



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE
INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
DIRETORIA GERAL
DIRETORIA EXECUTIVA
INSTITUTO DE PESQUISAS
RODOVIÁRIAS
Rodovia Presidente Dutra, km 163
Centro Rodoviário – Vigário Geral
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-000
Tel/fax: (21) 3545-4600

_____/2009

NORMA DNIT _____ - ES

Pavimentos flexíveis – Sub-base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço

Autor: Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR

Processo: 50607.000138/2009-02

Origem: Revisão da norma DNER – ES 301/97.

Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na reunião de / / .

Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

Palavras-chave:

Pavimentação, Sub-base

Nº total de
páginas

9

Resumo

Este documento define a sistemática a ser empregada na execução da camada de sub-base do pavimento utilizando solo estabilizado granulometricamente.

São também apresentados os requisitos concernentes a materiais, equipamentos, execução, inclusive plano de amostragem e ensaios, manejo ambiental, controle de qualidade, condições de conformidade e não-conformidade e os critérios de medição dos serviços.

Abstract

This document presents procedures for sub-base pavement layer construction, using graded stabilized soil. It includes the requirements for the materials, the equipment, the execution, includes a sampling plan and essays, the environmental management, the quality control, the conditions for conformity and non-conformity and the criteria for the measurement of the performed jobs.

Sumário

Prefácio	1
1 Objetivo	1
2 Referências normativas	1
3 Definições	2
4 Condições gerais	2
5 Condições específicas	2

6 Condicionantes ambientais	5
7 Inspeção	5
8 Critérios de medição	7
Anexo A (informativo) Bibliografia	8
Índice geral	9

Prefácio

A presente Norma foi preparada pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR/DIREX, para servir como documento base, visando estabelecer a sistemática empregada na execução e controle da qualidade da camada de sub-base, quando utilizados solos estabilizados granulometricamente. Está formatada de acordo com a Norma DNIT 001/2009 – PRO, cancela e substitui a Norma DNER-ES 301/97.

1 Objetivo

Esta Norma tem por objetivo estabelecer a sistemática a ser empregada na execução da camada de sub-base, quando empregados solos estabilizados granulometricamente.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação desta norma. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas,

aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

- a) BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. *DNER-ES 279/97 - Terraplenagem – Caminhos de serviço*. Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- b) _____. *DNER-ES 281/97 - Terraplenagem - Empréstimos*. Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- c) _____. *DNER-ME 029/94 - Solo - Determinação de expansibilidade*. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- d) _____. *DNER-ME 036/94 - Solos - Determinação da massa específica aparente do solo “in situ”, com emprego do balão de borracha*. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- e) _____. *DNER-ME 049/94 - Solos – Determinação do “índice de suporte califórnia” utilizando amostras não trabalhadas*. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- f) _____. *DNER-ME 052/94 - Solos e agregados miúdos – Determinação da umidade com emprego do “speedy”*. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- g) _____. *DNER-ME 080/94 - Solos – Análise granulométrica por peneiramento*. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- h) _____. *DNER-ME 082/94 - Solos – Determinação do limite de plasticidade*. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- i) _____. *DNER-ME 088/94 - Solos – Determinação da umidade pelo método expedito do álcool*. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- j) _____. *DNER-ME 092/94 - Solo – Determinação da massa específica aparente do solo “in situ”, com o emprego do frasco de areia*. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- k) _____. *DNER-ME 122/94 - Solos – Determinação do limite de liquidez – método de referência e método expedito*. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- l) _____. *DNER-ME 129/94 - Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas*. Rio de Janeiro: IPR, 1994.

- m) _____. *DNER-PRO 277/97 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços*. Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- n) BRASIL. Departamento Nacional de Infra-Estrutura Rodoviária. *DNIT 001/2009-PRO - Elaboração e apresentação de normas do DNIT: procedimento*. Rio de Janeiro: IPR, 2009.
- o) _____. *DNIT 011/2004-PRO - Gestão de qualidade em obras rodoviárias: procedimento*. Rio de Janeiro: IPR, 2004.
- p) _____. *DNIT 013/2004-PRO - Requisitos para a qualidade em obras rodoviárias: : procedimento*. Rio de Janeiro: IPR, 2004.
- q) _____. *DNIT 070/2006-PRO - Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras: procedimento*. Rio de Janeiro: IPR, 2006.

3 Definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as seguintes definições:

3.1 Sub-base

Camada de pavimentação, complementar à base e com as mesmas funções desta, executada sobre o subleito ou reforço do subleito devidamente compactado e regularizado.

3.2 Estabilização granulométrica

Processo de melhoria da capacidade resistente de materiais “in natura” ou mistura de materiais, mediante emprego de energia de compactação adequada, de forma a se obter um produto final com propriedades adequadas de estabilidade e durabilidade.

3.3 Sub-base estabilizada granulometricamente

Camada de sub-base executada com utilização do processo de estabilização granulométrica.

4 Condições gerais

4.1 Não será permitida a execução dos serviços, objeto desta Norma, em dias de chuva.

4.2 É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los.

5 Condições específicas

5.1 Material

5.1.1 Os materiais constituintes são solos, mistura de solos, mistura de solos e materiais britados, e escória.

5.1.2 Quando submetidos aos ensaios de caracterização DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 122/94, os materiais deverão apresentar as seguintes características:

- a) Índice de Grupo - IG igual a zero;
- b) A fração retida na peneira n° 10 no ensaio de granulometria deve ser constituída de partículas duras, isentas de fragmentos moles, material orgânico ou outras substâncias prejudiciais;

5.1.3 Índice Suporte Califórnia – ISC \geq 20% e Expansão \leq 1%, determinados através dos ensaios:

- a) Ensaio de Compactação - DNER-ME 129/94, na energia de compactação indicada no projeto;
- b) Ensaio de Índice Suporte Califórnia - DNER-ME 049/94, com a energia do ensaio de compactação.

5.1.4 No caso de solos lateríticos, caracterizados no projeto pela relação molecular sílica/sesquióxidos $R \leq 2$, os materiais submetidos aos ensaios acima poderão apresentar Índice de Grupo diferente de zero e expansão $> 1,0\%$, desde que no ensaio de expansibilidade (DNER-ME 029/94) apresente um valor inferior a 10%.

5.2 Equipamento

São indicados os seguintes equipamentos para a execução da sub-base:

- a) motoniveladora pesada, com escarificador;
- b) carro tanque distribuidor de água;
- c) rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;
- d) grade de discos;
- e) pá-carregadeira;
- f) pulvimisturador; e
- g) central de mistura.

5.3 Execução

5.3.1 A execução da sub-base compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais, em central de mistura ou na pista, seguidas de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

5.3.2 No caso de utilização de misturas de materiais deverão ser obedecidos os seguintes procedimentos:

- a) Mistura prévia – Será executada preferencialmente em centrais de mistura próprias para este fim. Caso as quantidades a serem executadas não justifiquem a instalação de central de mistura, a mesma poderá ser feita com pá-carregadeira.

No segundo caso, a medida-padrão pode ser a concha da pá carregadeira utilizada no carregamento do material. Conhecidos os números da medida-padrão de cada material que melhor reproduza a dosagem projetada, é iniciado o processo de mistura em local próximo a uma das jazidas. Depositam-se alternadamente os materiais, em lugar apropriado e na proporção desejada. A mistura é então processada, revolvendo-se o monte formado com evoluções da concha da pá-carregadeira. Para evitar erros na contagem do número de medidas-padrão dos materiais, recomenda-se que a etapa descrita anteriormente seja executada dosando-se um ciclo da mistura por vez.

Após a mistura prévia, o material é transportado, através de caminhões basculantes, depositando-se sobre a pista em montes adequadamente espaçados.

Segue-se o espalhamento pela ação da motoniveladora.

- b) Mistura na pista - A mistura na pista somente poderá ser procedida quando na mesma for utilizado material da pista existente, ou quando as quantidades a serem executadas não justificarem a instalação de central de mistura.

Inicialmente deve ser distribuído na pista o material que entra na composição da mistura em maior quantidade. Segue-se o espalhamento do segundo material, em quantidade que assegure o atendimento à dosagem e a espessura pretendida. O material espalhado deve receber adequada conformação, de forma que a camada apresente espessura constante.

5.3.3 Espalhamento - O material distribuído é homogeneizado mediante ação combinada de grade de discos e motoniveladora. No decorrer desta etapa, devem ser removidos materiais estranhos ou fragmentos de tamanho excessivo.

5.3.4 Correção e homogeneização da umidade - A variação do teor de umidade admitido para o material para início da compactação é de menos 2 pontos percentuais até mais 1 ponto percentual da umidade ótima de compactação. Caso o teor de umidade se apresente abaixo do limite mínimo especificado, deve-se proceder ao umedecimento da camada através de caminhão-tanque distribuidor de água, seguindo-se a homogeneização pela atuação de grade de discos e motoniveladora. Se o teor de umidade de campo exceder ao limite superior especificado, deve-se aerar o material mediante ação conjunta da grade de discos e da motoniveladora, para que o material atinja o intervalo da umidade especificada.

Concluída a correção e homogeneização da umidade, o material deve ser conformado de maneira a se obter a espessura desejada após a compactação.

5.3.5 A espessura da camada compactada não deve ser inferior a 10 cm nem superior a 20 cm. Quando houver necessidade de se executar camadas de sub-base com espessura final superior a 20 cm, estas serão subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de sub-base será de 10 cm, após a compactação. Nesta fase devem ser tomados os cuidados necessários para evitar a adição de material na fase de acabamento.

5.3.6 Compactação - Na fase inicial da obra devem ser executados segmentos experimentais, com formas diferentes de execução, na seqüência

operacional de utilização dos equipamentos de modo a definir os procedimentos a serem obedecidos nos serviços de compactação. Deve-se estabelecer o número de passadas necessárias dos equipamentos de compactação para atingir o grau de compactação especificado. Deve ser realizada nova determinação sempre que houver variação no material ou do equipamento empregado.

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando pelos bordos. Nos trechos em tangente, a compactação deve prosseguir dos dois bordos para o centro, em percursos eqüidistantes da linha base, o eixo. Os percursos ou passadas do equipamento utilizado devem distar entre si de forma tal que, em cada percurso, seja coberta metade da faixa coberta no percurso anterior. Nos trechos em curva, havendo super-elevação, a compactação deve progredir do bordo mais baixo para o mais alto, 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 deve ser executada transversalmente à linha base, o eixo. Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, assim como nas partes em que seu uso não for desejável, tais como cabeceira de obras-de-arte, a compactação deve ser executada com rolos vibratórios portáteis ou sapos mecânicos.

Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego de carro-tanque distribuidor de água. Esta operação é exigida sempre que o teor de umidade estiver abaixo do limite inferior do intervalo de umidade admitido para a compactação.

5.3.7 Acabamento - O acabamento deve ser executado pela ação conjunta de motoniveladora e de rolos de pneus e liso-vibratório. A motoniveladora deve atuar, quando necessário, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material.

5.3.8 Abertura ao tráfego - A sub-base estabilizada granulometricamente não deve ser submetida à ação do tráfego. A extensão máxima a ser executada será aquela para a qual pode ser efetuado de imediato o espalhamento do material

da camada seguinte, de forma que a sub-base já liberada não fique exposta à ação de intempéries que possam prejudicar sua qualidade.

6 Condicionantes ambientais

Objetivando a preservação ambiental, deverão ser devidamente observadas e adotadas as soluções e os respectivos procedimentos específicos atinentes ao tema ambiental definidos, e/ou instituídos, no instrumental técnico-normativo pertinente vigente no DNIT, especialmente a Norma DNIT 070/2006-PRO, e na documentação técnica vinculada à execução das obras, documentação esta que compreende o Projeto de Engenharia – PE, o Plano Básico Ambiental – PBA e os Programas Ambientais.

7 Inspeções

7.1 Controle dos insumos

Os materiais utilizados na execução da sub-base devem ser rotineiramente examinados, mediante a execução dos seguintes procedimentos:

7.1.1 Ensaios de caracterização do material espalhado na pista pelos métodos DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94 e DNER/ME 122/94, em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada uma amostra por camada, para cada 300 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios poderá ser reduzida para uma amostra por segmento de 1000 m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos, a critério da Fiscalização.

7.1.2 Ensaios de compactação pelo método DNER-ME 129/94, com energia indicada no projeto, com material coletado na pista, em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada uma amostra por camada, para cada 300 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios poderá ser reduzida para uma amostra por segmento de 1000 m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos, a critério da Fiscalização.

7.1.3 No caso da utilização de material britado ou mistura de solo e material britado, a energia de compactação de projeto poderá ser modificada quanto ao número de golpes, de modo a se atingir o máximo da densificação, determinada em trechos experimentais, em condições reais de trabalho no campo.

7.1.4 Ensaios de Índice Suporte California - ISC e expansão pelo método DNER-ME 049/94, na energia de compactação indicada no projeto para o material coletado na pista, em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada uma amostra por camada para cada 300 m de pista, ou por camada por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios poderá ser reduzida para uma amostra por segmento de 1000 m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos, a critério da Fiscalização.

7.1.5 A frequência indicada para a execução de ensaios é a mínima aceitável, devendo ser compatibilizada com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 7.4).

Para pistas de extensão limitada, com área de até 4.000 m², deverão ser coletadas pelo menos cinco amostras, para execução do controle dos insumos.

7.2 Controle da produção

O controle da produção (Execução) da sub-base estabilizada granulometricamente deve ser exercido através de coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória, de acordo com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 7.4). Devem ser efetuadas as seguintes determinações e ensaios:

7.2.1 Ensaio de umidade higroscópica do material, imediatamente antes da compactação, por camada, para cada 100 m de pista a ser compactada, em locais escolhidos aleatoriamente (métodos DNER-ME 052/94 ou DNER-ME 088/94). A tolerância admitida para a umidade higroscópica é de menos dois pontos percentuais até mais um ponto percentual em relação à umidade ótima.

7.2.2 Ensaio de massa específica aparente seca "in situ" para cada 100 m de pista, por camada, determinada pelos métodos DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 036/94, em locais escolhidos aleatoriamente. Para pistas de extensão limitada, com áreas, de no máximo, 4.000 m², deverão ser feitas pelo menos cinco determinações por camada para o cálculo do grau de compactação (GC).

7.2.3 Os cálculos de grau de compactação serão realizados utilizando-se os valores da massa

específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca “in situ”, obtida na pista. Não serão aceitos valores de grau de compactação inferiores a 100% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório.

7.3 Verificação do produto

A verificação final da qualidade da camada de sub-base (Produto) deve ser exercida através das seguintes determinações, executadas de acordo com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 7.4).

Controle Geométrico

Após a execução da sub-base proceder-se-á a relocação e nivelamento do eixo e bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- ± 10 cm, quanto à largura da plataforma;
- até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- ± 10%, quanto à espessura da camada indicada no projeto.

7.4 Plano de amostragem – Controle tecnológico

O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios, para o controle tecnológico dos insumos, da produção e do produto, serão estabelecidos segundo um Plano de Amostragem aprovado pela Fiscalização, elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97.

7.5 Condições de conformidade e não conformidade

Todos os ensaios de controle e determinações relativos aos insumos, à produção e ao produto, realizados de acordo com o Plano de Amostragem citado em 7.4, deverão cumprir as Condições Gerais e Específicas desta Norma, e estar de acordo com os seguintes critérios:

Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado} \Rightarrow$ Não Conformidade;

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado} \Rightarrow$ Conformidade.

Sendo:

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

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Onde:

X_i - valores individuais.

\bar{X} - média da amostra.

s - desvio padrão da amostra.

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações.

n - número de determinações.

Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado} \Rightarrow$ Não Conformidade;

$\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo especificado} \Rightarrow$ Conformidade.

Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento, de acordo com a norma DNIT 011/2004-PRO, a qual estabelece que sejam tomadas providências para tratamento das “Não-Conformidades” dos Insumos e do Produto.

Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta Norma.

Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas o colocarem em conformidade com o disposto nesta Norma; caso contrário, será rejeitado.

8 Critérios de medição

Os serviços conformes serão medidos de acordo com os critérios estabelecidos no Edital de Licitação dos serviços ou, na falta destes critérios, de acordo com as seguintes disposições gerais:

- A sub-base será medida em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado. Não serão motivos de medição

- em separado: mão-de-obra, materiais, transporte, equipamentos e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;
- b) no cálculo dos volumes da sub-base serão consideradas as larguras e espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico;
- c) não serão considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
- d) nenhuma medição será processada se a ela não estiver anexado um relatório de controle da qualidade, contendo os resultados dos ensaios e determinações devidamente interpretados, caracterizando a qualidade do serviço executado.

_____ /Anexo A

Anexo A (Informativo)

Bibliografia

- a) BRASIL. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. *Manual de pavimentação*. 3. ed. Rio de Janeiro: IPR, 2006. (IPR. Publ. 719).

- b) _____ *Manual de restauração de pavimentos asfálticos*. Rio de Janeiro: IPR, 2006. (IPR. Publ. 720).

_____ /Índice geral

Índice geral

Resumo		1	Estabilização granulométrica 3.2		2
Abstract		1	Execução 5.3		3
Anexo A (Informativo)			Índice geral		9
Bibliografia		8	Inspeções 7		5
Condicionantes ambientais 6		5	Material 5.1		2
Condições de conformidade			Objetivo 1		1
e não conformidade 7.5		6	Plano de amostragem –		
Condições específicas 5		2	Controle tecnológico 7.4		6
Condições gerais 4		2	Prefácio		1
Controle da produção 7.2		5	Referências normativas 2		1
Controle dos insumos 7.1		5	Sub-base 3.1		2
			Sub-base estabilizada		
Critérios de medição 8		7	granulometricamente 3.3		2
Definições 3		2	Sumário		1
Equipamento 5.2		3	Verificação do produto 7.3		6
