

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Areia-Asfalto - Usinagem	2.03.21

01. DEFINIÇÃO

Compreende a confecção da mistura utilizada como matéria-prima para as pavimentações, a partir de produtos derivados de petróleo, tais como cimentos asfálticos, areia e um material de enchimento (filler).

Terminologia

Areia Asfalto a Quente

Mistura preparada a quente, em usina apropriada, composta por agregado miúdo, material de enchimento (filler) e cimento asfáltico, espalhada e comprimida a quente.

Materiais

Ligante Betuminoso

Poderão ser empregados os seguintes ligantes betuminosos:

- ☞ Cimentos asfálticos de petróleo dos tipos CAP 30/45, CAP 50/60, CAP 85/100 (classificação por penetração) ou CAP 20 e CAP 40 (classificação por viscosidade);
- ☞ Ligantes betuminosos modificados, quando indicados no projeto;

Não havendo boa adesividade entre o ligante betuminoso e o agregado poderá ser empregado melhorador de adesividade na quantidade fixada no projeto (DNER-ME 079).

Agregado Miúdo

Poderá ser constituído de areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais deverão ser resistentes, apresentar moderada angulosidade, estando livres de torrões de argila e de substâncias nocivas e equivalente de areia igual ou superior a 55% (DNER-ME 54)

Material de Enchimento ("Filler")

Como materiais de enchimento poderão ser utilizados: Cimento Portland, cal extinta, pós calcários, cinzas volantes, e outros.

O "filler" deverá ser constituído por materiais minerais finamente divididos, inertes em relação aos demais componentes da mistura, não plásticos e que atendam à seguinte granulometria (DNER-ME 083):

PENEIRA	% MÍNIMA, PASSANDO
N.º 040	100
N.º 080	95
N.º 200	65

Tabela 01.

02. MÉTODO EXECUTIVO

A produção da mistura areia-asfalto deverá ser efetuada em usinas sob controle rigoroso, de modo a se obter um material uniforme. Sua operação engloba as seguintes atividades:

- ☞ Obtenção do agregado miúdo;
- ☞ Obtenção do "filler";
- ☞ Estocagem, dosagem, peneiramento e transporte do agregado frio;
- ☞ Transporte, peneiramento, estocagem e pesagem do agregado quente;
- ☞ Transporte e estocagem de filler;
- ☞ Transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e cimento asfáltico.

Preparação da Mistura

A temperatura do cimento asfáltico na usinagem deverá 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 75 e 150 segundos "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004). Recomenda-se, preferencialmente, a viscosidade de 85 a 95 segundos.

A temperatura do ligante deverá estar entre 107°C e 177°C.

Os agregados deverão ser aquecido a temperatura de 10 °C a 15 °C acima da temperatura do ligante betuminoso, não devendo, entanto, ultrapassar a temperatura de 177 °C.

Equipamentos

Depósito para o Material Betuminoso

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Areia-Asfalto - Usinagem	2.03.21

Os depósitos para o ligante betuminoso deverão possuir dispositivos capazes de aquecer o ligante nas temperaturas fixadas nas Especificações. O aquecimento deverá ser feito através de dispositivo que evite qualquer superaquecimento local. Deverá ser instalado um sistema de recirculação para o ligante betuminoso, de modo a garantir a circulação, desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação. A capacidade dos depósitos deverá ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.

Depósitos para o Agregado

Os silos deverão ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador e serão divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações apropriadas do agregado. Cada compartimento deverá possuir dispositivos adequados de descarga. Haverá um silo adequado para o “filler”, conjugado com dispositivos para a sua dosagem.

Usina para a Mistura Betuminosa

A usina deverá estar equipada com uma unidade classificadora de agregados, após o secador, dispor de misturador capaz de produzir uma mistura uniforme. Um termômetro, com proteção metálica e escala de 90° a 210 °C (precisão $\pm 1^\circ\text{C}$) deverá ser fixado no dosador do ligante ou na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga do misturador. A usina deverá ser equipada, além disso, com pirômetro elétrico ou outros instrumentos termométricos aprovados próximos colocados a descarga do secador com dispositivos para registrar a temperatura dos agregados com precisão de $\pm 5^\circ\text{C}$.

Poderá também ser utilizada uma usina do tipo tambor secador/misturador, provida com coletor de pó, alimentador de filler e sistema de descarga da mistura betuminosa com comporta ou, alternativamente, em silos de estocagem. A usina deverá possuir silos de agregados múltiplos, com pesagem dinâmica (precisão de $\pm 5\%$).

03. CRITÉRIOS DE CONTROLE

A mistura areia-asfalto somente deverá ser fabricado, transportada e aplicada quando a temperatura ambiente encontrar-se acima de 10 °C.

Controle de Qualidade do Material

Todos os materiais deverão ser examinados em laboratório obedecendo a metodologia indicada pelo DNER, e aceitos de acordo com as especificações em vigor.

Ligante Betuminoso

Recebimento

Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra deverá apresentar certificado de análise além de trazer indicação clara da sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de serviço.

Ensaio de Laboratório

O controle de qualidade do asfalto constará do seguinte:

- ☞ 01 ensaio de viscosidade absoluta a 60 °C (ABNT MB-827) quando o asfalto for classificado por viscosidade ou 01 ensaio de penetração a 25° (DNER-ME 003) quando o asfalto for especificado por penetração, para todo carregamento que chegar a obra;
- ☞ 01 ensaio de viscosidade a 135 °C “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004);
- ☞ 01 ensaio de ponto de fulgor, para todo carregamento que chegar à obra (DNER-ME 148);
- ☞ 01 ensaio de espuma, para todo carregamento que chegar à obra;
- ☞ 01 índice de susceptibilidade térmica para cada 100t determinado pelos ensaios DNER-ME 003 e ABNT NBR-6560;
- ☞ 01 ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004) a temperaturas diferentes para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura.

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Areia-Asfalto - Usinagem	2.03.21

Agregados

O controle de qualidade dos agregados constará do seguinte:

- ☞ 02 ensaios de granulometria do agregado, de cada silo quente, por jornada de trabalho (DNER-ME 083);
- ☞ 01 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo, por jornada de trabalho (DNER-ME 054);
- ☞ 01 ensaio de granulometria do material de enchimento filler, por jornada de trabalho (DNER-ME 083).

Controle da Usinagem da Mistura Areia Asfalto

Composição da Mistura

A composição da mistura areia-asfalto deverá satisfazer os requisitos do quadro seguinte:

Peneiras	mm	% PASSANDO, EM PESO			Tolerâncias da Faixa de Projeto
		A	B	C	
Nº 4	4,8	100	100	100	± 5
Nº 10	2,0	90-100	90-100	85-100	± 5
Nº 40	0,42	40-90	30-95	25-100	± 5
Nº 80	0,18	10-47	5-60	0-62	± 3
Nº 200	0,074	0-7	0-10	0-12	± 2
Betume Solúvel no CS ₂ %		5-8	5-8	5-8	-

Tabela 02.

A fração retida entre duas peneiras consecutivas não deverá ser inferior a 4% do total.

As porcentagens de betume se referem à mistura de agregados, considerada como 100%.

Determinação da Quantidade de Ligante na Mistura

Deverão ser efetuadas extrações de asfalto (betume) de amostras coletadas na usina (DNER-ME 053). A porcentagem de ligante poderá variar, no máximo, ± 0,3%, da fixada no projeto.

Determinação da Graduação da Areia

Será procedido o ensaio de granulometria (DNER-ME 083) da areia resultante da extração citada no item anterior. A curva granulométrica deverá manter-se contínua, enquadrada dentro das tolerâncias especificadas no projeto.

Características da Mistura

Serão realizados ensaios **Marshall** ou ensaios **Hubbard-Field**, com três corpos-de-prova de cada mistura, por cada jornada de trabalho (DNER-ME 043).

Os valores de estabilidade e da fluência deverão satisfazer ao especificado.

As amostras deverão ser retiradas na saída do misturador.

Determinação das condições de vazios, estabilidade e fluência da mistura

Deverá ser adotado o Método "**Marshall**" (DNER-ME 043) ou o ensaio "**Hubbard Field**" (ASTM 1138) para a verificação das condições de vazios e estabilidade da mistura, os quais deverão atender aos valores seguintes:

	Marshall	Hubbard Field
Porcentagem de vazios	3 a 8	2 a 5
Relações betume-vazios	65-82	75-85
Estabilidade mínima	150 kgf 250 Kgf (75 golpes)	500 kgf
Fluência mm.	2,4 - 4,5	-

Tabela 03.

A energia de compactação do ensaio será fixada no projeto.

Controle de Temperatura

Serão efetuadas medidas de temperatura na usina durante a jornada de trabalho, em cada um dos itens abaixo discriminados:

- ☞ Do agregado, no silo quente;

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Areia-Asfalto - Usinagem	2.03.21

- ☛ Do ligante, no tanque de estocagem;
- ☛ Da mistura, após a confecção.

As temperaturas deverão apresentar valores de ± 5 °C em relação as temperaturas especificadas.

Controle Estatístico da Usinagem

O número das determinações ou ensaios de controle da usinagem da areia-asfalto para cada jornada de trabalho será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela Contratada, conforme a tabela seguinte:

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL														
n	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = nº de amostras					k = Coeficiente multiplicador					= risco da Contratada				

Tabela 04.

O número mínimo de determinações por jornada de trabalho será de 5.

Quanto ao controle da usinagem da areia asfalto deverá ser verificada a seguinte condição (DNER-PRO 277/97):

Para a quantidade de ligante na mistura, graduação da areia, temperatura na saída do misturador e fluência no ensaio **Marshall** em que é especificada uma faixa de valores mínimos e máximos deverá ser verificada a condição seguinte:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo de projeto}$ ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto} \Rightarrow \text{rejeita-se o serviço};$

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo de projeto}$ e $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto} \Rightarrow \text{aceita-se o serviço}.$

Sendo:

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

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

Onde:

$\bar{X} i$ - 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.

Para os resultados do ensaio de estabilidade Marshall ou Hubbard-Field em que é especificado um valor mínimo a ser atingido deve-se verificar a condição seguinte:

Se $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo admitido} \Rightarrow \text{rejeita-se o serviço};$

Se $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo admitido} \Rightarrow \text{aceita-se o serviço}.$

Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

Manejo Ambiental

Para execução de revestimento betuminoso 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 de ligante betuminoso, além da instalação e operação da usina.

Agregado

<i>Infra-estrutura</i>	2
<i>Pavimentação Rodoviária</i>	2.03
<i>Areia-Asfalto - Usinagem</i>	2.03.21

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

A areia somente será aceita após apresentação da licença ambiental de operação do areal cuja cópia da licença deverá ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra.

Deverá ser evitada a exploração de areal em área de preservação ambiental.

A exploração do areal deverá ser planejada adequadamente, de modo a minimizar os danos inevitáveis e possibilitar a recuperação ambiental após a retirada de todos os materiais e equipamentos.

Deverão ser impedidas queimadas como forma de desmatamento.

Será exigida a documentação atestando a regularidade da exploração do areal, junto ao órgão ambiental competente, no caso de materiais fornecidos por terceiros.

Ligante Betuminoso

Os depósitos deverão ser instalados em locais afastados de cursos d'água.

Será vedado o refugio de materiais usados à beira da estrada e em outros locais onde possam causar prejuízos ambientais.

A área afetada pelas operações de construção/execução deverá ser recuperada, mediante a remoção da usina e dos depósitos e limpeza de canteiro de obras.

Instalação da Usina

Deverá ser impedida a instalação de usinas de asfalto a quente a uma distância 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 outros equipamentos comunitários.

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

Deverão ser apresentados, junto com o projeto para obtenção de licença de instalação da usina, resultados de medições em chaminés, que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto para atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental. As chaminés deverão ser dotadas de instalações adequadas para realização de medições.

Operação da Usina

Deverão ser tomadas providências no sentido de minimizar e até evitar os efeitos negativos dos seguintes agentes e fontes poluidoras :

Agentes e Fontes Poluidoras

AGENTE POLUIDOR	FONTE 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.
Obs.: Emissões Fugitivas	São quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar o seu fluxo.

Tabela 05.

Deverão ser instalados 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.

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Areia-Asfalto - Usinagem	2.03.21

Os silos de estocagem de agregado frio deverão ser dotados de proteções laterais e cobertura, para evitar dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento.

A correia transportadora de agregado frio deverá ser completamente envolta por um sistema de proteção.

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

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

O misturador, os silos de agregado quente e as peneiras classificatórias deverão ser conectados ao sistema de controle de poluição do ar, para evitar emissões de vapores e partículas para a atmosfera.

Os silos de estocagem de massa asfáltica deverão ser fechados.

As vias de acesso internas deverão ser pavimentadas e limpas, de tal modo que as emissões provenientes do tráfego de veículos não ultrapassem 20% de opacidade.

Os silos de estocagem de filler serão dotados de sistema próprio de filtragem a seco.

Deverão ser adotados procedimentos operacionais que evitem a emissão de partículas provenientes dos sistemas de limpeza dos filtros de mangas e de reciclagem do pó retido nas mangas.

Os sistemas de controle de poluição do ar deverão ser acionados antes dos equipamentos de processo.

Todos os equipamentos de processo e de controle deverão ser mantidos em boas condições de operação.

O óleo combustível deverá ser substituído por outra fonte de energia menos poluidora (gás ou eletricidade).

Deverão ser estabelecidas barreiras vegetais no local da usina, sempre que possível.

04. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A usinagem da mistura areia-asfalto será medida, por tonelada de mistura **efetivamente aplicada na pista**. Estão consideradas nestes preços todas as operações e mão-de-obra necessárias à operação da usina e fabricação da mistura, incluindo a produção e/ou aquisição do(s) agregado(s), seu transporte até o canteiro, seu armazenamento e perdas. Está também considerado o armazenamento do ligante betuminoso.

Não será medido material fabricado mas não aplicado.

O **ligante betuminoso** utilizado, será pago separadamente, em item de planilha específico, sendo sua quantidade obtida através da média aritmética dos valores medidos na usina, em toneladas.

Estão incluídos no preço do ligante sua aquisição e transporte (frete, seguros etc.) entre a refinaria ou fábrica e a usina.

Deverão estar computadas no preço unitário do material betuminoso as eventuais perdas.

Somente será objeto de medição a quantidade de ligante efetivamente utilizada.

O transporte da massa asfáltica da usina à pista será objeto de medição em separado, conforme composição específica.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual incluindo toda a mão-de-obra, equipamentos e encargos necessários à operação das usinas e fabricação do material.

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Areia-Asfalto - Usinagem	2.03.21

05. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
DNER	ES 312/97	Areia asfalto a quente
DNER	EM 204/95	Cimentos asfálticos de petróleo
DNER	EM 141/84	Cimentos asfálticos de petróleo
DNER	ME 003/94	Materiais betuminosos - determinação da penetração
DNER	ME 004/94	Materiais betuminosos - determinação da viscosidade "Saybolt-Furol" a alta temperatura
DNER	ME 043/64	Ensaio Marshall para misturas betuminosas
DNER	ME 053/94	Misturas betuminosas - percentagem de betume
DNER	ME 054/94	Equivalente de areia
DNER	ME 078/94	Agregado graúdo - adesividade a ligante betuminoso
DNER	ME 079/94	Agregado - adesividade a ligante betuminoso
DNER	ME 083/94	Agregados - análise granulométrica
DNER	ME 151/94	Asfaltos - determinação da viscosidade cinemática
DNER	PRO 13/94	Coleta de amostra de mistura betuminosa para pavimentação
DNER	PRO 164/94	Calibração - controle de sistemas de irregularidade de superfície do pavimento (Sistema Integradores IPR/USP e Maysmeter)
DNER	PRO 182/94	Medição da irregularidade de superfície do pavimento (Sistemas Integradores IPR/USP e Maysmeter)
DNER	PRO 277/97	Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
DNER		Manual de Pavimentação, 1966
"British Standard"	MET. HD 15/87 e HD 36/87	Determinação da VDR resistência a derrapagem pelo pêndulo britânico
ASTM	1138	Misturas betuminosas ensaio " Hubbard Field "
ABNT	NBR 6560	Materiais betuminosos - determinação de ponto de amolecimento
ABNT	MB 826/73	Determinação da viscosidade absoluta