



ESP-04/92 SUB-BASES DE SOLO LATERÍTICO-BRITA DE GRANULOMETRIA DESCONTINUA

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 fiscalização da Prefeitura do Município de São Paulo.

1. DESCRIÇÃO

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

1.2. A sub-base de Solo Laterítico - Brita de Granulometria Descontínua é constituído de mistura artificial de solo com agregado pétreo britado (brita) que apresenta estabilidade e durabilidade quando adequadamente compactado.

2. MATERIAIS

Todas as especificações de materiais e métodos de ensaios, exceto as explicitadas nesta especificação devem satisfazer às preconizadas pela Prefeitura do Município de São Paulo.

Os materiais para a execução da sub-base deverão obedecer às 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 PMSP/SP ME-60/92;
- b.** Apresentar valores de propriedades mecânicas e hidráulicas, obtidas nos ensaios de PMSP/SP ME-54/92 da PMSP, a seguir:

Mini – CBR sem imersão $\geq 20\%$



ESP-04/92
SUB-BASES DE SOLO LATERITICO-BRITA DE
GRANULOMETRIA DESCONTINUA

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

Expansão \leq 0,5%

Valores obtidos em corpos de prova moldados no teor de umidade da energia normal ou de projeto.

2.2. Brita

A brita deverá ser obtida de agregado pétreo britado podendo ser "Bica Corrida" ou composição através de misturas de pedra 1, pedrisco e pó-de-pedra.

Características da brita:

- a. A granulometria da brita deverá ser tal que tenha 100% passando na peneira 3/4";
- b. Porcentagem de perda no teste de abrasão Los Angeles $<$ 50% determinado através do método PMSP/SP ME-23/92.

2.3. Características da Mistura

A mistura de Solo Laterítico – Brita de Granulometria Descontínua, deverá obedecer à especificação a seguir:

a. Granulometria

- A granulometria da mistura determinada pelo Método PMSP/SP ME-20/92, deverá atender a seguinte faixa granulometria:

FAIXA		
Peneiras de Malhas Quadradas (PMSP/SP EM-04/92)		% Em Peso Que Passa
25 mm	(1 “)	100
9,5 mm	(3/8 “)	50 – 75
4,8 mm	(nº 4)	40 – 70
2,00 mm	(nº 10)	35 – 65
0,42 mm	(nº 40)	20 – 60
0,074 mm	(nº 200)	5 – 35



ESP-04/92
SUB-BASES DE SOLO LATERITICO-BRITA DE
GRANULOMETRIA DESCONTINUA

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

b. Capacidade de Suporte e Expansão

- Serão exigidos os seguintes valores para o índice de suporte CBR e expansão, determinados pelo método PMSP/SP ME-09/92:

CBR \geq 30%

Expansão \leq 0,3%

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.** 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 sub-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;
- l.** Equipamentos de laboratório para o controle tecnológico de recebimento da camada;



ESP-04/92
SUB-BASES DE SOLO LATERITICO-BRITA DE
GRANULOMETRIA DESCONTINUA

Outros equipamentos, desde que aprovados pelo corpo técnico da PMSP e pela Fiscalização, poderão ser utilizados.

4. EXECUÇÃO

4.1. Condição Física da Camada de Apoio da Sub-base de Solo Laterítico – Brita de Granulometria Descontínua

- a. O reforço sobre o qual será executado a Sub-base de Solo Laterítico - Brita deverá ter sido executado de acordo com as condições fixadas pela PMSP/SP ESP-02/92, no caso de reforço de Solo Selecionado ou pela PMSP/SP ESP-03/92, no caso de reforço de Solo Brita Descontínua;
- b. Caso a execução da camada de Sub-base Solo Laterítico - Brita de Granulometria Descontínua não se efetue logo após a execução da camada de apoio subjacente (Reforço do Subleito) e de modo especial, quando o mesmo esteve exposto a chuvas, devem ser efetuadas nesta camada de apoio, as determinações seguintes:
 - 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.
 - Grau de compactação: este grau deverá atender as exigências indicadas no controle de recebimento da camada de reforço em questão.

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

4.2. Considerações Gerais

As seguintes recomendações de ordem geral são aplicadas à execução da camada de Sub-base:

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



ESP-04/92
SUB-BASES DE SOLO LATERITICO-BRITA DE
GRANULOMETRIA DESCONTINUA

- b.** O confinamento lateral da camada de Sub-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 ou sub-base. Essa superfície deverá estar perfeitamente limpa e desempenada antes da execução da sub-base Solo Laterítico - Brita de Granulometria Descontínua.

4.4. Misturar, Distribuição e Umedecimento

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

- a.** Misturação em Usina - No caso do uso de usina, para conseguir-se uma mistura de materiais que satisfaça as exigências contidas nesta norma, deverá ela não apenas ser capaz de proceder à mistura nas proporções especificadas para cada um dos seus componentes, mas também de umedecê-las, sob controle, e homogeneizá-las. A distribuição será realizada com equipamento de distribuição de agregado ou motoniveladora, que assegure a uniformidade, umidade e espessura da camada solta.
- b.** Misturação "In Situ" - No caso de misturação efetuadas com grade de disco e/ ou pulvimisturadora deverá ser distribuído o solo na pista, após o que serão iniciados as operações de destorroamento e umedecimento. Em seguida será distribuído, o agregado, em quantidade preconizada pelo projeto e efetuada a misturação com os equipamentos referidos até a completa misturação e homogeneização dos materiais. Nessa fase deverá ser também ajustado o teor de umidade de compactação da mistura que deverá estar compreendido entre a umidade ótima de projeto mais ou menos 2% ($h_o \pm 2\%$).
- c.** 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,



ESP-04/92 SUB-BASES DE SOLO LATERITICO-BRITA DE GRANULOMETRIA DESCONTINUA

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% ($h_o \pm 2\%$).

Durante as operações de preparação da camada de solo-brita serão realizadas freqüentes determinações do teor de umidade (PMSP/SP ME-10/92), 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, tomando-se o cuidado de, nas primeiras passadas, fazer com que o rolo compactador apóie metade nos acostamentos e metade na sub-base ou base em construção.

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 será 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 adjacentes ao início e ao fim da sub-base em construção, a compactação será executada transversalmente à linha base (eixo). 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 sub-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:



ESP-04/92

SUB-BASES DE SOLO LATERITICO-BRITA DE GRANULOMETRIA DESCONTINUA

- a. Brita: constatação da qualidade da rocha, relativamente à durabilidade (DNER - ME 89-64) e abrasão Los Angeles (PMSP/SP ME-23/92) sempre que houver mudança de pedra; verificação da constância na britagem, relativamente a granulometria (PMSP/SP ME-06/92) da seguinte forma:
- Para cada dia de britagem, em amostras colhidas na ocasião da descarga no depósito, ou
 - Para cada 500 metros da extensão da sub-base ou da base em amostras colhidas na ocasião da descarga na pista;
- 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 sub-base, em amostras colhidas na pista;
- c. Mistura: verificação da granulometria (PMSP/SP ME-20/92), à razão de dois ensaios para cada 500 metros de extensão de sub-base, em amostras colhidas na pista; Verificação na capacidade de suporte e expansão (PMSP/ SP ME-09/92), à razão de 1 ensaio para 700 m² de pista, em amostras colhidas na pista.

5.2. Controle de Execução

5.2.1. Controle Geotécnico

- a. Verificação dos piquetes de amarração de locação e de nivelamento antes do início dos serviços em cada sub - trecho;
- b. 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. Espessura da camada a cada 400 m² de pista e no mínimo 3 determinações na seção transversal, ou seja, bordo esquerdo, eixo, bordo direito.
- b. Verificação da superfície durante o acabamento e a cada 20 m.

5.3. Controle de Recebimento



ESP-04/92
SUB-BASES DE SOLO LATERÍTICO-BRITA DE
GRANULOMETRIA DESCONTINUA

O controle da sub-base de Solo Laterítico - Brita de Granulometria Descontínua, executado de conformidade com esta especificação será recebido 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 do item 5.1.a.;
- b. Solo – Devem ser atendidas as exigências do item 5.1.b.;
- c. Mistura – Devem ser atendidas as exigências do item 5.1.c.

5.3.2. Recebimento de Sub-base Solo Laterítico - Brita de Granulometria Descontínua

- a. O teor de umidade da camada executada deverá ser igual ao teor ótimo (h_{ot}) de compactação, obtido na energia de projeto, mais ou menos 3% ($h_{ot} \pm 2\%$);
- b. O grau de compactação, calculado a partir dos resultados obtidos nos ensaios referidos no item 5.2.1.alínea “b” e na massa específica seca máxima de projeto do Solo Laterítico - Brita de Granulometria Descontínua (Energia Normal), deverá atender aos seguintes requisitos:
 - Não for obtido nenhum valor menor que 95%;
 - Atender estatisticamente a seguinte condição:

$$\bar{X} - K.S \geq 95\%$$

Onde:

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

S - desvio padrão

K - Coeficiente indicado na Tabela abaixo: valor do coeficiente “K”.

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



ESP-04/92
SUB-BASES DE SOLO LATERITICO-BRITA DE
GRANULOMETRIA DESCONTINUA

5.3.3. Controle Geométrico

- a. As cotas de projeto a ser executado no eixo longitudinal do reforço não deverão apresentar variações superiores a 3,0 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 20% da espessura de projeto.

Nota: no caso de obra de caráter emergencial e desde que justificado por escrito pelo Eng^o Fiscal e com a devida aprovação Superior, o Fiscal poderá receber os serviços mesmo que não atendam integralmente os requisitos exigidos para recebimento.

6. OBSERVAÇÕES DE ORDEM GERAL

- a. Durante todo o tempo que durar a construção, até o recebimento da sub-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 Sub-base de Solo Laterítico - Brita de Granulometria Descontínua 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 causado à superfície acabada, não prejudiquem a qualidade da camada de pavimento que será construída sobre o reforço em questão.

7. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

7.1. Medição

A Sub-base de Solo Laterítico – Brita de Granulometria Descontínua acabada e na espessura determinada pelo projeto, será medida e paga por preço unitário de metro cúbico executado;



ESP-04/92
SUB-BASES DE SOLO LATERITICO-BRITA DE
GRANULOMETRIA DESCONTINUA

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.

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:

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

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