

	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO</b>	Grupo de Serviço <b>PAVIMENTAÇÃO</b>
	<b>BASE DE SOLO-CIMENTO</b>	Código <b>DERBA-ES-P-07/01</b>

## 1. OBJETIVO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução de base de solo-cimento, em obras rodoviárias sob a jurisdição do DERBA.

## 2. GENERALIDADES

Base de solo-cimento é o produto resultante da cura úmida de uma mistura homogênea, de solo, cimento e água, em proporções estabelecidas por dosagem experimental, e que obedeça às exigências de durabilidade por moldagem e secagem e resistência à compressão simples.

## 3. MATERIAIS

Os materiais empregados na mistura devem atender às seguintes exigências:

3.1 O cimento Portland deve obedecer às exigências contidas na especificação da ABNT e os ensaios, para fins de recebimento, devem também atender aos métodos da ABNT.

3.2 A água deve ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais;

3.3 Os solos empregados na execução de base de solo-cimento, devem ser os provenientes de ocorrências de materiais, devendo apresentar as seguintes características:

### a) Condições Granulométricas:

- Material passando na peneira 76mm - 100%;
- Material passando na peneira nº 4 - 50% a 100%;
- Material passando na peneira nº 40 - 15% a 100%;
- Material passando na peneira nº 200 - 5% a 35%.

b) A fração que passa na peneira número 40 deve apresentar Limite de Liquidez menor do que 40% e Índice de Plasticidade menor do que 18%;

c) Possuir a trabalhabilidade necessária à realização das operações de construção de base de solo-cimento e não conter matéria orgânica ou outras impurezas nocivas;

d) Eventualmente, poderão ser constituídos da mistura de materiais como pedregulhos, pedra britada, etc.

3.4 A mistura de solo-cimento deve apresentar um valor mínimo de 21 kg/cm<sup>2</sup>, para a resistência à

compressão aos 7 dias de idade, em corpos de prova moldados segundo o prescrito pela ABNT.

#### 4. EQUIPAMENTOS

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

O equipamento básico para a execução dos serviços compreende as seguintes unidades:

4.1 Trator de esteira equipado com lâmina e escarificador;

4.2 Carregadeira;

4.3 Caminhão basculante;

4.4 Motoniveladora pesada, com escarificador;

4.5 Caminhão irrigador equipado com bomba e barra distribuidora;

4.6 Rolo compactador compatível com o tipo de material e a densidade especificada;

4.7 Gabarito e régua de madeira ou metálica, de 3m de comprimento;

4.8 Central de mistura, provida de silos para solos e cimento, depósito de água e dispositivos de controle das proporções de materiais componentes da mistura, capaz de propiciar umedecimento e produção de forma homogênea;

4.9 Distribuidor de agregados autopropulsionado.

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

#### 5. EXECUÇÃO

##### 5.1 Preparo da superfície

a) A superfície a receber a camada de base, deve estar perfeitamente limpa e desempenada, devendo ter recebido a prévia aprovação por parte da Fiscalização.

b) Eventuais defeitos existentes devem ser necessariamente reparados, antes da distribuição do material.

##### 5.2 Produção da mistura

a) Os materiais que integrarão a mistura devem ser acumulados nos silos da usina, devendo ser previsto o eficiente abastecimento, de modo a evitar a interrupção da produção.

b) A usina deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura dos materiais.

c) O grau de pulverização exigido é de 80%, no mínimo.

d) A mistura deve sair da usina perfeitamente homogeneizada e com o teor de umidade ligeiramente acima da umidade ótima, de forma a fazer frente às perdas decorrentes das

operações construtivas subseqüentes.

### 5.3 Transporte da mistura

- a) O transporte da mistura, da usina para a pista, deve ser feito em caminhões basculantes.
- b) Não deve ser permitida a estocagem do material usinado.
- c) Os veículos de transporte devem ser cobertos com lonas, de modo a evitar a perda de umidade por evaporação ou o excesso de umidade da mistura, pela ação de chuvas.
- d) Não deve ser permitido o transporte da mistura para a pista quando a camada subjacente estiver molhada, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.

### 5.4 Distribuição e Espalhamento da mistura

- a) A distribuição da mistura, sobre a camada anterior previamente liberada pela Fiscalização, deve ser realizada com distribuidor de agregados capaz de espalhar o material em espessura uniforme, sem produzir segregação.
- b) Opcionalmente, em função das características da mistura e com a autorização da Fiscalização, a distribuição poderá ser procedida pela ação de motoniveladora. Neste caso, a mistura deve ser descarregada dos basculantes em leiras sobre a camada anterior liberada pela Fiscalização, devendo ser estabelecidos critérios de trabalho que assegurem a qualidade do serviço.
- c) O espalhamento da mistura deve ser efetuado em espessura tal que, após a compactação, resulte a espessura de projeto.
- d) Deve ser vedado o uso, no espalhamento, de equipamentos ou processos que causem segregação do material.
- e) A espessura individual da camada acabada, deve se situar no intervalo de 0,10m a 0,20m.

### 5.5 Compactação e Acabamento

- a) As operações de compactação devem ser iniciadas imediatamente após o término da distribuição da mistura.
- b) O tempo decorrido entre a incorporação do cimento à mistura, na central, e o início da compactação, não deve ser superior a 1 (uma) hora.
- c) O teor de umidade da mistura, no início da compactação, deve situar-se na faixa de -1,0% a +2,0%, em relação à umidade ótima indicada pelo ensaio de compactação, com a energia adotada em projeto.
- d) A compactação deve ser executada em faixas longitudinais, sendo iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal e progredindo para o ponto mais alto.
- e) Em cada passada o equipamento deve propiciar a cobertura de, no mínimo, 0,20m de faixa anteriormente coberta.

- f) Durante as operações de compactação, devem ser tomadas as medidas necessárias para que a camada superficial seja mantida na umidade ótima, ou ligeiramente acima, recorrendo-se a pequenas adições de água, se preciso for.
- g) Após a conclusão da compactação deve ser feito o acerto da superfície, de modo a atender ao projeto, pela eliminação de saliências, com o emprego da motoniveladora. Não deve ser permitida a correção de depressões pela adição de material. A superfície da camada deve ser comprimida até que se apresente lisa e isenta de partes soltas ou sulcadas.
- h) A compactação e o acabamento finais devem ser obtidos com o emprego de rolo de pneumáticos de pressão regulável.
- i) O grau de compactação deve ser de 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, adotada como referência na dosagem da mistura, com emprego da energia de compactação do Proctor Normal.
- j) O tempo decorrido entre o início da compactação e o acabamento final da camada não deve exceder a três horas.
- l) Eventuais manobras do equipamento de compactação que impliquem em variações direcionais prejudiciais, devem ser processar fora da área de operação.
- m) Em lugares inacessíveis ao equipamento, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida deve ser feita à custa de compactadores portáteis, manuais ou mecânicos.

## 5.6 Juntas de construção

- a) As juntas de construção transversais devem ser executadas de acordo com procedimentos que assegurem a sua eficiência e bom acabamento.
- b) As juntas de construção longitudinais devem ser evitadas, executando-se a base de solo-cimento em toda a largura da pista, em uma única etapa.

## 5.7 Proteção e Cura

- a) A camada acabada de base de solo-cimento deve ser submetida de imediato a processo de cura, devendo para isto ser protegida contra a perda rápida de umidade por evaporação, por período de, no mínimo sete dias.
- b) O processo de cura consistirá de aplicação de pintura asfáltica, com emulsão diluída em água.
- c) Antes da aplicação, a superfície deve ser completamente limpa, através do emprego de processos e equipamentos adequados. Se necessário, para assegurar a adequada limpeza, a Fiscalização poderá exigir o emprego de jatos de ar comprimido.
- d) Anteriormente à aplicação da pintura de cura, a superfície deve estar convenientemente umedecida.
- e) As taxas de diluição de emulsão e de aplicações do ligante devem ser definidas pela Fiscalização, objetivando-se a formação de uma película impermeável e homogênea.

f) Outros processos de cura poderão ser utilizados, como a proteção da superfície de base de solo-cimento com uma camada de 5cm de solo arenoso ou 10cm de capim. Em ambos os casos, as camadas de proteção devem ser mantidas úmidas durante 7 dias, através de molhações frequentes e controladas, de modo a evitar que a água escorra sobre a superfície da base, removendo o cimento nela existente.

## 5.8 Abertura ao tráfego

- a) A camada de base de solo-cimento não deve ser submetida a ação direta do tráfego.
- b) Em caráter excepcional, a Fiscalização poderá autorizar a liberação ao tráfego, por curto espaço de tempo, desde que tal fato não prejudique a qualidade do serviço.

## 6. MANEJO AMBIENTAL

Os cuidados a serem observados visando a preservação do meio ambiente, no decorrer das operações destinadas à execução da camada de base de solo-cimento são:

### 6.1 Na exploração das ocorrências de materiais:

- a) Atendimento às recomendações preconizadas na especificação DERBA-ES-T-04/01 – Terraplenagem – Empréstimos;
- b) Não provocar queimadas como forma de desmatamento;
- c) As estradas de acesso devem seguir as recomendações da especificação DERBA-ES-T-02/01 – Terraplenagem – Caminhos de Serviços.

### 6.2 Na execução:

Os cuidados para a preservação ambiental referem-se à disciplina do tráfego e estacionamento dos equipamentos.

- a) Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural.
- b) As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos, devem ser localizadas de forma que, resíduos de lubrificantes e, ou, combustíveis, não sejam levados até cursos d'água.

## 7. CONTROLE

### 7.1 Controle tecnológico

Os locais para a realização de controle devem ser de livre escolha da Fiscalização e devem ser procedidos os seguintes ensaios:

- a) Uma determinação da Massa Específica Aparente Seca, "in situ", a cada 100m de pista, imediatamente após o término da compactação;
- b) Uma determinação do Teor de Umidade a cada 100m de pista, imediatamente antes do início da compactação;
- c) Um conjunto de ensaios de caracterização (Limite de Liquidez, Limite de Plasticidade e Granulometria), para cada 200m de pista, no máximo;

- d) Um ensaio de Resistência à Compressão Simples com rompimento aos 7 (sete) dias de idade, com amostras coletadas na pista, imediatamente antes da compactação, a cada 200m de pista e no mínimo uma determinação por dia;
- e) Um ensaio de compactação segundo o método DERBA-S-07/68, para determinação da Massa Específica Aparente Seca Máxima, a cada 200m de pista, com amostras coletadas alternadamente na ordem eixo, bordo, eixo. Deve ser obedecido um afastamento de 0,30m do bordo. Ressalvando-se os espaçamentos especificados, a retirada das amostras para execução dos ensaios de compactação deve ser feita no local da determinação da Densidade Seca Máxima Aparente “in situ”. O número de ensaios de Compactação poderá ser reduzido, caso se verifique a homogeneidade do material.
- f) Um ensaio de Finura do cimento empregado (NBR 9202), por dia de trabalho;
- g) Uma determinação do Grau de Pulverização a cada 300t de mistura ou no mínimo, 4 ensaios por dia de trabalho;
- h) Uma determinação da espessura da camada de mistura solta, a cada 20m;
- i) Uma determinação do Teor de Cimento, a cada dia de trabalho, pelo Método de Titulação;
- j) Controle do tempo despendido desde a incorporação do cimento à mistura, na central, até o início da compactação, para cada sub-trecho executado;
- l) Controle do tempo despendido desde o início até o final das operações de compactação e acabamento, para cada sub-trecho executado;
- m) Aferição racional da usina, com vista à definição da adequação do proporcionamento dos componentes da mistura, ao menos duas vezes por semana;
- n) Avaliação sistemática da eficiência do processo de proteção à cura, com base em inspeção visual efetuada pela Fiscalização, para averiguação das condições de umedecimento da superfície e manutenção da integridade da pintura de cura.

## 7.2 Controle Geotécnico e de Acabamento

- a) Cotas: após a execução do serviço, devem ser procedidos a relocação e o nivelamento do eixo e dos bordos, a cada 20m, pelo menos, envolvendo no mínimo três pontos da seção transversal.
- b) Largura: deve ser determinada a largura da plataforma acabada, por medidas à trena, executadas a cada 20m, pelo menos.
- c) Acabamento da superfície: as condições de acabamento da superfície devem ser apreciadas pela Fiscalização, em bases visuais.

## 8. ACEITAÇÃO

### 8.1 Controle tecnológico

Os serviços devem ser considerados aceitos, sob o ponto de vista tecnológico, desde que sejam atendidas as seguintes condições:

a) Os valores máximos e mínimos, decorrentes da amostragem, a serem confrontados com os especificados, sejam calculados pelas seguintes fórmulas:

$$x_{\text{mín}} = \bar{x} - \frac{1,29 S}{\sqrt{N}} - 0,68 S$$

$$x_{\text{máx}} = \bar{x} + \frac{1,29 S}{\sqrt{N}} + 0,68 S$$

b) A resistência à compressão simples, aos 7 dias de idade, para os valores determinados estatisticamente pela expressão a seguir discriminada seja, no mínimo, igual à adotada no projeto da mistura;

$$\mu = \bar{x} - \frac{1,29 S}{\sqrt{N}}, \text{ em que } \bar{x} = \frac{\sum x}{N} \text{ e } S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x)^2}{N-1}}$$

$N \geq 9$  (nº de determinações efetuadas);

c) Não se admitirão valores individuais inferiores a 80% do especificado para a resistência à compressão simples;

d) Os valores mínimos calculados estatisticamente para o grau de compactação, obtidos na alínea "a", sejam iguais ou superiores a 100%, para camadas compactadas na energia do Proctor Normal. Não se admitirão valores individuais inferiores a 98% para o grau de compactação;

e) O cimento utilizado obedeça as especificações da ABNT e apresente índice de finura satisfatório;

f) Os valores individuais dos graus de pulverização obtidos, atendam ao especificado para o tipo de mistura empregado;

g) Os tempos máximos estabelecidos para cada etapa de serviço sejam obedecidos;

h) O teor de cimento da mistura, para cada sub-trecho executado, situe-se na faixa de mais ou menos 0,5% em relação ao valor de projeto;

i) O teor de umidade por ocasião da compactação, atenda ao intervalo estabelecido na alínea "c" do sub-item 5.5;

j) A eficiência do processo de "cura" empregado seja considerado satisfatório pela Fiscalização.

## 8.2 Controle Geométrico e de Acabamento

Os serviços executados devem ser aceitos, à luz do controle geométrico e de acabamento, desde que

atendidas as seguintes condições:

a) A espessura média da camada de base de solo-cimento, deve ser determinada pela fórmula:

$$\mu = \bar{x} - \frac{1,29 S}{\sqrt{N}}, \text{ em que } \bar{x} = \frac{\sum x}{N} \text{ e } S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x)^2}{N-1}}$$

$N \geq 9$  (nº de determinações efetuadas);

b) A espessura média, determinada estatisticamente, não deve ser menor do que a espessura de projeto menos 0,01m;

c) Não devem ser tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo mais ou menos 0,02m, em relação à espessura de projeto;

d) Em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de base de solo-cimento com espessura média inferior à de projeto, a diferença deve ser compensada estruturalmente na camada de revestimento;

e) Em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de base de solo-cimento com espessura média superior à de projeto, a diferença não deve ser deduzida da espessura da camada de revestimento;

f) A variação máxima de largura da plataforma, da camada final de base de solo-cimento, deve ser de 0,10m, não se admitindo variação para menos;

g) As condições de acabamento, apreciadas pela Fiscalização em bases visuais, sejam consideradas satisfatórias.

## 9. MEDIÇÃO

9.1 Os serviços devem ser medidos levando-se em consideração o volume compactado medido na pista e expresso em metros cúbicos, segundo a secção transversal do projeto. Para fins de cálculo da largura média, deve ser considerado o talude da camada igual a 1,5H : 1,0V;

9.2 No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, deve ser considerada a espessura média ( $\bar{x}$ ), calculada como indicada anteriormente;

9.3 Quando  $\bar{x}$  for inferior à espessura do projeto, deve ser considerado o valor  $\bar{x}$ , e quando for superior, deve ser considerada a espessura de projeto.

## 10. PAGAMENTO

Os serviços executados devem ser pagos, mediante medição, com base nos preços unitários contratuais, os quais devem representar a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão de obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.