

	<b>ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO</b>	Grupo de Serviço <b>PAVIMENTAÇÃO</b>
	<b>CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE – C.B.U.Q.</b>	Código <b>DERBA-ES-P-18/01</b>

## 1. OBJETIVO

Esta especificação de serviço define os critérios que orientam a execução de misturas asfálticas do tipo Concreto Betuminoso Usinado à Quente, em obras rodoviárias sob a jurisdição do DERBA.

## 2. GENERALIDADES

Concreto betuminoso usinado à quente é uma mistura asfáltica a quente, executada em usina apropriada, composta de agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente. Sobre a base imprimada, a mistura deve ser espalhada, de modo a apresentar, quando comprimida, a espessura do projeto.

## 3. MATERIAIS

Todos os materiais devem satisfazer às especificações adotadas pelo DERBA.

### 3.1 Ligante betuminoso

Podem ser empregados os seguintes cimentos asfálticos de petróleo:

- a) CAP-30/45, 50/60 e 85/100 (classificados por penetração);
- b) CAP-20 e CAP-40 (classificados por viscosidade).

### 3.2 Melhorador de adesividade

A necessidade do seu emprego deve ser avaliada através de ensaio de adesividade (DERBA-B-14/70). O melhorador de adesividade, "dope", deve ser perfeitamente homogeneizado na massa do ligante. Essa operação de adição deve ser realizada parceladamente e com circulação do ligante.

### 3.3 Agregados minerais

#### a) Agregado graúdo

O agregado graúdo pode ser pedra britada, escória britada, seixo rolado britado ou outro material indicado nas especificações complementares e previamente aprovado pela Fiscalização. O agregado graúdo deve se constituir de fragmentos sãos, duráveis, livres de torrões de argila e substâncias nocivas.

O valor máximo tolerado, no ensaio de desgaste Los Angeles (DERBA-B-11/70) é de 50%. Deve apresentar boa adesividade. Submetido ao ensaio de durabilidade, com sulfato de sódio (DERBA-B-12/70) não deve apresentar perda superior a 12%, em 5 ciclos.

O índice de forma não deve ser inferior a 0,5. A percentagem de grãos de forma defeituosa, determinada no ensaio de lamelalidade (DERBA-B-13/70), não poderá ultrapassar a 20%. No caso de emprego de seixos rolados britados, exige-se que 90% dos fragmentos, em peso, apresentem pelo menos uma face fragmentada pela britagem. No caso do emprego de escória, esta deve ter uma massa específica aparente igual ou superior a 1.100 kg/m<sup>3</sup>;

#### b) Agregado miúdo

O agregado miúdo pode ser areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos.

Suas partículas individuais devem ser resistentes, apresentar moderada angulosidade, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deve apresentar um equivalente de areia (DERBA-B-09/70) igual ou superior a 55% e apresentar boa adesividade (DERBA-B-16/70)

#### c) Material de enchimento (fíler)

Deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, inertes em relação aos demais componentes da mistura, não plásticos, tais como cimento Portland, cal extinta, pós calcáreos ou outros materiais especificados no projeto. Quando da aplicação, o fíler deve estar seco e isento de grumos. A granulometria a ser atendida deve obedecer aos seguintes limites:

PENEIRA	% PASSANDO EM PESO
n° 40	100
n° 80	95 - 100
n° 200	65 - 100

### 3.4 Composição da mistura

A faixa granulométrica a ser utilizada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo seja igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada. A composição do concreto betuminoso usinado a quente deve satisfazer os requisitos do quadro seguinte:

PENEIRAS		% PASSANDO EM PESO		
ASTM	(mm)	A	B	C
2"	50,8	100	-	-
1 1/2"	38,1	95 - 100	100	-
1"	25,4	75 - 100	95 - 100	-
3/4"	19,1	60 - 90	80 - 100	100
1/2"	12,7	-	85 - 100	
3/8"	9,5	35 - 65	45 - 80	75 - 100
n° 4	4,8	25 - 50	28 - 60	50 - 85
n° 10	2,0	20 - 40	20 - 45	30 - 75
n° 40	0,42	10 - 30	10 - 32	15 - 40
n° 80	0,18	5 - 20	8 - 20	8 - 30
n° 200	0,074	1 - 8	3 - 8	5 - 10
Teores de CAP, limites extremos em peso (%)		4,0-7,0 binder (camada de ligação)	4,5-7,5 binder ou rolamento	4,5-9,0 camada de rolamento

- As porcentagens de CAP se referem 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, excetuadas as duas de maior malha.

- A curva granulométrica, indicada no projeto, pode apresentar as seguintes tolerâncias máximas:

PENEIRAS		% PASSANDO EM PESO
ASTM	(mm)	Tolerâncias fixas de Projeto
3/8" - 1 1/2"	9,5 - 38,0	± 7 %
n° 40 - n° 4	0,42 - 4,8	± 5 %
n° 80	0,18	± 3 %
n° 200	0,074	± 2 %

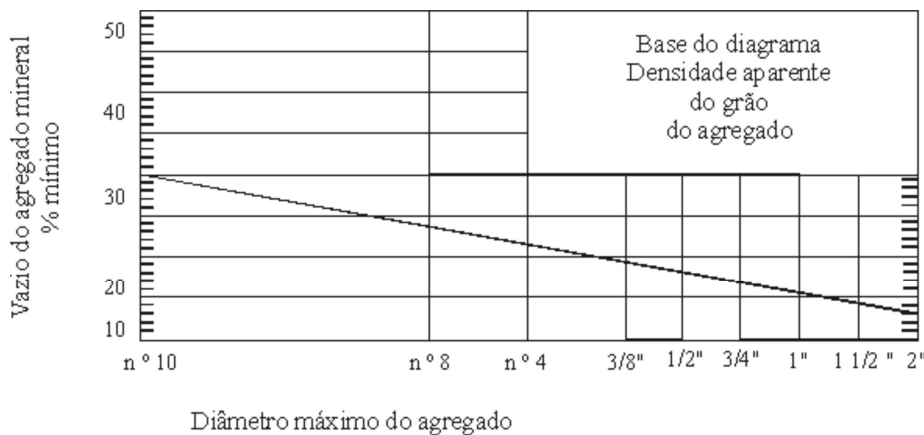
Essas tolerâncias para curva de projeto, devem conduzir a valores sempre limitados pela faixa granulométrica correspondente.

- Deve ser adotado o Método Marshall (DERBA-B-37/70) para a verificação das condições de vazios, estabilidade e fluência da mistura asfáltica, segundo os valores seguintes:

CARACTERISTICAS	CAMADA ROLAMENTO (CAPA)	CAMADA DE LIGAÇÃO (BINDER)
Porcentagem de vazios Relação Betume/vazios (%) Estabilidade mínima	3 a 5 75 a 82 500kg (75 golpes) 400kg (50 golpes)	4 a 6 65 a 72 350kg (50 golpes) 250kg (50 golpes)
Fluência 1/100" mm	8 a 18 2,0 a 4,5	8 a 18 2,0 a 4,5

As especificações complementares devem fixar a energia de compactação.

As misturas devem atender às especificações da relação betume/vazios ou aos valores mínimos de vazios do agregado mineral, dados pela linha inclinada do seguinte ábaco:



#### 4. EQUIPAMENTOS

O equipamento básico para execução do serviço compreende as seguintes unidades:

##### 4.1 Depósitos para ligante betuminoso

Os depósitos para o Ligante Betuminoso devem ser capazes de aquecer o material às temperaturas necessárias, determinadas nesta Especificação. O aquecimento deve ser feito por meio de serpentinas a vapor, óleo, eletricidade ou outros meios, de modo a não haver contato de chamas com o interior do depósito. Deve ser instalado um sistema de circulação para o cimento asfáltico, de modo a garantir a circulação, desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação. Todas as tubulações e acessórios devem ser dotados de isolamento, a fim de evitar perdas de calor. A capacidade dos depósitos deve ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.

##### 4.2 Depósitos para agregados

Os silos devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade da usina e devem 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. Haverá um silo adequado para o filer, conjugado com dispositivos para sua dosagem.

##### 4.3 Usinas para misturas betuminosas

A usina deve 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 0,5°C), deve ser fixado no dosador de ligante ou linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga do misturador.

A usina deve ser equipada, além disto, com um pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termométricos aprovados, colocados na descarga do secador, com dispositivos para registrar a temperatura dos agregados, com precisão de 0,5°C.

Poderá, também, ser utilizada uma usina do tipo tambor secador/misturador, provida de coletor de pó, alimentador de filer, sistema de descarga da mistura betuminosa com comporta, ou alternativamente, em silos de estocagem. A usina deve possuir silos de agregados múltiplos, com pesagem dinâmica (precisão  $\pm 5^\circ\text{C}$ ) e assegurar a homogeneidade das granulometrias dos diferentes agregados.

##### 4.4 Caminhões para transportes da mistura

Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto betuminoso, 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 betuminoso (óleo diesel, gasolina, etc) não deve ser permitida.

##### 4.5 Acabadora

O equipamento para espalhamento e acabamento deve ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamentos requeridos. As acabadoras devem ser equipadas com parafusos sem fim, para colocar a mistura exatamente na largura desejada 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 colocação da mistura sem irregularidades.

##### 4.6 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, autopropulsores, devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 2,5kgf/cm<sup>2</sup> a 8,4kgf/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. EXECUÇÃO

Sendo decorridos mais de sete dias entre a execução da imprimação e a do revestimento asfáltico, 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.

temperatura de aquecimento do cimento asfáltico, no momento da mistura, deve ser determinada para cada tipo de ligante em função da relação temperatura/viscosidade.

temperatura conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta uma viscosidade situada dentro da faixa de 75 a 150 segundos, Saybolt-Furol, indicando-se, preferencialmente, a viscosidade de 85 mais ou menos 10 segundos, Saybolt-Furol. Não devem ser feitas misturas a temperaturas inferiores a 120 graus centígrados e nem superiores a 177 graus centígrados.

Os agregados devem ser aquecidos a temperaturas de, aproximadamente, 10 graus centígrados acima da temperatura do ligante asfáltico, não devendo, entretanto ultrapassar 177 graus centígrados.

### 5.1 Produção do Concreto Betuminoso Usinado à Quente

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

### 5.2 Transporte do concreto betuminoso

O concreto betuminoso deve ser transportado, da usina ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes antes especificados.

as caçambas dos veículos devem ser cobertas com lonas impermeáveis durante o transporte, de forma a proteger a massa asfáltica quanto à ação de chuvas ocasionais, eventualmente, contaminação por poeira, especialmente perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.

### 5.3 Distribuição do concreto betuminoso

a) O concreto betuminoso deve ser distribuído somente quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10 graus centígrados, e com tempo não chuvoso;

b)  distribuição do concreto betuminoso deve ser feita por máquinas acabadoras, conforme já especificado, devendo ser assegurado, previamente ao início dos trabalhos, o conveniente aquecimento da mesa alisadora, à temperatura compatível com a da massa asfáltica a ser distribuída. Observar que o sistema de aquecimento destina-se exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora, e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia;

c) Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas devem ser corrigidas de imediato, pela adição manual de massa, sendo o espalhamento desta efetuado por meio de ancinhos e/ou rodos metálicos. Esta alternativa deve ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço.

### 5.4 Compressão

-  compressão do concreto betuminoso terá início imediatamente após a distribuição do mesmo.

-  fixação da temperatura de rolagem está condicionada à natureza da massa e às características do equipamento utilizado. Como norma geral, deve-se iniciar a compressão à temperatura mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, temperatura essa fixada experimentalmente, em cada caso.

-  compactação de misturas betuminosas usinadas a quente, contempla o emprego combinado de rolo de pneus de pressão regulável e rolo metálico tandem de rodas lisas.

- Inicia-se a rolagem com o rolo de pneus atuando com baixa pressão. À medida que a mistura for sendo compactada, e com o conseqüente crescimento de sua resistência, seguem-se coberturas do rolo de pneus, com incremento gradual da pressão.  compactação final deve ser efetuada com o rolo metálico tandem de rodas lisas, quando então a superfície da mistura deve apresentar-se bem desempenada.

- O número de coberturas de cada equipamento deve ser definido experimentalmente, de forma a se atingir as condições de densidade previstas, enquanto a mistura se apresentar com trabalhabilidade adequada.  compressão deve ser executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciadas pelo ponto mais baixo da seção transversal, e

progredindo no sentido do ponto mais alto, com o equipamento recobrimdo em cada passada, ao menos, a metade da largura rolada na passagem anterior.

- A espessura máxima de cada camada individual, após compressão, deve ser definida na obra pela Fiscalização, em função das características de trabalhabilidade da mistura e da eficiência do processo de compressão.

- Durante a rolagem não devem ser permitidas mudanças de direção e inversão bruscas de marchas, 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.

- O processo de execução das juntas transversais e longitudinais deve assegurar adequadas condições de acabamento.

- A camada de concreto betuminoso recém-acabada deve ser mantida sem trânsito até o seu completo resfriamento.

## 6. MANEJO AMBIENTAL

Para execução de revestimento betuminoso do tipo concreto betuminoso usinado à quente, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de asfalto e agregados, além da instalação de usina misturadora.

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

### 6.1 Ligante betuminoso

a) Os depósitos devem ser instalados em locais afastados dos cursos d'água e devem também ser colocados dispositivos de retenção do material para casos de vazamentos.

b) É vedado o lançamento do refugo de materiais usados na faixa de domínio, nas áreas limdeiras e em qualquer outro local onde possam causar prejuízos ambientais.

c) Deve ser recuperada a área afetada pelas operações de construção/execução, mediante remoção da usina e dos depósitos e efetuando a limpeza do canteiro obras.

### 6.2 Agregados

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

b) Deve ser evitada a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.

c) A exploração da pedreira deve ser planejada de modo a minimizar os danos inevitáveis e possibilitar a recuperação ambiental após a retirada de todos os materiais e equipamentos.

d) Devem ser seguidas as recomendações constantes da Especificação DERBA-ES-T-02 para os Caminhos de Serviço.

e) Devem ser construídas junto às instalações de britagem bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou gerado por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

f) Deve ser exigida a documentação, atestando a regularidade das instalações pedreira/areal/usina e de sua operação, junto ao órgão ambiental competente, caso estes serviços/materiais sejam fornecidos por terceiros.

### 6.3 Usina

As operações em usinas asfálticas à quente englobam:

- Estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios;
- Transporte, peneiramento, estocagem e pesagem de agregados quentes;
- Transporte e estocagem de filer;
- Transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e cimento asfáltico.

#### 6.3.1 Agentes e Fontes poluidores

AGENTE POLUIDOR	FONTE POLUIDORA
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, descarregamento 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.

### 6.3.2 Instalação

a) Devem ser impedida a instalação de usinas de asfalto à quente a uma distância inferior a 200m (duzentos metros), medidos a partir da base da chaminé, de residências, hospitais, escolas, centros de

reabilitação, escolas, asilos, orfanatos, clubes, clubes esportivos, parques de diversões e outras construções comunitárias.

b) Devem ser definidas no projeto executivo áreas para as instalações industriais, de maneira que se evite o mínimo de agressão ao meio ambiente.

c) É atribuída à Executante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação/operação e de manter a usina em condições de funcionamento dentro do previsto nestas especificações.

### 6.3.3 Operação

a) Devem ser instalados sistemas de controle de poluição do ar, constituídos por ciclone e filtro de mangas, ou de equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos na legislação vigente.

b) Devem ser apresentados, junto com o projeto para obtenção de licença, resultados de medições em chaminés, que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto, para atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental.

c) Devem ser adotados os silos de estocagem de agregados frios, de proteções laterais e de cobertura para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de descarregamento.

d) A correia transportadora de agregados frios deve ser enclausurada.

e) Devem ser adotados procedimentos de forma que a alimentação do seador seja feita sem emissão visível para a atmosfera.

f) Deve ser mantida pressão negativa no seador rotativo, enquanto a usina estiver em operação, para que sejam evitadas emissões de partículas na entrada e saída do mesmo.

g) O misturador, os silos de agregados quentes e as peneiras classificatórias do sistema de exaustão, devem estar conectados ao sistema de controle de poluição do ar evitando a emissão de vapores e de partículas para a atmosfera.

h) As vias de acesso internas devem ser pavimentadas e mantidas limpas, de tal modo que as emissões provenientes do tráfego de veículos não ultrapassem 20% de capacidade.

i) O silos de estocagem de filler devem ser dotados de sistema próprio de filtragem à seco.

j) Devem 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.

k) Devem ser adotados os sistemas de controle de poluição do ar antes dos equipamentos de processo.

l) Devem ser mantidos em boas condições de operação todos os equipamentos de processo e de controle.

m) As chaminés devem ser dotadas de instalações adequadas para a realização de medições.

n) Sempre que for possível, deve ser substituído o óleo combustível por outra fonte de energia menos poluidora (gás ou eletricidade) e estabelecidas barreiras vegetais no local.

## 7 CONTROLE

Todos os materiais devem ser examinados, obedecendo à metodologia indicada pelo DERBA e satisfazer as especificações em vigor.

## 7.1 Ligante Betuminoso

a) Para todo carregamento que chegar à obra, devem ser realizados os seguintes ensaios:

- Um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol (DERBA-B-25/70);
- Um ensaio de ponto de fulgor (DERBA-B-19/70);
- Um ensaio de Espuma;

b) Para cada 100t devem ser realizados os seguintes ensaios:

- Um índice de susceptibilidade térmica determinado pelos ensaios DERBA-B-17/70 e DERBA-B-18/70;
- Um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol (DERBA-B-25/70) a diferentes temperaturas para o estabelecimento da curva viscosidade x temperatura.

c) Para cada conjunto de vinte carregamentos, deve ser coletada uma amostra do cimento asfáltico utilizado, para execução de ensaios completos, previstos na especificação da ABNT.

## 7.2 Agregados

a) Diariamente deve ser feita inspeção à britagem e aos depósitos, visando garantir que os agregados estejam limpos, isentos de pó e outras contaminações prejudiciais;

b) Quando ocorrer variação da natureza do material, devem ser executados novos ensaios de durabilidade (DERBA-B-12/70) e de adesividade (DERBA-B-14/70);

c) Quando ocorrer variação da natureza do material (heterogeneidade da formação), e no mínimo uma vez por mês, devem ser executados:

- Um ensaio de abrasão Los Angeles (DERBA-B-11/70).
- Um ensaio de lamelaridade para determinar a porcentagem de partículas de forma defeituosa (DERBA-B-13/70).

d) Por dia de trabalho, devem ser executados:

- Dois ensaios de Granulometria por (DERBA-B-02/70), de amostras da mistura de agregados.
- Um ensaio de Granulometria de cada agregado empregado (DERBA-B-02/70).
- Um ensaio de Granulometria do material de enchimento (filer) (DERBA-B-02/70).
- Um ensaio de Equivalente de Areia, do agregado miúdo (DERBA-B-09/70).

## 7.3 Melhorador de adesividade

A eficácia do melhorador de adesividade, quando utilizado, deve ser verificada pela execução de um ensaio de adesividade (DERBA B-14/70), no início da obra e sempre que forem constatadas mudanças no agregado.

## 7.4 Temperatura

Devem ser efetuadas, no mínimo, quatro medidas de temperatura, por dia, em cada um dos itens abaixo discriminados:

- a) Do agregado, no silo quente da usina;
- b) Do cimento asfáltico, na usina, antes da entrada no misturador;
- c) Da mistura betuminosa, na saída do misturador da usina;
- d) Da mistura, no momento do espalhamento e do início da rolagem, na pista.

Em cada caminhão, antes da descarga, deve ser feita, pelo menos, uma leitura da temperatura.

As temperaturas devem satisfazer aos limites especificados anteriormente.

## 7.5 Quantidade de ligante na mistura

Devem ser efetuadas duas extrações de betume, de amostras coletadas na pista, imediatamente após a passagem da acabadora, para cada dia de 8 horas de trabalho. A porcentagem de ligante poderá variar, no máximo, mais ou menos 0,3% da fixada no projeto.

#### 7.6 Graduação da mistura de agregados

Deve ser procedido o ensaio de granulometria da mistura dos agregados, resultante das extrações citadas no item anterior. A curva granulométrica deve manter-se contínua, enquadrando-se dentro das tolerâncias especificadas.

#### 7.7 Características de estabilidade e fluência da mistura

Dois ensaios Marshall, com três corpos de prova cada, devem ser realizados por dia de produção da mistura. Os valores de estabilidade e de fluência devem satisfazer as exigências do projeto. As amostras devem ser retiradas após a passagem da acabadora e antes da compressão.

#### 7.8 Compressão e condições de vazios da mistura

- a) A cada 200m de meia pista executada, (preferencialmente na trilha externa) deve ser obtida uma amostra indeformada extraída com sonda rotativa (diâmetro igual a quatro polegadas).
- b) De cada amostra extraída com sonda rotativa, deve ser determinada a respectiva massa específica aparente (DERBA B-36/70).
- c) Comparando-se os valores obtidos para as massas específicas aparentes dos corpos de prova extraídos com a sonda rotativa e a massa específica aparente dos corpos de prova moldados no local (massa específica aparente de referência), devem ser determinados os correspondentes graus de compactação.

G.C. =  $\frac{\text{Map (cp sonda rotativa)}}{\text{Map (referência)}} \times 100\%$

As amostras para moldagem dos corpos de prova de referência devem ser colhidas bem próximas do local onde devem ser realizados os furos e antes da compressão.

Nota: Excepcionalmente, poderá ser admitida a utilização de anéis de aço com 10 cm de diâmetro interno e de altura 5mm inferior à camada comprimida. Após a compressão são retirados os anéis e determinada a massa específica aparente dos corpos de prova.

- d) Devem ser calculadas as condições de vazios da mistura (% de vazios totais, % de vazios do agregado mineral e relação betume/vazios), para cada amostra extraída. Os valores encontrados devem satisfazer às exigências do projeto.

#### 7.9 Geométrico e de Acabamento

- a) Espessura: a espessura da camada de concreto betuminoso deve ser avaliada nos corpos de prova extraídos ou outro critério aceito pela Fiscalização, não pode ser menor do que a espessura de projeto menos 5% e não se tolerará nenhum valor individual com variação superior a mais ou menos 10%, da espessura do projeto.
- b) Largura: deve ser determinada a largura da plataforma acabada por medidas à trena executadas a cada 20m, pelo menos, não sendo admitidas larguras inferiores às estabelecidas em projeto.
- c) Acabamento da superfície: durante a execução deve ser feita, a cada 20m, uma leitura (em mm) correspondendo à máxima variação entre dois pontos quaisquer de contato, obtida com 2 réguas completamente desempenadas, uma de 3,0m e a outra de 0,90m, colocadas respectivamente em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, sobre a superfície terminada. A superfície não deve apresentar variações maiores do que 6mm em relação às bordas inferiores das réguas.

### 8. ACEITAÇÃO

#### 8.1 Materiais

##### 8.1.1 Cimento asfáltico

O cimento asfáltico recebido no canteiro deve ser aceito, desde que atendidos os seguintes requisitos:

- a) Os valores de viscosidade e ponto de fulgor estejam de acordo com os valores especificados pela ABNT;
- b) O material não produza espuma, quando aquecido a 175 graus centígrados;
- c) Para cada conjunto de vinte carregamentos, os resultados dos ensaios de controle de qualidade do CAP, previstos na especificação da ABNT, sejam julgados satisfatórios.



### 8.1.2 Agregados e Filer

O agregado graúdo, o agregado miúdo e o filer utilizados devem ser aceitos, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) O agregado graúdo atenda aos requisitos desta especificação no que tange à abrasão Los Angeles, durabilidade e porcentagem de grãos defeituosos;
- b) O agregado miúdo atenda aos requisitos desta especificação no que se refere aos ensaios de equivalente de areia e durabilidade;
- c) O filer apresente-se seco, sem grumos, e enquadrado na granulometria especificada;
- d) As variações ocorridas nas granulometrias, com amostras coletadas nos silos quentes, estejam contidas dentro dos limites estabelecidos.

### 8.1.3 Melhorador de adesividade

- a) O melhorador de adesividade, quando utilizado, deve produzir o efeito desejado, aferido através do ensaio DERBA B-14/70;
- b) A quantidade, a forma de incorporação ao cimento asfáltico e o tempo de circulação devem estar de acordo com os critérios estabelecidos pela Fiscalização.

## 8.2 Na execução

### 8.2.1 Temperatura

- a) A produção da mistura asfáltica deve ser aceita, com vistas ao controle de temperatura, se:
  - As temperaturas medidas na linha de alimentação do cimento asfáltico, ao longo do dia de produção, encontrarem-se situadas na faixa desejável, definida em função da curva "viscosidade x temperatura" do ligante empregado. Constantes variações ou desvios significativos em relação à faixa de temperatura desejável indicam a necessidade de suspensão temporária do processo de produção, providenciando-se os necessários ajustes;
  - Temperaturas de cimento asfáltico e dos agregados, superiores a 177 graus centígrados, implicam na rejeição da massa produzida;
  - Temperaturas do cimento asfáltico inferiores a 120 graus centígrados ou dos agregados inferiores a 130 graus centígrados, igualmente implicam na rejeição da massa produzida;
  - Os agregados no momento da mistura devem estar, aproximadamente, 10 graus centígrados acima da temperatura do cimento asfáltico, respeitado o limite máximo de 177 graus centígrados.
- b) A massa asfáltica chegada à pista deve ser aceita, sob o ponto de vista da temperatura, se:
  - A temperatura medida no caminhão não for menor do que o limite inferior da faixa de temperatura prevista para a usina, menos 15 graus centígrados;
  - A temperatura da massa, no decorrer da rolagem, propicie adequadas condições de compressão tendo em vista o equipamento utilizado e o grau de compactação objetivado.

### 8.2.2 Qualidade de ligante e Graduação da mistura de agregados

- a) A quantidade de cimento asfáltico obtida pelo ensaio de extração por refluxo "Soxhlet", em amostras individuais, não deve variar, em relação ao teor de projeto de mais do que 0,3%, para mais ou para menos. A média aritmética obtida, para conjuntos de 9 (nove) valores individuais, não deve, no entanto, ser inferior ao teor de projeto;
- b) Durante a produção a granulometria da mistura poderá sofrer variações em relação à curva de projeto, respeitadas as tolerâncias especificadas no item 3.

### 8.2.3 Características Marshall da mistura

- a) Os valores de % de vazios, vazios do agregado mineral, relação betume vazios, estabilidade e fluência Marshall, devem atender ao prescrito no item 3;
- b) A eventual ocorrência de valores que não atendam ao especificado, poderá resultar na não aceitação do serviço. As falhas ocorrentes devem ser corrigidas mediante ajustes racionais na formulação do traço e/ou no processo executivo.

## 8.2.4 Compressão

Os valores do grau de compactação, calculados estatisticamente pela expressão abaixo, para conjuntos de no mínimo nove valores, devem ser iguais ou superiores a 97%:

$$x_{\text{mín}} = \bar{x} - \frac{1,29 S}{\sqrt{N}} - 0,68 S$$
$$x_{\text{máx}} = \bar{x} + \frac{1,29 S}{\sqrt{N}} + 0,68 S$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} \text{ e } S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x)^2}{N - 1}}$$

N - 9 (nº de determinações efetuadas).

## 8.2.5 Controle Geométrico

Os serviços executados devem ser aceitos à luz do controle geométrico desde que atendidas às seguintes condições:

- Quanto à fôrma de trabalho não devem ser admitidos valores inferiores aos previstos no projeto;
- Quanto à espessura de camada de base

- A espessura média de camada deve ser determinada pela expressão:

$$\mu = \bar{x} - \frac{1,29 S}{\sqrt{N}}, \text{ em que } \bar{x} = \frac{\sum x}{N} \text{ e } S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x)^2}{N - 1}}$$

- A espessura média determinada estatisticamente deve situar-se no intervalo de mais ou menos 5%, em relação à espessura prevista em projeto.

- Não devem ser tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de mais ou menos 10%, em relação à espessura prevista em projeto.

- Eventuais regiões, em que se constataem deficiências de espessura, devem ser objeto de demonstragem complementar através de novas extracções de corpos de prova com sondagem rotativa. As áreas deficientes, devidamente delimitadas, devem ser reforçadas, às expensas do Executante.

## 8.2.6 Acabamento

O serviço deve ser aceito, sob o ponto de vista de acabamento, desde que atendidas às seguintes condições:

- As juntas executadas apresentem-se homogêneas em relação ao conjunto da mistura, isentas de desniveis e saliências;
- A superfície presente-se desempenada, sem trincas indesejáveis do equipamento de compressão, nem ondulações decorrentes de vibrações não corrigidas durante o trabalho.

## 9. MEDIÇÃO

9.1 O serviço de concreto betuminoso usado quente, executado e recebido no formato descrito, deve ser medido pela determinação do volume de mistura aplicada e compactada expresso em metros cúbicos, fazendo-se distinção em relação à função de camada (rolamento ou intermediária).

9.2 No cálculo dos volumes, obedecidas às tolerâncias específicas, deve ser considerado a espessura média ( $\bar{x}$ ) calculada como indicado no item 6.

9.3 Quando  $\bar{x}$  for inferior à espessura do projeto, deve ser considerado o valor de , e quando for superior deve ser considerada a espessura do projeto.

## 10. PAGAMENTO

O pagamento deve ser feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representará a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão de obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.