6. Controle da Quantidade e Uniformidade do Agregado

Devem ser feitos, para cada dia de operação, pelo menos dois controles da quantidade de agregado aplicado. Este controle é feito colocando-se na pista, alternadamente, recipientes de peso e área conhecidos. Por simples pesadas, após a passagem do distribuidor, ter-se-á a quantidade de agregado realmente espalhada. Este mesmo agregado é que servirá para o ensaio de granulometria, que controlará a uniformidade do material utilizado.

5.7. Controle de Uniformidade de Aplicação do Material Betuminoso

Deve ser feita uma descarga de 15 a 30 segundos, para que se possa controlar a uniformidade de distribuição. Esta descarga pode ser efetuada fora da pista, ou na própria pista, quando o carro distribuidor estiver dotado de uma calha, colocada abaixo da barra, para recolher o ligante betuminoso.

5.8. Controle Geométrico

O controle geométrico, no tratamento superficial, deverá constar de uma verificação do acabamento da superfície. Esta será feita com duas réguas, uma de 1,00 m e outra de 3,00 m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder 0,5 cm, quando verificada com qualquer das duas réguas.

5.9. Controle de Recebimento

5.9.1. Aceitação do Controle Tecnológico

Os serviços executados serão aceitos, sob o ponto de vista tecnológico, desde que sejam atendidas as seguintes condições:

a) Os equipamentos tenham sido devidamente aferidos, e mantenham adequadas condições de funcionamento ao longo da obra;

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS BETUMINOSOS

- b)** Os valores de viscosidade e ponto de fulgor do cimento asfáltico estejam de acordo com os valores especificados pela ABNT, e o referido produto não produza espuma quando aquecido a 175° C;
- c)** A adesividade do ligante ao agregado seja julgada satisfatória;
- d)** A granulometria dos agregados estejam contidas nas faixas de trabalho adotadas;
- e)** As agregados atendam aos requisitos de resistência à abrasão, durabilidade e lamelaridade especificados;
- f)** A quantidade de ligante, por aplicação, fique no intervalo $\pm 15\%$, em relação à taxa de dosagem. Para a taxa total, admite-se tolerância de $\pm 8\%$ em relação ao projeto;
- g)** A quantidade total de agregado mineral situe-se no intervalo de $\pm 15\%$, em relação à taxa de dosagem;
- h)** Quando ocorrer variação para mais, na taxa de agregado mineral, é necessário que a quantidade de ligante também seja acrescida, em proporção equivalente.

5.9.2. Aceitação do Controle Geométrico e de Acabamento

O serviço executado será aceito, à luz do controle geométrico e de acabamento, desde que o acabamento do serviço, apreciado em bases visuais, for julgado satisfatório pela Fiscalização;

6. OBSERVAÇÕES DE ORDEM GERAL

- a)** Durante todo o tempo que durar a construção, até o recebimento do tratamento superficial betuminoso, os materiais e os serviços serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da empreiteira a responsabilidade desta conservação.
- b)** Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupção de vias, exigidas pela Fiscalização visando a segurança, serão de responsabilidade da empreiteira.

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS BETUMINOSOS

7. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

7.1. Medição

Todos os tipos de tratamento superficial serão medidos através da área executada, em metros quadrados.

7.2. Pagamento

O preço remunera os custos unitários de todas as operações e encargos para a execução do tratamento superficial betuminoso incluindo o armazenamento, perdas e transporte do material betuminoso, dos tanques de estocagem à pista, bem como a produção e o transporte dos agregados.

8. BIBLIOGRAFIA

- 8.1. Especificações Técnicas da PMSJC.
- 8.2. Especificações Técnicas do DURSARP.
- 8.3. Manual de Normas do DER-SP.
- 8.4. Manual de Normas do DNER.
- 8.5. Manual de Normas da P.M.S.P..
- 8.6. Larsen, Johannes- "Tratamento Superficial na Construção e Conservação de Rodovias" - ASFALTO IPIRANGA - MARÇO DE 1981.
- 8.7. Leite,Daltro Barbosa; "Tratamentos Superficiais Betuminosos - Noções Gerais e Métodos de Dosagem" Instituto de Pesquisas Rodoviárias- 1964.

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS BETUMINOSOS

FAIXAS GRANULOMÉTRICAS

PENEIRA (EM-4 / PMSP)		% em peso que passa						
		FAIXAS						
mm	pol	A	B	C	D	E	F	G
38	1 1/2	100						
25	1	90-100	100					
19	3/4	20-55	90-100	100				
12,5	1,2	0-10	20-55	90-100	100	100		
9,5	3/8	0- 5	0-15	40- 75	90-100	90-100	100	
4,8	n° 4	-	-	0- 15	0- 20	10-30	75-100	100
2,4	n° 8	-	-	0 - 5	0 - 5	0 - 8	0 - 10	45-100
0,42	n° 40	-	-	-	-	-	-	15-100
0,074	n°200	0 - 2	0 - 2	0 - 2	0 - 2	0 - 2	0 - 2	0 -10

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS SIMPLES E DUPLO
COM CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO
QUANTIDADES APROXIMADAS DE MATERIAIS EM l/m².

SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES	TIPOS DE TRATAMENTO					
	SIMPLES			DUPLO		
	1D	1E	1F	2DF	2CE	2BD
1a. Camada						
Asfalto	1,0	0,9	0,8	1,0	1,2	1,40
Agregado F			8,5			
Agregado E		8,5				
Agregado D	8,5			9,0		
Agregado C					12,0	
Agregado B						15,0
2a. Camada						
Asfalto				0,8	0,9	1,3
Agregado F				5,0		
Agregado E					6,0	
Agregado D						8,0
TOTAIS						
Asfalto	1,0	0,9	0,8	1,8	2,1	2,7
Agregado	8,5	8,5	8,5	14,0	18,0	23,0

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS BETUMINOSOS

**TRATAMENTOS SUPERFICIAIS TRIPLOS E QUÁDRUPLOS
COM CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO
QUANTIDADES APROXIMADAS DE MATERIAIS EM l/m².**

SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES	TIPOS DE TRATAMENTO		
	TRIPLOS		QUÁDRUPLOS
	3BDF	3ACE	4ACEG
1a. Camada			
Asfalto	1,1	1,6	1,6
Agregado B	14,0	-	-
Agregado A	-	18,0	18,0
2a. Camada			
Asfalto	1,0	1,1	1,1
Agregado D	7,0	-	-
Agregado C	-	9,0	9,0
3a. Camada			
Asfalto	0,8	0,9	0,8
Agregado E	-	5,0	4,5
Agregado F	4,0	-	-
4a. Camada			
Asfalto	-	-	0,7
Agregado G	-	-	3,0
TOTAIS			
Asfalto	2,9	3,6	4,2
Agregado	25,0	32,0	34,5

NOTA: Esta tabela foi adaptada da Especificação DER -SP 3.10

CAMADAS DE PRÉ-MISTURADO À QUENTE

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução de camadas constituídas de misturas betuminosas do tipo pré-misturado à quente, em obras sob a jurisdição da Prefeitura do Município de São José dos Campos.

1. DESCRIÇÃO

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte e descarga e a usinagem de materiais, mão-de-obra e equipamentos necessários a execução e ao controle de qualidade de camadas de pré-misturado à quente (**PMQ**).

Pré-Misturado usinado à quente é uma mistura betuminosa executada em usina apropriada, composta de agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente.

De acordo com a posição relativa e a função na estrutura, a mistura de pré-misturado à quente deverá atender a características especiais em sua formulação, recebendo geralmente as seguintes designações:

- Camada de rolamento: camada destinada a receber diretamente a ação do tráfego. A mistura empregada deverá apresentar estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego, mesmo sob condições climáticas e geométricas adversas.

- Camada de ligação ou "binder": camada posicionada logo abaixo da de rolamento. Geralmente apresenta uma maior percentagem de vazios e menor consumo de ligante, em relação à camada de rolamento.

- Camada de nivelamento ou "reperfilagem": camada executada com massa asfáltica de graduação fina, com função de corrigir deformações ocorrentes na superfície de um antigo revestimento e, simultaneamente, promover a selagem de fissuras existentes.

2. MATERIAIS

2.1. Materiais Asfálticos

É recomendado o emprego de cimento asfáltico de petróleo do tipo CAP-20 e CAP-55, atendendo as exigências contidas na EB 78/70 da ABNT/IBP. O emprego de outros tipos de cimentos asfálticos especificados pela ABNT poderão ser admitidos, desde que aprovado pela fiscalização.

CAMADAS DE PRÉ-MISTURADO À QUENTE

2.2. Agregados

2.2.1. Agregado Graúdo

O agregado graúdo, assim considerado o retido na peneira 4,8 mm (nº 4) será constituído por pedra britada de granito ou gnaisses, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:

- a) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos (DNER-ME 89-64), os agregados deverão apresentar perdas inferiores a 12%;
- b) Para o agregado retido na peneira 2,0 mm (nº 10), a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão "Los Angeles" (ME-23 / PMSP) não deverá ser superior a 40%;
- c) Deve apresentar boa adesividade com material asfáltico. Caso isto não ocorra, deve ser empregado um melhorador de adesividade;
- d) A percentagem de grãos de forma lamelar, determinada como indicado abaixo, não poderá ser superior a 20%;

$$l + 1,25g \geq 6 e$$

onde:

- l - maior dimensão de grão;
- e - afastamento mínimo de dois planos paralelos, entre os quais pode ficar contido o grão;
- g - a média das aberturas de duas peneiras, entre as quais fica retido o grão.
- e) A percentagem de grãos defeituosos (conchoidais, de alteração de rocha, esféricos e etc.) não deverá ser superior a 5%.

2.2.2. Agregado Miúdo

O agregado miúdo, assim considerado o que passa na peneira 4,8 mm (nº 4) , será constituído por areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos, apresentando partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Deverão ser atendidos, ainda, os seguintes requisitos:

- a) O equivalente de areia (DNER-ME 54-63) de cada fração componente do agregado miúdo (pó-de-pedra e/ou areia) deverá ser igual ou superior a 55%;
- b) É vedado o emprego de areia proveniente de depósitos em barrancas de rios.

2.2.3. Melhorador de Adesividade

A necessidade do emprego de melhorador de adesividade deverá ser avaliada através de ensaio de adesividade (ME-4 / PMSP).

CAMADAS DE PRÉ-MISTURADO À QUENTE

2.3. Composição da Mistura

A faixa granulométrica a ser utilizada deverá ser selecionada em função da utilização prevista para o pré-misturado à quente.

A composição da mistura deverá satisfazer os requisitos do quadro a seguir:

PENEIRA (ME-4 / PMSP)		% EM PESO QUE PASSA		
		I	II	III
19 mm	(3/4")	100		
12,5 mm	(1/2")	85-100	100	
9,52 mm	(3/8")	75-100	92-100	100
4,8 mm	Nº 4	50-85	74-90	75-100
2,0 mm	Nº 10	30-75	35-60	50-90
0,42 mm	Nº 40	15-40	30-50	20-50
0,175 mm	Nº 80	8-30	16-32	7-28
0,075 mm	Nº 200	5-10	6-12	3-10
UTILIZAÇÃO COMO		LIGA- ÇÃO E ROLAM.	ROLAM.	REPERFI- LAGEM
TIPO DE TRÁFEGO		LEVE	MUITO - LEVE A MÉDIO	QUAL- QUER
ASFALTO SOLÚVEL NO CS 2 (%)		4,5 a 6,5	5,5 a 7,5	4,5 a 7,0
ESPESSURA COMPACTADA (cm)		3,0 a 5,0		1,0 a 2,5

Nota: A Faixa I é a Faixa C do DNER-ES-P 22/71

Deverão ser obedecidos, ainda, os seguintes requisitos:

a) A faixa a ser usada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo seja igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada de revestimento;

b) A espessura da camada compactada, a ser executada de uma única vez, deverá situar-se entre 1,5 a 3,0 vezes o diâmetro máximo da mistura de agregados;

c) A fração retida entre duas peneiras consecutivas, com exceção das duas de maior malha de cada faixa, não deverá ser inferior a 4% do total;

d) As granulometrias dos agregados miúdos (fração < 2,0 mm) deverão ser obtidas por "via lavada";

e) As condições obtidas no ensaio Marshall (ME-42 / PMSP) para a estabilidade, fluência, % de vazios e relação betume-vazios deverão atender aos seguintes limites:

CAMADAS DE PRÉ-MISTURADO À QUENTE

ITEM / TRÁFEGO (P-01 / PMSP)	MUITO LEVE A MÉDIO (N TÍPICO: 10⁴ A 10⁶)
Nº DE GOLPES / FACE	50
ESTABILIDADE (Kgf)	400 - 1000
FLUÊNCIA (2,54 mm)	8 - 18
% DE VAZIOS TOTAIS	
• REPERFILAGEM	3 a 5
• LIGAÇÃO	4 a 7
• ROLAMENTO	3 a 5
RELAÇÃO BETUME / VAZIOS (%)	
• REPERFILAGEM	75 a 82
• LIGAÇÃO	65 a 72
• ROLAMENTO	75 a 82

Valores de estabilidade superiores ao limite máximo aqui estabelecido poderão se admitidos, desde que a compatibilidade elástica da estrutura, verificada através de análise mecânica, não seja comprometida.

3. EQUIPAMENTO

Todo equipamento deverá ser inspecionado pela Fiscalização, devendo dela receber aprovação, sem o que não será dada a autorização para o início dos serviços. Caso necessário, a Fiscalização poderá exigir a vistoria do equipamento por engenheiro mecânico ou técnico qualificado.

3.1. Depósito para Cimento Asfáltico

Os depósitos para o cimento asfáltico deverão ser capazes de aquecer o material, conforme as exigências técnicas estabelecidas, atendendo aos seguintes requisitos:

- a) O aquecimento deverá ser efetuado por meio de serpentinas a vapor, óleo, eletricidade ou outros meios, de modo a não haver contato direto de chamas com o depósito;
- b) O sistema de circulação do cimento asfáltico deverá garantir a circulação desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação;
- c) Todas as tubulações e acessórios deverão ser dotados de isolamento térmico, a fim de evitar perdas de calor;
- d) A capacidade dos depósitos de cimento asfáltico deverá ser suficiente para o atendimento de, no mínimo, três dias de serviço.

CAMADAS DE PRÉ-MISTURADO À QUENTE

3.2. Depósitos para Agregados (Silos)

- a) Os silos deverão ser divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações dos agregados;
- b) Cada compartimento deverá possuir dispositivos adequados de descarga, possíveis de regulagem;
- c) O sistema de alimentação deverá ser sincronizado, de forma a assegurar a adequada proporção dos agregados frios e a constância de alimentação;
- d) Em conjunto, a capacidade de armazenamento dos silos deverá ser, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador.

3.3. Usinas para Misturas Asfálticas

- a) A usina utilizada deverá apresentar condições de produzir misturas betuminosas uniformes, devendo ser totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos antes do início da produção. Preferencialmente, serão empregadas usinas gravimétricas;
- b) A usina empregada deverá ser equipada com unidade classificadora de agregados após o secador, a qual distribuirá o material para os silos quentes;
- c) As balanças utilizadas nas usinas gravimétricas para pesagem de agregados e para pesagem do ligante asfáltico, devem apresentar precisão de 0,5%, quando aferidas através do emprego de massa-padrão. São necessários, no mínimo, 10 (dez) massa padrão, cada qual com $25 \text{ kg} \pm 15 \text{ g}$;
- d) O sistema de coleta do pó deverá ser comprovadamente eficiente, a fim de minimizar os impactos ambientais. O material fino coletado deverá ser devolvido, no todo ou em parte, ao misturador;
- e) O misturador deverá ser do tipo "pugmill", com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis e removíveis, devendo possuir dispositivo de descarga de fundo ajustáveis e controlador do ciclo completo da mistura;
- f) A usina deverá ser equipada com os seguintes sistemas de controle de temperatura:
 - Um termômetro de mercúrio, com escala em "dial", pirômetro elétrico ou outros instrumentos termométricos adequados, colocados na descarga do secador e em cada silo quente, para registrar a temperatura dos agregados;
 - Um termômetro com proteção metálica e graduação de 90° a 120°C , instalado na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga no misturador;
- g) Especial atenção deverá ser conferida à segurança dos operadores da usina, particularmente no que tange à eficácia dos corrimãos das plataformas e escadas, à proteção de peças móveis e à de circulação dos equipamentos de alimentação de silos e transporte da mistura.

CAMADAS DE PRÉ-MISTURADO À QUENTE

3.4. Caminhões para Transporte da Mistura

O transporte da mistura betuminosa deverá ser efetuada através de caminhões basculantes com caçambas metálicas, providas de lona para proteção da mistura.

3.5. Equipamentos para Distribuição

a) A distribuição da mistura betuminosa será normalmente efetuada através de acabadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura do alinhamento, cotas e abaulamento requeridos;

b) A acabadora deverá ser preferencialmente equipada com esteiras metálicas para sua locomoção. O uso de acabadoras de pneus só será admitido se for comprovado que a qualidade do serviço não é afetada por variações na carga acabadora;

c) A acabadora deverá possuir, ainda:

- sistema composto por parafuso de rosca-sem-fim, capaz de distribuir adequadamente a mistura, em toda a largura da faixa de trabalho;
- sistema rápido e eficiente de direção, além de marchas para a frente e para trás;
- alisadores, vibradores e dispositivos para seu aquecimento à temperatura especificada, de modo que não haja irregularidade na distribuição da massa;

3.6. Equipamento para Compressão

a) A compressão da mistura betuminosa será efetuada pela ação combinada de rolo de pneumáticos e rolo liso tandem, ambos autopropelidos;

b) O rolo pneumático deverá ser dotado de dispositivos que permitam a mudança automática da pressão interna dos pneus, na faixa de 35 a 120 lb/pol². É obrigatória a utilização de pneus uniformes, de modo a se evitar marcas indesejáveis na mistura comprimida;

c) O rolo compressor de rodas metálicas lisas, tipo tandem, deverá ter peso compatível com a espessura da camada;

d) O emprego de rolos lisos vibratórios poderá ser admitido, desde que a frequência e a amplitude vibratório possa ser ajustadas às necessidades do serviço, e que sua utilização tenha sido comprovada em serviços similares;

e) Em qualquer caso, os equipamentos utilizados deverão ser eficientes no que tange à obtenção das densidades, preconizadas para a camada, no período em que a mistura se apresentar em condições de temperatura que lhe assegurem adequada trabalhabilidade.

CAMADAS DE PRÉ-MISTURADO À QUENTE

3.7. Ferramentas e Equipamentos Acessórios

Serão utilizados, complementarmente, os seguintes equipamentos e ferramentas:

- a) Soquetes mecânicos ou placas vibratórias, para a compressão de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;
- b) Pás, enxadas, garfos, rodos e ancinhos, para operações complementares.

4. EXECUÇÃO

4.1. Considerações Gerais

As seguintes recomendações de ordem geral são aplicáveis a execução do **PMQ**:

- a) No caso do uso de camada de rolamento esbelta (inferior a 5 cm) em pavimento cuja a base é granular (Brita Graduada, Macadame Hidráulico, etc.), deverá ser executado um tratamento superficial simples de acordo com a PMSJC/SP ES-P 08/92, sobre a base previamente impermeabilizada. Este tratamento visa melhorar as condições da interface da base com a camada de rolamento;
- b) Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva;
- c) A camada de rolamento deve ser confinada lateralmente pela borda superior biselada (chanfrada) da sarjeta, com a finalidade de evitar trincamento próximo a borda;
- d) No caso de desdobramento da espessura total de pré-misturado à quente em duas camadas, a pintura de ligação entre estas poderá ser dispensada, se a execução da segunda camada ocorrer logo após à execução da primeira.

4.2. Preparo da Superfície

- a) A superfície que irá receber a camada de pré-misturado à quente deverá apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais;
- b) Eventuais defeitos existentes deverão ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura;
- c) A pintura de ligação deverá apresentar película homogênea e promover adequadas condições de aderência, quando da execução do pré-misturado à quente. Se necessário, nova pintura de ligação deverá ser aplicada, previamente à distribuição da mistura;

CAMADAS DE PRÉ-MISTURADO À QUENTE

4.3. Produção do Pré-Misturado à Quente

a) O pré-misturado à quente deverá ser produzido em usina apropriada, que atenda aos requisitos apresentados no item 3.3 desta especificação. A usina deverá ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura;

b) A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico empregado deverá ser, necessariamente, determinada em função da relação temperatura x viscosidade do ligante. A temperatura mais conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta viscosidade Saybolt-Furol na faixa de 75 a 95 segundos, admitindo-se no entanto, viscosidade situada no intervalo de 75 a 150 segundos;

c) Não é permitido o aquecimento do cimento asfáltico acima de 177°C;

d) A temperatura de aquecimento dos agregados, medida nos silos quentes, deverá ser de 5 a 10°C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere a 187°C;

e) A produção de pré-misturado à quente e a frota de veículos de transporte deverão assegurar a operação contínua da vibroacabadora.

4.4 Transporte do Pré-Misturado à Quente

a) O pré-misturado à quente será transportado da usina ao local de aplicação, em caminhões basculantes com caçambas metálicas;

b) A aderência da mistura às chapas da caçamba será evitada mediante a aspersão prévia de solução de cal (uma parte de cal para três de água) ou água e sabão. Em qualquer caso, o excesso de solução deverá ser retirado, antes do carregamento da mistura, basculando-se a caçamba;

c) As caçambas dos veículos serão cobertas com lonas impermeáveis durante o transporte, de forma a proteger a massa asfáltica quanto à ação de chuvas ocasionais, eventual contaminação por poeira, especialmente, perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.

4.5. Distribuição da Mistura

a) A distribuição do pré-misturado à quente somente será permitida quando a temperatura ambiental se encontrar acima de 10°C, e com tempo não chuvoso;

b) A temperatura da mistura, no momento da distribuição, não deverá ser inferior a 120°C;

c) Para o caso de emprego de pré-misturado à quente como camada de rolamento ou de ligação, a mistura deverá ser distribuída por uma ou mais acabadoras, atendendo aos requisitos anteriormente especificados;

d) Deverá ser assegurado, previamente ao início dos trabalhos, o conveniente aquecimento da mesa alisadora da acabadora, à temperatura compatível com a da massa a ser distribuída. Observar que o sistema de aquecimento destina-se exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora, e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia;

CAMADAS DE PRÉ-MISTURADO À QUENTE

e) Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas deverão ser corrigidas de imediato, pela adição manual de massa, sendo o espalhamento desta efetuado por meio de ancinhos e/ou rodos metálicos. Esta alternativa deverá ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço;

f) Para o caso de distribuição de massa asfáltica de graduação "fina" em serviços de reperfilagem, será empregada motoniveladora, observando-se a temperatura mínima para distribuição de 120°C.

4.6. Compressão

a) A compressão da mistura betuminosa terá início imediatamente após a distribuição da mesma;

b) A fixação da temperatura de rolagem está condicionada à natureza da massa e às características do equipamento utilizado. Como norma geral, deve-se iniciar a compressão à temperatura mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, temperatura essa fixada experimentalmente, em cada caso;

c) A prática mais freqüente de compactação de misturas betuminosas usinadas à quente contempla o emprego combinado de rolo de pneumáticos de pressão regulável e rolo metálico tandem de rodas lisas, de acordo com as seguintes premissas:

- Inicia-se a rolagem com o rolo pneumático atuando com baixa pressão;
- À medida que a mistura for sendo compactada, e com o conseqüente crescimento de sua resistência, seguem-se coberturas, com incremento gradual da pressão do pneu;
- A compactação final será efetuada com o rolo metálico tandem de rodas lisas, quando então a superfície da mistura deverá apresentar-se bem desempenada;
- O número de coberturas de cada equipamento será definido experimentalmente, de forma a se atingir as condições de densidade previstas, enquanto a mistura se apresentar com trabalhabilidade adequada.

d) As coberturas dos equipamentos de compressão utilizados deverão seguir as seguintes orientações gerais:

- A compressão será executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal, e progredindo no sentido do ponto mais alto;
- Em cada passada, o equipamento deverá recobrir, ao menos, a metade da largura rolada na passada anterior;

e) A compressão através do emprego de rolo vibratório de rodas lisas, quando admitida pela Fiscalização, deverá ser testada experimentalmente, na obra, de forma a permitir a definição dos parâmetros mais apropriados à sua aplicação (número de coberturas, freqüência e amplitude da vibrações). As regras clássicas de compressão de misturas betuminosas, anteriormente estabelecidas, permanecem no entanto inalteradas;

f) As espessuras máximas de cada camada individual, após compressão, deverão ser definidas na obra pela Fiscalização, em função das características de trabalhabilidade da mistura e da eficiência do processo de compressão, porém nunca deverão ser superior a 7,5 cm, e nem inferiores a 3 cm.

CAMADAS DE PRÉ-MISTURADO À QUENTE

4.7. Juntas

O processo de execução das juntas transversais e longitudinais, deverá assegurar adequadas condições de acabamento.

4.8. Abertura ao Tráfego

A camada de pré-misturado à quente recém-acabada somente será liberada ao tráfego após o seu completo resfriamento.

5. CONTROLE

5.1. Controle Tecnológico de Materiais

Este controle abrange os ensaios e determinações para verificar se as condições dos materiais, exigidos no projeto estão sendo atendidas.

5.1.1. Cimento Asfáltico

a) Para todo carregamento que chegar à obra, serão realizados os seguintes ensaios:

- Um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol (ME-31 / PMSP);
- Um ensaio de ponto de fulgor (ME-27 / PMSP);
- Aquecimento do ligante a 175°C, para observar se há formação de espuma.

b) Para os três primeiros carregamentos, e posteriormente a cada dez carregamentos, serão executados ensaios de viscosidade Saybolt-Furol, a várias temperaturas (no mínimo três valores), que permitam o traçado da curva "viscosidade-temperatura", (Sugere-se três valores: 120°, 145° e 177°C);

c) Para cada conjunto de vinte carregamentos, será coletada uma amostra do cimento asfáltico utilizado, para execução de ensaios completos, previstos na especificação da ABNT.

5.1.2. Agregados

a) Diariamente será feita inspeção à britagem e aos depósitos, visando garantir que os agregados estejam limpos, isentos de pó e outras contaminações prejudiciais;

b) Quando se constar alteração mineralógica (visual) na bancada da pedreira em exploração, e no mínimo uma vez por mês, deverão ser executados:

- Três ensaios de abrasão "Los Angeles" (ME-23 / PMSP);

CAMADAS DE PRÉ-MISTURADO À QUENTE

- Três ensaios de durabilidade (DNER-ME 89-64);
- Três ensaios de adesividade (ME-24 / PMSP).

c) Diariamente, serão realizados dois ensaios de granulometria de cada agregado empregado, e dois ensaios de equivalente de areia, para o agregado miúdo;

d) Para o agregado miúdo, será realizado, para cada dia de trabalho, um ensaio de equivalente de areia (DNER-ME 54-63);

e) Serão realizados, ainda, para amostras de agregados coletadas nos silos quentes, dois ensaios de granulometria por "via lavada" (ME-20 / PMSP), por dia de trabalho.

5.1.3. Melhorador de Adesividade

A eficácia do melhorador de adesividade, quando utilizado, deverá ser verificada pela execução de três ensaios de adesividade (ME-24 / PMSP), no início da obra e sempre que forem constatadas mudanças no agregado.

5.2. Controle da Execução

5.2.1. Controle de Temperatura

a) O controle de temperatura, durante a produção de massa, compreenderá as leituras de temperaturas, envolvendo:

- Agregado nos silos quentes;
- O cimento asfáltico, antes da entrada do misturador;
- A massa asfáltica, nos caminhões carregados na usina.

b) O controle de temperatura, na pista, envolverá a leitura de temperatura:

- Em cada caminhão que chega à pista;
- Na massa asfáltica distribuída, no momento do espalhamento e no início da compressão.

5.2.2 Controle da Quantidade de Ligante e da Graduação da Mistura de Agregados

Para cada 200 t de massa, e ao menos uma vez por dia de trabalho, será coletada, imediatamente após a passagem da acabadora, uma amostra da mistura distribuída. Cada amostra será submetida aos seguintes ensaios:

a) Extração de betume (DNER-ME 53-63 ou, preferencialmente, ensaio de extração por refluxo - "Soxhlet" de 1000 ml);

CAMADAS DE PRÉ-MISTURADO À QUENTE

b) Análise granulométrica da mistura de agregados resultante das extrações (ME-20 / PMSP), e com amostras representativas de no mínimo 1000 g.

5.2.3. Controle das Características de Estabilidade e Fluência da Mistura

a) Para cada 400 t de massa, e ao menos uma vez por dia de trabalho, será coletada, imediatamente após a passagem da acabadora, uma amostra da mistura distribuída, com a qual serão moldados três corpos de prova Marshall, com a energia de compactação especificada;

b) Cada corpo de prova será submetido a rompimento na prensa Marshall, determinando-se a estabilidade e a fluência.

5.2.4. Controle da Compressão da Mistura

a) A cada 100 t de massa compactada, será obtida uma amostra indeformada extraída com sonda rotativa ($\varnothing = 4''$), em local correspondente, aproximadamente, à trilha de roda externa. Um destes pontos deverá, necessariamente, coincidir com o ponto de coleta de amostras para extração de betume e moldagem de corpos de prova Marshall, descrito em 5.2.2 e 5.2.3;

b) De cada amostra extraída com sonda rotativa, será determinada a respectiva massa específica aparente (ME-45 / PMSP), estabilidade e fluência Marshall (ME-42 / PMSP);

c) Comparando-se os valores obtidos para as massas específicas aparentes dos corpos de prova extraídas com rotativa e a massa específica aparente da dosagem, serão determinados os correspondentes graus de compactação.

5.2.5. Controle Geométrico e de Acabamento

5.2.5.1. Controle de Espessura

A espessura da camada de pré-misturado à quente será avaliada nos corpos de prova extraída com sonda rotativa, ou pelo nivelamento da seção transversal, antes e depois do espalhamento da mistura. Neste último caso, serão nivelados cinco pontos para as camadas de rolamento ou "binder" (eixo, bordos e dois pontos intermediários) e sete pontos para as camadas de reperfilagem (eixo, bordos e trilhas de roda).

5.2.5.2. Controle de Acabamento da Superfície

As condições de acabamento da superfície serão apreciadas pela fiscalização, em bases visuais. Em particular, serão avaliadas as condições de desempenho da camada, a quantidade das juntas executadas e a inexistência de marcas decorrentes de má qualidade da distribuição e/ou de compressão inadequada.

Durante a execução deverá ser feito diariamente um controle de acabamento da superfície do revestimento, com o auxílio de duas régua, uma de 3,0 m e outra de 0,90 m, colocadas em ângulo

CAMADAS DE PRÉ-MISTURADO À QUENTE

reto e paralelamente ao eixo da pista, respectivamente. A variação da superfície entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das régua.

5.3. Controle de Recebimento

5.3.1. Recebimento com Base no Controle Tecnológico dos Materiais

5.3.1.1. Cimento Asfáltico

O cimento asfáltico recebido no canteiro será aceito, desde que atendidos os seguintes requisitos:

- a) Os valores de viscosidade, e ponto de fulgor, estejam de acordo com os valores especificados pela PMSJC;
- b) O material não produza espuma, quando aquecido a 175°C;
- c) Para cada conjunto de vinte carregamentos, os resultados dos ensaios de controle de qualidade do CAP, previsto na especificação da PMSJC, sejam julgados satisfatórios.

5.3.1.2. Agregados

O agregado graúdo e o agregado miúdo utilizados serão aceitos, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) O agregado graúdo atenda aos requisitos do item 2.2.1. desta especificação no que tange à abrasão "Los Angeles", durabilidade e percentagem de grãos defeituosos;
- b) O agregado miúdo atenda aos requisitos do item 2.2.2. desta especificação no que se refere aos ensaios de equivalente de areia e durabilidade;
- c) As variações ocorridas nas granulometrias, com amostras coletadas nos silos quentes, estejam contidas dentro dos limites estabelecidos.

5.3.1.3. Melhorador de Adesividade

- a) O melhorador de adesividade, quando utilizado, deverá produzir "adesividade satisfatória", no ensaio (ME-24 / PMSP);
- b) A quantidade, a forma de incorporação ao cimento asfáltico e o tempo de circulação deverão estar de acordo com os critérios estabelecidos pela Fiscalização.

CAMADAS DE PRÉ-MISTURADO À QUENTE

5.3.2. Recebimento com Base no Controle de Execução

5.3.2.1. Temperaturas

a) A produção da mistura betuminosa será aceita, com vistas ao controle de temperaturas, se:

- As temperaturas medidas na linha de alimentação do cimento asfáltico, efetuado ao longo do dia de produção, encontrarem-se situadas na faixa desejável, definida em função da curva "viscosidade x temperatura" do ligante empregado. Constantes variações ou desvios significativos em relação à faixa de temperatura desejável indicam a necessidade de suspensão temporária do processo de produção, providenciando-se os necessários ajustes;

- Temperaturas do cimento asfáltico superiores a 177°C ou dos agregados superiores a 187°C, implicam na rejeição da massa produzida;

- Temperaturas de cimento asfáltico inferiores a 120°C, ou dos agregados inferiores a 125°C, igualmente implicam na condenação do "traço" produzido;

b) A massa asfáltica chegada à pista será aceita, sob o ponto de vista de temperatura, se:

- A temperatura medida no caminhão não for menor do que o limite inferior da faixa de temperatura prevista para a mistura na usina, menos 15°C, e nunca inferior a 120°C;

- A temperatura da massa, no decorrer da rolagem, propicie adequadas condições de compressão tendo em vista o equipamento utilizado, e o grau de compactação objetivado.

5.3.2.2. Quantidade de Ligante e Graduação da Mistura de Agregados

a) A quantidade de cimento asfáltico obtida pelo ensaio de extração por refluxo "SOXHLET", em amostras individuais, não deverá variar, em relação ao teor de projeto, de mais do que 0,3%, para mais ou para menos. A média aritmética obtida, para conjuntos de 9 (nove) valores individuais, não deverá, no entanto, ser inferior ao teor de projeto;

b) Durante a produção, a granulometria da mistura poderá sofrer variações em relação à curva de projeto, respeitadas as seguintes tolerâncias e os limites da faixa granulométrica adotada:

PENEIRA DE MALHAS QUADRADAS (EM-4 / PMSP)	% PASSANDO EM PESO
9,5 a 19 mm (3/8" a 1 1/2")	± 7
0,42 a 4,8 mm n° 40 a n° 4	± 5
0,175 mm n° 80	± 3
0,075 mm n° 200	± 2

5.3.2.3. Características de Estabilidade e Fluência da Mistura

a) Os valores de % de vazios, vazios do agregado mineral, relação betume-vazios, estabilidade e fluência Marshall, deverão atender ao prescrito no item 2.3., alínea e);

CAMADAS DE PRÉ-MISTURADO À QUENTE

b) A eventual ocorrência de valores que não atendam ao especificado, poderá resultar na não aceitação do serviço. As falhas ocorrentes deverão ser corrigidas mediante ajustes racionais na formulação do traço e/ou no processo executivo.

5.3.2.4. Compressão

No que diz respeito ao grau de compactação haverá aceitação se:

- a) Não for obtido nenhum valor inferior a 100%;
- b) For satisfeita a relação seguinte:

$$\bar{X} - K \times S \geq 100\%$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad e \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{(N-1)}}$$

N - nº de determinação efetuadas;

K - coeficiente indicado na Tabela valor do coeficiente "K" folhas 17;

Xi - valores individuais da amostra.

5.3.3. Recebimento com Base no Controle Geométrico

Os serviços executados serão aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) Quanto à espessura da camada acabada:

- A espessura média determinada estatisticamente deverá situar-se no intervalo de ± 5%, em relação à espessura prevista em projeto;

- A determinação estatística da espessura média da camada é efetuada pela expressão seguinte:

$$e = \bar{X} - \frac{K * S}{N}$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad e \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{(N-1)}}$$

CAMADAS DE PRÉ-MISTURADO À QUENTE

N - nº de determinações efetuadas;

K - coeficiente indicado na Tabela valor do c "**K**"
folha 18;

S - desvio padrão.

- Não serão tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de $\pm 10\%$, em relação à espessura prevista em projeto;

b) Eventuais regiões em que se constate deficiência de espessura serão objeto de amostragem complementar, através de novas extrações de corpos de prova com sonda rotativa. As áreas deficientes, devidamente delimitadas, deverão ser reforçadas, às expensas da executante.

5.3.4. Aceitação do Acabamento

O serviço será aceito, sob o ponto de vista de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

a) As juntas executadas apresentem-se homogêneas, em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e saliências;

b) A superfície presente-se desempenada, não ocorrendo:

- marcas indesejáveis do equipamento de compressão
- ondulações decorrentes de variações na carga da vibroacabadora.

6. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTOS

6.1. Medição

A medição do serviço de pré-misturado à quente, executado e recebido na forma descrita, será medido e pago por volume de mistura aplicada e compactada, expressa em metro cúbico (m³), para qualquer uma das camadas, ou seja, camada de rolamento, camada de ligação ou de nivelamento.

6.2. Pagamento

O pagamento será feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representará a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

CAMADAS DE PRÉ-MISTURADO À QUENTE

7. BIBLIOGRAFIA

- 7.1. Manual de Normas da P.M.S.P.
- 7.2. Especificações Técnicas da P.M.S.J.C.
- 7.3. Manual de Normas do DER-SP.
- 7.4. Manual de Normas do DNER.

**VALOR DO COEFICIENTE "K"
PARA CONTROLE ESTATÍSTICO DO GRAU DE COMPACTAÇÃO**

N	K	N	K	N	K
3	1,05	10	0,77	30	0,66
4	0,95	12	0,75	40	0,64
5	0,89	14	0,73	50	0,63
6	0,85	16	0,71	100	0,60
7	0,82	18	0,70	∞	0,52
8	0,80	20	0,69	-	-
9	0,78	25	0,67	-	-

Condição necessária:

$$\bar{X} - K \times S \geq L$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{(N-1)}}$$

N - número de elementos da amostra;

Xi - valores individuais da amostra;

L - valor limite especificado na amostra.

CAMADAS DE PRÉ-MISTURADO À QUENTE

**VALOR DO COEFICIENTE "K"
PARA CONTROLE ESTATÍSTICO DA ESPESSURA DA CAMADA**

N	K	N	K	N	K
3	1,88	10	1,38	30	1,31
4	1,63	12	1,36	40	1,30
5	1,53	14	1,35	50	1,29
6	1,47	16	1,34	100	1,28
7	1,44	18	1,33	∞	1,28
8	1,41	20	1,33	-	-
9	1,40	25	1,32	-	-

Condição necessária:

$$e = \bar{X} - \frac{K}{N}$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{(N-1)}}$$

N - número de elementos da amostra;

X_i - valores individuais da amostra;

e - valor especificado na norma.

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução de camadas constituídas de misturas betuminosas do tipo concreto betuminoso usinado à quente, em obras sob a jurisdição da Prefeitura do Município de São José dos Campos.

1. DESCRIÇÃO

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte e descarga e a usinagem de materiais, mão-de-obra e equipamentos necessários a execução e ao controle de qualidade de camadas de concreto betuminoso usinado à quente (**CBUQ**).

Concreto betuminoso usinado à quente é uma mistura betuminosa executada em usina apropriada, composta de agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente.

De acordo com a posição relativa e a função na estrutura, a mistura de concreto betuminoso deverá atender a características especiais em sua formulação, recebendo geralmente as seguintes designações:

- Camada de rolamento: camada destinada a receber diretamente a ação do tráfego. A mistura empregada deverá apresentar estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e condições de rugosidade que proporcionem segurança ao tráfego, mesmo sob condições climáticas e geométricas adversas.

- Camada de ligação ou "binder": camada posicionada logo abaixo da de rolamento. Geralmente apresenta uma maior percentagem de vazios e menor consumo de ligante, em relação à camada de rolamento.

- Camada de nivelamento ou "reperfilagem": camada executada com massa asfáltica de graduação fina, com função de corrigir deformações ocorrentes na superfície de um antigo revestimento e, simultaneamente, promover a selagem de fissuras existentes.

2. MATERIAIS

2.1. Materiais Asfálticos

É recomendado o emprego de cimento asfáltico de petróleo do tipo CAP-20 e CAP-55, atendendo as exigências contidas na EM-5 / PMSP. O emprego de outros tipos de cimentos asfálticos especificados pela ABNT poderão ser admitidos, desde que aprovado pela Fiscalização.

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

2.2. Agregados

2.2.1. Agregado Graúdo

O agregado graúdo, assim considerado o retido na peneira 4,8 mm (nº 4) será constituído por pedra britada de granito ou gnaisses, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:

a) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 89-64), os agregados deverão apresentar perdas inferiores a 12%;

b) Para o agregado retido na peneira 2,0 mm (nº 10), a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão "Los Angeles" (ME-23 / PMSP) não deverá ser superior a 40%;

c) Deve apresentar boa adesividade com material asfáltico. Caso isto não ocorra, deve ser empregado um melhorador de adesividade;

d) A percentagem de grãos de forma lamelar, determinada como indicado abaixo, não poderá ser superior a 20%;

$$l + 1,25g \geq 6 e$$

onde:

l - maior dimensão de grão;

e - afastamento mínimo de dois planos paralelos, entre os quais pode ficar contido o grão;

g - a média das aberturas de duas peneiras, entre as quais fica retido o grão.

e) A percentagem de grãos defeituosos (conchoidais, de alteração de rocha, esféricos e etc.) não deverá ser superior a 5%.

2.2.2. Agregado Miúdo

O agregado miúdo, assim considerado o que passa na peneira 4,8 mm (nº 4) , será constituído por areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos, apresentando partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Deverão ser atendidos, ainda, os seguintes requisitos:

a) O equivalente de areia (DNER-ME 54-63) de cada fração componente do agregado miúdo (pó-de-pedra e/ou areia) deverá ser igual ou superior a 55%;

b) É vedado o emprego de areia proveniente de depósitos em barrancas de rios.

2.2.3. Material de Enchimento ("Filler")

O material do enchimento deverá ser constituído por cimento Portland, cal extinta, pós calcários ou cinzas volantes. Quando da aplicação, o "filler" deverá estar seco e isento de grumos. A granulometria a ser atendida deverá obedecer aos seguintes limites:

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

PENEIRA (EM-4 / PMSP)	% EM PESO QUE PASSA
0,420 mm (Nº 40)	100
0,175 mm (Nº 80)	95 - 100
0,075 mm (Nº 200)	65 - 100

2.2.4. Melhorador de Adesividade

A necessidade do emprego de melhorador de adesividade deverá ser avaliada através de ensaio de adesividade (ME-24 / PMSP).

2.3. Composição da Mistura

A faixa granulométrica a ser utilizada deverá ser selecionada em função da utilização prevista para o concreto betuminoso.

A composição da mistura deverá satisfazer os requisitos do quadro a seguir:

PENEIRA (ME-4 / PMSP)	% EM PESO QUE PASSA				
	I	II	III	IV	V
50 mm (2")	100				
38 mm (1 1/2")	95-100	100			
25 mm (1")	75-100	95-100			
19 mm (3/4")	60-90	80-100	100		
12,5 mm (1/2")	-	-	85-100	100	
9,52 mm (3/8")	35-65	45-80	75-100	92-100	100
4,8 mm Nº 4	25-50	28-60	50-85	74-90	75-100
2,0 mm Nº 10	20-40	20-45	30-75	35-60	50-90
0,42 mm Nº 40	10-30	10-32	15-40	30-50	20-50
0,175 mm Nº 80	5-20	8-20	8-30	16-32	7-28
0,075 mm Nº 200	1-8	3-8	5-10	6-12	3-10
UTILIZAÇÃO COMO	LIGA- ÇÃO	LIGA- ÇÃO E ROLAM.	ROLAMENTO		REPERFI- LAGEM
TIPO DE TRÁFEGO (P-01 / PMSP)	QUALQUER		MÉDIO A PESADO	LEVE E MUITO - LEVE	QUAL- QUER
ASFÁLTO SOLÚVEL NO CS 2 (%)	3,5 a 5,0	4,0 a 5,5	4,5 a 6,5	5,5 a 7,5	4,5 a 7,0
ESPESSURA COMPACTADA (cm)	4,0 a 6,0		3,0 a 5,0		1,0 a 2,5

Nota: As Faixas I, II e III são as Faixas A, B e C do DNER-ES-P 22/71

Deverão ser obedecidos, ainda, os seguintes requisitos:

a) A faixa a ser usada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo seja igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada de revestimento;

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

b) A espessura da camada compactada, a ser executada de uma única vez, deverá situar-se entre 1,5 a 3,0 vezes o diâmetro máximo da mistura de agregados;

c) A fração retida entre duas peneiras consecutivas, com exceção das duas de maior malha de cada faixa, não deverá ser inferior a 4% do total;

d) As granulometrias dos agregados miúdos (fração < 2,0 mm) deverão ser obtidas por "via lavada";

e) Pelo menos 50% do material passando na peneira 0,074 mm (nº 200), deverá ser constituído de filler, no caso de mistura para a camada de rolamento e de reperfilagem;

f) As condições obtidas no ensaio Marshall (ME-42 / PMSP) para a estabilidade, fluência, % de vazios e relação betume-vazios deverão atender aos seguintes limites:

ITEM	TRÁFEGO (P-01 / PMSP)	
	MUITO LEVE E LEVE (N TÍPICO: 10 ⁴ E 10 ⁵)	MÉDIO, PESADO E MUITO PESADO (N TÍPICO: ≥### 10 ⁶)
Nº DE GOLPES / FACE	50	75
ESTABILIDADE (Kgf)	400 - 1000	750 - 1500
FLUÊNCIA (2,54 mm)	8 - 18	8 -16
% DE VAZIOS TOTAIS		
• REPERFILAGEM		3 a 5
• LIGAÇÃO		4 a 7
• ROLAMENTO		3 a 5
RELAÇÃO BETUME / VAZIOS (%)		
• REPERFILAGEM		75 a 82
• LIGAÇÃO		65 a 72
• ROLAMENTO		75 a 82

Valores de estabilidade superiores ao limite máximo aqui estabelecido poderão ser admitidos, desde que a compatibilidade elástica da estrutura, verificada através de análise mecânica, não seja comprometida.

Nos casos da utilização de misturas betuminosas para camada de rolamento e de reperfilagem (**Faixas II, III, IV e V**), os vazios do agregado mineral (% VAM) deverão atender aos seguintes valores, definidos em função do diâmetro máximo do agregado empregado:

DIÂMETRO MÁXIMO	% VAM, MÍNIMO
38 mm (1 1/2")	13
25 mm (1")	14
19 mm (3/4")	15
16 mm (5/8")	15

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

3. EQUIPAMENTO

Todo equipamento deverá ser inspecionado pela Fiscalização, devendo dela receber aprovação, sem o que não será dada a autorização para o início dos serviços. Caso necessário, a Fiscalização poderá exigir a vistoria do equipamento por engenheiro mecânico ou técnico qualificado.

3.1. Depósito para Cimento Asfáltico

Os depósitos para o cimento asfáltico deverão ser capazes de aquecer o material, conforme as exigências técnicas estabelecidas, atendendo aos seguintes requisitos:

- a) O aquecimento deverá ser efetuado por meio de serpentinas a vapor, óleo, eletricidade ou outros meios, de modo a não haver contato direto de chamas com o depósito;
- b) O sistema de circulação do cimento asfáltico deverá garantir a circulação desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação;
- c) Todas as tubulações e acessórios deverão ser dotados de isolamento térmico, a fim de evitar perdas de calor;
- d) A capacidade dos depósitos de cimento asfáltico deverá ser suficiente para o atendimento de, no mínimo, três dias de serviço.

3.2. Depósitos para Agregados (Silos)

- a) Os silos deverão ser divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações dos agregados;
- b) Cada compartimento deverá possuir dispositivos adequados de descarga, possíveis de regulação;
- c) O sistema de alimentação deverá ser sincronizado, de forma a assegurar a adequada proporção dos agregados frios e a constância de alimentação;
- d) O material de enchimento ("filler") será armazenado em silo apropriado, conjugado com dispositivos que permitam a sua dosagem;
- e) Em conjunto, a capacidade de armazenamento dos silos deverá ser, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador.

3.3. Usinas para Misturas Asfálticas

- a) A usina utilizada deverá apresentar condições de produzir misturas betuminosas uniformes, devendo ser totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos antes do início da produção. Preferencialmente, serão empregadas usinas gravimétricas;

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

b) A usina empregada deverá ser equipada com unidade classificadora de agregados após o secador, a qual distribuirá o material para os silos quentes;

c) As balanças utilizadas nas usinas gravimétricas para pesagem de agregados e para pesagem do ligante asfáltico, devem apresentar precisão de 0,5%, quando aferidas através do emprego de massa-padrão. São necessários, no mínimo, 10 (dez) massas padrão, cada qual com 25 kg \pm 15 g;

d) O sistema de coleta do pó deverá ser comprovadamente eficiente, a fim de minimizar os impactos ambientais. O material fino coletado deverá ser devolvido, no todo ou em parte, ao misturador;

e) O misturador deverá ser do tipo "pugmill", com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis e removíveis, devendo possuir dispositivo de descarga de fundo ajustáveis e controlador do ciclo completo da mistura;

f) A usina deverá ser equipada com os seguintes sistemas de controle de temperatura:

- Um termômetro de mercúrio, com escala em "dial", pirômetro elétrico ou outros instrumentos termométricos adequados, colocados na descarga do secador e em cada silo quente, para registrar a temperatura dos agregados;

- Um termômetro com proteção metálica e graduação de 90° a 120°C, instalado na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga no misturador;

g) Especial atenção deverá ser conferida à segurança dos operadores da usina, particularmente no que tange à eficácia dos corrimãos das plataformas e escadas, à proteção de peças móveis e à de circulação dos equipamentos de alimentação de silos e transporte da mistura.

3.4. Caminhões para Transporte da Mistura

O transporte da mistura betuminosa deverá ser efetuada através de caminhões basculantes com caçambas metálicas, providas de lona para proteção da mistura.

3.5. Equipamentos para Distribuição

a) A distribuição da mistura betuminosa será normalmente efetuada através de acabadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura do alinhamento, cotas e abaulamento requeridos;

b) A acabadora deverá ser preferencialmente equipada com esteiras metálicas para sua locomoção. O uso de acabadoras de pneus só será admitido se for comprovado que a qualidade do serviço não é afetada por variações na carga acabadora;

c) A acabadora deverá possuir, ainda:

- sistema composto por parafuso de rosca-sem-fim, capaz de distribuir adequadamente a mistura, em toda a largura da faixa de trabalho;

- sistema rápido e eficiente de direção, além de marchas para a frente e para trás;

- alisadores, vibradores e dispositivos para seu aquecimento à temperatura especificada, de modo que não haja irregularidade na distribuição da massa;

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

3.6. Equipamento para Compressão

a) A compressão da mistura betuminosa será efetuada pela ação combinada de rolo de pneumáticos e rolo liso tandem, ambos autopropelidos;

b) O rolo pneumático deverá ser dotado de dispositivos que permitam a mudança automática da pressão interna dos pneus, na faixa de 35 a 120 lb/pol². É obrigatória a utilização de pneus uniformes, de modo a se evitar marcas indesejáveis na mistura comprimida;

c) O rolo compressor de rodas metálicas lisas, tipo tandem, deverá ter peso compatível com a espessura da camada;

d) O emprego de rolos lisos vibratórios poderá ser admitido, desde que a frequência e a amplitude vibratório possa ser ajustadas às necessidades do serviço, e que sua utilização tenha sido comprovada em serviços similares;

e) Em qualquer caso, os equipamentos utilizados deverão ser eficientes no que tange à obtenção das densidades, preconizadas para a camada, no período em que a mistura se apresentar em condições de temperatura que lhe assegurem adequada trabalhabilidade.

3.7. Ferramentas e Equipamentos Acessórios

Serão utilizados, complementarmente, os seguintes equipamentos e ferramentas:

a) Soquetes mecânicos ou placas vibratórias, para a compressão de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;

b) Pás, enxadas, garfos, rodos e ancinhos, para operações complementares.

4. EXECUÇÃO

4.1. Considerações Gerais

As seguintes recomendações de ordem geral são aplicáveis a execução do **CBUQ**:

a) No caso do uso de camada de rolamento esbelta (inferior a 5 cm) em pavimento cuja a base é granular (Brita Graduada, Macadame Hidráulico, etc.), deverá ser executado um tratamento superficial simples de acordo com a PMSJC/SP ES-P 08/92, sobre a base previamente impermeabilizada. Este tratamento visa melhorar as condições da interface da base com a camada de rolamento;

b) Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva;

c) A camada de rolamento deve ser confinada lateralmente pela borda superior biselada (chanfrada) da sarjeta, com a finalidade de evitar trincamento próximo a borda;

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

d) No caso de desdobramento da espessura total de concreto betuminoso em duas camadas, a pintura de ligação entre estas poderá ser dispensada, se a execução da segunda camada ocorrer logo após à execução da primeira.

4.2. Preparo da Superfície

a) A superfície que irá receber a camada de concreto betuminoso deverá apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais;

b) Eventuais defeitos existentes deverão ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura;

c) A pintura de ligação deverá apresentar película homogênea e promover adequadas condições de aderência, quando da execução do concreto betuminoso. Se necessário, nova pintura de ligação deverá ser aplicada, previamente à distribuição da mistura;

4.3. Produção do Concreto Betuminoso

a) O concreto betuminoso deverá ser produzido em usina apropriada, que atenda aos requisitos apresentados no item 3.3 desta especificação. A usina deverá ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura;

b) A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico empregado deverá ser, necessariamente, determinada em função da relação temperatura x viscosidade do ligante. A temperatura mais conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta viscosidade Saybolt-Furol na faixa de 75 a 95 segundos, admitindo-se no entanto, viscosidade situada no intervalo de 75 a 150 segundos;

c) Não é permitido o aquecimento do cimento asfáltico acima de 177°C;

d) A temperatura de aquecimento dos agregados, medida nos silos quentes, deverá ser de 5 a 10°C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere a 187°C;

e) A produção de concreto betuminoso e a frota de veículos de transporte deverão assegurar a operação contínua da vibroacabadora.

4.4 Transporte do Concreto Betuminoso

a) O concreto betuminoso será transportado da usina ao local de aplicação, em caminhões basculantes com caçambas metálicas;

b) A aderência da mistura às chapas da caçamba será evitada mediante a aspersão prévia de solução de cal (uma parte de cal para três de água) ou água e sabão. Em qualquer caso, o excesso de solução deverá ser retirado, antes do carregamento da mistura, basculando-se a caçamba;

c) As caçambas dos veículos serão cobertas com lonas impermeáveis durante o transporte, de forma a proteger a massa asfáltica quanto à ação de chuvas ocasionais, eventual contaminação por poeira, especialmente, perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

4.5. Distribuição da Mistura

- a) A distribuição do concreto betuminoso somente será permitida quando a temperatura ambiental se encontrar acima de 10°C, e com tempo não chuvoso;
- b) A temperatura da mistura, no momento da distribuição, não deverá ser inferior a 120°C;
- c) Para o caso de emprego de concreto betuminoso como camada de rolamento ou de ligação, a mistura deverá ser distribuída por uma ou mais acabadoras, atendendo aos requisitos anteriormente especificados;
- d) Deverá ser assegurado, previamente ao início dos trabalhos, o conveniente aquecimento da mesa alisadora da acabadora, à temperatura compatível com a da massa a ser distribuída. Observar que o sistema de aquecimento destina-se exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora, e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia;
- e) Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas deverão ser corrigidas de imediato, pela adição manual de massa, sendo o espalhamento desta efetuado por meio de ancinhos e/ou rodos metálicos. Esta alternativa deverá ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço;
- f) Para o caso de distribuição de massa asfáltica de graduação "fina" em serviços de reperfilagem, será empregada motoniveladora, observando-se a temperatura mínima para distribuição de 120°C.

4.6. Compressão

- a) A compressão da mistura betuminosa terá início imediatamente após a distribuição da mesma;
- b) A fixação da temperatura de rolagem está condicionada à natureza da massa e às características do equipamento utilizado. Como norma geral, deve-se iniciar a compressão à temperatura mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, temperatura essa fixada experimentalmente, em cada caso;
- c) A prática mais freqüente de compactação de misturas betuminosas densas usinadas a quente contempla o emprego combinado de rolo de pneumáticos de pressão regulável e rolo metálico tandem de rodas lisas, de acordo com as seguintes premissas:
- Inicia-se a rolagem com o rolo pneumático atuando com baixa pressão;
 - À medida que a mistura for sendo compactada, e com o conseqüente crescimento de sua resistência, seguem-se coberturas, com incremento gradual da pressão do pneu;
 - A compactação final será efetuada com o rolo metálico tandem de rodas lisas, quando então a superfície da mistura deverá apresentar-se bem desempenada;
 - O número de coberturas de cada equipamento será definido experimentalmente, de forma a se atingir as condições de densidade previstas, enquanto a mistura se apresentar com trabalhabilidade adequada.

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

d) As coberturas dos equipamentos de compressão utilizados deverão seguir as seguintes orientações gerais:

- A compressão será executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal, e progredindo no sentido do ponto mais alto;

- Em cada passada, o equipamento deverá recobrir, ao menos, a metade da largura rolada na passada anterior;

e) A compressão através do emprego de rolo vibratório de rodas lisas, quando admitida pela Fiscalização, deverá ser testada experimentalmente, na obra, de forma a permitir a definição dos parâmetros mais apropriados à sua aplicação (número de coberturas, frequência e amplitude da vibrações). As regras clássicas de compressão de misturas betuminosas, anteriormente estabelecidas, permanecem no entanto inalteradas;

f) As espessuras máximas de cada camada individual, após compressão, deverão ser definidas na obra pela Fiscalização, em função das características de trabalhabilidade da mistura e da eficiência do processo de compressão, porém nunca deverão ser superior a 7,5 cm, e nem inferiores a 3 cm.

4.7. Juntas

O processo de execução das juntas transversais e longitudinais, deverá assegurar adequadas condições de acabamento.

4.8. Abertura ao Tráfego

A camada de concreto betuminoso recém-acabada somente será liberada ao tráfego após o seu completo resfriamento.

5. CONTROLE

5.1. Controle Tecnológico de Materiais

Este controle abrange os ensaios e determinações para verificar se as condições dos materiais, exigidos no projeto estão sendo atendidas.

5.1.1. Cimento Asfáltico

a) Para todo carregamento que chegar à obra, serão realizados os seguintes ensaios:

- Um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol (ME-31 / PMSP);
- Um ensaio de ponto de fulgor (ME-27 / PMSP);
- Aquecimento do ligante a 175°C, para observar se há formação de espuma.

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

b) Para os três primeiros carregamentos, e posteriormente a cada dez carregamentos, serão executados ensaios de viscosidade Saybolt-Furol, a várias temperaturas (no mínimo três valores), que permitam o traçado da curva "viscosidade-temperatura", (Sugere-se três valores: 120°, 145° e 177°C);

c) Para cada conjunto de vinte carregamentos, será coletada uma amostra do cimento asfáltico utilizado, para execução de ensaios completos, previstos na especificação da ABNT.

5.1.2. Agregados e "Filler"

a) Diariamente será feita inspeção à britagem e aos depósitos, visando garantir que os agregados estejam limpos, isentos de pó e outras contaminações prejudiciais;

b) Quando se constar alteração mineralógica (visual) na bancada da pedreira em exploração, e no mínimo uma vez por mês, deverão ser executados:

- Três ensaios de abrasão "Los Angeles" (ME-23 / PMSP);
- Três ensaios de durabilidade (DNER-ME 89-64);
- Três ensaios de adesividade (ME-24 / PMSP).

c) Diariamente, serão realizados dois ensaios de granulometria de cada agregado empregado, e dois ensaios de equivalente de areia, para o agregado miúdo;

d) Para o agregado miúdo, será realizado, para cada dia de trabalho, um ensaio de equivalente de areia (DNER-ME 54-63);

e) O controle do "filler" envolverá a realização de ensaio de granulometria, a cada três dias de trabalho;

f) Serão realizados, ainda, para amostras de agregados coletadas nos silos quentes, dois ensaios de granulometria por "via lavada" (ME-20 / PMSP), por dia de trabalho.

5.1.3. Melhorador de Adesividade

A eficácia do melhorador de adesividade, quando utilizado, deverá ser verificada pela execução de três ensaios de adesividade (ME-24 / PMSP), no início da obra e sempre que forem constatadas mudanças no agregado.

5.2. Controle da Execução

5.2.1. Controle de Temperatura

a) O controle de temperatura, durante a produção de massa, compreenderá as leituras de temperaturas, envolvendo:

- Agregado nos silos quentes;

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

- O cimento asfáltico, antes da entrada do misturador;
 - A massa asfáltica, nos caminhões carregados na usina.
- b) O controle de temperatura, na pista, envolverá a leitura de temperatura:
- Em cada caminhão que chega à pista;
 - Na massa asfáltica distribuída, no momento do espalhamento e no início da compressão.

5.2.2 Controle da Quantidade de Ligante e da Graduação da Mistura de Agregados

Para cada 200 t de massa, e ao menos uma vez por dia de trabalho, será coletada, imediatamente após a passagem da acabadora, uma amostra da mistura distribuída. Cada amostra será submetida aos seguintes ensaios:

- a) Extração de betume (DNER-ME 53-63 ou, preferencialmente, ensaio de extração por refluxo - "Soxhlet" de 1000 ml);
- b) Análise granulométrica da mistura de agregados resultante das extrações (ME-20 / PMSP), e com amostras representativas de no mínimo 1000 g.

5.2.3. Controle das Características de Estabilidade e Fluência da Mistura

- a) Para cada 400 t de massa, e ao menos uma vez por dia de trabalho, será coletada, imediatamente após a passagem da acabadora, uma amostra da mistura distribuída, com a qual serão moldados três corpos de prova Marshall, com a energia de compactação especificada;
- b) Cada corpo de prova será submetido a rompimento na prensa Marshall, determinando-se a estabilidade e a fluência.

5.2.4. Controle da Compressão da Mistura

- a) A cada 100 t de massa compactada, será obtida uma amostra indeformada extraída com sonda rotativa ($\varnothing=4''$), em local correspondente, aproximadamente, à trilha de roda externa. Um destes pontos deverá, necessariamente, coincidir com o ponto de coleta de amostras para extração de betume e moldagem de corpos de prova Marshall, descrito em 5.2.2 e 5.2.3;
- b) De cada amostra extraída com sonda rotativa, será determinada a respectiva massa específica aparente (ME-45 / PMSP), estabilidade e fluência Marshall (ME-42 / PMSP);
- c) Comparando-se os valores obtidos para as massas específicas aparentes dos corpos de prova extraídas com rotativa e a massa específica aparente da dosagem, serão determinados os correspondentes graus de compactação.

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

5.2.5. Controle Geométrico e de Acabamento

5.2.5.1. Controle de Espessura

A espessura da camada de concreto betuminoso será avaliada nos corpos de prova extraída com sonda rotativa, ou pelo nivelamento da seção transversal, antes e depois do espalhamento da mistura. Neste último caso, serão nivelados cinco pontos para as camadas de rolamento ou "binder" (eixo, bordos e dois pontos intermediários) e sete pontos para as camadas de reperfilagem (eixo, bordos e trilhas de roda).

5.2.5.2. Controle de Acabamento da Superfície

As condições de acabamento da superfície serão apreciadas pela Fiscalização, em bases visuais. Em particular, serão avaliadas as condições de desempenho da camada, a quantidade das juntas executadas e a inexistência de marcas decorrentes de má qualidade da distribuição e/ou de compressão inadequada.

Durante a execução deverá ser feito diariamente um controle de acabamento da superfície do revestimento, com o auxílio de duas régua, uma de 3,0 m e outra de 0,90 m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da pista, respectivamente. A variação da superfície entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das régua.

5.3. Controle de Recebimento

5.3.1. Recebimento com Base no Controle Tecnológico dos Materiais

5.3.1.1. Cimento Asfáltico

O cimento asfáltico recebido no canteiro será aceito, desde que atendidos os seguintes requisitos:

- a) Os valores de viscosidade, e ponto de fulgor, estejam de acordo com os valores especificados pela PMSJC;
- b) O material não produza espuma, quando aquecido a 175°C;
- c) Para cada conjunto de vinte carregamentos, os resultados dos ensaios de controle de qualidade do CAP, previsto na especificação da PMSJC, sejam julgados satisfatórios.

5.3.1.2. Agregados e "Filler"

O agregado graúdo, o agregado miúdo e o "filler" utilizados serão aceitos, desde que atendidas as seguintes condições:

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

- a) O agregado graúdo atenda aos requisitos do item 2.2.1. desta especificação no que tange à abrasão "Los Angeles", durabilidade e percentagem de grãos defeituosos;
- b) O agregado miúdo atenda aos requisitos do item 2.2.2. desta especificação no que se refere aos ensaios de equivalente de areia e durabilidade;
- c) O "filler" apresentar-se seco, sem grumos, e enquadrado na granulometria especificada;
- d) As variações ocorridas nas granulometrias, com amostras coletadas nos silos quentes, estejam contidas dentro dos limites estabelecidos.

5.3.1.3. Melhorador de Adesividade

- a) O melhorador de adesividade, quando utilizado, deverá produzir "adesividade satisfatória", no ensaio (ME-24 / PMSP);
- b) A quantidade, a forma de incorporação ao cimento asfáltico e o tempo de circulação deverão estar de acordo com os critérios estabelecidos pela Fiscalização.

5.3.2. Recebimento com Base no Controle de Execução

5.3.2.1. Temperaturas

- a) A produção da mistura betuminosa será aceita, com vistas ao controle de temperaturas, se:
 - As temperaturas medidas na linha de alimentação do cimento asfáltico, efetuado ao longo do dia de produção, encontrarem-se situadas na faixa desejável, definida em função da curva "viscosidade x temperatura" do ligante empregado. Constantes variações ou desvios significativos em relação à faixa de temperatura desejável indicam a necessidade de suspensão temporária do processo de produção, providenciando-se os necessários ajustes;
 - Temperaturas do cimento asfáltico superiores a 177°C ou dos agregados superiores a 187°C, implicam na rejeição da massa produzida;
 - Temperaturas de cimento asfáltico inferiores a 120°C, ou dos agregados inferiores a 125°C, igualmente implicam na condenação do "traço" produzido;
- b) A massa asfáltica chegada à pista será aceita, sob o ponto de vista de temperatura, se:
 - A temperatura medida no caminhão não for menor do que o limite inferior da faixa de temperatura prevista para a mistura na usina, menos 15°C, e nunca inferior a 120°C;
 - A temperatura da massa, no decorrer da rolagem, propicie adequadas condições de compressão tendo em vista o equipamento utilizado, e o grau de compactação objetivado.

5.3.2.2. Quantidade de Ligante e Graduação da Mistura de Agregados

- a) A quantidade de cimento asfáltico obtida pelo ensaio de extração por refluxo "SOXHLET", em amostras individuais, não deverá variar, em relação ao teor de projeto, de mais do

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

que 0,3%, para mais ou para menos. A média aritmética obtida, para conjuntos de 9 (nove) valores individuais, não deverá, no entanto, ser inferior ao teor de projeto;

b) Durante a produção, a granulometria da mistura poderá sofrer variações em relação à curva de projeto, respeitadas as seguintes tolerâncias e os limites da faixa granulométrica adotada:

PENEIRA DE MALHAS QUADRADAS (EM-4 / PMSP)	% PASSANDO EM PESO
9,5 a 38 mm (3/8" a 1 1/2")	± 7
0,42 a 4,8 mm n° 40 a n° 4	± 5
0,175 mm n° 80	± 3
0,075 mm n° 200	± 2

5.3.2.3. Características de Estabilidade e Fluência da Mistura

a) Os valores de estabilidade e fluência Marshall, deverão atender ao prescrito no item 2.3., alínea f);

b) A eventual ocorrência de valores que não atendam ao especificado, poderá resultar na não aceitação do serviço. As falhas ocorrentes deverão ser corrigidas mediante ajustes racionais na formulação do traço e/ou no processo executivo.

5.3.2.4. Compressão

No que diz respeito ao grau de compactação haverá aceitação se:

a) Não for obtido nenhum valor inferior a 100%;

b) For satisfeita a relação seguinte:

$$\bar{X} - K \times S \geq 100\%$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad \text{e} \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{(N - 1)}}$$

N - nº de determinação efetuadas;

K - coeficiente indicado na Tabela valor do coeficiente "**K**"
folhas 17;

Xi - valores individuais da amostra.

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

5.3.3. Recebimento com Base no Controle Geométrico

Os serviços executados serão aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

a) Quanto à espessura da camada acabada:

- A espessura média determinada estatisticamente deverá situar-se no intervalo de $\pm 5\%$, em relação à espessura prevista em projeto;

- A determinação estatística da espessura média da camada é efetuada pela expressão seguinte:

$$e = \bar{X} - \frac{K * S}{N}$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad e \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{(N-1)}}$$

N - nº de determinações efetuadas;

K - coeficiente indicado na Tabela valor do c "**K**"
folha 18;

S - desvio padrão.

- Não serão tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de $\pm 10\%$, em relação à espessura prevista em projeto;

b) Eventuais regiões em que se constate deficiência de espessura serão objeto de amostragem complementar, através de novas extrações de corpos de prova com sonda rotativa. As áreas deficientes, devidamente delimitadas, deverão ser reforçadas, às expensas da executante.

5.3.4. Aceitação do Acabamento

O serviço será aceito, sob o ponto de vista de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

a) As juntas executadas apresentem-se homogêneas, em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e saliências;

b) A superfície presente-se desempenada, não ocorrendo:

- marcas indesejáveis do equipamento de compressão
- ondulações decorrentes de variações na carga da vibroacabadora.

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

6. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTOS

6.1. Medição

A medição do serviço de concreto betuminoso, executado e recebido na forma descrita, será medido e pago por volume de mistura aplicada e compactada, expressa em metro cúbico (m³), para qualquer uma das camadas, ou seja, camada de rolamento, camada de ligação ou de nivelamento.

6.2. Pagamento

O pagamento será feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representará a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

7. BIBLIOGRAFIA

- 7.1. Manual de Normas da P.M.S.P.
- 7.2. Especificações Técnicas da P.M.S.J.C.
- 7.3. Manual de Normas do DER-SP.
- 7.4. Manual de Normas do DNER.

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

**VALOR DO COEFICIENTE "K"
PARA CONTROLE ESTATÍSTICO DO GRAU DE COMPACTAÇÃO**

N	K	N	K	N	K
3	1,05	10	0,77	30	0,66
4	0,95	12	0,75	40	0,64
5	0,89	14	0,73	50	0,63
6	0,85	16	0,71	100	0,60
7	0,82	18	0,70	∞	0,52
8	0,80	20	0,69	-	-
9	0,78	25	0,67	-	-

Condição necessária:

$$\bar{X} - K \times S \geq L$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{(N - 1)}}$$

N - número de elementos da amostra;

X_i - valores individuais da amostra;

L - valor limite especificado na amostra.

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

**VALOR DO COEFICIENTE "K"
PARA CONTROLE ESTATÍSTICO DA ESPESSURA DA CAMADA**

N	K	N	K	N	K
3	1,88	10	1,38	30	1,31
4	1,63	12	1,36	40	1,30
5	1,53	14	1,35	50	1,29
6	1,47	16	1,34	100	1,28
7	1,44	18	1,33	∞	1,28
8	1,41	20	1,33	-	-
9	1,40	25	1,32	-	-

Condição necessária:

$$e = \bar{X} - \frac{K}{N}$$

onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{(N-1)}}$$

N - número de elementos da amostra;

Xi - valores individuais da amostra;

e - valor especificado na norma.

REPARO DE PAVIMENTO DANIFICADO POR ABERTURA DE VALAS

INTRODUÇÃO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução da reparação de pavimentos danificados em decorrência de abertura de valas, incluindo a reconstrução de todas as camadas, desde as inferiores ao subleito ou de terraplanagem até as camadas do pavimento propriamente dito, em obras sob a jurisdição da Prefeitura do Município de São José dos Campos.

1. DESCRIÇÃO

Os serviços consistem no fornecimento de todos os materiais necessários no local da obra, bem como os equipamentos e mão-de-obra indispensáveis à execução do serviço com padrão de qualidade em conformidade com os critérios apresentados a seguir.

2. MATERIAIS

Consideram-se materiais reaproveitáveis para reconstrução da pavimentação apenas o solo se for compactável, os agregados limpos (pedra britada) não contaminados e os paralelepípedos em bom estado.

Os materiais retirados, constitutivos da base da pavimentação existente, somente poderão ser empregados como "reforço do subleito" ou camadas inferiores..

Consideram-se impróprios para reenchimento das valas, todos os materiais instáveis (solos micáceos, solos de alteração de rocha, solos orgânicos ou solos expansivos) de expansão maior ou igual a 2% ou que não possam ser facilmente compactados.

Sempre que o material do subleito, solo local ou importado, apresentar, a critério da Fiscalização, umidade excessiva, deverá obrigatoriamente ser substituído por material no teor ótimo de umidade, antes da compactação.

3. EQUIPAMENTO

Os equipamentos a serem utilizados dependem, fundamentalmente, das dimensões da vala a ser reparada. Basicamente são os seguintes:

- a) Retro-escavadeira;

REPARO DE PAVIMENTO DANIFICADO POR ABERTURA DE VALAS

- b) Caminhão Basculante;
- c) Irrigadeira;
- d) Equipamento de compactação portátil;
- e) Rolo compactador;
- f) Espargideira.

4. EXECUÇÃO

4.1 Considerações Gerais

Sempre que necessário, a Fiscalização determinará a execução de drenos profundos para rebaixamento do lençol freático.

Em todos os reparos executados será obrigatória a limpeza final do entulho e do material excedente, os quais deverão ser depositados ou recolhidos conforme o caso, em locais pré-estabelecidos pela Fiscalização, ficando proibida a descarga em leitos de vias públicas ou em terrenos baldios.

Todo e qualquer abatimento da pavimentação decorrente de falha de execução do reparo, no local da vala que se produza após a reconstrução, até o prazo de 6 meses a contar do término do contrato, deverá ser imediatamente corrigido pelo executor, por iniciativa própria ou em atenção ao competente aviso expedido pela Fiscalização.

4.2. Compactação das Camadas Inferiores do Pavimento

A reconstrução das camadas inferiores do pavimento, seja subleito ou sub-base, deverá ser feita em camadas de no máximo 20 cm (vinte centímetros) de espessura de material solto.

A compactação das camadas será mecânica obtida com equipamento compatível com as dimensões da escavação e características do material empregado no reparo, portanto poderão ser utilizados desde rolos compactadores de pequeno porte até sapos mecânicos.

A umidade do material a ser compactado deverá estar compreendido no intervalo de mais ou menos 1,5% (um e meio por cento) em torno da umidade ótima de compactação.

REPARO DE PAVIMENTO DANIFICADO POR ABERTURA DE VALAS

No caso das camadas inferiores ao pavimento, com profundidades superiores a 30 cm (trinta centímetros) em relação a superfície do pavimento acabado, o grau de compactação deve atingir pelo menos 95% (noventa e cinco por cento) da densidade máxima em relação ao proctor simples.

No caso de sub-base, reforço do subleito ou últimas camadas do subleito, com profundidades inferiores a 30 cm (trinta centímetros) em relação a superfície do pavimento acabado, o grau de compactação deve atingir pelo menos 100% (cem por cento) da densidade máxima em relação ao proctor simples.

4.3. Reconstrução da Camada de Base

O tipo de material a ser utilizado na reconstrução da camada de base será definido pela Fiscalização, preferencialmente adotando-se materiais o máximo possível similares aos das camadas do pavimento existente, observando-se o seguinte critério:

a) No caso de base de macadame hidráulico, reconstruir a camada de base com uso de macadame hidráulico;

b) No caso de base de solo brita, reconstruir a camada de base com uso de solo brita;

c) No caso de base de solo arenoso fino laterítico, reconstruir a camada de base com uso de solo cimento com cerca de 8% de cimento em volume, que corresponde a 12 partes de solo para 1 parte de cimento. A misturação deverá ser executada inicialmente com os materiais secos para posterior umedecimento até se atingir a umidade ótima de compactação. O processo de misturação pode variar em função das dimensões do reparo, podendo ser executado manualmente com enxada, com betoneira, ou com grades de discos e pulvimisturadores rebocáveis;

d) No caso de base de macadame betuminoso, reconstruir a camada de base com uso de macadame betuminoso similar à do pavimento existente. Só será permitida a reutilização da pedra do macadame retirada na abertura da vala se esta estiver limpa sem contaminação de materiais prejudiciais ao desempenho da camada.

A espessura da camada a ser reconstruída deverá ser igual a espessura da camada do pavimento existente.

A largura da camada de base a ser reconstruída deverá ser a largura da vala acrescida de 20 cm (vinte centímetros) para cada lado. A remoção das camadas de base e revestimento nesses 20 cm deverá ser executada após a compactação das camadas inferiores do pavimento. Este alargamento tem os seguintes objetivos: permitir uma compactação mais adequada da base; melhorar o engastamento entre o pavimento novo e antigo; melhorar a distribuição de cargas sobre a vala reconstituída e; evitar futuros recalques e trincas nos bordos do remendo.

REPARO DE PAVIMENTO DANIFICADO POR ABERTURA DE VALAS

A compactação da camada de base será mecânica obtida com equipamento compatível com as dimensões do reparo e as características do material empregado na base. Poderão ser utilizados desde rolos compactadores de pequeno porte até sapos mecânicos.

Na reconstrução da camada de base, o grau de compactação deve atingir pelo menos 100% (cem por cento) da densidade máxima em relação ao proctor intermediário.

Em todos os casos de reconstrução da camada de base, com exceção da base de macadame betuminoso ou de revestimento em paralelepípedos, é obrigatória a execução de uma imprimadura impermeabilizante sobre a superfície da base acabada.

4.4. Reconstrução do Revestimento

O revestimento a ser reconstruído será definido pela Fiscalização, preferencialmente o máximo possível similar ao revestimento do pavimento existente, observando-se o seguinte critério:

a) No caso de revestimento em pré misturado a quente (PMQ), reconstruir a camada com uso de PMQ conforme especificação da PMSJC ES P 14/95;

b) No caso de revestimento em tratamentos superficiais diretos ou invertidos, como as capas selantes sobre os macadames betuminosos, reconstruí-los conforme cada caso existente de acordo com as dosagens e taxas das especificações da PMSJC;

c) No caso de revestimento em paralelepípedos reconstruir a camada reaproveitando os paralelepípedos em boas condições, assentando-os sobre um lastro de areia similar ao existente.

A espessura do revestimento a ser reconstituído, deverá ser igual a espessura do revestimento do pavimento existente.

A largura do revestimento a ser reconstituído deve ser a largura da base reconstruída, acrescida de 10 cm para cada lado.

4.5. Condições Especiais

No caso de vala com largura superior a 1,50m, reconstruir todas as camadas do pavimento idênticas às existentes, observando as condições preconizadas nesta especificação.

No caso de valas muito pequenas, com larguras inferiores a 40 cm, reconstruir as camadas inferiores do pavimento observando as condições de compactação do item 3, executar sobre essas camadas uma base de concreto magro com espessura mínima de 12 cm e alargamento de 20 cm para cada lado, e executar o revestimento similar ao existente.

REPARO DE PAVIMENTO DANIFICADO POR ABERTURA DE VALAS

No caso de execução do reparo em período de chuvas, com presença permanente de água no fundo da vala que não permitam atender as condições de execução dos serviços conforme preconizado anteriormente, após consentimento da Fiscalização, adotar o seguinte procedimento:

Preencher a vala com areia grossa até cobrir cerca de 30 cm sobre o tubo ou equipamento existente na vala;

a) Lançar e compactar as camadas de solo inferiores do pavimento, tentando atender as condições de compactação do item 3;

b) Executar uma base de concreto magro com espessura mínima de 12 cm e alargamento de 20 cm para cada lado;

c) Executar o revestimento similar ao existente.

5. CONTROLE TECNOLÓGICO

5.1. SUBLEITO

Para camadas com profundidade superior a 45 cm em relação à superfície do pavimento acabado, o controle será efetuado visualmente, pelo número de passadas do equipamento compactador e fica a critério da Fiscalização, a qualquer momento, a execução de ensaios tecnológicos para verificação da densidade;

Para camadas com profundidade inferior a 45 cm em relação à superfície do pavimento acabado, será executada uma determinação do grau de compactação a cada uma das camadas do subleito, para cada 100 (cem) metros de extensão de vala, ou no mínimo 1 (uma) determinação por vala, no caso de valas isoladas de pequena extensão.

5.2. BASE

Será executada uma determinação do grau de compactação e coleta de material para ensaios de caracterização em função do tipo de base conforme especificações da PMSJC, para cada 50 metros de extensão de vala, ou no mínimo 1 (uma) determinação por vala, no caso de valas isoladas de pequena extensão.

REPARO DE PAVIMENTO DANIFICADO POR ABERTURA DE VALAS

5.3. REVESTIMENTO

Será executada determinação de taxas de aplicação e/ou coleta de material para ensaios de caracterização em função do tipo de revestimento conforme especificações do PMSJC, para cada 50 metros de extensão de vala, ou no mínimo uma determinação por vala, no caso de valas isoladas de pequena extensão.

6. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços recebidos serão medidos e pagos aos preços unitários contratuais, conforme descrito a seguir:

6.1. Por metro cúbico de reaterro com solo compactado (95% do proctor simples);

6.2. Por metro cúbico de reaterro com areia adensada;

6.3. Por metro cúbico de sub-base, reforço do subleito ou camada final de terraplanagem compactado (100% do proctor simples);

6.4. Por metro cúbico de camada de base executada, em função dos seguintes tipos de base:

a) macadame betuminoso;

b) macadame hidráulico;

c) solo brita;

d) solo cimento, com 8% de cimento em volume;

e) areia para acentamento de paralelepípedo;

f) concreto magro (condições especiais em período de chuvas).

6.5. Por metro cúbico de revestimento acabado em função dos seguintes tipos de revestimento:

a) concreto betuminoso usinado a quente;

b) pré misturado a quente;

b) tratamento superficial direto ou invertido.

REPARO DE PAVIMENTO DANIFICADO POR ABERTURA DE VALAS

6.6. Por metro quadrado de reposição de paralelepípedo (ou blokrete)

O transporte de materiais necessários não será medido para fins de pagamento em separado. Considera-se o custo de transporte incluído nos preços unitários dos serviços.

7. BIBLIOGRAFIA

- 7.1. Especificações Técnicas da PMSP.
- 7.2. Especificações Técnicas da Prefeitura do Município de Araraquara/SP.
- 7.3. Especificações Técnicas do DURSARP.
- 7.4. Especificações Técnicas da PMSJC.

PROCEDIMENTO PARA DIMENSIONAMENTO

DE VIAS DE TRÁFEGO MUITO LEVE, LEVE E MÉDIO

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

1. Objetivo

Este procedimento apresenta as diretrizes para o dimensionamento de pavimentos flexíveis de vias urbanas do município de São José dos Campos, submetidas a Tráfego Muito-Leve, Leve e Médio.

2. Estudo Geotécnico do Subleito

Os serviços geotécnicos aqui descritos se desenvolverão em 2 etapas:

- Serviços de Campo e Laboratório;
- Serviços de Escritório.

Todos os Serviços de Campo ou de Laboratório que não forem executados por norma específica da Prefeitura de São José dos Campos, deverão seguir as normas vigentes, obedecendo-se a seguinte ordem:

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- P.M.S.P. - Prefeitura do Município de São Paulo;
- Métodos de Ensaio / DER-SP;
- Métodos de Ensaio / DNER.

2.1. Serviços de Campo e Laboratório

Os serviços de Campo e Laboratório são compostos de 3 fases, a saber:

- Reconhecimento Preliminar de Campo;
- Amostragem Sistemática;
- Ensaio Geotécnicos.

2.1.1. Reconhecimento Preliminar de Campo

De posse de informações obtidas em mapas geológicos, pedológicos e geotécnicos, se disponíveis, o estudo deverá prosseguir através de vistoria no campo por profissionais especializados, de comprovada experiência na área e que possuam conhecimentos pedológicos, geológicos e geotécnicos.

Nesse reconhecimento preliminar deve-se obter as seguintes informações básicas:

- existência ou não de revestimento primário (presença de materiais pétreos, escória ou entulho de boa qualidade) nas vias;
- Condições topográficas e aspectos ligados a drenagem superficial e profunda das vias em questão;
- identificação expedita, tátil-visual, do subleito e dos solos das áreas de empréstimos, caso ocorram, considerando a cor, macroestrutura, mineralogia e granulometria;

A partir dessas informações e da identificação genética do material, serão programadas as fases do estudo geotécnicos referentes à amostragem sistemática e aos ensaios geotécnicos.

2.1.2. Amostragem Sistemática

A amostragem da via, para fins geotécnicos, será feita através de furos de sondagens, com espaçamento máximo entre dois furos consecutivos, no sentido longitudinal, de 75 metros, devendo-se fazer furos intermediários a cada 25 metros, para simples identificação táctil-visual dos materiais encontrados. Os furos de sondagens deverão ser locados baseados nas informações contidas no reconhecimento preliminar de campo.

FIGURA 1. - PERFIL GEOTÉCNICO

Executado por:					
N.A. (m)	Amostr.	Prof. (m)	Perfil	Descrição do Material	Motivo da Paralisação
Nota:				Escala:	Folha Nº:
Interessado:				Cota:	
Obra:				Estaca/soleira Nº:	
Local:				Data:	
Sondagem a Trado ST -				Início:	Término:

As sondagens, que servirão para reconhecimento (análise táctil-visual), coleta de amostras, traçado do perfil geotécnico do subleito e anotação da cota do nível d'água (se constatado), serão executadas com auxílio de equipamentos manuais, tipo trado espiral, cavadeira, pá, picareta e etc. A profundidade das sondagens, em relação a cota de fundação do pavimento, será de 1,50 m, ou mais no caso da ocorrência de solos imprestáveis (solos atípicos) sujeitos a remoção. Neste caso essa área deve ser delimitada e o projeto deverá dar um tratamento adequado à mesma.

As folhas de sondagem deverão seguir o modelo apresentado na figura 1.

A amostragem das camadas representativas do revestimento primário e do subleito, visando a obtenção de suas características geotécnicas, será feita conforme itens abaixo:

a) Subleito Natural

A coleta de amostras será no 1º metro abaixo da cota de fundação do pavimento e deverá ser representativa das camadas encontradas.

b) Subleito com Camada de Revestimento Primário

Quando as vias existentes apresentarem camada com revestimento primário, em espessura superior a 10 cm, com materiais pétreos, escória e entulho de boa qualidade, em porcentagem superior a 30% em peso (material retido na peneira 2,00 mm), deverão ser coletadas amostras, separadamente, da camada de revestimento primário e das camadas do subleito até a profundidade de 1,00 metro abaixo da cota de fundação do pavimento.

2.1.3. Ensaios Geotécnicos

Baseados nas informações obtidas no reconhecimento preliminar do campo e no levantamento topográfico (planialtimétrico cadastral), caso já tenha sido executado, o projetista poderá pré-definir a cota de implantação do pavimento e portanto prever a possibilidade de utilização de alguma(s) camada(s) em suas condições locais.

A partir disso, far-se-á a programação de ensaios, quer seja “in situ” como de laboratório, considerando a graduação do material do subleito e a presença ou não do revestimento primário.

Os ensaios serão feitos de forma a avaliar os materiais entre 0,00 e 1,00 metro, abaixo do greide de fundação do pavimento, em duas camadas de aproximadamente 50 cm. No caso dos ensaios de laboratoriais, as amostras representativas dessas duas camadas, se identificadas como iguais (táctil-visual e granulometricamente), poderão ser ensaiadas em um única amostra representativa do mesmo horizonte.

a) Ensaios Geotécnicos para o Subleito Natural

Os materiais de solo serão estudados conforme os ensaios geotécnicos do quadro 1.

b) Ensaios Geotécnicos para o Subleito com Camada de Revestimento Primário

Quando as vias apresentarem camada de revestimento primário, conceituado no item b) de 2.1.2., deve-se estudar esta camada separadamente.

Quadro 1. - Ensaios Geotécnicos para Subleito Natural

Camada	Ensaios "in situ"	Ensaios Laboratoriais
1ª camada (0,00 a 0,50 m)	- Massa específica aparente ⁽¹⁾ - Umidade de solos ⁽²⁾ - Índice de Suporte "in situ" ⁽³⁾	- Compactação com equip, miniatura ⁽⁴⁾ - Perda por Imersão de Solos ⁽⁵⁾ - Índice de Suporte e Expansão ^{(6) (8)} - Análise Granulométrica completa ⁽⁷⁾
2ª camada (0,50 a 1,00 m)	- Massa específica aparente ⁽¹⁾ - Umidade de Solos ⁽²⁾ - Índice de Suporte "in situ" ⁽³⁾	- Compactação com equip. miniatura ⁽⁴⁾ - Perda por Imersão de Solos ⁽⁵⁾ - Análise Granulométrica completa ⁽⁷⁾

Obs:

(1) Massa específica aparente de solo "in situ" pelo emprego do frasco de areia (ME-12/PMSP) ou através de amostradores cilíndricos de no mínimo 50 mm de diâmetro (ABNT-MB-1059);

(2) Teor de Umidade de Solos (DER-SP M1-161);

(3) Mini-CBR "in situ" (ME-55 ou ME-56 / PMSP), ou CBR "in situ" através da retirada de amostras pela cravação de cilindro de CBR (Procedimento da PMSP);

(4) *Ensaio de Compactação de Solos com equipamento miniatura (ME-53 / PMSP);

(5) *Determinação de Perda por Imersão de Solos compactados (ME-61/PMSP);

(6) Determinação do Índice de Suporte Mini-CBR e de Expansão dos solos compactados com equipamento miniatura (ME-54 / PMSP), ou ensaio de Suporte Califórnia de Solos em amostras não trabalhadas (ME-09 / PMSP);

(7) Análise Granulométrica de Solos (ME-06 / PMSP);

(8) O uso do Mini-CBR é admissível, em substituição ao CBR, quando o material apresentar granulometria com 90% passando na peneira 2,00mm.

* Com os dados obtidos em (4) e (5) far-se-á a classificação MCT.

As camadas subjacentes à camada de revestimento primário deverão ser estudadas até a profundidade de 1,00 m abaixo do greide de fundação do pavimento, conforme o item 2.1.3.a.

A camada de revestimento primário poderá ser usada, em sua condição natural ou trabalhada, como camada de reforço ou sub-base do pavimento. O procedimento para a avaliação desta camada encontra-se no Quadro 2.

2.2. Serviços de Escritório

Os serviços de escritório descritos a seguir orientam a produção dos documentos geotécnicos do projeto e devem referir-se a subtrechos de trechos estudados, definidos pelo projetista. Esses documentos deverão conter as informações indicadas nos itens abaixo:

2.2.1. Perfil Geotécnico no qual deverá constar as seguintes indicações abaixo:

a) Indicações Gerais

- Distância entre os diversos furos sondados;
- Identificação numérica de cada furo;
- Identificação numérica de cada camada e respectivo furo;
- Profundidade de cada camada, com indicação das respectivas cotas em relação ao greide de projeto.

b) Indicação das características de cada camada estudada, conforme relacionado abaixo:

- Identificação táctil-visual incluindo a cor de cada camada;
- Origem provável.

Quadro 2. Ensaios Geotécnicos para Subleito com Camada de Revestimento Primário ⁽³⁾

Camadas	Ensaios		Condição de Uso da Camada
	"In Situ"	Laboratório	
Revestimento Primário	- Deflexão pela Viga Benkelman ⁽²⁾ ≤ 100 (1/100 mm)	-	Poderá ser usada em sua condição natural, adotando-se CBR = 20%
	> 100 (1/100 mm)	CBR / Expansão ⁽¹⁾	Poderá ser usada, mas trabalhada
Subleito	Conforme Quadro 1.	-	Subleito em sua condição natural ou melhorado

Obs.:

(1) Ensaio de Suporte Califórnia de Solos em amostras não trabalhadas (ME-9 / PMSP);

(2) Ensaio de Deflexão pela Viga Benkelman (ME-46 / PMSP);

(3) Nos casos em que o leito esteja acima ou abaixo do greide de fundação do pavimento, recomenda-se o estudo desta camada em laboratório, para o seu uso em camadas que poderão compor a estrutura do pavimento.

- Massa Específica seca natural;
- Umidade Natural;
- Suporte "in situ";
- Massa Específica Aparente Seca máxima;
- Umidade Ótima;
- Granulometria;

- Índice de Suporte Califórnia (CBR) ou Índice de Suporte Mini-CBR;
- Classificação MCT.

c) Indicação dos Universos de Solos

Os universos de serão definidos, para efeito de dimensionamento, segundo um dos critérios:

c.1) Classificação MCT

U1: Solos de classificação LA' e LG';

Os casos de subleito do tipo LA', cuja origem seja a formação São Paulo, do tipo variegado, devem ser tratados isoladamente.

U2: Solos de classificação NS' e NG';

Nos casos de subleito do tipo NG', com estrutura estratificada e/ou com problemas de drenagem, utilizar um mínimo de 20 cm de reforço de solo selecionado ou estabilizada com CBR \geq 11%.

Os demais grupos MCT (NA', NA, LA), de ocorrência restrita na região da grande São Paulo, deve, ser estudados isoladamente.

c.2) Através de intervalos de Índice de Suporte, Mini-CBR ou CBR, com Expansão \leq 2%

U1: Solos com CBR ou Mini-CBR $<$ 4%;

U2: Solos com $4\% \leq$ CBR ou Mini-CBR \leq 8%;

U3: Solos com $8\% \leq$ CBR ou Mini-CBR \leq 12%;

U4: Solos com CBR ou Mini-CBR $>$ 12%.

Para subleitos com solos de expansão com CBR $>$ 2%, deverá ser obedecido o item 4.

O projetista poderá se utilizar de outros critérios para a definição de um mesmo universo de solo, desde que devidamente justificado.

A identificação dos materiais coletados nas sondagens deverá ser compatível com as indicadas pela instrução - "Nomenclatura para identificação dos materiais no perfil dos solos", no anexo1.

2.2.2. Planta Representativa da Posição dos Diversos Furos Sondados

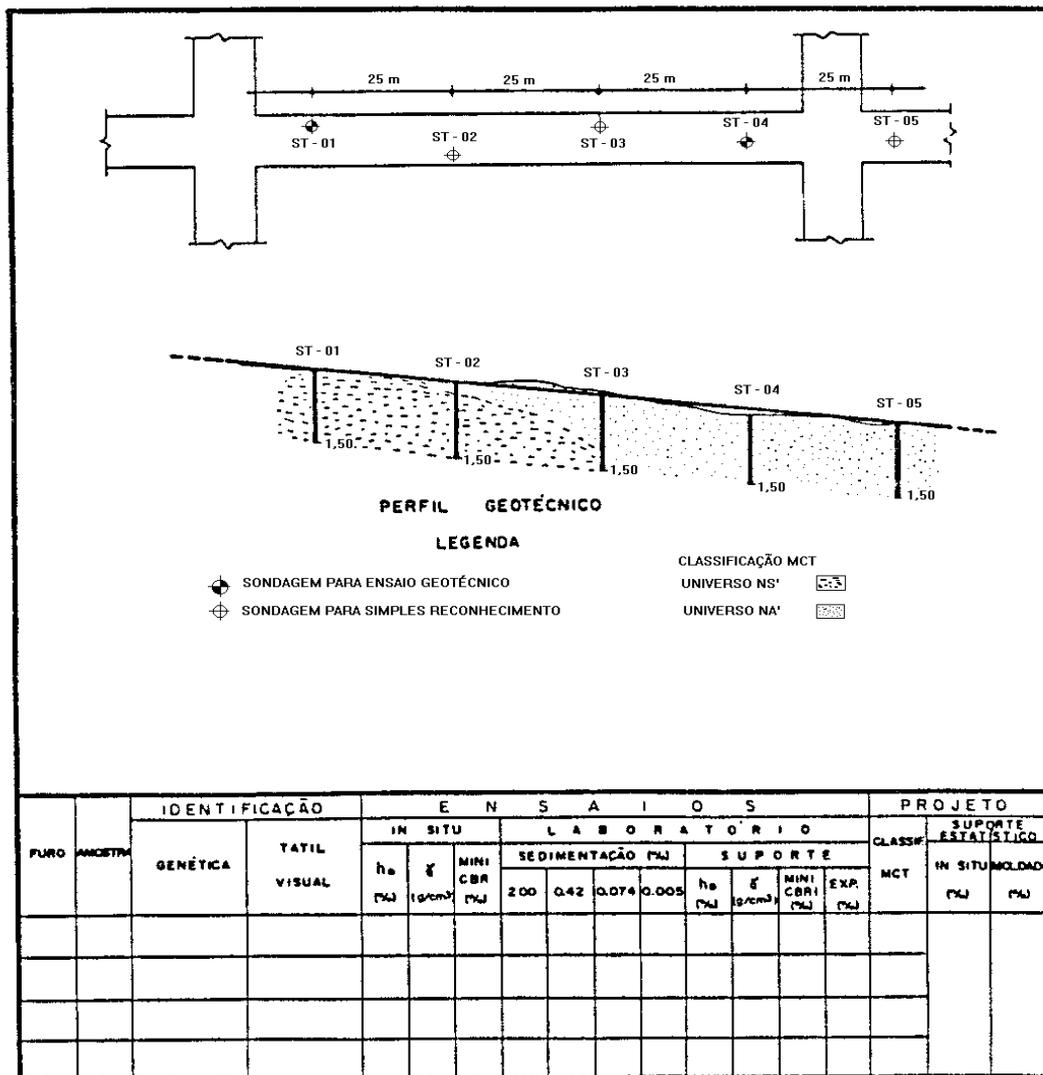
A planta representativa da posição dos diversos furos sondados deverá conter as seguintes indicações:

- Largura da seção transversal do pavimento com sarjetas;
- Identificação numérica de cada furo;
- Estaca, número da soleira, poste ou qualquer outro elemento que identifique a posição da sondagem;

- Distância entre os diversos furos sondados;
- Distância dos furos em relação aos alinhamentos das travessas mais próximas;
- Larguras e nomes das ruas transversais.

A figura 2. traz um modelo de um perfil geotécnico.

Figura 2. - Modelo de um Perfil Geotécnico de um Subtrecho



2.2.3. Cálculo do Suporte (CBR ou Mini-CBR) de Projeto

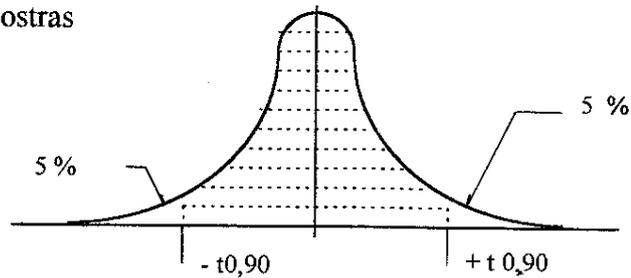
Os cálculos geotécnicos, para fins de dimensionamento do pavimento, serão tratados estatisticamente, por universo de solos, definido conforme o ítem 2.2.1c, universo este que deverá conter pelo menos 3 unidades de ensaios. Esse tratamento estatístico poderá ser feito através da distribuição “t” de Student, adequada ao controle pela média de amostragem pequenas e com nível de confiança de 95% para o suporte de projeto.

A figura 3. mostra os valores “t” de Student para este nível de confiança.

Figura 3. - Distribuição “t” de Student

n-1	t 0,90						
1	3,08	11	1,36	21	1,32	40	1,30
2	1,89	12	1,36	22	1,32	60	1,30
3	1,64	13	1,35	23	1,32	120	1,29
4	1,53	14	1,34	24	1,32	∞	1,28
5	1,48	15	1,34	25	1,32		
6	1,44	16	1,34	26	1,32		
7	1,42	17	1,33	27	1,31		
8	1,40	18	1,33	28	1,31		
9	1,38	19	1,33	29	1,31		
10	1,37	20	1,32	30	1,31		

onde: n = nº de amostras



Para estarmos 95 % confiantes de que o CBR de projeto não será inferior:

$$CBR_p = \overline{CBR} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n-1}}$$

onde: $\overline{CBR} = \frac{\sum CBR_i}{n}$ e $S = \sqrt{\frac{\sum [CBR_i - \overline{CBR}]^2}{n}}$

3. Classificação dos Tipos de tráfego

3.1. Tráfego

As vias urbanas ou estradas a serem pavimentadas, serão classificadas de acordo com o tráfego previsto para as mesmas, nos seguintes tipos:

- **Tráfego Muito Leve:** Ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é absolutamente previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente, passagens de caminhões em número não superior a três (3) por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número “N” típico de 10^4 solicitações do eixo simples padrão (8,2 t) para o período de projeto de 10 anos;

- **Tráfego Leve:** Ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente, passagens de caminhões ou ônibus em número não superior a trinta (30) por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número “N” típico de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (8,2 t) para o período de projeto de 10 anos;

- **Tráfego Médio:** Ruas ou estradas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em um número entre trinta (30) a quatrocentos (400) por dia, na faixa de tráfego mais solicitada, caracterizando o número “N” típico por $10^5 < N \leq 10^7$ solicitações do eixo simples padrão (8,2 t) para o período de projeto de 10 anos.

3.2. Carga Legal

No presente método de dimensionamento, foi considerado que a carga máxima legal no Brasil é de 10 toneladas por eixo.

4. Considerações sobre o Subleito

A fim de orientar o projeto do pavimento são apresentadas algumas considerações sobre o subleito, a saber:

- A espessura do pavimento a se construído sobre o subleito será calculada de acordo com o presente procedimento, em função do suporte (CBR ou Mini-CBR) como representativo de suas camadas;

- Nos casos onde as sondagens indicaram a necessidade de substituição do subleito, deverá ser considerado o valor do suporte do solo de empréstimo;

- Na determinação do suporte do subleito, empregar-se-á o Ensaio Normal de Compactação de Solos (ME-7 / PMSP) e a moldagem dos corpos de prova deverá ser feita com a energia de compactação correspondente;

- No entanto, a determinação do suporte do subleito (CBR_{SL} ou $Mini-CBR_{SL}$) poderá ser feita com amostras indeformadas, após um período mínimo de imersão de 48 horas no caso do CBR ou 12 horas quando Mini-CBR, no caso das vias existentes serem adotadas de guias e sarjetas, reforços de pavimentos antigos ou de aproveitamento do leito existente;

- No caso de ocorrência de subleito com suporte $< 2\%$, deverá ser feita sua substituição por solo com suporte $\geq 5\%$ e expansão $\leq 2\%$, na espessura indicada no projeto. Outra solução poderá ser utilizada desde que devidamente justificada;

- No caso de ocorrência de subleito com expansão $> 2\%$, deverá ser determinada experimentalmente, a sobrecarga necessária para o solo apresentar expansão $\leq 2\%$;

- O peso próprio do pavimento projetado deverá transmitir para o subleito uma pressão igual ou maior do que a determinada pelo ensaio.

5. Estrutura do Pavimento

5.1. Estrutura do Pavimento para Tráfego Muito Leve e Leve

5.1.1. Tráfego Estimado

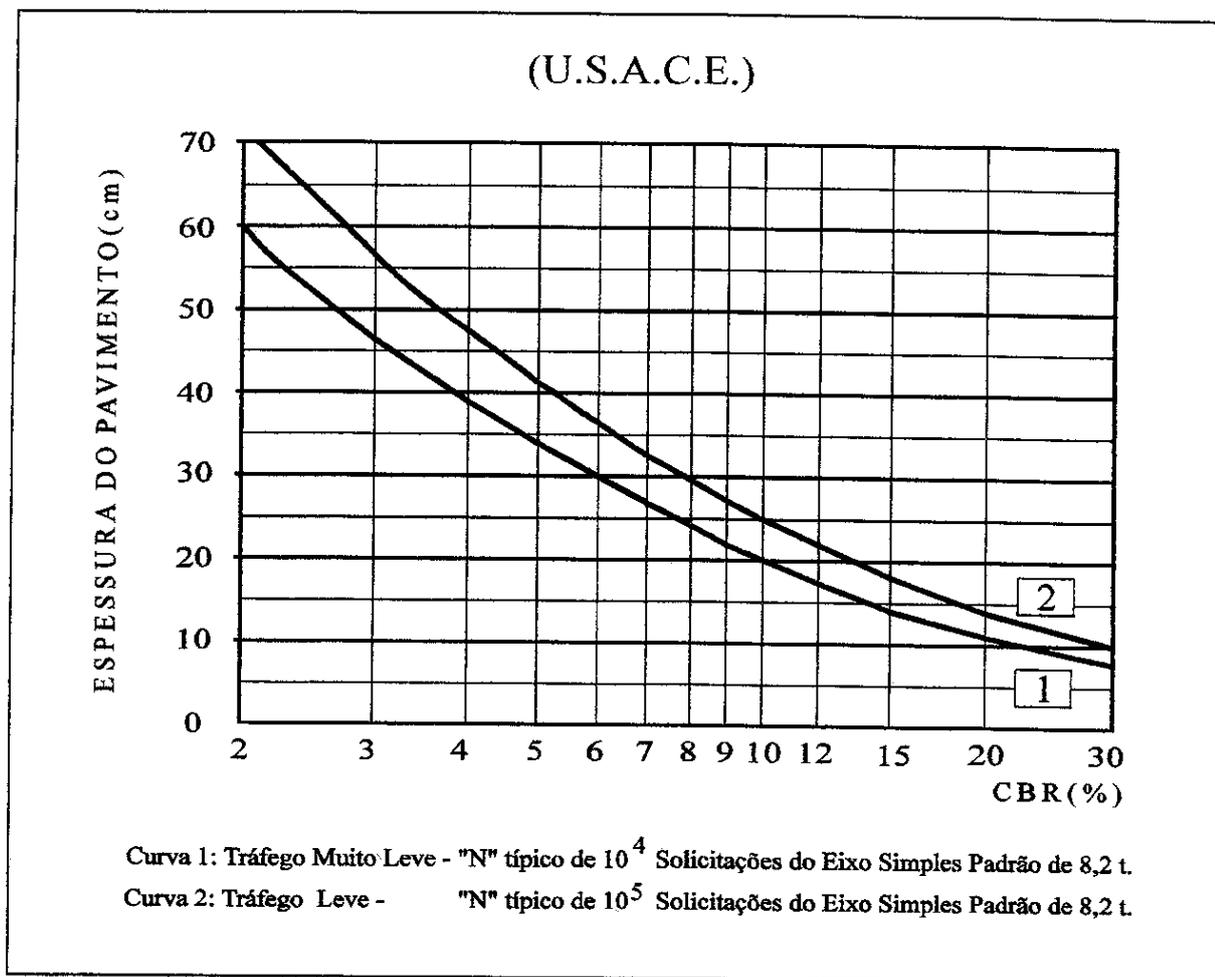
Para efeito de dimensionamento da estrutura do pavimento, os tráfegos serão caracterizados conforme indicado no ítem 3.1., ou seja:

- Tráfego Muito Leve: “N” típico = 10^4 solicitações

- Tráfego Leve: “N” típico = 10^5 solicitações

5.1.2. Espessura Total do Pavimento

Definido o tipo de tráfego do pavimento e determinado o suporte representativo do subleito, a espessura total básica do pavimento, em termos de material granular, H_{SL} será fixada de acordo com o ábaco da figura abaixo:



5.1.3. Tipo e Espessura da Camada de Rolamento

O revestimento betuminoso será constituído de uma camada de Pré-Misturado à Quente (PMQ) ou Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ), com espessura mínima de 3,0 cm para tráfego Muito Leve e 3,5 cm para Leve.

Pode-se aceitar revestimentos de Macadame Betuminoso com Capa Selante ou Tratamento Superficial Triplo, desde que as condições topográficas assim o permitam (rampas $\leq 4\%$) e o executante tenha comprovada experiência neste tipo de serviço.

5.1.4. Espessuras das Demais Camadas

Uma vez determinada a espessura total do pavimento (H_{SL}), em termos de material granular e fixada a do revestimento (R), procede-se ao dimensionamento das espessuras das demais camadas, ou seja, da base, sub-base e do reforço do subleito, levando-se em conta os materiais disponíveis para cada uma delas, seus coeficientes de equivalência estrutural e suas capacidades de suporte, traduzidas pelos respectivos CBR ou Mini-CBR.

As espessuras da Base (B), Sub-base (h_{SB}) e do Reforço do Subleito (h_{REF}) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

Caminhões Médios e Ônibus (%)	Caminhões Pesados (%)	Fator Veículo (%)
50	50	6,8
60	40	5,8
70	30	4,7
80	20	3,7

Pode-se definir o Fator de Veículo (F_v), como um coeficiente que, multiplicado pelo Volume Total (V_t) de tráfego comercial que solicita o pavimento, durante o período de projeto, fornece o número equivalente de operações do eixo simples padrão, no mesmo período.

5.2.1.2. Cálculo do Volume Total do Tráfego (V_t)

Sendo V_0 o volume de tráfego inicial diário comercial, na faixa mais solicitada, o volume médio diário (V_M), durante o período de projeto (P), considerando uma taxa de crescimento t % ao ano, será:

$$V_M = \frac{V_0 (2 + p \times t / 100)}{2}$$

Na falta de dados mais precisos, adotar $t = 10\%$ e $P = 10$ anos.

O volume total V_t , durante o mesmo período, será:

$$V_t = 365 \times P \times V_M$$

5.2.1.3. Cálculo do Número Total de Solicitações “N”

$$N = V_t \times F_v$$

5.2.2. Tráfego Estimado

No caso em que não se tenha contagem de veículos, o projetista poderá estimar o número equivalente “N” de operações do eixo simples padrão, baseado em dados fornecidos pela PMSJC, poderá arbitrar por faixa, um dos valores para o número “N”, para efeito de dimensionamento, considerando-se um período de projeto de 10 anos, conforme indicado abaixo:

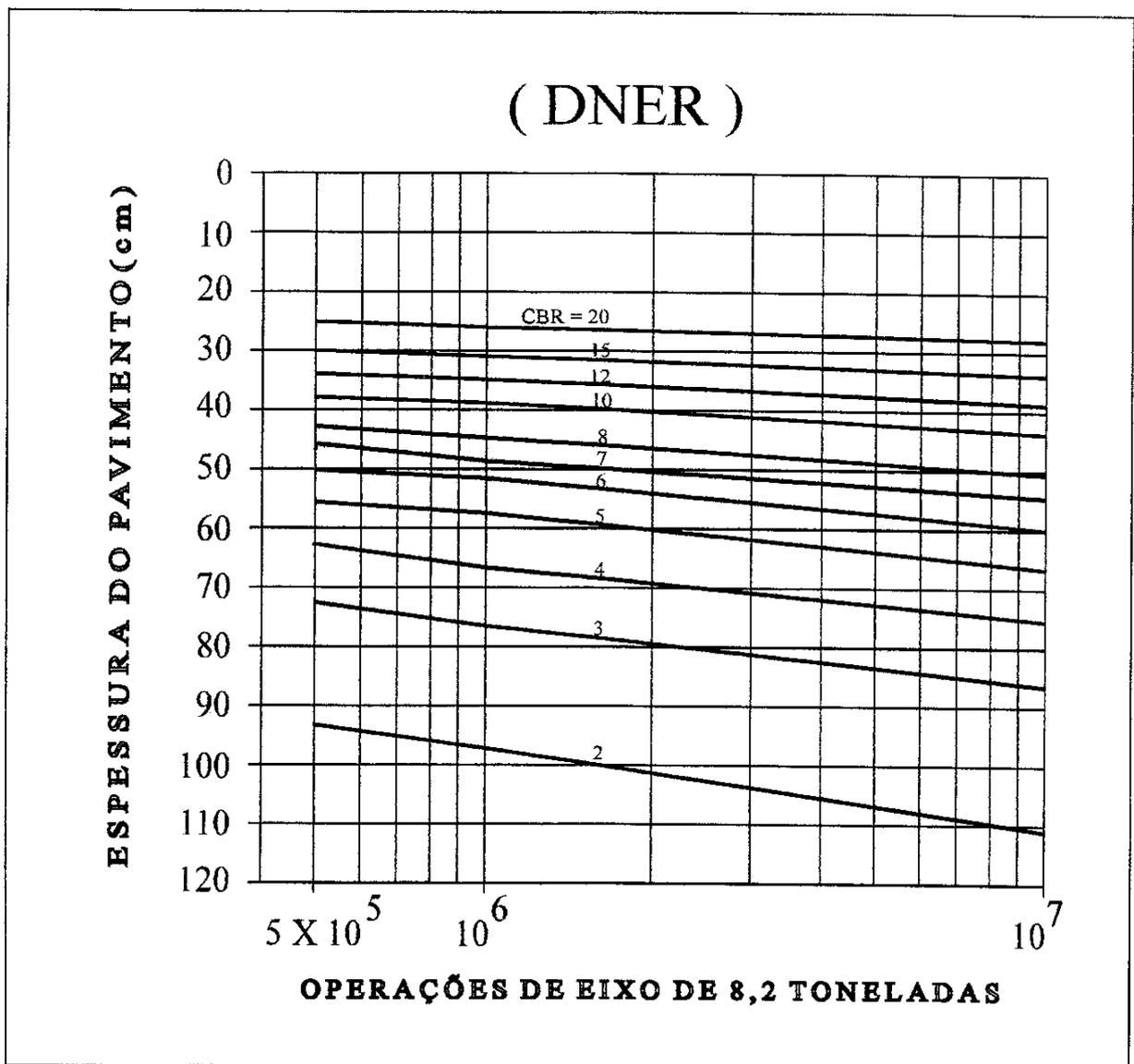
Tráfego Médio	“N”
Tipo LM	10^6
Tipo MP	10^7

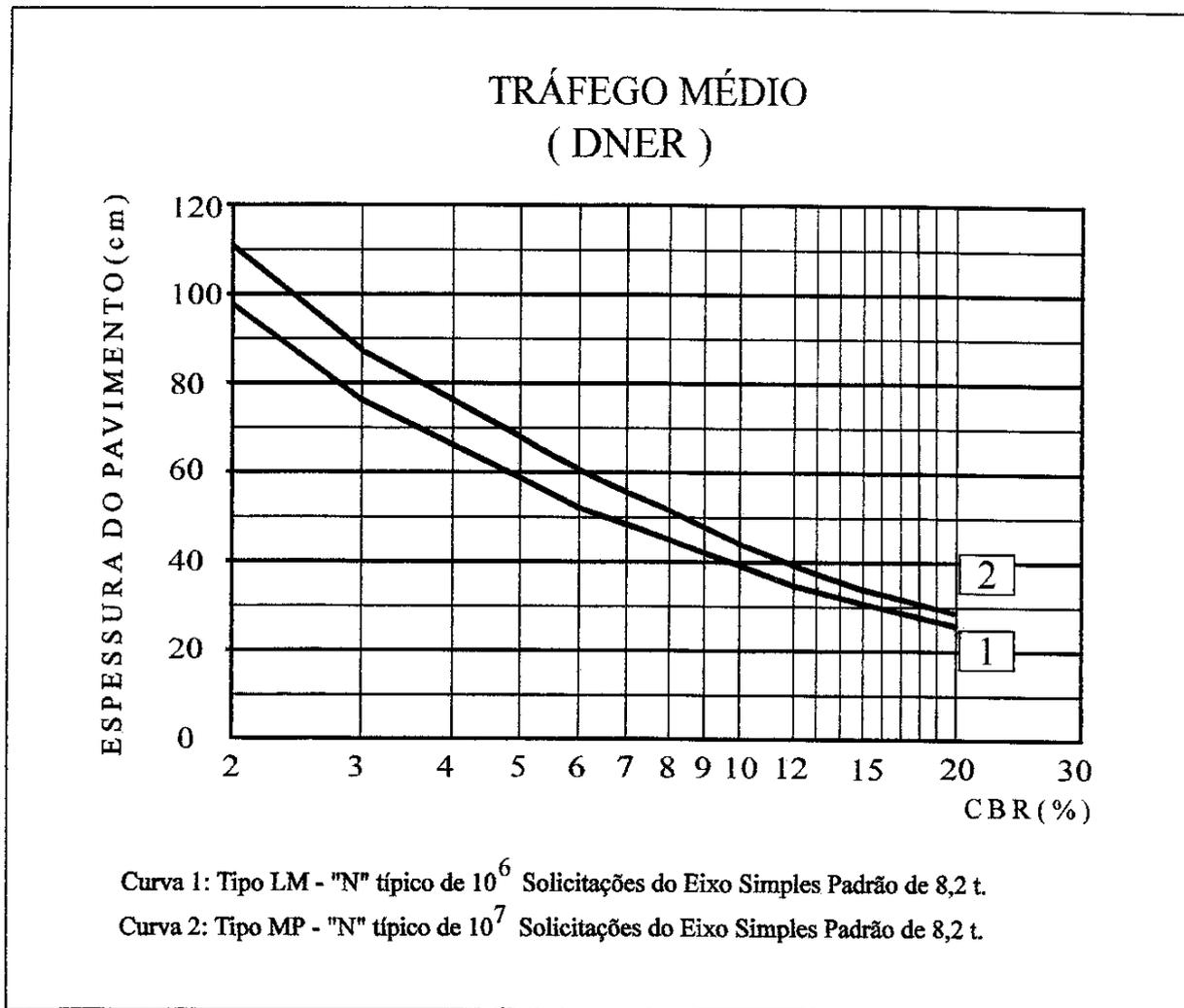
Onde:

- **Tipo LM:** é considerado um tráfego, próximo ao limite inferior do número de veículos permitido para Tráfego Médio;

- **Tipo MP:** é considerado um tráfego, próximo ao limite superior do número de veículos permitido para Tráfego Médio.

5.2.3.2. Espessura Total do Pavimento





5.2.4. Tipo e Espessura da Camada de Rolamento

Para $N = 10^6$, a espessura da camada de rolamento deverá ter no mínimo 5 cm de CBUQ, e para $N = 10^7$, a espessura mínima deverá ser de 10 cm de Binder e CBUQ (5 cm de Binder e 5 cm de CBUQ).

Para N entre 10^6 e 10^7 , usar uma espessura mínima obtida por interpolação linear entre as indicadas acima. Por exemplo, para 5×10^6 , usar a espessura de 7,5 cm, podendo ser de 4,0 cm de Binder e 3,5 cm de CBUQ.

5.2.5. Espessura da Demais Camadas

Uma vez determinada a espessura total do pavimento (H_{SL}), em termos de material granular e fixada a do revestimento (R), procede-se ao dimensionamento das espessuras das demais camadas, ou seja, da base, sub-base e do reforço do subleito, levando-se em conta os materiais

disponíveis para cada uma delas, seus coeficientes de equivalência estrutural e suas capacidades de suporte, traduzidas pelos respectivos CBR ou Mini-CBR.

As espessuras da Base (B), Sub-base (h_{SB}) e do Reforço do Subleito (h_{REF}) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{SB} \tag{1}$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{SB} \times K_{SB} \geq H_{REF} \tag{2}$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{SB} \times K_{SB} + h_{REF} \times K_{REF} \geq H_{SL} \tag{3}$$

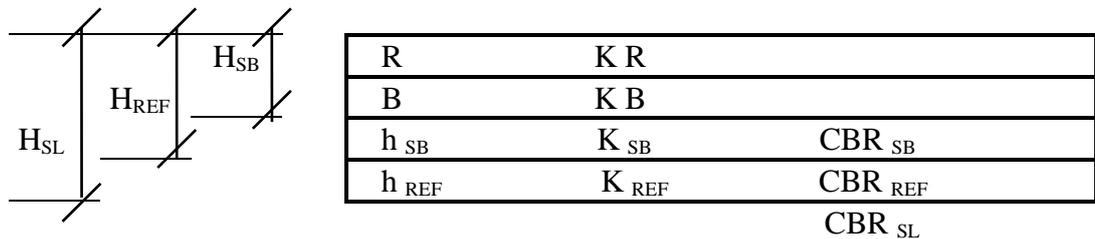
Onde:

K_R , K_B , K_{SL} , K_{REF} representam os coeficientes estruturais do revestimento, da base, da sub-base e do reforço do subleito, respectivamente;

H_{SB} , H_{REF} ou H_{SL} , as espessuras fornecidas pela figura acima para materiais com CBR_{SB} , CBR_{REF} e CBR_{SL} ou Mini- CBR_{SB} , Mini- CBR_{REF} e Mini- CBR_{SL} .

A estrutura do pavimento poderá ou não conter sub-base, ficando a critério do projetista.

Esquema Elucidativo



A espessura mínima da base deverá ser de quinze (15) centímetros.

5.3. Coeficiente de Equivalência Estrutural

O coeficiente de equivalência estrutural de um material é definido como a relação entre as espessuras de uma base granular e de uma camada de material considerado, que apresente o mesmo comportamento, ou seja, considera-se que uma camada de 10 centímetros de um material com coeficiente de equivalência estrutural igual a 1,5 apresenta comportamento igual ao de uma camada de 15 cm de base granular.

Para as camadas de pavimento executadas de acordo com as instruções de execução da Prefeitura do Município de São José dos Campos, são adotados os seguintes coeficientes de equivalência estrutural:

Camada do Pavimento	Coefficiente Estrutural (K)
Base ou Revestimento de Concreto Betuminoso	2,00
Base ou Revestimento de Concreto Magro	2,00
Base ou Revestimento de Pré-Misturado à Quente, de Graduação Densa	1,80
Base ou Revestimento de Pré-Misturado à Frio, de Graduação Densa	1,40
Base ou Revestimento Betuminoso por Penetração	1,20
Paralelepípedos	1,00
Camada de Isolamento ou Bloqueio	1,00
Base de Brita Graduada, Macadame Hidráulico e Estabilizadas Granulometricamente	1,00
Sub-bases Granulares ou Estabilizadas com Aditivos	Variável
Reforço do Subleito	Variável
Base de Solo-Cimento ou Brita com Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, superior a 45 Kg/cm²	1,70
Base de Solo-Cimento ou Brita com Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, superior a 45 a 28 Kg/cm²	1,40
Base de Solo-Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 28 e maior ou igual a 21 Kg/cm²	1,20
Base de Solo-Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 21 Kg/cm²	1,00
Areia	1,00

Os coeficientes estruturais da sub-base granular e do reforço do subleito serão obtidos pelas expressões:

$$K_{SB} = \sqrt[3]{\frac{CBR_{SB}}{3 \times CBR_{SL}}} \leq 1$$

e

$$K_{REF} = \sqrt[3]{\frac{CBR_{REF}}{3 \times CBR_{SL}}} \leq 1$$

Onde: CBR_{SB} , CBR_{REF} e CBR_{SL} são os suportes da sub-base, reforço e subleito.

Destas expressões, resultam os seguintes coeficientes estruturais, em função das relações CBR_{SB}/CBR_{SL} e CBR_{REF}/CBR_{SL} :

Relação de CBR	K
1,1	0,72
1,2	0,75
1,3	0,76
1,4	0,78
1,5	0,80
1,6	0,82
1,7	0,83
1,8	0,85
1,9	0,86
2,0	0,88
2,1	0,90
2,2	0,91
2,3	0,92
2,4	0,94
2,5	0,95
2,6	0,96
2,7	0,97
2,8	0,98
2,9	0,99
≥ 3,0	1,00

Mesmo que o CBR do reforço ou da sub-base seja superior a 30%, deverá ser considerado como se fosse igual a 30%, para efeito de cálculo das relações acima.

Quando pavimentos antigos de paralelepípedos forem beneficiados com revestimentos betuminosos, o valor do coeficiente de equivalência estrutural do pavimento existente, poderá variar de 1,2 a 1,8, em função do comportamento, abaulamento e rejuntamento dos paralelepípedos.

5.4. Materiais das Diversas Camadas do Pavimento

Os materiais próprios para as camadas de revestimento, base e reforço do subleito, deverão obedecer às especificações constantes das instruções em vigor na Prefeitura do Município de São José dos Campos.

A espessura mínima da base deverá ser de 10 cm.

No caso de bases estabilizadas granulometricamente, além da obediência às especificações contidas nas normas correspondentes, os materiais ou misturas de materiais deverão satisfazer as seguintes exigências de CBR mínimo e de expansão máxima medida com sobrecarga de 4,5 Kg:

Bases: **CBR ≥ 80%**
 Expansão ≤ 0,5%

Sub-bases: **CBR ≥ 30%**
 Expansão ≤ 1,0%

No caso em que o projetista preconize o uso de bases estabilizadas ou de Macadame Hidráulico, recomenda-se a execução sobre a imprimadura impermeabilizante da base um Tratamento Superficial Simples, com o objetivo de melhorar a resistência da interface entre a camada de rolamento e a base, além de proporcionar uma impermeabilização da base.

A base poderá ser do tipo mista convencional, constituída de Macadame Betuminoso e de Macadame Hidráulico, obedecendo as espessuras mínimas para cada tipo de tráfego. Pode-se usar outros tipos de bases mistas, desde que aprovadas pelo corpo técnico da prefeitura.

Tipo de Tráfego	Espessuras Mínimas
Muito Leve	Macadame Betuminoso = 5 cm Macadame Hidráulico = 7 cm
Leve	Macadame Betuminoso = 5 cm Macadame Hidráulico = 10 cm
Médio	Macadame Betuminoso = 7,5 cm Macadame Hidráulico = 15 cm

Materiais próprios para reforço do subleito são os de CBR superior ao apresentado pelo subleito e com expansão máxima de 2%, medida com sobrecarga de 4,5 Kg.

6. Pressupostos do Dimensionamento

6.1. Drenagem

O dimensionamento parte do pressuposto que haverá sempre uma drenagem superficial adequada e que o lençol subterrâneo será rebaixado a, pelo menos, 1,50 m em relação ao greide de terraplanagem.

6.2. Compactação das Camadas de Pavimento e Melhoria do Subleito

O dimensionamento pressupõe, também, que sejam inteiramente satisfeitos os requisitos de compactação a seguir discriminados:

- Os revestimentos de concreto asfáltico e de pré-misturado a quente deverão ser compactados a, no mínimo, 95% da densidade aparente do projeto;

- As bases estabilizadas granulometricamente deverão ser compactadas a, no mínimo, 100% do proctor intermediário, ressalvados os casos que venham a danificar as construções lindeiras, onde deverá ser utilizada base de macadame hidráulico;

- As camadas de reforço do pavimento e melhoria do subleito deverão ser compactadas na energia preconizada em projeto.