



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES  
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  
Tel./fax: (21) 3545.4600

Novembro/2014

NORMA DNIT 169/2014 - ES

## Pavimentação - Reciclagem de pavimento em usina com espuma de asfalto - Especificação de Serviço

**Autor:** Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR

**Processo:** 50607.000956/2014-64

**Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na Reunião de 15/12/2014.**

*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, reciclagem em usina, espuma de asfalto.

### Total de páginas

11

### Resumo

Esta norma define a sistemática a ser adotada na execução de reciclagem de pavimento a frio em usina, com a utilização de material fresado, agregado mineral, quando necessário, *filler* (cimento Portland ou cal), água e incorporação de espuma de asfalto. São também definidos os requisitos relativos a materiais, equipamentos, execução, controle da qualidade, condicionantes ambientais, condições de conformidade e não conformidade e critérios de medição dos serviços.

### Abstract

This standard defines the methods and procedures to be used in plant manufacturing of a pavement by cold recycling, with the use of milled asphalt pavement, mineral aggregate, when its use is necessary, *filler* (Portland cement or lime), water and foamed asphalt as an incorporated item. It also presents requirements concerning materials, equipments, execution, quality control, environmental management, conformity and non conformity conditions and the criteria for services measurement.

### Sumário

Prefácio .....	1
1 Objetivo.....	1
2 Referências normativas .....	2

3 Definições .....	2
4 Condições gerais .....	3
5 Condições específicas .....	3
6 Condicionantes ambientais.....	6
7 Inspeções .....	6
8 Critérios de medição.....	9
Anexo A (informativo) Bibliografia.....	10
Índice geral .....	11

### Prefácio

Esta Norma estabelece a sistemática empregada na execução e no controle da qualidade da execução de reciclagem de pavimento a frio em usina, com a utilização de pavimento asfáltico fresado, agregado mineral, *filler*, água e incorporação de espuma de asfalto. Está formatada de acordo com a Norma DNIT 001/2009-PRO.

### 1 Objetivo

Esta Norma fixa as condições a serem adotadas para execução e controle de reciclagem de pavimento em usina, de forma a se obter uma camada de "base reciclada", utilizando-se material fresado, produtos de britagem, quando necessário, *filler* (cimento Portland ou cal hidratada CH-I) e água, de acordo com o projeto estabelecido, com a incorporação de espuma de asfalto.

## 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 035: Agregados - Determinação da abrasão "Los Angeles"- Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- c) DNER-ME 054: Equivalente de areia – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- d) DNER-ME 083: Agregados – Análise granulométrica – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- e) DNER-ME 086: Agregado - Determinação do índice de forma – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- f) DNER-ME 089: Agregados - Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- g) DNER-ME 092: Solo - Determinação da massa específica aparente, "in situ", com emprego do frasco de areia – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- h) DNER-ME 117: Mistura betuminosa – Determinação da densidade aparente – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- i) DNER-PRO 277: Metodologia para controle estatístico de obras e serviços – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- j) DNIT 011-PRO: Gestão da qualidade em obras rodoviárias – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- k) DNIT 070-PRO: Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- l) DNIT 095-EM: Cimentos asfálticos de petróleo – Especificação de material. Rio de Janeiro: IPR.
- m) DNIT 135-ME: Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas – Determinação do módulo de resiliência – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- n) DNIT 136-ME: Pavimentação asfáltica – Misturas

asfálticas – Determinação da resistência à tração por compressão diametral – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.

- o) DNIT 145-ES: Pavimentação - Pintura de ligação com ligante asfáltico convencional – Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR.
- p) DNIT 155-ME: Material asfáltico – Determinação da penetração – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- q) DNIT 158-ME: Mistura asfáltica – Determinação da porcentagem de betume em mistura asfáltica utilizando o extrator Soxhlet – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- r) DNIT 159-ES: Pavimentos asfálticos – Fresagem a frio – Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR.
- s) DNIT 164-ME: Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- t) NBR 6471 – Cal virgem e cal hidratada – Retirada e preparação de amostra – Procedimento.
- u) NBR 7175 – Cal hidratada para argamassas - Requisitos.
- v) NBR 11579 - Cimento Portland - Determinação do índice de finura por meio da peneira 75  $\mu\text{m}$  (nº. 200)
- w) NBR 14950 – Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade Saybolt Furol.
- x) Resolução CONAMA 307: Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF.

## 3 Definições

Para os efeitos desta Norma aplicam-se as definições:

### 3.1 Base reciclada em usina

É a mistura realizada em usina para esta finalidade, utilizando-se material fresado, agregados adicionais, quando necessário, espuma de asfalto, *filler* (cimento Portland ou cal hidratada CH-I) e água, em proporções previamente determinadas por processo de dosagem em laboratório, misturada, espalhada e compactada, de forma a compor a camada de base do pavimento.

### 3.2 Espuma de asfalto

É a mistura de cimento asfáltico de petróleo e água realizada em condições específicas de temperatura e pressão, obtida em câmaras de expansão.

### 3.3 Taxa de expansão

Relação entre o volume máximo do cimento asfáltico de petróleo (CAP) no estado de espuma e o volume original do CAP.

### 3.4 Meia vida

É o tempo, em segundos, necessário para a espuma assentar até a metade do volume máximo espumado alcançado.

### 3.5 Relação de tensão

Relação entre a resistência à tração indireta úmida e a resistência à tração indireta seca, obtidas por meio de ensaio de compressão diametral dos corpos de prova Marshall, a 25 °C.

## 4 Condições gerais

a) 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.

O DNIT dispõe de um Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias.

b) Não é permitida a usinagem e execução dos serviços objeto desta norma em dias de chuva.

c) Todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deve apresentar, por parte do fornecedor/distribuidor, certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos nesta Norma, correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar de 10 dias. Deve trazer, também, indicação clara da procedência, do tipo, da quantidade e data da manufatura do produto e a distância de transporte entre o distribuidor e o canteiro de serviço.

## 5. Condições específicas

### 5.1 Insumos

#### 5.1.1 Cimento Portland

a) Deve atender aos requisitos da norma DNER-EM 036/95.

b) Todo carregamento de cimento que chegar à obra deve vir acompanhado de certificado de fabricação com informações sobre a data de fabricação, origem, a classe, a denominação normalizada, a massa líquida entregue etc.

c) Deve ser realizado um ensaio de finura, de acordo com a norma NBR 11.579:2012, a cada 8 (oito) horas de jornada de trabalho.

d) O cimento Portland pode ser substituído pela cal hidratada CH-I no projeto da mistura.

Todo carregamento de cal hidratada CH-I que chegar à obra deve vir acompanhado de documento do fabricante com informações sobre o produto, seu manuseio e estocagem e os ensaios realizados, conforme os requisitos gerais e específicos prescritos na norma NBR 7175:2003.

#### 5.1.2 Água

Deve ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, de matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais.

#### 5.1.3 Cimento asfáltico de petróleo – CAP

Os cimentos asfálticos de petróleo utilizados na produção de espuma devem ser do tipo CAP 50/70, CAP 85/100 ou CAP 150/200, de acordo com a norma DNIT 095/2006-EM.

A espuma de asfalto deve apresentar as seguintes características:

a) Expansão  $\geq 10$ ;

b) Meia vida  $\geq 8$  segundos.

#### 5.1.4 Agregados adicionais

Caso seja necessária a correção granulométrica do material fresado para enquadramento na faixa definida no projeto, ou por outra razão definida, os agregados adicionais devem atender aos requisitos a seguir:

a) Agregado graúdo – consiste em agregado pétreo ou seixo rolado, britados, e devem se constituir em fragmen-

tos são, duráveis, sem torrões de argila ou substâncias nocivas e apresentar as características seguintes:

- desgaste Los Angeles igual ou inferior a 55% (DNER-ME 035/98), admitindo-se agregados com valores maiores, no caso de desempenho satisfatório comprovado, ou quando submetidos a ensaios tecnológicos específicos;
  - índice de forma superior ou igual a 0,5 (DNER-ME 086/94);
  - durabilidade, perda inferior a 12% (DNER-ME 089/94).
- b) Agregado miúdo – constituído de pó de pedra com partículas individuais resistentes, sem torrões de argila e outras substâncias nocivas, devendo seu equivalente de areia (DNER-ME 054/97) ser igual ou superior a 40%.

#### 5.1.5 Mistura reciclada

São necessárias as seguintes verificações preliminares no material fresado, para o projeto de dosagem:

- a) Deve ser analisado, em amostras representativas, o material fresado a ser reciclado, para verificação de:
- ▶ granulometria do material;
  - ▶ teor de betume do revestimento.
- b) A composição final da mistura reciclada deverá satisfazer aos requisitos do projeto e ao estabelecido a seguir:
- ▶ apresentar o valor mínimo de 0,25 MPa, para a resistência à tração indireta seca, e de 0,15 MPa para a resistência à tração indireta saturada, a 25°C.
  - ▶ possuir composição granulométrica satisfazendo à faixa da Tabela 1.

**Tabela 1 – Composição granulométrica**

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em massa (%)	Tolerância da faixa de projeto (%)
ABNT	Abertura (mm)		
2"	50,8	100	- 7
1 ½"	38,1	88 - 100	± 7
1"	25,4	75 - 100	± 7
¾"	19,1	66 - 99	± 7
½"	12,7	55 - 87	± 7
3/8"	9,5	49 - 74	± 7
¼"	6,3	40 - 62	± 7
Nº 4	4,75	35 - 56	± 5
Nº 8	2,36	25 - 42	± 5
Nº 16	1,18	18 - 33	± 5
Nº 30	0,600	14 - 28	± 5
Nº 40	0,425	12 - 26	± 5
Nº 50	0,300	10 - 24	± 5
Nº 100	0,150	7 - 17	± 2
Nº 200	0,075	5 - 20	± 2

## 5.2 Equipamentos

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser examinado e estar de acordo com esta Norma. Os equipamentos requeridos são os relacionados nesta subseção:

### 5.2.1 Equipamentos para fresagem

- a) Máquina fresadora, com as características descritas na alínea "a", da subseção 5.1, da norma DNIT 159/2011-ES;
- b) Vassoura mecânica autopropulsionada, com caixa para recebimento do material fresado, para a limpeza da superfície fresada;
- c) Caminhão(ões) basculante(s), provido(s) de lona;
- d) Caminhão tanque, para abastecimento do reservatório de água da fresadora;
- e) Compressor de ar portátil;
- f) Rompedor pneumático, para execução de arremates.

### 5.2.2 Usina para reciclagem

A reciclagem do material deve ser realizada em equipamento apropriado para esta finalidade, do tipo "Usina a frio com sistema de espuma de asfalto".

O equipamento deve dispor de silos dotados de peneiras vibratórias e dispositivos de controle de pesagem dos materiais, inclusive no sistema de injeção de cimento ou cal. Também deve ser dotado de acessórios específicos para a dosagem da espuma, sua produção e espargimento, assim como, de acessórios específicos para injeção e dosagem para a água usada na compactação, em sistema separado do sistema de espuma.

### 5.2.3 Equipamentos para transporte de materiais

- a) Pá carregadeira, para abastecimento da usina;
- b) Caminhões basculantes, para transporte dos materiais (agregados e mistura reciclada);
- c) Caminhão tanque para ligante asfáltico, equipado com dispositivo de aquecimento.

### 5.2.4 Equipamento para espalhamento e acabamento

Motoniveladora ou vibroacabadora, para distribuição da mistura usinada e acabamento.

### 5.2.5 Equipamentos para compressão

Rolo pneumático, rolo metálico liso e rolo tipo tandem vibratório. O rolo pneumático, autopropulsionado, deve ser dotado de dispositivo que permita a calibragem de variação da pressão dos pneus de 0,25 MPa a 0,84 MPa (35 a 120 psi). O equipamento em operação deve ser suficiente para comprimir a mistura à densidade requerida, enquanto esta se encontrar em condições de trabalhabilidade.

## 5.3 Execução

A execução compreende a fresagem do pavimento asfáltico, a usinagem (mistura e homogeneização) do material fresado, com a incorporação de material virgem para correção granulométrica, *filler* (cimento Portland ou cal hidratada CH-I), água e espuma de asfalto, de acordo com o projeto de dosagem estabelecido, e o carregamento do material usinado em caminhões basculantes, transporte, espalhamento sobre a pista e compactação, em conformidade com os alinhamentos e cotas definidos no projeto de engenharia.

Caso definido no projeto de engenharia a execução de um Trecho Experimental, visando aos procedimentos a serem seguidos desde a fresagem até o acabamento, compactação e proteção da base reciclada, a realização dos serviços deverá ser assistida pelos profissionais responsáveis pela execução do projeto, da obra e a Fiscalização.

### 5.3.1 Fresagem do pavimento

O serviço de fresagem deve ser executado de acordo com o projeto e com a norma DNIT 159/2011-ES.

A fresadora deve ser configurada e operada visando à profundidade de corte estabelecida e à classificação granulométrica definida no projeto da mistura.

Constatada a necessidade de qualquer intervenção localizada durante a execução da fresagem, deve ser providenciado seu adequado tratamento, antes do espalhamento da mistura reciclada na pista. Pontos elevados isolados devem ser removidos e o material recolhido da pista.

### 5.3.2 Mistura do material

A mistura e a incorporação dos materiais devem ser feitas nas seguintes condições:

a) abastecimento com auxílio de pá carregadeira de um dos dois silos da usina com material resultante da

fresagem de pavimentos (RAP) ;

b) abastecimento com auxílio de pá carregadeira do segundo e último silo com material pétreo virgem, com a finalidade de correção da granulometria final do material usinado, para conformidade com o projeto de dosagem;

c) introdução de cimento ou cal na mistura por meio de sistema de injeção de *filler* da própria usina;

d) introdução da espuma de asfalto.

Devem ser atendidas as exigências complementares especificadas no projeto, no que se refere à qualidade da espuma, medidas pela taxa de expansão e meia vida.

### 5.3.3 Espalhamento do material na pista

O material usinado deve ser transportado para o local de espalhamento por intermédio de caminhões basculantes e despejado diretamente sobre a pista, no caso de espalhamento com auxílio de motoniveladora; ou despejado na mesa do equipamento, no caso da opção pelo espalhamento com vibroacabadora, atendendo às cotas e espessuras especificadas em projeto. Antes do espalhamento da mistura usinada deve ser procedida a limpeza e remoção da água sobre a faixa em execução.

Devem ser tomadas as devidas precauções, a fim de evitar processos de segregação da mistura usinada.

Em função da espessura projetada de material usinado, a base deve ser executada em uma ou mais camadas, para que seja capaz de realizar e atingir a compactação requerida.

### 5.3.4 Compactação e proteção da base

Os serviços devem ser executados de acordo com os procedimentos seguintes:

a) o equipamento de compactação deve ter dimensões, forma e massa adequadas, de modo a se obter a massa específica aparente máxima prevista para a mistura. A compactação deve ser iniciada pela borda mais baixa da faixa e prosseguindo até a borda mais elevada da faixa, sobrepondo-se as passadas sucessivas, de modo que a faixa em execução seja uniformemente compactada em toda a sua largura;

b) a compactação deve ser iniciada, preferencialmente, com emprego de rolo vibratório;

c) a compactação deve ser finalizada, de preferência, com o emprego de rolo pneumático que assegure a

obtenção da massa específica aparente indicada no projeto da mistura reciclada, em toda a espessura da camada compactada;

d) a espessura da camada a ser compactada na fase final deve ser a maior possível e nunca inferior a 10 cm, após a compactação;

e) durante as operações finais de compactação devem ser tomadas as medidas necessárias para que a camada superficial seja mantida na umidade ótima, ou ligeiramente acima, recorrendo-se a pequenas adições de água, se preciso for, e procedendo-se nova homogeneização com equipamento adequado;

f) após a conclusão da compactação, deve ser efetuado o acerto final da superfície, de modo a satisfazer ao projeto, pela eliminação de saliências, com o emprego da motoniveladora. Não é permitida a correção de depressões pela adição de material. A superfície da base deve ser comprimida até que se apresente lisa e isenta de partes soltas ou sulcadas;

g) a energia de compactação deve ser, no mínimo, a do ensaio Proctor Modificado, correspondente à massa específica aparente seca máxima;

h) a proteção da base deve ser efetuada com material asfáltico, observada a norma DNIT 145/2012-ES;

i) a pintura de proteção só pode ser considerada como pintura de ligação (*tack-coat*) se, por ocasião da aplicação do revestimento asfáltico, se encontrar em condições de cumprir os requisitos necessários e livre de pó ou material estranho;

l) a base reciclada só pode ser aberta ao tráfego após a conclusão da compactação e de acordo com o estabelecido no projeto.

## 6. Condicionantes ambientais

### 6.1 Condicionantes ambientais gerais

Devem ser devidamente observados a legislação ambiental vigente e os procedimentos prescritos no instrumental técnico normativo pertinente do DNIT, especialmente a Norma DNIT 070/2006 – PRO, e cumprido o estabelecido na documentação vinculada à execução do empreendimento, constituída pelo projeto de engenharia, estudos ambientais e o licenciamento ambiental.

### 6.2 Condicionantes ambientais específicos

Devem ser obedecidos os procedimentos a seguir:

a) A executante deve encaminhar à Fiscalização do DNIT cópia da licença para a operação da pedreira estabelecida no projeto e planejar sua exploração, visando à minimização dos impactos ambientais. Terminada a operação da pedreira, deve ser realizada a reabilitação da área, de modo a não gerar nenhum passivo ambiental.

b) Evitar o tráfego de equipamentos fora do corpo estradal.

c) Controlar a emissão de poeira, ruído e vibração, principalmente em área urbana.

d) As operações na instalação de britagem e de manuseio e transporte de materiais, assim como suas estocagens nas áreas aprovadas, devem ser efetuadas em condições adequadas e de forma a não intervir com o processo natural de escoamento de águas superficiais e com os dispositivos instalados de drenagem.

e) Devem ser observadas as prescrições da Resolução CONAMA 307, de 05/7/2002, especialmente o disposto em seu artigo 10, inciso I.

## 7 Inspeções

### 7.1 Controle dos insumos

Todos os materiais a serem aplicados na obra devem ser examinados em laboratório obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT e satisfazer às normas vigentes.

#### 7.1.1 Material resultante da fresagem

No material resultante da fresagem deve ser realizado o ensaio de granulometria, para dosagem do material pétreo virgem a ser misturado e o correto enquadramento na faixa granulométrica especificada no projeto da mistura.

#### 7.1.2 Cimento Portland

Deve ser realizado um ensaio do índice de finura (NBR 11.579:2012) a cada 8 horas de jornada de trabalho.

No caso de utilização de cal hidratada CH-I, havendo suspeita de alteração do produto deve ser retirada amostra de acordo com a norma NBR 6471:1998 e realizados os ensaios exigidos na norma NBR 7175:2003.

#### 7.1.3 Agregados adicionais

a) Para os agregados graúdos devem ser realizados os seguintes ensaios:

- um ensaio de "Abrasão Los Angeles" (DNER-ME 035/98) antes do início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;

- um ensaio de índice de forma (DNER-ME 086/94) antes do início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material; e

- um ensaio de durabilidade (DNER-ME 089/94) antes do início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material.

b) Para o agregado miúdo deve ser realizado o seguinte ensaio:

- uma determinação do equivalente de areia (DNER-ME 054/97) em cada dia de trabalho.

#### 7.1.4 Cimento asfáltico de petróleo - CAP

Para todo carregamento que chegar à obra devem ser realizados os ensaios a seguir:

- Um ensaio de penetração a 25 °C (DNIT 155/2010-ME);

- Um ensaio de viscosidade Saybolt Furol (NBR 14950:2003) ou Brookfield a 135 °C (NBR 14756:2001).

#### 7.1.5 Água

Deve ser examinada sempre que houver dúvida sobre sua qualidade.

## 7.2 Controle da Execução

### 7.2.1 Controle da mistura na usina e no campo

A usina deve estar calibrada após sua instalação e os silos devem ser monitorados durante a operação, para que não falte algum dos materiais na mistura. Os controles da mistura devem ser realizados, como a seguir:

a) ensaio de compactação para determinação da massa específica aparente seca máxima, com a energia do ensaio Proctor Modificado (DNIT 164/2013-ME);

b) determinação do teor de umidade, depois da adição de água e homogeneização da mistura;

c) ensaios de granulometria (DNER-ME 083/98) e teor de betume (DNIT 158/2011-ME), para verificação das características do material reciclado;

d) moldagem, em laboratório, de no mínimo seis corpos de prova Marshall (75 golpes/face), para determinação

da resistência à tração indireta por compressão diametral seca e saturada, em conformidade com a norma DNIT 136/2010-ME, após 72 horas de cura em estufa a 40°C;

e) moldagem de, no mínimo, dois corpos de prova Marshall para cada traço de mistura, para determinação da massa específica aparente, em conformidade com a norma DNER-ME 117/1994, após 72 horas de cura em estufa a 40°C;

f) determinação da densidade "in situ" após compactação na pista, em conformidade com a norma DNER – ME 092/94;

### 7.2.2 Controle da espuma de asfalto

Devem ser realizados os ensaios da taxa de expansão e meia vida do espuma de asfalto a cada 500 m de faixa de tráfego ou a cada 8 horas de jornada de trabalho.

### 7.2.3 Compactação

a) Os ensaios de densidade "in situ" para verificação do grau de compactação pelo método DNER-ME 092/94 (determinação da massa específica aparente "in situ", com emprego do frasco de areia) devem ser realizados a cada 250 metros de extensão de faixa de tráfego, ou por jornada de 8 horas de trabalho.

b) O grau de compactação deve ser de no mínimo 100% em relação à maior massa específica aparente seca obtida, decorrente dos procedimentos de compactação pelo padrão Proctor Modificado e compactação Marshall (75 golpes/face).

NOTA: Em caráter complementar, pode ser realizado o controle defletoométrico, para garantia da qualidade na execução do serviço. Procede-se à determinação de deflexões sobre a superfície acabada segundo o método DNER-ME 024/94, com o auxílio de viga Benkelman, ou FWD (*Falling Weight Deflectometer*) segundo a Norma DNER-PRO 273/96. Executa-se pelo menos uma medida da deflexão máxima a cada 20 metros, alternando-se, aleatoriamente, entre as bordas (direita e esquerda) e o centro da pista.

A deflexão obtida sobre cada camada deve ser inferior ao valor considerado no dimensionamento do pavimento constante do projeto. Os segmentos que apresentarem valores superiores aos

considerados no projeto devem ser pesquisados individualmente, para se tentar definir a causa do aumento nos valores da deformabilidade elástica. Caso o aumento tenha sido causado por falha executiva, ou uso de material inadequado, ou presença de material com excesso de umidade, o serviço deve ser refeito e corrigido o problema, antes da execução da camada seguinte.

### 7.3 Controle geométrico da base reciclada

Após a execução da base reciclada, proceder à relocação e ao nivelamento, permitindo-se as tolerâncias seguintes:

- Até 10 cm em excesso, quanto à largura da plataforma;
- até 20 % em excesso para flecha de abaulamento, ou até 0,5% em excesso para a declividade transversal de caimento simples, não se tolerando falta nos dois casos;
- ± 10%, quanto à espessura do projeto;

### 7.4 Controle da qualidade

#### 7.4.1 Plano de amostragem

O número e a frequência de determinações correspondentes a diversos ensaios e verificações para o controle da execução e do produto (base reciclada concluída) devem ser estabelecidos segundo um Plano de Amostragem elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97 e previamente aprovado pela Fiscalização do DNIT.

#### 7.4.2 Condições de conformidade e não conformidade

Os resultados dos ensaios de caracterização dos materiais e de recebimento do cimento devem estar de acordo com esta Norma e com o projeto.

Os ensaios de controle e determinações realizados de acordo com o Plano de Amostragem citado na subseção 7.4.1 devem cumprir as Condições Específicas estabelecidas na seção 5 desta Norma e observados os critérios e disposições seguintes:

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

► Condições de conformidade:

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

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

► 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).

b) Os resultados do controle estatístico devem ser registrados em relatórios periódicos, na frequência previamente definida, de acordo com a Norma DNIT 011/2004-PRO, a qual prescreve que o executante da obra deve estabelecer e manter procedimentos documentados para implementar as ações corretivas e preventivas na execução da obra, com o objetivo de detectar e eliminar as causas das não conformidades.

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

Qualquer serviço corrigido só deve ser aceito se as correções efetuadas 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, ou na falta desses critérios em conformidade com as disposições a seguir:

a) O serviço deve ser medido pelo volume da camada reciclada efetivamente executada na pista, em metros cúbicos, de acordo com os alinhamentos e cotas de projeto, admitidas as tolerâncias estabelecidas nesta Norma.

b) Não devem ser motivo de medição em separado o fornecimento e aplicação de materiais, transporte, mão de obra, encargos sociais incidentes, custos com a utilização de equipamentos, despesas fiscais e eventuais necessárias à execução e ao controle da qualidade da obra, devendo os mesmos estar incluídos na composição do preço unitário do serviço.

c) Volumes superiores aos indicados no projeto para os segmentos só devem ser medidos se previamente justificados pela Fiscalização do DNIT e após a competente aprovação e autorização.

\_\_\_\_\_/Anexo A

**Anexo A (informativo) - Bibliografia**

WIRTGEN. *Tecnologia de reciclagem a frio*. Windhagen, 2012. 365p. Disponível em: <[http://media.wirtgen-group.com/media/02\\_wirtgen/infomaterial\\_1/kaltrecycler/kaltrecycling\\_technologie/kaltrecycling\\_handbuch/Cold\\_recycling\\_Manual\\_PT.pdf](http://media.wirtgen-group.com/media/02_wirtgen/infomaterial_1/kaltrecycler/kaltrecycling_technologie/kaltrecycling_handbuch/Cold_recycling_Manual_PT.pdf)>. Acesso em: 24 out. 2014.

\_\_\_\_\_ / Índice geral

## Índice geral

Abstract		1			
Agregados adicionais	5.1.4, 7.1.3	3, 6	Equipamentos para compressão	5.2.5	5
Água	5.1.2, 7.1.5	3, 7	Equipamentos para fresagem	5.2.1	4
Anexo A – Bibliografia		10	Equipamentos para transporte de		
Base reciclada em usina	3.1	2	materiais	5.2.3	4
Cimento asfáltico de petróleo – CAP	5.1.3, 7.1.4	3, 7	Espalhamento do material na pista	5.3.3	5
Cimento Portland	5.1.1, 7.1.2	3, 6	Espuma de asfalto	3.2	3
Compactação	7.2.3	7	Execução	5.3	5
Compactação e proteção da base	5.3.4	5	Fresagem do pavimento	5.3.1	5
Condicionantes ambientais	6	6	Índice geral		11
Condicionantes ambientais específicos	6.2	6	Inspeções	7	6
Condicionantes ambientais gerais	6.1	6	Insumos	5.1	3
Condições de conformidade e não			Material resultante da fresagem	7.1.1	6
conformidade	7.4.2	8	Meia vida	3.4	3
Condições específicas	5	3	Mistura do material	5.3.2	5
Condições gerais	4	3	Mistura reciclada	5.1.5	4
Controle da espuma de asfalto	7.2.2	7	Plano de amostragem	7.4.1	8
Controle da execução	7.2	7	Prefácio		1
Controle da mistura na usina e no campo	7.2.1	7	Objetivo	1	1
Controle da qualidade	7.4	8	Referências normativas	2	2
Controle dos insumos	7.1	6	Relação de tensão	3.5	3
Controle geométrico da base reciclada	7.3	8	Resumo		1
Critérios de medição	8	9	Sumário		1
Definições	3	2	Tabela 1 – Composição granulométrica		4
Equipamentos	5.2	4	Taxa de expansão	3.3	3
Equipamento para espalhamento e			Usina para reciclagem	5.2.2	4
acabamento	5.2.4	4			