



**Departamento de Infraestrutura do estado  
de Santa Catarina**

DEINFRA-SC - Departamento Estadual  
de Infraestrutura de Santa Catarina  
Rua Tenente Silveira, 162 - Edifício  
das Diretorias - Centro  
Florianópolis - SC - 88010-300  
Tel: +55 48 3251-3000

[www.deinfra.sc.gov.br](http://www.deinfra.sc.gov.br)

## **DEINFRA-SC ES-P 03/15**

### **PAVIMENTAÇÃO: CAMADA DE MACADAME SECO**

Especificações de Serviços Rodoviários

Aprovada pelo Conselho Administrativo em: 08/12/2015

Resolução n.o 399/2015

Esta especificação substitui a DER/SC ES-P 03/92

Autor: DEINFRA-SC (DPLA)

Palavra-chave: Reforço do Sub Leito, Sub base,  
base, Macadame Seco.

06  
páginas

#### **RESUMO**

Este documento define a sistemática empregada na execução dos serviços de reforço do sub leito, sub base e base de macadame seco. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, além dos critérios para aceitação e rejeição, dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, às **Instruções e Recomendações Gerais do DEINFRA**.

#### **SUMÁRIO**

1. Descrição
2. Materiais
3. Equipamentos
4. Execução
5. Controle

***ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS***

**PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO**

**DEINFRA-SC-ES-P-03/15**

**CAMADA DE MACADAME SECO**

**PÁG. 01/06**

## **1. DESCRIÇÃO**

A Camada de Macadame Seco é a camada granular, estabilizada, composta por agregados graúdos, naturais ou britados, preenchidos a seco por agregados miúdos pela ação enérgica de compactação.

Podera ser utilizada como camada de reforço do subleito, sub-base e base obedecendo as seguintes condições:

- Como camada de reforço de subleito permitindo-se um diâmetro máximo de 127 mm (5");
- Como camada de sub-base permitindo-se um diâmetro máximo de 100 mm (4"); e
- Como camada de base, para N menor que  $5 \times 10^6$ , permitindo-se um diâmetro máximo de 88,9 mm (3 ½ ").

A espessura da camada individual acabada deverá estar compreendida entre 0,15 m e 0,25 m, de acordo com o diâmetro máximo, do agregado graúdo, adotado.

## **2. MATERIAIS**

Os agregados utilizados nas camadas de Macadame Seco deverão ser constituídos de fragmentos duros, limpos e duráveis, livre de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias prejudiciais.

Deverão apresentar ainda:

- Perdas iguais ou inferiores a 12 %, quando submetidos a avaliação da durabilidade com sulfato de sódio.
- Porcentagem de desgaste no ensaio de Abrasão Los Angeles (**MÉTODO DNER ME 35/98**), não deverá ser superior a 45%.

### **2.1 Agregado Graúdo:**

O agregado graúdo deverá ser constituído por produto resultante de britagem primária (pedra pulmão) de rocha sã. Opcionalmente, poderão ser utilizados materiais pétreos naturais, desmontados pela ação de lâmina e escarificador de trator de esteira ou por simples detonações, obedecidas, ainda, as seguintes indicações:

- a) O diâmetro máximo do agregado graúdo será definido em função de sua utilização e da espessura final da camada executada e deverá estar compreendido entre ½ e 2/3 dessa espessura.
- b) O diâmetro máximo do agregado isolado deverá estar compreendido entre 127 mm (5") e 76,2 mm (3").
- c) O agregado graúdo deverá ter graduação uniforme. Para tanto deverá ser feita a separação, das frações, através de peneiras classificatórias, de acordo com o diâmetro máximo permitido, admitindo-se, o emprego de agregado graúdo, passante na peneira de diâmetro máximo e retido na peneira de 50,8 mm (2").

**ESTADO DE SANTA CATARINA  
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA  
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA**

**ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS**

**PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO**

**DEINFRA-SC-ES-P-03/15**

**CAMADA DE MACADAME SECO**

**PÁG. 02/06**

**2.2 Agregados para bloqueio e fechamento:**

Os agregados para bloqueio e fechamento serão constituídos por produtos totais de britagem de rocha sã, com as mesmas características especificadas para o agregado graúdo, atendendo, ainda, as seguintes indicações:

- a) O agregado de bloqueio deverá apresentar granulometria entre 19,0 mm (3/4") e 9,5mm (3/8").
- b) O agregado para o fechamento da camada, deverá apresentar granulometria que permita uma adequada penetração de forma a possibilitar uma íntima incorporação ao agregado graúdo, formando uma estrutura estabilizada, e atender as faixas granulométricas do quadro a seguir:

PENEIRAS		FAIXAS GRANULOMÉTRICAS			
ASTM	Mm	I	II	III	IV
1"	25,4	100	-	-	-
3/4"	19,1	-	100	100	-
3/8"	9,5	50 – 85	69 – 100	-	100
n.4	4,8	-	-	55 – 100	60 – 80
n. 10	2,0	25 - 50	40 – 70	-	-
n. 40	0,42	-	-	20 – 50	15 -25
n. 200	0,074	5 -15	5 – 20	6 – 20	0 -12

**Notas:**

- 1) Para diâmetros máximos, do agregado graúdo, entre 127 mm (5") e 100 mm (4") deverão ser adotadas as faixas granulométricas I ou II;
  - 2) Para diâmetros máximos, do agregado graúdo, entre 100 mm (4") e 88,9 mm (3 1/2"), deverão ser adotadas as faixas granulométricas II ou III;
  - 3) Para diâmetros máximos, do agregado graúdo, entre 88,9 mm (3 1/2") e 76,2 mm (3"), deverá ser adotada a faixa IV.
- c) O valor para o equivalente de areia (Método DNER – ME 54/97) deve ser superior a 50%.

**3. EQUIPAMENTOS**

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida e poderá compreender basicamente as seguintes unidades:

- Carregador frontal;
- Motoniveladora pesada;
- Caminhão-tanque irrigador;
- Rolo vibratório liso autopropelido; e
- Rolo pneumático autopropelido com pressão variável.

***ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS***

**PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO**

**DEINFRA-SC-ES-P-03/15**

**CAMADA DE MACADAME SECO**

**PÁG. 03/06**

#### **4. EXECUÇÃO**

- a) A execução da camada de Macadame Seco será efetuada na pista, na largura total desejada, com a utilização de material de bloqueio, agregado graúdo e material de enchimento, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.
- b) Inicialmente é espalhado o material de bloqueio, previsto em 2.2.a, através de motoniveladora, numa espessura entre 0,03 m a 0,05 m. Este material não deverá sofrer qualquer espécie de compactação. No entanto, deverá ser feita uma acomodação da camada, por compressão, sem vibração, em no máximo duas passadas, com emprego de rolo liso.
- c) Na execução da camada de agregado graúdo, devem ser observadas as seguintes recomendações:
  - c.1 A operação de carga deverá ser procedida de forma criteriosa, dos materiais que atendam ao especificado, evitando-se a utilização de agregados lamelares ou com excesso de finos.
  - c.2 O espalhamento deverá ser feito de maneira a minimizar a segregação entre as frações constituintes, diretamente dos caminhões basculantes, em espessura mais uniforme possível e que possibilite, após a compactação, a obtenção da espessura desejada, seguido da conformação com motoniveladora pesada ou trator de esteiras.
  - c.3 Deverão ser removidos os fragmentos alongados, lamelares ou de tamanho excessivo, visíveis na superfície.
- d) Previamente, ao lançamento do material de enchimento, deverá ser obtida uma melhor acomodação do agregado graúdo, através de uma única passada do rolo liso, sem vibração.
- e) O material de enchimento, que atenda o previsto em 2.2, será espalhado o mais seco possível, através de motoniveladora, em quantidade suficiente apenas para preencher os vazios do agregado graúdo.
- f) A aplicação do material de enchimento deverá ser feita, em uma ou mais vezes, até um bom preenchimento, evitando-se o excesso superficial. Normalmente, essas aplicações se processam em ocasiões diferentes.
- g) A compactação da camada será realizada, inicialmente, com rolo liso vibratório, devendo prosseguir até se obter um bom entrosamento dos agregados componentes da camada de Macadame Seco. O rolo deverá recobrir ao menos a metade da faixa compactada na passada anterior. Nos trechos em tangente, a compactação deverá sempre partir dos bordos para o eixo e, nas curvas, do bordo interno para o externo.

**ESTADO DE SANTA CATARINA**  
**SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**  
**DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA**

**ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS**

**PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO**

**DEINFRA-SC-ES-P-03/15**

**CAMADA DE MACADAME SECO**

**PÁG. 04/06**

- h) A compactação deverá ser complementada com rolo de pneus, devidamente lastreado, até a verificação da completa estabilização da camada.
- i) Anteriormente à execução da camada sobrejacente, a camada deverá ser corrigida nos pontos que apresentarem problemas. No caso de deficiência de finos, processa-se o espalhamento de uma outra camada de material de enchimento. No caso de excesso de finos, processa-se a sua necessária remoção por meios manuais ou mecânicos. A camada, após as correções, será novamente compactada até aceitação. Depois disso deverá ser levemente umidecida.
- j) Para a obtenção da espessura desejada, não será admitida a complementação da camada pela adição superficial de agregados graúdos ou miúdos, devendo esta espessura ser compatível com o diâmetro máximo do agregado graúdo.
- k) A camada poderá ser aberta ao tráfego, de forma controlada. Eventuais danos ou problemas ocasionados deverão ser obrigatoriamente corrigidos, anteriormente a execução da camada sobrejacente, respeitando-se as condições previstas no item “i” acima.

## **5. CONTROLE**

### **5.1. Controle Tecnológico**

- a) Um ensaio de granulometria de agregado graúdo, a cada 300 m de pista, e, no mínimo, um ensaio por dia de trabalho. O material deverá ter o diâmetro máximo previsto em projeto, não sendo admitidos materiais passantes na peneira de 50,8 mm (2").
- b) Um ensaio de granulometria (**Método DNER ME 083/98**) do material de bloqueio e de enchimento para verificação do atendimento da granulometria especificada, a cada 300 m de pista.
- c) Com o material coletado, para o ensaio de granulometria, um ensaio do equivalente de areia ( **MÉTODO DNER 054/97**), que deverá apresentar valor superior à 50%.
- d) Após a execução de uma camada de Macadame Sêco, proceder-se-à a determinação das deflexões recuperáveis com viga Benkelmann, a cada 20 metros, nas posições correspondentes às trilhas das rodas externa e interna, em cada uma das faixas de tráfego. Os valores das deflexões, calculados estatisticamente, pela *fórmula (4)* do **Anexo I**, para controle unilateral, deverão ser menores que a deflexão característica estabelecida para a camada.
- e) Verificação visual da condição de acabamento da superfície pela ausência de regiões com excesso de finos à superfície ou com falta de entrosamento dos agregados.

**ESTADO DE SANTA CATARINA**  
**SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**  
**DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA**

**ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS**

**PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO**

**DEINFRA-SC-ES-P-03/15**

**CAMADA DE MACADAME SECO**

**PÁG. 05/06**

**Notas:**

- 1) No caso de paralisação, ou de demora acentuada na execução dos serviços de uma camada de macadame seco, os ensaios de granulometria e de equivalente de areia deverão ser refeitos de forma a garantir que, no momento da compactação, o material ainda atenda ao especificado. No caso de não atendimento a providência a adotar será retirar o material colocado e refazer novamente o serviço com material atendendo às exigências da especificação. A remoção do material e o acerto da camada inferior, para reinício do serviço, será com ônus total da Construtora, excetuando-se quando o serviço tiver sido aceito, anteriormente à paralisação determinada pelo **DEINFRA-SC**.
- 2) Em caso de não atendimento aos itens "a" ou "b" ou "c", a providência a adotar é retirar o material colocado e refazer o serviço com material que satisfaça as exigências desta especificação. A remoção do material e o acerto da camada inferior, para reinício dos serviços será com ônus exclusivo da Construtora.
- 3) Em caso de não atendimento aos itens "d" e "e", a camada deverá ser escarificada e o serviço refeito, com ônus exclusivo da Construtora.

## **5.2. Controle Geométrico**

### **5.2.1. Espessura**

As espessuras de camadas de Macadame Seco serão obtidas por nivelamento, antes do espalhamento e depois da compactação, no eixo e nos bordos, admitindo-se as seguintes tolerâncias, para aceitação dos serviços:

- a) Valores individuais de espessuras, em relação a espessura de projeto da camada:
  - **Reforço do subleito:**  $\pm 0,03$  m;
  - **Sub-base:**  $\pm 0,02$  m;
  - **Base:**  $+ 0,02$  m a  $- 0,01$  m.
- b) A variação da espessura média da camada, determinada pela fórmula (4) do Anexo I, para controle unilateral, não deverá ser maior que:
  - **Reforço do subleito:**  $- 0,02$  m;
  - **Sub-base:**  $- 0,01$  m;
  - **Base:**  $- 0,01$  m; em relação a espessura de projeto.

### **5.2.2. Largura**

Para aceitação de serviço admite-se a variação da largura de  $+ 0,10$  m, não sendo admitidos valores inferiores aos previstos em projeto.

***ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS***

**PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO**

**DEINFRA-SC-ES-P-03/15**

**CAMADA DE MACADAME SECO**

**PÁG. 06/06**

### **5.2.3 Acabamento**

O acabamento da superfície será apreciado visualmente, a critério da Fiscalização, pela observação das condições de desempenho da camada, que deverá ser julgado satisfatório.

#### **Notas:**

- 1) Se ocorrer variação superior aos limites mínimos estabelecidos em "5.2.1.a" e "5.2.1.b", a camada deverá ser escarificada e o serviço refeito com ônus, de execução, exclusivo da Construtora.
- 2) Se ocorrer variação na largura da plataforma inferior ao previsto em projeto, a camada deverá ser escarificada e reexecutada numa largura tal que possibilite a operação dos equipamentos especificados, com ônus de execução exclusivo da Construtora.
- 3) Em caso de aceitação de camada de Macadame Seco, dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura média inferior à de projeto, a diferença será compensada, com espessura estruturalmente equivalente, na camada a ser superposta.
- 4) Em caso de aceitação de camada de Macadame Seco dentro das tolerâncias estabelecidas, com espessura média superior a de projeto, a diferença não será deduzida da camada a ser superposta.

## **6. MEDIÇÃO E PAGAMENTO**

Os serviços de Camadas de Macadame Seco serão medidos e pagos de acordo com os "*PROCEDIMENTOS PARA MEDIÇÃO E PAGAMENTO DE OBRAS RODOVIÁRIAS*".