

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

DEPARTAMENTO NACIONAL DE
INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

INSTITUTO DE PESQUISAS
RODOVIÁRIAS

Rodovia Presidente Dutra, km 163
Centro Rodoviário – Vigário Geral
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-000
Tel/fax: (21) 3545-4600

/2009

NORMA DNIT _____ - ES

Pavimentos flexíveis – Lama asfáltica – Especificação de serviço

Autor: Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR

Processo: 50607.000138/2009-02

Origem: Revisão da Norma DNER - ES 314/97.

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

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

Palavras-chave:
Pavimentação, Lama

**Nº total de
páginas**
9

Resumo

Este documento define a sistemática empregada na fabricação e aplicação de lama asfáltica para selagem, impermeabilização e rejuvenescimento (conservação de pavimentos).

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

Abstract

This document presents procedures for slurry seal execution.

It includes the requirements concerning materials, the equipment, the execution, includes also a sampling plan, and essays, environmental management, quality control, and the conditions for conformity and non-conformity and the criteria for the measurement of the performed jobs.

Sumário

Prefácio	1
1 Objetivo	1
2 Referências normativas	1

3 Definição	3
4 Condições gerais	3
5 Condições específicas	3
6 Manejo ambiental.....	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, para servir como documento base, visando estabelecer a sistemática empregada para os serviços de execução e controle da qualidade de lama asfáltica. Está formatada de acordo com a Norma DNIT 001/2009 – PRO, cancela e substitui a Norma DNER-ES 314/97.

1 Objetivo

Esta Norma tem por objetivo estabelecer a sistemática a ser empregada na confecção e aplicação de lama asfáltica, visando selar, impermeabilizar ou rejuvenescer revestimentos betuminosos (serviços de conservação de pavimentos).

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) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6568:2005: Emulsões asfálticas - Determinação do resíduo de destilação Rio de Janeiro, 2005.
- b) _____. NBR 6300:2001: emulsões asfálticas – determinação da resistência à água (adesividade). Rio de Janeiro, 2001.
- c) AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM-D 2172-05: misturas betuminosas – extração de betume. ASTM, 2005.
- d) BRITISH STANDARD. Método HD 15/87 e HD 36/87: determinação do VRD – resistência à derrapagem pelo pêndulo britânico. British Standard, 1987.
- e) BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. DNER-EM 365/97: emulsão asfáltica para lama asfáltica. Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- f) _____. DNER-ME 002/98: emulsões asfálticas – carga da partícula. Rio de Janeiro: IPR, 1998.
- g) _____. DNER-ME 004/94: materiais betuminosos – determinação da viscosidade “saybolt-furol” a alta temperatura. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- h) _____. DNER-ME 005/94: emulsão asfáltica – determinação da peneiração. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- i) _____. DNER-ME 006/00: emulsões asfálticas – determinação da sedimentação. Rio de Janeiro: IPR, 2000.
- j) _____. DNER-ME 035/98: agregados – determinação da “abrasão los angeles”. Rio de Janeiro: IPR, 1998.
- k) _____. DNER-ME 054/97: areia – equivalente de areia. Rio de Janeiro: IPR/1997.
- l) _____. DNER-ME 059/94: emulsões asfálticas – determinação da resistência à água (adesividade). Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- m) _____. DNER-ME 063/94: emulsões asfálticas catiônicas – determinação da desemulsibilidade. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- n) _____. DNER-ME 083/98: agregados – análise granulométrica. Rio de Janeiro: IPR, 1998.
- o) _____. DNER-ME 089/94: agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- p) _____. DNER-PRO 277/97: metodologia para controle estatístico de obras e serviços. Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- q) BRASIL. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. DNIT 001/2009 – PRO: elaboração e apresentação de normas do DNIT: procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2009.
- r) _____. DNIT 011/2004-PRO: gestão de qualidade em obras rodoviárias: procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2004.
- s) _____. DNIT 013/2004-PRO: requisitos para a qualidade em obras rodoviárias: procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2004.
- t) _____. DNIT 070/2006-PRO: condicionantes ambientais das áreas de uso de obras: procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2006.
- u) INTERNATIONAL SLURRY SURFACING ASSOCIATION. ISSA-A 105/2005: lama asfáltica (slurry seal). Washington D.C. ISSA-A, 2005.
- v) _____. ISSA-TB Nº 100/90: wet track abrasion test. Washington D.C. WTAT, 1990.

- w) _____. ISSA-TB N° 109/90: loaded wheel tester. Washington D.C LWT, 1990.
- x) _____. ISSA-TB N° 114/90: wet stripping test. Washington D.C WST, 1990.

3 Definição

Para os efeitos desta Norma, é adotada a definição seguinte:

Lama asfáltica consiste na associação de agregado mineral, material de enchimento (filer), emulsão asfáltica e água, com consistência fluida, uniformemente espalhada sobre uma superfície previamente preparada.

4 Condições gerais

- 4.1 A lama asfáltica pode ser empregada como camada de selagem, impermeabilização e rejuvenescimento de pavimentos.
- 4.2 Não permitir a execução dos serviços, objeto desta Especificação, em dias de chuva ou quando a superfície de aplicação apresentar qualquer sinal de excesso de umidade.
- 4.3 Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra deve apresentar, por parte do fabricante/distribuidor certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos nesta Especificação, 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 de sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de obra.
- 4.4 É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los.

5 Condições específicas

Os constituintes da lama asfáltica que são emulsão asfáltica, agregado miúdo, material de enchimento (filer) e água, devem satisfazer ao prescrito item 2 – e nas demais Especificações aprovadas pelo DNIT, conforme a seguir.

5.1 Material

5.1.1 Ligante betuminoso

Podem ser empregadas emulsões asfálticas aniônicas de ruptura lenta, tipos LA-1 e LA-2, emulsões asfálticas catiônicas de ruptura lenta, tipos LA-1C, LA-2C e RL-1C e emulsão asfáltica especial LA-E, além do asfalto modificados emulsionados, quando indicados no projeto.

5.1.2 Aditivos

Podem ser empregados aditivos para acelerar ou retardar a ruptura da emulsão na lama asfáltica.

5.1.3 Água

Deverá ser limpa, isenta de matéria orgânica, óleos e outras substâncias prejudiciais a ruptura da emulsão asfáltica. Será empregada na quantidade necessária a promover a consistência adequada.

5.1.4 Agregado

- a) Serão constituídos de areia, agregado miúdo, pó-de-pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais deverão ser resistentes e apresentar moderada angulosidade, livre de torrões de argila e de substâncias nocivas, com as características seguintes:

- O material que deu origem ao agregado miúdo e pó de pedra deve apresentar desgaste “Los Angeles” igual ou inferior a 40% (DNER-ME 035/98). Entretanto, poderão ser admitidos valores de desgastes maiores no caso de terem apresentado desempenho satisfatório em utilização anterior;
- Durabilidade, perda inferior a 12% (DNER-ME 089/94);
- Equivalência de areia igual ou superior a 55% (DNER-ME 054/97);
- Resistência à água - adesividade superior a 90% (DNER-ME 059/94) e ABNT NBR-6300:2001 (MB-721).

- b) Material de enchimento (filer)

Deve ser constituído por materiais finamente divididos, tais como: cimento Portland, cal extinta, pós calcários, etc, e que atendam a granulometria seguinte:

Peneira	Porcentagem em peso, passando
N° 40	100
N° 80	95-100
N° 200	65-100

Quando aplicado deverá estar seco e isento de grumos.

5.1.5 Composição da mistura

a) A dosagem adequada da lama asfáltica será realizada com base nos ensaios recomendados pela ISSA - International Slurry Surfacing Association:

- ISSA-TB 100/90 - Wet Track Abrasion - perda máxima para 1 hora - 800g/m²
- ISSA-TB 109/90 - Loaded Wheel Tester e Sand Adhesion máximo - 538g/m²
- ISSA-TB 114/90 - Wet Stripping Test, mínimo - 90%

b) Um ajuste de dosagem dos componentes da lama asfáltica deverá ser feito nas condições de campo, antes do início do serviço.

c) A composição granulométrica da mistura de agregados deve satisfazer os requisitos do quadro

Peneiras ASTM mm	Faixa I	Faixa II	Faixa III	Faixa IV	Tolerâncias da Faixa de Projeto
3/8" (9,5)	-	-	100	100	-
N°4 (4,8)	100	100	90-100	70-90	± 5%
N°8 (2,4)	80-100	90-100	65-90	45-70	± 5%
N°16 (1,21)	-	65-90	45-70	28-50	± 5%
N°30 (0,6)	30-60	40-65	30-50	19-34	± 5%
N°50 (0,33)	20-45	25-42	18-30	12-25	± 4%
N°100 (0,15)	10-25	15-30	10-21	7-18	± 3%
N°200 (0,074)	5-15	10-20	5-15	5-15	± 2%
Mistura seca, kg/m ²	4-6	2-5	5-8	8-13	-
Espessura, mm	3-4	2-3	4-6	6-9	-
% em relação ao peso da mistura seca					
Água	10-20	10-20	10-15	10-15	-
Ligante residual	8-13	10-16	7, 5-13, 5	6, 5-12	-

seguinte, com as respectivas tolerâncias quando ensaiadas pelo Método DNER-ME 083/98.

d) Quando a camada de lama asfáltica for empregada como camada final de rolamento, a curva granulométrica deverá ser escolhida em função das condições de segurança do item 7.3.3 e item 5.1.7.

5.2 Equipamento

5.2.1 Equipamento de limpeza

Para limpeza da superfície utilizam-se vassouras mecânicas, jatos de ar comprimido, e outros.

5.2.2 Equipamento de mistura e de espalhamento

A lama asfáltica deve ser executada em equipamento apropriado, que apresente as seguintes características mínimas:

- Silo para agregado miúdo;
- Depósitos separados, para água e emulsão asfáltica;
- Depósito para material de enchimento (filer), com alimentador automático;
- Sistema de circulação e alimentação do ligante betuminoso, acoplado com o sistema de alimentação do agregado miúdo, de modo a assegurar perfeito controle de traço;
- Sistema misturador capaz de processar uma mistura uniforme e de despejar a massa diretamente sobre a pista, em operação contínua, sem processo de segregação;
- Chassi - todo o conjunto descrito nos itens anteriores é montado sobre um chassi móvel autopropulsado, ou atrelado a um cavalo mecânico, ou trator de pneus;
- Caixa distribuidora - esta peça se apóia diretamente sobre o pavimento e é atrelada ao chassi. Deverá ser montada sobre borracha, ter largura regulável para 3,50 m (meia pista) e ser suficientemente pesada para garantir uniformidade de distribuição e bom acabamento.

Em casos especiais de obras de pequeno vulto, a mistura poderá ser executada, na pista, manualmente. No processo manual a mistura será realizada em

betoneiras, derramada diretamente sobre a pista e espalhada uniformemente por operários munidos de rodos e vassourões apropriados. Falho e moroso é adotado apenas em obras de pequeno vulto.

5.3 Execução

5.3.1 Espalhamento da lama asfáltica

A lama asfáltica deve ser espalhada com velocidade uniforme, a mais reduzida possível. Em condições normais, a operação se processa com bastante simplicidade. A maior preocupação será a de observar a consistência da massa, abrindo ou fechando a alimentação d'água, de modo a obter uma consistência uniforme e manter a caixa distribuidora uniformemente carregada de massa.

5.3.2 Correção de falhas

As possíveis falhas de execução, tais como escassez ou excesso de massa, irregularidade na emenda de faixas, etc., deverão ser corrigidas imediatamente após a execução. A escassez é corrigida com adição de massa, e os excessos com a retirada por meio de rodos de madeira ou de borracha. Após estas correções, a superfície áspera deixada será alisada com a passagem suave de qualquer tecido espesso, umedecido com a própria massa, ou emulsão. Os sacos de aniagem são muito adequados para o acabamento final destas correções.

5.3.3 Compactação pelo tráfego

Duas a três horas após o espalhamento da lama asfáltica, com emulsão catiônicas, a superfície tratada deverá ser liberada ao tráfego. Com emulsões aniônicas, esse prazo poderá ser bastante prolongado, dependendo das condições de ruptura da emulsão. É importante que a faixa trabalhada seja reaberta ao tráfego após a lama asfáltica ter adquirido consistência suficiente para resistir ao tráfego sem desagregar. Em segmentos sem tráfego, recomenda-se o emprego de rolos pneumáticos para melhorar a coesão da lama asfáltica.

6 Manejo Ambiental

Objetivando a preservação ambiental, deverão ser devidamente observadas e adotadas as soluções e os respectivos procedimentos específicos atinentes ao tema ambiental definidos, e/ou instituídos, no

instrumental técnico-normativo pertinente vigente no DNIT, especialmente a Norma DNIT 070/2006-PRO, e na documentação técnica vinculada à execução das obras, documentação esta que compreende o Projeto de Engenharia – PE, o Plano Básico Ambiental – PBA e os Programas Ambientais.

7 Inspeções

7.1 Controle dos insumos

Os materiais utilizados na execução da lama asfáltica devem ser rotineiramente examinados, mediante a execução dos seguintes procedimentos:

7.1.1 Ligante Betuminoso

O ligante betuminoso deverá ser examinado em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT e satisfazer as especificações em vigor. Para todo carregamento que chegar à obra deverão ser executados os seguintes ensaios:

- 01 ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” a 25°C, (DNER-ME 004/94);
- 01 ensaio de resíduo por evaporação, (ABNT NBR-6568:2005);
- 01 ensaio de peneiramento, (DNER-ME 005/94);
- 01 ensaio de carga de partícula, (DNER-ME 002/98).

Deverá ser executado ensaio de sedimentação para emulsões, para cada 100 t (DNER-ME 006/00).

7.1.2 Agregados

O controle de qualidade dos agregados por jornada de trabalho constará do seguinte:

- a) 02 ensaios de granulometria de cada agregado, (DNER-ME 083/98);
- b) 01 ensaio de adesividade, (DNER-ME 059) e ABNT NBR 6300/2001;
- c) 01 ensaio de equivalente de areia (DNER-ME 054/97).

7.2 Controle da produção

7.2.1 Verificação do equipamento

Cada equipamento empregado na aplicação de lama asfáltica deve ser calibrado no início dos serviços, através da execução de segmentos experimentais.

As verificações a serem efetuadas são as seguintes:

- a) consistência da mistura espalhada;
- b) atendimento do projeto da mistura, conforme os itens seguintes, 7.2.2 e 7.2.3;
- c) quantidade e velocidades de aplicação, para proporcionar o acabamento desejado.

Se ao final destas três verificações em segmentos experimentais, os resultados esperados não forem alcançados, deve ser revisto todo o processo de calibração do equipamento.

7.2.2 Controle de quantidade do ligante betuminoso

A quantidade de ligante betuminoso deverá ser determinada através da retirada de amostras aleatórias, em cada segmento de aplicação, fazendo-se a extração de betume com o aparelho Soxhlet (ASTM-D 2172-05). A porcentagem de ligante poderá variar, no máximo, $\pm 0,30\%$ da fixada no projeto.

7.2.3 Controle da graduação da mistura de agregados

O controle da graduação da mistura de agregados é feito através da análise granulométrica da mistura de agregados provenientes do ensaio de extração do item anterior. As tolerâncias são dadas no traço fixado no projeto.

7.2.4 Frequência das determinações

O número mínimo de determinações por segmento (área inferior a 3.000 m²) é de cinco.

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

7.3 Verificação do produto

Os resultados de todos os ensaios deverão atender às especificações, de acordo com a seção 5.1, e às especificações de materiais aplicáveis.

A verificação final da qualidade do lama asfáltica (Produto) deve ser exercida através das seguintes determinações, executadas de acordo com o Plano de Amostragem Variável (vide item 7.4):

7.3.1 Acabamento da superfície

A superfície acabada é verificada visualmente, devendo se apresentar desempenada e com o mesmo aspecto e textura do obtido nos segmentos experimentais.

7.3.2 Alinhamentos

A verificação dos alinhamentos do eixo e bordos, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita a trena. Os desvios verificados não deverão exceder ± 5 cm.

7.3.3 Condições de segurança

O revestimento acabado deverá apresentar VRD, Valor de Resistência à Derrapagem, superior a 55, medido com auxílio do Pêndulo Britânico SRT (Método HD 15/87 e HD 36/87 British Standard), ou outros similares.

O projeto da mistura deverá ser verificado através de trecho experimental com extensão da ordem de 100 m.

Poderá, também, ser empregado outro processo para avaliação da resistência à derrapagem, quando indicado no projeto. Os ensaios de controle da execução serão realizados para cada 200 m de pista, em locais escolhidos de maneira aleatória.

7.4 Plano de amostragem – Controle tecnológico

O número e a frequência de determinações da taxa de aplicação do ligante e da graduação da mistura de agregados serão estabelecidos segundo um Plano de Amostragem aprovado pela Fiscalização, elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97.

7.5 Condições de conformidade e não conformidade

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

Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos, devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto} \Rightarrow$ Não Conformidade;

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto} \Rightarrow$ Conformidade;

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.

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

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

Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

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

8 Critérios de medição

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

- a) a lama asfáltica será medida em metros quadrados, considerando a área efetivamente executada. Não serão motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais (exceto ligante betuminoso), transporte do ligante dos tanques de estocagem até a pista, armazenamento e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;
- b) a quantidade de ligante betuminoso aplicada é obtida pela média aritmética dos valores medidos na pista, em toneladas;
- c) não serão considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
- d) o transporte do ligante betuminoso efetivamente aplicado será medido com base na distância entre o fornecedor e o canteiro de serviço;
- e) nenhuma medição será processada se a ela não estiver anexado um relatório de controle da qualidade, contendo os resultados dos ensaios e determinações devidamente interpretados, caracterizando a qualidade do serviço executado.

_____/Anexo A

Anexo A (Informativo)**Bibliografia**

- a) BRASIL. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes: *Manual de pavimentação*. 3. ed. Rio de Janeiro: IPR, 2006. (IPR Publ. 719)
- b) LCPG: método RG-2-1771 – determinação da rugosidade superficial pela altura da areia. Washington D.C: LCPG, 1997.
- c) BRITISH STANDART: *métodos HD 15/87 e HD 36/87* – determinação da VDR – resistência à derrapagem pelo pêndulo britânico. BRITISH STANDART, 1987.

_____ /Índice geral

REVISÃO DE NORMA

Índice geral

Abstract	1	Definição	3	3
Acabamento da superfície 7.3.1	6	Equipamento	5.2	4
Aditivos 5.1.2	3	Equipamento de limpeza 5.2.1		4
Agregado 5.1.4	3	Equipamento de mistura e		
Agregados 7.1.2	6	de espalhamento 5.2.2		4
Água 5.1.3	3	Espalhamento da lama asfáltica 5.3.1		5
Alinhamentos 7.3.2	6	Execução 5.3		5
Anexo A (Informativo) Bibliografia	8	Frequência das determinações 7.2.4		6
Compactação pelo tráfego 5.3.3	5	Índice geral		9
Composição da mistura 5.1.5	3	Inspeções 7		5
Condições de conformidade		Ligante Betuminoso 5.1.1, 7.1.1		3, 5
e não conformidade 7.5	7	Manejo Ambiental 6		5
Condições de segurança 7.3.3	6	Material 5.1		3
Condições específicas 5	3	Objetivo 1		1
Condições gerais 4	3	Plano de amostragem		
Controle da graduação da		Controle tecnológico 7.4		7
mistura de agregados 7.2.3	6	Prefácio		1
Controle da produção 7.2	5	Referências normativas 2		1
Controle de quantidade do		Resumo		1
ligante betuminoso 7.2.2	5	Sumário		1
Controle dos insumos 7.1	5	Verificação do Equipamento 7.2.1		6
Correção de falhas 5.3.2	5	Verificação do produto 7.3		6
Critérios de Medição 8	7			