



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-
ESTRUTURA DE TRANSPORTES
DIRETORIA GERAL
DIRETORIA EXECUTIVA
INSTITUTO DE PESQUISAS
RODOVIÁRIAS
Rodovia Presidente Dutra, km 163
Centro Rodoviário, Vigário Geral
Rio de Janeiro, RJ, 21240-000
Tel/fax: (21) 3371-5888

NORMA DNIT 098/2007 – ES

Pavimentação – base estabilizada granulometricamente com utilização de solo laterítico – Especificação de serviço

Autor: Instituto de Pesquisas Rodoviárias / IPR

Origem: Revisão da Norma DNER-ES 378/98 Pavimentação – base estabilizada granulometricamente com utilização de solo laterítico

Processo: 50.607.002.225/2007-24

Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na reunião de 01/08/2007

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; base estabilizada; solo laterítico

Nº total de
páginas

07

Resumo

Este documento prescreve a sistemática empregada na execução da camada de base de pavimento utilizando solos lateríticos de graduação graúda e estabelece os requisitos concernentes a material, equipamento, manejo ambiental, execução e controle da qualidade dos materiais empregados, além dos critérios para aceitação, rejeição e medição dos serviços.

Abstract

This document presents procedures for road base construction using lateritic soil. It includes the requirements concerning materials, equipment, execution, environmental management, quality control, and the criteria for acceptance, rejection and measurement of the jobs performed.

Sumário

Prefácio	1
1 Objetivo	1
2 Referências normativas e bibliográficas	1
3 Definição	2
4 Condições gerais.....	2
5 Condições específicas	2

6 Manejo ambiental	4
7 Inspeção	5
8 Critérios de medição	6
Índice geral	7

Prefácio

O presente documento foi preparado pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias para servir como Norma no estabelecimento da sistemática a ser empregada na execução de camada de base de pavimento com solo laterítico. Está formatado de acordo com a Norma DNIT 001/2002 – PRO. Cancela e substitui as Normas DNER-ES-P 47-74 e DNER-ES 378/98, nas quais, no entanto, se fundamenta integralmente.

1 Objetivo

Estabelecer a sistemática da execução da camada de base estabilizada granulometricamente com o emprego de solo laterítico. Este solo pode ser empregado como encontrado “in natura” ou beneficiado.

2 Referências normativas e bibliográficas

- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. *DNER-ES 279: terraplenagem - caminhos de serviço: especificação de serviço*. Rio de Janeiro, 1997.

- b) _____. *DNER-ES 281*: terraplenagem – empréstimos: especificação de serviço. Rio de Janeiro, 1997.
- c) _____. *DNER-ME 029*: solos - determinação de expansibilidade: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.
- d) _____. *DNER-ME 030*: solos - determinação das relações sílica-alumina e sílica sesquióxidos: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.
- e) _____. *DNER-ME 035*: agregados- determinação da abrasão “Los Angeles”: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.
- f) _____. *DNER-ME 036*: solo - determinação da massa específica aparente do solo “in situ”, com emprego do balão de borracha: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.
- g) _____. *DNER-ME 049*: solos - determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.
- h) _____. *DNER-ME 052*: solos e agregados miúdos - determinação da umidade com emprego do “Speedy” : método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.
- i) _____. *DNER-ME 054*: equivalente de areia: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1997.
- j) _____. *DNER-ME 080*: solos - análise granulométrica por peneiramento: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.
- l) _____. *DNER-ME 082*: solos - determinação do limite de plasticidade: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.
- m) _____. *DNER-ME 088*: solos - determinação da umidade pelo método expedito do álcool: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.
- n) _____. *DNER-ME 092*: solo - determinação da massa específica aparente “in situ”, com emprego do frasco de areia: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.
- o) _____. *DNER-ME 122*: solos - determinação do limite de liquidez - método de referência e método expedito: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.
- p) _____. *DNER-ME 129*: solos - compactação utilizando amostras não trabalhadas: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.
- q) _____. *DNER-ME 254*: solos compactados em equipamento miniatura – Mini-CBR: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1997.
- r) _____. *DNER-PRO 277*: metodologia para controle estatístico de obras e serviços: procedimento. Rio de Janeiro, 1997.
- s) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-RUTURA

DE TRANSPORTES. *Diretrizes básicas para elaboração de estudos e programas ambientais rodoviários*: escopos básicos / instruções de serviço. Rio de Janeiro, 2006.

t) _____. *Manual para atividades ambientais rodoviárias*. Rio de Janeiro, 2006.

u) _____. *Manual de Pavimentação*. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006.

3 Definição

Para efeito desta Norma, é adotada a seguinte definição:

Base com solo laterítico – camada granular de pavimentação, utilizando solo laterítico, executada sobre a sub-base, subleito ou reforço do subleito, devidamente regularizado e compactado.

4 Condições gerais

Não se deve permitir a execução dos serviços, objeto desta Norma, em dias chuvosos.

5 Condições específicas

5.1 Material

Os materiais constituintes são solos lateríticos de gradação graúda, entendendo-se como tais aqueles cuja relação molecular sílica-sesquióxido, determinada pelo Método DNER-ME 030/94, for menor que 2, e que apresentarem expansão inferior a 0,2%, medida no ensaio DNER-ME 049/94 Solos - determinação de Índice Suporte Califórnia, utilizando amostras não trabalhadas, com 26 ou 56 golpes por camada

$$\frac{S}{R} = \frac{\frac{SiO_2}{60}}{\frac{Al_2O_3}{102} + \frac{Fe_2O_3}{160}}$$

Onde:

$$\frac{S}{R} = \text{Relação molecular sílica-sesquióxido}$$

$$SiO_2 = \text{Sílica}$$

$$Al_2O_3 = \text{Sesquióxido de alumínio}$$

$$Fe_2O_3 = \text{Sesquióxido de ferro}$$

Admite-se o valor da expansão até 0,5% no ensaio de ISC desde que, no ensaio de expansibilidade DNER-ME 029/94, o valor obtido seja menor que 10%.

5.2 Beneficiamento

Os solos lateríticos “in natura”, de graduação graúda, para efeito do emprego e aceitação, podem ser beneficiados por um ou mais dos seguintes processos:

- britagem;
- mistura com outros solos arenosos;
- desagregação na pista;
- peneiramento com ou sem lavagem.

5.3 Características

Os materiais lateríticos de graduação graúda “in natura” ou beneficiados, destinados à construção da base, quando submetidos aos ensaios DNER-ME 054/97, DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 122/94, devem apresentar as seguintes características:

- O Índice de Suporte Califórnia (ISC) deverá obedecer aos seguintes valores relacionados ao número N de operações do eixo padrão de 8,2t, para o período de projeto:

$$\text{ISC} \geq 60\% \text{ para } N \leq 5 \times 10^6$$

$$\text{ISC} \geq 80\% \text{ para } N > 5 \times 10^6$$

- O material será compactado no laboratório, conforme a norma DNER-ME 49/74, com 26 ou 56 golpes por camada, para atender aos valores mínimos de ISC especificados no item a.

Os valores mínimos do ISC devem ser verificados dentro de uma faixa de variação de umidade, a qual será fixada pelo Projeto e pelas Especificações Particulares.

- A fração que passa na peneira N° 40 deverá apresentar limite de liquidez inferior ou igual a 40% e índice de plasticidade inferior ou igual a 15%.
- Os solos lateríticos com IP > 15% poderão ser usados em misturas como outros materiais de IP ≤ 6%, satisfazendo a mistura resultante aos seguintes requisitos:
 - LL ≤ 40% e IP ≤ 15%
 - A relação S/R e a expansão e/ou expansibilidade definidas nesta Especificação.
 - Ausência de argilas das famílias das nontronitas e/ou montmorilonitas,

constatadas em análises mineralógicas.

- E a todos os demais requisitos desta Especificação.
- O agregado retido na peneira de 2 mm deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, isento de matéria vegetal ou outra substância prejudicial e apresentando valores de abrasão “Los Angeles” menores ou iguais a 65%.
 - Possuir composição granulométrica satisfazendo uma das faixas do Quadro a seguir:

Quadro de composição granulométrica

Peneira	Abertura (mm)	Faixas Granulométricas (% em Peso Passando)	
		Faixa A	Faixa B
2"	50,8	100 - 100	-
1"	25,4	100 - 75	100 - 100
3/8"	9,5	85 - 40	95 - 60
N° 4	4,8	75 - 20	85 - 30
N° 10	2,09	60 - 15	60 - 15
N° 40	0,42	45 - 10	45 - 10
N° 200	0,075	30 - 5	30 - 5

A curva granulométrica, indicada no projeto, poderá apresentar as seguintes tolerâncias máximas:

Peneiras	mm	% em Peso Passando
3/8" – 1"	9,5 – 25,4	± 7
N° 40 – N° 4	0,42 – 4,8	± 5
N° 200	0,074	± 2

- O equivalente em areia deverá ser maior que 30%.
- A percentagem do material que passa na peneira N° 200 não deve ultrapassar 2/3 da percentagem que passa na peneira N° 40.
- Quando submetido aos Ensaios DNER-ME 049/94 e DNER-ME 129/94 (Método C):
 - o agregado retido na peneira N° 10 deverá ser constituído de partículas duras e

resistentes, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, e isentas de matéria vegetal ou outra substância prejudicial. Quando submetido ao ensaio Los Angeles (DNER-ME 035/94), não deve apresentar desgaste superior a 65%, admitindo-se a não-realização desse ensaio nos casos em que utilização anterior do material tenha apresentado desempenho satisfatório.

5.4 Equipamento

Constituído por:

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

Além destes poderão ser usados outros equipamentos aceitos pela Fiscalização.

5.5 Execução da base

Compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais (realizados na pista ou em central de mistura), bem como espalhamento, compactação e acabamento na pista, devidamente preparada na largura desejada com as quantidades de material que permitam, após compactação, atingir a espessura projetada.

Os materiais de base serão explorados, preparados e espalhados de acordo com Especificações Complementares.

A compactação será executada com o teor de umidade dentro dos limites para os quais se verifica o valor mínimo do ISC especificado pelo projeto.

A espessura mínima da camada de base será de 10cm, após a compactação.

Quando o projeto fixar a camada de base com espessura final superior a 20cm, esta será subdividida em camadas parciais, nenhuma delas excedentes a espessura de 20cm.

O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100%, em relação a massa específica aparente, seca, máxima, obtida segundo o método adotado.

Concomitantemente às operações de execução da base, serão realizados os controles prescritos nos itens 7.1 e 7.2.

6 Manejo Ambiental

Visando a preservação do meio ambiente, no decorrer das operações destinadas à execução da camada de base estabilizada granulometricamente, devem-se observar os seguintes cuidados:

De modo geral:

a) Atender às recomendações preconizadas na Norma DNER-ES 281/97, no Manual para atividades ambientais rodoviárias e nas Diretrizes básicas para elaboração de estudos e programas ambientais rodoviários: escopos básicos / instruções de serviço.

De modo particular, em relação à exploração das ocorrências de materiais (pedreiras):

a) Apresentar a Licença Ambiental de Operação da pedreira, para arquivamento de uma cópia anexada ao Livro de Ocorrências da Obra.

b) Evitar a escolha de pedreira e a instalação de britagem em área de preservação ambiental.

c) Planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos durante essa fase e a possibilitar a recuperação ambiental após a retirada dos equipamentos e materiais.

d) Impedir o emprego de queimadas como forma de desmatamento.

e) Seguir as recomendações da Norma DNER-ES 279/97 na implantação de estradas de acesso (ou caminhos de serviço).

f) Usar bacias de sedimentação junto às instalações de britagem para retenção do pó de pedra produzido em excesso ou dos resíduos da lavagem da brita, evitando o carreamento indesejável para cursos d'água.

g) Disciplinar e sinalizar o tráfego e o estacionamento de veículos e equipamentos para evitar acidentes, a poluição e outros danos ao meio ambiente. Em especial,

proibir o tráfego pesado e desordenado fora do corpo estradal e localizar as áreas de estacionamento e de serviços de manutenção dos equipamentos de forma que os resíduos de lubrificantes e combustíveis não sejam levados aos cursos d'água.

Nota: No caso em que a brita seja fornecida por terceiros, exigir documentação atestando a regularidade das instalações e da operação e exibi-la ao órgão ambiental competente.

7 Inspeção

7.1 Controle do material

Devem ser adotados os seguintes procedimentos:

7.1.1 Ensaio de caracterização do material espalhado na pista

Usar os métodos DNER-ME 054/97, DNER –ME 080/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 122/94 em locais escolhidos aleatoriamente. Deve-se coletar uma amostra por camada para cada 300m de pista ou por jornada de 8 horas de trabalho. No caso de emprego de materiais homogêneos, pode-se reduzir para uma amostra por camada para cada 1.000m de extensão. No caso de emprego de usina de solos, as amostras correspondentes serão coletadas na saída do misturador.

7.1.2 Ensaios de compactação

Usar o método DNER-ME 129/94 (Método C) com materiais coletados na pista, em locais escolhidos aleatoriamente. Em relação ao número de amostras e ao uso de usina de solo, adotar as indicações de 7.1.1.

Nota: Quando for usado material laterítico britado, com ou sem mistura de solo, a energia de compactação de projeto deverá ser modificada quanto ao número de golpes, de modo a atingir o máximo da densificação, determinada em trechos experimentais em condições reais de trabalho no campo.

7.1.3 Ensaios de Índice Suporte Califórnia (ISC) e expansão

Usar o método DNER-ME 049/94, para material coletado na pista em locais escolhidos aleatoriamente. Em relação ao número de amostras e ao uso de usina de solo, adotar as indicações de 7.1.1.

Nota: O número de ensaios e de determinação de controle do material será definido pelo executante em função do risco de rejeitar um serviço de boa qualidade, conforme a tabela seguinte:

Tabela de Amostragem Variável

N	K	α
5	1,55	0,45
6	1,41	0,35
7	1,36	0,30
8	1,31	0,25
9	1,25	0,19
10	1,21	0,15
11	1,19	0,13
12	1,16	0,10
13	1,13	0,08
14	1,11	0,06
15	1,10	0,05
16	1,08	0,04
17	1,06	0,03
19	1,04	0,02
21	1,01	0,01

Onde **n** é o número de amostras, **k** o coeficiente multiplicador e α o risco do executante.

7.2 Controle da execução

7.2.1 Ensaio de umidade higroscópica do material

Feito imediatamente antes da compactação, por camada, para cada 100m de pista a ser compactada, em locais escolhidos aleatoriamente. Usar os métodos DNER-ME 052/94 ou DNER-ME 088/94. As tolerâncias admitidas para a umidade higroscópica serão de $\pm 2\%$ em torno da umidade ótima.

7.2.2 Ensaio de massa específica aparente seca *in situ*

Feito em locais escolhidos aleatoriamente, por camada, para cada 100m de extensão, pelos métodos DNER-ME 036/94 e DNER-ME 092/94. Para pistas de extensão inferior a 4.000m², deverão ser feitas no mínimo cinco determinações para o cálculo do Grau de Compactação (GC).

Nota 1: Os cálculos para GC maior do que 100% utilizarão os valores da massa específica aparente seca obtidos no laboratório e da massa específica aparente *in situ* obtida no campo.

Nota 2: O número de determinações do GC será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade assumido pelo executante, de acordo com a tabela do item 7.1.3 acima.

7.3 Verificação final da qualidade – Controle geométrico

Após a execução da base, proceder à re-locação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, sendo permitidas as seguintes tolerâncias:

- para a largura da plataforma: $\pm 10\text{cm}$;
- para a flecha do abaulamento: até 20% em excesso, não se admitindo por falta;
- para a espessura da camada de projeto: $\pm 10\%$

7.4 Aceitação e rejeição

7.4.1 Ensaios de limite de liquidez e limite de plasticidade

Valores devem estar de acordo com o disposto em b do item 5.3.

7.4.2 Ensaio de Índice de Suporte Califórnia (ISC)

A expansão deverá sempre apresentar resultado no máximo de 0,5%, conforme o item 5.1.

7.4.3 Granulometria da base

Serão controlados estatisticamente os valores máximos e mínimos da granulometria de base, adotando o seguinte procedimento:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo}$ ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo}$ admitido: rejeita-se o serviço.

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo admitido}$ e $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo admitido}$: aceita-se o serviço.

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

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

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

7.4.4 ISC e Grau de Compactação

Serão controlados os valores mínimos, adotando o seguinte procedimento:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo admitido}$: rejeita-se o serviço.

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo admitido}$: aceita-se o serviço.

Nota 1: Os serviços rejeitados devem ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Nota 2: Os resultados do controle estatístico devem ser registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

8 Critérios de medição

Os serviços aceitos serão medidos de acordo com as disposições abaixo:

- A base será medida em metros cúbicos de material espalhado e compactado na pista, conforme a seção transversal do projeto, incluindo mão-de-obra, materiais, equipamentos e encargos, além das operações de limpeza e expurgo de ocorrência de materiais, escavação, transporte, espalhamento, mistura e pulverização, umedecimento ou secagem, compactação ou acabamento na pista.
- No cálculo dos valores dos volumes serão consideradas as larguras e espessuras médias obtidas no controle geométrico (item 7.3).

Não serão considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto.

Índice Geral

Abstract	.....	1	Inspeção	7.....	5
Aceitação e rejeição	7.4	6	Manejo ambiental	6.....	4
Beneficiamento	5.2	3	Material	5.1.....	2
Características	5.3	3	Objetivo	1.....	1
Condições específicas	5	2	Prefácio	.....	1
Condições gerais	4	2	Referências normativas e bibliográficas	2.....	1
Controle da execução	7.2	5	Resumo	.....	1
Controle do material	7.1	5	Sumário	.....	1
Critérios de medição	8	6	Verificação final da qualidade – Controle geométrico	7.3.....	6
Definição	3	2			
Equipamento	5.4	4			
Execução da base	5.5	4			
