



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES,
PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL
DEPARTAMENTO NACIONAL DE
INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
DIRETORIA GERAL
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E
PESQUISA
INSTITUTO DE PESQUISAS
RODOVIÁRIAS
Rodovia Presidente Dutra, km 163
Centro Rodoviário – Vigário Geral
Rio de Janeiro/RJ – CEP 21240-000
E-mail: ipr@dnit.gov.br

Agosto/2018

NORMA DNIT 140/2018 - ES

Pavimentação – Sub-base de solo melhorado com cimento – Especificação de serviço

Autor: Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR

Processo:

Origem: Revisão da norma DNIT 140/2010-ES.

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, Solo, Cimento

Total de páginas

9

Resumo

Este documento define a sistemática a ser empregada na execução da camada de sub-base de pavimento utilizando uma mistura de solo melhorado com cimento.

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 soil improved with cement.

It includes the requirements for materials, equipment, execution, includes a sampling plan and essays, environmental management, quality control, conditions for conformity and non-conformity and 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	5
7 Inspeções.....	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/DPP, para servir como documento base, visando estabelecer a sistemática empregada na execução e controle da qualidade da camada de sub-base, quando utilizado solo melhorado com cimento. Trata-se de revisão de norma procedente dos estudos e pesquisas realizados no âmbito do Termo de Execução Descentralizada – TED nº 682/2014 firmado com a COPPE/UFRJ, para o desenvolvimento de método mecanístico-empírico de dimensionamento de pavimento asfáltico. Está formatada de acordo com a norma DNIT 001/2009-PRO, cancela e substitui a norma DNIT 140/2010-ES.

1 Objetivo

Esta Norma tem por objetivo estabelecer a sistemática a ser empregada na execução de uma camada de sub-base, quando empregado solo melhorado com cimento.

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-EM 036: Cimento Portland – Recebimento e aceitação – Especificação de material. Rio de Janeiro: IPR.

b) DNER-ME 024: Pavimento – Determinação das deflexões pela Viga Benkelman – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.

c) DNER-ME 036: Solo – Determinação da massa específica aparente, “in situ”, com emprego do balão de borracha – 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 088: Solos – Determinação da umidade pelo método expedito do álcool – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.

f) DNER-ME 092: Solo – Determinação da massa específica aparente “in situ”, com emprego do frasco de areia – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.

g) DNER-PRO 273: Determinação de deflexões utilizando o deflectômetro de impacto tipo “Falling Weight Deflectometer” (FWD) – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.

h) DNER-PRO 277: Metodologia para controle estatístico de obras e serviços – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.

i) DNIT 011-PRO: Gestão da qualidade em obras rodoviárias – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.

j) DNIT 070-PRO: Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.

k) DNIT 134-ME. Pavimentação – Solos – Determinação do módulo de resiliência – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.

l) DNIT 144-ES: Pavimentação – Imprimação com ligante asfáltico – Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR.

m) DNIT 145-ES: Pavimentação – Pintura de ligação com ligante asfáltico – Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR.

n) DNIT xxx-ME: Pavimentação – Solo-Cimento – Dosagem físico-química de solo-cimento – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.

o) DNIT yyy-ME: Pavimentação – Misturas asfálticas – Densidade *in situ* usando densímetro não nuclear – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.

p) NBR 16372 – Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (método de Blaine).

q) NBR 16697 – Cimento Portland – Requisitos.

3 Definições

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

3.1 Sub-base

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

3.2 Solo melhorado com cimento

Material proveniente de mistura de solo (com ou sem adição de material granular), cimento e água em proporções previamente determinadas por processo próprio de dosagem em laboratório, de forma a apresentar determinadas características de resistência, deformabilidade e durabilidade. O método descrito na norma DNIT xxx/2018-ME pode ser empregado para servir de estimativa do teor de cimento para cada solo. Os teores usuais de cimento estão situados na faixa de 2 a 4 %, em peso, em relação ao total da mistura. O teor selecionado deve ser aquele que proporciona aumento do módulo de resiliência em relação ao do solo puro, dentro da proporção prevista no dimensionamento da estrutura do pavimento.

3.3 Sub-base de solo melhorado com cimento

Camada de sub-base obtida mediante a utilização de solo melhorado com cimento devidamente compactado.

4 Condições gerais

a) Não deve ser permitida a execução dos serviços, objeto desta norma, em dias de chuva.

b) Todo o carregamento de cimento que chegar à obra deve vir acompanhado de certificado do fabricante/distribuidor com informações dos resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos nesta norma, a data de fabricação, a indicação clara de sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo.

c) 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.

d) Antes da execução dos serviços deve ser implantada a adequada sinalização de obra, visando à segurança do tráfego no segmento rodoviário, e efetuada sua manutenção permanente durante a execução dos serviços. Atenção especial deve ser dispensada para a segurança do tráfego na operação do sistema siga/pare.

5 Condições específicas

5.1 Material

a) Cimento Portland - deve obedecer às exigências da norma DNER-EM 036/95, juntamente com as da norma ABNT NBR 16697:2018.

b) Água - deve ser isenta de teores nocivos, como sais, ácidos, álcalis ou matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais.

c) Solo - os solos, com ou sem adição de material granular, empregados na execução de sub-base de solo melhorado com cimento devem ser provenientes de ocorrências de materiais, devendo apresentar as características definidas na fase de projeto, sendo mais econômico o uso de solos arenosos. Os agregados eventualmente retidos na peneira nº 10 devem ser constituídos de partículas duras e duráveis, isento de fragmentos moles, alongados ou achatados, de matéria vegetal ou outra substância prejudicial.

d) Mistura projetada de solo-cimento e água – a combinação do solo ou material selecionado na fase de projeto e os teores de cimento e de água, definidos na dosagem, devem atender aos requisitos de módulo de resiliência previstos no dimensionamento, garantindo que seja suficientemente maior do que o do solo puro, de forma a proporcionar melhoria substancial de capacidade de carga que justifique seu emprego.

5.2 Equipamento

5.2.1 Execução de sub-base de solo melhorado com cimento

São indicados os equipamentos seguintes:

- a) Motoniveladora com escarificador;
- b) Pulvimisturador;
- c) Trator de esteiras ou pneumático;
- d) Carro-tanque distribuidor de água;

- e) Rolos compactadores autopropulsados dos tipos pé-de-carneiro, corrugados, liso, liso-vibratório e pneumático;
- f) Central de mistura de capacidade adequada à obra;
- g) Rolo vibratório portátil ou sapo mecânico;
- h) Recicladora;
- i) Carro distribuidor de cimento.

5.2.2 Central de mistura

Deve ser constituída essencialmente de:

- a) Silos - geralmente para cimento e solo, providos de bocas de descarga e equipados com dispositivos que permitam graduar o escoamento;
- b) Transportadores de esteira, que transportam o solo e o cimento na proporção conveniente, até o equipamento misturador;
- c) Equipamento misturador "pug-mill", constituído, normalmente, de uma caixa metálica, contendo em seu interior, como elementos misturadores, dois eixos que rodam em sentido contrário, providos de chapa em espiral ou de pequenas chapas fixadas em hastes que, devido aos seus movimentos, forçam a mistura íntima dos materiais, ao mesmo tempo em que os faz avançar até a saída do equipamento;
- d) Reservatório de água e canalizações que permitam depositar e espargir a água sobre o solo, no processo de mistura;
- e) Equipamento de carga de caminhões, constituído de um silo com transportadores de correias ou elevadores de canecas, colocado de modo que o caminhão transportador possa receber a mistura por gravidade.

5.3 Execução

5.3.1 Mistura em central

- a) A mistura do solo selecionado, do cimento e água deve ser preparada em centrais de mistura, empregando materiais de ocorrências, objetivando as vantagens técnicas e econômicas na dosagem e homogeneização da mistura solo, cimento e água;
- b) O solo ou a mistura de solo e material granular, na central, deve sofrer um processo de pulverização eficiente que garanta não ter grumos. Ao final deste processo deve ser exigido que, do total passante na peneira de 4,8 mm no ensaio de laboratório, no mínimo 60% continue passando;
- c) Todas as operações necessárias ao preparo da mistura final devem ser realizadas na central, restando

apenas o transporte da mistura já pronta para a pista, onde deve ser espalhada, umedecida, se necessário, e homogeneizada com as devidas precauções, e de modo que, após a compactação, apresente espessura, greide longitudinal e seção transversal indicados no projeto;

d) A faixa para receber a mistura de solo melhorado com cimento deve estar preparada no que se refere à drenagem, nivelamento e seção transversal, conforme fixados no projeto.

5.3.2 Mistura na pista

No caso de utilização do solo do próprio subleito ou de solos selecionados com mistura na pista, devem ser obedecidas as seguintes fases de execução:

- a) Preparo da faixa;
- b) Pulverização e homogeneização do solo local ou de empréstimo;
- c) Distribuição de cimento;
- d) Preparo da mistura de solo e cimento utilizando o equipamento de pulverização e homogeneização.

5.3.3 Espalhamento

O material deve ser distribuído e homogeneizado mediante ação combinada de grade de discos e motoniveladora.

5.3.4 Correção e homogeneização da umidade

A variação do teor de umidade admitido para o material para início da compactação deve ser de menos 1 ponto percentual 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 de grade de discos e de 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 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.

5.3.6 Compactação

O tempo decorrido entre a adição da água na mistura solo-cimento e o início do espalhamento não deve ser superior a 1 hora, a menos que, a critério da Fiscalização, e devidamente comprovado por ensaios, constate-se a possibilidade de aumentar este tempo. Em qualquer hipótese o limite de tempo entre a adição da água e o final da compactação está fixado em 3 horas.

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.

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.

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 cabeceira de pontes e viadutos, 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 de solo melhorado com cimento não deve ser submetida à ação do tráfego até ser liberada pelo controle de deflexão, sendo garantidas as condições de cura sem perda de umidade. A extensão máxima a ser executada deve ser aquela para a qual pode ser efetuado o espalhamento do material da camada seguinte, de forma que a sub-base já liberada pelo controle deflectométrico não fique exposta à ação de intempéries que possam prejudicar sua qualidade.

A cura deve ser realizada utilizando-se as técnicas previstas na norma DNIT 144/2014-ES: Pavimentação – Imprimação com ligante asfáltico, ou na norma DNIT 145/2012-ES: Pavimentação – Pintura de ligação com ligante asfáltico, conforme o tipo do material.

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 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, o Estudo Ambiental (EIA ou outro), os Programas Ambientais pertinentes do Plano Básico Ambiental – PBA 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:

7.1.1 Cimento

a) Todo cimento empregado na obra deve estar em conformidade com o disposto na norma DNER-EM 036/95, de acordo com certificado do fabricante.

b) O cimento a ser utilizado na obra deve ser obrigatoriamente do mesmo tipo utilizado na dosagem do solo melhorado com cimento.

c) Antes de usado, tanto na central de mistura quanto no espalhamento na pista, devem ser executados na obra ensaios de determinação de finura (NBR 16372:2015 – método de Blaine), a fim de verificar se o cimento não está empedrado. A frequência destes ensaios é de um ensaio por dia de trabalho, ou sempre que houver dúvidas sobre a sanidade do cimento.

d) O resíduo retido na peneira n° 200 (malha de 0,075 mm) não deve exceder a:

- cimento Portland de alto forno – 10 %;
- cimento Portland comum – 15 %.

7.1.2 Solos

O solo, ou mistura de materiais, a ser empregado no preparo da mistura solo melhorado com cimento, tanto na mistura em usina quanto na pista, deve ser examinado mediante ensaios de caracterização especificados para verificar se estão de acordo com o projeto de mistura e as tolerâncias especificadas pelo projetista.

A frequência indicada para a execução de ensaios é a mínima aceitável.

Para pistas de extensão limitada, com área de até 4.000 m², 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 de solo melhorado com cimento deve ser exercido, mediante a coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória, e controle deflectométrico, de acordo com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 7.4). Devem ser efetuadas as seguintes determinações e ensaios:

7.2.1 Preparo da mistura de solo melhorado com cimento.

Tanto na mistura em usina quanto na mistura na pista, devem ser verificadas aleatoriamente:

- a) Antes da aplicação do cimento:
 - determinação do grau de pulverização do solo, através de peneiramento na peneira n° 4.
- b) Depois da adição do cimento:

- verificação da quantidade do cimento incorporada (por peso ou volume);
- determinação do teor de umidade e, se necessário, fazer a adição da água e homogeneização da mistura.

7.2.2 Compactação da mistura de solo melhorado com cimento na pista

Tanto para a mistura fabricada e transportada da usina quanto para a mistura realizada na pista e manipulada nas mesmas condições, devem ser verificadas de maneira aleatória:

a) Imediatamente antes da compactação:

- determinações do teor de umidade da mistura (normas DNER-ME 052/94, DNER-ME 088/94), para verificação do atendimento do teor de umidade do projeto;
- ensaios de compactação e moldagem de corpos de prova para ensaios de módulo de resiliência (norma DNIT 134/2018-ME) ou, alternativamente, ensaio de resistência à compressão simples após cura, caso o valor tenha sido especificado pelo projetista.

b) Após a compactação:

- determinação da massa específica aparente “in situ” na pista compactada, para o cálculo do Grau de Compactação (GC) (normas DNER-ME 092/94, DNER-ME 036/94 ou DNIT yyy/2018-ME).

7.2.3 Controle construtivo por deflexão.

Deve ser realizado o controle construtivo por deflexão, após, no mínimo, sete dias de cura, antes da construção da próxima camada, para verificar o atendimento ao valor previsto no projeto de dimensionamento. A deflexão característica de cada sub-trecho ou segmento, para um número mínimo de 15 determinações, deve ser comparada com a estabelecida em projeto. As deflexões podem ser medidas com a Viga Benkelman (norma DNER-ME 024/94) ou com FWD (norma DNER-PRO 273/96), a cada 20 m por faixa alternada, a cada 40 m na mesma faixa para determinar a deflexão máxima (D_0). O Controle Unilateral deve ser aplicado:

$$X = D_0 \text{médico} + KS \leq LSE$$

Onde:

- X – deflexão característica do segmento;
- K – valor tabelado conforme o número de medidas;
- S – desvio padrão;
- LSE – limite superior especificado no projeto.

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) até 10 cm em excesso quanto à largura da plataforma, não sendo permitida largura inferior à indicada no projeto geométrico;
- b) até 20 % em excesso para a flecha de abaulamento, ou até 0,5 % em excesso para a declividade transversal de caimento simples, não se tolerando falta nos 2 casos;
- c) $\pm 10 \%$, quanto à espessura da camada indicada no projeto.

Também deve ser realizado o controle construtivo por deflexão, após sete dias de cura, antes da construção da próxima camada, para verificar o atendimento ao valor previsto no projeto de dimensionamento.

7.4 Plano de amostragem – Controle tecnológico

O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico da execução e do produto devem ser estabelecidos segundo um Plano de Amostragem, previamente apresentado pela executante e 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 (seções 4 e 5) desta norma, e estar de acordo com os critérios seguintes, sendo que os insumos devem atender às condições das seções 4 e 5 e da subseção 7.1.

Quando especificado um valor 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, de acordo com a Tabela 1 – Amostragem Variável, da norma DNER-PRO 277/97

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 camada de sub-base deve ser medida em metros cúbicos, considerando o volume de material compactado na pista. Não devem ser motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais (inclusive o cimento), transporte, equipamentos e encargos, devendo os mesmos estar 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.

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).
- c) MACÊDO, M. M. *Solos modificados com cimento – efeito no módulo de resiliência e no dimensionamento de pavimentos*. 2004. 289f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004. Disponível em: < https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5694/1/arquivo6354_1.pdf >. Acesso em: 29 ago. 2018.
- d) _____.; MOTTA, L. M. G. Comportamento de solo melhorado com cimento para uso em pavimentação sob carga repetida. In: Congresso Luso Brasileiro de Geotecnia de infraestrutura de Transportes, 2006, Curitiba. *Anais...* São Paulo: ABMS, 2006.
- e) _____. Dimensionamento mecânico de pavimentos usando dois solos, laterítico e não laterítico, tratados com cimento. In: Reunião Anual de Pavimentação, 36., 2005, Curitiba. *Anais...* Rio de Janeiro: ABPv, 2005. p. 1-12.
- f) _____. Módulos de resiliência de dois solos de comportamento laterítico e não laterítico com teores variados de cimento. In: Reunião Anual de Pavimentação, 35., 2004, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABPv, 2004.
- g) OLIVEIRA, R. F. V. *Análise de dois solos modificados com cimento para dimensionamento de pavimentos*. 2011. 148f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica)-Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011. Disponível em: < http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2382/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O_An%c3%a1iseSolosModificados.pdf >.
- h) PARANÁ. Departamento de Estradas de Rodagem. *DER/PR ES-P 11/18: Pavimentação: Solo-cimento e solo tratado com cimento*. Curitiba, 2018. Disponível em: < <http://www.der.pr.gov.br/arquivos/File/ESP1118SOLOCIMENTOESOLOTRATADOCOMCIMENTO.pdf> >. Acesso em: 27 ago. 2018.
- i) SÃO PAULO (Estado). Departamento de Estradas de Rodagem. *ET-DE-P00/004: Sub-base ou base de solo-cimento*. São Paulo, 2006. Disponível em: < ftp://ftp.sp.gov.br/ftpder/normas/ET-DE-P00-004_A.pdf >. Acesso em: 27 ago. 2018.

Índice geral

Abertura ao tráfego	5.3.8	5	Espessura da camada compactada	5.3.5	4
Abstract		1	Execução	5.3	3
Acabamento	5.3.7	5	Execução de sub-base de solo melhorado com cimento	5.2.1	3
Anexo A (Informativo) - Bibliografia		8	Índice geral		9
Central de mistura	5.2.2	3	Inspeções	7	5
Cimento	7.1.1	5	Material	5.1	3
Compactação	5.3.6	4	Mistura em central	5.3.1	3
Compactação da mistura de solo melhorado com cimento na pista	7.2.2	6	Mistura na pista	5.3.2	4
Condicionantes ambientais	6	5	Objetivo	1	1
Condições de conformidade e não conformidade	7.5	6	Plano de amostragem – Controle tecnológico	7.4	6
Condições específicas	5	3	Prefácio		1
Condições gerais	4	2	Preparo da mistura de solo melhorado com cimento	7.2.1	5
Controle construtivo por deflexão	7.2.3	6	Referências normativas	2	1
Controle da execução	7.2	5	Resumo		1
Controle dos insumos	7.1	5	Solo melhorado com cimento	3.2	2
Correção e homogeneização da umidade	5.3.4	4	Solos	7.1.2	5
Critérios de medição	8	7	Sub-base	3.1	2
Definições	3	2	Sub-base de solo melhorado com cimento	3.3	2
Equipamento	5.2	3	Sumário		1
Espalhamento	5.3.3	4	Verificação do produto	7.3	6
