



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-  
ESTRUTURA DE TRANSPORTES  
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E  
PESQUISA

INSTITUTO DE PESQUISAS  
RODOVIÁRIAS

Rodovia Presidente Dutra, km 163  
Centro Rodoviário – Vigário Geral  
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-330  
Tel/fax: (0xx21) 3371-5888

## NORMA DNIT 032/2005 - ES

# Pavimentos flexíveis – Areia-Asfalto a quente – Especificação de serviço

**Autor:** Diretoria de Planejamento e Pesquisa

**Processo:** 50.607.014.423/2004-98

**Origem:** Revisão da norma DNER-ES 312/97

**Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na reunião de:** 11 / 05 / 2005

*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:**  
Asfalto, Areia-Asfalto, mistura, especificação

**Nº total de  
páginas**  
12

### Resumo

Este documento define a sistemática a ser empregada na execução de camada do pavimento por meio da confecção de mistura a quente em usina apropriada utilizando cimento asfáltico, areia e material de enchimento (filer). Estabelece os requisitos concernentes a materiais, equipamentos, execução e controle da qualidade dos materiais empregados, além dos critérios para aceitação e rejeição e medição dos serviços.

### Abstract

This document provides the method of executing the pavement layer, making use of bituminous hot mix from appropriate plant including binder, sand and filer. It also defines the requirements concerning materials, equipments, execution and quality control of the materials in use, as well as the criteria acceptance and rejection and measurement of the services.

### Sumário

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

6 Manejo ambiental.....	6
7 Inspeção.....	8
8 Critérios de medição.....	11
Índice Geral.....	12

### Prefácio

A presente Norma foi preparada pela Diretoria de Planejamento e Pesquisa, objetivando estabelecer as condições exigíveis para a execução de camada de pavimento com mistura a quente em usina apropriada utilizando ligante asfáltico, areia e filer. Está formatada de acordo com a norma DNIT 001/2002-PRO e cancela e substitui a norma DNER-ES 312/97.

### 1 Objetivo

Estabelecer a sistemática a ser empregada na fabricação de misturas asfálticas do tipo Areia-Asfalto a quente para a construção de camadas do pavimento de acordo com os alinhamentos, greide e seção transversal de projeto.

### 2 Referências normativas

Os documentos relacionados neste item serviram de base à elaboração desta Norma e contêm disposições que, ao serem citadas no texto, se tornam parte integrante desta Norma. As edições apresentadas são as que estavam em vigor na data desta publicação,

recomendando-se que sempre sejam consideradas as edições mais recentes, se houver.

- a) AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. T 283-89: resistance of compacted bituminous mixture to moisture induced damage. In: \_\_\_\_\_. *Standard specifications for transportation materials and methods of sampling and testing*. Washington, D.C., 1986. v.2
- b) AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D 1754: effect of heat and air on asphaltic materials ( Thin-Film Oven Test ): test. In: \_\_\_\_\_. *1978 annual book of ASTM standards*. Philadelphia, Pa., 1978.
- c) \_\_\_\_\_. ASTM D 2872: effect of heat and air on a moving film of asphalt ( Rolling Thin-Film Oven Test ): test. In: \_\_\_\_\_. *1978 annual book of ASTM standards*. Philadelphia, Pa., 1978.
- d) \_\_\_\_\_. ASTM E 303: pavement surface frictional properties using the British Portable Tester – Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester: test for measuring. In: \_\_\_\_\_. *1978 annual book of ASTM standards*. Philadelphia, Pa., 1978.
- e) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5847*: materiais asfálticos - determinação da viscosidade absoluta. Rio de Janeiro, 2001.
- f) \_\_\_\_\_. *NBR 6560*: materiais asfálticos – determinação do ponto do amolecimento – método do anel e bola. Rio de Janeiro, 2000.
- g) ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION. *AFNOR NF P-98-216* -: determination de la macrotexture - partie 1: determination de hauteur au sable. Paris, 1999.
- h) DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER-ISA 07: impactos da fase de obras rodoviárias – causas/ mitigação/ eliminação. In: \_\_\_\_\_. *Corpo normativo ambiental para empreendimentos rodoviários*. Rio de Janeiro, 1996.
- i) \_\_\_\_\_. *DNER-EM 204/95*: cimentos asfálticos de petróleo: especificação de material. Rio de Janeiro: IPR, 1995.
- j) \_\_\_\_\_. *DNER-EM 367/97*: material de enchimento para misturas asfálticas: especificação de material. Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- k) \_\_\_\_\_. *DNER-ME 003/99*: material asfáltico – determinação da penetração: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1999.
- l) \_\_\_\_\_. *DNER-ME 004/94*: material asfáltico – determinação da viscosidade “Saybolt-Furol” a alta temperatura: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- m) \_\_\_\_\_. *DNER-ME 043/95*: misturas asfálticas a quente – ensaio Marshall: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1995.
- n) \_\_\_\_\_. *DNER-ME 053/94*: misturas asfálticas – percentagem de betume: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- o) \_\_\_\_\_. *DNER-ME 054/97*: equivalente de areia: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- p) \_\_\_\_\_. *DNER-ME 079/94*: agregado - adesividade a ligante asfáltico: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- q) \_\_\_\_\_. *DNER-ME 083/98*: agregados – análise granulométrica: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1998.
- r) \_\_\_\_\_. *DNER-ME 089/94*: agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.

- s) \_\_\_\_\_. *DNER-ME 138/94*: misturas asfálticas – determinação da resistência à tração por compressão diametral: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- t) \_\_\_\_\_. *DNER-ME 148/94*: material asfáltico – determinação dos pontos de fulgor e combustão ( vaso aberto Cleveland ): método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- u) \_\_\_\_\_. *DNER-PRO 164/94* – Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidade de superfície do pavimento (Sistemas Integradores IPR/USP e Maysmeter);
- v) \_\_\_\_\_. *DNER-PRO 182/94*: medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores IPR/USP e Maysmeter: procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- w) \_\_\_\_\_. *DNER-PRO 277/97*: metodologia para controle estatístico de obras e serviços: procedimento: Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- x) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. *DNIT 011/2004-PRO*: gestão da qualidade em obras rodoviárias: procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2004.

### 3 Definição

Areia-Asfalto a quente é a mistura executada a quente em usina apropriada, com características específicas, composta de areia (agregado miúdo), material de enchimento (filer) se necessário, e cimento asfáltico espalhado e compactado a quente.

### 4 Condições gerais

A Areia-Asfalto a quente pode ser empregada como revestimento, base, regularização ou reforço do pavimento.

Não será permitida a execução dos serviços, objeto desta Norma, em dias de chuva.

A Areia-Asfalto a quente somente deverá ser fabricada, transportada e aplicada quando a temperatura ambiente for superior a 10°C.

Todo o carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deverá apresentar certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos pela especificação, correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento e transporte para o canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar de 10 dias. Deverá trazer também indicação clara da sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de obra.

## 5 Condições específicas

### 5.1 Material

Os materiais constituintes são os agregados miúdos, material de enchimento (filer) e cimento asfáltico, os quais devem satisfazer estas Especificações, item 2 – Referências, e às Especificações aprovadas pelo DNIT.

#### 5.1.1 Ligante asfáltico

Podem ser empregados os seguintes ligantes asfálticos:

- cimento asfáltico de petróleo, CAP-30/45, CAP-50/60, CAP-85/100, (classificação por penetração), CAP-20 e CAP-40 (classificação por viscosidade);

#### 5.1.2 Agregados

##### 5.1.2.1 Areia - agregado miúdo

O agregado é a areia. Suas partículas individuais devem ser resistentes, em seus grãos, estando livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deve apresentar equivalente de areia igual ou superior a 55% (DNER-ME 054).

##### 5.1.2.2 Material de enchimento (filer)

Deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, tais como cimento Portland, cal extinta, pós-calcários, cinza volante, etc; e que atendam à Norma DNER-ME 367.

Quando da aplicação deve estar seco, e/ou isento de grumos.

NOTA: Denomina-se filer nesta norma a porção de qualquer um destes materiais acima, que passa na peneira nº 200.

### 5.1.2.3 Melhorador de adesividade

Não havendo boa adesividade entre o ligante asfáltico a areia – agregado miúdo (DNER-ME 079), poderá ser empregado melhorador de adesividade na quantidade fixada no projeto.

A determinação da adesividade é definida pelos seguintes ensaios:

- Método DNER 079/95, após submeter o ligante asfáltico contendo o dope no ensaio RTFOT (ASTM – D 2872);
- Método de ensaio para determinar a resistência de misturas asfálticas compactadas à degradação produzidas pela umidade (AASHTO 283/89). Neste caso a razão da resistência à tração por compressão diametral estática deverá ser superior a 0,7 (DNER-ME 138/94).

## 5.2 Composição da mistura

A composição da mistura Areia-Asfalto a quente deve satisfazer aos requisitos do quadro seguinte com as respectivas tolerâncias no que diz respeito a granulométrica (DNER-ME 083/94) e aos percentuais do ligante asfáltico.

Quando a camada de Areia-Asfalto for destinada a ser uma camada de revestimento deve ser projetada com uma faixa granulométrica próxima aos limites inferiores da especificação.

DESIGNAÇÃO E TAMANHO NOMINAL DOS AGREGADOS				
Designação	A	B	Tolerâncias	
Tamanho Nominal	4,75 mm	2,0 mm		
Peneiras		Porcentagem total passando (por peso)		
Nome	Abertura mm			
(3/8 pol.)	9,5 mm	100	-	-
(nº 4)	4,75 mm	80 – 100	100	± 5%
(nº 10)	2,00 mm	60 – 95	90 – 100	± 4%
(nº 40)	0,42 mm	16 – 52	40 – 90	± 4%
(nº 80)	0,18 mm	4 – 15	10 – 47	± 3%
(nº 200)	0,075 mm	2 - 10	0 – 7	± 2%
Emprego		Revestimento	Revestimento	-
Cimento Asfáltico % sobre o total da Mistura		6 - 12	7 - 12	± 0,3%

No projeto da curva granulométrica para camada de revestimento, deve ser considerada a segurança do usuário, especificada no item 7.3.4 – Condições de Segurança.

As porcentagens de betume referem-se à mistura de Areia e filer, considerada como 100%.

- devem ser adotados o Método Ensaio Marshall para Misturas Asfálticas para verificações de condições de vazios, estabilidade e fluência da mistura.

Discriminação	ENSAIO
	Marshall DNER -ME 043
Porcentagem de vazios	3 a 8
Relação betume/vazios	65 – 82
Estabilidade, mínima	300 kgf (75 golpes)
Fluência, mm	2,0 – 4,5

- as Especificações Complementares podem fixar outra energia de compactação;

## 5.3 Equipamento

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser examinando, devendo estar apto para realizar os trabalhos constantes desta Norma. Os equipamentos requeridos são os seguintes:

### 5.3.1 Depósito para ligante asfáltico

Os depósitos para o ligante asfáltico devem ser capazes de aquecer o material, às temperaturas fixadas nas Especificações. O aquecimento deve ser feito por meio de serpentinas a vapor, eletricidade ou outros meios, de modo não haver contatos de chamas com interior do depósito. Deve ser instalado um sistema de circulação para o asfalto, de modo a garantir a circulação, desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação. Todas as tubulações devem ser dotadas de isolamento, a fim de evitar perdas de calor. A capacidade dos depósitos deve ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.

### 5.3.2 Depósito para agregados (Areia)

Os silos devem ter capacidade total adequada e serem divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, as frações apropriadas do agregado. Cada compartimento deve possuir dispositivos de descarga. Haverá um silo para o filer, conjugado com dispositivos para a sua dosagem.

### 5.3.3 Usina para misturas asfálticas (Areia-Asfalto)

A usina deve estar equipada com uma unidade classificadora de agregados, após o secador, dispor de misturador tipo Pugmill, com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis e removíveis, ou outro tipo de produzir uma mistura uniforme. Deve, ainda, o misturador possuir dispositivo de descarga, de função ajustável e dispositivo completo para controlar o ciclo completo de mistura. Um termômetro, com proteção metálica e escala de 90° a 210°C, deve ser fixado na linha de alimentação do asfalto, em local adequado próximo a descarga do misturador. A usina deve ser equipada, além disso, com um termômetro de mercúrio, com escala em “dial”, pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termométricos aprovados, colocados na descarga do secador, para registrar a temperatura dos agregados.

### 5.3.4 Caminhões para transporte da mistura

Os caminhões, tipo basculante, para o transporte da Areia-Asfalto, devem ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico, ou solução de cal,

de modo a evitar a aderência da mistura às chapas. A utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante asfáltico (óleo diesel, gasolina, etc.) não são permitidos.

### 5.3.5 Equipamento para espalhamento

O equipamento para espalhamento e acabamento deve ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos. As acabadoras devem ser equipadas com parafusos sem fim, para colocar cãs misturas nas faixas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para frente e para trás, As acabadoras devem ser equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento dos mesmos, à temperatura requerida, para a colocação da mistura sem irregularidades.

### 5.3.6 Equipamento para a compressão

O equipamento para compressão deve ser constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem ou rolo vibratório. Os rolos pneumáticos, autopropulsionados, devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem de variação de pressão dos pneus de 2,5 Kg/cm<sup>2</sup> a 8,4 Kg/cm<sup>2</sup> (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 operacionalidade.

## 5.4 Execução

### 5.4.1 Pintura de ligação

Sendo decorridos mais de sete dias entre a execução da imprimação e a do revestimento, ou no caso de ter havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou, ainda ter sido a imprimação recoberta com areia, deve ser feita uma pintura de ligação.

### 5.4.2 Temperatura do cimento asfáltico

A temperatura do cimento asfáltico empregado na mistura deve ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual o asfalto apresenta uma viscosidade situada dentro da faixa de 75 e 95 segundos, “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004), indicando-se preferencialmente, a viscosidade de 85 a

95 segundos. Entretanto, a temperatura do ligante não deve ser inferior a 107°C e nem exceder a 177°C.

#### **5.4.3 Temperatura dos agregados (Areia)**

Os agregados devem ser aquecidos a temperaturas de 10°C a 15°C, acima da temperatura do ligante asfáltico, sem ultrapassar 177°C.

#### **5.4.4 Produção de Areia-Asfalto**

A produção de Areia-Asfalto é efetuada em usinas apropriadas, conforme anteriormente especificado.

#### **5.4.5 Transporte de Areia-Asfalto a quente**

A Areia-Asfalto a quente produzida pode ser transportada, da usina ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes especificados no item 5.3.4 quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada. Cada carregamento deve ser coberto com lona ou outro material aceitável, com tamanho suficiente para proteger a mistura.

#### **5.4.6 Distribuição e compressão da mistura**

A distribuição da Areia-Asfalto deve ser feita por máquinas acabadoras, conforme especificado no item 5.3.6; e não deve ser aplicado a temperatura ambiente inferior a 10°C.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas devem ser sanadas pela adição manual da Areia-Asfalto, sendo esse espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos.

Imediatamente após a distribuição da Areia-Asfalto, tem início a rolagem. Como norma geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, temperatura essa fixada, experimentalmente, para cada caso.

Caso sejam empregados rolos de pneus, de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão, a qual é aumentada à medida que a mistura vai sendo compactada, e, conseqüentemente, suportando pressões mais elevadas.

A compactação será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deve começar sempre do ponto mais baixo para o ponto mais alto. Cada passada do rolo deve ser

recoberta, pelo menos, metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdura até o momento em que seja atingida a compactação especificada.

Durante a rolagem não são permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marcha nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém – rolado. As rodas do rolo devem ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura.

#### **5.4.7 Abertura ao tráfego**

Os revestimentos recém – acabados devem ser mantidos sem tráfego, até o seu completo resfriamento.

### **6 Manejo ambiental**

Para execução de revestimento asfáltico do tipo Areia-Asfalto usinado a quente são necessários trabalhos envolvendo a utilização de asfalto e agregados, além da instalação de usina misturadora.

Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente, envolvem a produção e aplicação de agregados, o estoque e operação da usina.

NOTA: Devem ser observadas as prescrições estabelecidas nos Programas Ambientais que integram o Projeto Básico Ambiental – PBA.

#### **6.1 Agregados**

No decorrer do processo de obtenção de agregados de areais devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

Caso utilizado areal comercial, a areia somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação do areal, cuja cópia deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da Obra.

Não é permitida a exploração de areal em área de preservação ambiental.

Planejar adequadamente a exploração do areal, de modo a minimizar os impactos decorrentes da exploração e facilitar a recuperação ambiental após o término das atividades exploratórias.

Impedir queimadas como forma de desmatamento.

Seguir as recomendações constantes da DNER-ES 279/97 para os caminhos de serviço.

## 6.2 Ligante asfáltico

Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água.

Vedar o descarte do refugo de materiais usados na faixa de domínio onde possam causar prejuízos ambientais.

Recuperar a área afetada pelas operações de construção/execução, imediatamente após a remoção da usina e dos depósitos, e limpeza do canteiro de obras.

As operações em usinas asfálticas a quente englobam:

- a) estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios;
- b) transporte, peneiramento, estocagem e pesagem de agregados quentes;
- c) transporte e estocagem de filler;
- d) transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e cimento asfáltico.

Os agentes e fontes poluidoras, compreendem:

### Agentes e fontes poluidoras

AGENTE POLUIDOR	FONTES POLUIDORAS
I. Emissão de partículas	A principal fonte é o secador rotativo. Outras fontes são: peneiramento, transferência e manuseio de agregados, balança, pilhas de estocagem e tráfego de veículos e vias de acesso.
II. Emissão de gases	Combustão do óleo: óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos. Aquecimento de cimento asfáltico: hidrocarbonetos. Tanques de estocagem de óleo combustível e de cimento asfáltico: hidrocarbonetos.
III. Emissões Fugitivas	As principais fontes são: pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, área de peneiramento, pesagem e mistura.

NOTA: Emissões Fugitivas - São quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar seu fluxo.

Em função destes agentes devem ser obedecidos os itens 6.3 e 6.4.

## 6.3 Quanto à instalação

Impedir a instalação de usinas de asfalto a quente a uma distancia inferior a 200 m (duzentos metros), medidos a partir da base da chaminé, de residências, de hospitais, clínicas, centros de reabilitação, escolas asilos, orfanatos, creches, clubes esportivos, parques de diversões e outras construções comunitárias.

Definir no projeto executivo áreas para as instalações industriais, de maneira tal que se consiga o mínimo de agressão ao meio ambiente.

Atribuir à Executante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação/operação, assim como manter a usina em condições de funcionamento dentro do prescrito nestas especificações.

## 6.4 Operação

Instalar sistemas de controle de poluição do ar constituídos por ciclone e filtro de mangas ou de equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos nas legislações vigentes.

Apresentar junto com o projeto para obtenção de licença, resultados de medições das chaminés que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto, para atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental.

Dotar os silos de estocagem de agregado frio de proteções laterais e de cobertura, para evitar dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento.

Enclausurar a correia transportadora de agregado frio.

Adotar procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para a atmosfera.

Manter pressão negativa no secador rotativo, enquanto a usina estiver em operação, para evitar emissões de partículas na entrada e saída do mesmo.

Conectar o misturador, os silos de agregado quente e as peneiras classificatórias do sistema de exaustão ao sistema de controle de poluição do ar, para evitar emissões de vapores e partículas para a atmosfera.

Fechar os silos de estocagem de massa asfáltica.

Pavimentar e manter limpas as vias de acesso internas, de tal modo que as emissões provenientes do tráfego de veículos não ultrapassem 20% de opacidade.

Dotar os silos de estocagem de filler de sistema próprio de filtragem a seco.

Adotar procedimentos operacionais que evitem a emissão de partículas provenientes dos sistemas de limpeza dos filtros de mangas e de reciclagem do pó, retidos nas mangas.

Acionar os sistemas de controle de poluição do ar antes dos equipamentos de processo.

Manter em boas condições todos os equipamentos de processo e de controle.

Dotar as chaminés de instalações adequadas para realização de medições.

Substituir o óleo combustível por outra fonte de energia menos poluidora (gás ou eletricidade).

## 7 Inspeção

### 7.1 Controle dos insumos

Todos os materiais utilizados na fabricação de Areia-Asfalto a quente (Insumos) devem ser examinados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT, e satisfazer as especificações em vigor.

#### 7.1.1 Ligante asfáltico

O controle de qualidade do ligante asfáltico consta do seguinte:

- 01 ensaio de penetração a 25°C (DNER-ME 003) para todo carregamento que chegar à obra;
- 01 ensaio do ponto de fulgor, para todo carregamento que chegar à obra (DNER-ME 148);
- 01 índice de susceptibilidade térmica para cada 100t determinado pelos ensaios (DNER-ME 003 e ABNT NBR 6560);
- 01 ensaio de espuma, para todo carregamento que chegar à obra;
- 01 ensaio de viscosidade "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004) em várias temperaturas para a verificação da viscosidade especificada e o estabelecimento da curva viscosidade X temperatura para cada 100t;

#### 7.1.2 Agregados

O controle de qualidade dos agregados consta do seguinte:

- a) ensaios de granulometria do agregado (areia), de cada silo por jornada de trabalho (DNER-ME 083);
- b) ensaios de equivalente de areia, (DNER-ME 054);

- c) ensaio de granulometria do material de enchimento (filer), (DNER-ME 083).

Nota: A quantidade de ensaios dos agregados obedecerá ao Plano de Amostragem estabelecido e aprovado pela Fiscalização.

## 7.2 Controle da produção

O controle da produção (Execução) Areia-Asfalto a quente deve ser exercido através de coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória.

### 7.2.1 Controle da usinagem da Areia-Asfalto a quente

- a) Controle da quantidade de ligante na mistura
  - Devem ser efetuadas extrações de asfalto, de amostras da mistura coletada na pista (DNER-ME 053). A porcentagem de ligante pode variar, no máximo  $\pm 0,3\%$ , da fixada no projeto.
- b) Controle da graduação da mistura de agregados (areia)
  - Deve ser procedido o ensaio de granulometria (DNER-ME 083) da mistura dos agregados resultantes das extrações citadas no item anterior. A curva granulométrica deve manter-se contínua, enquadrando-se dentro das tolerâncias, especificadas no projeto.
- c) Controle de temperatura

Devem ser efetuadas medidas de temperatura, durante a jornada de 8 horas de trabalho, em cada um dos itens abaixo discriminados:

- do ligante, na usina;
- da mistura, no momento, da saída do misturador.
- da mistura no momento do espalhamento no início de rolagem, na pista.

As temperaturas devem apresentar valores de  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  das temperaturas especificadas.



- d) Controle das características da mistura
- Devem ser realizados ensaios Marshall em três corpos-de-prova de cada mistura por cada jornada de oito horas de trabalho (DNER-ME 043).
  - O valor de estabilidade deve satisfazer ao especificado no item proposto. As amostras devem ser coletadas na pista.

### 7.2.2 Espalhamento e compressão na pista

Devem ser efetuadas medidas de temperatura durante o espalhamento da massa imediatamente, antes de iniciada a compressão. Estas temperaturas devem ser as indicadas para compressão, com uma tolerância de  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

O controle do grau de compressão - GC da areia-asfalto deve ser feito, preferencialmente, medindo-se a densidade aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura espalhada e comprimida na pista, por meio de brocas rotativas, comparando-as com os resultados da densidade aparente de projeto.

Podem ser empregados outros métodos para determinação da densidade aparente na pista, desde que indicada no projeto.

Devem ser realizados determinações em locais escolhidos aleatoriamente durante a jornada de trabalho, não sendo permitidos - GC inferiores a 97% ou superiores a 101%, em relação à massa específica aparente do projeto.

As medidas do grau de compactação devem ser efetuadas a cada  $700\text{m}^2$  de pista.

### 7.3 Verificação do produto

A verificação final da qualidade do revestimento de Areia-Asfalto (Produto) deve ser exercida através das seguintes determinações:

- a) Espessura da camada
- Deve ser medida a espessura por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compressão da mistura. Admite-se a variação de  $\pm 5\%$

em relação às espessuras de projeto, em 10(dez) medidas sucessivas.

- b) Alinhamentos
- A verificação do eixo e bordos é feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. Poderá também ser a trena. Os desvios verificados não deverão exceder  $\pm 5\text{cm}$ .
- c) Acabamento da superfície
- Durante a execução deve ser feito em cada estaca da locação o controle de acabamento da superfície do revestimento, com o auxílio de duas régua, uma de 3,00m e outra de 1,20m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5cm, quando verificada com qualquer das régua.
  - O acabamento longitudinal da superfície deve ser verificado por "aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta" devidamente calibrados (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182) ou outro dispositivo equivalente para esta finalidade. Neste caso o Quociente de Irregularidade - QI deverá apresentar valor inferior a 35 contagens/km.
- d) Condições de segurança
- O revestimento de Areia-Asfalto a quente acabado deve apresentar valores de Resistência à Derrapagem - VDR = 45 quando medido com o Pêndulo Britânico (ASTM-E 303/93) e Altura de Areia - HS na faixa de  $0,6 > \text{HS} > 1,2\text{mm}$  (NF P-38).
  - Pode, também, ser empregado outro processo para avaliação da resistência à derrapagem, quando indicado no projeto. Os ensaios de controle da

execução devem ser realizados em segmentos homogêneos escolhidos de maneira aleatória.

**7.4 Plano de Amostragem - Controle tecnológico**

O número e a frequência de verificação e de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico dos insumos, da produção e do produto devem ser estabelecidos pelo Executante segundo um Plano de Amostragem Aleatória definido de acordo com a seguinte tabela de controle estatístico de resultados (DNER-PRO 277):

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL

n	5	6	7	8	9	10	11	12
K	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,19	1,16
"	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,13	0,10

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL (continuação)

n	13	14	15	16	17	19	21
K	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
"	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = n° de amostras, k = coeficiente multiplicador, ∇ = risco do Executante							

**7.5 Condições de Conformidade e Não Conformidade**

Todos os ensaios de controle e verificações para os Insumos a produção e o Produto realizados de acordo com o Plano de Amostragem, devem cumprir as Condições Gerais e Condições Específicas do Capítulo 4 e Capítulo 5 desta Norma, e atenderem às condições de Conformidade e Não Conformidade de acordo com os seguintes critérios (DNER-PRO 277):

- a) Nos ensaios ou verificações em que é especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições para atender às exigências de Conformidade e Não Conformidade:

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

$\bar{x} + ks > \text{valor máximo de projeto - Não Conformidade;}$

$\bar{x} - ks = \text{valor mínimo especificado ou;}$

$\bar{x} + ks = \text{valor máximo de projeto - Conformidade;}$

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_1}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Onde:

$x_1$  – 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.

- b) Nos ensaios e verificações em que é especificado um valor mínimo a ser atingido deve-se verificar a seguinte condição para atender às exigências de Conformidade e não Conformidade:

Se  $\bar{x} - ks < \text{valor mínimo especificado - Não Conformidade;}$

Se  $\bar{x} - ks \geq \text{valor mínimo especificado - Conformidade.}$

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” da Produção 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 colocarem-no 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 Areia-Asfalto deve ser medida em toneladas de mistura efetivamente aplicada na pista. Não devem ser motivos de medição: mão-de-obra, materiais (exceto cimento asfáltico), transporte da mistura da usina à pista e encargos quando estiverem incluídos na composição do preço unitário;

- b) A quantidade de cimento asfáltico aplicada é obtida pela média aritmética dos valores medidos na usina, em toneladas;
- c) O transporte do cimento asfáltico efetivamente aplicado deve ser medido com base na distância entre a refinaria e o canteiro de serviço.
- d) Nenhuma medição deve ser processada se à 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

\_\_\_\_\_ / Índice Geral

**Índice Geral**

Abertura ao tráfego	5.4.7 .....	6	Índice Geral	.....	12
Abstract	.....	1	Inspeção	7.....	8
Agregados	5.1.2 .....	3	Ligante asfáltico	5.1.1 .....	3
Agregados	6.1.....	6	Ligante asfáltico	6.2.....	7
Agregados	7.1.2 .....	8	Ligante asfáltico	7.1.1 .....	8
Areia - agregado miúdo	5.1.2.1.....	3	Manejo ambiental	6.....	6
Caminhões para transporte da mistura	5.3.4 .....	5	Material de enchimento (filer)	5.1.2.2 .....	3
Composição da mistura	5.2 .....	4	Material	5.1.....	3
Condições de Conformidade e Não Conformidade	7.5 .....	10	Melhorador de adesividade	5.1.2.3 .....	4
Condições específicas	5.....	3	Objetivo	1.....	1
Condições gerais	4.....	3	Operação	6.4.....	7
Controle da produção	7.2 .....	8	Pintura de ligação	5.4.1 .....	5
Controle da usinagem da Areia-Asfalto a quente	7.2.1 .....	8	Plano de Amostragem - Controle tecnológico	7.4.....	10
Controle dos insumos	7.1 .....	8	Prefácio	.....	1
Critérios de medição	8.....	11	Produção de Areia-Asfalto	5.4.4 .....	6
Definição	3.....	3	Quanto à instalação	6.3.....	7
Depósito para agregados (Areia)	5.3.2 .....	5	Referências normativas	2.....	1
Depósito para ligante asfáltico	5.3.1 .....	5	Resumo	.....	1
Distribuição e compressão da mistura	5.4.6 .....	6	Sumário	.....	1
Equipamento para a compressão	5.3.6 .....	5	Temperatura do cimento asfáltico	5.4.2 .....	5
Equipamento para espalhamento	5.3.5 .....	5	Temperatura dos agregados (Areia)	5.4.3 .....	6
Equipamento	5.3 .....	4	Transporte de Areia-Asfalto a quente	5.4.5 .....	6
Espalhamento e compressão na pista	7.2.2 .....	9	Usina para misturas asfálticas (Areia-Asfalto)	5.3.3 .....	5
Execução	5.4 .....	5	Verificação do produto	7.3.....	9