



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

Novembro/2010

NORMA DNIT 139/2010 - ES

## Pavimentação – 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 17/11/2010.**

*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, estabilização granulométrica

**Nº total de  
páginas**

8

### 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, condicionantes ambientais, controle da 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 requirements for materials, equipment, execution, includes a sampling plan and essays, environmental management, quality control, conditions for conformity and non-conformity and the criteria for the measurement of the performed services.

### Sumário

Prefácio.....	1
1 Objetivo.....	1
2 Referências normativas.....	1
3 Definições.....	2
4 Condições gerais.....	2
5 Condições específicas.....	2
6 Condicionantes ambientais.....	4

7 Inspeções.....	5
8 Critérios de medição.....	6
Anexo A (informativo) Bibliografia.....	7
Índice geral.....	8

### 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) DNER-ME 029: Solo - Determinação de expansibilidade – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- b) DNER-ME 036: Solo – Determinação da massa específica aparente, “in situ”, com o emprego do balão de borracha – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- c) DNER-ME 049: Solos - Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- d) DNER-ME 052: Solos e agregados miúdos – Determinação da umidade com emprego do “Speedy” – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- e) DNER-ME 080: Solos - Análise granulométrica por peneiramento – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- f) DNER-ME 082: Solos – Determinação do limite de plasticidade – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- g) DNER-ME 088: Solos – Determinação da umidade pelo método expedito do álcool – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- h) DNER-ME 092: Solo – Determinação da massa específica aparente “in situ”, com emprego do frasco de areia – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- i) DNER-ME 122: Solos – Determinação do limite de liquidez – Método de referência e método expedito – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- j) DNER-ME 129: Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- k) DNER-PRO 277: Metodologia para controle estatístico de obras e serviços - Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- l) DNIT 001/2009-PRO: Elaboração e apresentação de normas do DNIT – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2009.
- m) DNIT 011-PRO: Gestão da qualidade em obras rodoviárias – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- n) DNIT 070-PRO: Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.

### 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

- a) Não deve ser permitida a execução dos serviços, objeto desta Norma, em dias de chuva.
- b) É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do tráfego e de outros agentes que possam danificá-los.

### 5 Condições específicas

#### 5.1 Material

- a) Os materiais constituintes são solos, mistura de solos, mistura de solos e materiais britados.
- b) Quando submetidos aos ensaios de caracterização DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 122/94, os materiais devem apresentar as seguintes características:
  - Índice de Grupo - IG igual a zero;
  - 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.
- c) Índice de Suporte Califórnia –  $ISC \geq 20\%$  e Expansão  $\leq 1\%$ , determinados através dos ensaios:

- Ensaio de Compactação - DNER-ME 129/94, na energia do Método B, ou maior que esta;
- Ensaio de Índice de Suporte Califórnia - DNER-ME 049/94, com a energia do ensaio de compactação.

d) No caso de solos lateríticos, os materiais submetidos aos ensaios acima podem 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 autopropulsados tipos pé-de-carneiro, liso-vibratórios e pneumáticos;
- d) grade de discos e/ou pulvimisturador;
- e) tratores de pneus;
- f) pá-carregadeira;
- g) arados de disco;
- h) central de mistura;
- i) sapos mecânicos ou rolos vibratórios portáteis.

## 5.3 Execução

- a) 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.
- b) No caso de utilização de misturas de materiais devem ser obedecidos os seguintes procedimentos:
  - Mistura prévia - Deve ser 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 pode 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, deve ser 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, por meio de caminhões basculantes, depositando-se sobre a pista em montes adequadamente espaçados.

Segue-se com o espalhamento pela ação da motoniveladora.

- Mistura na pista - A mistura na pista somente pode 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 à espessura pretendida. O material espalhado deve receber adequada conformação, de forma que a camada apresente espessura constante.

- c) 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.
- d) 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 com 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.
- e) Concluída a correção e homogeneização da umidade, o material deve ser conformado, de maneira a se obter a espessura desejada após a compactação.
- f) 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 devem ser subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de sub-base deve ser de 10 cm, após a compactação. Nesta fase devem ser tomados os cuidados necessários para evitar a adição de material na fase de acabamento.
- g) Compactação - Na fase inicial da obra devem ser executados segmentos experimentais, com formas diferentes de execução, na sequência 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.
- h) A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando pelas bordas. Nos trechos em tangente, a compactação deve prosseguir das duas bordas para o centro, em percursos equidistantes 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 superelevação, a compactação deve progredir da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente.
- i) 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 recomendável, tais como cabeceiras de pontes e viadutos, a compactação deve ser executada com rolos vibratórios portáteis ou sapos mecânicos.
- j) 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.
- k) 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.
- l) Abertura ao tráfego - A sub-base estabilizada granulometricamente não deve ser submetida à ação do tráfego. A extensão máxima a ser executada deve ser 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, devem 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 Estudo Ambiental (EIA ou outro), os Programas Ambientais do Plano Básico Ambiental – PBA pertinentes e as recomendações e exigências dos órgãos 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:

- a) 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 escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada, para cada 200 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida, a critério da Fiscalização, para uma amostra por segmento de 400 m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos.
- b) Ensaios de compactação pelo método DNER-ME 129/94, com energia do Método B, ou maior que esta, para o material coletado na pista, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada, para cada 200 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida a critério da Fiscalização, para uma amostra por segmento de 400 m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos.
- c) No caso da utilização de material britado ou mistura de solo e material britado, a energia de compactação de projeto pode 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.
- d) Ensaios de Índice de Suporte Califórnia - ISC e expansão pelo método DNER-ME 049/94, na energia de compactação para o material coletado na pista, a cada 400 m, em locais escolhidos aleatoriamente onde foram retiradas amostras para o ensaio de compactação. A frequência destes ensaios pode ser reduzida, a critério da Fiscalização, para uma amostra a cada 800 m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos.
- e) A frequência indicada para a execução dos ensaios é a mínima aceitável.
- f) Para pistas de extensão limitada, com área de até 4.000 m<sup>2</sup>, devem ser coletadas pelo menos

cinco amostras, para execução do controle dos insumos.

### 7.2 Controle da execução

O controle da 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:

- a) Ensaio do fator de umidade 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 o teor de umidade é de  $\pm$  dois pontos percentuais em relação à umidade ótima.
- b) 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 m<sup>2</sup>, devem ser feitas pelo menos cinco determinações por camada para o cálculo do grau de compactação (GC).
- c) Os cálculos de grau de compactação devem ser 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 devem ser aceitos valores de grau de compactação inferiores a 100% .

### 7.3 Verificação do produto

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

Após a execução da sub-base deve-se proceder ao controle geométrico mediante a relocação e nivelamento do eixo e bordas, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- a)  $\pm$  10 cm, quanto à largura da plataforma;
- b) até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;

- c)  $\pm 10\%$ , 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 execução e do produto, devem ser estabelecidos segundo um Plano de Amostragem aprovado pela Fiscalização, elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97.

O tamanho das amostras deve ser documentado e previamente informado à Fiscalização.

#### 7.5 Condições de conformidade e não conformidade

Todos os ensaios de controle e determinações relativos à execução e ao produto, realizados de acordo com o Plano de Amostragem citado na subseção 7.4, devem cumprir as Condições Gerais e Específicas desta Norma, e estar de acordo com os seguintes critérios:

Quando especificado valor ou limite mínimo e/ou máximo a ser(em) atingido(s), devem ser verificadas as seguintes condições:

- a) Condições de conformidade:

$$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado};$$

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

- b) Condições de não-conformidade:

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

$$\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado}.$$

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 (tamanho da amostra).

Os resultados do controle estatístico devem ser 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.

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

Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

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

#### 8 Critérios de medição

Os serviços considerados conformes devem ser 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 deve ser medida em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado. Não devem ser motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais, transporte, equipamentos e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;
- no cálculo dos volumes da sub-base devem ser consideradas as larguras e espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico;
- não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
- nenhuma medição deve ser 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 (Informativo)****Bibliografia**

- a) BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *Manual de pavimentação*. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006. (IPR. Publ., 719).
- b) \_\_\_\_\_. *Manual de restauração de pavimentos asfálticos*. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. (IPR. Publ., 720).

\_\_\_\_\_/Índice geral

**Índice geral**

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

---