



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 033/2005 - ES

Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico reciclado a quente na usina - Especificação de serviço

Autor: Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR

Processo: 50.607.014.423/2004-98

Origem: Revisão da norma DNER-ES 318/97

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:

concreto asfáltico, reciclagem, especificação

**Nº total de
páginas**
13

Resumo

Este documento define a sistemática a ser empregada na execução de camada do pavimento por meio da confecção de mistura asfáltica reciclada a quente na usina utilizando cimento asfáltico, material de revestimento asfáltico removido de pavimento existente, agregados minerais e material de enchimento (filer) e agente de reciclagem. Estabelece os requisitos concernentes a material, equipamento, execução e controle da qualidade dos materiais empregados, além de conformidade, não conformidade e medição dos serviços.

Abstract

This document provides the method of executing the pavement layer with hot bituminous remixing from a plant, making use of binder, asphaltic layer removed from preexistent pavements, mineral aggregates, and filer. It includes the requirements concerning materials, equipment, execution and quality control, as well as the criteria for acceptance, rejection, and measurement of the services.

Sumário

Prefácio.....	1
1 Objetivo	1
2 Referências normativas.....	2
3 Definição.....	3

4 Condições gerais	3
5 Condições específicas	4
6 Manejo ambiental.....	7
7 Inspeção.....	9
8 Critérios de medição.....	12
Índice Geral.....	13

Prefácio

A presente Norma foi preparada pela Diretoria de Planejamento e Pesquisa, objetivando estabelecer as condições exigíveis para a execução de camada de pavimento em mistura asfáltica reciclada a quente em usina apropriada utilizando ligante asfáltico, material de revestimento removido de pavimento existente, agregados minerais, material de enchimento (filer) e agente de reciclagem. Está formatada de acordo com a norma DNIT 001/2002-PRO e cancela e substitui a norma DNER-ES 318/97.

1 Objetivo

Estabelecer os procedimentos a serem empregados no processo da reciclagem a quente na usina, de materiais de revestimento asfálticos dos pavimentos degradados, sua reutilização objetivando reconstituir as características mecânicas originais ou melhorá-las, atendendo os alinhamentos, greide e seção transversal do 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 de ponto de amolecimento – método do anel e bola. Rio de Janeiro, 2000.
- g) ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION. *AFNOR NF P-98-216-7*: détermination de la macrotexture - partie 7: détermination 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 035/98*: agregados – determinação da abrasão “Los Angeles” : método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1998.
- n) _____. *DNER-ME 043/95*: misturas asfálticas a quente – ensaio Marshall: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1995.
- o) _____. *DNER-ME 053/94*: misturas asfálticas – percentagem de betume: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- p) _____. *DNER-ME 054/97*: equivalente de areia: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1997.

- q) _____. *DNER-ME 078/94*: agregado graúdo – adesividade a ligante asfáltico: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- r) _____. *DNER-ME 079/94*: agregado - adesividade a ligante asfáltico: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- s) _____. *DNER-ME 083/98*: agregados – análise granulométrica: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1998.
- t) _____. *DNER-ME 086/94*: agregados – determinação do índice de forma: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- u) _____. *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.
- v) _____. *DNER-ME 138/94*: misturas asfálticas – determinação da resistência à tração por compressão diametral: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- w) _____. *DNER-ME 148/94*: material asfáltico – determinação dos pontos de fulgor e combustão (vaso aberto Cleveland): método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- x) _____. *DNER-ME 401/99*: agregados – determinação de índice de degradação de rochas após compactação Marshall com ligante ID_m e sem ligante ID_m : método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1999.
- y) _____. *DNER-PRO 164/94* – Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidade de superfície do pavimento (Sistemas Integradores IPR/USP e Maysmeter);
- z) _____. *DNER-PRO 182/94*: medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores IPR/USP e Maysmeter: procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- aa) _____. *DNER-PRO 277/97*: metodologia para controle estatístico de obras e serviços: procedimento: Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- bb) 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

Concreto asfáltico reciclado a quente na usina - é a mistura realizada em usina com características específicas utilizando-se como agregado o material do revestimento asfáltico removido a frio do pavimento existente, cimento asfáltico e agregados adicionais e, se necessário, material de enchimento (filer) e agente de reciclagem misturado, espalhado e comprimido à quente.

4 Condições gerais

O concreto asfáltico reciclado em usina pode ser empregado como revestimento, base, regularização ou reforço do pavimento.

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

O concreto asfáltico reciclado a quente na usina somente deve ser fabricado, transportado e aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 10°C.

Todo o carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deve apresentar por parte do fabricante/distribuidor 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. Deve 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 do concreto asfáltico reciclado a quente na usina são a mistura asfáltica a reciclar extraída do pavimento existente, agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento filer e ligante asfáltico, os quais devem satisfazer às Normas pertinentes, e às Especificações aprovadas pelo DNIT.

5.1.1 Ligante asfáltico adicional

O ligante asfáltico adicional pode ser cimento asfáltico puro ou misturado com agente de reciclagem, satisfazendo às especificações do projeto.

5.1.2 Agente de reciclagem

Podem ser empregados hidrocarbonetos puros ou misturados com cimento asfáltico de petróleo capazes de regenerar o ligante da antiga mistura asfáltica à reciclar, restaurando suas características físicas e químicas iguais ou próximas ao do ligante original, ou de outro tipo de ligante definido no projeto, satisfazendo às Especificações para cimento asfáltico de petróleo do DNIT. A quantidade adicionada à mistura asfáltica a reciclar deve ser definida no projeto.

5.1.3 Agregados

5.1.3.1 Agregado graúdo adicional

O agregado graúdo adicional pode ser pedra, seixo rolado britado ou outro material indicado nas Especificações complementares. O agregado graúdo deve ser constituído de fragmentos sãos, duráveis, livres de torrões de argila, e de substâncias nocivas, e apresentar as características seguintes:

- a) desgaste Los Angeles igual ou inferior a 50% (DNER-ME 035); admitindo-se agregados com valores maiores, no caso de terem apresentado desempenho satisfatório em utilização anterior;

Nota: Caso o agregado graúdo a ser usado apresente um índice de desgaste Los Angeles superior ou igual a 50%, pode ser usado o Método DNER-ME 401/99 – Agregado – Determinação de degradação de

rochas após compactação Marshall, com ligante ID_{ML} , e sem ligante ID_M , cujos valores tentativas de degradação para julgamento da qualidade de rochas destinadas ao uso no Concreto Asfáltico são: $ID_{ML} = 5\%$ e $ID_M = 8\%$.

- b) índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086);
- c) durabilidade, perda inferior a 12% (DNER-ME 89);

5.1.3.2 Agregado miúdo adicional

O agregado miúdo adicional pode ser areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais devem ser resistentes, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deve apresentar:

- equivalente de areia igual ou superior a 55% (DNER-ME 054).

5.1.3.3 Mistura asfáltica a reciclar

A mistura asfáltica a reciclar é obtida na remoção a quente ou frio da camada asfáltica do pavimento.

5.1.3.4 Material de enchimento (filer)

Deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, tais como pó de pedra, cimento Portland, cal extinta, pós-calcários etc; e que atendam à especificação DNER-EM 367.

5.1.3.5 Melhorador de adesividade

Não havendo boa adesividade entre o ligante asfáltico e os agregados adicionais (DNER-ME 078 e DNER-ME 079), pode ser empregado melhorador de adesividade na quantidade fixada no projeto.

A determinação da adesividade deve ser definida pelos seguintes ensaios:

- a) Métodos DNER-ME 078/94 e DNER 079/95, após submeter o ligante asfáltico contendo o dope no ensaio RTFOT (ASTM – D 2872); ou o ensaio ECA(ABNT-MB 425 – ASTM D – 1754);

b) Método de ensaio para determinar a resistência de misturas asfálticas compactadas, à degradação produzida pela umidade (AASHTO 283/89). Neste caso a razão da resistência à tração por compressão diametral estática (CP saturados ÷ CP secos) deve ser superior a 0,7 (DNER-ME 138/94).

NOTA: CP = corpo de provas, moldados pela DNER-ME 043

5.2 Composição da mistura

A composição do concreto asfáltico reciclado deve satisfazer aos requisitos do quadro seguinte com as respectivas tolerâncias no que diz respeito à granulometria (DNER-ME 083) e aos percentuais do ligante asfáltico determinados pelo projeto da mistura.

Peneira de malha quadrada		% em massa, passando			
Série ASTM	Abertura (mm)	A	B	C	Tolerâncias
2"	50,8	100	-	-	-
1 1/2"	38,1	95 - 100	100	-	± 7%
1"	25,4	75 - 100	95 - 100	-	± 7%
3/4"	19,1	60 - 90	80 - 100	100	± 7%
1/2"	12,7	-	-	80 - 100	± 7%
3/8"	9,5	35 - 65	45 - 80	70 - 90	± 7%
Nº 4	4,8	25 - 50	28 - 60	44 - 72	± 5%
Nº 10	2,0	20 - 40	20 - 45	22 - 50	± 5%
Nº 40	0,42	10 - 30	10 - 32	8 - 26	± 5%
Nº 80	0,18	5 - 20	8 - 20	4 - 16	± 3%
Nº 200	0,075	1 - 8	3 - 8	2 - 10	± 2%
Teor de betume (ml)		4,0 - 7,0 Camada de ligação (Binder)	4,5 - 7,5 Camada de ligação e rolamento	4,5 - 9,0 Camada de rolamento	± 0,3%

A faixa usada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo é inferior a 2/3 da espessura da camada.

No projeto da curva granulométrica, para camada de revestimento, deve ser considerada a segurança do usuário, especificada no item 7.3 – Condições de Segurança.

As porcentagens de ligante referem-se à mistura de agregados, considerada como 100%. Para todos os tipos a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4% do total.

a) devem ser observados os valores limites para as características especificadas no quadro a seguir:

Características	Método de ensaio	Camada de Rolamento	Camada de Ligação (Binder)
Porcentagem de vazios, %	DNER-ME 043	3 a 5	4 a 6
Relação betume/vazios	DNER-ME 043	75 – 82	65 – 72
Estabilidade, mínima, (Kgf) (75 golpes)	DNER-ME 043	500	500
Resistência à Tração por Compressão Diametral estática a 25°C, mínima, MPa	DNER-ME 138	0,65	0,65

b) as Especificações Complementares podem fixar outra energia de compactação;

c) as misturas devem atender às especificações da relação betume/vazios ou aos mínimos de vazios do agregado mineral, dados pela seguinte tabela:

VAM – Vazios do Agregado Mineral		
Tamanho Nominal Máximo do agregado		VAM Mínimo %
#	m m	
1 1/2"	38,1	13
1"	25,4	14
3/4"	19,1	15
1/2"	12,7	16
3/8"	9,5	18

5.3 Equipamentos

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as especificações para os serviços.

Devem ser utilizados, no mínimo, os seguintes equipamentos:

a) Depósito para ligante asfáltico;

Os depósitos para o ligante asfáltico devem possuir dispositivos capazes de aquecer o ligante nas temperaturas fixadas nesta Norma. Estes dispositivos também devem evitar qualquer superaquecimento localizado. Deve ser instalado um sistema de recirculação para o ligante asfáltico, de modo a garantir a circulação, desembaraçada e contínua, do depósito ao

- misturador, durante todo o período de operação. A capacidade dos depósitos deve ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.
- b) Fresadora;
- Equipamento para remoção do pavimento a frio.
- c) Silos para agregados adicionais e para o material removido (fresado) do pavimento;
- Os silos devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador e ser divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações apropriadas do agregado. Cada compartimento deve possuir dispositivos adequados de descarga. Deve haver um silo adequado para o filer, conjugado com dispositivos para a sua dosagem.
- d) Usina para misturas asfálticas;
- A Usina a ser utilizada será uma usina do tipo tambor/secador/misturador, de duas zonas (convecção e radiação), provida de: coletor de pó, alimentador de "filer", sistema de descarga da mistura asfáltica, por intermédio de transportador de correia com comporta do tipo "clam-shell" ou alternativamente, em silos de estocagem.
- A usina deve possuir silos de agregados múltiplos, com pesagem dinâmica e deve ser assegurada a homogeneidade das granulometrias dos diferentes agregados.
- A usina deve possuir ainda uma cabine de comando e quadros de força. Tais partes devem estar instaladas em recinto fechado, com os cabos de força e comandos ligados em tomadas externas especiais para esta aplicação. A operação de pesagem de agregados e do ligante asfáltico deve ser semi-automática com leitura instantânea e acumuladora, por meio de registros digitais em "display" de cristal líquido. Devem existir potenciômetros para compensação das massas específicas dos diferentes tipos de ligantes asfálticos e para seleção de velocidade dos alimentadores dos agregados frios.
- e) Caminhões basculantes para transporte da mistura;
- Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto asfáltico usinado a quente, 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 à chapa. A utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante asfáltico (óleo diesel, gasolina etc.) não é permitida.
- f) Equipamento para espalhamento e acabamento;
- O equipamento para espalhamento e acabamento deve ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento definidos no projeto. As acabadoras devem ser equipadas com parafusos sem fim, para colocar a mistura exatamente nas faixas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás. As acabadoras devem ser equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento, à temperatura requerida, para a colocação da mistura sem irregularidade.
- g) Equipamento para compactação;
- O equipamento para a compactação 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 da pressão dos pneus de 2,5 kgf/cm² a 8,4 kgf/cm².
- O equipamento em operação deve ser suficiente para compactar a mistura na densidade de projeto, enquanto esta se encontrar em condições de trabalhabilidade.

NOTA: Todo equipamento a ser utilizado deve ser vistoriado antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que, não deve ser autorizada a sua utilização.

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, pó-de-pedra, etc., deve ser feita uma pintura de ligação.

5.4.2 Temperatura do ligante

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 cimento asfáltico apresenta uma viscosidade situada dentro da faixa de 75 a 150 SSF, "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004), indicando-se, preferencialmente, a viscosidade de 75 a 95 SSF. A temperatura do ligante não deve ser inferior a 107°C nem exceder a 177°C.

5.4.3 Aquecimento dos agregados

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 do concreto asfáltico reciclado

A produção do concreto asfáltico é efetuada em usinas apropriadas, conforme anteriormente especificado.

5.4.5 Transporte do concreto asfáltico reciclado

O concreto asfáltico produzido deve ser transportado, da usina ao ponto de aplicação, nos veículos especificados no item 5.3 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 compactação da mistura

A distribuição do concreto asfáltico reciclado deve ser feita por equipamentos adequados, conforme especificado no item 5.3.

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

Após a distribuição do concreto asfáltico, tem início a rolagem. Como norma geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura asfáltica 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 deve ser aumentada à medida que a mistura seja compactada, e, conseqüentemente, suportando pressões mais elevadas.

A compactação deve ser iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compactação deve começar sempre do ponto mais baixo para o ponto mais alto. Cada passada do rolo deve ser recoberta na seguinte, de pelo menos metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compactação especificada.

Durante a rolagem não são permitidas mudanças de direção e inversões bruscas da 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 concreto asfáltico reciclado a quente no local 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 pedreiras e areais devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

Caso utilizado areal comercial, a brita e a areia somente serão aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal, cuja cópia deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra.

Não deve ser permitido a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.

Planejar adequadamente a exploração da pedreira e 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.

Construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso.

6.2 Ligantes asfálticos

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

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

Recuperar a área afetada pelas operações de construção/execução, imediatamente após a remoção da usina e dos depósitos e à limpeza de 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. Misturador de asfalto: 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 à uma distancia inferior a 200 m (duzentos metros), medidos a partir da base da chaminé, de residências, 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 em chaminés que

comproven a capacidade do equipamento de controle proposto, para atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental.

Dotar os silos de estocagem de agregado frio de proteção laterais e 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.

Dotar o misturador, os silos de agregado quente e as peneiras classificatórias de exaustão conectados 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 filer 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 de pó retidos nas mangas.

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

Manter em boas condições de operação 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) e o estabelecimento de barreiras vegetais no local, sempre que possível.

7 Inspeção

7.1 Controle dos insumos

Todos os materiais utilizados na fabricação de Concreto Asfáltico Reciclado a Quente na Usina (Insumos) devem ser examinados em laboratório, obedecendo a

metodologia indicada pelo DNIT, e satisfazer às especificações em vigor.

7.1.1 Cimento asfáltico

O controle da qualidade do cimento 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 NBR 6560;
- 01 ensaio de espuma, para todo carregamento que chegar à obra;
- 01 ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004), para todo carregamento que chegar à obra;
- 01 ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004) a diferentes temperaturas, para o estabelecimento da curva viscosidade x temperatura, para cada 100t.

7.1.2 Agregados

O controle da qualidade dos agregados consta do seguinte:

a) Ensaios eventuais

Somente quando houver dúvidas ou variações quanto à origem e natureza dos materiais.

- ensaio de desgaste Los Angeles (DNER-ME 035) do agregado graúdo adicional;
- ensaio de adesividade dos agregados adicionais (DNER-ME 078 e DNER-ME 079). Se o concreto asfáltico contiver dope também devem ser executados os ensaios de RTFOT (ASTM D-2872) ou ECA (ASTM-D-1754) e de degradação produzida pela umidade (AASHTO-283/89 e DNER-ME 138);

- ensaio de índice de forma do agregado graúdo adicional (DNER-ME 086);
- b) Ensaaios de rotina
- 02 ensaios de granulometria dos agregados adicionais, e de material fresado, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083);
 - 01 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo adicional, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 054);
 - 01 ensaio de granulometria do material de enchimento (filer), por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083).

7.2 Controle da produção

O controle da produção (Execução) do Concreto Asfáltico deve ser exercido através de coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória de acordo com o Plano de Amostragem Aleatória (vide item 7.4).

7.2.1 Controle da usinagem do concreto asfáltico reciclado a quente

- a) Controles da quantidade de ligante na mistura
- Devem ser efetuadas extrações de asfalto, de amostras coletadas na pista, logo após a passagem da acabadora (DNER-ME 053).
- A porcentagem de ligante na mistura deve respeitar os limites estabelecidos no projeto da mistura, devendo-se observar a tolerância máxima de $\pm 0,3\%$.
- Deve ser executada uma determinação, no mínimo a cada 700m^2 de pista.
- b) Controle da graduação da mistura de agregados
- Deve ser procedido o ensaio de granulometria (DNER-ME 083) da mistura dos agregados resultantes das extrações citadas na alínea "a". A curva

granulométrica deve manter-se contínua, enquadrando-se dentro das tolerâncias especificadas no projeto da mistura.

c) Controle de temperatura

São efetuadas medidas de temperatura, durante a jornada de 8 horas de trabalho, da mistura, no momento da saída do misturador.

As temperaturas podem apresentar variações de $\pm 5^\circ\text{C}$ das especificadas no projeto da mistura.

d) Controle das características da mistura

Devem ser realizados ensaios Marshall em três corpos-de-prova de cada mistura por jornada de oito horas de trabalho (DNER-ME 043) e também o ensaio de tração por compressão diametral a 25°C (DNER-ME 138), em material coletado após a passagem da acabadora. Os corpos-de-prova devem ser moldados in loco, imediatamente antes do início da compactação da massa.

Os valores de estabilidade, e da resistência à tração por compressão diametral devem satisfazer ao especificado.

7.2.2 Espalhamento e compactação na pista

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

O controle do grau de compactação - GC da mistura asfáltica deve ser feito, medindo-se a densidade aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura espalhada e compactada na pista, por meio de brocas rotativas e comparando-se os valores obtidos com os resultados da densidade aparente de projeto da mistura. Devem ser realizadas 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 máxima do projeto da mistura (conforme item 7.5, alínea "a").

As medidas do grau de compactação devem ser efetuadas a cada 700m^2 de pista.

7.3 Verificação do produto

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

a) Espessura da camada

Deve ser medida por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos; antes e depois do espalhamento e compactação da mistura. Admite-se a variação de ± 5% em relação às espessuras de projeto.

b) Alinhamentos

A verificação do eixo e dos bordos deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação.. Os desvios verificados não devem exceder ± 5cm.

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 deve apresentar valor inferior ou igual a 35 contagens/km (IRI = 2,7).

d) Condições de segurança

O revestimento de concreto asfáltico acabado deve apresentar Valores de Resistência à Derrapagem - VDR = 45 quando medido com o Pêndulo Britânico

(ASTM-E 303) e Altura de Areia – 1,20mm = HS = 0,60mm (NF P-98-216-7). Os ensaios de controle são realizados em segmentos escolhidos de maneira aleatória, na forma definida pelo Plano da Qualidade.

7.4 Plano de Amostragem - Controle Tecnológico

O número e a freqüência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico da produção e do produto são estabelecidos segundo um Plano de Amostragem aprovado pela Fiscalização, 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 determinações relativos à produção e ao produto, realizados de acordo com o Plano de Amostragem citado em 7.4, devem cumprir as Condições Gerais e Especificas desta Norma, e estar de acordo com os seguintes critérios:

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

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

$\bar{X} - ks = \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks = \text{valor máximo de projeto}$: Conformidade;

Sendo:

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

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

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.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido devem ser verificadas as seguintes condições:

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 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” 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 deve ser 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) O concreto asfáltico reciclado a quente na usina deve ser medido em toneladas de mistura efetivamente aplicada na pista. Não serão 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 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.

Índice Geral

Abertura ao tráfego	5.4.7	7	Execução	5.4.....	7
Abstract	.....	1	Índice Geral	.....	14
Agente de reciclagem	5.1.2	4	Inspeção	7.....	9
Agregado graúdo adicional	5.1.3.1.....	4	Ligante asfáltico adicional	5.1.1	4
Agregado miúdo adicional	5.1.3.2.....	4	Ligantes asfálticos	6.2.....	8
Agregados	5.1.3	4	Manejo ambiental	6.....	7
Agregados	6.1	8	Material de enchimento (filer)	5.1.3.4	4
Agregados	7.1.2	9	Material	5.1.....	4
Aquecimento dos agregados	5.4.3	7	Melhorador de adesividade	5.1.3.5.....	4
Cimento asfáltico	7.1.1	9	Mistura asfáltica a reciclar	5.1.3.3	4
Composição da mistura	5.2	5	Objetivo	1.....	1
Condições de Conformidade e Não Conformidade	7.5	11	Operação	6.4.....	8
Condições específicas	5.....	4	Pintura de ligação	5.4.1	7
Condições gerais	4.....	3	Plano de Amostragem - Controle Tecnológico	7.4.....	11
Controle da produção	7.2	10	Prefácio	.....	1
Controle da usinagem do concreto asfáltico reciclado a quente	7.2.1	10	Produção do concreto asfáltico reciclado	5.4.4	7
Controle dos insumos	7.1	9	Quanto à instalação	6.3.....	8
Critérios de medição	8.....	12	Referências normativas	2.....	2
Definição	3.....	3	Resumo	.....	1
Distribuição e compactação da mistura	5.4.6	7	Sumário	.....	1
Equipamentos	5.3	5	Temperatura do ligante	5.4.2	7
Espalhamento e compactação na pista	7.2.2	10	Transporte do concreto asfáltico reciclado	5.4.5	7
			Verificação do produto	7.3.....	11