

	ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO	Grupo de Serviço PAVIMENTAÇÃO
	MACADAME SECO	Código DERBA-ES-P-09/01

1. OBJETIVO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução de macadame seco em camadas de reforço do subleito, sub-base ou base, em obras rodoviárias sob jurisdição do DERBA.

2. GENERALIDADES

Macadame seco é a camada granular composta por agregados graúdos naturais ou britados, preenchidos a seco por agregados miúdos, cuja estabilidade é obtida a partir de ação mecânica enérgica de compactação.

3. MATERIAIS

3.1 Agregado graúdo

Os materiais empregados devem ser constituídos por produto resultante de britagem primária (pedra pulmão) de rocha sã, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais, devendo ainda satisfazer aos seguintes requisitos:

- a) Para o agregado retido na peneira nº 10, a percentagem de desgaste no ensaio de Abrasão Los Angeles, não deve ser superior a 45%;
- b) O diâmetro máximo recomendado é de 2/3 da espessura final de cada camada individual executada, não devendo ser superior a 5" (127 mm);
- c) Deve ser evitada a utilização de agregado graúdo com quantidade apreciável de fração fina, se necessário, deve ser separada na peneira vibratória de 2" (50,8mm).

3.2 Agregado para camada de isolamento ou bloqueio

O agregado utilizado deve ser constituído de finos de britagem, com suas características físicas equivalentes ao agregado graúdo e composição granulométrica idêntica à do material de enchimento especificado. Opcionalmente, pode ser constituído por agregado de um só tamanho (3/4"), desde que a espessura máxima utilizada no bloqueio seja de 3cm e a espessura mínima da camada de macadame seco executada seja de 15 cm.

3.3 Agregado para material de enchimento

O agregado utilizado deve ser constituído por finos de britagem com suas características físicas equivalentes ao agregado graúdo satisfazendo a uma das seguintes faixas granulométricas:

PENEIRA		% PASSANDO EM PÊSO				
ASTM	(mm)	I	II	III	IV	V

1"	50,8	100				-
3/4"	19,1	-	100	100	-	-
3/8"	9,5	50 - 85	69 - 100	-	100	100
n. 4	4,8	-	-	55 - 100	70 - 100	60 - 80
n.10	2,0	25 - 50	40 - 70	-	-	-
n.40	0,42	-	-	20 - 50	30 - 60	15 - 25
n.200	0,074	5 - 15	5 - 20	6 - 20	8 - 25	0 - 12

a) Os materiais britados devem ser submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DERBA B-12/70, não devendo apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:

- agregados graúdos : 15%
- agregados miúdos : 18%.

b) A composição granulométrica das amostras de brita ensaiadas para a camada de bloqueio, além de estar enquadrada na faixa selecionada, deve estar contida na faixa de trabalho e dentro dos seguintes limites:

PENEIRA		Tolerância para a faixa de trabalho
ASTM	(mm)	
3/8 " a 1/2"	9,5 a 25,4	± 8
nº 40 a nº 4	0,42 a 4,8	± 6
nº 200	0,074	± 2

4. EQUIPAMENTOS

Todo o equipamento deve ser inspecionado pela Fiscalização, devendo dela receber aprovação, sem o que não deve ser dada a autorização para 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 e/ou distribuidor de agregados
- 4.5 Rolo compactador liso;
- 4.6 Central de britagem compatível com as produções necessárias;
- 4.7 Gabarito e régua, de madeira ou metálica, de 3m de comprimento;

Outros equipamentos, podem ser utilizados a critério da Fiscalização.

5. EXECUÇÃO

5.1 Preparo da superfície

- 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 Considerações gerais

- a) Não se admite o confinamento lateral do macadame seco, devendo ser removido todo o material enleirado resultante das operações da camada anterior.
- b) Não é admitida a complementação da espessura desejada pela adição de finos, que se acumulados sobre o agregado graúdo, possibilitam o aparecimento de trincas e deformações no revestimento.
- c) s espessuras da camada individual devem estar entre 12cm e 20cm.

5.3 Camada de isolamento ou bloqueio

- a) camada de isolamento aplica-se nos casos em que a camada inferior, apresenta mais do que 35%, em peso, passando na peneira nº 200, para evitar que as arestas do agregado graúdo penetrem no material subjacente, e que, como conseqüência, os finos existentes venham a contaminar a camada executada.
- b) Esta camada deve ser executada na largura da plataforma, com espessura após compactação de até 3cm.
- c) O espalhamento do material deve ser através de motoniveladora e a acomodação da camada por compressão, com a utilização de rolo estático liso, em uma ou no máximo duas passadas.

5.4 aplicação do agregado graúdo

- a) operação de carga do material deve ser procedida de forma criteriosa, evitando-se a utilização de agregados graúdos lamelares ou com excesso de finos.
- b) O material deve ser transportado através de caminhões basculantes, fazendo-se o espalhamento com motoniveladora ou distribuidor de agregados em uma camada homogênea e uniforme, solta.
- c) pós o espalhamento podem ser necessárias as seguintes correções:
 - Remoção de fragmentos alongados, lamelares ou de tamanho excessivo, substituídos por agregado graúdo de boa qualidade;
 - Correção de pontos com excesso ou deficiência de material. Para a correção da deficiência é vedado o uso de agregado miúdo.

d) Efetuadas as correções necessárias, poderá ser obtida uma melhor acomodação através de uma única passada do rolo liso, sem vibração.

5.5 Operações de enchimento e travamento

a) O material, obedecendo a uma das faixas especificadas, o mais seco possível, deve ser espalhado através de motoniveladora ou espalhador de agregados, em quantidades suficientes apenas, para preencher os vazios do agregado graúdo.

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

c) A compactação enérgica da camada deve ser realizada com rolo liso vibratório.

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

e) Após a cobertura completa da área, se houver necessidade, processa-se o espalhamento da 2ª camada de material de enchimento, podendo ser empregado apenas agregado miúdo (pedrisco mais pó), para possibilitar melhor travamento, no caso de excesso de finos, retira-se o excedente, através de meios manuais ou mecânicos, utilizando-se ferramentas auxiliares (enxada, pá, rastelo, carrinhos de mão e vassoura mecânica).

f) A compactação deve prosseguir até se obter um bom entrosamento dos agregados.

5.6 Abertura ao tráfego

Após as correções e a compactação, deve se aberta ao tráfego de forma controlada, mantendo-se a superfície umedecida. Se necessário, as operações corretivas descritas anteriormente devem ser novamente aplicadas. Caso se tratar de camada de base, será feito o umedecimento e a nova rolagem com rolo liso sem vibração, antes da imprimação.

6. MANEJO AMBIENTAL

Os cuidados a serem observados visando a preservação do meio ambiente, no decorrer das operações destinadas à execução de macadame seco são:

6.1 Na exploração das ocorrências de materiais:

6.1.1 Atendimento às recomendações preconizadas na especificação DERBA-ES-T-04/01 – Terraplenagem - Empréstimos.

6.1.2 Os seguintes cuidados devem ser observados na exploração das ocorrências de materiais pétreos:

a) O material somente deve ser aceito após a Executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira, para arquivamento da cópia junto ao Livro de Ocorrências da Obra.

b) Evitar a localização de pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.

c) Planejar adequadamente a exploração da pedreira, de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos.

d) Não provocar queimadas como forma de desmatamento.

e) As estradas de acesso devem seguir as recomendações da especificação DERBA-ES-T-02/01 – Terraplenagem – Caminhos de Serviços.

f) Devem ser construídas, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

g) Quando a pedra for adquirida de terceiros, deve ser exigida a documentação atestando a regularidade das instalações e da operação da pedreira, junto ao Órgão competente.

6.2 Na execução:

s 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 de combustíveis, não sejam levados até cursos d'água.

7. CONTROLE

7.1 Controle tecnológico

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

a) Granulometria do material de enchimento e do bloqueio pelo método DERBA S-04/68, sendo para o reforço um ensaio a cada 600 m de pista e para a sub-base e a base um ensaio a cada 300m de pista.

b) Abrasão Los Angeles e durabilidade, um ensaio por mês sempre que houver alteração mineralógica da bancada da pedreira em exploração.

7.2 Verificação de campo

a) controle deve ser basicamente visual, na bancada da pedreira, nos estoques, nas operações de carregamento e nas operações de pista.

b) A verificação da compactação, deve ser feita com a colocação, à frente do rolo liso, 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 devem ser verificadas através de poços de inspeção, em pontos escolhidos aleatoriamente, a cada 300 m de pista.

7.3 Controle Geométrico 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 20 metros, pelo menos, envolvendo no mínimo três pontos da seção transversal.
- b) Largura: deve ser determinada a largura da plataforma acabada, por medidas a 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:

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

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 reforço, sub-base e base 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 deve estar no intervalo de mais ou menos 0,02 m em relação à espessura de projeto;
- c) Não devem ser tolerados valores individuais de espessura, fora do intervalo mais ou menos 0,03 m, em relação a espessura de projeto;

- d) Em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de reforço, sub-base e base com espessura média inferior à de projeto, a diferença deve ser compensada estruturalmente nas camadas a serem superpostas;
- e) Em caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de base com espessura superior à de projeto, a diferença não deve ser deduzida da espessura do revestimento;
- f) A variação máxima de largura da plataforma da camada final, deve ser de 0,10m, não se admitindo variação para menos;
- g) As condições de acabamento, apreciadas pela Fiscalização em bases visuais, sejam julgadas 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 seção 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 indicado anteriormente.

9.3 Quando \bar{x} for inferior à espessura do projeto, deve ser considerado o valor de , 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. Quando necessário o emprego da camada de bloqueio, esta não será objeto de remuneração em separado.